

# Insel Verlag

## Leseprobe



Heermann, Jürgen  
**Warum sie oben bleiben**

Ein Flugbegleiter für Passagiere. Vom Start bis zur Landung  
Mit farbigen Fotografien

© Insel Verlag  
insel taschenbuch 4096  
978-3-458-35796-4



Flugzeuge sind heute ein nahezu so alltägliches Verkehrsmittel wie die Bahn. Doch für die meisten bleibt es ein Rätsel, wie ein Flugzeug sich in die Lüfte erhebt und oben bleibt, wie es sicher und konsequent den Zielflughafen erreicht.

Für den Spezialisten und langjährigen Flugingenieur Jürgen Heermann hat die Fliegerei nichts von ihrer Faszination eingebüßt. Mit anschaulichen Beispielen aus der Praxis schafft er es, auch dem technisch nicht versierten Leser die komplexe Welt des Fliegens nahezubringen – vom Betreten des Flughafens bis zum Aufsetzen der Maschine auf der Landebahn.

Der perfekte Flugbegleiter vom Start bis zur Landung – erfolgreich bewährt auch bei der Bekämpfung von Flugangst.

Jürgen Heermann wurde 1944 in Finsterwalde geboren. Er flog als Flugingenieur auf verschiedenen Mittel- und Langstreckenflugzeugen, war als Ausbilder und als Sachverständiger tätig. Er verfaßte verschiedene Publikationen über das Fliegen, hält Vorträge und gibt Seminare.

Die Homepage des Verfassers und weitere Informationen zum Buch finden Sie unter: [www.flugingenieur.de](http://www.flugingenieur.de)

insel taschenbuch 4096  
Jürgen Heermann  
Warum sie oben bleiben





# Warum sie oben bleiben

*Ein Flugbegleiter für Passagiere*

Vom Start bis zur Landung

Von Jürgen Heermann

**Insel Verlag**

2. Auflage 2015

Erste Auflage 2012

insel taschenbuch 4096

Insel Verlag Berlin 2012

© Insel Verlag Frankfurt am Main und Leipzig 2000

Alle Rechte vorbehalten, insbesondere das der Übersetzung, des öffentlichen Vortrags sowie der Übertragung durch Rundfunk und Fernsehen, auch einzelner Teile. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotografie, Mikrofilm oder andere Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Hinweise zu dieser Ausgabe am Schluß des Bandes

Vertrieb durch den Suhrkamp Taschenbuch Verlag

Umschlag: bürosüd, München

Satz: Satz-Offizin Hümmer GmbH, Waldbüttelbrunn

Druck: Kösel, Krugzell

Printed in Germany

ISBN 978-3-458-35796-4

# Inhalt

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| <b>Vorwort</b> .....                                  | 11 |
| <b>Als Passagier von Frankfurt nach Brüssel</b> ..... | 13 |

Theatersitze wählt man sorgfältiger · Regen für alle Klassen · Der Kabinendruck wird abgesenkt · Der Tower ist nur für Start und Landung zuständig · Es gibt keinen automatischen Start · Die Startbahn – zu Fuß eine Dreiviertelstunde · Die manipulierbare Tragfläche · Die Tragfläche wird nach oben gesogen · Der Autopilot hält Höhe und Richtung · Mit Steuerrad auf neutral durch die Kurve · Durch Ziehen gewinnt man Höhe · Flugzeuge und Zweiräder bewegen sich im Scheinlot · Höhen- und Seitenruder stabilisieren · Alltag bedeutet alles in Frage stellen · Erst fünf, dann vier, jetzt drei oder zwei · Vom Mechaniker zum Ingenieur · Der Copilot ist ein voll ausgebildeter Flugzeugführer · Druckgußgelenke nur vom Feinsten · Essen aus einer Handarbeitsfabrik · Ein Verkehrsflugzeug fliegt auch ohne Schub · Die Hydraulik ist das Mittel der Wahl · Verschiedene Hydraulikquellen · Vom Befehl zur Bewegung · Fly by wire · Schier unzählige Kabel · Was in der Steckdose wartet, ist nicht immer identisch · 400 Hertz sparen Gewicht · Drehzahlregelung aus dem letzten Jahrhundert · Die Stromerzeugung ist reichlich · Eine Anlage für warm und kalt · Die Wärme ist nur ein Produkt des Luftdrucks · In den Wolken ist die Luft nicht glatt · Widerstandsträchtig fahren die Auftriebsmittel aus · Landen ist kein einfaches Aufsetzen · Bremsen auf dreierlei Weise

30 000 Euro Zinsen pro Tag · Hochpräzise Kraftstoffplanung · Sechs Millionen Teile unter Kontrolle · Luftpüchtlingsprüfung vor jedem Flug · Runderneuerte Reifen mit herausschauendem Gewebe · Flugzeuge starten gegen den Wind · Nur nach Litern zu tanken wäre viel zu ungenau · Der Flugingenieur hat die beste Sicht auf alle Instrumente · Ein Flugzeug muß zum Start ausgetrimmt sein · Von der Exerzierkarte zur Checkliste · Bremsklötze auch für die modernsten Flugzeuge · Flugführung auf Diskette · Das Rollen ist die Vorbereitung zum Start · Die Gummiwolke bringt nicht den größten Verschleiß · Tausend Millionen erscheinen mehr als eine Milliarde · Ein Tacho für 150 000 Euro · Wechsel in die dritte Dimension · Was für den Hammer gut ist, ist für die Bremsen anstrengend · Bei Hochdruckwetter fliegen sie höher · Kerosin ist Petroleum · Kein Gegenverkehr auf Luftstraßen · Navigationssender weisen den Weg · Für das fliegende Flugzeug kommt der Wind immer von vorn · Radargeräte ermöglichen einen dichteren Verkehr · Ein Flugzeug ist wie ein dressierter Löwe · Kein magnetischer Kompaß weiß, wo der Nordpol ist · Eine Automatik läuft selten automatisch · Das scheinbar Banale, das sich nicht automatisieren läßt · Eine Stadt des Besonderen · Kein Flug ist wie der andere · Gummispuren und fühlbare Betonplatten · Hohe Anspannung bei der automatischen Landung · Sechs Straßen sorgen für Ordnung · Der Bogen als kürzester Weg · Alles in einer Hand? · Suck – Squeeze – Bang – Blow! · Wir entscheiden, nicht die Triebwerke · Der Verzicht spart, der bewußte Umgang auch · Vom Schlaf zum Frühstück · Einen Kilometer in vier Sekunden · Zur Behaglichkeit gehört genügend relative Feuchte · Zum Kühlen am Boden zieht die Klimaanlage alle Register · Einen Adelstitel für die Kühlung · Im Luftdruck steckt Wohlbefinden · »Das QNH ist 1004« · Die Wartungstechniker übernehmen das

Flugzeug · Ein automatischer Vorgang bedarf nicht der Kontrolle · Sichtkontakt bei der Landung

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| <b>Register</b> .....          | 215 |
| <b>Bildnachweis</b> .....      | 220 |
| <b>Zu dieser Ausgabe</b> ..... | 221 |



# Vorwort

Eine Gabel knickt selbst dann nicht ein, wenn das aufzuspießende Fleischstück sehr viel größer ist als der Mund, in dem es verschwinden soll. Wäre ein Flugzeug ähnlich überdimensioniert ausgelegt, könnte es nicht rollen und schon gar nicht fliegen. Es ist eher einem schlanken Champagnerglas vergleichbar, das, richtig behandelt, einem herrlichen Zweck dient.

Ich bin eingefleischter Techniker und liebe diese riesigen, sensiblen Gebilde. Seit vielen Jahren arbeite ich als Flugingenieur in einem Jumbojet, der so groß ist, daß die Passagiere schon beim Rollen höher sitzen, als die Gebrüder Wright anfänglich geflogen sind. Doch obwohl ich alle physikalischen Grundgrößen kenne, die mir den Auftrieb erklären, zweifle ich jedesmal wieder, ob sich so ein Koloß wirklich in die Luft erheben kann, und bin immer wieder neu fasziniert, wenn dieser Riesenvogel abhebt. Zum Glück besteht das Flugzeug beim Start für mich nur aus Bedienelementen, niemals aus einer fliegenden 71 Meter langen Röhre mit 400 Passagieren, 30 Tonnen Fracht und 200 000 Litern Kraftstoff, sonst könnte ich meine Arbeit beim Take-Off wohl nicht ordnungsgemäß verrichten.

Über viele Jahre habe ich im Cockpit immer wieder interessierte Fluggäste kennengelernt. Ihre vielfältigen Fragen zur Fliegerei haben mich auf die Idee gebracht, darüber etwas zu schreiben, und zwar in einer Sprache, die der Cockpitbesucher erwartet: sich auf das Wesentliche konzentrieren und dabei ohne Zeichnungen und Diagramme auskommen, komplizierte Systeme auf das manchmal für uns Fachleute verlorengegangene Grundprinzip zurückführen, Unbekanntes mit Bekanntem vergleichen, als Profi den Mut haben, auf den

fachlich richtigen Begriff der Verständlichkeit wegen zu verzichten.

In diesem Buch lade ich Sie ein, mich auf zwei Flügen zu begleiten. Auf der Strecke Frankfurt-Brüssel werde ich Ihnen aus der Perspektive eines Passagiers berichten und erläutern, was vom Betreten der Abflughalle bis zum Aufsetzen der Maschine auf der Landebahn alles in der sichtbaren und unsichtbaren Umgebung passiert. Von Atlanta nach Frankfurt können Sie mich dann als Flugingenieur im Cockpit begleiten. Sie werden dabei so viele weitere Informationen erhalten, daß das Fliegen für Sie kein Mysterium mehr sein wird. Vielleicht kann dieses intensive Kennenlernen des Verkehrsmittels Flugzeug bei dem einen oder anderen sogar eine eventuell vorhandene Flugangst ein wenig mindern. Denn auch bei der Fliegerei wird nur mit Wasser gekocht, wenn auch manchmal bei anderen Temperaturen.

*Jürgen Heermann*

## Als Passagier von Frankfurt nach Brüssel

Flughafen Frankfurt. Für meine Zweitagestour, nur mit Reisetasche, eile ich durch Gänge mit und ohne Fließbänder. Routiniert halte ich die Reihenfolge meiner Legitimierungen ein. Erst mit dem Ticket winken, dann den Paß zeigen. Diese Reihenfolge ist weltweit praktisch immer gleich, leicht zu erlernen und fordert kaum nennenswerten persönlichen Einsatz. Es sei denn, es kommt zum typischen Gedränge.

Und genau dies erwartet mich jetzt. Flugsteig 54 ist mein Ziel. Unter den ortskundigen Vielfliegern kommt jetzt strategisches Denken auf. Teil eins ist so eine Art Heimvorteil, für andere nicht ersichtlich, trotzdem nicht verwerflich: Links führt eine Treppe hinunter zu den Flugsteigen 50 bis 54, rechts geht es laut Beschilderung zu 55 bis 59. Dort unten aber sind beide Treppen erstaunlicherweise mit einem breiten Gang verbunden. Von hier aus führt der Weg durch zwei Sicherheitskontrollen, wiederum gesondert für 50 bis 54 und 55 bis 59. Spätestens hier kommt es zu den zwei zeitraubenden Menschenknäueln, immer von unterschiedlicher Größe. Mit meinem Wissen um diese besondere Verbindung nehme ich diesmal »55 bis 59«.

Es ist scheinbar unter den Passagieren abgesprochen: Hierzulande habe ich vor den Röntgenuntersuchungsstellen, wo das gesamte Gepäck durchleuchtet wird, immer nur diese Knäuel und nie Menschenschlangen gesehen. Da bleibt nur Einreihen, Mitschwimmen und Vom-Fliegen-Träumen. Vom Fliegen, ohne einzusteigen! Doch jetzt kommt Teil zwei des Einstiegs: Braves Anstellen und geduldiges Mittippeln unter Beibehaltung einer ruhigen Miene ist der übliche Weg. Ernst umherschauende, lauernde, aufmerksame Blicke verraten den strategisch arbeitenden Drängler. Macht der schräg

vor ihm Stehende einen kleinen Schritt oder schwankt auch nur ein wenig, werden die preisgegebenen Zentimeter sofort eingenommen.

Jeder kommt dran. Das Handgepäck wird in eine Schale gelegt. Der große Aktenkoffer muß umgelegt und der Computer zuvor herausgenommen werden. Er bekommt ein Extrabehältnis, in dem auch noch Platz ist für die sonstigen Wichtigkeiten des täglichen Lebens, wie Schreibstift, Schlüsselbund, Armbanduhr und das vielleicht bisher nie aus der Hand gegebene Universaltelefon. Nicht genug, jetzt kommt die Entkleidung. Die Kopfbedeckung muß ab, und während das Jackett von der Schulter gleitet, sagt eine freundliche Stimme »Bitte den Gürtel auch«, was etwaige Hosenträger mit einschließt. Gut so, denn nur so erspare ich mir das Abtasten, das sonst unausweichlich nach Durchschreiten der Abtastersatz-Torbogensonden (der richtige Name ist *metal-detection-gateways*) geschieht. Doch auch mit der nötigen Gründlichkeit, mit der man sich von meßbaren Gegenständen befreit, piept der Bogen, weil wie oft Metall in den Schuhsohlen steckt oder ganz einfach der obligatorische Zufallsgenerator anspringt.

## **Theatersitze wählt man sorgfältiger**

Arme wieder an den Körper gelegt, Tasche an die Hand gehängt, marschiere ich zum Flugsteig. Nach »guten Tag«, »guten Tag«, Ticketüberreichung, Tastaturgeklapper (ich würde gerne mit auf den Bildschirm schauen) kam früher das erwartete »Raucher oder Nichtraucher?« und mein unerwartetes »Wenn möglich, bitte vorn am Fenster«. Zu dem ungebrochenen Wunsch, die unter mir dahinziehende Landschaft zu sehen, kam im Lauf der Jahre die Neugier, zu erfahren, wie auf meinen Sitzplatzwunsch reagiert wird. Von einer Miene



**Boeing 737**

höflichen Verständnisses bis zu schallendem Gelächter gab es schon alles. Wie laut wäre gelacht worden, wenn ich meinen Wunsch vervollständigt hätte: »Bitte einen Fensterplatz am Gang – vorne«. Nach einer kleinen Pause noch anhängend: »Oben!« Und dann noch mit dem Zusatz: »Nichtraucher!«

Nun, so ein Platz muß erst noch erfunden werden. Aber man sitzt doch im Flugzeug bis zu zehnmal länger als im Kino oder Theater! Der mittlerweile standardmäßige Nichtraucherflug vereinfacht die Platzwahl, aber eine Tragfläche, die 25 und mehr Meter in die Umgebung ragt, kann weiterhin den Wunsch nach Betrachtung der Natur enttäuschen. Auch hinter der Tragfläche kann sich die Freude in Grenzen halten, wenn der Blick durch den flimmernden Abgasstrahl der Triebwerke getrübt wird. Eine erfreuliche Neuerung ist der Check-in mit dem Smartphone aus der Hosentasche oder per Automat am Flughafen, beide mit Sitzplan und der Lage der Tragflächen.

Ein Nachteil der Fensterplätze ist, daß es nicht viele davon

gibt. Sind sie erst mal vergeben, braucht man sich um einen strategisch guten Platz auch nicht mehr sonderlich zu kümmern. In einem kleinen, aufgeräumten Linienjet ist kaum mehr als jeder dritte Sitz ein Fensterplatz, und in einem scheinbar nur aus Sitzen bestehenden Chartergroßraumflugzeug sinkt der Anteil auf ein Fünftel. Das liegt natürlich nicht daran, daß beim Hersteller für Charterflugzeuge weniger Löcher für Fenster »gebohrt« werden. Vielmehr muß zusammengerückt werden, schließlich will man preiswert fliegen. So kommt ein Großraumflugzeug auf zehn Sitze in einer Reihe, getrennt durch zwei Gänge. Im gleichen Dickrumpf beläßt man es in der ersten Klasse bei sechs Sitzen, ebenfalls getrennt durch zwei Gänge, aber sie sind sofaartig, mit bügelbrettbreiten Armlehnern.

Meine Gedanken an Sitzplätze verfliegen, denn jetzt darf ich einsteigen. In einen Bus! Auch auf diesem Weltflughafen klebt nicht jedes Flugzeug passagierfreundlich an einer Zugangsrohre. So steht denn auch unseres auf dem Vorfeld. Einerseits genieße ich immer wieder die elegante und ruhige Fahrweise dieser Busfahrer, andererseits denke ich an die lange Reisezeit, die eigentlich schon mit dem Haustürzuziehen beginnt und erst mit dem Erreichen des Hotelzimmers beendet ist. Diese wirkliche Reisezeit kann leicht das Vielfache der reinen Flugzeit ausmachen – von Frankfurt nach Brüssel beträgt sie 45 Minuten –, so daß eine längere Flugzeit die Gesamtreisedauer kaum verlängert. Dennoch setzen die Fluggesellschaften viel daran, auch einen Zehnstundenflug noch um Minuten zu verkürzen. Angenommen, die Busfahrt mit Ein- und Aussteigen hätte eine zwölfminütige Abflugverspätung entstehen lassen. Zur Vermeidung einer Ankunftverspätung müßte man diese Zeit im Flug wieder reinholen. Auf der Strecke Frankfurt-Brüssel unmöglich! Auf einem Achtseinhalbstundenflug nach New York könnte ein Flugzeug »mit den üblichen Mitteln« diese zwölf Minuten durch schnelle-

res Fliegen gerade noch gutmachen. Wie beim Autofahren kostet das höhere Tempo jedoch ordentlich Kraftstoff. Drei- mal nach New York auf diese Weise bedeutet ein Mehr an Energie, das größer ist als der Jahresverbrauch eines Einfamilienhauses, nämlich bis zu 7500 Litern Kraftstoff (*fuel*).

Ich kann beobachten, wie von der vorderen offenen Ein- gangstür der Boeing 737 aus dem Busfahrer ein Handzeichen gegeben wird. Die Kabine ist zum Einsteigen vorbereitet. Das ist der Fall, wenn Belade- und Reinigungspersonal von Bord gegangen und das Betanken abgeschlossen ist. Bereits vorher hat ein Mitarbeiter (*rampagent*) an Hand eines vom Busfahrer mitgeführten Zettels die richtige Zuordnung des Busses zum Flugzeug festgestellt. Die Bustüren öffnen sich. Sofort macht sich die im Heck des Flugzeugs eingebaute Hilfsgasturbine, genannt APU (*auxiliary power unit*), durch ihren Lärm bemerkbar. Sie liefert im Moment den Strom und die Klimatisierung. Die Kabine kann mit Hilfe der von ihr gelieferten Luft, die an anderer Stelle im Rumpf noch auf- bereitet wird, geheizt und auch gekühlt werden. Diese APU gehört sozusagen zum festen Gepäck des Flugzeugs. Sie ar- beitet unabhängig von Bodenaggregaten und hat nach dem Anlassen der Triebwerke normalerweise bis zum Ende des Fluges Ruhepause.

## Regen für alle Klassen

Jetzt ist schnelles Einsteigen wichtig. Was nützt ein vollkli- matisiertes und gut schallisoliertes Flugzeug, wenn hier drau- ßen auf dem Vorfeld neben ohrenbetäubendem Lärm von den nebenan vorbeirrollenden Flugzeugen auch noch Wind und Regen scheinbar waagerecht daherkommen.

Zweiklassenversion, Sitz 1A, ganz vorn links am Fenster, wie gewünscht! Ein leichter Druckstoß auf die Ohren –

die letzte Tür wird geschlossen. Die Luft der Klimaanlage kommt aus Wand- und Deckenschlitzen, die über die ganze Kabinenlänge verteilt sind. War sie bis eben nach dem Vorbeistreichen an Mensch und Mobiliar durch die Türen hinausgeströmt, so muß sie sich jetzt durch eine spezielle, wesentlich kleinere Öffnung zwängen. Dadurch steigt der Druck plötzlich ein wenig an, wenn auch viel geringer als beim schnellen Schließen von Autotüren bei laufendem Lüftungsventilator. Diese spezielle Öffnung ist von nun an das Auslaßventil für die gesamte Kabinenluft. Die Bezeichnung Ventil verrät eine gewisse Regelbarkeit. Noch besteht keine Verlassung, von der voll geöffneten Stellung abzurücken. Sind wir in der Luft, kommt jedoch auf dieses nur handtellergroße Loch eine hochsensible Aufgabe zu.

Das Trommelfell reagiert sehr empfindlich auf schnelle Luftdruckschwankungen. Es wölbt sich bei Druckanstieg nach innen und bei Druckabnahme nach außen. Diese Wölbung dämpft die Hörfähigkeit und wird als unangenehm empfunden. So gewölbt bliebe das Trommelfell, wäre das Ohr nicht auch für das Benutzen von Aufzügen und Flugzeugen sowie andere Druckschwankungsmaschinen und das Bergsteigen gewappnet. Zwischen der Rückseite des Trommelfells, der Paukenhöhle, und dem Nasen-Rachen-Raum liegt die Eustachische Röhre oder Ohrtrumpete. Sie sorgt mehr oder weniger schnell für einen Druckausgleich. Bei Schnupfen weniger, beim Gähnen oder gar beim Reinblasen beziehungsweise Hochziehen der zugehaltenen Nase mehr. Ab sofort werden diese Druckschwankungen im Flugzeug vermieden, oder, ehrlicher gesagt, sie werden möglichst gering gehalten.

Je nach Sitzplatz kann der Passagier mehr oder weniger deutlich das Anlassen der beiden Triebwerke wahrnehmen. Danach ist auch wieder das Rauschen der heute wärmenden Luft zu hören. Beim Anlassen der Triebwerke gilt: Alle Luft dem Starter. Deshalb wurde in dieser Zeit die Klimaanlage



## Flugzeugschlepper

ausgeschaltet. Doch jetzt fließt kontinuierlich Luft aus den Triebwerken in die Kabine. Demzufolge kann die bei diesem Flugzeug etwa zwei Liter Kraftstoff pro Minute schluckende Hilfsgasturbine abgeschaltet werden. Das Flugzeug ist fertig zum Abrollen.

Schon vor dem Anlassen wurde die motorisierte Einstiegsstreppe beiseite gefahren. Gleich wird der Flugzeugtechniker seinen Platz in der Nähe des Bugrads verlassen. Von dieser Stelle aus war er während des Triebwerkanlassens über Kopfhörer und Mikrofon mit dem Cockpit verbunden. Er gab die Klarmeldung, daß sich im Gefahrenbereich der Triebwerke keine Hindernisse mehr befinden. Die Triebwerke saugen nämlich durch ihre vordere Öffnung neben Luft auch gerne alles andere ein, was ihnen zu nahe kommt. Und dazu blasen sie hinter dem Flugzeug noch kräftiger alles um, was sich nicht in sicherer Entfernung befindet.

Den Mann vom Dienst sehe ich jetzt links vom Flugzeug.

Er dürfte heute an dieser Seite von allen Fenstern aus zu sehen sein. Er steht dort, um dem Cockpitpersonal durch Handzeichen zu signalisieren, daß es keine Hindernisse gibt und sie wegrollen können. Heute wird sich das Flugzeug vorwärts in Bewegung setzen. Da es hier auf einer Außenposition steht, ist ein Zurückschieben mit Hilfe eines Flugzeugschleppers nicht notwendig. Abgesehen von diesem möglichen Schleppen eines Flugzeugs bewegt sich das Flugzeug ausschließlich mit Hilfe des Triebwerkschubs vorwärts. Antriebe an den Rädern gibt es nicht. Im Hinblick auf das Rollen am Boden wäre ein Radantrieb kraftstoffsparend, insgesamt wäre er aber wegen seines Gewichts für das Fliegen zu teuer.

Gewichteinsparen ist das A und O in der Fliegerei. Ein Kilogramm Gewicht mehr kostet im Jahr rund 200 Liter Kraftstoff. Bei einem Literpreis von 50 Cent sind das 100 Euro. Meine Lesebrille wiegt 25 Gramm. Würde sie auf einem Flugzeug ständig mitfliegen, wären das Kraftstoffmehrkosten von zwei Euro fünfzig pro Jahr. Würden alle Passagiere immer ihr Kleingeld zu Hause lassen – gerechnet mit 50 Gramm für zwölf verschiedene Münzen –, wäre die Einsparung bei einem Jumbo, der 387 Passagiere faßt, 2000 Euro pro Jahr. Hat ein Passagier, aus Neuseeland kommend, einen Apfel in seinem Gepäck, wird dieser Apfel das Zweieinhalfache seines Volumens an Kraftstoff verbrauchen. Bei den genannten Preisen sind das 1,25 Euro pro Kilogramm Äpfel.

Die Bedeutung der Gewichtersparnis nimmt mit der Einsatzzeit eines Flugzeugs zu. Und das sind viel mehr Stunden pro Monat, als ein Mensch arbeiten kann. Darum benötigt eine Luftfahrtgesellschaft sieben bis zehn Besatzungen pro Flugzeug, um es personell ausreichend zu versorgen. Langstreckenflugzeuge kommen auf eine höhere Jahresstundenzahl als Kurzstreckenflugzeuge. Sie liegt nicht selten über 5000. Das sind zusammen sieben Monate im Jahr. Ein Pri-