

**Der Flugplatz Schleißheim** Bilder erzählen seine Geschichte von der Gründung bis zum Zweiten Weltkrieg

**Unsichtbare Straßen** Auch Piloten müssen sich an Verkehrsregeln und vorgegebene Luftstraßen halten

**Hinein in die Welt der Zauberei** Der Physiker Thomas Fraps entführt sein Publikum in die Welt der Illusion

# KULTUR & TECHNIK

## Über den Wolken

Hintergründe, Trends und Geschichten vom Fliegen





SEIT 1954  
MAßGEFERTIGT  
IN DEUTSCHLAND



müller maßmanufaktur  
*ganz ihre Linie*

[muellermassmanufaktur.de](http://muellermassmanufaktur.de)

### MABCENTER MÜNCHEN

Maximiliansplatz 17 | München  
Mo-Fr 10.00 - 18.30 Sa 10.00 - 16.00



**Liebe Leserin,  
lieber Leser,**

am 29. Juni 2018 verzeichnet der Flug-Tracker »Flightradar 24« einen Rekord: 200 000 Flugzeuge waren an diesem Tag in der Luft. Fliegen ist längst nicht mehr das Privileg einiger weniger Betuchter. Die Geschichte der zivilen Luftfahrt beginnt 1919 mit dem Erstflug der Junkers F13, dem ersten freitragenden Ganzmetallflugzeug der Welt.

Noch älter als die legendäre Junkers ist die Flugwerft Schleißheim, deren 125. Geburtstag wir im vergangenen Jahr gefeiert haben. An diesem uns heute winzig erscheinenden Flughafen, der zunächst militärischen Zwecken diente, starteten ab 1922 auch die ersten Passagier- und Postflugzeuge. Ihre Anzahl war überschaulich. Wer hätte damals wohl gedacht, dass das Flugzeug einmal zum Massenverkehrsmittel wird?

Die meisten von Ihnen werden schon die eine oder andere Flugreise hinter sich haben und einige sind vermutlich sogar »Vielflieger«. Die wenigsten dürften aber wissen, wie die Piloten die richtigen Wege finden, ohne mit entgegenkommenden Linien zu kollidieren. In der aktuellen Ausgabe erfahren Sie, wie der Luftraum als Verkehrsraum organisiert wird. Spätestens nach der Lektüre dieses Beitrags wird verständlich, warum Flugzeuge die sichersten Verkehrsmittel sind. Angst muss vorm Fliegen wirklich keiner haben – wer um sein Leben fürchtet, sollte besser das Auto meiden.

Die Ökobilanz der künstlichen Vögel sieht leider nicht ganz so gut aus. Zwar rangieren sie noch hinter den Tankern und Kreuzfahrtschiffen, die über die Meere fahren,

aber ihre negativen Seiten sollen hier nicht verschwiegen werden: Lärm, Flächenverbrauch für Starts und Landung oder klimarelevante Emissionen. Exakt an diesen Problemen arbeiten die Entwickler neuer Flugmodelle, von denen wir Ihnen ebenfalls einige vorstellen.

»Unsere« Junkers F13 können Sie derzeit übrigens leider nicht besichtigen – die wartet im Depot in Kirchheim auf ihren nächsten Auftritt – bis die Umbauarbeiten in der Luftfahrtausstellung des Deutschen Museums abgeschlossen sind. Die gute Nachricht aber ist: 2020 wird die neue Luftfahrthalle eröffnet, mit guten alten Bekannten aber auch spektakulären neuen Ausstellungsmodulen. Nun wünsche ich Ihnen viel Vergnügen beim Lesen«

Es grüßt Sie herzlich

Ihr Wolfgang M. Heckl



6

Der Flugplatz SchleiBheim gehört zu den ältesten Start- und Landeplätzen Deutschlands.

10

Piloten bewegen ihre Maschinen im Luftraum auf vorgegebenen Wegen.



18

Die LFU 205 war das erste Flugzeug aus Kunststoff. Sein letzter Flug führte in die Flugwerft SchleiBheim.



22

Mit neuen Materialien und Antrieben gehen Flugzeugbauer in die Zukunft.



28

Sogenannte Hovercraftboote können sich auf dem Wasser und auf dem Land bewegen.

38

Fliegen zu können wie ein Vogel – davon träumten schon die Menschen der Antike.



42

Der Physiker Thomas Fraps verzaubert sein Publikum.

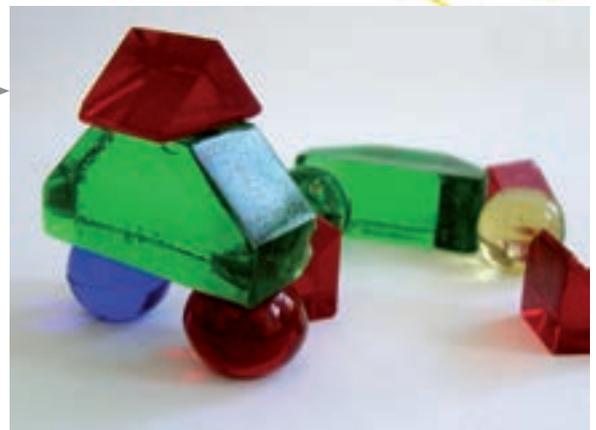
46

Technisches Spielzeug sollte vor allem Jungen von Naturwissenschaft und Technik begeistern.



52

Über die Schwierigkeiten der Aufklärer, den Aberglauben zu bekämpfen.



## ÜBER DEN WOLKEN

- 6** **Der Flugplatz Schleißheim**  
Von der Gründung bis zum Ende des Zweiten Weltkriegs | **Von Wilhelm Füßl**
- 10** **Unsichtbare Straßen**  
Der Verkehrsraum Luft und seine Regeln | **Von Beatrix Dargel**
- 18** **Trendsetter aus Kunststoff**  
Der letzte Flug der LFU 205 | **Von Robert Kluge**
- 22** **Not macht erfinderisch**  
Die neuesten Trends im Flugzeugbau | **Von Christian Rauch**
- 28** **Fliegen fahren**  
Luftkissenboote sind wahre Multitalente | **Von Jörn Bohlmann**
- 34** **Einblicke im SICHTflug**  
Der Luftbildarchäologe Klaus Leidorf | **Von Robert Kluge**
- 

## MAGAZIN

- 42** **In der Zauberwelt**  
Mit Physik ins Reich der Illusion | **Von Klaus Wagner**
- 46** **Spielerisches Bauen und Konstruieren**  
Technische Baukästen im Deutschen Museum | **Von Artemis Yagou**
- 52** **Wider den Aberglauben**  
Die Volksnaturlehre des Johann Heinrich Helmuth | **Von Claus Priesner**
- 62** **Freundes- und Förderkreis Deutsches Museum**  
Vom einfachen Werkzeug zur Digitalisierung | **Von Monika Czernin**
- 

## STANDARD

- 3** **Editorial**
- 38** **MikroMakro**  
Die Seiten für junge Leser
- 64** **Schlusspunkt**
- 66** **Vorschau, Impressum**

# Der Flugplatz Schleißheim



FLUG



*Der Flugplatz Schleißheim  
von der Gründung bis zum  
Ende des Zweiten Weltkriegs.  
Eine Geschichte in Bildern.*

Von Wilhelm Fühl

**A**m 8. und 9. Juli 2017 feierte die Flugwerft Schleißheim, die 1992 eröffnete Zweigstelle des Deutschen Museums, ihr 25-jähriges Bestehen. Tausende ließen sich von rund 50 historischen Maschinen beim Fly-In begeistern. Wohl nur wenigen war dabei bewusst, dass der Flugplatz in Oberschleißheim eine lange Tradition hat.

**Bild 1: Der Flugplatz 1912**

Schleißheim hat eine der frühesten Start- und Landebahnen in Deutschland. Kurz vor seiner Gründung war im Jahr 1909 in Berlin-Johannisthal der erste deutsche Flugplatz eröffnet worden. Treibende Kraft war Generalleutnant Karl von Brug (1855–1923), der sich für eine eigene Königlich-Bayerische Fliegertruppe einsetzte und die ersten Flugzeuge für das bayerische Militär in Auftrag gab.

Das Luftbild zeigt den provisorischen Flughafen vor der Kulisse des Schlosses Schleißheim. Während die wenigen Militärs der Fliegertruppe anfangs im Alten Schloss und im Schlossgut untergebracht waren, wurden für die ersten Flugzeuge mehrere provisorische Zelte aufgestellt. Noch 1912 wurde mit dem Bau der Kommandantur begonnen, die heute den historischen Kern der Flugwerft Schleißheim bildet.

Luftaufnahme des  
Flugplatzes Schleißheim  
kurz nach seiner  
Gründung 1912.



König Ludwig III. von Bayern inspiziert die Militärfieger in Schleißheim, 1913.

### Bild 2: Besuch des Königs

Der technikaffine König Ludwig III. (Bildmitte unter dem Flügel des rechten Flugzeugs) besichtigte 1913 die neue Fliegerabteilung. Rechts im Bild eine Etrich »Taubе«, links ein Doppeldecker der in München ansässigen Gustav-Otto-Flugmaschinenwerke, vor dem Ersten Weltkrieg das Standardflugzeug der bayerischen Militärfieger.

In Schleißheim wurden Flugzeugführer und Beobachter ausgebildet. Nach Ausbruch des Kriegs 1914 erlebte der Flugplatz Schleißheim mit seiner Fliegerschule einen rasanten Aufschwung: Zusätzliche Hallen für Übungs- und die neuen Bombenschulflugzeuge entstanden, mehr als 1700 Piloten und sonstiges Flugzeugpersonal durchliefen die Schule.

### Bild 3: Zivile Luftfahrt in Schleißheim

Das Ende des Ersten Weltkriegs und die im Versailler Vertrag festgeschriebene vollständige Demobilisierung der Militärflugzeuge bedeuteten die Auflösung der bayerischen Fliegertruppe, die Einstellung des Flugverkehrs und die Zerstörung einiger Hallen auf dem Flugplatz. Allerdings gewann mit dem Aufkommen der zivilen Luftfahrt Schleißheim erneut an Bedeutung. Bis 1925 war er Verkehrsflughafen, dann wurden die Fluggäste in München zwar auf dem Münchner Oberwiesenfeld – dem heutigen Olympia-Gelände – abgefertigt, die Flugzeuge flogen aber bis Ende der 1920er Jahre abends und zur Wartung nach Schleißheim.



Werbeplakat der Brüder Botho und Hans von Römer für den Einsatz des ersten Ganzmetallflugzeugs Junkers F 13, bei der Trans-Europa-Union, 1924.

In der dortigen Schlossgaststätte erfolgte am 22. Oktober 1923 der Zusammenschluss mehrerer Luftfahrtgesellschaften zu der gemeinsamen Holding der Trans-Europa-Union (TREU), darunter die Ad Astra Aero AG, die Rumpler Luftverkehrs AG, die Österreichische Luftverkehrs AG, die



Bayerische Luft-Lloyd GmbH und die Junkers Luftverkehrs AG. Den Vorsitz in der Verwaltungsgesellschaft der TREU übernahm auf Drängen des Flugzeugkonstruktors Hugo Junkers (1859–1935) der Gründer des Deutschen Museums, Oskar von Miller (1844–1934).

#### Bild 4: Sportfliegerei und Segelflug

Das Verbot von Militärflugzeugen nach dem Ersten Weltkrieg führte in der Weimarer Republik zu einem Aufschwung der Sportfliegerei und des Segelflugs. Fast zeitgleich wurde 1924 in Oberschleißheim eine Fliegerschule der Sportflug GmbH gegründet, wo zahlreiche Piloten für die Verkehrsluftfahrt, insgeheim aber auch für die Reichswehr geschult wurden. Im gleichen Jahr konstituierte sich an der Technischen Hochschule München eine »Akademische Fliegergruppe München«.

Bei Piloten wie dem breiten Publikum waren Flugwettbewerbe sehr beliebt. Anlässlich der Deutschen Verkehrsausstellung München 1925 veranstaltete der Aero-Club von Deutschland einen Internationalen Wettbewerb, für den dieser eine Gesamtpreissumme von 100.000 Mark auslobte. Das Plakat gestaltete der Grafiker Siegmund von Suchodolski (1875–1935), der auch für Löwenbräu und den Tierpark Hellabrunn arbeitete. Von der Veranstaltung drehte die Ewe Film GmbH in München einen kurzen Dokumentarfilm.

#### Bild 5: Zerstörung 1944

In der Schleißheimer Fliegerschule wurden schon vor der sogenannten Machtergreifung durch die Nationalsozialisten Hunderte Militärpiloten ausgebildet. Ab 1933 ent-

Werbepublikat des Grafikers Siegmund von Suchodolski für den Internationalen Flugwettbewerb München, 12. bis 14. September 1925 auf dem Flugplatz Schleißheim.

Der schwer zerstörte Flugplatz in Schleißheim am Ende des Zweiten Weltkriegs, 1945.

Der Umbau des historischen Baubestands zur Flugwerft Schleißheim, Stand: Februar 1989.



DER AUTOR

#### Dr. Wilhelm Füßl

Der Historiker leitet seit 1992 das Archiv des Deutschen Museums. Er ist Autor der Biografie *Oskar von Miller* (2005). Gemeinsam mit Helmut Trischler veröffentlichte er das Buch *Geschichte des Deutschen Museums. Akteure, Artefakte, Ausstellungen* (2003). Er ist Mitherausgeber des im Januar 2017 erschienenen Buchs *Wirklichkeit und Illusion. Dioramen im Deutschen Museum*.

wickelte sich Schleißheim zu einem der wichtigsten Fliegerhorste in Süddeutschland und zu einer bedeutenden Jagdfliegerschule. Mit Ausbruch des Zweiten Weltkriegs erfolgte der weitere Ausbau des Standorts.

Ab 1942 bombardierten die Alliierten mehrfach den Flugplatz; der schwerste Angriff war am 22. Juli 1944. Das Luftbild zeigt die zahlreichen Bombenkrater auf dem Flugplatz und dem Schlossgelände.

#### Bild 6: Umbau zum Museum

Kriegsgefangene und Zivilisten mussten nach Kriegsende die größten Schäden an der Piste reparieren. Bis 1968 nutzte die amerikanische Armee »Schleißheim Airfield«. Mit der Übergabe an die Bundesrepublik Deutschland blieb eine militärische Präsenz durch die Luftwaffe bis zur Verlegung der Heeresfliegerstaffel 8 nach Penzing bei Landsberg 1981 bestehen. Kurz darauf entstand die Idee, auf dem historischen Flugplatz eine Zweigstelle des Deutschen Museums einzurichten. ■■

# Unsichtbare Straßen

*Ist die Freiheit über den Wolken wirklich grenzenlos? Wem gehört der Luftraum? Gibt es ein Luftstraßennetz? Wer weicht wem aus? Was sind Slots und wie werden sie vergeben?* Von Beatrix und Gero Dargel

Was aussieht wie Bienen-schwärme sind die weltweiten Flugbewegungen als Überblick in Echtzeit. FlightRadar24 wird durch unzählige Freiwillige gespeist, die sich an ihren PC einen kleinen Funkempfänger gesteckt haben und die Transpondersignale der Flugzeuge im Umkreis in eine weltweite Datenbank einspeisen.

**D**er Airbus hat seine Reiseflughöhe verlassen und befindet sich im Anflug auf den Flughafen. Während die Passagiere durch die Fenster die Landschaft unter sich genießen, konzentrieren sich die Piloten auf Checklisten und erwarten die Freigabe des Lotsen.

Ein kleines Stückchen weiter südlich und einige Tausend Fuß tiefer sucht die Pilotin eines Segelflugzeugs nach Anzeichen von Thermik. Noch viele Kilometer geplanten Streckenflugs liegen vor ihr. Etwas abseits der Route versprechen Cumuluswolken den erhofften Aufwind. Wenig später meldet sich das Variometer. Sie tritt ins Seitenruder, kurvt ein und tankt Höhe. Nicht weit entfernt rollt ein Ultraleichtflugzeug auf die Piste eines kleinen Flugplatzes. Vor den beiden Luftsportlern liegt ein Rundflug durch das Voralpenland. Nachdem der Motor Betriebstemperatur erreicht hat, schiebt der Pilot den Gashebel nach vorn, das kleine Flugzeug beschleunigt und hebt ab.

Wenige Kilometer nordwestlich plant die Besatzung eines Militärflugzeugs ihre Tagesaufgabe. Höhepunkt wird ein Luftbetankungsmanöver sein, der Punkt des geplanten Rendezvous mit dem Tanker wird noch einmal verglichen. Dann

laufen die beiden zum Shelter, in dem der Jet bereits wartet.

Christoph-32, ein Rettungshubschrauber, lässt die Turbinen an. Ein Einsatzflug zu einer Unfallstelle steht bevor. Wenig später steigt die Rotordrehzahl an und der Hubschrauber hebt zu einem weiteren seiner jährlich über 1400 Einsätze ab.

Am Stadtrand ist eine Filmcrew bei der Arbeit. Eine kurze Filmsequenz aus luftiger Perspektive soll gedreht werden. Noch vor wenigen Jahren wäre dazu ein Kran oder ein Hubschrauber erforderlich gewesen. Heutzutage kommt dafür eine Drohne zum Einsatz. Ein paar Kilogramm moderne Technik ermöglichen Luftaufnahmen fast jederzeit. Der Kameramann prüft noch einmal Multicopter und Kamera. Und »Action!«.

Fliegende Technik ist heute allgegenwärtig. Ein Blick auf eine der Realtime-Tracking-Seiten im Internet vermittelt einen nahezu chaotischen Eindruck vom Geschehen in den Lüften. Unzählige kleine Flugzeugsymbole wimmeln ameisenleich umeinander. Luftstraßen und Verkehrsregeln lassen sich auf die Schnelle nicht entdecken. Beteiligt am Luftverkehr sind nicht nur Verkehrsmaschinen, Rettungshubschrauber und Militärjets, sondern auch Luft-



sportgeräte, Flugmodelle und unbemannte Fluggeräte verschiedenster Größe und Bestimmung. Wie bekommt man Ordnung in dieses Chaos?

### Geregelter Verkehr

Wo und wie ein Luftfahrzeug geflogen werden kann, entscheidet sich zuerst einmal danach, nach welchen Flugregeln es unterwegs sein wird. Dabei wird zwischen Sichtflugregeln (Visual Flight Rules, VFR) und Instrumentenflugregeln (Instrument Flight Rules, IFR) unterschieden. Jeder Pilot, der nach Instrumentenflugregeln fliegt, wird von Fluglotsen am Boden kontrolliert. Kontrolliert bedeutet, dass ein Lotse für den Sicherheitsabstand zwischen den Flugzeugen sorgt. Er staffelt die Maschinen vertikal mit mindestens 1000 ft (ft = Fuß, rund 300 Meter) und horizontal zwischen zwei und sechs nautischen Meilen Abstand (etwa 3,7 bis 11,1 Kilometer). Fliegt der Pilot nach Sichtflugregeln, ist er selbst dafür verantwortlich, den Abstand zu anderen Flugzeugen einzuhalten. Um die drei Millionen IFR-Flüge kontrollieren die Lotsen der Deutschen Flugsicherung (DFS) jährlich.



Anflug auf einen kleinen Flugplatz. Hier starten und landen Flugzeuge nur nach Sichtflugregeln. Im unkontrollierten Luftraum liegt die Verantwortung für den sicheren Flug beim Piloten. »See and Avoid« ist die wichtigste Regel.

Nicht jedes Flugzeug kann nach Instrumentenflugregeln geflogen werden, denn dafür muss es mit den erforderlichen Instrumenten ausgerüstet und der Pilot muss dafür qualifiziert und trainiert sein.

### Die Regeln für Sichtflug

Der Flug »nach Sicht« ist die ursprüngliche Form der Bewegung im Luftraum, und die meisten Flüge der allgemeinen Luftfahrt erfolgen nach Sichtflugregeln. Der Pilot bestimmt die Lage des Flugzeugs im Raum, seine Position und seinen Kurs nach optischen Merkmalen der Außenwelt. Technische Hilfsmittel, die das Navigieren erleichtern, sind natürlich meistens auch an Bord. Jedoch muss der Flugzeugführer jederzeit in der Lage sein, auch ohne diese Hilfsmittel zu bestimmen, wo er ist und wie das Fluggerät in diesem Moment in der Luft liegt. Ein Einflug in Wolken ist nach Sichtflugregeln absolut tabu. Nachtflug ist möglich, wenn das Restlicht, also Mond, Sterne, oder die Lichtquellen am Boden ausreichende Informationen bereitstellen.

Ein Schlüsselprinzip des Sichtflugs ist das »Sehen und Ausweichen« (»See and Avoid«). Die Besatzung eines jeden VFR-Luftfahrzeugs ist dafür verantwortlich, Gefahren, zum Beispiel durch Hindernisse oder andere Luftfahrzeuge, zu erkennen und ihnen auszuweichen. Die Ausweichregeln sind einfach: Es wird nach rechts ausgewichen. Landenden Luftfahrzeugen ist auszuweichen, und ein wendigeres Luftfahrzeug hat dem weniger wendigeren auszuweichen, beispielsweise das Motorflugzeug dem Hängegleiter, oder das Segelflugzeug dem Ballon.

Gar nicht so einfach ist das Erkennen sich annähernder Flugzeuge. Selbst bei guten Sichtverhältnissen kann das Zeitfenster, welches zum Ausweichen zur Verfügung steht, sehr klein sein. Die aktive Beobachtung des Luftraums ist aus diesem Grund eine Schlüsselaufgabe für alle Insassen eines VFR-Flugzeugs. Und das ist für Piloten durchaus eine Trainingsaufgabe.

### Der Weg ist das Ziel

Die Navigation im Sichtflug kennt viele unterschiedliche Facetten. Puristische Piloten fliegen auch heute noch mit (Papier-)Karte und Kompass. Vor dem Flug wird die



Das Cockpit eines modernen Kleinflugzeugs. Der Pilot wird heute von leistungsfähigen elektronischen Helfern unterstützt. Trotzdem ist beim Sichtflug die Außenwelt die wichtigste Informationsquelle.

Strecke geplant, ein Bleistiftstrich auf dem Papier weist später den Weg. Unterwegs wird das Kartenbild immer wieder mit der Realität verglichen. Bei der puristischen VFR-Fliegerei spielen Flüsse, Eisenbahnlinien oder Autobahnen eine besondere Rolle. Zum einen als Kurslinie, der man einfach folgen kann. Die Daumenregel »linkes Rad, rechte Schiene« sorgt dafür, dass sich entgegenkommende Fluggeräte, die der gleichen Eisenbahnlinie folgen, nicht zu nahe kommen.

Den gleichen Zweck hat die Halbkreisflugregel, die besagt, dass ein Flugzeug je nach geflogenem Kurs auf einer bestimmten Flughöhe fliegen muss. Bei Flügen nach Osten, genauer bei Kompasskursen zwischen  $0^\circ$  und  $179^\circ$ , fliegen Sichtflieger auf »ungeraden Tausendern +500«, zum Beispiel in 7500 ft Flughöhe. Sichtflüge gen Westen finden dagegen auf »geraden Tausendern +500« statt. Entgegenkommende VFR-Flieger werden durch diese Regel mindestens 1000 ft voneinander separiert.

Für die moderne Sichtflugnavigation gibt es heute unzählige elektronische Helfer. Die Papierkarte hat selbstverständlich ein elektronisches Pendant. Die geplante Flugroute wird auf einem großflächigen Navigationsdisplay dargestellt. Die Möglichkeiten der Navigation sind heute so vielfältig wie die Vorlieben der Piloten. Aber auch die ausgefeilteste Technik ändert nichts daran: Sichtflug bedeutet Herausschauen.

### Instrumentenflugregeln

Für ein Verkehrsflugzeug sind einige der Bedingungen des Sichtflugs nicht praktikabel und gefährlich. Es ist illusorisch, die »See and Avoid«-Regel bei den Reisegeschwindigkeiten moderner Jets anzuwenden. Das begrenzte Sichtfeld aus einem Airlinercockpit und die erforderlichen Ausweichradien sprechen eine deutliche Sprache. Auch die Wetterabhängigkeit, beispielsweise die Notwendigkeit, Wolken umfliegen zu müssen, ist für moderne Verkehrs-

flugzeuge nicht akzeptabel. Verkehrsflugzeuge sind aus diesen Gründen fast ausschließlich nach Instrumentenflugregeln unterwegs: Das Flugzeug wird unabhängig von visuell erkennbaren Merkmalen mit Hilfe von Instrumenten gesteuert. Dazu gehört der künstliche Horizont, heutzutage ein sensorgesteuertes elektronisches Gerät, welches die Lage des Flugzeugs im Raum visualisiert. Vor einigen Jahren noch erfüllten mechanische Kreiselinstrumente diese Aufgabe. Damit ein Flugzeug für IFR-Betrieb zugelassen werden kann, müssen sogar zwei unabhängige künstliche Horizonte eingebaut sein.

Instrumente für Fluglage und Navigation sind jedoch nur ein Teil der zum IFR-Flug erforderlichen Infrastruktur. Der Abstand zu anderen Flugzeugen wird durch den Fluglotsen am Boden kontrolliert. IFR-Flug bedeutet also permanenten Funkkontakt zur Luftverkehrskontrollstelle. Flüge nach Instrumentenflugregeln müssen mit einem Flugplan vorangemeldet werden.

IFR-Fliegerei erfordert vom Piloten besondere Fähigkeiten, die während der Ausbildung intensiv trainiert werden. Das menschliche Gleichgewichtsempfinden, auf das wir uns jederzeit verlassen, erweist sich beim Instrumentenflug als irreführend. Ohne optische Referenz kann man zum Beispiel nicht unterscheiden, ob das Flugzeug beschleunigt oder im Steigflug ist. Die Piloten müssen lernen, den Instrumenten mehr zu vertrauen als ihrem Gefühl.

### Leuchttürme am Himmel

Beim Flug nach Instrumentenflugregeln muss die Navigation ohne Sicht nach »draußen« möglich sein. Im Zeitalter der Satellitennavigation ist das keine große Herausforderung mehr. IFR-Navigation hat aber auch schon vor der Erfindung von GPS und Galileo funktioniert. Funkfeuer wurden, ähnlich den Leuchttürmen für die Seefahrt, errichtet. An Bord von IFR-zugelassenen Flugzeugen sind auch heute noch entsprechende Peilempfänger eingebaut, mit denen die Position bestimmt und der Kurs zum nächsten Wegpunkt bestimmt werden kann. Die Begeisterung, mit der heutige Flugschüler das »Anschneiden eines Radials« üben, hat mit der Verfügbarkeit von Navigationsapps in praktisch jedem Smartphone spürbar nachgelassen.

Lotsen der Deutschen Flugsicherung bei der Arbeit. Für Instrumentenflüge tragen die Fluglotsen am Boden eine hohe Verantwortung. Sie sorgen dafür, dass die Sicherheitsabstände im kontrollierten Luftraum eingehalten werden.



Wenn im Fall der Fälle einmal alle Navigationshilfen versagen sollten, gibt es auch an vielen kleinen Flugplätzen eine einfache Funknavigationsanlage, die allen Flugzeugen mit Funkgerät zur Verfügung steht, unabhängig davon, ob sie nach VFR oder IFR unterwegs sind. Der Pilot kann per Funk ein »QDM« anfordern und betätigt danach die Sendetaste. Der Flugplatz kann dann das Flugzeug anpeilen und dem Piloten per Funk den entsprechenden Kompasskurs übermitteln.

### Luftraumstruktur

Die Benutzung des Luftraums ist laut Paragraph 1 des Luftverkehrsgesetzes frei. Die Anforderungen, die die unterschiedlichen fliegenden Gerätschaften und ihre Benutzer an den Luftraum stellen, sind jedoch höchst unterschiedlich. Das Verkehrsflugzeug bewegt sich viel schneller als ein Ultraleichtflugzeug. Ein Kleinflugzeug kann mit einer deutlich kleineren Kurve ausweichen als ein Militärjet. Antriebslose Luftfahrzeuge, wie Segelflugzeuge, Gleitschirme und Ballons haben ihre eigenen Besonderheiten.

Um allen gerecht zu werden, sind über dem Erdboden abgegrenzte Lufträume eingerichtet, in denen unterschiedliche Regeln, wie zum Beispiel Höchstgeschwindigkeit, Mindestsichtweiten und einzuhaltende Wolkenabstände gelten. Diese Luftraumstruktur wurde durch die Internationale Zivilluftfahrt-Organisation (ICAO) festgelegt.

Unmittelbar über dem Erdboden befindet sich der Luftraum »G« (»Golf«). Er bedeckt den größten Teil des Landes und reicht normalerweise bis in eine Höhe von 2500 ft über der Erdoberfläche. Nahe an Flughäfen ist die Obergrenze von »Golf« häufig abgesenkt auf 1000 ft. Der Luftraum »Golf« ist unkontrolliert, für die Staffelung der Luftfahrzeuge sind ausschließlich die Piloten verantwortlich. Logischerweise benötigt man zum Fliegen in »Golf« auch keinerlei Freigaben von der Luftaufsicht. Wenn die vom Luftrecht verlangten Wetterbedingungen gegeben sind, darf geflogen werden. Zu den Wetterminima gehören beispielsweise Sichtweiten. Wolken dürfen nicht berührt werden. »See and Avoid« kommt in Bodennähe besondere Bedeutung zu. Neben »gewöhnlichen« Luftfahrzeugen ist hier auch mit Drachen, Flugmodellen, kleineren und größeren Ballons usw. zu rechnen. Eine Sicherheitsmindest-

flughöhe von 500 ft (150 m) über Grund beziehungsweise 1000 ft über Städten, dicht besiedelten Gebieten oder Menschenansammlungen, ist einzuhalten.

### Kontrollierter Luftraum

Rund um die größeren Flugplätze und Verkehrsflughäfen ist ein kontrollierter Luftraum, »Delta«, eingerichtet. Einflug in diese »Kontrollzone« ist nur nach Freigabe durch die Flugverkehrskontrolle (dem »Tower«) erlaubt. Ein anfliegendes Flugzeug meldet sich vor Erreichen der Kontrollzone über Funk und erbittet die entsprechende Freigabe. Normalerweise ist diese an bestimmte Flugrouten, beispielsweise über vorgegebene Pflichtmeldepunkte, gebunden. Auch das Fliegen von unbemannten Fluggeräten in einer Kontrollzone erfordert eine Freigabe, die zum Beispiel telefonisch angefordert werden kann.

Es gibt noch eine Reihe weiterer Lufträume, für die jeweils eigene Regeln und Verfahren vorgegeben sind. Je höher man dabei kommt, umso mehr ist dieser Luftraum für die Anforderungen der Verkehrsfliegerei geschaffen. Spätestens ab etwa 3000 Metern über Normalnull befindet sich der Luftraum »Charlie«. Auch dieser erfordert eine Freigabe. Der überwiegende Anteil der Flüge in diesem Luftraum erfolgt nach Instrumentenflugregeln. Auch die Anforderungen an die Ausstattung der Flugzeuge für einen Flug in diesen Höhen sind anspruchsvoll. Die dünne Luft erfordert eine Druckkabine oder eine Sauerstoffversorgung.

### Autobahnen der Lüfte

Die Verkehrslenkung in diesem kontrollierten Luftraum – ab Flugfläche<sup>1</sup> 245 spricht man vom »oberen Luftraum« – wird von der Flugsicherung am Boden durchgeführt. Um den Verkehr auf den besonders stark beflogenen Routen staffeln zu können, wurden Luftstraßen, auch als Flugverkehrsstrecken bezeichnet, eingerichtet. Diese sind durch

<sup>1</sup>**Flugfläche:** Fliegt man unter 5000 ft in Bodennähe wird der Höhenmesser (der eigentlich nichts anderes als ein Barometer ist) auf den Luftdruck am Flugplatz eingestellt. Damit zeigt er genau die Flughöhe an und man kann Hindernissen gut ausweichen. Nachteil: Wenn sich das Wetter ändert, muss der Höhenmesser nachgestellt werden.

Bei höheren Flügen ist das unpraktisch und die unterschiedlichen Luftdruckeinstellungen können zum Problem werden. Deshalb stellen alle Flugzeuge ab einer Flughöhe von 5000 ft den Höhenmesser auf einen Luftdruck von 1013 MPa. Der zeigt dann zwar nicht genau die Flughöhe an, aber die Angabe ist stets für alle Flugzeuge gleich falsch. Damit diese unterschiedlichen Angaben nicht verwechselt werden, spricht man in diesem Fall nicht mehr von der »Flughöhe« sondern von der »Flugfläche« (FL). Die Flughöhe von 10000 ft entspricht einer FL 100.



Die eher schmucklose IFR-Karte für den Instrumentenflug enthält keine Bodenmerkmale, sondern Koordinaten-Wegpunkte, Funkfeuer und die sie verbindenden Luftstraßen. Man muss sich schon ein wenig hineinlesen, ehe man erkennt, dass die beiden Kartenausschnitte der hellen IFR-Karte und die farbige VFR-Karte auf der gegenüberliegenden Seite fast den gleichen Ausschnitt des Münchner Umlands zeigen.

geradlinige Verbindungen von Funkfeuern und Wegpunkten festgelegt. Im deutschen Luftraum gibt es etwa 1000 solche, durch Koordinaten festgelegte Punkte, die dem Luftverkehr den Weg weisen. Im An- und Abflugbereich von Flughäfen liegen die Wegpunkte eng beieinander. Ein anfliegender Flugzeug passiert sie im Minutentakt. Über dem Ozean sind sie weiter voneinander entfernt, nicht selten mehrere Hundert Meilen.

Verantwortlich für die Flugsicherheit auf den Luftstraßen sind die zuständigen Flugverkehrskontrollstellen (Area Control Center, ACC), die in Europa länderübergreifend tätig sind. Seit 1999 arbeiten europäische Regierungen und Flugsicherungsunternehmen am Projekt »Single European Sky«. Ziel ist es, den Luftraum über Europa unabhängig von nationalen Zuständigkeitsgrenzen so zu strukturieren, dass einfachere Streckenführungen und einheitliche Verfahren am Ende zu höherer Sicherheit, sinkenden Kosten und einer Entlastung der Umwelt führen.

### Wertvolle Slots

Als »Slot« bezeichnet man in der Flugsicherung zweierlei. Zum einen ein Zeitfenster, in dem ein An- oder Abflug auf einen Flughafen erfolgen kann oder ein definierter Punkt überflogen werden muss. Mit der Zuteilung von Slots kann die Flugsicherung den Verkehrsfluss steuern. Davon zu unterscheiden ist der Flughafenlot. Dieser wird zwischen Flughafen und Fluggesellschaft ausgehandelt und regelt die Start- und Landerechte an diesem Flughafen. Beide

Arten von Slots sind natürlich bei den Fluggesellschaften sehr begehrt.

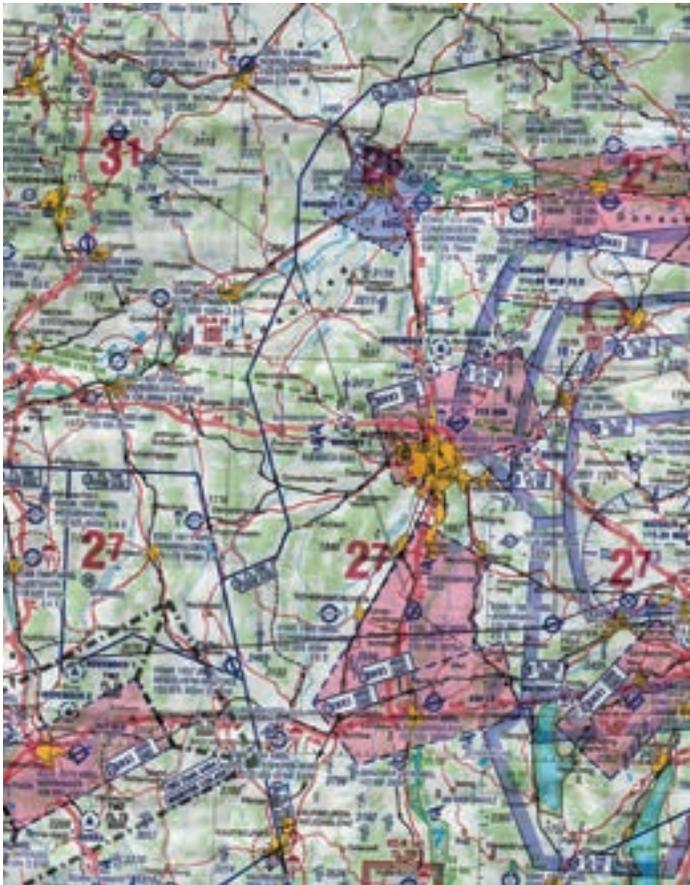
Besonders an den großen Flughäfen sind diese Zeitfenster knapp. Die Vergabe und Abstimmung obliegt der Flughafenkoordination, einer Abteilung innerhalb der Organisation der großen Flughäfen. Ohne Slot, also ohne bestätigtes Zeitfenster, darf ein Flug nicht stattfinden. Die Slots werden nach einem vorgegebenen Schema an Fluggesellschaften vergeben. Alle sechs Monate, bis zu einem festgelegten Stichtag, dürfen die Airlines ihre gewünschten Slots beantragen. Eine Fluggesellschaft, die einmal einen Slot an dem jeweiligen Flughafen hat, und ihn in der vergangenen Saison auch ausgenutzt hatte, bekommt diesen auch in der Folgesaison. Neu vergeben werden nur frei werdende, ungenutzte Slots oder solche für hinzugekommene Kapazitäten, zum Beispiel wegen einer neu eröffneten Landebahn. Dabei werden für neue Slots diejenigen Airlines bevorzugt, die weniger als vier Slots haben, dafür aber eine neue Strecke anbieten.

Nach dem Stichtag für die Flugplanwünsche haben die Flughafenkoordinatoren weltweit dann drei Wochen Zeit, um die Slots zu koordinieren und zuzuteilen. Die EU-Kommission plant, dieses Vergabeverfahren zu ändern und einen Handel mit freien Slots zu etablieren.

### Elektronische Helfer

Die Fluglotsen haben bei der Kontrolle der Flüge die entscheidende Verantwortung. Um Flugzeuge wie gefordert voneinander separieren zu können, benötigt ein Lotse exakte Informationen über die Position, Flugrichtung und Geschwindigkeit der einzelnen Verkehrsteilnehmer. Dazu kommt ein System von Radaranlagen zum Einsatz.

Das ursprünglich zu militärischen Zwecken entwickelte Radar basiert auf der Reflektion elektromagnetischer Wellen und der Messung von Signallaufzeiten. Auf dem Sichtgerät des Radaroperators erscheint ein »Echo«. Dieses als Primärradar bezeichnete Verfahren hat eine ganze Reihe von Einschränkungen. Zum Beispiel ist die genaue Zuordnung des Echos zu einem bestimmten Flugzeug nicht einfach. Deshalb wurde das Primärradar inzwischen weitgehend durch ein weiterentwickeltes System, das Sekundärradar, ersetzt. Dabei ist im Flugzeug ein Antwortgerät,



Auf der Sichtflugkarte kann sich auch ein Nichtpilot zurechtfinden. Bodenmerkmale wie Seen, Straßen und Ortschaften lassen sich leicht mit der Welt außerhalb des Cockpits abgleichen. Die unterschiedlichen Lufträume sind farblich markiert. Flugplätze sind mit Funkfrequenz sowie der Richtung und Länge ihrer Piste eingezeichnet. Ein Bleistiftstrich zeigt, welche Route die Besatzung geplant hat.

für Segelflugzeuge. Inzwischen sind zum Beispiel im Alpenraum mehr als 90 Prozent der Segelflugzeuge mit einem solchen kleinen Kästchen, ausgerüstet. Die Zahl der Zusammenstöße in der Luft hat dadurch deutlich abgenommen.

*Die Luftbildszene ist im Kasten, die Kameradrohne wieder am Boden. Der Pilot weiß, dass der Drehort innerhalb der Kontrollzone des Flughafens liegt. Für den Aufstieg hatte er die Freigabe der Flugsicherung angefordert. Ein kurzer Anruf beim Towerlotsen schließt den UAV-Einsatz ab.*

*Christoph-32 ist inzwischen mit einem Patienten an Bord auf dem Weg zum Klinikum. Tiefflüge und Außenlandungen gehören bei Rettungshubschraubern zum täglichen Geschäft. Die Besatzung wird dabei durch modernste Navigationshilfen und Hindernisdatenbanken unterstützt.*

*Die Besatzung des Militärjets hat die Luftbetankung abgeschlossen und den Übungsflugraum in großer Flughöhe, weitab von Linienflugzeugen, verlassen. Der Anflug zur Heimatbasis führt jedoch mitten hindurch durch den Echo-Luftraum, in dem auch einige andere Flugzeuge unterwegs sind. Hier gilt eine Höchstgeschwindigkeit von 250 kt (Knoten) und »See and Avoid«.*

*Nach einem eindrucksvollen Rundflug nähert sich das Ultraleichtflugzeug seinem Heimatflugplatz. Fünf Minuten vor der Landung meldet der Pilot seine Absicht mit einem Funkpruch und verfolgt aufmerksam, welche anderen Flugzeuge sich in Platznähe melden.*

*Das Segelflugzeug hat zwei Seiten des geplanten Dreieckskurses absolviert und kreist in der Thermik. In der vergangenen Stunde hatte sich immer einmal wieder das FLARM mit einem warnenden Piepsen gemeldet.*

*Am Tower des Verkehrsflughafens herrscht Hochbetrieb. Wie an einer Perlenkette aufgefädelt, fliegen die großen Maschinen zur Landung. Der Airbus ist dem Instrumentenlandesystem gefolgt, die eigentliche Landung macht der Pilot jedoch »von Hand«.*

Grenzenlos ist sie nicht, die Freiheit im Luftraum. Das konsequente Zusammenspiel von Regeln und verantwortlichem Handeln aller Beteiligten ermöglicht uns, die Freiheit über und unter den Wolken zu genießen. Als Passagier, Pilot, Modellflieger, Technikliebhaber oder einfach nur als jemand, der es liebt, die Wolken ziehen zu sehen. ■

der sogenannte Transponder, eingebaut. Die Bodenstation sendet in kurzen Abständen Funkanfragen und der Transponder antwortet darauf mit einem Antwortcode. Im einfachsten Fall ist das eine vierstellige Zahl, die am Transponder eingestellt werden kann. Der Lotse vergibt an die Flugzeuge in seinem Sektor unterschiedliche Transpondercodes und kann die Echos an seinem Bildschirm daran identifizieren. Einige der möglichen Codes sind für bestimmte Notsituationen reserviert. Dieses einfache Transpondersystem wurde im Lauf der Zeit weiterentwickelt. Beispielsweise senden aktuell die Geräte die barometrisch gemessene Flughöhe. Stand der Technik sind die »Mode-S-Transponder«, die schon seit einigen Jahren zur Flugzeug-Pflichtausrüstung in vielen Lufträumen gehören. Diese Geräte können noch vielfältige andere Informationen übermitteln.

### Kollisionswarnung

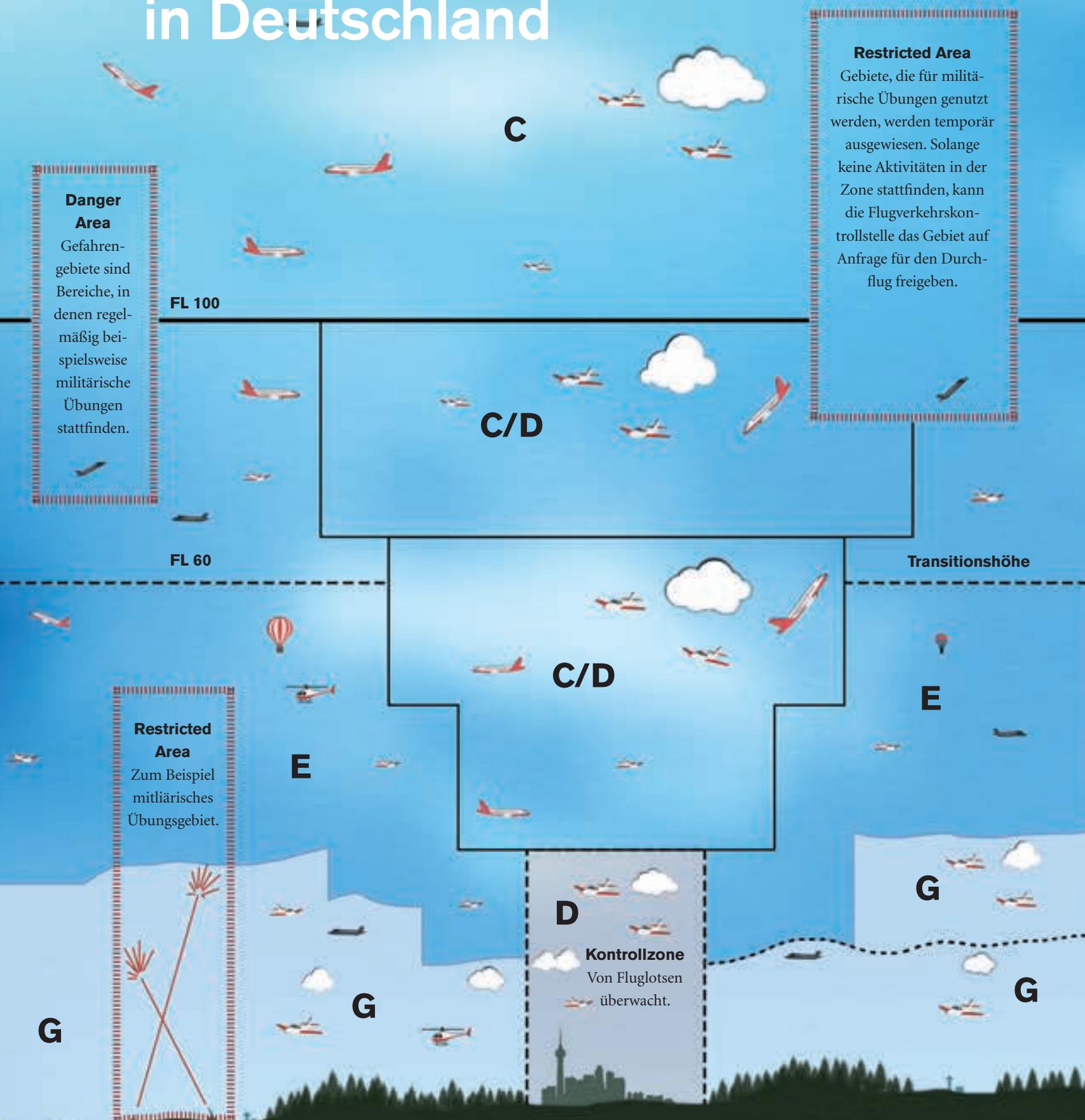
Noch viel mehr Elektronik unterstützt den Piloten heute beim Fliegen. Kollisionswarnsysteme sind beispielsweise in der Verkehrsfliegerei seit Jahren im Einsatz. Die Geräte erkennen gefährliche Annäherungen zwischen Flugzeugen und geben den Besatzungen koordinierte Ausweichempfehlungen. Auch in der kleineren Fliegerei haben solche Systeme inzwischen Einzug gehalten. Die Segelflieger sind freiwillig mit gutem Beispiel vorangegangen. Als Reaktion auf einige Unfälle entstand auf private Initiative hin »FLARM«, ein portables Kollisionswarnsystem nicht nur



**Dipl. Ing.(FH) Beatrix Dargel** ist in München als Fach- und Fotojournalistin tätig.

**Dr.-Ing. Gero Dargel** studierte Maschinenbau und arbeitet im Softwarebereich. Technik, Technikgeschichte, Modellbau, Luftfahrt und Luftbilder sind gemeinsame Themen.

# Die Struktur des Luftraums in Deutschland



## Danger Area

Gefahrengebiete sind Bereiche, in denen regelmäßig beispielsweise militärische Übungen stattfinden.

## Restricted Area

Gebiete, die für militärische Übungen genutzt werden, werden temporär ausgewiesen. Solange keine Aktivitäten in der Zone stattfinden, kann die Flugverkehrskontrolstelle das Gebiet auf Anfrage für den Durchflug freigeben.

FL 100

C/D

FL 60

Transitionshöhe

C/D

E

## Restricted Area

Zum Beispiel militärisches Übungsgebiet.

E

D

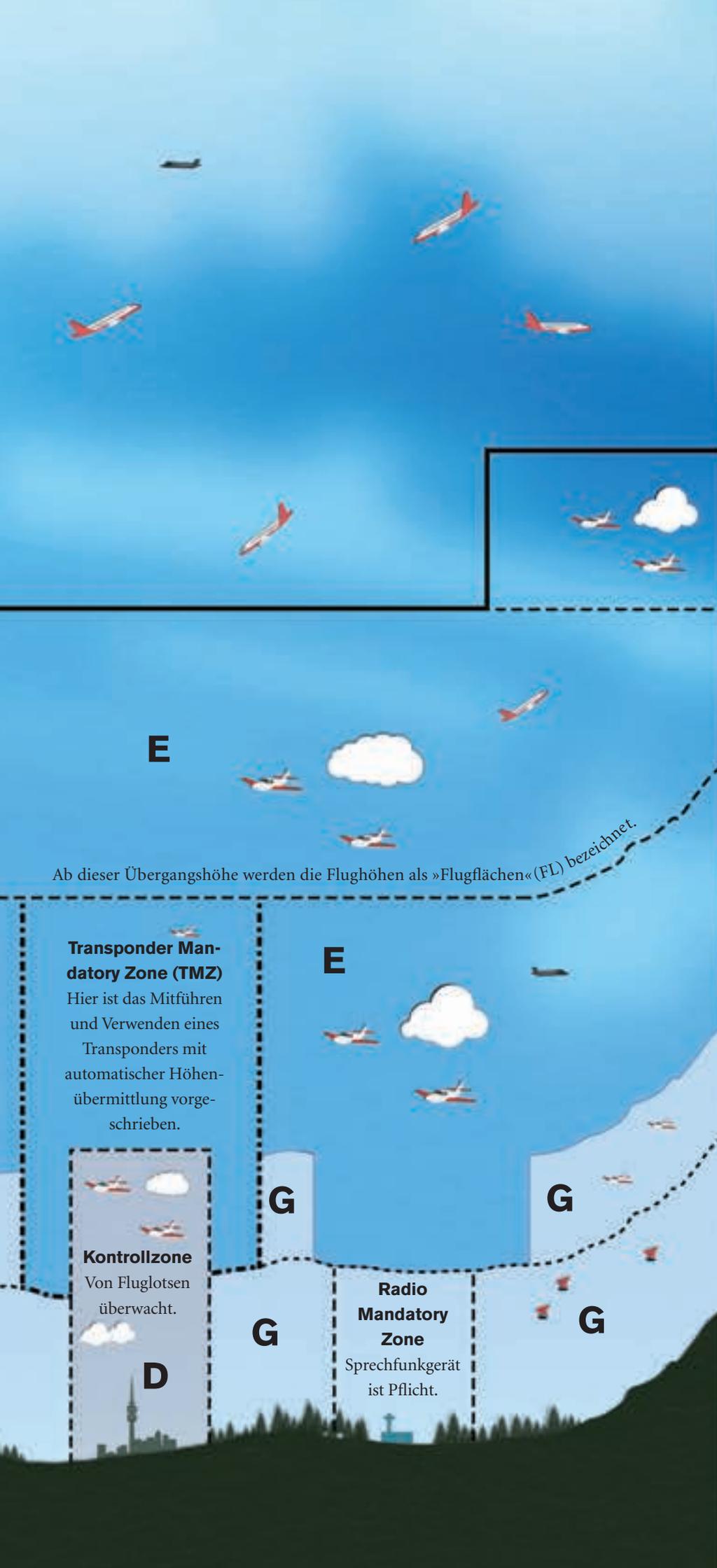
Kontrollzone  
Von Fluglotsen überwacht.

G

G

G

G



Als »Luftraum« gilt der gesamte mit Luft gefüllte Bereich über der Erdoberfläche. Er erstreckt sich bis 100 Kilometer Höhe. Jeder Staat besitzt die Lufthoheit über den Luftraum, der über seinem Staatsgebiet liegt. Die Nutzung dieses Raums können die Staaten eigenständig regeln. Deutschland kennzeichnet die verschiedenen Bereiche mit den Buchstaben C-D-E-G.

Infografik: Mehran Abjar

#### Charlie: C

beginnt allgemein bei Flugfläche (FL) 100, das entspricht etwa 10 000 Fuß über dem Meeresspiegel (MSL). In der Nähe der Alpen beginnt C erst bei 13 000 Fuß. In diesem Bereich ist es erlaubt, auf Sicht (Sichtflug) oder mit Hilfe von Instrumenten (Instrumentenflug) zu fliegen. Dazu muss grundsätzlich die Freigabe durch die Flugverkehrskontrolle erfolgen. Für Sichtflugzeuge beträgt der vertikale Wolkenabstand 1000 ft, der horizontale Abstand 1,5 km. Die Flugsicht muss mindestens 5 km betragen.

#### Delta: D

ist ein kontrollierter Luftraum, der sich rund um die größeren Flugplätze und Verkehrsflughäfen befindet. Erlaubt sind hier sowohl Sicht- wie auch Instrumentenflug. Der Einflug in diese »Kontrollzone« ist nur nach Freigabe durch die Flugverkehrskontrolle erlaubt.

#### Echo: E

beginnt bei 2500 ft »Above Ground Level«. In der Nähe von Kontrollzonen wird die Untergrenze oft abgesenkt. Echo ist ebenfalls ein kontrollierter Luftraum, in dem Sicht- und Instrumentenflug möglich sind. Nur Instrumentenflugzeuge benötigen in diesem Bereich eine Freigabe durch die Luftverkehrskontrolle. Für Sichtflug gelten dieselben Regeln hinsichtlich des Abstands zu Wolken wie unter C. Die Höchstgeschwindigkeit beträgt 250 kt (463 km/H).

#### Golf: G

ist der einzige nicht kontrollierte Luftraum. Er beginnt am Boden und reicht – je nach den örtlichen Gegebenheiten – bis maximal 2500 ft über Grund. Die Spielregeln für Sichtflug sind hier unterschiedlich. Grundsätzlich muss es möglich sein, den Boden zu sehen. Wolken dürfen nicht durchflogen werden.

#### Transponder Mandatory Zone (TMZ)

Hier ist das Mitführen und Verwenden eines Transponders mit automatischer Höhenübermittlung vorgeschrieben.

#### Kontrollzone

Von Fluglotsen überwacht.

G

E

G

D

#### Radio Mandatory Zone

Sprechfunkgerät ist Pflicht.

G

G

Ab dieser Übergangshöhe werden die Flughöhen als »Flugflächen« (FL) bezeichnet.



# Trendsetter aus Kunststoff

*Kunststoffe gehören heute bereits so sehr zum Alltag, dass die Menschheit Gefahr läuft, am Überfluss des vielseitigen Materials zu ersticken. Dabei liegt seine Einführung vergleichsweise kurze Zeit zurück und viele technische Errungenschaften wären ohne seinen Einsatz gar nicht möglich. Vor 50 Jahren etwa hatte das erste deutsche Flugzeug Premiere, das vollständig aus Kunststoff-Verbundmaterial gefertigt wurde. Der letzte Flug der »LFU 205« führte direkt in die Flugwerft Schleißheim. Von Robert Kluge*

Die LFU 205 war das erste deutsche Motorflugzeug aus Faserverbundmaterial.

**E**in bisschen geizig hat sie dann doch, denn bei der Zwischenlandung in Oberpfaffenhofen wollte sie zunächst partout nicht weiter. Doch die kleine Panne war schnell behoben, und fast 50 Jahre aktiven fliegerischen Einsatzes gingen am 22. Juni 2017 dann völlig unspektakulär zu Ende. An diesem Tag setzte die schnittige LFU 205 mit dem Kennzeichen D-ELFU auf der Piste des Flugplatzes Oberschleißheim auf. Am Steuer war der Leiter des Braunschweiger Flugbetriebs des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt, Stefan Seydel, der das Flugzeug schließlich zur Flugwerft Schleißheim lenkte. Neben ihm saß mit Jürgen Fütterer der Leiter der DLR-Einrichtung Flugexperimente.

In der Flugwerft steht die LFU 205 seither für ein besonderes Kapitel des Flugzeugbaus. Denn sie ist nicht ir-

gendein Flugzeug. Es gibt nur ein einziges Exemplar, und dabei handelt es sich um das erste motorgetriebene deutsche Flugzeug, das vollständig aus Faserverbundmaterial (Kompositmaterial) gebaut wurde.

Über Jahrzehnte dominierten Produktionsweisen im Leichtflugzeugbau, die entweder nur Holz, Kombinationen von Holz, Stahlrohr und Textilien oder aber Metallbleche als form- und strukturgebende Materialien verwendeten. Mit frühen Kunststoffen wurde in Deutschland erstmals ab den 1930er Jahren experimentiert, als »Bakelite«, »Mipolan« oder »Trolitax« in die Werkstatt der Brüder Reimar und Walter Horten für verschiedene Versuchsbauten einzogen, aber noch keinen anhaltenden Erfolg zeitigten. Meist handelte es sich dabei um mit Phenolharz getränkte Hartpapier- oder Holzmaterialien. Und auch in den USA

Der Produktionsprozess der LFU 205 war völlig neuartig. Im Bild die untere Rumpfschale zusammen mit dem drehbaren Wickelkern, der »nass in nass« mit dem harzgetränkten Glasfaserschlauch bewickelt wird. Als Ergebnis entstanden hoch belastbare, aerodynamisch optimierte und gleichzeitig leichte Strukturteile, hier der rechte Tragflügel (unten).



gab es erste Ansätze bis hin zu einem kompletten Schulflugzeugmuster »Timm Tutor«, das 1940 erstmals flog und im »Aeromold«-Verfahren hergestellt wurde. Hierbei handelte es sich um in Kunstharz getränkte Sperrholzplatten, die in Formen gepresst und thermisch ausgehärtet wurden. Das synthetische Harz diente der Verklebung und Imprägnierung, während Holz noch immer die Hauptrolle spielte.

### Ein Segelflugzeug als Vorreiter

Das änderte sich schlagartig, als im November 1957 mit dem von Hermann Nägele und Richard Eppler konstruierten fs24 Phönix weltweit erstmals ein Flugzeug abhob, das komplett aus mit Glasfasern verstärktem Kunststoff (GFK) bestand. Die fs24 hatte als Segelflugzeug zwar keinen Antrieb, ist aber dennoch Stammvater aller mit GFK-Materialien gebauten Flugzeuge. Heute ist sie Teil der wachsenden Sammlung des Deutschen Museums und wird ab 2020 wieder in der Dauerausstellung »Moderne Luftfahrt« auf der Museumsinsel gezeigt werden.

1957 also begann der Siegeszug von GFK zunächst mit Polyester-, später mit höherwertigen Epoxidharzen zunächst im Segelflugzeugbau, in dem Deutschland weltweit bis heute eine Schlüsselstellung einnimmt. Die Segelflugzeugbauer, besonders jene innerhalb der Akademischen Fliegergruppen, waren von jeher besonders experimentierfreudig und ebneten vielen Errungenschaften auch im Großflugzeugbau den Weg.

Ein Zwischenschritt waren die hoch belasteten Rotorblätter von Hubschraubern, etwa des innovativen Musters Bölkow Bo 105 (Erstflug 1967), die diese Luftfahrt-Nische revolutionierten. Zu diesem Zeitpunkt gab es zudem auch bereits nichttragende Komponenten zur aerodynamischen Verkleidung von Fluggeräten, etwa Motorhauben, Flügel-Randbögen oder Rumpfrücken, die aus GFK gefertigt wurden.

Der Schritt zu ersten Motorflugzeugen in der neuen Bauweise war nun nicht mehr groß, und tatsächlich starteten 1966 in Frankreich (Wassmer WA 50) und ein Jahr danach in den USA (Windecker Eagle) einmotorige, viersitzige Prototypen zu ihren ersten Flügen, die aus GFK-Materialien gebaut wurden und etwas später bereits





Die LFU 205 im Dienst des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) und des Projekts Clean Sky: Untersucht wurde, wie neuartige Flügel zu einem sauberen Luftverkehr beitragen können (oben).

Dazu wurden beide Flügel mit so genannten »Laminarhandschuhen« versehen – Flügel mit veränderter Geometrie, die dem Originalflügel übergestülpt wurden (unten).

zu ersten Serienfertigungen führten. Zu diesem Zeitpunkt wurde auch von einem Firmenverbund in Deutschland bereits intensiv an neuen Fertigungsverfahren geforscht, die anhand Entwicklung und Baus eines vergleichbaren Leichtflugzeugs in der Praxis überprüft werden sollten.

Es handelte sich um eine gemeinsame Anstrengung der Firmen Bölkow GmbH in Ottobrunn, der Rhein-Flugzeugbau aus Mönchengladbach und der Pützer Kunststofftechnik aus Bonn, die von mehreren Bundesministerien gefördert wurde. Zur besseren Koordinierung war 1964 die Leichtflugtechnik Union GmbH (LFU) gegründet worden. Ein Vorentwurf des Bölkow-Ingenieurs Hermann Mylius wurde von Erich Ufer zum Vollkunststoff-Experimentalflugzeug LFU 205 weiterentwickelt. Die speziell erarbeitete und patentierte »LFU-Schlauchbauweise« wurde für die Großkomponenten Rumpf und Tragflächen eingesetzt: Hierbei kam als Ausgangsmaterial ein mit Harz getränkter Glasgewebeslauch mit einem innen liegenden Schlauch aus Polyäthylen zum Einsatz, der aufgeblasen werden konnte. So sorgte er für gleichmäßigen Anpressdruck des Glasgewebes an die Deckschicht innerhalb der Form. In einem Dauerfestigkeitsversuch bei 72 °C Umgebungstemperatur konnten bei sechs Millionen Lastwechseln entsprechend 18000 Flugstunden eine extrem hohe Sicherheitsmarge nachgewiesen werden.

Im Frühjahr 1968 startete das Versuchsmuster LFU 205 mit Herbert Plasa am Steuer zu seinem erfolgreichen Erstflug; die weitere Erprobung zeigte, dass die errechneten

Leistungswerte teilweise erheblich übertroffen wurden. Nur 75 Prozent Triebwerksleistung genügten dank der effizienten aerodynamischen Formgebung in 2500 Metern Höhe für 307 km/h. Tatsächlich dachte man bei Bölkow an eine Serienfertigung dieses so modernen Flugzeugs, entschied sich letztlich aber aus Kostengründen dagegen.

Die LFU 205 war jedoch ein wesentlicher Vorreiter für weitere Entwicklungen und vor allem größere Strukturen. So wurde etwa das Höhenruder des Militärtransporters C-160 Transall in derselben Schlauchbauweise gefertigt, die bei der kleinen LFU 205 erstmals erprobt worden war. Und die Dimensionen von Flugzeugen, die vollständig aus Verbundmaterialien gebaut werden, haben über die Jahre stark zugenommen, wobei längst Kohlefasern die Glasfasermaterialien ergänzt oder ersetzt haben. So hatte 2005 der Businessjet Grob SP<sup>n</sup> mit fast 15 Metern Spannweite und über sechs Tonnen Abflugmasse seinen Erstflug. Noch nicht geflogen ist das derzeit im Bau befindliche größte Flugzeug der Welt, das auf den Namen Stratolaunch hört, 117 Meter Spannweite hat und beim Start fast 600 Tonnen wiegen kann – auch dieser Gigant besteht zum überwiegenden Teil aus Faserverbundmaterial.

### Jahrzehnte im Dienste der Forschung

Doch die LFU 205 blieb kein weiterer technisch hochinteressanter, aber letztlich glückloser deutscher Prototyp unter vielen anderen mit ähnlich gelagerten Schicksalen. Die damalige Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt



für Luft- und Raumfahrt (DFVL, als Vorläufer des heutigen Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt, DLR) übernahm die ausstehenden Nachweise zur amtlichen Musterzulassung als Einzelstück im März 1977. Und ab 1984 schließlich gehörte das elegante Flugzeug zur Forschungsflotte in Braunschweig und diente als eine Art »fliegender Winkanal«. Hierzu wurden die Tragflügel der LFU 205 durch die Installation sogenannter Laminarhandschuhe mit modernen Flügelprofilen verändert. Zur Untersuchung der daraus resultierenden geänderten Profil- und aerodynamischen Eigenschaften wurde eine Bordmessanlage integriert.

Bei Testflügen mit der LFU 205 maßen Wissenschaftler unter anderem die Druckverteilung und den Widerstand an Tragflügelprofilen. Auch Grenzschichtuntersuchungen mit Hilfe von Infrarottechnik, die weitere Erkenntnisse über den Einfluss der Reibung am Tragflügelprofil zum Ziel hatten, gehörten zum Portfolio der Forschungsaufgaben. Ziel ist es dabei, die Strömung um das Profil über eine möglichst lange Strecke laminar zu halten, also Verwirbelungen und Querströmungen zu verhindern, um dadurch den Reibungswiderstand zu minimieren.

Damit half die LFU über Jahrzehnte hinweg, wichtige Erkenntnisse über die Eigenschaften von Laminarprofilen zu sammeln. Dieses Wissen wird heute dafür verwendet, durch schrittweise Einführung der Laminartechnologie auch bei Verkehrsflugzeugen Widerstand und entsprechend Treibstoff zu sparen. ■■

Der DLR-Luftfahrtvorstand Rolf Henke (stehend) und der Generaldirektor des Deutschen Museums Wolfgang M. Heckl bei der offiziellen Übergabe der LFU 205 in der Flugwerft Schleißheim am 8. März 2018.



DER AUTOR

**Dr. Robert Kluge,** langjähriger Luftfahrtfachjournalist und als Slawist Osteuropa-Experte, leitet derzeit das Projekt der neuen Dauerausstellung »ModerneLuftfahrt« am Deutschen Museum.

# RADSPIELER

*Seit 1841*



*Radspieler –  
damit  
Einrichten  
Freude  
macht!*



*F. Radspieler & Comp. Nachf.  
Hackenstraße 7  
80331 München  
Telefon 089/23 5098-0  
Fax 089/2642 17  
www.radspieler.com*

# Not macht erfinderisch



*Der Flugverkehr wächst und wächst. Damit dieses Wachstum nicht zum Bumerang für die Umwelt wird und die geforderten Klimaziele eingehalten werden, arbeiten Wissenschaftler unter Hochdruck an Modellen, die sparsamer und leiser sind oder die mit neuartigen Antrieben und Konzepten punkten.* Von Christian Rauch

**D**er Flugverkehr wächst stärker als viele Volkswirtschaften. Rund fünf Prozent sind es im Schnitt pro Jahr. Wirken nicht politische Abschottungstendenzen, Handelskriege oder stärkere Regulierung dagegen, wird dieser Anstieg weitergehen. Allein in Deutschland soll die Zahl der jährlichen Fluggäste von gut 100 auf 175 Millionen im Jahr 2030 ansteigen. Noch stärker wächst die Nachfrage in Asien. Dementsprechend prognostizieren Airbus und Boeing in den nächsten 20 Jahren doppelt so viele große Passagierflugzeuge. Sind momentan gut 20 000 Jets weltweit im Einsatz, sollen es im Jahr 2036 über 40 000 sein. Abgesehen von den Ersatzinvestitionen könnten also gut 20 000 neue Flugzeuge zusätzlich auf den Markt kommen.

Was die Fluggesellschaften und Hersteller freut, hat Auswirkungen auf die Umwelt. Zwar verursacht der Luftverkehr derzeit nur rund drei Prozent der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen, doch stoßen Flugzeuge auch andere klimarelevante Gase wie Stickoxide aus und fördern über Effekte

wie Kondensstreifen und daraus resultierender Wolkenbildung die Klimaerwärmung. Wie stark letzterer Effekt wirklich ist und wie beispielsweise alternative Treibstoffe diesen Effekt mindern können, untersucht das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Kooperation mit der NASA durch Forschungsflüge.

Fakt ist: Da der Luftverkehr stark wächst wird sein Anteil an klimaschädlichen Emissionen und Effekten tendenziell steigen. Reduktionsziele existieren bisher nur in Form freiwilliger Selbstverpflichtungen der Luftfahrtindustrie. Der Luftfahrtweltverband IATA will, dass seine Mitglieder, die Fluggesellschaften, ab 2020 keine zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen mehr verursachen – auch wenn die Flüge weiter zunehmen. Möglich wird das neben technischen Verbesserungen durch Offsetting-Projekte, bei denen Zahlungen in Klimaschutzprojekte erfolgen. Bis zum Jahr 2050 will die IATA die CO<sub>2</sub>-Emissionen auf Flottenebene im Vergleich zu 2005 sogar um 50 Prozent reduzieren. Möchte man



Der Münchner Flughafen ist der zweitgrößte Flughafen Deutschlands nach Frankfurt. Im Jahr 2017 starteten von hier aus über 44 Millionen Passagiere in alle Welt.

allerdings mit dem politischen Ziel Schritt halten, die Erderwärmung auf nicht mehr als zwei Grad zu begrenzen, wären noch ehrgeizigere Ziele nötig. Das europäische Forum für Luftfahrtforschung ACARE schlägt dazu eine Forschungsagenda vor, die es der Branche im Vergleich zum Jahr 2000 ermöglichen soll, 75 Prozent weniger CO<sub>2</sub> im Jahr 2050 zu emittieren. Professor Rolf Henke, Luftfahrtvorstand beim DLR und Mitglied im Führungsgremium von ACARE, stellt klar, wie wichtig die Weichenstellung jetzt ist: »Ein Flugzeug braucht von der Forschungs- und Entwicklungsphase bis zur Indienststellung 15 bis 20 Jahre. Und dann ist es über 30 Jahre in der Luft. Was heute erdacht wird, fliegt also weit über 2050 hinaus.«

Doch kann man die Ziele wirklich erreichen? Neben Verbesserungen an Flugzeugform und Triebwerken, die bereits seit Jahrzehnten zum Kerosinsparen beitragen, setzen Wissenschaftler auf alternative Kraftstoffe. So vertragen Flugzeugtriebwerke schon heute Biokraftstoffe in Beimischungen. Ein umweltverträglicher Anbau von Energiepflanzen würde allerdings nur eine vergleichsweise geringe Menge an Biokraftstoff für die Luftfahrt bereitstellen. Mehr Potenzial liegt in thermochemischen Prozessen, die aus Bioabfällen, wie Klärschlamm, Algen oder Abfällen der Land- und Forstwirtschaft Kerosin erzeugt. »Wir haben errechnet, dass man aus den jährlich 400 Megatonnen Bioabfällen weltweit rund 20 Prozent des Treibstoffbedarfs

für die deutsche Luftfahrt im Jahr 2035 decken könnte«, erklärt Kay Plötner vom Bauhaus Luftfahrt in München, einer gemeinsamen Forschungseinrichtung der Unternehmen Airbus, IABG, Liebherr-Aerospace und MTU Aero Engines. Unbegrenzt Potenzial hätte ein drittes Verfahren, das CO<sub>2</sub> aus der Luft entnimmt. Mittels erneuerbarer Energie wird dann das Kohlenstoffdioxid aufgespalten und mit Wasserstoff, das man wiederum per Elektrolyse aus Wasser gewinnt, zu einem Synthesegas verbunden. Daraus können kerosinähnliche Kohlenwasserstoffe generiert werden. Dieses Verfahren hat allerdings erst das Erprobungsstadium erreicht. Binnen 15 Jahren könne man es großindustriell ausbauen, sagen Forscher. »Allerdings müsste man so viel Geld investieren wie derzeit weltweit in den Ausbau erneuerbarer Energien fließt«, schränkt Kay Plötner ein. Eine Kraftanstrengung, die die Luftfahrtbranche allein nicht leisten kann und die viel politischen Willen erfordern würde.

Was für alle alternativen Kraftstoffe gilt: Sie können nahezu CO<sub>2</sub>-neutral sein, andere klimarelevante Gase können aber weiterhin entstehen. Deren Klimawirksamkeit könnte man durch optimierte Flugrouten reduzieren – ein Ansatz, den das DLR seit Jahren intensiv untersucht und der bis zu zehn Prozent Treibstoffersparnis bringen könnte.

Bleiben noch elektrische Antriebskonzepte. Einen voll-elektrischen Antrieb hält Rolf Henke in absehbarer Zeit aber nur bei Lufttaxis und kleinen Jets für realistisch. Hybridelektrisch (siehe auch die folgenden Seiten) könnten auch größere Maschinen fliegen, aber nur über kurze Strecken. Schuld ist die schleppende Entwicklung der Batteriekapazitäten, die bei Flugzeugen eine noch stärkere Rolle spielt als im Automobilsektor.

Das Fazit: Nur die Kombination einzelner Maßnahmen – alternative Kraftstoffe, weitere Optimierung von Triebwerken und Flugzeugformen, schrittweise Einführung elektrischer Antriebe auf kurzen Strecken – können helfen, die Klimaziele der Luftfahrt einzuhalten. Manche dieser Maßnahmen, insbesondere Leichtbau und Triebwerksverbesserungen, mindern auch die Lärmbelastung. Und die wird zunehmend zum Problem, wenn es um den Ausbau von Flughäfen geht. Ausbauen aber muss man, wenn die Passagierzahlen weiter steigen.



DER AUTOR

**Dipl.-Ing. Christian Rauch** ist freier Journalist für Zeitungen und Zeitschriften. Schwerpunkte: Wissenschaft/Technik sowie Reise und Tourismus. Sein neues Buch *Technik und Wissenschaft erleben: Rund um München* zeigt 50 Ausflugsziele für Technikinteressierte um München: u. a. Wind- und Wasserkraftwerke, Bergwerke, Flugplätze oder Sternwarten.

# Flugzeuge der Zukunft

*Hybridelektrisch, vollelektrisch, mit Katapult – wir stellen Flugzeuge vor, die jetzt noch Modelle oder Prototypen sind, in den kommenden Jahrzehnten aber das Fliegen revolutionieren sollen.*



**Größe:** keine Angaben

**Reichweite:** keine Angaben

**Geschwindigkeit:** keine Angaben

## Blended Wing Body (BWB)

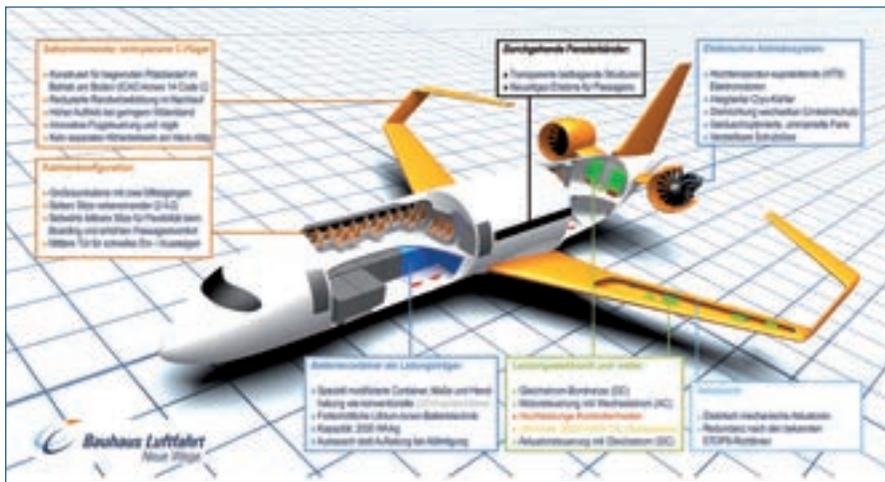
Bevor hybridelektrische und vollelektrische Antriebe klimafreundliche Flugzeuge ermöglichen könnten, versuchen Ingenieure durch alternative Kraftstoffe (siehe Einleitungstext) und durch verbesserte Tragflächen Sprit zu sparen. Eine Möglichkeit ist der Blended Wing Body (BWB), bei dem der Rumpf fließend in den Flügel übergeht. Dadurch ist mehr Platz für Passagiere – bei gleichzeitig geringerem Widerstand und bis zu 20 Prozent niedrigerem Treibstoffverbrauch. Schon der Flugzeugpionier Hugo Junkers verfolgte 1910 mit seinem Patent eines Nurfüglers einen ähnlichen Ansatz. Das kleine Experimentalflugzeug X-48 von Boeing und der NASA erprobte ab 2004 den Blended Wing Body. Der Ansatz wird weiter intensiv untersucht – insbesondere von Boeing sowie dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR). Einer baldigen Markteinführung stehen derzeit noch ein hohes Entwicklungsrisiko und Unsicherheiten bei der Effizienz, die noch genauer erforscht werden müssen, entgegen. Einfacher und früher könnte der Blade-Ansatz funktionieren. Airbus erprobt zurzeit die A340-300 BLADE mit besonders genau und glatt gefertigten Tragflächen fünf Prozent Treibstoff will man so sparen.



**Größe:** 140 bis 233 Passagiere.  
**Reichweite:** 1667 km  
**Geschwindigkeit:** 808 km/h

**Ce-Liner**

Das Projekt Ce-Liner wurde vom Bauhaus Luftfahrt, einer gemeinsamen Forschungseinrichtung von Airbus, IABG, Liebherr-Aerospace und MTU Aero Engines in München, im Jahr 2012 vorgestellt. Zwei Hochtemperatur-supraleitende Elektromotoren reichen aus, um einen Jet, der bis zu 233 Passagiere fassen könnte, anzutreiben. Der markant geformte C-Flügel, der sich aktiv verformen kann, erhöht die aerodynamische Effizienz deutlich. Allerdings handelt es sich beim Ce-Liner um eine Studie, die Technologien zugrunde legt, die frühestens 2035 verfügbar sein sollen. So bräuchte der Ce-Liner Batterien, die bis zu zehnmal mehr Strom speichern als der heutige Stand der Technik. Flugzeughersteller haben die Ideen aus dem Ce-Liner-Projekt dennoch bereits aufgegriffen, was zu immer mehr elektrischen bzw. hybridelektrischen Flugzeugkonzepten führen wird, wie die folgenden zwei Beispiele zeigen.



**E-Fan X Hybrid-Electric Technology Flight Demonstrator**

Bereits 2020 soll es abheben – das umgebaute Kurzstreckenflugzeug vom Typ BAe 146. Eines der vier Düsentriebwerke wird erstmals durch ein elektrisches Triebwerk ersetzt sein, einen strombetriebenen Mantelpropeller mit zwei Megawatt-Leistung (entspricht ca. 20 Auto-Elektromotoren). Für den Umbau sorgen die Projektpartner Airbus, Rolls-Royce und Siemens. Geht alles gut, könnte danach ein zweites Triebwerk umgestellt werden. Einen Teil des benötigten Stroms produziert das Flugzeug selbst – durch eine Gasturbine, die freilich Kerosin verbrennt, aber auch durch den Wind, der beim bremsenden Sinkflug die Schaufeln der Triebwerke dreht. Für die Projektpartner ist der E-Fan X ein Flight Demonstrator, mit dem umfangreiche Testflüge durchgeführt werden. Ein marktreifes hybridelektrisches Flugzeug könnte auf Basis der Tests ab 2030 entstehen – mit aerodynamischerer neuer Bauform und mehr Triebwerken, vermutlich sechs bis acht. Davon könnte die Hälfte elektrisch sein.



**Größe:** Testflugzeug, theoretisch 80 Sitze  
**Reichweite/Geschwindigkeit:** keine Angaben



### Alice Commuter

Gleich vollelektrisch will das israelische Start-up Eviation Aircraft fliegen: allerdings nur mit einem kleinen neunsitzigen Regionaljet. Drei batteriebetriebene Elektromotoren mit jeweils 260 Kilowatt Leistung sollen ihn am Heck sowie jeweils an den Spitzen der Tragflächen antreiben. Die Flughöhe wird bei nur 3000 Metern liegen, daher braucht der Jet keine Druckkabine. Durch die Verwendung von Faserverbundwerkstoffen wiegt das 12 Meter lange Flugzeug gut sechs Tonnen, wobei mehr als die Hälfte auf die Batterie entfällt. Bereits 2019 soll der Alice Commuter für Tests in die Luft gehen. Markttauglich soll er 2021 sein.

---

**Größe:** 9 Passagiere + 2 Crewmitglieder

---

**Reichweite:** 1200 km

---

**Geschwindigkeit:** rund 450 km/h

---

### HY4

Das erste viersitzige Wasserstoff-Flugzeug der Welt startete am 29. September 2016 vom Flughafen Stuttgart. Entwickelt vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und Partnern, produziert die HY4 eigenen Strom aus Wasserstoff – mittels einer Brennstoffzelle. Der Strom treibt über einen 100-Kilowatt-Motor den Propeller an. Eine Batterie liefert zusätzlichen Strom während des Starts und bei Steigflügen. Der Wasserstoff, den die HY4 mit sich führt, muss freilich erst am Boden erzeugt werden. Dafür verwendet man das Verfahren der Elektrolyse, das Strom benötigt. Kommt dieser Strom aus erneuerbaren Energiequellen, fliegt die HY4 tatsächlich vollkommen emissionsfrei. Ein weiterer Vorteil: Verglichen mit einem rein batteriebetriebenen Elektroflugzeug ist die Energiedichte im Wasserstoff höher – so ist mehr Reichweite bei geringerem Gewicht möglich. In den nächsten zehn Jahren sind auf Basis der HY4 auch größere Regionalflugzeuge für bis zu 60 Passagiere möglich. Brennstoffzellen in großen Flugzeugen würden aufgrund des großen Volumenbedarfs für die Wasserstofftanks ökonomisch keinen Sinn machen – technisch möglich wären sie aber und dies eher als batteriebetriebene Großflugzeuge.




---

**Größe:** 4 Passagiere

---

**Reichweite:** bis zu 1500 km

---

**Geschwindigkeit:** bis 200 km/h

---




---

**Größe:** 60 Passagiere

---

**Reichweite:** 2700 km

---

**Geschwindigkeit:** rund 700 km/h

---

### CentAirStation und CityBird

2016 entwickelte das Bauhaus Luftfahrt, eine gemeinsame Forschungseinrichtung von Airbus, IABG, Liebherr-Aerospace und MTU Aero Engines – zusammen mit Studenten der Glasgow School of Art – das Konzept eines Stadtflugplatzes. Da die Europäische Kommission fordert, dass im Jahr 2050 neunzig Prozent aller Reisenden innerhalb von vier Stunden Tür zu Tür ihr Reiseziel erreichen sollen, konzipierten die Wissenschaftler einen kompakten, nur 640 Meter langen und 90 Meter breiten Flughafen, der sich über einen Bahnhof spannt. An diesem kommen die Reisenden an und sollen – drei Etagen höher und 15 Minuten später – bereits im abhebenden Flugzeug sitzen. Damit die kurzen Start- und Landebahnen ausreichen, sollen »CityBirds« mit einem Katalpult bei niedriger  $g$ -Belastung gestartet werden. Diese Flugzeuge sollen nach momentaner Studie mit weiterentwickelten Düsentriebwerken arbeiten, die – dank Anordnung am Heck sowie durch ein verkleidetes Fahrwerk – besonders sparsam und leise wären. (Elektroflugzeuge wären auf einem solch kompakten Flugplatz zwar leiser, dafür aber auch schwerer und leistungsschwächer, so dass kurze Start- und Landebahnlängen nicht ausreichen würden.)



### Clip-Air

Eine Verknüpfung von Flug und Schiene verfolgt das Projekt Clip-Air der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne. Dazu sollen spezielle große Bahnwaggons – mit Fracht oder Passagieren – von der Schiene an Flugzeuge andocken und mit ihnen in die Luft gehen. Die Waggons, die als Kapsel geformt wären, könnten jeweils 150 Passagieren Platz bieten. Der Vorteil von Clip-Air: Da die Flugzeuge bei jedem Flug unterschiedlich viele Kapseln tragen können, und leere Kapseln auch elektrisch mit der Bahn transportiert würden, kann die Auslastung optimiert und Energieverbrauch sowie Kosten gesenkt werden. Außerdem würden die Umsteige- bzw. Umladezeiten vom Zug zum Flug entfallen. Ein kleiner Prototyp soll bald entstehen. Bis Flugzeuge verkehren, die drei Kapseln tragen, wäre eine schrittweise Markteinführung bis 2060 nötig.

---

**Größe:** keine Angaben

---

**Reichweite:** keine Angaben

---

**Geschwindigkeit:** keine Angaben

---





# Fliegen fahren

*Luftkissenboote eignen sich für den Einsatz auf dem Wasser und auf dem Land. Sie kombinieren das Fliegen mit dem Fahren. Ihre Blüte erlebten die Multitalente zu Zeiten des Kalten Krieges.* Von Jörn Bohlmann



John I. Thornycroft hatte als Erster die Idee zu einem Luftkissenfahrzeug, beließ es aber bei der Anmeldung eines Patents 1877.

**W**egen ihrer bemerkenswerten Eigenschaft, nicht nur über Wasser, sondern auch über andere ebene Flächen wie Eis oder Wüstensand fahren zu können, eignen sich Luftkissenfahrzeuge neben einer Vielzahl ziviler Einsatzmöglichkeiten auch als Amphibienfahrzeuge für militärische Einsätze. Erste Entwicklungen fanden schon lange vor Beginn des 20. Jahrhunderts statt. Zu serienreifen Modellen kam es aber erst in den 1950er und 1960er Jahren. Vielen sind vor allem die Luftkissenboote mit dem Namen Hovercraft geläufig, die von 1966 bis 2000 über den Ärmelkanal eine regelmäßige und schnelle Verbindung zwischen Frankreich und England ermöglichten. Der Begriff Hovercraft steht für »Schwebefahrzeug« – und hat es, so wie der Begriff Tempo oft für Papiertaschentücher der verschiedensten Marken verwendet wird, längst zum Gattungsnamen gebracht.

Die Grundidee für Luftkissenfahrzeuge reicht in das 19. Jahrhundert. Denn bereits 1877 meldete der britische Ingenieur John I. Thornycroft (1843–1928) ein Patent für ein Verfahren an, zwischen Wasseroberfläche und Schiffs-

rumpf eine Luftschicht einzubringen, mit dem Ziel, den Reibungswiderstand beim Fahren zu verringern. Indes, Thornycroft, der hauptsächlich an der Entwicklung von Torpedobooten arbeitete und einige ihrer heute grundlegenden Techniken entwickelte, beließ es bezüglich der Luftkissenfahrzeuge beim Anmelden eines Patents. Ein erstes funktionsfähiges Luftkissenboot wurde zu Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts von einem österreichischen Marineoffizier entwickelt und erprobt: Dagobert Müller von Thomamühl (1880–1956). In dessen Regie entstand ein mit Flugzeugmotoren angetriebenes Fahrzeug, bei welchem ein Motor einzig für den horizontalen Auftrieb des Bootes seinen Einsatz fand. Da dieses Modell zu Zeiten des ersten Weltkrieges entwickelt wurde, stand es in militärischen Diensten; und trug deshalb auch einige Bewaffnung.

Das Grundprinzip der Luftkissenfahrzeuge ist einfach erklärt, auch wenn sich die technische Realisierung weit aus komplexer gestaltet. Im Prinzip geht es aber schlichtweg darum, einen flachen Bootsrumph erst zum Schweben zu bringen, um ihn dann mittels eines anderen Vortriebs-

Der Amur bildet über viele Kilometer die Grenze zwischen China und Russland. Da er im Winter teilweise zufriert, wird der Fährverkehr zwischen den beiden Staaten mithilfe von Hovercraftbooten gewährleistet.

systems, zumeist Propeller, vertikal zu beschleunigen. Für diesen Zweck bauen kräftige Kompressoren und Gebläse einen starken, nach unten gerichteten Luftdruck auf, so dass der Rumpf sich anhebt und leicht über der Oberfläche schwebt.

Wobei deutlich gesagt werden muss, dass der Begriff »Schweben« mit dem prinzipiell ja eine gewisse Leichtigkeit assoziiert wird, passenderweise eher durch die Begriffe »Hochstemmen« oder »Hochpressen« zu ersetzen wäre. Denn schließlich müssen zum Anheben der Boote dauerhaft nicht unerhebliche Kräfte aufgebracht werden. Wird dann mit weiteren Motoren ein Vortrieb erzeugt, was in der Regel mit Hilfe von Propellern bewerkstelligt wird, vermag der Rumpf auf seinem eigenen Luftkissen zu gleiten. Hierbei erreichen Hovercrafts-Fahrzeuge in der Regel Geschwindigkeiten, bei denen klassisch angetriebene Boote im wahrsten Sinne des Wortes zurückbleiben. Die großen Hovercraft-Fähren, die seit den 1960er Jahren knapp vier Jahrzehnte lang England und Frankreich miteinander verbanden, vermochten 83 Knoten pro Stunde zu fahren; das entspricht über 150 Kilometern pro Stunde. Neben der großen Geschwindigkeit ist ein weiterer Vorteil der Luftkissenboote, dass diese eben nicht nur auf dem Wasser, sondern auch über Eis, Strände oder sogar Wüstensand zu fahren vermögen; unter der Voraussetzung, dass diese relativ eben sind.

Nachdem die Versuche mit Luftkissenfahrzeugen der österreichischen Marine noch während des ersten Weltkriegs eingestellt wurden, brachten in den späten 1920er und 1930er Jahren Ingenieure des Polytechnischen Instituts Don in der Sowjetunion die Technologie der Luftkissenboote ein bedeutendes Stück weiter. In der sowjetischen Forschungsgruppe beteiligt war neben vielen anderen Fachkräften unter anderem kein Geringerer als der Flugzeugkonstrukteur Andrei N. Tupolew (1888–1972), dessen Name weit über die UdSSR hinaus bekannt wurde. Eine enge Zusammenarbeit zwischen Schiffs- und Flugzeugkonstrukteuren bei Luftkissenfahrzeugen ist hilfreich, weil viele aerodynamische Grundprinzipien in die Konstruktion der Luftkissenfahrzeuge hineinfließen. Nicht nur der Aufbau des eigentlichen Luftkissens zählt dazu, sondern auch der Vortrieb mit Hilfe von Flugzeugpropellern. Die sow-

jetische Entwicklungsgruppe realisierte 1935 eine kleine Serie funktionsfähiger Probefahrzeuge, deren Boote Geschwindigkeiten von über 70 Knoten, also rund 130 km/h erreichten und auf Testfahrten ihre Sicherheit und Tauglichkeit bewiesen. Ihre Entwicklung wurde mit dem Beginn des zweiten Weltkriegs aber nicht weiter verfolgt.

Eine Anwendung außerhalb militärischer Forschung – und damit eine Art Durchbruch für die zivile Welt – erhielt die Technologie in den 1950er Jahren, nun wiederum in England. Dieser Durchbruch fußt auf der Arbeit des britischen Ingenieurs Christopher S. Cockerell (1910–1999). Als ausgebildeter Ingenieur war Cockerell ein begnadeter Tüftler und erfindungsreicher Geist, der u. a. an der Entwicklung der Funkfernsteuerung von Flugzeugen beteiligt war. In den 1950er Jahren stand die Entwicklung eines funktionstüchtigen Schwebefahrzeuges auf Cockerells Arbeitsplan. Hierbei führte er den Luftstrom zum Anheben des Fahrzeuges ringförmig durch eine doppelwandige Außenhaut des Bootes. Seinen Erwartungen gemäß zeigte sich, dass diese Konstruktion einen stabileren und effizienteren »Lift« des Bootsrumfes ermöglichte. Im Dezember 1955 meldete Cockerell seine Erfindung zum Patent an.

Bevor die Technologie jedoch ausgereift war und es zum bekannten Fährverkehr über den Ärmelkanal zwischen dem englischen Dover und dem französischen Calais kam, hielt das britische Militär seinen Daumen auf Cockerells Entwicklung. Denn das Anlanden der alliierten Truppen an den Stränden der Normandie am sechsten Juni 1944, bekannt als D-Day, mit welchem die letzte Etappe des zweiten Weltkriegs eingeläutet wurde, war gerade erst einmal dreizehn Jahre her. Die Welt glitt zu Zeiten Cockerells Erfindergeistes in die Phase des Kalten Kriegs, so dass technische Innovationen häufig auf ihre militärischen Potenziale geprüft wurden. Luftkissenboote waren für das britische Militär zweifelsohne von großer Bedeutung, denn: Welche Wirkung hätte es gehabt, wenn eine größere Flotte Luftkissenboote als Landungsfahrzeuge am 06. Juni 1944 von England aus kommend auf den Stränden der Normandie einfach tiefer ins Land hätte rasen können, um gegebenenfalls sogar hinter den ersten Linien der feindlichen Truppen eigene Soldaten und Geräte absetzen zu können? Die militärische Entwicklungsarbeit in Abstimmung mit Co-



Am 24. Juli 1959 wurde die »Saunders Roe« als Testboot für eine erste Kanaldurchquerung ins französische Calais gebracht (oben).

Der Journalist und Naturschützer Bernard Devaux bereitet sich 1981 an einem Strand für eine Wüstendurchquerung vor (unten).



Das Luftkissenboot »The Princes Margaret« auf der Themse. Sie war eines von sechs Luftkissenbooten vom Typ Saunders-Roe Nautical 4, die auf dem Ärmelkanal als größte zivile Hovercrafts der Welt zwischen Dover und Calais verkehrten.

ckerell führte u.a. zu einer Verbesserung der Technologie, die wir heute vollkommen selbstverständlich mit Hovercraft-Fahrzeugen assoziieren: die großen Gummischürzen, welche dem Rumpf umschließen und in welche die Fahrzeuge beim Aufstoppen an Land jedes Mal ein wenig hinein zu sinken scheinen. Sie sorgen neben einem stabilen Luftstrom auch für mehr Effizienz beim Lift sowie für stabilere Fahreigenschaften der Luftkissenfahrzeuge – und bilden nebenbei eine entscheidende Komponente ihres charakteristischen Aussehens.

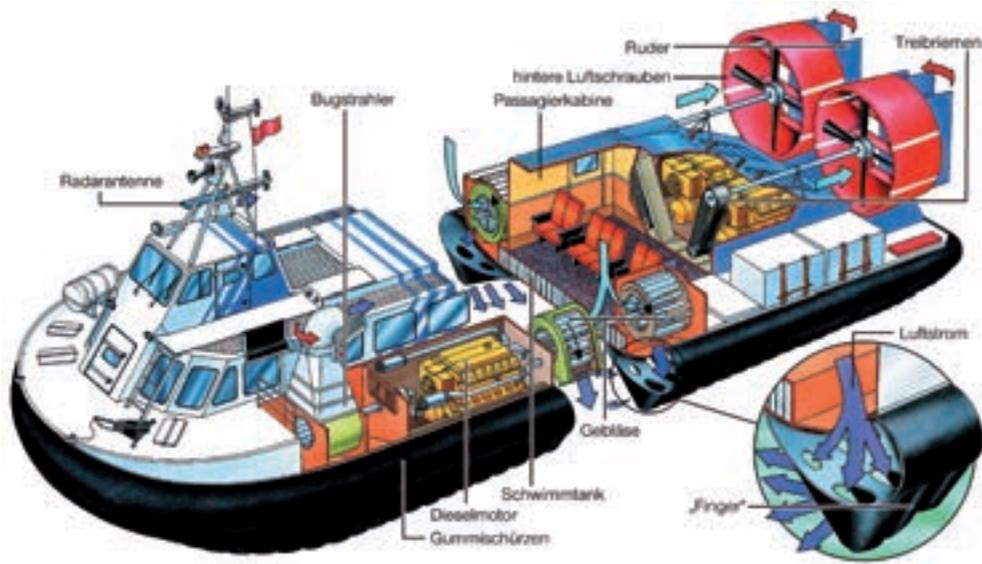
Nach einer längeren Entwicklungsphase gab das britische Militär die Technologie im Jahre 1957 für die zivile Nutzung frei. Cockerell konnte mit finanzieller Unterstützung durch die britische Regierung weiterarbeiten, so dass es im Juli 1959 schließlich soweit war: Das erste britische Luftkissenfahrzeug, vorerst noch für einen Probetrieb ausgelegt, raste die Gewässer der britischen Küste entlang.

### Im Kielwasser des Technikglaubens

Gegen Ende der 1950er Jahre, in den Zeiten des Kalten Krieges, war der Glaube an neue, zukunftsweisende Technologien weit verbreitet und zudem oft mit nationalen Interessen verbunden. 1957 schoss die Sowjetunion mit Sputnik den ersten Satelliten der Geschichte in den Welt- raum. Auch die Entwicklung einer zivilen Nutzung der

Kernenergie blühte und war mit dem Versprechen einer sauberen, sorgenfreien und nahezu unbegrenzten Energieversorgung verbunden. Der Bau von Autos, in Deutschland vor allem des Modells Käfer von Volkswagen, versprach individuelle Mobilität für Jedermann. In diese Zeit einer unbeschweren Zukunftshoffnung und immerwährender Weltverbesserung durch Technologie fiel auch die konsequente Weiterentwicklung der britischen Luftkissenfahrzeuge. Immer schneller und effizienter wurde der Verkehr; und die Hovercraft-Fähren ermöglichten eine Verbindung entlang der Küsten und quer über Seestrecken in einem schlichtweg atemberaubenden Tempo, bei dem selbst heute vieler unserer modernen Katamaran-Fähren nicht hinterherkämen. So kam es, dass im Jahre 1962 schließlich in England die erste Luftkissenboot-Fährverbindung im nördlichen Wales sowie eine Verbindung von Portsmouth zur Isle of Wight aufgenommen wurden. Nachdem sich hier die Technologie bewährte, etablierte sich 1966 der erste regelmäßige Fährbetrieb über den Ärmelkanal zwischen England und Frankreich mit den schnellen Hovercraft-Luftkissenfahrzeugen: von Ramsgate und Dover jeweils nach Calais. Die Welt war ein wenig kleiner geworden, so schien es, weil die Distanz über den Ärmelkanal innerhalb einer halben Stunde »abgeritten« werden konnte.

Anfänglich war dieser Fährbetrieb auf den ausschließlichen Transport von Passagieren ausgerichtet. Schlichte betonierete Flächen, auf welche die Luftkissen-Fähren einfach hinauffahren und die Passagiere aussteigen ließen, dienten seinerzeit als Hafenanlagen. Dies änderte sich nur zwei Jahre später, 1968, als mit größeren Hovercrafts erstmals auch PKWs und Busse über den Ärmelkanal transportiert werden konnten. Zu diesem Zweck wurden Luftkissenfahrzeuge konstruiert und gebaut, die bis zur Konstruktion der sowjetischen Militär-Luftkissenfahrzeuge der Pomornik-Klasse die größten weltweit waren: die Saunders Roe Nautical 4, kurz als SR.N4 bezeichnet. Ihren etwas merkwürdig anmutenden Namen verdankte die Baureihe ihrer Bau- und Entwicklungswerft, der Saunders Roe Limited. Der Ursprung dieses Betriebs wurde bereits im Jahre 1870 als Bootsbauunternehmen von Sam Saunders gegründet. Moderner Technik verpflichtet, wandte sich die Firma bereits ab dem Jahre 1909 auch der Konstruktion



Die Grafik illustriert die wichtigsten Elemente eines Hovercraftbootes.

und dem Bau von Flugzeugen und Flugbooten zu. Später zu Saunders-Roe konvertiert, entwickelte sich der Betrieb im Laufe der Jahrzehnte zu einer weltweit anerkannten Boots- und Flugzeugwerft. Der Betrieb lieferte schließlich insgesamt sechs Fahrzeuge der SR.N4-Klasse an die Reederei der Hovercraft-Fahrzeuge aus. Bei einer Länge von rund vierzig Metern und einem Eigengewicht von 177 Tonnen konnten auf den ersten Modellen der SR.N4-Klasse dreißig Autos und 254 Passagiere transportiert werden. Unter guten Bedingungen erreichten diese Fahrzeuge eine Geschwindigkeit von nicht weniger als 83 Knoten (154 km/h) Als durchschnittliche Reisegeschwindigkeit waren immerhin noch sechzig Knoten (111 km/h) üblich. Sagenhaft schnell für ein Wasserfahrzeug, dazu noch von dieser Größe. Die späteren der sechs SR.N4-Fahrzeuge wurden sogar noch größer gebaut, so dass 418 Passagiere und 52 PKWs auf dem Luftkissenboot Platz fanden. Mit dem Transport von Fahrzeugen war eine Anpassung der Hafenanlagen notwendig geworden, denn nun mussten die Hovercrafts Rampen anfahren, über welche die Autos auf die Fähre gelangen bzw. diese wieder verlassen konnten. Konsequenterweise entstanden diese Anlagen im Roll-On-Roll-Off-Prinzip, um die Zeiten zum Be- und Entladen der schnellen Schiffe möglichst kurz zu halten.

### Hovercrafts in Deutschland

Auch an den deutschen Küsten der 1960er Jahre zeigte man sich an der Technik der Luftkissenfahrzeuge interessiert, insbesondere im Bereich der Deutschen Nordseeküste. Denn die weite und flache Küstenlandschaft Niedersachsens und des westlichen Schleswig-Holsteins wird von den Gezeiten geprägt, dem verlässlichen Puls von Ebbe und Flut. Ganz wie an den französischen und englischen Küsten des Ärmelkanals. Der Tidenhub, die Höhendifferenz zwischen dem mittleren Hoch- und dem mittleren Niedrigwasser, die in etwas mehr als sechs Stunden aufeinander folgen, beträgt an der deutschen Nordseeküste rund drei Meter. Die Elbmündung, die Niedersachsen und Schleswig-Holstein voneinander trennt, ist bis zu fünfzehn Kilometer breit, hier beträgt der mittlere Tidenhub gut über drei Meter. Durch den Gezeitenstrom werden an der Nordseeküste und in dem breiten Strom der Elbmün-

dung im immerwährenden Wechsel täglich zweimal weite Sand- und Schlickbänke freigelegt: das Wattenmeer, eine atemberaubend weite Landschaft, die heute nicht umsonst den Status eines Nationalparks genießt. Die strömenden Wassermassen schwemmen beständig Sand und Schlick auf und verlagern ganze Sandbänke innerhalb kurzer Zeit; weshalb die Fahrrinnen für die Schifffahrt häufig ausgebaut werden müssen. Ein Gebiet also, welches für den Einsatz von Hovercraft-Fähren bestens geeignet scheint.

So kam es, dass ein kleiner deutscher Reederei-Zusammenschluss 1965, die Hovercraft-Fährverbindung zwischen Frankreich und England zum Vorbild nehmend, sich für einen Einsatz eines Luftkissenfahrzeuges im Fährdienst zwischen der niedersächsischen und schleswig-holsteinischen Küste quer über die Elbmündung entschied. Von Cuxhaven aus sollten Büsum und St. Peter Ording angefahren werden. Ganz nach dem Vorbild der Hovercraft-Verbindung über den Ärmelkanal, wo es von Calais aus nach Ramsgate und Dover ging. Indes, während die englischen Hovercrafts ihre Fährlinien knapp vierzig Jahre regelmäßig bedienten, war ihrem deutschen Pendant quer über die Elbmündung nicht mehr als eine einmonatige Dauer beschieden, bevor der Fährdienst wieder eingestellt wurde. Grund dafür war nicht nur, dass das Luftkissenfahrzeug bei einem Unfall nicht unwesentlich beschädigt wurde – sondern auch mangelnde Akzeptanz der Anrainer. Denn sehr schnell mehrten sich die Beschwerden über die immense Lärmbelästigung. 106 Dezibel betrug der Lärm des eingesetzten Fahrzeuges, das laut dröhnend über die stillen Weiten des Watts donnerte. Kaum auszuhalten war der Lärm, dem zudem unzählige Tiere schutzlos ausgeliefert waren. Von den Anrainern der Küste ganz zu schweigen. Ein Hovercraftboot wird so laut, als stünde man in einer Diskothek einen Meter neben dem voll aufgedrehten Lautsprecher. Hinzu kommt, dass über die Weiten des Wattenmeeres ein solcher Lärm extrem weit trägt.

### Dröhnende Technik

Die Lautstärke ist ein immenser Nachteil der Luftkissenfahrzeuge. Sie benötigen kräftige Motoren, um Gebläse, Kompressoren und Propeller anzutreiben, welche die Fahrzeuge anheben und ihnen Vortrieb verleihen. Dass die Lärm-



Ein Luftkissenboot der Sowjetarmee auf der Ostsee, während eines Manövers der Sowjetischen Streitkräfte auf dem Gebiet der Deutschen demokratischen Republik 1971.



Ein modernes Passagier-Hovercraft auf dem Eis der Wolga.



Ein Luftkissenboot der US-Marine.

entwicklung dabei nicht unerheblich ist, wird deutlich, wenn man sich vergegenwärtigt, dass die großen Hovercraft-Fähren über den Ärmelkanal alleine schon 177 Tonnen wogen und dennoch mit 154 km/h über das Meer zu fahren vermochte. Gemessen an unsere heutigen Anforderungen hinsichtlich einer möglichst geringen Umweltbelastung durch Lärm sowie dem Wunsch nach einer guten Energiebilanz, sind Luftkissenfahrzeuge bei weitem nicht mehr »State of the Art«.

Es war auch diese immense Lärmbelastung, die das Einrichten einer Luftkissenfähre zwischen Emden und Borkum im Jahre 1983 vereitelte. Zwar genoss das Wattenmeer 1983 noch nicht wie heute den Status eines Nationalparks, wohl aber den eines Landschaftsschutzgebietes. In dem Wissen, dass der lärmende Einsatz eines Luftkissenfahrzeuges den Lebensraum unzähliger Tierarten massiv gestört hätte, versammelten sich in bis dato »nie gekannter Einigkeit [...] Fischer, Touristikmanager, Jäger und Naturschutzverbände zu einer Protestversammlung in Harlesiel«, um dort erfolgreich eine geplante Landungsplattform auf dem Vordeichgelände zu verhindern.

Ungeachtet dieser Proteste begannen dennoch erste Probeläufe mit einem Luftkissenfahrzeug, und zwar in der Nähe von Emden. Bald fanden sich protestierende Umweltaktivisten ein, begleitet von einem Fernsehteam des Norddeutschen Rundfunks. Im Rahmen dieses Protests

drehte der damalige Kapitän des Luftkissenfahrzeuges vor laufender Kamera knapp vor einem ankernden Segelboot und tauchte dieses mittels seiner mächtigen Propeller in einen gefährlichen Sturm aus Propellerabwinden und harter Gischt, in welchem das kleine Segelboot mit protestierenden Umweltaktivisten an Bord beinahe gekentert wäre. Keine gute Reklame für die neue Fährverbindung und wenig förderlich für die Akzeptanz der Technologie. So verwundert es nicht, dass auch diese Fährverbindung mit Luftkissenbooten noch im Versuchsstadium endete.

Und in England? Nun, auch dort wurde im Jahre 2000 der Pendelverkehr über den Ärmelkanal mit den großen Fahrzeugen der SR.N4-Klasse eingestellt. Das mag einem zunehmenden Umweltbewusstsein geschuldet sein, mit Sicherheit aber auch der Tatsache, dass sechs Jahre zuvor, 1994, der Eurotunnel eröffnet wurde, in welchem seitdem Schnellzüge den Ärmelkanal unterqueren. Wirtschaftliche und umweltpolitische Aspekte wirken ja nicht immer nur gegeneinander, sondern zuweilen auch in eine gemeinsame Richtung.

Wirtschaftlichkeit hin oder Umweltschutz her: Luftkissenfahrzeuge sind heute aus dem modernen Verkehrswesen nicht wegzudenken. Nicht nur, dass sich die Militäreinheiten vieler Länder der Amphibienfahrzeuge weiterhin bedienen. Unter anderem unterhalten Russland und China mehrere Boote der Pomornik-Klasse. Luftkissenschiffe, die bei einer Länge von knapp sechzig Meter, einer Breite von über 25 Meter und einem Gewicht von weit über 500 Tonnen noch immer sechzig Knoten, also 111 km/h aufs Wasser bringen. Rasende Giganten in militärischen Diensten. Friedlicher geht es hingegen in England zwischen der Isle of Wight und Portsmouth zu, denn hier pendelt noch immer ein Hovercraft auf den Gewässern des Solents.

Von unschätzbarem Wert erweisen sich Luftkissenfahrzeuge im Rettungswesen. Verlaufen sich beispielsweise unkundige Touristen beim Wattwandern und drohen auf umspülten Sandbänken mit steigendem Hochwasser zu ertrinken, kann mit Hilfe schneller Hovercraft-Fahrzeuge eine bedeutend weniger komplizierte Rettungsmaßnahme eingeleitet werden als mit einem Hubschrauber. Denn Hovercrafts müssen keine Rücksicht auf unterschiedliche Wassertiefen nehmen. Sie sind daher von den Verläufen



Ein europäisches Hovercraft-Luftkissenboot.

der Priele, kleiner, oft mäandrierender Wasserläufe im Watt, unabhängig.

Ihren großen Wert bezeugen Luftkissenfahrzeuge aber auch im Binnenland, unter anderem bei Fluss-Hochwassern, wie sie beispielsweise im Juni 2009 auf der Donau, der Moldau und der Oder stattfanden oder wie im Mai 2010, als die Weichsel, die Oder und die Donau Hochwasser führten. Jedes dieser Hochwasser forderte jeweils zirka dreißig Todesopfer. Im Rahmen solcher, aufgrund katastrophentypischer Hochwasser durchgeführter Rettungsmaßnahmen, bieten Luftkissenfahrzeuge große Vorteile. Denn sie rauschen über dicht unter der Wasseroberfläche sich verbergende Hindernisse sicher hinweg, die im schlammigen Wasser oft verborgen bleiben. Da kommt kein Gummiboot mit Außenborder hinterher, sowohl bezüglich der erreichten Geschwindigkeiten als auch gegenüber den nicht vorhandenen Tiefgang der Luftkissenfahrzeuge. Weshalb der deutsche Gesetzgeber festschreibt, dass bei Rettungsaktionen auch in den Gebieten des Wattenmeer-Nationalparks Luftkissenfahrzeuge eingesetzt werden dürfen. Auch als Sportgerät sind Hovercrafts heute weit verbreitet. Hier scheinen vor allen die hohen Geschwindigkeitspotenziale von Interesse, so dass auch auf bayrischen Gewässern Luftkissenfahrzeuge auf Sportveranstaltungen zu bewundern sind.

Vor dem Hintergrund ihrer interessanten technisch-schichtlichen Entwicklung, hat es die Technologie der Hovercrafts auch in das Deutsche Museums geschafft. Ein Modell kann im Untergeschoss der Schifffahrtsabteilung bewundert werden. Enthusiasten finden ihr Eldorado allerdings eher in England: im Hovercraft Museum an der englischen Südküste in Hampshire, in Lee-on-the-Solent. Dieses spezielle Museum wird stilgerecht von einer Luftkissen-Fähre angefahren, hat samstags geöffnet und hält eine Reihe unterschiedlicher Originalfahrzeuge als Ausstellungsexponate für die Besucher bereit. Dazu zählen unter anderem auch Exemplare jener Modelle, die in dem James-Bond-Film mit dem deutschen Titel *Stirb an einem anderen Tag* eine Rolle spielten. Das passt, denn ein wenig James-Bond-Flair umgibt die Technik der Luftkissenfahrzeuge bis heute; geprägt von scheinbar unfassbar viel Technik mit hohen Geschwindigkeitspotentialen. ■■



Pierce Brosnan als James Bond in der Folge *Stirb an einem anderen Tag* in einem Luftkissenboot.



DER AUTOR

**Dr. Jörn Bohlmann** ist Ethnologe sowie gelernter Segelmacher und Holzbootbauer. Er arbeitete viele Jahre im Handwerk, fuhr mehrere Jahre zur See und lebte 18 Jahre im skandinavischen Ausland. Der Anstellung als Kurator für Schifffahrt und Meerestechnik am Deutschen Museum zog er eine freischaffende Tätigkeit vor. Bohlmann lebt in der Nähe von Hamburg.



## FAHRSPASS IN JEDER SPUR.

DAS STERZING CC.  
120 Nm, 250, 500, 850 W, 1,05 kWh.

Alle, die lieber abseits des Weges fahren, finden im STERZING CC ihren sportlichen Mitstreiter. Dank seines kraftvollen Antriebs und einer Akkuleistung von bis zu 1,05 kWh steht abenteuerlichen Entdeckungstouren garantiert nichts im Weg. Und mithilfe des High-Modulus-Carbon-Rahmens und der sportlichen 3"-Bereifung entsteht schon ab der ersten Sekunde das wahre Offroad-Fahrgefühl.



M1-Sporttechnik: jahrzehntelange Composite-Erfahrung der Fritzmeier-Gruppe und bahnbrechendes E-Bike-Design.



**M1-SPORTTECHNIK**

M1-Sporttechnik GmbH & Co. KG, Am Weigfeld 15, 83629 Weyarn  
m1-sporttechnik.de



# Einblicke im SICHTflug

*Luftbildarchäologie bietet alle Zutaten für eine nicht alltägliche, fast abenteuerlich anmutende Anwendung der Luftfahrt. Der Luftbildfotograf Klaus Leidorf zeigt menschengemachte Strukturen in ihrer ganz eigenen Ästhetik.* **Von Robert Kluge**

**D**ie Methode ist wenig spektakulär: Ein kleines Hochdecker-Flugzeug, handelsübliche Digitalkameras und hoher Sachverstand wirken effektiv zusammen. Die Ergebnisse jedoch können atemberaubend sein: Jahrtausendealte Siedlungsstrukturen, Kultstätten und Grabanlagen – längst vergangen und doch heute noch sichtbar.

Seit den ersten Plattenaufnahmen des französischen Fotografen Nadar, 1858 aufgenommen aus der Gondel eines gefesselten Gasballons, üben Luftbilder aufgrund der erweiterten Perspektive eine besondere Faszination aus. In der Flugwerft Schleißheim zog bereits die Fotoausstellung »Farben der Erde« des Fotografen und Geologen Bernhard Edmaier vor eineinhalb Jahren Tausende Besucher in ihren Bann. Edmaiers Bilder präsentieren das faszinierend breite Farbenspektrum der Erdoberfläche: Das Blau des Wassers und des Eises, die vielen Grünvariationen der Vegetation, die unzähligen Gelb-, Orange-, Rot- und Braunschattierungen von Fels und Wüstensand, das Grau und Weiß der Gletscher. Diese Farben sind durch natürliche Prozesse wie Verwitterung und Erosion, durch vulkanische und gebirgsbildende Kräfte entstanden und zeigen sich am ausgeprägtesten in kaum vom Menschen berührten Gegenden.

Gerade die vom Menschen veränderte Natur ist hingegen Objekt der Aufnahmen von Klaus Leidorf aus Buch

*Eine Kultstätte aus der Jungsteinzeit verbirgt sich unter Ackerfurchen nahe Eching. Vor 7000 Jahren, also noch in der Steinzeit, dienten solche Kreisgrabenanlagen als Kalender, um beispielsweise die Sommer- und Wintersonnenwende zu bestimmen.*

am Erlbach, dessen neue Ausstellung SICHTflug von Mitte Mai bis Ende August 2018 ihrerseits zahlreiche Besucher nach Oberschleißheim gelockt hat. Leidorf, 1956 geboren, träumte wie so viele bereits als junger Mann davon, Linienpilot zu werden. Stattdessen studierte er zwischen 1975 und 1983 Theologie, Religions- sowie Vor- und Frühgeschichte in Marburg und Bonn. Ab 1985 war er dann als wissenschaftlicher Angestellter am bayerischen Landesamt für Denkmalpflege in München für Bodendenkmale zuständig.

## **Vom Starfighter in die Cessna**

Bereits 1980 hatte der ehemalige Starfighterpilot und Oberstleutnant a.D. Otto Braasch (Jg. 1936) damit begonnen, in Bayern systematisch Luftaufklärung im Dienste der Vor- und Frühgeschichte zu betreiben. Er benutzte dafür Kleinflugzeuge, meistens eine Cessna 172, die mit ihrem oben liegenden Tragflügel, der hohen Flugstabilität und klappbaren Fenstern nahezu ideal für die Belange der Luftbildfotografie aus der freien Hand ist. Alle Flüge erfolgen nach Sichtflugregeln, was bedeutet, dass die Piloten nicht von Fluglotsen geführt werden und »Sehen und Gesehenwerden« das Grundprinzip darstellen.

Aus drei Komponenten setzt das Wort »Luftbildarchäologie« sich zusammen, und (mindestens) drei Berufe



Der Luftbildarchäologe Klaus Leidorf in seinem Flugzeug mit einsatzbereiter Kamera.

vereint auch Klaus Leidorf in einer Person – schon aus Kostengründen: Als Pilot erhebt er sich in die Luft, um als Fotograf Bilder zu machen von Objekten, die nur ein geschulter Archäologe überhaupt erkennt. Der Pilot ist in diesem Fall also gleichzeitig auch der Fotograf, was hohes Können in beiden Bereichen voraussetzt. Hinzu kommen Kenntnisse von den Vegetationsverhältnissen in den verschiedenen Jahreszeiten und natürlich von dem, was im Boden stecken könnte – eben Archäologie.

Möglich ist das, weil vom Menschen verursachte Eingriffe in den Boden im Prinzip irreversibel sind. Auch nach Jahrtausenden sind ehemalige Gräben, Fundamente, Palisaden, Wege und was sonst noch zu einer kulturellen Infrastruktur gehört zu bestimmten Zeiten beispielsweise durch die unterschiedliche Wurzeltiefe von Getreidepflanzen erkennbar. Treffen sie auf ein Hindernis wie etwa einen Mauerrest, wachsen sie nur kümmerlich, ein zugehütteter Graben hingegen vermag mehr Feuchtigkeit zu speichern und lässt sie besser gedeihen. Zwar machen die Unterschiede im Wuchs oft nur Millimeter aus – über die Fläche verteilt sind sie aus der Luft als Struktur aber gut wahrnehmbar. Andere Merkmale sind nur nach Schneefall und bei frühem oder spätem Licht der tiefstehenden Wintersonne zu sehen. Treffen sie auf ein Hindernis wie etwa einen Mauerrest, wachsen sie nur kümmerlich, ein zugehütteter Graben hingegen vermag mehr Feuchtigkeit zu speichern und lässt sie besser gedeihen. Zwar machen die Unterschiede im Wuchs oft nur Millimeter aus – über die Fläche verteilt sind diese aus der Luft als Struktur aber gut wahrnehmbar. Andere Merkmale hingegen sind nur nach Schneefall und beim frühen oder späten Licht der tiefstehenden Wintersonne zu sehen.

### Auf Sicht geflogen

»Eine Ameise kann das Muster des Teppichs, auf dem sie sich bewegt, auch nicht erkennen«, veranschaulicht Klaus Leidorf das Prinzip. Diese feinen Unterschiede sind für ihn jedoch aus 150 bis 500 Meter Höhe als Struktur erkennbar, werden am Boden weiter interpretiert und gegebenenfalls später durch eine Grabung verifiziert. Allerdings sind leider auch diese »Ressourcen« endlich, denn intensive Landwirtschaft mit tief pflügender Technik zerstört

immer mehr der verborgenen Hinweise, Zersiedelung und Straßenbau tun ein Übriges.

»Höhe schafft Übersicht. Übersicht erleichtert Einsicht. Und Einsicht erzeugt – vielleicht – Rücksicht.« Dieses Zitat stammt von Georg Gerster (geb. 1928), einem weiteren namhaften Luftbildfotografen aus der Schweiz. Überhaupt dominiert der Eindruck, dass die Distanz zum Philosophieren anregt. Von Raumfahrern und ihrem noch entfernteren Blick auf unseren fragilen Blauen Planeten ist Ähnliches bekannt.

Seit Otto Braasch für das Bayerische Landesamt flog, hatte sich die Zahl der Fundstellen dramatisch erhöht, und Leidorf bekam als Auswerter im Amt alle Hände voll zu tun. Braasch flog freiberuflich – die oft spontane weil

### Ironie der Geschichte

Ein kurzer und keineswegs vollständiger historischer Abriss der Luftbildarchäologie zeigt überraschend, welche positive Rolle immer wieder ausgerechnet Militärflyer bei der Entdeckung historischer Ruinen spielten, obwohl sie doch von Berufs wegen eher für neue Ruinen zuständig sind:

- 1906** erste (zufällige) Aufnahmen der steinzeitl. Kultanlage in Stonehenge aus einem Militär-Ballon durch Leutnant Philip Henry Sharpe
- 1917** systematische Dokumentation archäologischer Stätten in Syrien Palästina durch deutsche Militärflyer auf Veranlassung des Archäologen Theodor Wiegand
- 1923** Vortrag *Flugprospektion und Archäologie* von O. G. S. Crawford vor der Royal Geographical Society
- 1938** deutsch-britischer Kongress und Ausstellung in Berlin *Luftbild und vor- u. frühgeschichtliche Forschung*
- ab 1945** Bildarchiv an der Cambridge University unter Prof. Kenneth St. Joseph
- 1965** Gründung der Air Photographs Unit of the National Monuments Record in London und Edinburgh
- 1980–1988** auf Veranlassung des Landesarchäologen Rainer Christlein befliegt Ex-Luftwaffen-Oberstleutnant und Starfighter-Pilot Otto Braasch systematisch Bayern. Seine Erfahrungen fließen ein in Erkundungsprojekte in anderen Bundesländern und ab 1990 auf dem Gebiet der ehemaligen DDR. Seither bedrohen regelmäßig Etatkürzungen die Arbeit von Luftbildarchäologen, die u.a. auch in Sachsen, Sachsen-Anhalt, Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen unterwegs sind.



Eine geheimnisvolle Zeichnung zwischen Ackerflächen bei Eitensheim in Oberbayern zeigt die Umrisse einer »Villa Rustica«, eines antiken römischen Landhauses. Die Konturen sind aus der Luft gut zu erkennen, da die Getreidepflanzen auf den Mauerresten weniger tief wurzeln.

witterungsabhängige Entscheidung, ob geflogen werden soll, kann nämlich praktischerweise nicht von schwerfällig funktionierender Bürokratie abhängig gemacht werden, die sich per se jeder Form von Spontaneität entzieht.

Aufgrund persönlicher Differenzen mit der Behörde orientierte Braasch sich ab 1988 auf Baden-Württemberg und danach auf die neuen Bundesländer – ihm verdankt die Gesellschaft unter anderem die Entdeckung der jungsteinzeitlichen Kreisgrabenanlage in Goseck 1991, die als das älteste bekannte Sonnenobservatorium der Welt gilt. Die berühmte Himmelscheibe von Nebra steht in engem Zusammenhang mit dieser Entdeckung. Der Fachbereich Geschichts- und Kulturwissenschaften der FU Berlin hat Braasch für seine Verdienste 1999 die Ehrendoktorwürde verliehen.

Der Verlust der großen Sachkenntnis Braaschs hätte für die bayerische Denkmalpflege, der durch ihn eine Pionierrolle auf dem Gebiet der Luftbildarchäologie zugefallen war, einen herben Einschnitt bedeutet. So kam es, dass Leidorf, finanziert durch die Bayerische Gesellschaft für Archäologie, in Landshut die Pilotenlizenz erwerben konnte und sich mit Braaschs Hilfe das nötige Rüstzeug für die sogenannte Flugprospektion aneignete.

### Ästhetik der Strukturen

Tausende Stunden, umgerechnet mehr als ein ganzes Jahr, hat Klaus Leidorf seit seinen ersten Flügen im Dienste des Landesamts für Denkmalpflege und damit auch der Wissenschaft in seiner nun schon über 40 Jahre alten Cessna verbracht. Seit 1989 fliegt er freiberuflich. Ein gewaltiges Luftbildarchiv und zahlreiche Bildbände sind über die Jahre quasi im Vorbeiflug entstanden. Längst reichen die archäologischen Flüge nicht mehr für den Lebensunterhalt. Das liegt an den regelmäßigen Etatkürzungen, ob-

wohl es für die Archäologie kein effizienteres Hilfsmittel als die Flugprospektion gibt und sich jährliche Kosten lediglich im sechsstelligen Eurobereich bewegen. Bayern droht damit erneut ein massiver Kompetenzverlust. Denn obwohl der Freistaat heute über eines der größten archäologischen Luftbildarchive der Welt verfügt, ist erst ein Bruchteil – man schätzt nur etwa 20 Prozent – dessen bekannt, was der Boden an Erkenntnissen über unsere Herkunft allein aus der dritten Dimension heraus zu offenbaren vermag.

So kommt es, dass Leidorf sein Flugstundenkonto zunehmend durch Flüge für Luftaufnahmen jenseits der Archäologie vermehrt. Er hat sein Auskommen mehr und mehr mit dem Verkauf besonders ästhetischer Bilder, die ganz ähnlich und doch ganz anders als bei der archäologischen Prospektion menschengemachte Strukturen an der Erdoberfläche einfangen.

Begleiten wir den Luftbildfotografen bei seiner Arbeit: Verkehrslandeplatz Landshut-Ellermühle, ein später Vormittag im Juli. Die Sonne scheint, ein leichter Wind weht. Die Cessna 172 mit dem Kennzeichen D-EDQK steht gecheckt und betankt für rund acht Stunden Flug bereit. Müssen wir uns Sorgen um die persönliche »physiologische Reichweite« machen? Zuweilen trägt die brave Cessna im extremen Sparflug Leidorf und seine Kameras sogar bis zu zehn Stunden am Tag über den Freistaat! »Doch, das kann man so lange aushalten.« Als persönlichen Proviant hat er neben Wasser eine Tüte Lakritz an Bord.

### Come, fly with me

Wir rollen hinter einem weiteren Kleinflugzeug zum Pistenbeginn, nach einigen kurzen technischen Überprüfungen sind wir bereit und können starten. Lange geht es

nicht geradeaus. Urplötzlich versetzt Leidorf das Flugzeug in starke Schräglage, um eine auffällige Bodenstruktur zu inspizieren. Er greift zu Stift, Karte und Formblatt, macht Einträge und fotografiert. Das Flugzeug zieht derweil, perfekt ausgetrimmt, problemlos alleine seine Kreise. Immer wieder.

So auch etwa eine halbe Stunde nach dem Start. Er macht auf Strukturen in einem Getreidefeld aufmerksam: Eine »keltische Schanze«, eingefasst von einem Graben und mit einem Zugang im Süden. »Diese Schanzen sind noch gar nicht vollständig erforscht«, erläutert Leidorf den Befund. »Wahrscheinlich hatten sie kultische Funktion.« Leider ist diese Schanze eine von nur ganz wenigen archäologischen Strukturen auf diesem Flug, denn das Frühjahr war feucht, und die Maisfelder zeigen einen einheitlich sattgrünen Farbton. Worüber der Bauer sich freuen kann, ist schlecht für die Archäologie: »Jetzt dürfte es bis zur Ernte nicht mehr regnen, dann wäre viel mehr zu sehen«, sagt Leidorf in das monotone Brummen des Boxermotors, der bei 1800 Umdrehungen und etwa 130 angezeigten Kilometern pro Stunde besonders wirtschaftlich arbeitet. »Nach der Ernte ist es dann vorbei, und es geht erst im nächsten Jahr weiter.« Das dann hoffentlich trockener ist – schlecht für den Landwirt ...

Diese Ressourcen sind leider endlich, denn die immer intensivere Landwirtschaft mit ihrer tief pflügenden Technik zerstört Jahr um Jahr mehr Hinweise. Zersiedelung und Straßenbau tun das Übrige. Eine Baustelle an der Autobahn zwischen Passau und München kommt vors Objektiv. Immerhin gab es hier im Vorfeld bereits ausgedehnte Grabungen dank der vorangegangenen Luftbildbefunde.

### Ein Fest der Formen und Farben

Unser Flug wird nun immer mehr zum Fest der Formen und Farben: »Bauernmalerei« nennt Klaus Leidorf vom Heuwender gekämmte Zöpfe und Schleifen. Und immer wieder blinken die schwarz-blauen Raster großer Solarfelder, bei Bad Aibling stehen die Schutzkuppeln der hochgeheimen Horchgeräte wie Boviste neben Sportanlagen. Wie eine freundliche Aztekenfrau grüßt der Park vor Schloss Herrenchiemsee.



Zur Ausstellung in der Flugwerft, die bis Ende August 2018 zu sehen war, ist ein Katalog erschienen, der in der Flugwerft Schleißheim oder beim Fotografen für 4 Euro erworben werden kann: [www.leidorf-aerial.com](http://www.leidorf-aerial.com)

Hinter dem Königsee geht es dicht an schroffem Fels vorbei zu schmutzig-grauen Gletscherzungen. »Die Flächen werden immer kleiner« – der kurze Satz klingt resigniert. Wie sagte schon vor rund neunzig Jahren der große Schriftsteller, Pilot und (militärische) Luftbildfotograf Antoine de Saint-Exupéry: »Der Bauer ringt in zäher Arbeit der Erde immer wieder eines ihrer Geheimnisse ab, und die Wahrheiten, die er ausgräbt, sind allgütig. So stellt auch das Flugzeug, das Werkzeug des Luftverkehrs, den Menschen allen alten Welträtseln gegenüber und wird uns zum Werkzeug der Erkenntnis und Selbsterkenntnis.« Wenn denn auch immer gleich die richtigen Einsichten erfolgten, ist man geneigt hinzuzufügen.

Fröhlich bunt stehen unter uns historische VW-Busse auf einem »Bullitreffen«, und ihre Fahrer winken nach oben. An schlanke Mondsicheln erinnern die gleichfalls farbenfrohen Kappen der Gleitschirmflieger bei Kufstein, die in der sanften Thermik des späten Nachmittags schweben. Immer wieder drückt Leidorf bei solchen Bildern auf den Auslöser: Bis zu 1500 Aufnahmen je Flug müssen ein gewaltiges Archiv ergeben. Teile davon finden sich auf Leidorfs Internetseite und bei Instagram. ■■

### Alternative Methoden der Luftbildarchäologie

Da in vierzig Jahren DDR keine archäologischen Flüge stattfinden durften, musste zuweilen schon einmal eine Feuerwehr-Drehleiter für »Luftaufnahmen« herhalten. Auch Satellitenaufnahmen und Bilder von regelmäßigen Befliegungen für geologische und geografische Belange können zur Identifizierung neuer archäologischer Fundstellen herangezogen werden, sind u. a. aufgrund unterschiedlicher Maßstäbe jedoch nur bedingt tauglich.

In jüngster Vergangenheit kommen immer mehr auch ferngesteuerte oder autonome Drohnen als Kamera-Plattformen zum Einsatz. Ihnen fehlt allerdings noch die erforderliche Langstreckentauglichkeit, so dass ihr Aufgabengebiet eher bei der unmittelbaren Grabungsdokumentation liegt.

Ein besonders faszinierendes Forschungsprojekt wurde vor ca. 15 Jahren in Armenien durchgeführt: Militärische Stellen haben hier ein hohes Sicherheitsbedürfnis, und so musste das internationale Forschungsteam auf motorisierte Tandem-Gleitschirme, finanziert vom British Council, mit entsprechend geringer Reichweite zurückgreifen.

# Der Luftikus

*Professor Eule möchte fliegen wie ein Vogel und hat sich einen Flugapparat mit Rundumflügeln gebastelt.*

*Ob das funktioniert? Wohl kaum.*

*Er hätte mal genauer hinschauen müssen, wie Otto Lilienthal einst seinen ersten Gleiter baute.*

Von Ivo Zedlitz

Illustrationen Michael Wirth



# Fliegen wie ein Vogel

**F**liegen zu können wie ein Vogel ist seit jeher ein Traum der Menschen. Schon aus der Antike kennen wir Mythen um Flugversuche, wie zum Beispiel die Geschichte von Dädalus und Ikarus, die sich, um von einer Insel zu fliehen, Flügel bauten. Diese Geschichte geht allerdings nicht besonders gut aus. Weil Ikarus zu nahe an die Sonne kommt, schmilzt das Wachs, mit dem er die Federn seiner Flügel verklebt hat: Er stürzt ab und stirbt. Glimpflicher endeten die Versuche von Leonardo da Vinci, sein Assistent brach sich angeblich bei dem Versuch, mit Flügeln zu fliegen, »nur« ein Bein. Es stellte sich also rasch heraus, dass die Muskeln eines Menschen nicht stark genug sind, um damit zu fliegen wie ein Vogel.

Also probierte man etwas anderes: Man wusste, dass heiße Luft nach oben steigt, weil sie leichter ist, als kalte Luft. Die Brüder Montgolfier bauten einen Ballon. Am



4. und 5. Juni 1783 ließen sie ihn zum ersten Mal fliegen. Schon bald wurden Ballonfahrten sehr beliebt. Der Nachteil: Lenken ist schwierig und eine Ballonfahrt eignet sich nicht, um Menschen oder Waren von einem Ort zum an-

Otto Lilienthal mit seinem Hängegleiter bei einem Flugversuch.

In der Flugwerft Schleißheim findest du viele Informationen zur Geschichte des Fliegens. Auch ein Segelapparat von Otto Lilienthal ist zu sehen.



deren zu befördern. Das gelang erst mit den »Luftschriften«, die auch einen Antrieb besaßen. Von 1900 bis 1940 baute Graf Zeppelin mit großem Erfolg Luftschriften, die seither auch nach ihm benannt sind.

Ein Fluggerät zu entwickeln, das (ebenso wie ein Vogel) »schwerer« als Luft ist, gelang dem Ingenieur Otto Lilienthal. Er baute um 1890 einen Gleiter, der über eine längere Strecke durch die Luft schweben konnte. Lilienthal beließ aber nicht bei einfachen Versuchen, er entwickelte seinen Gleiter weiter und verkaufte auch einige Exemplare. Einen seiner »Normal-Segelapparate« mit einer Flügelspannweite von 6,7 Metern kannst du in der Flugwerft Schleißheim bestaunen.

Lilienthal ereilte wie Ikarus ein tragisches Schicksal, er stürzte mit einem seiner Gleiter ab und starb an den Folgen seiner Verletzungen. Inspiriert hat Lilienthal aber Erfinder überall auf der Welt. So entwickelten die Gebrüder Wright in den USA 1903 rasch das erste Flugzeug mit Motor, das aus eigenem Antrieb fliegen konnte. Danach dauerte es nicht mehr lange, bis die Flugzeuge den Luftschriften Konkurrenz machen konnten und sie schließlich ganz verdrängten.

Anzeige

MesseGalerie München

## The Munich Show

27. & 28. Oktober 2018

www.munichshow.com

Abenteuer, Spass  
und echte Dinos!

The Munich Show  
Mineralientage München



Voll konzentriert: Ein Pilot beim abendlichen Anflug auf den Flughafen.

# Der Pilot

Den Beruf des Piloten für Passagierflugzeuge gibt es seit etwa 90 Jahren. Viele Menschen träumen davon, diesen Beruf zu ergreifen: über den Wolken zu schweben und ferne Länder zu besuchen.

Piloten sind auf dem Flugzeug das, was auf dem Schiff der Kapitän ist, weshalb sie in der Fachsprache auch so genannt werden. Auf größeren Flugzeugen ist der Pilot nicht allein im Cockpit (der Arbeitsplatz des Piloten ganz vorn im Flugzeug), ein zweiter Pilot (der Co-Pilot oder auch Erste Offizier) unterstützt und kontrolliert den Kapitän. Die Piloten sind natürlich nicht allein auf dem Flugzeug, die »Crew« (aus dem Englischen für »Mannschaft«) besteht außerdem noch aus den Flugbegleitern, die sich vor und während des Fluges um die Passagiere kümmern.

Bevor ein Flugzeug abheben kann, gibt es für die Piloten einiges zu tun. Als Erstes lernt sich die Crew kennen und geht alles durch, was für den Flug wichtig ist. Zum Beispiel bespricht sie das Wetter, das ja einen starken Einfluss auf den Flug hat, je nach Windstärke, Niederschlag oder Temperatur. Am Flugzeug überprüft dann meist einer der Piloten, ob das Flugzeug unbeschädigt ist, während der andere die Computer vorbereitet. So programmiert er beispielsweise den Autopiloten auf die Flugstrecke, -höhe und -geschwindigkeit.

Nach dieser Vorbereitung können die Passagiere zusteigen und das Flugzeug ist fertig zum Abflug. Der Abflug

wird, ähnlich wie auch der gesamte Flug, von Fluglotsen überwacht. Diese Fluglotsen sind für die Organisation der Flüge verantwortlich, nicht nur am Flughafen, wo aufgrund der vielen Flugzeuge die Gefahr von Zusammenstößen bestehen würde, sondern auch auf der Strecke, damit der Flugverkehr in jeder Hinsicht sicher abläuft.

Der Pilot selbst wird während des Fluges vom Autopiloten unterstützt, seine Aufgabe besteht im Wesentlichen darin, die Arbeit des Autopiloten zu überwachen und im Falle eines Fehlers einzugreifen. Erst bei der Landung übernimmt der Pilot wieder selber das Steuer, um für eine sichere und bequeme Landung zu sorgen. Die Landung ist das Komplizierteste am Flug, weil so ein Flugzeug eine große Masse hat und sich mit Geschwindigkeiten von 300 km/h auf die meist relativ schmale Landebahn zubewegt.

Weil der Beruf so anspruchsvoll ist, müssen Piloten medizinische Tests bestehen und eine umfangreiche Ausbildung durchlaufen, die in der Regel zwei Jahre dauert. Da jeder Flugzeugtyp anders ist, werden Piloten auf ein spezielles Flugzeugmodell ausgebildet, das sie dann besonders gut kennen und auch fliegen.



# Die Physik hinterm Fliegen



**D**ie wichtigste Frage, die sich stellt, wenn es ums Fliegen geht, ist folgende: Wie bekomme ich etwas, das schwerer ist als Luft, vom Boden weg?

Die einfachste Idee ist, etwas zu finden, das leichter ist als Luft (genauer: eine geringere Dichte, also weniger Masse pro Volumen hat). Das Gas Helium zum Beispiel ist leichter als Luft. Wenn du einen Ballon auf einem Volksfest kaufst, dann ist er wahrscheinlich mit Helium gefüllt: Wenn du ihn nicht festhältst, fliegt er davon. Durch das Helium hat der gesamte Ballon eine geringere Dichte als die Luft, die ihn umgibt. Er steigt nach oben wie ein Stück Holz im Wasser.

Dieses Prinzip macht man sich vor allem bei Luftschiffen und Wetterballons zunutze. Heißluftballons funktionieren ähnlich: Sie werden mit heißer Luft gefüllt. Da die Dichte der Luft bei höherer Temperatur kleiner wird, kann ein Ballon, in dem die Luft heißer ist als die außerhalb des Ballons, aufsteigen. Doch diese Methode eignet sich nicht für schnellere Flugapparate. Ballons und auch Luftschiffe bieten der Luft zu viel Angriffsfläche.

Bei klassischen Flugzeugen nutzt man daher ein anderes Prinzip: Den sogenannten aerodynamischen Auftrieb (von den altgriechischen Worten: *aer* – Luft und *dynamis* – Kraft). Dieser Auftrieb sorgt dafür, dass auch schwere Flugzeuge aus Metall vom Boden abheben können. Sehr wichtig sind dabei die Flügel des Flugzeugs: Sie sind so geformt, dass der Weg, den die Luft zurücklegen muss, wenn sie um den Flügel herum strömt, oben weiter ist als unten. Das führt dazu, dass die Luft an der Oberseite des Flügels wesentlich schneller strömt als unterhalb. Oben herrscht deswegen auch ein geringerer Druck als auf der Unterseite. Dadurch werden die Flügel – und mit ihnen auch der Mittelteil des Flugzeugs in die Höhe »gedrückt«. Außerdem sind die Flügel so gebaut, dass sie die Luft nach unten weg-leiten und auch damit für Auftrieb sorgen. Für das Fliegen mit starren Flügeln braucht man aber sehr viel Sprit: Denn die Motoren müssen die Kraft erzeugen, um nach oben zu steigen und um sich zugleich vorwärts zu bewegen.

Heiße Luft ist leichter als kalte Luft. Vor dem Flug mit dem Ballon wird die Luft innerhalb der Ballonhülle deswegen erwärmt.

## Loch im Fenster!

Du bist schon öfter geflogen und hattest Gelegenheit, einen Fensterplatz zu ergattern? Dann ist dir vielleicht das winzige Loch am unteren Rand der Fensterscheibe aufgefallen. Dieses Loch befindet sich in jedem Fenster des Flugzeugs. Aber warum?

Ganz einfach: Ein Flugzeugfenster besteht aus drei einzelnen Scheiben. Damit sich dazwischen keine Feuchtigkeit festsetzen kann, gibt es das sogenannte Atmungsloch.



## Unsere Schule

ein unbequemer –  
fröhlicher Ort



- Weil wir uns verpflichten, einander zu respektieren.
- Weil gegenseitiges Vertrauen stark macht.

- Weil alle ermutigt werden, die Freiheit des Einzelnen in unserer Gemeinschaft zu schützen.

- Weil junge Menschen sich selbst entdecken, ihre Gaben und Fähigkeiten entfalten.

- Weil wir den Widerspruch erwarten.

- Weil alle ermutigt werden, Bindungen einzugehen und Verpflichtungen wahrzunehmen.

- Weil uns Fehler helfen, Stärken weiterzuentwickeln.

- Weil wir im Interesse unserer Schüler auch dem Missbrauch von Macht und Einfluss entgegenreten.

- Weil wir den Mut haben, miteinander fröhlich zu sein.



[www.derksen-gym.de](http://www.derksen-gym.de)



**ELTERNINFORMATIONEN ABEND**  
für die 5. Klasse 2019/2020  
am Montag, 19. November 2018, 19 Uhr.  
Intensive Beratung und Vorbereitung auf den  
Übertritt ins Gymnasium.



KLEINES PRIVATES LEHRINSTITUT

**DERKSEN**

SEIT 1959

G Y M N A S I U M

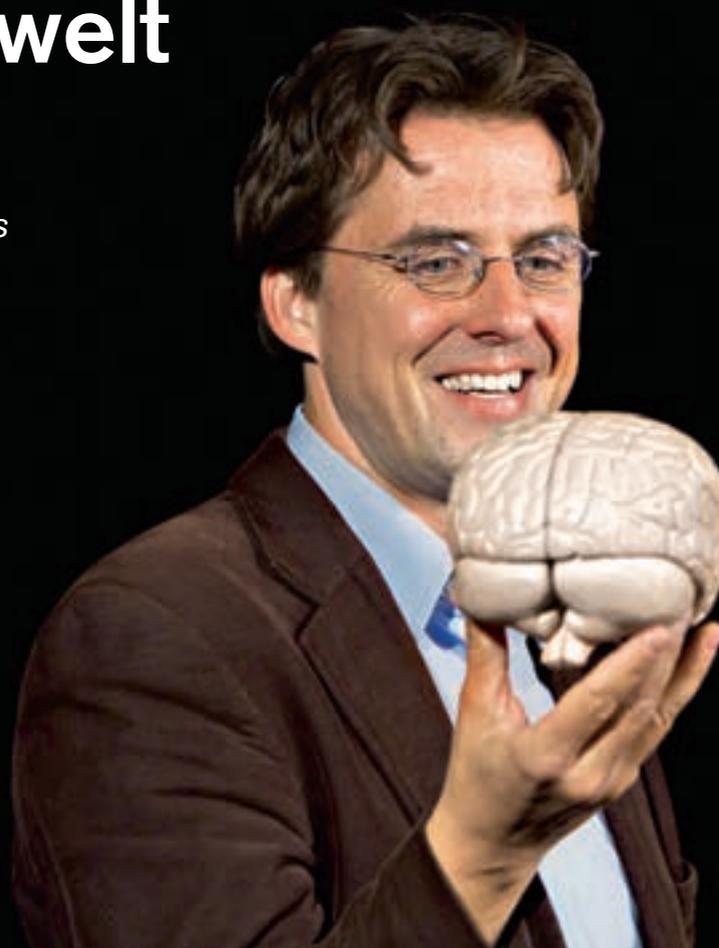
SPRACHLICH • NATURWISS.-TECHNOLOG.  
STAATL. ANERKANNT • GEMEINN. GMBH

Pfingstrosenstraße 73 • 81377 München  
Telefon 089/780707-0 • Fax 089/780707-10

# In der Zauberwelt

*Physik ist nicht alles, dachte sich Thomas Fraps. Seit dem Ende seines Studiums führt er professionell sein Publikum in das Reich der Illusion.*

Von Klaus Wagner



Thomas Fraps erklärt die verblüffende Wirkung von Dopamin und Merlin.

**J**a Sie, in der zweiten Reihe«, sagt der freundlich blickende Herr in tadellosem Anzug und Goldrandbrille, der nun die Hand ausstreckt und eine Dame mit Handschlag begrüßt, als diese die Bühne betritt. Unmittelbares und mehrfaches Knacken verblüfft die Anwesenden. Leicht in die Knie gegangen, sein Handgelenk haltend und mit geblähten Wangen sowie die Augen kugelrund aufgerissen steht der Mann da, schaut die Frau an und starrt dann ins Publikum.

»Sie dachten wohl, mein Handgelenk sei gebrochen«, sagt einen Augenblick später entspannt lächelnd der Mann, und das Publikum lacht. »Aber das Geräusch kam gar nicht von meinem Handgelenk, sondern von meinem Genick«, sagt er und wie zur Bestätigung dreht er ruckartig seinen Kopf und wieder knackt es trocken. Das Publikum lacht erneut und dann noch viel mehr, als er das Geheimnis des Knackens offenbart: Unter seinem Jackett und eingeklemmt in eine Achselhöhle ist ein Plastikbecher verborgen, den er im richtigen Augenblick zusammenquetscht. Das Warm-up für die Show des Zauberers Thomas Fraps hat funktioniert.

## Einen Oscar für Thomas Fraps

Viele Jahre früher: Als kleiner Junge sah Fraps zusammen mit seinem Vater einen Kinofilm mit Bud Spencer und Terence Hill, in dem Hill für ein Pokerspiel Karten kunstvoll mischte und dabei mehrmals auffächerte. Wieder zu Hause beobachtete der Vater seinen Sohn, wie dieser vergeblich versuchte, einen der Ziergriffe nachzumachen und zeigte ihm daraufhin einen Kartentrick. »Er kannte nur einen, aber er begriff gleich, wie sehr ich davon fasziniert war. Zu Weihnachten hat er mir dann ein Buch über Kartentricks geschenkt«, erzählt Fraps. Geweckt war bei dem Jungen nicht nur das Interesse an der Zauberei, sondern auch die Freude daran, kleine Vorstellungen durchzuführen.

Ein paar Jahre später: Der Gymnasiast Fraps überlegte sich, nach dem Abitur ein Philosophie-Studium aufzunehmen, denn die geisteswissenschaftliche Gedankenwelt der großen Physiker hatte ihn sehr fasziniert. Da er aber früh sah, dass die Philosophie zu einer Kunst verkommen könnte, die ihn später nur geistig sättigt, schrieb er sich in Physik ein. Er hoffte, nebenher genügend Zeit zu finden,

um die Weltbilder seiner Idole zu studieren. Leider Fehl-anzeige. Zunächst bestimmten lineare Algebra und später theoretische Physik über sein Zeitbudget.

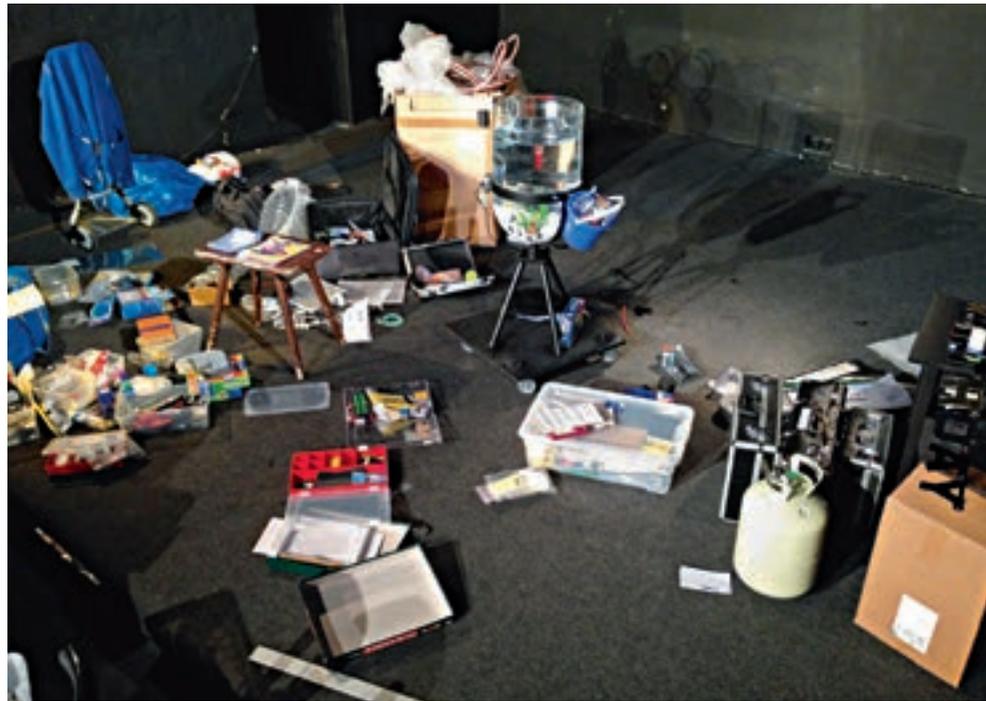
In theoretischer Physik hatte der Student das Gefühl, dass er in der Welt der Formeln nie zu Hause sein und keinen kreativen Umgang damit haben könnte. Und überhaupt, immer nur Physik? Zum Ausgleich zauberte er in seiner Freizeit und verdiente sich Geld mit kleineren Auftritten hinzu, bei denen er die Naturgesetze, die er erlernte, scheinbar brach. Gezaubert hatte Fraps zum Beispiel auf einer Grillparty, während eines Physik-Praktikums am Europäischen Kernforschungszentrum CERN im schweizerischen Kanton Genf. »Dabei sah auch ein Physik-Nobelpreisträger zu. Der hatte zwar eine Hypothese für die Entstehung des Universums erarbeitet, sehr zu seinem eigenen Missfallen die Kartentricks aber nicht durchschaut«, sagt Thomas Fraps.

Jung und ungebounden wie er war, wandte sich Fraps nach dem Diplom vollends der Zauberei zu. Auch heute noch hilft ihm bei der Konstruktion einzelner Kunststücke das analytisch-nüchterne Denkvermögen des Physikers. Neben dem »SARMOTI-Award« von Siegfried und Roy sowie einem Preis bei den Zauberweltmeisterschaften im Jahr 2000 gewann er 2006 den »Zauber-Oskar« der Academy of Magical Arts in Hollywood.

### Zaubern für Publikum und Wissenschaft

Über den Zusammenhang von Wissenschaft und Zauberei verfasste der Meister der Illusion einige Artikel für Zeitschriften. Seinen Darstellungen zufolge steuerten Schausteller im 18. Jahrhundert einen hölzernen »klugen Schwan« mittels verborgener Magnete in einem kleinen Becken. Scheinbar von alleine tippte die Attrappe auf diese Weise Buchstaben am Beckenrand an und formulierte so Antworten auf Fragen des Publikums.

Mittels des »schweren und leichten« Kästchens, hinter dem sich das Phänomen des Elektromagnetismus verbarg, verblüffte der Zauberer Eugène Robert-Houdin Mitte des 19. Jahrhunderts sein Publikum. Ein kleines Mädchen konnte das Kästchen mühelos hochheben, gestandene Männer scheiterten jedoch daran. Da der Elektromagnetismus zur damaligen Zeit noch weitgehend unbekannt



Es ist alles vorbereitet für den Aufbau des Soloprogramms.



Thomas Fraps mit dem hoch-energetischen »Gravitron«-Gerät zur Beeinflussung der Schwerkraft, wodurch sich die Zeit manipulieren lässt.

war, diente der Effekt nicht nur der Erheiterung des damaligen Publikums, sondern auch zur Wissensvermittlung.

Natürlich wolle das Publikum verzaubert werden, sagt Fraps. »Die Zuschauer fordern vom Zauberer geradezu, dass er sie durch eine perfekte Darbietung in die Welt der Unmöglichkeiten und der schönen Geschichten entführt«. Als Beispiel für solch eine Entführung nennt Fraps die Präsentationen des »klugen Hans« durch den Mathematik- lehrer Wilhelm von Osten anfangs des 20. Jahrhunderts. Hans war ein Pferd, das angeblich rechnen konnte. Stellte ihm ein Zuschauer eine einfache Rechenaufgabe, klopfte Hans mit dem Vorderhuf so lange auf den Boden, bis die Zahl der Hufschläge mit dem Ergebnis übereinstimmte. Niemand der Umstehenden ahnte, dass von Osten das Tier trainiert hatte, auf feinste und unbewusste Änderungen in Körpersprache und Mimik der Aufgabensteller zu reagieren. Unbewusste Anspannung beim Stellen der Frage und ebenso unbewusste Entspannung, wenn die Anzahl der Hufschläge mit dem richtigen Ergebnis übereinstimmte.

Die Zauberei war auch schon Teil wissenschaftlicher Experimente. Und auch auf dieser Bühne war Fraps mit



Thomas Fraps in seiner Rolle als Fischbacher Walter aus Rosenheim mit seinen gedankenlesenden Goldfischen.



Erinnert irgendwie an eine Trockenhaube: Der mobile Hirnscanner, gebaut von Thomas Fraps.

Tricks bereits präsent. Zum Beispiel, wenn es galt herauszufinden, welche Gehirnareale aktiv sind, wenn bei einem Ereignis die Verkettung von Ursache und erwarteter Wirkung gestört ist. Wie beim Trick mit dem Händeschütteln und dem scheinbaren Knacken von Gelenken. Fraps steuerte dazu eine Reihe von Tricks bei, welche die Wissenschaftler in einem neurobiologischen Labor der Ludwigs-Maximilians-Universität München für das Experiment auf Video aufzeichneten. Diese zeigten sie dann den Probanden im Magnetresonanztomografen. Auch dem Aha-Effekt, der manchmal als Begleiterscheinung beim Lösen von kniffligen Aufgaben eintritt, versuchten die Münchner Forscher schon mit Hilfe von Fraps' Tricks auf die Spur zu kommen.

### Die ganz große Nummer

Ganz in seinem Element ist der Zauberer jedoch, wenn er in seiner Paraderolle als »falscher Experte« das Publikum unterhält. In dieser Eigenschaft ist Fraps schon oft bei Veranstaltungen von namhaften Industriekonzernen, aber

auch bei Kongressen wissenschaftlicher Vereinigungen, wie der Fraunhofer-Gesellschaft, aufgetreten. Das renommierte naturwissenschaftliche Fachmagazin *Nature* nahm eine Performance bei der Max-Planck-Gesellschaft zum Anlass, den Künstler in der Ausgabe vom 14. April 2005 mit einem Porträt zu würdigen.

Bei Präsentationen dieser Art erweckt zunächst alles noch einen recht vernünftigen Eindruck, egal ob Fraps über Neurobiologie oder Quantenphysik referiert. Dass etwas nicht ganz geheuer ist, merken als Erste die tatsächlichen Experten, denn die Abbildungen der Präsentation werden zunehmend abstruser und Fraps Formulierungen immer verschwurbelter. Die absoluten Laien bleiben längere Zeit verunsichert. Erst am Gelächter und an den Tricks und Gags, die den weiteren Vortrag begleiten, nehmen sie wahr, dass ihnen eine Show vorgeführt wird.

So geschehen auch bei der Veranstaltung »Lichtfest 2015« des Deutschen Museums, die Fraps moderierte. Im Laufe seines Vortrags über die Geschichte des Lichts bat Fraps jemanden aus dem Publikum, einen aufgeblasenen Luftballon an den Haaren zu reiben, und ihm dann zu übergeben. In seiner Linken hielt Fraps eine Glühbirne, die just in dem Augenblick zu leuchten begann, als er den Ballon in seiner rechten Hand hielt. In der Pause, lange bevor allen klar war, dass es sich bei dem Referenten um einen Zauberer handelte, konnte man abseits der umherstehenden Menschen beobachten, wie zwei ältere und sehr erstaunte Männer versuchten, den Effekt zu reproduzieren. Wie sehr sie sich auch abmühten und wie oft sie auch immer neue Abläufe ausprobierten, ein Licht wird ihnen wohl erst später aufgegangen sein.

### Von faulem Zauber und Spielverderbern

»Natürlich stellt sich mir immer wieder die Frage, wie weit man als Zauberer gehen darf«, sagt Fraps. In erster Linie sieht er es als Kompliment für seine Vorstellungen an, wenn ein gezeigter Trick so echt erscheint, dass der Rezipient erstaunt ist und diesen nicht sofort als Täuschung wahrnimmt. Deswegen outet sich der falsche Experte am Ende einer Show immer als Zauberer. Und wenn ihn jemand direkt darauf anspricht, ob es sich bei dem Vorgeführten um einen Trick handelt, dann bejaht er das.



DER AUTOR

Dr. rer. nat. Klaus Wagner ist freier Autor für Wissenschaft und Technik in München.



Falscher Experte: Thomas Fraps als Unternehmensberater für Veränderungsmanagement (links).

Für die Wissenschaft in die Röhre (Mitte).

Porträt mit Hypnoseseibe (unten).

So verpflichtet ihrem Publikum gegenüber sind Künstler und Zauberheiler nicht, die Zuschauern oder gar Hilfesuchenden trickreich das Geld aus der Tasche ziehen, indem sie vorgeben, übersinnliche Kräfte zu besitzen. Als Beispiel seien die Wunderheiler auf den Philippinen genannt, die blutige Operationen vortäuschen. Bei diesen entfernen sie vorgeblich mit bloßen Händen und ohne Skalpell krankes Körpergewebe. In Wirklichkeit aber ist es nur ein Stück blutiges Hühnerfleisch, das aus der geballten Faust gezogen wird. Die drückt so geschickt auf die Bauchdecke, dass eine Delle entsteht und damit der Eindruck, die Finger steckten im Körperinneren.

Eine anderes Szenario: In einer düster wirkenden Serie eines privaten deutschen Fernsehsender, offenbart der »Magier mit der Maske« Geheimnisse seriöser Zauberkunst und sorgte damit für Aufregung in der Zauberszene. So kann man in einer Sendung erfahren, was sich an Technik dahinter verbirgt, wenn ein Streichquartett von der Bühne weg- und wieder hingezaubert wird. Allerdings, so Fraps, schein die Sendung nicht so sehr zu schaden, dass das Publikum keinen Spaß mehr an seinen Livevorführungen habe.

Was ihn neben dem Verrat der Geheimnisse sehr ärgere ist, wie lieblos die Sendung gemacht sei und dass sie am künstlerischen Kern der Zauberei vorbeigehe. »Unsere Kunst wird dargestellt, als sei alles so leicht und billig«, sagt der Experte. Liebevollere Darstellungen wie Illusionen zustande kommen, Erklärungen, warum der Zauberer wann wo steht und welche ablenken-



den Wirkungen Gags haben, könnten seiner Ansicht nach die Wertschätzung des Publikums der Zauberei gegenüber erheblich steigern.

### Der lange Weg bis zur Vollendung

Einen neuen Trick so einzustudieren, dass er die Zuschauer zum Erstaunen bringt, ist auch für einen versierten Zauberer keine leichte Aufgabe. Er ist ja bestens im Bilde, was die Tricktechnik anbelangt. Und ein Publikum zu verzaubern, das lässt sich weder vor dem Spiegel, noch mit Hilfe von Videoaufzeichnungen oder Kollegen üben. Auch das Einstudieren von einzelnen Abläufen und Texten für Gags ist nur eine Voraussetzung für eine gelungene Darbietung.

»Wenn ich einen Trick zum ersten Mal vor Kollegen vorführe, weiß ich, wie ich die Tricktechnik verstecken und anwenden muss. Damit ist oft schon ein schwieriger Teil der Arbeit getan, auch was die Konstruktion der Technik anbetrifft, die schon einmal mehrere Tausend Euro kosten kann«, erklärt der Perfektionist. Der Aufbau eines Soloprogramms nimmt oft einen Arbeitstag in Anspruch und kann für einen einzelnen Trick bis zu zwei Stunden dauern. Am Abend gilt es dann, die Besucher auf das Angenehmste zu unterhalten. »Vor dem Publikum ist jede Vorführung ein Experiment, bei dem entscheidend ist, wie die Zuschauer reagieren«, sagt Fraps.

Nach der ersten Vorführung beginnt die Evolution des Tricks, denn im Laufe der Jahre lernt Fraps durch Gespräche

viele kreative Lösungen für ein Kunststück kennen, die aber nicht notwendigerweise richtig sind. Darauf muss er seine Zauberkunststücke einstellen, um bei den nächsten Vorführungen diese Lösungen im Kopf der Zuschauer auszuschließen. Denn auch falsche Lösungen führen dazu, dass den Zuschauern das Staunen abhanden kommen kann. »Ich möchte gerne erleben, dass das Publikum staunt und mir das Gefühl entgegenbringt: Sag' mir nicht, wie du das gemacht hast, sondern mache es bitte noch einmal«, wünscht sich der Zauberer Thomas Fraps. ■■



Typische Keramikbausteine aus dem Anker-Richter-Baukasten, Ende des 19. Jahrhunderts.

*Seit Mitte des 19. Jahrhunderts sind technische Baukästen beliebte Geschenke. Spielerisches Bauen und Konstruieren sollte Kinder und Jugendliche auf das Leben in einer zunehmend technisierten Gesellschaft vorbereiten.*

Von Artemis Yagou

## **Spielerisches Bauen und Konstruieren**



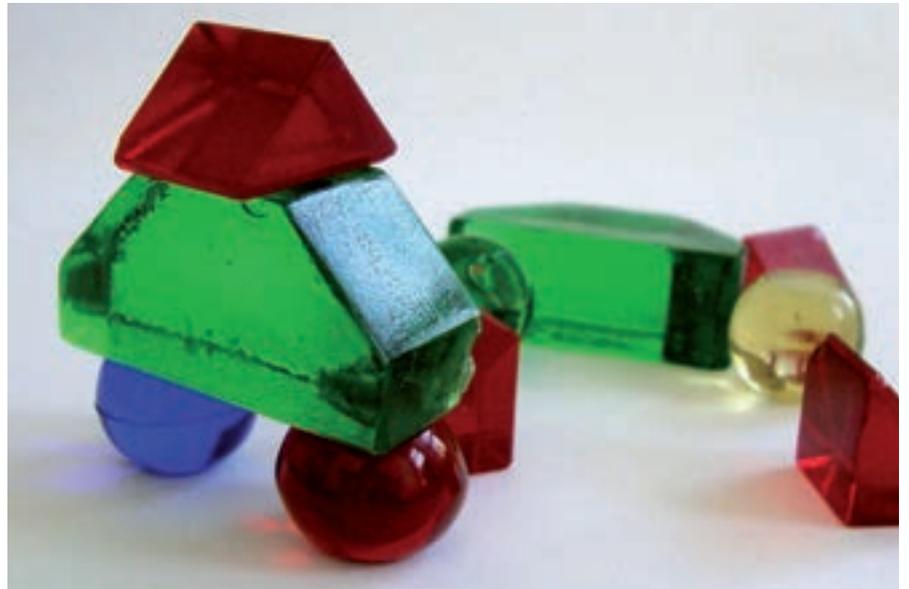
Glasbausteine des »Dandanah-Baukastens«, Anfang der 1920er Jahre (rechts).

Titelbild einer Broschüre, die sowohl den vergnüglichen als auch den erzieherischen Wert von Baukästen betont (unten).

Das Deutsche Museum sammelt bekanntlich technische Artefakte. Weniger bekannt ist allerdings, dass zu den Sammelobjekten des Hauses auch technisches Spielzeug aller Art gehört, besonders technische Baukästen mit Holz-, Keramik-, Metall- oder Kunststoffbauteilen. Sie sind interessante zeithistorische Zeugnisse, die den engen Zusammenhang zwischen Architektur, Technik und Spiel aufzeigen. Mit diesen Baukästen sollten die Kinder bauen und konstruieren, und gerade dadurch unterschieden sie sich grundlegend von anderem wissenschaftlichen und technischen (Lern-)Spielzeug wie Chemie- und Radio-baukästen oder etwa Spielzeugeisenbahnen. Lernspielzeug zum Selberbauen gab es schon seit dem Ende des 17. Jahrhunderts. Ein Beispiel sind die Holzklötzchen, auf deren Flächen Buchstaben aufgemalt waren. Sie wurden verwendet, um den Kindern das Alphabet beizubringen. Ein Markstein in der Geschichte des Lernspielzeugs waren überdies die sogenannten Fröbelgaben, die der Reformpädagoge Friedrich Fröbel (1782–1852) um 1837 entwickelt hatte. Dabei handelte es sich um Sets aus hölzernen Kugeln, Zylindern und Würfeln, mit denen die Kinder in den von Fröbel begründeten Kindergärten spielten.

Der Kindergarten als Bildungseinrichtung hat sich inzwischen in der ganzen Welt durchgesetzt. Inspiriert von Fröbel kamen seit 1837 immer mehr Konstruktionsbaukästen auf den Markt. Sie erfreuten sich ein Jahrhundert lang, bis zum Ausbruch des Zweiten Weltkriegs, großer Beliebtheit. Nach Kriegsende lösten Kunststoffe die traditionellen Materialien von Baukästen, also Holz, Keramik und Metall, ab: Legobausteine sind das bekannteste Beispiel dafür.

Dem Historiker liefern diese scheinbar trivialen Alltagsobjekte zahlreiche Informationen über die kulturellen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen der Entstehungszeit, und damit trägt die Beschäftigung mit dem Lernspielzeug tatsächlich zu einem besseren Verständnis der Gesellschaften bei, in denen sie entwickelt wurden. Das technische Spielzeug und die Spielmöglichkeiten, die es eröffnete, führen zu erstaunlichen Erkenntnissen über das Verhältnis einer Gesellschaft zur Technik; schließlich diente diese Art Spielzeug immer auch als Experimentierfeld, um neue Vorstellungen über die Rolle der Technik in



einer Gesellschaft hervorzubringen. Technische Spielzeuge zeigen, welche Wünsche, Bedürfnisse und Visionen eine Gesellschaft bezüglich ihrer technologischen Zukunft entwickelte und wie diese Vorstellungen in ihre Erziehungsbemühungen einfließen.

### Die Abteilung »Technisches Spielzeug« des Deutschen Museums

Die Ausstellung »Technisches Spielzeug« im Deutschen Museum wurde 1986 eröffnet. Sie war zunächst als temporäre Ausstellung geplant, wurde dann aber wegen ihres großen Erfolgs und ihrer Beliebtheit als Dauerausstellung präsentiert. Ein großer Teil der Spielzeugsammlung des Deutschen Museums ist dort ausgestellt. Weitere Objekte befinden sich im Depot, darunter solche Raritäten wie das Dandanah, ein Set aus farbigen Glasbausteinen, das um 1920 von dem bekannten Architekten Bruno Taut (1880–1938) hergestellt wurde. Das Dandanah ist in mehrfacher Hinsicht ein faszinierender Baukasten, nicht nur, weil Bausteine aus Glas natürlich sehr ungewöhnlich, allerdings auch sehr unpraktisch sind. Faszinierend ist das Dandanah auch wegen der implizierten Utopie einer besseren Welt, die die bunten und transparenten Glasbausteine verkörpern. Sie verweisen, wie der indisch klingende Namen Dandanah suggeriert, letztlich auf verschiedene Farbtheorien und auf östliche Philosophien. Anhand dieses Objekts lassen sich also mehrere Aspekte aufzeigen, die die Beschäftigung mit technischem Spielzeug so interessant und facettenreich machen.

### Warum spielen wir?

In den 1930er Jahren veröffentlichte der niederländische Kulturhistoriker Johan Huizinga (1872–1945) sein bekanntes, mittlerweile zum Klassiker der Kulturwissenschaften avanciertes Buch *Homo ludens*. Darin definiert er das Spiel als eine freiwillige Handlung oder Beschäftigung. Spiel ist Huizinga zufolge Selbstzweck und ganz bewusst außerhalb des »normalen« Lebens angesiedelt, es fesselt und absorbiert den Spieler völlig. Ein anderer Spieltheoretiker, der französische Soziologe und Philosoph Roger Caillois (1913–1978), erweiterte diese Definition in den 1950er Jahren, indem er dem Spiel folgende sechs Cha-

### Zum Weiterlesen

Stefan Poser, *Glücksmaschinen und Maschinen Glück: Grundlagen einer Technik- und Kulturgeschichte des technisierten Spiels*, Bielefeld 2017.

Artemis Yagou, *Modernist Complexity on a Small Scale: The Dandanah Glass Building Blocks of 1920 from an Object-based Research Perspective*, München 2013 (Deutsches Museum Preprint 6).

Helmut Schwarz, Ansgar Henze und Marion Faber, *Eisenzeit: Geschichte des Metallbaukastens*, Nürnberg 1995.

Annette Noschka und Günter Knerr, *Bauklötze Stauen – 200 Jahre Geschichte der Baukästen*, München 1986.

rakteristika zuschrieb: dass es »frei« ist, völlig unabhängig von der täglichen Routine, offen im Ausgang, unproduktiv, von speziellen Regeln bestimmt und auf einer fiktiven Wirklichkeit beruhend. Auf der Basis dieser Definition unterschied Caillois zwischen paidia, d.h. dem Ausleben der unkontrollierten Fantasie beim spontanen Spielen, und ludus, der künstlichen Reglementierung des Spiels, die konzentrierte Anstrengung, Geduld, Geschicklichkeit und Einfallsreichtum erfordert. Nach dieser Definition gehören die technischen Baukästen zur Kategorie ludus. Beim Bauen und Konstruieren handelt es sich nämlich nicht um spontanes oder freies Spielen, vielmehr erfordert die Beschäftigung mit technischen Baukästen typischerweise beträchtliche Konzentration und ernsthaftes Bemühen. Nicht von ungefähr wurden die technischen Baukästen mit dem Ziel entwickelt, Kinder, besonders die Jungen, zu Erwachsenen mit bestimmten Fähigkeiten und Kompetenzen zu erziehen. So sind technische Baukästen also zwischen Arbeit und Spiel, Pflicht und Freizeit anzusiedeln.

### Training wünschenswerter Kompetenzen

Dass das Bauen und Konstruieren mit technischen Baukästen letztlich eher Arbeit als Spiel ist, geht auch daraus hervor, dass die Kästen üblicherweise mit einer Gebrauchs- und Bedienungsanleitung ausgestattet sind, die detaillierte Anweisungen liefern, welches Objekt oder welche Konstruktion wie gebaut werden muss. Das Spielen mit Baukästen wurde von den Erwachsenen als Einübung positiv besetzter Eigenschaften wie Geduld, gehorsames Befolgen gegebener Anweisungen und Vorschriften, systematisches Vorgehen, Beharrlichkeit, manuelle Geschicklichkeit und Detailgenauigkeit gesehen – jedenfalls sollten sie weitaus mehr als nur rein technische Fähigkeiten und Fertigkeiten fördern. Die Eltern überwachten den Fortgang dieses





Lernprozesses häufig selbst und griffen korrigierend oder helfend ein. Die Kinder waren beim Spiel also einem erheblichen Erfolgsdruck ausgesetzt, um den Erziehungsidealen ihrer aus der bürgerlichen Mittelschicht stammenden Eltern zu entsprechen.

Vor dem Ersten Weltkrieg war die zwischen 1880 und 1963 existierende Firma Anker-Richter aus Rudolstadt in Thüringen der weltweit erfolgreichste Hersteller technischer Baukästen und der führende Exporteur auf diesem Gebiet. Bekannt war die Firma vor allem wegen ihrer raffinierten Marketingstrategien und der sorgfältig erarbeiteten Bedienungsanleitungen, in denen häufig Presse- und Erfahrungsberichte zufriedener Eltern als Qualitätszeugnis abgedruckt wurden. So wurden die Anker-Richter-Spielzeuge 1887 in der renommierten *Illustrated London News* als beste Erziehung für die »Geschmacksbildung und die Herausbildung eines Empfindens für gutes Design« und »ideale Vorbereitung auf ein künftiges Ingenieurstudium« gepriesen. Im gleichen Ton schrieb ein Londoner Architekt im Jahr 1888: »Zweifellos werden diese Baukästen zu erlesenem Geschmack und auch zu Erfindungsgabe erziehen; Architekturstudenten sollten mit ihnen immer wieder ein paar Stunden lang konstruieren und bauen, um die Wirkung von Licht und Schatten auf Gebäude zu studieren.« Weitere Stimmen besagten, dass Jungen dank der Anker-Richter-Kästen besonders gut auf dem Gebiet der Geometrie geschult und schon früh mit Hohlkörpern wie Würfel, Pyramide und Zylinder vertraut gemacht würden.

### Marketing für Jungen

Die Verpackungen, Bedienungsanleitungen, Anzeigen und das überlieferte Werbematerial lassen erkennen, welche Zielgruppen die Hersteller im Visier hatten. Bei den Holz- und Keramik-Baukästen, die im späten 19. Jahrhundert auf den Markt gekommen waren, wurde noch nicht scharf zwischen männlichen und weiblichen Nutzern unterschieden.

Von manchen Kindern wurde das Spiel mit technischen Baukästen als Pflichtübung betrachtet. Beim Bauen sollten sie auch gesellschaftlich gewünschte Tugenden wie Geduld, gehorsames Befolgen von Anleitungen oder Genauigkeit erlernen. Oft kontrollierten die Erwachsenen den Fortgang der »Bauarbeiten«.

Hingegen hatte man in den ersten Dekaden des 20. Jahrhunderts bei der Vermarktung der Metallbaukästen ausschließlich die Jungen im Auge. In England beherrschte die Firma Meccano den Markt für Metallbaukästen; in Deutschland waren die Unternehmen Märklin und Stäbil auf diesem Gebiet führend. Alle drei Hersteller wandten sich mit ihren Werbekampagnen zumeist an Jungen. Eine Werbeanzeige, die 1930 in der *Münchener Illustrierten Presse* erschien, bezeichnete die Metallbaukästen als »Ingenieurskunst für Knaben« und behauptete, dass »jeder moderne Junge sich nichts sehnlicher als einen Meccano-Baukasten wünscht, mit dem er funktionsfähige Modelle von Kränen, Maschinen, Brücken, Automobilen und Hunderte anderer Konstruktionen bauen kann. Schenken Sie Ihrem Jungen zu Weihnachten einen Meccano-Baukasten, und Sie werden ihm das feinste, anregendste und spannendste Spiel, das überhaupt existiert, an die Hand gegeben haben«. Metallbaukästen galten als »ideales Spiel der Welt« und nützten letztlich sogar der künftigen Karriere, wie die Werbung hervorhob. Durch besondere Marketingmaßnahmen wie das gemeinsame Spielen in organisierten Gruppen oder die Veranstaltung von Wettkämpfen sorgten die Hersteller dafür, dass die Jungen von sich aus Spielgruppen gründeten und sich dadurch der Kundenkreis stets erweiterte. Diese Strategie lag auch Werbeslogans wie diesem zugrunde: »Wir werden ihm ein Exemplar portofrei zusenden, wenn er uns die Namen und Adressen von drei Freunden angibt.«

### Spielen als Pflicht

Neben individuellen Fertigkeiten wurde beim Spielen mit den Baukästen auch die Zusammenarbeit mit anderen gefördert. So findet man in den Werbebroschüren Abbildungen, die zweifellos idealisiert sind und einzelne ins Spiel versunkene Kinder zeigen, aber auch viele Abbildungen, auf denen zwei oder mehr Kinder friedlich zusammenspielen. Doch wie sah es in Wirklichkeit aus? Wie empfanden die Kinder ihr Spiel? Natürlich kann man die Gefühle der Kinder beim Spiel im Nachhinein schlecht rekonstruieren, aber wir können uns ihnen nähern, indem man Quellen analysiert, die mehr mit der Psychologie der Kinder zu tun haben als die Firmenkataloge und Werbebroschüren.



Die Illustration auf der Schachtel eines Metallbaukastens zeigt einen stolzen jungen Baumeister vor seiner komplexen Krankonstruktion.

### Konrad Zuse, ein Fan von Metallbaukästen

Spaß am Spiel allerdings hatte der bekannte Computer-Wissenschaftler Konrad Zuse (1910–1995) in seiner Jugend. In der 1969 erschienenen Autobiografie *Der Computer – Mein Lebenswerk* berichtet er von dieser Leidenschaft und Begeisterung. Zuse schreibt hier über sein Leben als Jugendlicher in Deutschland in der Mitte der 1920er Jahre: »Überhaupt war mein Stabilbaukasten in dieser Zeit mein ein und alles. [...] Einstweilen [...] galt meine Vorliebe Kränen und Greifern. Auf dem Schrank in meinem Zimmer baute ich einen riesigen Greiferkran, der über Schnüre in allen seinen Bewegungen von meinem Schreibtisch aus bedient werden konnte. Besondere Schwierigkeiten bereitete dabei die Schließbewegung des Greifers, deren Steuerung durch die Laufkatze und ihre Schwenkbewegung hindurchgeleitet werden mußte. Mit dem Stabilbaukasten beteiligte ich mich auch an Wettbewerben der Lieferfirma; mit den Preisen, die ich gewann, erwarb ich Ergänzungsbaukästen.«

### Quellen der Alltagsgeschichte

Ein besonderes Werbematerial der Firma Anker-Richter war die *Anker-Zeitung*, ein Magazin, das zwischen 1913 und 1928 erschien. Darin wurden regelmäßig Briefe von fast ausschließlich männlichen Nutzern veröffentlicht, die ihre Erfahrungen mit Anker-Produkten beschrieben. Eine interessante Ausnahme ist ein Artikel einer weiblichen Nutzerin aus dem Jahr 1928, die ihre Begeisterung für diesen Spielzeug als Kind beschrieb: »... ich hielt [die Bausteine] nicht für wahr, sondern für ein Märchen, denn dass es etwas so Wunderbares wirklich geben könnte – das schien mir einfach unglaublich. ... Aber – oh Wunder – als ein Jahr vorüber war und das Christkind wieder kam, da lag unter dem Baum ein wirklicher Anker-Baukasten, mit dem man richtige Häuser, Kirchen und andere Bauten ausführen konnte. Ich kam mir wirklich wie ins Feenland versetzt vor. Dass ich nächste Weihnachten keinen anderen Wunsch hatte als eine neue Fortsetzung, ist natürlich. Ich hatte nun Nr. 15 in Folge und baute eifriger denn je. Aber eine weitere Folge habe ich mir nicht mehr gewünscht. Das kam daher, daß meine Mutter streng darauf sah, daß der Bau immer noch am gleichen Tag wie-



Ganz ins Bauspiel versunken erscheinen die drei Buben auf dem illustrierten Deckel des Baukastens Thuringia.



DIE AUTORIN

**Dr. Artemis Yagou** ist Design- und Technikhistorikerin und zur Zeit Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Forschungsinstitut des Deutschen Museums, wo sie sich mit der Geschichte und der Bedeutung von technischem Spielzeug, besonders von technischen Baukästen, beschäftigt.

1926 schrieb ein achtjähriger Junge aus England seinen Eltern aus dem Internat: »Heute hat es geregnet, deshalb habe ich mit meinem Meccano-Baukasten gespielt.« In der erhaltenen Korrespondenz, die heute im Victoria and Albert Museum of Childhood (London) aufbewahrt wird, gibt es einen weiteren Brief, den er als Zwölfjähriger schrieb. Darin berichtete er über seine Gesundheit, seine täglichen Aktivitäten und seine schulischen Leistungen und ergänzt: »Mein Freund und ich sind gerade dabei, einen elektrischen Automotor mit unserem Meccano-Baukasten zu konstruieren. Wir haben zwar nicht alle Bauteile, die wir dazu brauchen, aber ich kann wahrscheinlich einiges aus meinem Baukasten nehmen und das, was uns noch fehlt, dann noch erwerben. Wahrscheinlich werden wir einen Akkumulator kaufen müssen.« Aus dem ganzen Briefkonvolut dieses Jungen klingt deutlich erkennbar das Pflichtgefühl heraus, etwas Sinnvolles spielen zu müssen; dass das Spiel mit dem Meccano-Baukasten Spaß machte, kommt dagegen nicht so stark zum Ausdruck.

der abgeräumt und die Steine eingeschichtet wurden. Und das war eine ermüdende Sache. Bei noch größeren Bauten, das sah ich ein, hätten weder Zeit noch Geduld ausgereicht. Aber gebaut habe ich auch als erwachsenes Fräulein noch. Mit meinem Vater zusammen, der im Alter plötzlich Geschmack daran gewonnen hatte; manchen langen Winterabend vertrieben wir uns so – und er war es auch, der anordnete, die Bauten dürften einige Tage stehen bleiben, denn er wollte sich von seinen Kunstwerken nicht so schnell trennen.«

Solche Quellen erlauben es, die Gefühle beim Spiel aus der Perspektive der Kinder erfassen. Ein Nachteil dieser Quelle ist allerdings, dass hier ein Erwachsener spricht, der seine Empfindungen und Gefühle aus der Rückschau schildert und dabei die Vergangenheit vielleicht ein bisschen idealisiert. Tatsächlich besitzen wir nur wenige Zeugnisse, die uns unmittelbare Auskunft über die Empfindungen von Kindern geben.

### Forschungsprojekt am Deutschen Museum

In einem am Forschungsinstitut des Deutschen Museums durchgeführten Forschungsprojekt versucht man, weitere schriftliche Quellen in Form von Autobiografien, Tagebucheinträgen oder Briefen zu entdecken, in denen Konstruktionsbaukästen erwähnt werden und die zugleich etwas über die Umstände verraten, unter denen die Kinder das Spiel mit ihnen erlebten. Möglicherweise schlummern solche Quellen aus dem späten 19. und frühen 20. Jahrhundert noch vergessen in irgendwelchen Schachteln und Schubladen und harren darauf, eines Tages entdeckt zu werden.

Eine weitere, bislang noch ungeklärte, Frage ist, ob sich die Kinder darüber bewusst waren, dass sie ein ausgesprochen technisches Spielzeug benutzten. Haben diese Baukästen möglicherweise sogar dazu beigetragen, dass sie später einen technischen Beruf ergriffen?

Einige dieser Fragen können wir anhand der Biografien berühmter Männer, etwa der des bereits erwähnten Computerpioniers Konrad Zuse oder des Architekten Frank Lloyd-Wright (1867–1959) beantworten. Letzterer schreibt in seiner Biografie, dass seine Erfahrungen mit technischem Spielzeug im Kindergarten ganz wesentlich



Als Teenager zeichnete der Computerpionier Konrad Zuse einen Kran, den er in seinem Jugendzimmer gebaut hatte.

dafür verantwortlich waren, dass er später Architektur studierte.

Das hier geschilderte Forschungsprojekt versucht, solche Informationen von bisher unbekanntem und weniger bekannten Personen aufzufinden und auszuwerten. Nur dann kann man wirklich klare Aussagen darüber machen, welche Rolle das Spiel mit technischem Spielzeug im Leben einzelner Individuen hatte und wie es ihre Einstellungen über Technik im Alltag beeinflusste und prägte. ■■

# Wider den Aberglauben



William Blake (1757–1827),  
*Newton*, Monotypie, Tate  
 Britain, London.

## *Die »Volksnaturlehre« des Johann Heinrich Helmuth. Von Claus Priesner*

**D**as 17. und 18. Jahrhundert ist als das Zeitalter der Aufklärung bekannt. Deren führende Köpfe waren Naturforscher oder Philosophen, die aber in der Regel keinen Kontakt zu den »normalen« Menschen suchten. Die wichtige Aufgabe der Popularisierung der von dieser Geisteselite formulierten Leitsätze bzw. ihrer Forschungsergebnisse wurde daher von anderen wahrgenommen. Häufig waren diese Vermittler protestantische Pastoren. Einer von ihnen wurde mit seinen volkspädagogischen Schriften zu Lebzeiten sehr bekannt, ist heute aber vergessen. Eine Spurensuche.

### **Die Entstehung der Volkspädagogik**

Bislang war die Meinung vorherrschend, dass sich die Aufklärung lediglich innerhalb einer internationalen Elite ereignete. Seit kurzem richtet sich das Interesse der historischen Bildungsforschung auf die »Volkspädagogik«, also

die Vermittlung »aufgeklärten« Denkens an breitere Bevölkerungsschichten. Wie sich zeigte, verfassten in der Zeit von etwa 1750 bis 1850 mehrere Tausend Autorinnen und Autoren die gewaltige Menge von rund 17 000 Schriften, mit dem Ziel, bei gering gebildeten Lesern aufklärerisches Gedankengut zu popularisieren. Es entstand eine umfangreiche Lehrbuchliteratur, die vorrangig für den Gebrauch an Schulen gedacht war. Nicht weniger interessant ist eine Literaturgattung, die sich auch an Erwachsene richtete und sich bemühte, herkömmliche Denkschablonen und tradierte Vorstellungen – von den Aufklärern pauschal als »Aberglauben« bezeichnet – infrage zu stellen und im Sinne rationaler Erklärungen zu korrigieren. Hierbei stellte sich ein Problem, das den Verfassern dieser volkserzieherischen Werke kaum bewusst gewesen sein dürfte, nämlich das zu jener Zeit noch ziemlich mangelhafte naturwissenschaftliche Erkenntnisniveau. Wenn man als »abergläu-

*Unterricht im Naturalienkabinett.* Kupferstich von Daniel Chodowiecki (1726–1801). JB. Basedow *Elementarwerk*, Berlin, Dessau 1774.



bisch« eingestufte Haltungen oder Ansichten widerlegen wollte, musste man über einleuchtende Erklärungen verfügen. Solche waren aber oft nicht vorhanden, weshalb die als Korrekturen gedachten Belehrungen häufig selbst inkorrekt oder unvollständig waren. Dieses Dilemma ist auch charakteristisch für eines der seinerzeit beliebtesten Bücher dieser Art, nämlich die *Volksnaturlehre zur Dämpfung des Aberglaubens* von Johann Heinrich Helmuth.

### Der Autor Johann Heinrich Helmuth

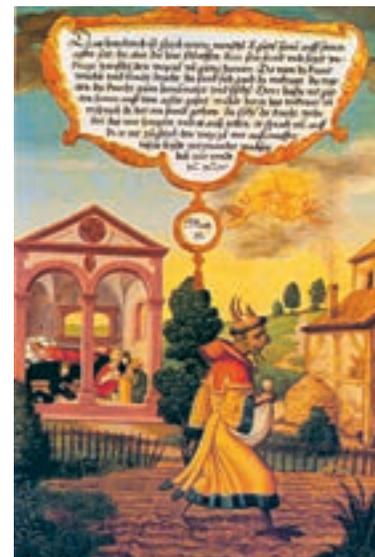
Über Johann Heinrich Helmuth liegen nur wenige biografische Angaben vor. Er wurde 1731 in Helmstedt geboren, studierte dort Theologie und wurde 1762 Pastor. 1786 erhielt er die Pfarrstelle in Calvörde (Sachsen-Anhalt) und wurde Superintendent. 1812 zum Doktor der Theologie promoviert, wurde er zudem Ehrenmitglied der »Herzoglich Deutschen Gesellschaft« seiner Heimatstadt, einer literarisch-pädagogisch-philanthropischen Gesellschaft. Er verstarb am 21. Mai 1813 in Calvörde. Helmuth war von der Notwendigkeit überzeugt, die in der Bevölkerung verbreiteten volksmagischen Vorstellungen bekämpfen zu müssen. Er verfasste mehrere naturkundliche Schriften, beispielsweise eine Abhandlung *Von der wohlthätigen Erfindung des Blitzableiters* (1779) und eine *Allgemeine Betrachtung über die wahre Beschaffenheit und Größe des Weltalls* (1812). Bekannt wurde er indes erst mit seiner *Volksnaturlehre*.

Im Vorwort zur ersten Auflage erläutert Helmuth seine Zielsetzung, die sich über die nachfolgenden Ausgaben nicht änderte, wenngleich inhaltlich Ergänzungen erfolgten: »Die Absicht gegenwärtiger Schrift ist keine andere, als den Verstand des gemeinen Mannes aufzuklären, und dadurch die Herrschaft des Aberglaubens zu zerstören.« Diesem Übel wolle er abhelfen, »denn es ist gewiß, dass die Erkenntnis der Naturlehre der stärkste Damm sey, den man dem Strom des Aberglaubens entgegensetzen kann«. (Es ist interessant, dass ein evangelischer Pastor die »Erkenntnisse der Naturlehre« für geeigneter hält, den »Aberglauben« zu bekämpfen, als die Lehren seiner Kirche.) Helmuth erklärt, er habe sein Buch für Erwachsene wie Jugendliche geschrieben, denn »es scheint mir kein besseres Mittel zur Tilgung des Aberglaubens zu seyn, als die Ein-

führung einer Volksnaturlehre in die Schulen«. Damit sind Motiv und Ziel seines Buches, das »nach dem neuesten Zustande dieser Wissenschaften« (der Naturwissenschaften) verfasst sei, klar benannt. Mittels naturwissenschaftlich begründeter Erklärungen möchte Helmuth sowohl das Verständnis der Natur fördern wie auch in seinen Augen verderbliche, auf falschen Vorstellungen basierende Ansichten bekämpfen. Ob er seinem Anspruch, dabei nach dem neuesten wissenschaftlichen Kenntnisstand zu verfahren, einlösen konnte, werden wir noch sehen. Am Ende der Vorrede wird Helmuth dann konkret:

»Bei vielen unwissenden und einfältigen Leuten ist die alberne Meinung eingewurzelt, dass der Mensch mit dem Teufel einen Bund machen, durch dessen Hilfe übermenschliche Dinge verrichten, und Menschen und Vieh bezaubern könne. Nichts schiene mir daher nöthiger zu seyn, als eine so hirnlose Meinung aus dem Weg zu räumen. Aus dieser Ursache habe ich bei Widerlegung einiger abergläubischer Irrthümer hin und wieder den Gedanken geäußert, dass der Teufel in die Körper nicht unmittelbar wirken könne.«

Helmuth räumt ein, dass er die letztere Behauptung nicht beweisen könne, erklärt aber, es sei seines Erachtens nach »höchst unwahrscheinlich, dass Geister, die nicht mit einem organischen Körper vereinigt sind, unmittelbar in die Körper sollten wirken, aus Luft oder anderen Materien Gestalten bilden, oder wohl gar Gewitter sollten hervorbringen können«. Aufgrund dieser quasi-physikalischen Erklärung hält es Helmuth für »höchst ungereimt, dass ein solcher mächtiger Dämon, einem alten Weibe oder schlechten Kerl zu Befehle stehen, und sich durch läppische Ceremonien sollte zwingen lassen, auf ihren Wink Erscheinungen zu veranstalten, oder übermenschliche Dinge zu verrichten.« In der Vorrede zur 3. Auflage greift Helmuth das Thema erneut auf und erklärt, er habe es sich



Die Szene aus dem Mömpelgarder Altar (um 1540) zeigt im Vordergrund den Teufel. Darüber der Text des Gleichnisses vom Weizenkorn, Matthäus 13,24–30. Kunsthistorisches Museum, Wien.



*Vorbereitungen für den Hexensabbat*, David Teniers (1610–1690), New York, Private Collection Lawrence Steigrad Fine Arts

»auch angelegen seyn lassen, die scheinbaren Einwürfe zu widerlegen, die man für die Wirkungen des Teufels in die Körper und Seelen der Menschen aus der Heiligen Schrift anzuführen pflegt«. Man muss hier auch die theologische Problematik beachten, die ein Geistlicher wie Helmuth zu berücksichtigen hatte. Schließlich hatten die christlichen Kirchen bis ins 18. Jahrhundert hinein die Auffassung vertreten, »Wirkungen des Teufels« auf die Körper alter Weiber seien sehr wohl möglich, andernfalls hätte es keinen Hexenflug zum Hexensabbat geben können.

### Die »Volksnaturlehre«

Das Werk selbst, dessen 5. Auflage von 1803 hier herangezogen wird, ist in 15 »Hauptstücke« (Kapitel) unterteilt und entspricht damit der damals üblichen Lehrbuchgestaltung. Den Anfang bilden Betrachtungen zur »Naturlehre« im Allgemeinen, dann folgen Kapitel zur Beschaffenheit der Körper, ihren Bewegungsgesetzen und der Schwerkraft. Das sechste Hauptstück behandelt das Wasser, das 7. und 8. die Luft, das 9. das Feuer. Das damals sehr aktuelle Thema der Elektrizität wird im 10. Kapitel behandelt, gefolgt von den »Luftbegebenheiten«, also der Meteorologie. Das 12. Kapitel ist den Himmelskörpern gewidmet, die drei abschließenden den drei »Reichen« der Natur: Mineralien, Pflanzen und Tieren.

Pädagogisch interessant ist die innere Gestaltung der Hauptstücke, die in mehrere Paragraphen unterteilt sind, in denen zunächst bestimmte Informationen gegeben werden, die anschließend mit vorformulierten Fragen abgefragt werden. Häufig schließen sich noch »Erzählungen« an, die das Erklärte mit Vorfällen aus dem praktischen Leben und deren Erläuterung bildhaft verdeutlichen sollen. Gerade diese Erzählungen sind aus wissenschafts- und kulturhistorischer Sicht von hohem Interesse, weil sie Einblicke in die damalige Lebenswelt bzw. das Weltbild eines volkspädagogisch inspirierten Aufklärers gestatten.

### Ein Blick in das Werk

Betrachten wir nun einige ausgewählte Kapitel von Helmuths Werk, in denen sein Verständnis des Begriffs »Aberglaube« ebenso deutlich wird, wie seine Versuche, diesen zu bekämpfen. Einleitend stellt Helmuth fest, dass die »Naturlehre«, womit er alle Arten von Naturforschung meint, von großer Nützlichkeit sei, weil sie das praktische Leben erleichtere und zudem der Gesundheit und dem Wohlbefinden diene, indem sie dem Menschen die durch Unwissenheit bewirkte Furcht nehme, die ein wichtiger Grund für den schädlichen Aberglauben sei. Auffallend ist, dass sich Helmuth, entgegen der Behauptung, auf dem neuesten Stand der Wissenschaft zu sein, mit einem recht veralteten Materiebegriff begnügt. Er folgt ganz der traditionellen Elementenlehre der vier aristotelischen Elemente Feuer, Luft, Wasser und Erde. Die im Jahr 1803, zur Zeit der 5. Auflage der *Volksnaturlehre*, schon bekannten und anerkannten Arbeiten von Antoine Laurent Lavoisier (1743–1794), die diese Position unhaltbar machten, kennt er entweder nicht oder er ignoriert sie. Selbst zum Zeitpunkt der ersten Auflage der *Volksnaturlehre* anno 1785 waren dessen erste Arbeiten schon 13 Jahre publiziert. Zum Feuer bemerkt Helmuth: »Diejenige flüssige Materie, welche die Körper sichtbar macht und erwärmt und noch leichter als die Luft ist, heißt das Feuer. Wäre kein Feuer in der Welt: so würden wir gleich den Blindgeborenen nicht vermögend seyn, die körperlichen Dinge zu [er]kennen und uns von ihnen Begriffe zu machen. Dieses Element hat Gott gleich im Anfange der Schöpfung hervorgebracht. Es ist in der ganzen Welt vertheilt. Es durchdringt Himmel und Erde, Luft und Wasser, Metalle, Pflanzen und Thiere.«

Helmuth verwendet nicht nur einen veralteten Elementbegriff, er setzt auch Licht, Wärme und Feuer in eins. Damit bewegt er sich weit hinter dem Niveau der wissenschaftlichen Debatten seiner Zeit, bei denen es um die Frage ging, ob diese »Imponderabilia« trotz ihrer Unwägbarkeit aus Korpuskeln bestünden und wie diese auf die wägbare Materie einwirken. Zwar wurde eine allgemeine Verwandtschaft der genannten Phänomene unterstellt, die Frage aber, worum es sich dabei im Einzelnen handelt und welche Unterschiede es zwischen Licht, Wärme und Feuer gebe, wurde eingehend diskutiert.

## Elemente – Das Notfeuer

Von den vielen denkbaren »Anwendungen auf den Aberglauben« wählt Helmuth das kulturgeschichtlich recht interessante »Notfeuer« aus. Dabei handelt es sich um einen Gemeinschaftsritus zur Abwehr von Viehkrankheiten. Der Brauch ist zuerst im 8. Jahrhundert belegt, dann erst wieder im 16. Jahrhundert. Er bestand bis ins 19. Jahrhundert und war in Nord- und Mitteldeutschland verbreiteter als in Süd- und Westdeutschland. Helmuth berichtet anscheinend aus eigener Erfahrung, wenn er schreibt:

»Unter den Schweinen entsteht bisweilen eine Krankheit, die man die Bräune nennt. [Veraltete Bezeichnung für Erkrankungen des Halses und der Atemwege sowohl bei Tieren als auch Menschen.] Sie ist ansteckend und in kurzer Zeit können davon sehr viele Stücke sterben. Wenn sich nun eine solche Krankheit unter dem Vieh anfindet: so pflegen alsdann die Landleute ein großes Feuer an einem engen Platz zu machen, um mit Gewalt die Heerde durch dasselbe jagen zu können.«

Entscheidend für die Wirksamkeit des Notfeuers war, dass es nicht auf gewöhnliche Weise, also mit Feuerstahl und Schwamm, sondern durch Reibungshitze entfacht wurde. Zudem musste beachtet werden, dass im Dorf während des Rituals kein anderes Feuer brennt; alles sollte unter Stillschweigen und vor Sonnenaufgang erfolgen. Wir haben hier sämtliche Komponenten eines Bannrituals vereinigt. Helmuth räumt ein, dass das Feuer möglicherweise die Seuche tatsächlich eindämmt, denn »vielleicht trägt das Schrecken viel dazu bei, in welches die Schweine gesetzt werden«. Allerdings meint er, man könne sich das ganze Drumherum sparen, wenn man einfach ganz normal ein Feuer entfacht und die Schweine darüber treibe. Hier zeigt sich sehr markant das Unverständnis des Aufklärers für das magische Wesen solcher Bräuche.

## Unsichtbarkeit

Helmuth geht davon aus, dass die gewöhnliche Materie aus Korpuskeln besteht, ohne über deren Beschaffenheit etwas zu sagen. Ihn interessiert vielmehr die Frage, ob es möglich sei, sich unsichtbar zu machen. Dies sei, so Helmuths Ansicht, mit den von ihm erläuterten Eigenschaften natürlicher Körper unvereinbar und daher unmöglich.

Mit dieser Feststellung ist allerdings nicht geklärt, wieso in einer normalerweise von Naturgesetzen beherrschten Welt magische Wirkungen – von den Kirchen auch als Wunder bezeichnet – grundsätzlich ausgeschlossen sein sollen und wie das zu beweisen wäre. Er bestätigt lediglich, dass innerhalb einer Welt, in der es keine Magie gibt, magische Wirkungen nicht stattfinden, was ohnehin niemand bestreiten würde.

Dieses Zirkelschlussdenken zeigt sich sehr deutlich an folgendem Beispiel: Helmuth berichtet (ohne nähere Einzelheiten zu nennen) von einem Gerichtsverfahren, das an einem nicht genannten Ort am 20. September 1739 stattgefunden haben soll, in dem der Richter die Angeklagte, die offenbar der Hexerei beschuldigt wurde, fragte, ob sie sich unsichtbar machen könne, und fährt dann fort:

»Hätte man die geringste Kenntnis von der Beschaffenheit der Körper gehabt und dabei bedacht, dass es dem Satan, wie auch jeder anderen Kreatur, schlechterdings unmöglich sey, ein solches Werk zu verrichten: so würde man diese so unsinnige Meinung von der Unsichtbarkeit eines Menschen, und von seiner Verwandlung in Werwölfe, als eine Missgeburt eines kranken Gehirns verlacht, und bei gerichtlichen Untersuchungen nie eine Frage darüber entworfen haben. Hinweg also mit diesem Unsinn! Glaubet niemals solchen Erzählungen, wenn eure Aeltern und Verwandte schwach genug sind, euch solche groben Lügen als Wahrheiten zu erzählen.«

Das Argument steht und fällt mit der Behauptung, dass der Teufel – dessen reale Existenz Helmuth als Vertreter einer christlichen Kirche selbstverständlich nicht anzweifelt – den Naturgesetzen unterliegt. Woher Helmuth dies weiß und wie er es belegen kann, bleibt allerdings offen. Stattdessen stellt er eine skurrile physikalische »Betrachtung« an. Es geht um die Frage, ob der Teufel auf die menschliche Seele einwirken könne. (Sollte jemand an den Teufel glauben, wird er das sicher bejahen, denn wie sonst sollte der Böse Menschen zu sündhaftem Tun verleiten?) Helmuth geht dabei verblüffenderweise jedoch von einer rein mechanischen Einwirkung des Teufels auf das Gehirn des Menschen aus; eine irgendwie geartete psychische Einwirkung scheint er nicht zu kennen. Der Teufel müsse einen zwar »sehr subtilen« aber doch irgendwie stofflichen Kör-



Gegen Seuchen, Drachen und böse Geister sollten sogenannte Not- oder Reibefeuern helfen. Daraus entwickelte sich später der Brauch des Johannisfeuers, das anlässlich der Sommer Sonnenwende zwischen dem 20. und 22. Juni bis heute vielerorts entzündet wird.

per haben. Da es bekannt sei, dass sich der Teufel extrem schnell bewegen könne, würde er im Falle des Eindringens in das Gehirn eine vernichtende Erschütterung des letzteren bewirken. Um dies plausibel zu machen, zieht Helmuth die Bewegung des Lichtes heran: »Ein Lichtstrahl bewegt sich in 8 Minuten durch einen Raum von 20 Millionen Meilen [gemeint: geografische Meilen, ca. 7,5 km; Bezug: Entfernung der Sonne von der Erde, ca. 150 Mio. km]. Wenn aber ein solcher Lichtstrahl nur soviel Materie als ein Sandkorn hätte, so würde er uns gewiß die Augen aus dem Kopfe schlagen. Der eigenthümliche Körper der bösen Engel muss doch wohl unstreitig mehr Materie enthalten als ein Sandkorn. Was würde nun geschehen, wenn der Teufel bei seiner außerordentlichen Geschwindigkeit in uns führe, eine unserer Sehnerven auf eine besondere Art zu erschüttern? Er würde uns bei seinem schnellen Fluge gewiß den Kopf vom Rumpfe schlagen.«

### Allerlei Hexenzauber

Natürlich konnte das Thema »Hexen« bzw. »Hexerei« nicht ausgespart werden, obwohl dieser Bereich für einen Kirchenmann ziemlich sensibel war, war es doch gar nicht lange her, dass im Namen katholischer wie protestantischer Hexenverfolger Menschen verbrannt worden waren. Helmuth vermeidet alle eventuell problematischen Aspekte und diskutiert nur einen – aus wissenschafts- wie kulturhistorischer Sicht hochinteressanten – Teil des konventionellen Hexenbildes, nämlich den »Hexenflug«. Damit ist die Fähigkeit der angeblichen Hexen gemeint, mittels einer sogenannten Flugsalbe auf einem Besenstiel durch die Luft zu fliegen und so die oft beträchtlichen Entfernungen zu den Orten der Hexenversammlungen (Hexensabbat) innerhalb kurzer Zeit zurückzulegen. Helmuth stellt einen historisch unrichtigen Zusammenhang der Hexenversammlungen mit den frühmittelalterlichen Heidenverfolgungen her. Die Heiden hätten sich mit ihren Götzenbildern auf Bergespitzen zurückgezogen, woher »wahrscheinlich das lächerliche Märchen aufgekomen [ist], dass die Hexen in der Nacht auf den ersten May mit Besen, Heu- und Ofengabeln nach dem Brocken zögen, und auf der Spitze dieses Berges in rauschenden Vergnügen und wollüstigen Freuden herumtanzen«. Zunächst

hätten diese Zusammenkünfte realiter stattgefunden, wären nach und nach aber durch die Obrigkeiten unterbunden worden. »So mussten die Teufelsdienerinnen mit gewissen Zeremonien zufrieden seyn, die sie in ihren Häusern ausübten«. Dabei wäre »zum Unglück vieler tausend Menschen die berüchtigte Hexensalbe aufgekomen«.

Diese »Hexen-« oder »Flugsalbe« betrifft einen der merkwürdigsten Aspekte des ganzen Themenfeldes Hexerei und Hexenverfolgung. Dabei handelt es sich um eine Salbe, die nach dem Einreiben des Körpers diesem die Fähigkeit verleiht, durch die Luft zu fliegen. Der Wunsch zu fliegen reicht bis in die Anfänge der Kulturgeschichte zurück und besitzt vielerlei religiöse Konnotationen. In Verbindung mit einer Flugsalbe erscheint er im antiken Griechenland, wo den thessalischen Frauen, idealtypisch verkörpert durch die Hexe Pamphile, die Fähigkeit zugeschrieben wurde, mittels einer Salbe fliegen zu können. Hier wirkt die Salbe allerdings als Verwandlungsinstrument: Die Hexe erhebt sich nicht in menschlicher Gestalt in die Lüfte, sondern wird durch die Salbe in eine Eule verwandelt. In den mittelalterlichen und frühneuzeitlichen Hexenvorstellungen spielte die Flugsalbe eine wichtige Rolle, denn ohne sie wäre es nicht möglich gewesen, in nur einer Nacht die oft weit entfernten Kultplätze wie den Blocksberg oder den Heuberg zu erreichen, auf denen die Hexen mit dem Teufel den »Hexensabbat« feierten. In den Schriften der Hexenverfolger werden dieser Salbe schaurige Komponenten, insbesondere »Kinderfett« zugewiesen. Dies sollte den Abscheu der unbescholtenen Christen vor den Hexen steigern. In den Prozessakten finden sich keine konkreten Rezepturen, einerseits, weil die Inquisitoren ohnehin davon überzeugt waren, dass die Salbe ihre – im Übrigen nicht bezweifelte – Wirkung lediglich der ihr durch den Teufel verliehenen magischen Kraft verdanke, aber auch, weil man verhindern wollte, dass jemand in die Lage versetzt würde, die Salbe zuzubereiten. Bei Johannes Hartlieb (um 1400–1468) findet sich ein Salbenrezept, das ebenso wie spätere überlieferte Angaben, als wesentliche Bestandteile halluzinogen wirkende Pflanzen wie Alraune, Tollkirsche oder Bilsenkraut nennen.

Helmuth entwickelt eine eigene Theorie der Hexensalben. Er stellt zutreffend fest, dass deren Wirkung eher mit

dem »schwarzen Bilsenkraut« zu tun habe als mit »dem Fette umgebrachter Kinder«. Ebenfalls richtig und sogar überraschend modern ist seine Erklärung ihrer Wirkungsweise: »Die Wirkung dieser Salbe war so stark, dass diese einfältigen Leute [die Hexen] in eine Art von Betäubung fielen, und nun ein Spiel der wilden, verwirrten und wollüstigen Einbildungskraft wurden, in welcher sie alles zu sehen und zu empfinden glaubten, was sie in der Zusammenkunft mit dem Teufel und seiner Lieblinge erwartet hatten.«

Hier zeigt sich erstmals ein Verständnis für die psychologischen Aspekte volksmagischen Denkens. Die von den Anwenderinnen berichteten Ereignisse, nämlich ihre Luftfahrt und die Genüsse eines bacchanalischen Festes, waren einerseits Ausdruck der Sehnsucht einer leidenden und hungrigen Bevölkerungsschicht nach dem Schlaraffenland und andererseits Frucht einer Überlieferung, die seit jeher im Volk lebendig war und von den Inquisitoren als glaubensfeindlicher Teufelspakt umgedeutet wurde, nämlich des Glaubens an die Existenz zauberkräftiger Menschen, die Segens- wie Schadenzauber bewirken konnten. Der Hexensabbat ist dann ein von den Hexenverfolgern umgedeuteter Versammlungsort wohlthätiger Beschützer der Gemeinschaft. Die Inhaltsstoffe der Salbe waren zudem besonders geeignet, Halluzinationen hervorzurufen, ebenso wie deren Anwendung als Einreibung und nicht als Trank oder Pulver physiologisch optimal war, was auf lange Erfahrung der Anwenderinnen schließen lässt. Die Zahl der wahren Hexen, die über volksmagisches Wissen verfügten, war selbstverständlich viel kleiner, als die Zahl jener der Hexerei und des Teufelspaktes bezichtigten und meist auch verurteilten Personen.

Allerdings relativiert Helmuth den Wert seiner Erläuterungen wieder, indem er weitere medizinische Schlüsse zieht. Der Gebrauch der Salbe sei »ohnstretig der Gesundheit nachtheilig« stellt er fest und vermutet, dass ein negativer Effekt der Salbe darin bestehen könnte, rote Trifaugen zu verursachen: »Denn es muss doch eine Ursache seyn, warum man gerade und ganz vorzüglich die Frauen mit triefenden und rothen Augen für Hexen gehalten und solche in die Marterkammer und aus derselben auf den Scheiterhaufen geführt hat.« Helmuth transportiert hier



*Hexensabbat*, 1510 von Hans Baldung Grien (1485–1545). Die Hexe rechts im Bild sitzt vor einem Topf mit Flugsalbe, die es den Hexen ermöglichen soll, auf einem Besenstiel durch die Luft zu fliegen. Staatliches Kupferkabinett, Dresden.

ein Klischee, das die tatsächlichen Gegebenheiten verfälscht, aber bis ins 20. Jahrhundert hinein stilbildend für unsere Vorstellung von Hexen war.

### Magisch erscheinende Elektrizität

Ein damals neues und noch relativ wenig verstandenes Phänomen war die Elektrizität. Helmuth greift das Thema zu Recht auf, denn die seltsamen und gefährlichen Wirkungen der elektrischen Energie konnten sicherlich in den Augen vieler Menschen magisch erscheinen. Obwohl die elektrostatische Aufladung von Isolatoren schon seit der Antike bekannt war (der Name Elektron/Elektrizität leitet sich vom griechischen Wort für Bernstein ab), fand erst im 18. Jahrhundert eine nähere Untersuchung der damit verbundenen Effekte statt, was »elektrische Spielwerke« zu einer Mode machte. Allerdings entwickelte sich keinerlei volksmagisches Brauchtum; der schon seit langem bekannte Effekt der elektrostatischen Anziehung bzw. Abstoßung war zu unspektakulär, um magische Konnotationen zu bewirken und die Entdeckung der durchaus beachtlichen Wirkungen der »Leidener Flaschen« (Kondensato-



Die Zeichnung in einem Kräuterbuch von 1585 zeigt eine Alraune, die an einen Hund gekettet ist. Ms. Harley, *Kräuterbuch*, Seite 57, British Library, London.

ren) oder der Volta'schen Säule fielen in eine Zeit, in der magische Erklärungsmodelle veraltet waren. Zwar konnten auch die Gelehrten die elektrischen Phänomene noch nicht plausibel erklären, aber dass sie durch teuflische oder dämonische Einwirkung zustande kamen, glaubte niemand mehr.

Helmuth beschreibt sowohl die statische wie die fließende Elektrizität im Wesentlichen zutreffend und dem damaligen Kenntnisstand gemäß. Da ihm keine besonders bemerkenswerten »abergläubischen« Bezüge bekannt sind, konzentriert er sich auf den medizinischen Nutzen der Elektrizität. Man habe schon um 1750 entsprechende Versuche angestellt und ihre »guten Wirkungen, besonders in Nervenschwächen, Steifheit der Muskeln, Taubheit und anderen Krankheiten« festgestellt. Helmuth bezieht sich hier auf die Kuren des am dänischen Hof tätigen Drechlermeisters Lorenz Spengler (1720–1807), der mit elektrostatischen Entladungen u. a. den seit einem Dreivierteljahr gelähmten Arm eines Arbeiters geheilt haben wollte.

Zu Helmuths Lehrern an der Universität Helmstedt zählte auch Johann Gottlob Krüger (1715–1759), seit 1744 ordentlicher Professor in Halle/Saale und seit 1751 an der Universität Helmstedt. Krüger gilt, zusammen mit Christian Gottlieb Kratzenstein (1723–1795), als einer der Begründer der medizinischen Elektrotherapie. Nach Helmuth erklärte Krüger den Erfolg der Behandlungsmethode Spenglers wie folgt: »Nach den witzigen Einfällen, die diesem Manne (gemeint ist Krüger) eigen waren, sagte er: die gelähmten Nerven und steifen Muskeln liegen gleichsam im Schlafe, und nichts ist geschickter, sie aus diesem Schlafe zu erwecken, als der elektrische Strom.«

Auch dem fließenden Strom, erzeugt durch Volta'sche Säulen, wird eine erstaunliche Heilwirkung zugesprochen. Dabei wurde Strom durch den Körper geleitet, was »eine starke Erschütterung« des Patienten bewirkte. De facto handelte es sich um Elektroschocks. So konnte ein erblindeter Kaufmann nach mehrwöchiger Behandlung seine Sehfähigkeit angeblich teilweise zurückerhalten. Bei einer jungen Bäuerin, »welche die Gegenstände in einem Nebel verhüllt sahe, zeigte sich die Wirkung ungleich schneller« – schon nach vier Tagen schien es ihr, »als wenn eine Decke vor ihren Augen weggezogen würde«. Auch bei Taubheit

verzeichnete man mit dem »Galvanisieren« der Patienten erstaunliche Erfolge.

Dies alles hat zwar nichts mit Bekämpfung des Aberglaubens zu tun, aber Helmuth betrachtete die Entdeckung der Elektrizität und die dadurch ermöglichten Wunderkuren als einen Beweis göttlicher Gnade. Dass er mit seinen Heilungsmärchen eine neue Art von Aberglauben förderte, war ihm sicher nicht bewusst.

### Blitz und Donner

Blitz und Donner, die zweifellos signifikantesten elektrischen Phänomene, behandelt Helmuth nicht im Abschnitt »Elektrizität«, sondern in dem Hauptkapitel »Von den Luftbegebenheiten«, also den meteorologischen Erscheinungen. Die Ursache von Blitz und Donner beschreibt er durchaus zutreffend: »Die Frage: Was ist ein Donnerwetter? kann nicht besser beantwortet werden, als wenn man sagt: dass es ein in der Luft [stattfindender] gewaltiger Ausbruch der elektrischen Materie sey, die sich dadurch wieder ins Gleichgewicht setzen will.«

In zeittypischer Diktion, aber im Prinzip korrekt, erklärt Helmuth das Zustandekommen von Blitzen mit einer zunehmenden elektrostatischen Aufladung von Wolken, die sich ab einem bestimmten Punkt schlagartig entlädt. »Der Blitz ist also ein elektrischer Strahl in der Luft und der Donner der Schall davon.« An »abergläubischen Meinungen« erwähnt er lediglich die Donnerkeile und die Ansicht, ein durch einen Blitz verursachtes Feuer könne man besser mit Milch als mit Wasser löschen – eine kaum verbreitete und schon aus praktischen Gründen offenkundig unsinnige Behauptung.

Alle Rituale und Schutzamulette gegen Gewitter und Hagel bleiben unerwähnt. Dies ist umso bemerkenswerter, als z. B. der Hexenglaube gerade durch die Vorstellung des Wetterzaubers massiv gefördert wurde und Maßnahmen zur Beeinflussung des Wetters zum Kernbestand volksmagischen Brauchtums zählen. Gerade die Landbevölkerung, war durch Rituale zum Schutz von Haus, Feld und Stall geprägt; daher hätte es eigentlich sein Anliegen sein müssen, diese als unsinnig zu entlarven. Er verzichtet aus unerfindlichen Gründen darauf und erörtert stattdessen ausführlich die Vorteile eines Blitzableiters.



Allesandro Volta erläutert Napoleon das Prinzip einer Batterie. Fresko von Gaspero Martellini (1785–1857). La Specola, Florenz.



Nachbau einer Leydener Flasche von Pieter van Musschenbroek, 1746.

## Sternschnuppen und Luftdrachen

Abschließend sei auf zwei Phänomene eingegangen, für die Helmuth ebenso originelle wie falsche Erklärungen liefert, nämlich die »Sternschnuppenmaterie« und den »fliegenden Drachen«. »In der Luft«, so Helmuth, »befindet sich eine außerordentliche große Menge von verschiedenen Ausdünstungen«. Diese stammen von der Erde selbst, aber auch von Kräutern, Blumen, Bäumen, Tieren und Menschen. Neben Wasserdampf sind in der Luft auch »schweflichte, ölichte, irdische und Salztheilchen vorhanden«. Durch diese Bestandteile der Atmosphäre würden »allerhand Feuergestalten in unserem Dunstkreise erzeugt«, nämlich »die Sternschnuppen, die fliegenden Drachen und feurigen Kugeln, welchen die Unverständigen viel Seltsames angedichtet haben«. Helmuth beschreibt Sternschnuppen als meteorologisches Phänomen: »Ein (!) Sternschnuppe ist die Entzündung der brennenden Luft in einer zähen Materie, die in der Luft zu Boden fällt und dem äußerlichen Ansehen nach die scheinbare Größe eines Sterns hat.«

Diese Formulierung erscheint im Kern zutreffend, allerdings nimmt Helmuth einen sublunaren Ursprung der in Brand geratenden »zähen Materie« an. Den tatsächlichen Sachverhalt eines interstellaren bzw. interplanetaren Ursprungs schließt Helmuth als unsinnig aus: »Einfältige Leute glauben, dass das Sternschneuzen daher entstehe, wenn sich ein Stück von einem Sterne losrisse und feurig aus der Luft zu Boden falle. Die Unmöglichkeit dieser Meinung werdet ihr alsdann erst recht einsehen können, wenn ihr etwas von der Beschaffenheit und der Entfernung der Sterne werdet begriffen haben. Vorjetzt ist euch genug zu wissen, dass die Sternschnuppen entzündete Ausdünstungen in der Luft sind.« Im Volksglauben wurden Sternschnuppen von den als »Feuerkugeln« bezeichneten grö-

ßeren Meteoriten unterschieden. Generell überwog die Vorstellung, dass Sternschnuppen ein Glückszeichen seien, aber auch die gegenteilige Ansicht ist nachweisbar.

Zur Natur der Schnuppen existierten zwei Erklärungsmuster: Entweder galten sie als Objekte oder als lebende Wesen. Zur ersteren Gruppe zählt die Ansicht, dass es sich um Dochtrückstände von Sternen handelt, die ihrerseits als am Himmel brennende Kerzen imaginiert wurden, deren Dochte von Engeln geputzt wurden (daher auch der Begriff »Sternschneuzen«). Da die Sterne golden waren, waren auch die Dochtartikel bzw. Sternschnuppen golden. Auf diese Überlieferung bezieht sich Helmuth. Zur zweiten Gruppe gehört die Vorstellung der Sternschnuppe als feuriger Drachen, der aber unter Umständen Gold ins Haus bringt. Später wandelt sich der Glücksdrache zum christlichen Teufel. Auch Irrlichter oder die Seelen Verstorbener wurden mit Sternschnuppen in Verbindung gebracht. Mit der Verneinung eines außerirdischen Ursprungs der Sternschnuppen stand Helmuth keineswegs allein; der herausragende Physiker und Mitbegründer der modernen Meteorologie, Ludwig Friedrich Kämtz (1801–1867), listet in seinem umfangreichen *Lehrbuch der Meteorologie* folgende Erklärungen auf: »Was den Ursprung der Feuersteine und Meteorkugeln [zu denen auch die Sternschnuppen gezählt werden] betrifft, so sind darüber vorzüglich vier Hypothesen aufgestellt worden. Es kommen dieselben nämlich entweder von den Vulcanen der Erde, oder denen des Mondes, oder sie sind Producte der Atmosphäre, oder endlich Massen, welche sich im Weltraum befinden und welche die Erde bei ihrer Bewegung vorfindet. Jede von den drei zuletzt genannten hat einiges für sich.«

Kämtz diskutiert besonders die Möglichkeit eines lunar-vulkanischen Ursprungs von Meteoriten und Sternschnuppen, indem er Berechnungen anstellt, ob von sol-



Zeitgenössische Abbildung des Kometen über Nürnberg im Jahr 1664. Private Sammlung Joerg Hejkal.



Auf der Nordterasse von Windsor Castle beobachten Mitglieder des englischen Königshauses am 18. August 1783 einen ungewöhnlich großen, hell leuchtenden Meteoriten. Gemälde von Paul Sandby (1725–1809), Yale Center for British Art, Paul Mellon Collection, USA.

chen Vulkanen ausgeworfene Massen eine Beschleunigung erfahren könnten, die ausreicht, um den Mond zu verlassen. Kämtz bejaht diese Möglichkeit, ohne die Frage zu erörtern, ob es auf dem Mond überhaupt Vulkane gibt. Für einen interplanetaren Ursprung der Meteorite hätten sich, so Kämtz, der Astronom Edmond Halley und der Arzt und Naturforscher John Pringle ausgesprochen.

Vielfach herrschte die Ansicht, dass die Sternschnuppen irgendwo zur Erde fallen und an der Einschlagstelle eine gallertartige Masse gefunden werde. Viele Naturforscher, so auch Paracelsus, hielten die Sternschnuppen deshalb für tierische Überreste, beispielsweise das halbverweste Aas von Kröten oder Fröschen. Helmuth schloss sich der Auffassung an, dass die (fiktive) »Sternschnuppenmate-

rie« eine organische Substanz sei, und verweist auf eigene Beobachtungen: »Ich habe diesen Gallert 1) ganz frisch in einem Dorfe mitten auf dem Fahrweg bemerkt. 2) Traf ich ihn oben auf einem ungeheuer großen Steine an. 3) Ist er von mir auch sogar im Winter auf dem Schnee gefunden worden. 4) Sahe ich ihn einmal auf einer Rockengarbe oben auf den Ähren liegen. Bei dem Anblick desselben [Gallerts] wurde meine Aufmerksamkeit umso mehr gereizt, weil mitten in dem Gallert sich ein Frosch befand, welcher todt war.« Sein Sohn habe im September 1792 frische Gallerte auf einem toten Frosch gefunden, woraus zu schließen sei, dass die Masse aus der Luft herabfalle. Was diese Gallertmassen indes mit Sternschnuppen zu tun haben, weshalb sie zur Erde fallen und wie sie überhaupt vorher in die Luft kommen, weiß Helmuth nicht.

Bei den »fliegenden Drachen« oder Feuerkugeln handelt es sich um etwas größere Objekte als Sternschnuppen. Auch diese verglühen in der Regel in der Atmosphäre. Helmuth erkennt die Analogie von Sternschnuppen und fliegenden Drachen – beide seien eine »Entzündung der brennbaren Luft in einer Menge zäher Materien, die sich in der niedrigen Gegend des Dunstkreises befinden«. Helmuth beklagt den »höchst unvernünftigen Wahn«, dass es sich bei den Luftdrachen um den Teufel selbst handle. Die abergläubischen Menschen glaubten, »dass der Teufel in Gestalt eines feurigen Drachens durch den Schornstein zu seinen Bekannten und Lieblingen komme und ihnen Geld oder Victualien bringe«. Helmuth fährt fort: »So unge-reimt diese Meinung ist: so trifft man sie gleichwohl noch bis jetzt unter dem gemeinen Manne häufig an. Ich kenne einen solchen abergläubigen Thoren, der Stein und Bein darauf schwöret, dass die gedachte Feuergestalt der leibhaftige Teufel sey. Nach seiner närrischen Beschreibung soll er ein spitzes Maul, kleine Schweinsohren, und auf dem Kopf Borsten haben.«

Alles in Allem kann man feststellen, dass weder Helmuth noch seine als Naturforscher tätigen Zeitgenossen eine realistische Vorstellung hatten, worum es sich bei den Sternschnuppen und kleinen Meteoriten tatsächlich handelt. Man war sich nicht einmal hinsichtlich des Ursprungs dieser Himmelsphänomene einig. Vielfach verband man mit ihrem Erscheinen das Vorhandensein mehr oder min-

der seltsamer tierischer, pflanzlicher oder nicht identifizierbarer Substanzen am angeblichen Einschlagsort. Daher war es Helmuth nicht möglich, seinen abergläubischen Landsleuten eine bessere Erklärung zu liefern, wenn diese dachten, der Teufel habe seine Hände im Spiel.

### Wirkung und Nachwirkung

Mit insgesamt sechs Auflagen in 25 Jahren zählt Johann Heinrich Helmuths *Volksnaturlehre* zu den erfolgreichen und stark rezipierten Werken der Volksaufklärungsliteratur. Das Buch wurde zumindest zeitweise als Lehrbuch an den Schulen einiger protestantischer Länder benutzt und wurde von namhaften Aufklärern anerkennend rezensiert. Eigentlich sollte sich ihr Verfasser damit einen Platz unter den historisch bedeutenden Persönlichkeiten der Spätaufklärung gesichert haben. Dies ist jedoch nicht der Fall. Der Autor ist heute fast vergessen und sein volkspädagogisches Wirken war bisher kein Forschungsgegenstand.

Was könnten die Gründe für diese auffallende Diskrepanz sein? Einmal dürfte eine Rolle spielen, dass die historische Bildungsforschung, wie eingangs erläutert, die Aufklärungsliteratur primär unter dem Aspekt des Austauschs von Eliten untereinander studiert hat. Auch für die Wissenschaftsgeschichte bietet Helmuth anscheinend wenig attraktive Ansatzpunkte, da er mit seinen Erklärungen vielfach hinter dem damals bereits erlangten Kenntnisstand zurückbleibt. Generell prallen zwischen Helmuth und seiner Zielgruppe zwei Weltbilder aufeinander: Im überlieferten Denken der meisten gewöhnlichen Menschen war klar, dass es neben der sichtbaren Welt noch eine unsichtbare, aber ebenso reale »Anderswelt« gibt, die beide untrennbar miteinander verbunden sind.

Helmuths Buch hat sicherlich einen Beitrag zur Verbreitung von praktischem Wissen und nüchternem Denken geleistet. Ob der Autor seinem selbstgesetzten Ziel – der »Dämpfung des Aberglaubens« – damit nahegekommen ist, erscheint zweifelhaft. Helmuths Intention spiegelt den Impetus aufklärerischer Bildungsliteratur exemplarisch wieder: Er wollte von einer Position überlegenen Wissens aus die »einfache Bevölkerung« von »abergläubischen« Vorstellungen abbringen, ohne sich die Mühe zu machen, die Gründe für diese Vorstellungen und für das magische

Denken generell zu verstehen bzw. zu erforschen. Helmuth erklärt seinen Lesern stets aufs Neue, dass sie eigentlich dumm sind. Ihm war nicht bewusst, dass es unterschiedliche Wahrnehmungsebenen von Realität gibt und er ging implizit davon aus, dass eine rationale Information auch emotionale Wahrnehmungen ändern würde. Dies ist aber nur eingeschränkt der Fall. Um z. B. seinen Glauben an die Existenz von Hexen, Dämonen oder Gespenstern aufzugeben, muss ein Mensch sein ganzes Verständnis der Welt grundlegend verändern. Dies passiert nur, wenn das neue Weltverständnis eine vergleichbare metaphysische und psychologische Attraktivität und zudem ein höheres Erklärungspotenzial besitzt als das vorherige.

Damit ist ein Grundproblem der Aufklärung formuliert, nämlich die Tatsache, dass das rationale Naturverständnis keinen Raum für Sinnstiftung, Selbstverortung und Geborgenheit offenlässt. Das traditionelle volksmagische ebenso wie das naturmagische Denken öffnet hingegen diese Räume. Die damit verbundene Angst und Furcht vor übernatürlichen Kräften und Mächten wird kompensiert durch den Glauben an ebenso starke oder stärkere Kräfte, die dem Menschen wohlgesonnen sind und die sich durch magische Mittel aktivieren lassen.

Das Verhältnis von Religion und »Aberglaube« stellte die Aufklärer zudem vor ein praktisches Problem, da es schwer war, einerseits die Existenz übernatürlicher Wesen und Einflüsse zu bestreiten, andererseits aber die von den diversen christlichen Lehren geforderten Glaubensinhalte zu bewahren. Dies erfordert eine Grenzziehung, die vielleicht dem geschulten Theologen gelingen kann, nicht aber dem »einfachen Volk«. Diese Schwierigkeit dürfte Helmuth durchaus bewusst gewesen sein, er konnte sie aber in seiner Position als Geistlicher nicht überzeugend lösen. Gerade aus der Konstellation von großer Verbreitung der *Volksnaturlehre* einerseits und den beschriebenen inhaltlich Mängeln andererseits entsteht jedoch die Problemstellung, die Helmuths Werk für die Bildungs- und Wissenschaftsgeschichte interessant macht. Es bildet nämlich prototypisch die inhärente Problematik des Projekts der Aufklärung ab – die Schaffung einer besseren Welt auf der Grundlage rationalen Denkens ohne transzendente Sinngebung. ■■



Der heilige Franziskus von Assisi (1181–1226) bei einer Teufelsaustreibung. Zeichnung um 1235 von Bonaventura Berlinghieri (1228–1274), Kirche San Francesco, Pescia in Italien.



DER AUTOR

**Prof. Dr. Claus Priesner** lehrt als Wissenschaftshistoriker an der Ludwig-Maximilians-Universität in München. Seine Interessen gelten der Geschichte der Chemie und Alchemie, des Berg- und Hüttenwesens und der Geschichte der Drogen.



# Vom einfachen Werkzeug bis zur Digitalisierung

*Mit einem umfassenden Programm für Jugendliche und junge Erwachsene hat sich das Deutsche Museum im Wissenschaftsjahr erfolgreich an den »Arbeitswelten der Zukunft« beteiligt. »Ganze Arbeit« – gefördert vom Freundes- und Förderkreis.*

**E**s war ein spannendes, vielseitiges und sehr anspruchsvolles Jahresprogramm, mit dem sich das Deutsche Museum am diesjährigen Wissenschaftsjahr beteiligt hat. Es gab mehrere Aktionstage, wie den »Girls' Day und Boys' Day« im April oder den »Ganze Arbeit«-Tag im Juli in der Flugwerft Schleißheim. Auch die diesjährige Kooperation des Museums mit der Spielstadt Mini-München, einem alle zwei Jahre stattfindenden Sommerprogramm, bei dem Kinder und Jugendliche ihre eigene Stadt entwerfen, verwalten und mit »echtem Leben« erfüllen, stand dieses Mal im Zeichen der sich verändernden Arbeitswelten. Mittels temporärer Ausstellungen, offener Werkstätten, einem Schreibworkshop und Vorträgen versuchte man, der dem Thema nahezukommen. Selbst der Programm-Hit »Musik zum Anfassen« gab sich dieses Jahr mit dem Thema »Robotik/Vernetzt« besonders zukunftsorientiert. »Unsere Stärke ist«, erklärt Gabriele Kramer aus der Bildungsabteilung des Deutschen Museums, »dass Jugendliche bei uns Arbeitswelten von gestern, heute und morgen erleben können. Vom einfachen Werkzeug bis zur Digitalisierung.«

»Was macht ein Verkehrsplaner?« war beispielsweise die Frage beim Kinder-Kultur-Sommer im Verkehrszentrum. Was sind die besonderen Herausforderungen dieses Be-

Zu einem Aktionstag am 22. Juli lud das Deutsche Museum im Rahmen des Themas »Arbeitswelten der Zukunft« Kinder und ihre Familien in die Flugwerft Schleißheim ein.

rufs? Und wie wandelt er sich durch die Digitalisierung? Wenn man anhand von Originalen, ja sogar mit den wunderbaren Dioramen über altertümliche Berufe und Arbeitsabläufe, dann aber wieder in Experimentierlabors die Entwicklungen von Arbeitswelten kennenlernen kann, entsteht eine Anschaulichkeit, wie sie eben nur an einem Ort wie dem Deutschen Museum möglich ist. »Außerdem arbeiten hier inzwischen beinahe 600 qualifizierte

## **Werden Sie Mitglied im Freundes- und Förderkreis des Deutschen Museums!**

### **Jahresbeitrag:**

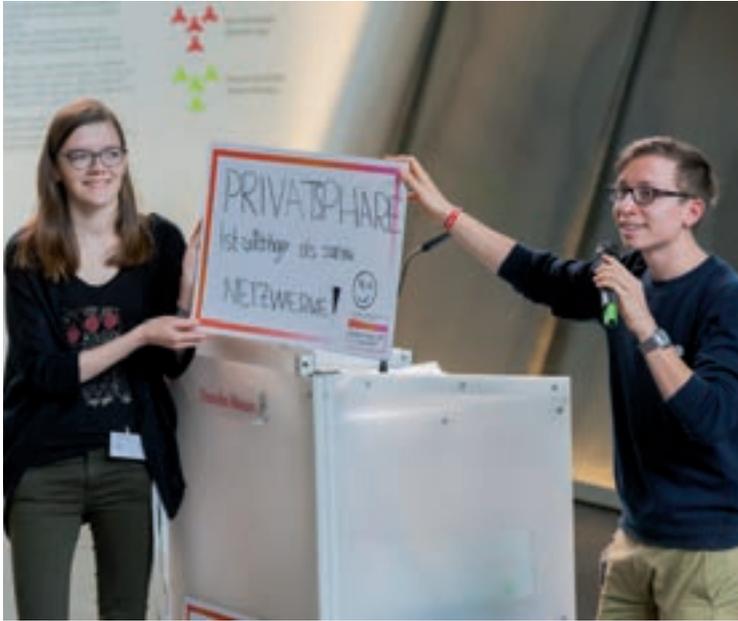
- 500 Euro für persönliche Mitgliedschaften
- 250 Euro für Juniormitgliedschaften (bis 35 Jahre)
- 2500 Euro für Mitgliedschaften mittelständischer Unternehmen nach EU-Norm
- 5000 Euro für Mitgliedschaften großer Unternehmen

### **Kontakt:**

Freundes- und Förderkreis Deutsches Museum e. V. · Museumsinsel 1 · 80538 München  
[www.ffk-deutsches-museum.de/de](http://www.ffk-deutsches-museum.de/de)

### **Ihre Ansprechpartnerin:**

Claudine Koschmieder · Tel. 089/2179-314 · Fax 089/2179-425  
[koschmieder@ffk-deutsches-museum.de](mailto:koschmieder@ffk-deutsches-museum.de)



Allen Vorurteilen zum Trotz machen sich Kinder und Jugendliche viele Gedanken über die Gefahren sozialer Netzwerke (links).

Roboterbau (rechts): Bei allen Aktionen des Kinderkultur-Sommers stand die Frage, was Menschen bei ihrer Arbeit tun und wie sich Tätigkeiten verändern, im Mittelpunkt.

**Weiter geht es am 23. 10. 2018. Eine Woche lang gibt es dann wieder zahlreiche Möglichkeiten, sich mit dem Thema Arbeit kreativ auseinanderzusetzen.**

und engagierte Menschen in den verschiedensten Berufen, vom Maurer bis zum Atomphysiker und Programmierer – mehr gebündelte Kompetenz in Sachen Arbeitswelten von gestern, heute und morgen kann man kaum an einem anderen Ort finden!«, fasste darum auch Generaldirektor Wolfgang M. Heckl den Sinn der Beteiligung des Museums am Wissenschaftsjahr zusammen.

Dass die technischen Errungenschaften, die die Entwicklung der Arbeit begleitet und forciert haben, regelmäßig auch ethische Fragen aufwerfen, haben Gabriele Kramer und ihr Team immer wieder in die Aktionstage und Ausstellungen miteinbezogen. Besonders beim Abschluss-event im Oktober wird es darum gehen, und zwar am Beispiel der angewandten Robotik in der Pflege. Soll der humanoide Roboter Pepper alten Menschen auch beim Essen helfen oder sie gar trösten? Nicht nur die Frage, ob Roboter Menschen ersetzen sollen, steckt in der Versuchsanordnung, sondern auch die schwierige und drängende gesamtgesellschaftliche Frage: Welche Berufe gibt es heute schon nicht mehr? Welche wird es weiter geben? Wie werden sie sich wandeln?

Und wie reagieren die jungen Menschen auf all diese Fragen einer rasanten und Erwachsene oft ängstigenden Entwicklung? »Entspannt«, ist die Erfahrung von Gabriele Kramer und Birgit Breitkopf, die gemeinsam die Veranstaltungen betreuen, »das ist ja ihre Welt.« Aber während der Aktionstage haben sie auch festgestellt, dass sich die jungen Menschen bei aller Unbefangenheit viele Fragen stellen und dass sie viele neue Berufswelten überhaupt erst kennenlernen müssen. Dass sich junge Menschen nicht für den gesellschaftlichen Kontext der Arbeitswelten der Zukunft interessieren, sei hingegen ein Vorurteil. Im Gegenteil. Das beweist schon das auf dem »Girls' Day und Boys' Day« entstandene Plakat mit der Aufschrift »Privatsphäre ist wichtiger als soziale Netzwerke«. *Monika Czernin*

Anzeige

## Deutsches Museum Kerschensteiner Kolleg

Ein Wochenende für Mitglieder des Museums  
Fr/Sa/So 7. bis 9. Dezember 2018

### Lebens- und Arbeitswelten der Zukunft

Ein Seminar zum Wissenschaftsjahr 2018

Wie werden die Menschen in Zukunft arbeiten? Wie machen sie sich fit dafür? Welche Rolle spielen Wissenschaft und Forschung bei der Gestaltung neuer Arbeitswelten? Welche Jobs entstehen – welche Jobs vergehen? Diese aktuellen Fragen betreffen sowohl unseren Alltag als auch unseren Umgang mit Naturwissenschaft und Technik. Spannende Führungen an verschiedenen Stationen im Museum zeigen, wie sich technologischer Fortschritt auf Lebens- und Arbeitswelten auswirkt.

Zwei Übernachtungen mit Frühstück inkl. Seminargebühren und Museumseintritt: 143 Euro im Einzelzimmer, 133 Euro im Doppelzimmer.

Sie wohnen im Kerschensteiner Kolleg, direkt im Deutschen Museum, im Zentrum Münchens. Die Zimmer (Etagenduschen und -WCs) sind modern eingerichtet und ruhig gelegen. Wir empfehlen die Anreise mit öffentlichen Verkehrsmitteln.

#### Information und Anmeldung:

Nicole Kühnholz-Wilhelm,  
Kerschensteiner Kolleg, Deutsches Museum,  
Museumsinsel 1, 80538 München  
Tel. 089/2179-523, E-Mail: n.kuehnholz@deutsches-museum.de



**Alles für die Katz**

Vor ein paar Wochen war der Friseur von Fräulein Schröder da. Fräulein Schröders Friseur kommt zu seinen Kundinnen ins Haus. Der Friseur hat einen Hund, der immer mitkommt. Es ist ein großer Hund. Es ist ein netter Hund. Der Hund ist stets top frisiert.

Der Friseur sagte zu dem Hund: »Sitz!«, und der Hund setzte sich. Dann fing der Friseur an, zu schneiden und zu färben und so weiter. Manchmal plaudere ich mit dem Friseur. Ich habe dem Friseur gesagt, dass er einen sehr braven, sehr schön frisierten Hund hat. Unsere Katze würde sich niemals setzen, wo wir hinzeigen. Frisieren lassen würde sie sich erst recht nicht. Daraufhin sagte der Friseur: »Hunde haben Herrchen, Katzen haben Personal.«

Ich gebe zu, dieser Satz gab mir einen kleinen Stich ins Herz. War ich wirklich der Diensthote einer Katze, der Sklave eines Tieres? Ich ließ einen beliebigen Tag vor meinem geistigen Auge vorbeiziehen und stellte betreten fest: der Friseur hat recht. Ich bin der Kuli unseres Katzentiers. Wenn die Katze Hunger hat, setzt sie sich demonstrativ vor ihren leeren Napf und maunzt so lange, bis ich komme und ihr eine Aluschale öffne. Wenn ich die falsche Sorte nehme, schnuppert sie etwas daran, guckt mich beleidigt an und maunzt weiter. Ich sage zu der Katze: »Sei nicht so verwöhnt! Du bist ein Tier! Ein Tier kann auch mal Pute essen und nicht immer nur Fisch!« Die Katze aber geht in den Hungerstreik und zwingt mich mit eisernem Blick dazu, das frische Futter im Eimer zu entsorgen und eine neue Aluschale mit Fischgeschmack aufzumachen. Was ich schon an unberührtem Katzenfutter weggeschmissen habe, weil es Madam mal wieder nicht passte, das darf ich gar nicht sagen.

Die Katze hat auch eine Katzenklappe, eine elektronische. Nur sie kann durch diese Klappe, weil ihr Chip darauf programmiert ist. Aber sie sitzt vor der Tür, schnüffelt an der Klappe, sieht mich durchdringend an und der Befehl lautet: »Durch diese Klappe gehe ich höchstens im Notfall. Mach mir sofort die Terrassentür auf!« Und ich mache ihr die Tür auf. Wenn ich mein Mittagsschläfchen halte und mich auf dem Sofa gemütlich in meine Kamelhaardecke kuschle, kommt die Katze, springt auf mich und dreht Runden auf meiner Schulter. Das macht sie so lange, bis ich meine Beine seitlich anwinkle, so dass sie sich in die Kniebeuge legen kann. Ich muss aber starr so liegen bleiben, sonst geht der Zirkus von vorne los.

Nachdem Fräulein Schröders Figaro mit seinem frisierten Hund wieder gegangen war, dachte ich, es kann doch nicht wahr sein, dass die Katze bestimmt, was ich tue, dass ich hier der pawlowsche Trottel bin und die Katze sich für mich die Versuchsanordnungen ausdenkt. Ich beschloss, den Spieß umzudrehen. Als Erstes bin ich in den Drogeriemarkt gefahren und habe für ein kleines Vermögen Leckerli gekauft. Die isst die Katze besonders gern. Sie sollten der Köder sein. Ich stellte alle Taschen und Tüten mit den Leckerlis auf den Küchentisch und

sagte zu Fräulein Schröder: »Ich werde unsere Katze jetzt erziehen!« Über Fräulein Schröders Gesicht huschte ein spöttisches Lächeln. »Interessanter Ansatz«, sagte sie etwas abschätzig auf meine Einkäufe blickend. Aber ihr Spott ließ mich kalt.

Das erste, was ich wollte, war, dass die Katze in Zukunft brav ihr Futter auffrisst, ganz gleich welche Geschmacksrichtung es hat. Ich füllte ihren Napf mit einer Packung Pute und legte obendrauf ein Leckerli. Die Katze fraß das Leckerli. Die Pute fraß sie nicht. Ich zeigte ihr ein neues Leckerli und mischte das Leckerli vor ihren Augen unter das Putenfutter. Die Katze sah mich fragend an und wartete. Ich mischte noch ein Leckerli unter die Pute und noch eins und noch eins. Die Katze rührte sich nicht. Am Ende bestand das Futter aus einer ganzen Packung Leckerlis mit ein bisschen Pute. Die Katze zog von dannen und ließ das Futter stehen. »Okay«, dachte ich, »wir haben eine intelligente Katze. Ich muss geschickter vorgehen.« Ich füllte den Napf allein mit Leckerlis. Die Katze fraß ihn leer. Am nächsten Tag füllte ich den Napf mit Leckerlis und gab einen Teelöffel Pute dazu. Die Katze fraß die Leckerlis, aber den Löffel Pute rührte sie nicht an.

»Meinetwegen, du Biest«, sagte ich zur Katze, »wir machen jetzt eine kleine Pause. Ein paar Tage gib't wieder Fisch. Dann starten wir erneut mit der Pute.« Ich gab ihr den Fisch in den Napf. Die Katze schnupperte daran, sah mich verächtlich an und ließ das Futter stehen. »Das ist nicht dein Ernst, du dummes Tier!«, entfuhr es mir. »Du frisst das! Den Fisch hast du immer gefressen!« Am nächsten Tag war der Fisch noch immer im Napf, roch aber schon streng. Die Katze saß vor dem Napf und mi-aute. Ich gab ihr eine neue Fischkonserve und legte ein Leckerli darauf. Die Katze fraß das Leckerli, den Fisch ließ sie stehen.

»Na schön«, sagte ich zu der Katze, »so tückisch wie du bin ich schon lange«, und kontaminierte einige Leckerlis mit Putensauce. Ich dachte, wenn sie die Leckerlis auch nicht mehr mag, dann kehrt sie schon zurück zum alten Speiseplan und frisst wenigstens wieder den Fisch. Die Katze schnupperte an den Putensoßenleckerlis und – verstehe einer dieses Tier – fraß sie auf! Ich füllte den Napf mit einer Fischkonserve und legte ein normales Leckerli darauf. Die Katze fraß beides – nicht. Sollte ich jetzt etwa nur noch Leckerlis kaufen, die ich dann auch noch durch eine Putensoße ziehen muss, damit diese Diva nicht den Hungertod stirbt?!

Ich sagte zu Fräulein Schröder: »Die Katze kriegt von mir kein Futter mehr! Sie ist hinterlistig, tückisch und gemein!« Fräulein Schröder füttert jetzt die Katze. Bei ihr frisst sie alles. Das Mittagsschläfchen macht die Katze weiterhin bei mir. Soll sie mir doch in der Kniebeuge liegen, auf dass ich mich kaum mehr rühren kann. Soll sie doch! ■

*Text:*  
*Daniel Schnorbusch*

*Illustration:*  
*Michael Wirth*



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 hängengeblieben, arbeitet als Lehrer, Dozent und freier Autor.

Mit Müll bedeckt ist dieser Wasserlauf in Manila, der Hauptstadt der Philippinen.



Verspieltes Kunstwerk: Mitten in der Stadt Wien liegt die Müllverbrennungsanlage Spittelau, die der Künstler Friedensreich Hundertwasser 1992 gestaltet hat.

### Wohin mit dem Müll?

Die Weihnachtstage werden gerade vorüber sein, wenn Sie unser neues Museumsmagazin erhalten. Wie jedes Jahr werden die Einzelhandelsgeschäfte mehr oder weniger erfreut ihre Umsätze präsentieren, und nach den Feiertagen beginnt dann noch einmal die Schnäppchenjagd. Die Müllabfuhr wird Sonderschichten einlegen, um überquellende Container zu leeren und so mancher Kommentar sich kritisch dem alljährlichen Konsumrausch widmen. Muss einem nicht angst und bang werden, angesichts des ganzen Abfalls, den unsere Zivilisation hinterlässt? Ein gesamtgesellschaftlicher Richtungswechsel hin zu mehr Bescheidenheit und Maßhaltung erscheint ziemlich utopisch. Doch die Lage ist nicht hoffnungslos. Weltweit wird an Lösungen zur Vermeidung, umweltgerechteren Entsorgung oder Wiederverwertung von Abfällen und Zivilisationsresten aller Art geforscht. Wir stellen Ihnen innovative Ansätze vor, nehmen die Idee des »Urban Mining« unter die Lupe, begeben uns auf die Spuren des Klärschlamm und fragen nach, mit welchen Konzepten Abfallxperten in die Zukunft gehen.

Bis dahin grüßt Ihre  
Sabrina Landes

### Impressum

Das Magazin  
aus dem Deutschen Museum

42. Jahrgang

**Herausgeber:** Deutsches Museum München  
Prof. Dr. Wolfgang M. Heckl  
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)

**Beratung:** Gerhard Filchner

**Redaktion:** publishNET, Hofer Straße 1, 81737 München,  
redaktion@publishnet.org; Sabrina Landes (Leitung),  
Birgit Schwintek (Grafik), Inge Kraus (Bild), Andrea  
Bistrich (Korrektur), Hannah Schnorbusch (Schluss-  
redaktion)

**Verlag:** Verlag C.H.Beck, Wilhelmstraße 9, 80801 München;  
Postfach 400340, 80703 München, Telefon (089) 38189-0,  
Telefax (089) 38189-398, www.chbeck.de

**Redaktioneller Beirat:** Dr. Frank Dittmann (Kurator  
Energietechnik, Starkstromtechnik, Automation), Gerrit  
Faust (Leiter Presse- und Öffentlichkeitsarbeit),  
Dr. Nina Möllers, Prof. Dr. Elisabeth Vaupel (Forschungs-  
institut)

**Herstellung:** Bettina Seng, Verlag C.H.Beck

**Anzeigen:** Bertram Götz (verantwortlich), Verlag C.H.Beck,  
Anzeigenabteilung, Wilhelmstr. 9, 80801 München; Post-  
fach 400340, 80703 München; Diana Wendler, Telefon  
(089) 38189-598, Telefax (089) 38189-599. Zurzeit gilt  
Anzeigenpreisliste Nr. 34, Anzeigenschluss: sechs Wochen  
vor Erscheinen.

**Repro:** Rehrbrand Medienservice GmbH, Hauptstraße 1,  
82008 Unterhaching

**Druck, Bindung und Versand:** Holzmann Druck GmbH &  
Co. KG, Gewerbestraße 2, 86825 Bad Wörishofen

**Bezugspreis 2018:** Jährlich 26,- Euro  
Einzelheft 7,80 Euro, jeweils zuzüglich Versandkosten

**Für Mitglieder des Deutschen Museums** ist der Preis für  
den Bezug der Zeitschrift im Mitgliedsbeitrag enthalten  
(Erwachsene 52,- Euro, Schüler und Studenten 32,- Euro).  
Erwerb der Mitgliedschaft: schriftlich beim Deutschen Mu-  
seum, Postfach 80306 München.

**Für Mitglieder der Georg-Agricola-Gesellschaft** zur För-  
derung der Geschichte der Naturwissenschaften und der  
Technik e.V. ist der Preis für den Bezug der Zeitschrift im  
Mitgliedsbeitrag enthalten. Weitere Informationen: Georg-  
Agricola-Gesellschaft, Institut für Wissenschafts- und Tech-  
nikgeschichte, TU Bergakademie Freiberg, 09596 Freiberg,  
Telefon (03731) 393406

**Bestellungen von Kultur & Technik** über jede Buchhand-  
lung und beim Verlag. Abbestellungen mindestens 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 urhe-  
berrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der  
engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes bedarf der  
Zustimmung des Verlags. Der Verlag haftet nicht für  
unverlangt eingesandte Beiträge und Bilddokumente.  
Die Redaktion behält sich vor, eingereichte Manuskrip-  
te zu prüfen und ggf. abzulehnen. Ein Recht auf Ab-  
druck besteht nicht. Namentlich gekennzeichnete Bei-  
träge geben nicht die Meinung der Redaktion wieder.

ISSN 0344-5690

# FLY ME TO THE MOON

Virtuelle Welten erleben



Unterstützt durch den Flughafen München

Deutsches Museum



**Lounge** Im Satellit Terminal 2 · Ebene 04, bei Gate K19