

Die Besten erkennt man
nicht am Auto, sondern am Abo.

TELEPOLIS

magazin der netzkultur

archiv 2001
container

suchmaschine

subscribe

forum

impress



Das Design-Genie des Flugzeugbaus

Artur Schmidt 09.04.2001

Der Texaner Vincent Justus Burnelli: 1895 - 1964

Schon in den Anfängen der Fliegerei faszinierte das Nurflügelprinzip die Konstrukteure, da es unter aerodynamischen Gesichtspunkten aus effektiv ist. Bereits 1901 absolvierte Gustav Weisskopf, der in die USA ausgewanderte Helfer Otto Lilienthals, gemäß Augenzeugenberichten einem Quasi-Nurflügler den ersten bemannten Motorflug der Welt. In Jahre 1906 bewies der Däne Jacob Christian Ellehammer, dass das Prinzip auch in der Praxis funktionierte, als er mit seinem Nurflügler immerhin Meter weit flog.

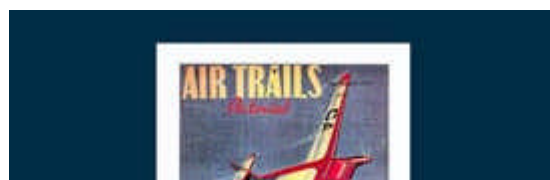
Insbesondere die Flugzeugbauer Junkers und Horton waren eifrige Verfechter dieser Idee. Im Jahr 1910 ließ sich der deutsche Luftfahrtkonstrukteur Hugo Junkers die Idee patentieren, das für ein Flugzeug notwendige Volumen nahezu vollständig im Flügel unterzubringen (sogenanntes Volumen-Patent). Hugo Junkers stellte sich große Nurflügelflugzeuge vor, die imstande waren, Hunderte von Passagiere über große Distanzen zu fliegen. Sein 1923 geplanter großer Nurflügler mit 100 Sitzplätzen wurde leider nie gebaut. Die Ideen des Nurflüglers am weitesten weiterentwickelt haben die Gebrüder Reimar und Walter Horten mit ihrem Ho-IX, dem ersten zweistrahligen Nurflügel-Jagdbomber, der während der Endphase des 2. Weltkrieges in die Flugerprobung ging. Pläne für den Bau eines Überschall-Kampfflugzeuges, die Horten HXII lagen ebenfalls vor, konnten jedoch wegen des nahenden Kriegsendes nicht mehr realisiert werden. Nach dem Krieg übernahm die Firma Northrop die Führungsrolle bei der Weiterentwicklung des Nurflüglers-Prinzips, welche letztendlich zu den sogenannten Stealth-Bombern führte.

links zum thema

[Airbus](#)

[Boeing](#)

download





Der Kompromiss

Der Grund, weshalb sich das reine Nurflügler-Prinzip nicht als Design durchsetzen konnte, liegt in den großen Stabilitäts- und Steuerproblemen wegen des fehlenden Leitwerks. Ein derartiges Flugzeug lässt sich eigentlich nur mit Computern steuern. Um dem Prinzip trotzdem zum Erfolg zu verhelfen, erdachte in Temple, Texas geborene Vincent J. Burnelli das Prinzip der Breittrumpfflugzeuge. Burnelli erkannte, dass ein reiner Nurflügler zu groß werden würde, wenn damit Passagiere befördert werden sollen. So designte er einen neuen Rumpf, den er "fliegender Flügel" nannte, welcher Auftrieb erzeugte.

Im Gegensatz zu den heute üblichen zylinderförmigen Rümpfen, entschied sich für einen breiten und kurz gehaltenen Rumpf, der im Längsschnitt ein Flügelprofil hat. Das Besondere an einem derartigen Rumpf ist, dass er etwa die Hälfte des gesamten notwendigen Auftriebs für das Flugzeug liefern kann. Auftrieb und Gewicht zu einem erheblichen Teil am selben Ort auftreten, nämlich am Rumpf, sind die auf die Flügelwurzel einwirkenden Momente im Burnelli-Design deutlich kleiner, weshalb man Flügel mit einer leichteren Struktur verwenden kann. Ein derartiger Burnelli-Rumpf hat den Nebeneffekt, dass er etwa 50 % mehr Volumen aufnehmen kann als ein üblicher Zylinder-Rumpf, wodurch sich mehr Passagiere und Lasten befördern lassen. Bei gleicher Triebwerksleistung verglichen mit einem klassischen Flugzeug können somit etwa 40 % mehr Nutzlast befördert werden. Nimmt man anstatt Nutzlast zusätzlich Kerosin mit, so liegt die Reichweite um etwa 40 % höher als bei heute üblichen Flugzeug-Designs. Ein weiterer Vorteil von Burnelli-Flugzeugen ist die durch die kompakte Rumpfform bedingte höhere Crashesicherheit der Flugzeuge.

Seiner Zeit voraus

Es gehört zu den erstaunlichsten menschlichen Irrwegen, dass Burnellis Flugzeuge trotz deren beeindruckenden Flugleistungen und der Überlegenheit gegenüber klassischen Design-Prinzipien bisher nicht in Serie gebaut wurden. Burnelli war mit seinen Ideen und Konstruktionen seiner Zeit weit voraus, seinem Designprinzip nicht das System im Mittelpunkt steht, sondern der Mensch.





Vincent_Burnelli

Da die Fluggäste nahezu im Schwerpunkt des Flugzeuges sitzen, sind Längsschwankungen im Flugzeug kaum zu spüren. Im Vergleich mit den heutigen kommerziellen Airlinern sind Burnelli-Flugzeuge bei der Kabiner Kapazität, Raum pro Passagier, Reise- und Höchstgeschwindigkeit, Sicherheit und Effizienz deutlich überlegen. Die Grundidee von Burnelli ist, den zylinderförmigen traditionellen Rumpf durch ein auftriebserzeugendes Flügelmittelstück zu ersetzen, wobei der Schwanzteil durch zwei seitliche am Rumpf befestigt ist. Durch den Wegfall des konventionellen Rumpfs kann der Widerstand deutlich reduziert werden, da die Triebwerksgondeln nun am Rumpf untergebracht werden können. Die Reduzierung des Widerstands bewirkt bessere Eigenschaften, wie höhere Geschwindigkeit, bessere Steigeigenschaften sowie kleinerer Verbrauch für ein gegebenes Gewicht.

Vorteile gegenüber heutigen Airlinern

Das Burnelli-Design hat gegenüber reinen Nurflügelflugzeugen den Vorteil, die aerodynamischen Charakteristiken des Flugzeugs, wie Längsstabilität und Längskontrolle, Seitenstabilität und -kontrolle mindestens so gut wie bei einem konventionellen Flugzeug. Das Volumen des Rumpfs ist deutlich höher, obwohl dabei die aerodynamische Effizienz beeinträchtigt wird.



HO-229

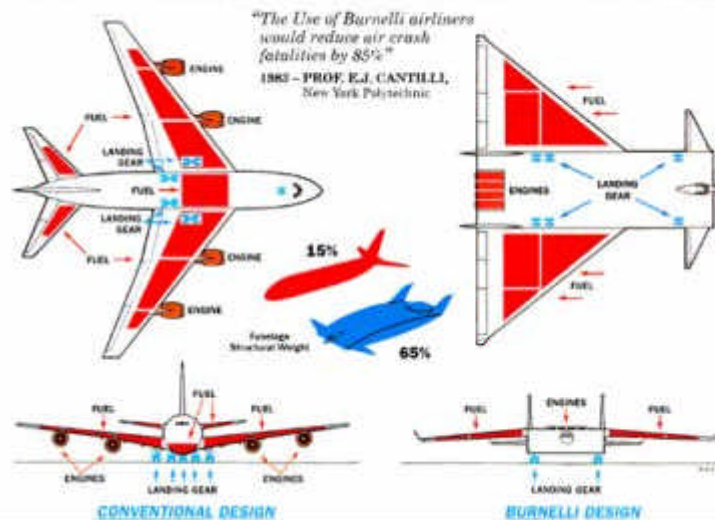
Die Flügelstruktur muss keine Landungsschocks übertragen, da diese vom Fahrwerk direkt in das Rumpfgerüst eingeleitet werden. Der besondere Vorteil eines Burnelli-Flugzeugs ist, dass bei sonst gleichen Flugleistungen kürzere Lande- und Startrollstrecken möglich werden. Außerdem wird die Lärmbelastung durch die hohe Steiggeschwindigkeit und die kurze Startrollstrecke erheblich reduziert. Die Anordnung von Triebwerk und Fahrwerk am breiten Rumpf führt darüber hinaus zu einer Vereinfachung der Bauweise, was Gewicht und Baukosten deutlich reduziert. Der Rumpf eines konventionellen Flugzeugs erzeugt nur Widerstand. Da man das Abfluggewicht der Flugzeuge minimieren will, geschieht das auf Kosten der Festigkeit der Rumpfstruktur. Befördert man in derartigen Rumpfstrukturen immer noch 100 Passagiere wie beim Airbus A-380, haben diese im Fall eines Crash immer weniger Überlebenschancen. Gerade hier setzt jedoch der wichtigste Vorteil

Burnelli-Flugzeuge, die erhöhte Crash- Sicherheit, an.

Crashsicherheit von Flugzeugen

Der Flugsicherheitsexperte Edmund J. Cantilli hob hervor, dass eine Vielzahl Toten, die in der zivilen Luftfahrt zu beklagen waren, bei einem anderen Design vermieden hätten werden können. Bei einem Flugzeugabsturz wirken auf Mensch und Material enorme Lasten.

MOST AIRCRAFT DEATHS UNNECESSARY



Boeing New Design.jpg

Die Existenz eines Schutz- und Überlebensraums für Passagiere und Besatzung ist jedoch sehr wichtig, da selbst bei leichten Unfällen ein Flugzeugrumpf vollständig zerstört werden kann. Den Insassen drohen durch die großen Kräfte tödliche Verletzungen und es besteht die Gefahr durch herumfliegende Trümmerteile getroffen zu werden. Berechnungen ergeben, dass das Strukturgewicht des Rumpfes bei konventionellen Flugzeugen nur rund 15% des gesamten Strukturgewichtes beträgt. Diese falsche Optimierung führt dazu, dass bei konventionellen Flugzeugen im Falle einer Bruchlandung der lange, leicht gebaute Rumpf stets knickt oder auseinander bricht.



Darüber hinaus sind die hohen Start- und Landegeschwindigkeiten konventioneller Airliner verheerend, wenn man bedenkt, dass sich über 80 Flugzeugunfälle während der Start- und Landephase ereignen. Eine andere Gefahrenquelle ist die Tatsache, dass Triebwerke und Fahrwerk an den Flü-

montiert sind, in denen sich üblicherweise die Treibstofftanks befinden. Dies beispielsweise zum Absturz der Concorde geführt, als ein auf der "Runway" befindliches Teil hochgeschleudert wurde, in den Tankbereich eindrang und dortige Kerosin entzündete.

Höhere Überlebenschancen durch das Burnelli-Design

Burnellis Konstruktionen sind im Falle von Fehlern oder Crashes sicherer als konventionelle Flugzeuge. Da der Rumpf ungefähr die Hälfte des Auftriebs erzeugt und somit die Flügelfläche kleiner gehalten werden kann, sind die auf der Flügelwurzel angreifenden Momente kleiner als bei konventionellen Flugzeugen. Die Triebwerke und Fahrwerk sind im Rumpf untergebracht, und werden nicht von den Flügeln getragen. Die Flügelstruktur muss keine Landungsschocks ertragen, da diese vom Fahrwerk direkt auf den Rumpf übertragen werden. Die Belastung der Spannweiten ist zu 1/3 auf den Rumpf und zu 2/3 auf die Flügel verteilt, was eine deutliche Gewichteinsparung bei der Flügelstruktur ermöglicht. Da 60% des Strukturgewichts auf den Rumpf entfallen können, kann dieser deutlich stärker gebaut werden.

Wegen der geringeren Start- und Landegeschwindigkeiten von Burnelli-Flugzeugen (die Geschwindigkeit ist kleiner als 100 Meilen/h) ist auch die Gefährdung für die Passagiere im Falle einer Bruchlandung geringer. Der Treibstoff wird nur in den Tragflächen und somit weit entfernt von den Ansatzpunkten für Fahrwerk und Triebwerke mitgeführt. Die Triebwerke liegen nicht wie bei vielen konventionellen mehrmotorigen Flugzeugen unter den Tragflächen. Im Falle des Abreißens einer Tragfläche oder dem Bersten eines Tankes, trifft der ausfließende Kraftstoff somit nicht auf ein heißes Triebwerk wie beim Concorde-Absturz.

Die hohe Crashesicherheit von Burnellis Flugzeugen wurde durch zwei Crashes und eine Notwasserung praktisch nachgewiesen. 1929 stürzte eine CB-16 während eines Testflugs im werkseigenen Flughafen in Keyport, New Jersey. Bei einer Wartung hatten die Mechaniker die Querruderkontrollkabel falsch montiert. Gleich nach dem Abheben geriet das Flugzeug in Schräglage und stürzte ab. Pilot George Pond und sein Co-Pilot konnten jedoch unverletzt aus dem Flugzeugrumpf entsteigen. Am 13.1.1935 stürzte eine UB-14 in Newark, New Jersey, während eines Demonstrationsflugs vor laufender Kamera ab. Das Flugzeug flog aus einer Höhe von 60 m, eine Kurve beschreibend, steil und mit 200 km/h schnell zu Boden. Der rechte Flügel kam fast vertikal auf und absorbierte den ersten Schock, dann schlug das Flugzeug ein Rad, wobei die Triebwerke abgerissen wurden, und Flügel und Schwanzteil abbrachen. Alle Insassen (auch ein potentieller Kunde) entstiegen dem Flugzeug unverletzt.

Burnellis Idee lebt weiter

In den letzten Jahrzehnten ist Burnellis Idee von mehreren bekannten Flugzeugherstellern aufgegriffen worden. So wurde bei der NASA ein Raumschiff mit auftriebserzeugendem Rumpf entworfen. In den Fokker-Archiven liegen im Archiv mehrere Entwürfe von Burnelli-Flugzeugen. Im Jahr 1970 stellte Boeing eine Studie über Burnelli-artige Flugzeuge an. Das von Boeing entwickelte Flugzeugprojekt Boeing B 754 im Burnelli-Design war der B 767 deutlich überlegen. Firma Lockheed plante sogar ein Supertanker-Flugzeug mit auftriebserzeugendem Rumpf. In den 80er Jahren entwarf McDonnell Douglas

Frachtflugzeug mit auftriebserzeugendem Rumpf, das der 1960 gebauten Burnelli-GB-171 sehr ähnlich sah. 1991 gab es bei McDonnell Douglas (früher von Boeing übernommen) ein Projekt mit dem Namen "Blended Wing Body", das die Eigenschaften eines Nurflüglers mit denen eines Breitflüglers vereinigen sollte.

Trotzdem wurden diese Projekte alle aufgegeben. Der Hauptgrund hierfür sind die hohen Umstellungskosten für die Produktion zu suchen sein und in der höheren Aufwand einen flachen Rumpf mit einer Druckkabine auszurüsten. Ein weiterer Vorteil des klassischen Flugzeug-Designs ist, die Streckbarkeit der Flügel, die eine effizientere Anpassung an aktuelle Marktbedürfnisse ermöglicht, sowie die Möglichkeit ohne großen Aufwand größere oder kleinere Tragflächen ansetzen und andere Triebwerksmodelle nutzen zu können. Trotz der oben genannten technischen und wirtschaftlichen Nachteile zeigt das Burnelli-Design viele Vorteile gegenüber konventionellen Konzepten, und einen neuen Weg für die Flugzeugentwicklung der Zukunft. Insbesondere im Hinblick auf immer größere Flugzeuge mit bis zu 1.000 Passagieren wird die Sicherheit der Flugzeuge im Hinblick auf Produkthaftung und möglicher Sammelklagen von Opfern immer wichtiger werden.

Chronologie: Burnellis erste Flugzeuge

1919 designte Burnelli sein erstes Flugzeug, den Lawson Airliner, das erste kommerzielle Passagierflugzeug mit 26 Sitzplätzen. Wegen seiner schlechten aerodynamischen Eigenschaften bezeichnete Burnelli es als "Auto mit Flügeln". 1920 baute er mit seinem neuen Konzept des auftriebserzeugenden Rumpfs Remington Burnelli Airliner RB1 mit 2x550 PS Galloway Atlantic-Motoren gefolgt von dem Remington Burnelli Airliner RB2 mit 2x420 PS Liberty X Motoren. Bei beiden Flugzeugen handelte es sich um Doppeldecker. Die RB1 war ein bisschen schwerfällig beim Kurvenfliegen, konnte aber mit den 2x550-PS Motoren 32 Passagiere und 2 Piloten transportieren.



RB2

Die etwa 15 Jahre später geflogene DC-3 transportierte mit ihren 2x1200 PS Leistung lediglich 28 Passagiere und 2 Piloten). Da die am Rumpf befestigten Höhen- und Seitenleitwerke nicht genug Richtungs- und Längsstabilität erlauben, wurde beim nachfolgenden Modell, der DC-3, der Rumpf mit Doppelauslegern verlängert und die Höhen- und ein doppeltes Seitenleitwerk daran befestigt. Das erste Frachtflugzeug der Welt, die RB2, wurde mit Duraluminium beschichtet, was gleichzeitig eines der ersten

Flügel mit Duraluminium beplankt wurden, war gleichzeitig eines der erste Ganzmetallflugzeuge.

Von der CB-16 zur UB-20

1927 baute Burnelli die Chapman-Burnelli CB-16, einen Eindecker mit 2x 150 PS Curtiss GV-1550 Conqueror-Reihenmotoren im Rumpfbau. Die Maschine hatte 20 Sitzplätze und war das erste zweimotorige Flugzeug, das auch mit ausgefallenen Triebwerk die Flughöhe halten konnte. Bei konventionellen Flugzeugen gelang dies erst 5 Jahre später. Darüber hinaus besaß das Flugzeug bereits ein einziehbares Fahrwerk, welches die Flugsicherheitsbehörde nicht zulassen wollte. Die Motoren waren während des Fluges vom Rumpf aus erreichbar, so dass Reparaturen durchgeführt werden konnten.



UB-20

1929 nahm Burnellis experimenteller Eindecker GX-3 an der Guggenheim Competition teil. Er hatte 2x90 American A.D.C. Cirrus 111 Reihenmotoren. Flügel mit veränderlicher Profilwölbung, über die ganze Spannweite reichende Klappen, ein vierrädriges Fahrwerk und Winglets. 1929 entwarf Burnelli die Uppercu-Burnelli UB-20, ein viel geflogenes Passagierflugzeug für 20 Personen mit 2x750 PS wassergekühlten Packard-Motoren. Es hatte abgestützte Flügel Ganzmetallbauweise, 3-flügelige Propeller sowie abdeckbare Kühler in den Flügelnasen (der tragende Rumpf war ebenfalls ganz aus Metall). Das Flugzeug hatte ein gefedertes Fahrwerk mit großen Niederdruckreifen. 1933 entstand die Uppercu-Burnelli UB-14 mit 2x680 PS luftgekühlten 9-Zylinder Pratt & Whitney-Sternmotoren. Das Flugzeug hatte doppelte Leitwerksträger (verbunden durch das dazwischenliegende Höhenleitwerk) und das Fahrwerk war hydraulisch einziehbar. Erstmals nutzte Burnelli bei diesem Design ein geschlossenes Cockpit, welches auf dem flügelartigen Rumpf kurz hinter der Rumpfvorderkante lag. Den 14 Passagieren stand eine 3,55 m lange und 3,1 m breite Kabine mit Thermostatheizung, Ventilation, Beleuchtung, Toilette und Gepäckraum zur Verfügung.

Vom A-1 Bomber zur GB-888

1935 entwarf Burnelli den Bomber A-1, von dem jedoch kein Prototyp gebaut wurde. 1938 wurde in England die Cunliffe Owen OA-1 Clyde Clipper gebaut, eine verbesserte und teilweise veränderte Variante der UB-14 mit 2x710 PS Bristol Perseus XIVC Sternmotoren. Mit diesem Flugzeug flog der französische General de Gaulle während des 1. Weltkriegs in England und Afrika. 1942 entstand ein Bomberprojekt mit 20000 PS Leistung, die B-2000 B, für die :

Allison 3420-Motoren vorgesehen waren.

Obwohl sich führende Generäle für das Burnelli-Design aussprachen, wurde Design aus parteipolitischen Gründen von Roosevelt abgelehnt (angeblich ein Republikaner die Entwicklungen von Burnelli gesponsort hat). 1939 schrieb der General H. H. Arnold, der Chief des U. S. Army Air Corps an den Secretary of War: "In my opinion it is essential, in the interest of the national defense this (Burnelli) procurement be authorized."



B-1000

1943 wurde von Burnelli der Lastensegler General Aircraft XCG-16 A entworfen, der 40 ausgerüstete Soldaten befördern konnte. 1945 baute die Cancargo Aircraft Company in Lizenz den Cancargo CBY-3 Loadmaster, ein kombiniertes Fracht- und Passagierflugzeug mit 2x1200 PS Pratt & Whitney 1830 Sternmotoren, das später dann mit Wright R-2600 Sternmotoren ausgerüstet wurde. Es wurden zwei Exemplare gebaut und geflogen. Die Passagierkapazität betrug 22 Passagiere mit Fracht und 38 Passagiere ohne Fracht. Die CBY-3 ist das einzige noch existierende Burnelli-Flugzeug und befindet sich im Besitz der Connecticut Aeronautical Association. 1960 entstand das Projekt des großen containerartigen 18-Tonnen-Frachtflugzeugs GB-171, mit 8 Containerräumen, mit in jedem Containerraum eingebauter separater Hebevorrichtung und standardisierten Containern. 1962 entwarf Burnelli sein letztes Flugzeug, die GB-888, einen Überschalltransporter.





GB-888

Boeing's letzte Chance?

Nur ein Breittrumpf-Großraumflugzeug wäre aktuell in der Lage, mit dem A350-900 von Airbus Industrie in Konkurrenz zu treten. Der US-Flugzeughersteller Boeing hat allerdings bereits bekannt gegeben, die Entwicklung seines geplanten Superjumbo 747-400X Stretch mangels Nachfrage zu stoppen.



Während der Erzrivale von Boeing Airbus Industrie mit seinem 555-sitzige Großraumjet bereits über 60 Aufträge verbuchen konnte, ging Boeing mit seiner Stretch-Version bisher leer aus. Boeing will nunmehr ein kleineres, moderneres Flugzeug bauen, das knapp unter der Schallgeschwindigkeit fliegen soll. Das Design dieses Flugzeuges erinnert an Burnellis letztes Flugzeugdesign, die 888. Mit der Ankündigung von Boeing nunmehr ein neues Design-Konzept zu wählen, ist eine neue Pokerrunde im zivilen Flugzeugbau eingeleitet worden.

Fokussierung auf den Kunden

Der Boeing-Chef für den Bereich Zivilflugzeuge Alan Mulally erklärte: "Das Flugzeug, auf das wir uns nach dem Willen unserer Kunden konzentrieren sollen." Höher, schneller, weiter und ruhiger sollen die Flugzeuge fliegen. Mulally kopiert Boeing-Ansätze, die Vincent Burnelli bereit vor über 40 Jahren vorgeschlagen hatte und strebt eine deutliche Produktivitätssteigerung für moderne Verkehrsflugzeuge an.

Mulally hob weiter hervor, dass die Passagiere mit der neuen Hochleistungsmaschine mit einer Reichweite von mehr als 16.700 km in einer Höhe über 13 km direkt ihre Ziele anfliegen und überfüllte Knotenpunkte umgehen können.

Zwischenstopps vermieden werden können. Das neue Boeing-Flugzeug soll etwa 95 Prozent der Schallgeschwindigkeit erreichen und transatlantische Flugzeiten um etwa 90 Minuten verkürzen. Außerdem soll es leiser wie Starliner-Flugzeuge sein. Darüber hinaus soll deutlich mehr Nutzlast bzw. eine höhere Reichweite als bei vergleichbaren Airbus-Flugzeugen erzielt werden. Sollte ein Burnelli-ähnliches Flugzeug doch noch im Flugzeug-Design durchgesetzt hätte, Airbus Industrie möglicherweise auf das falsche Design-Prinzip gesetzt ist wie immer im Flugzeugbau: Royal Flush oder Loser.

In Erinnerung an Gottfried von Meiss⁶¹

Hyperlinks: http://www.aircrash.org/burnelli/vjb_bio2.htm
<http://www.fortunecity.com/tattooine/farmer/120/burn.html>
http://www.dnaco.net/~george_t/links/bmk-av.htm
<http://www.aircrash.org/burnelli/chrono2.htm>
<http://www.teli.stadia.fi/~vzvrbly/burnelli/walpaper.htm>

 [artikel versenden](#)

forum 

Kommentare:

[Zur HORTEN IX \(user1234, 26.6.2001 19:01\)](#)

[You're welcome! \[ohne Text\] \(APS, 11.4.2001 16:48\)](#)

[Hervorragender Artikel \(Steffen, 11.4.2001 13:37\)](#)

[mehr...](#)

[↑ top](#)

Copyright © 1996-2001. All Rights Reserved. Alle Rechte vorbehalten
Verlag Heinz Heise, Hannover
last modified: 15.10.2001
[Privacy Policy / Datenschutzhinweis](#)

 heise online

redaktion