



Hinauf INS HIMMELBLAU

EINE ERSTAUNLICHE REISE VON
DER ERDE BIS INS WELTALL

Gianumberto Accinelli

Giulia Zaffaroni

ars≡dition

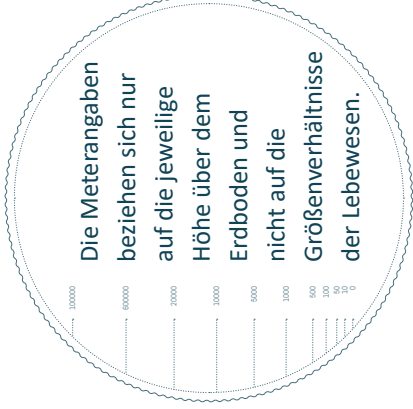


Hinauf

INS HIMMELBLAU



Für Giorgio, der im Himmel und in mir lebt.



© 2022 Nomos Edizioni

Die Originalausgabe ist bei Nomos Edizioni erschienen.

Titel der Originalausgabe:

Su nel blu – Dalla Terra allo spazio: viaggio volante sfogliabile

All rights reserved in all countries by Nomos Edizioni

Text: Gianumberto Accinelli

Illustrationen: Giulia Zaffaroni

Redaktion: Luigi Dodi, Francesca Giulia La Rosa

Dank an Alessandra Giunta

© 2024 für die deutsche Ausgabe: arsEdition GmbH,

Friedrichstraße 9, D-80801 München

Aus dem Englischen von Andreas Jäger

Textlektorat: Eva Wagner

Alle Rechte vorbehalten

Wir behalten uns die Nutzung unserer Inhalte für Text und Data Mining im

Sinne von § 44b UrhG ausdrücklich vor.

ISBN 978-3-8458-5542-4

www.arsedition.de





Hinauf

INS HIMMELBLAU

EINE ERSTAUNLICHE REISE VON DER ERDE BIS INS WELTALL

Text

Gianumberto Accinelli

Illustrationen

Giulia Zaffaroni

ars≡dition

über 500 km

Voyager 1
Apollo-Mission
Künstliche Satelliten
Exosphäre und interplanetaren Raum

Anita und Arabella
Internationale Raumstation
Mittelmeer-Fruchtfliege
Sessel im Weltraum
Corned-Beef-Sandwich
Polarlicht
Radiowellen

80 bis 500 km

Thermosphäre

Leuchtende Nachtwolken
Meteoriten

50 — 80 km

Mesosphäre

Alan Eustace
Alexander Wassiljewitsch Fedotow
Touristen
Space-Steak
Webspinne

14 — 50 km

Stratosphäre

Sperbergeier
Fischregen
Alpendohle
Luke Atkins
Hummel
Weißstorch
Mauersegler

0 — 14 km

Freie Atmosphäre

Marienkäfer
Monarchfalter
Küstenmammutbaum
Paradies-Schmuckbaumnatter

Faltengecko
Leuchtkäfer

0 — 14 km

Planetare Grenzschicht

Javier Sotomayo
Haushuhn
Schaumzikade
Ameise

Troposphäre

DIE SCHICHTEN*

Jenseits des Himmels:
Übersicht

Bei etwa 66 000 m:
Globale Erwärmung

Bei etwa 21 600 m:
Ozonloch

Auf der Erdoberfläche:
Einleitung

DEIN AUFSTIEG BEGINNT HIER

*Die Schichten, in die die Erdatmosphäre eingeteilt wird, haben keine genau festgelegten Grenzen. Sie sind fließend und veränderlich und die Forschung dazu ist noch nicht abgeschlossen. Wir haben daher eine der möglichen Unterteilungen übernommen, die von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern vertreten werden.

HINAUF INS HIMMELBLAU[©]

Gewaltig groß und nicht zu greifen, unverzichtbar und unsichtbar, blau mit weißen Flecken bei Tag und schwarz mit tausend Lichtpunkten bei Nacht. Sie versorgt uns mit Sauerstoff zum Atmen und schützt uns vor Gefahren aus dem Weltall.

Die Rede ist von der Atmosphäre, einer mehrere Hundert km dicken Gashölle um unsere Erde. Sie sorgt dafür, dass die Temperaturen auf unserem Planeten in einem Bereich bleiben, in dem Leben möglich ist, und versorgt die Pflanzen mit Kohlendioxid, das diese in Zucker umwandeln und somit in Nahrung für Tiere und Menschen: Die Erdatmosphäre besteht aus zahlreichen verschiedenen Gasmolekülen, die sich darin bewegen.

Alle Lebewesen sind auf diese flüchtigen Substanzen angewiesen und müssen sie in sich aufnehmen, um zu überleben. Dazu haben sie verschiedene Atmungsorgane entwickelt, wie Lungen, Tracheen, Kiemen und andere, die diese Gase aus der Luft einfangen und umwandeln können.

Sehen wir uns diesen Vorgang nun am Beispiel des Menschen etwas genauer an. Im Lauf eines Tages füllt sich unsere Lunge rund 21 000-mal mit Luft (Durchschnittswert bei Erwachsenen). Das eingeatmete Gasgemisch nimmt seinen Weg über die Luftröhre, die Bronchien und die Bronchiolen bis in die Lungenbläschen, die von einem Netz aus Blutgefäßen umfassen sind. Hier geht der Sauerstoff – eines der Gase, aus denen die Atmosphäre besteht – ins Blut über und wird durch die Blutgefäße in sämtliche Zellen des Körpers geleitet. Dort wird die Energie des Sauerstoffs zur Herstellung von Glucose (Zucker) verwendet. Sauerstoff ist also notwendig für die sogenannte Zellatmung, die der eigentliche Motor des Lebens ist. Bei diesem Vorgang entsteht als Abfallprodukt Kohlendioxid, das wieder aus dem Körper entfernt werden muss. Die Zellen geben das Kohlendioxid ans Blut ab und es wird zu dem Netz von Blutgefäßen um die Lungenbläschen zurücktransportiert. Hier nimmt es den umgekehrten Weg wie der Sauerstoff: über die Bronchiolen, die Bronchien und die Luftröhre zum Mund oder der Nase und hinaus in das blaue »Meer« der Troposphäre, der untersten Schicht der Atmosphäre.

Aber das ist nicht das Ende des Prozesses – im Gegenteil, es ist gewissermaßen erst der Anfang. Denn wenn eine sanfte Brise durch das Geäst eines Baums

oder eines Strauchs weht, nehmen die Blätter über ihre Spaltöffnungen oder Stomata (das sind kleine Löcher an der Blattoberseite) das Kohlendioxid auf. In den grünen Zellen der Pflanze entsteht daraus mithilfe der Energie des Sonnenlichts ein Zucker – eben der Zucker, den wir für die Zellatmung brauchen: die Glucose. Dieser Vorgang nennt sich Fotosynthese, und genau wie bei der Atmung entsteht dabei ein Abfallprodukt, in diesem Fall Sauerstoff. Die Sauerstoffmoleküle entweichen dann durch die Spaltöffnungen und mischen sich mit der Luft wie Tropfen in einem Ozean.

Kurz zusammengefasst: Bei der Atmung wird Sauerstoff verbraucht und Kohlendioxid freigesetzt, während es bei der Fotosynthese genau umgekehrt ist – hier wird Kohlendioxid aufgenommen und Sauerstoff abgegeben. Dieser Austausch zwischen Lebewesen (genauer gesagt: zwischen Pflanzen und Tieren) findet seit vielen Millionen Jahren statt und formt buchstäblich die Atmosphäre über uns. Eine unsichtbare, nicht greifbare Welt, die schon immer unsere Fantasie und unsere Neugier erregt hat. Um Antworten auf unsere Fragen zu finden und die Geheimnisse der Atmosphäre zu ergründen, haben wir Fernrohre erfunden und Maschinen, die durch den weiten »Ozean« der Luft gleiten können. Und wen oder was haben wir in dem blauen Meer über unseren Köpfen angetroffen? Eine Welt von Lebewesen, die mit Flügeln, Segeln, Fallschirmen und anderen Hilfsmitteln ausgestattet sind, die es ihnen ermöglichen, sich in den Lüften zu bewegen.

Dieses Buch erzählt die Geschichten dieser Lebewesen und erklärt, wie sie es geschafft haben, sich von der Erde zu lösen, um dem Universum der Sterne und Galaxien so nah wie möglich zu kommen. Bist du bereit, dich zusammen mit diesen fliegenden Wesen in die Höhe aufzuschwingen? Um zu dieser Reise aufzubrechen, müssen wir nur die Flügel der Fantasie ausbreiten und losfliegen, ausgerüstet mit dem Vergrößerungsglas der Wissenschaft. Wir werden stürmische Winde erleben, dahintreibende Wolken, ein buntes Sammelsurium von Tieren und Pflanzen – und vor allem viele, viele Überraschungen!

..... 0,15 m

..... 0,10 m

..... 0,05 m

..... 0,01 m



Ameisen

Ameisen verbringen den größten Teil ihres Lebens unter der Erde, und nur einige von ihnen wagen sich hinaus ins Freie, um Nahrung für ihre Verwandten im Nest zu besorgen. Und da sie keine Flügel haben, sind sie ohnehin gezwungen, am Boden zu bleiben. Was tun sie dann in einem Buch über den Himmel? Nun, einmal im Jahr schlüpfen im Nest Hunderte von geflügelten Ameisen, die sich sogleich in die Luft erheben. Es sind die Jungköniginnen und die Männchen, die zu ihrem Hochzeitsflug aufbrechen. Normalerweise steigen sie kaum mehr als ein paar Meter über den Boden auf, aber wenn ein Schwarm von einem warmen Luftzug erfasst wird, können sie schon mal bis zu 200 Meter in die Höhe getragen werden. Und dieses ganze Geflatter und Geschwirre, ob dicht über dem Boden oder hoch in der Luft, hat nur einen Zweck: die Paarung. Sobald der Hochzeitsflug vorüber ist, sterben die Männchen, während die befruchteten Königinnen wieder in ihre gewohnte Umgebung unter der Erde zurückkehren. Dort werfen sie ihre Flügel ab, legen Eier und gründen einen neuen Staat.

TROPOSPHÄRE

(0 – 14 km)

Die Troposphäre ist die erste Schicht der Gashölle um die Erde. Obwohl sie, verglichen mit den anderen Schichten, nicht besonders dick ist, hat sie ein beträchtliches Gewicht: Immerhin zehn Tonnen Luft lasten auf jedem einzelnen Quadratmeter des Erdbodens!

Die Troposphäre reicht in Äquatornähe bis in eine Höhe von rund 17 km und wird zu den Polen hin immer dünner – am Nord- und Südpol ist sie nur etwa 7 km dick. Und sie ist viel kompakter als die anderen Schichten, da die Fliehkraft diese »Luftmatratze« zusammendrückt, indem sie sie an den Polen komprimiert.

Sie besteht auch nicht nur aus Gasen. In dieser Schicht spielen sich die Wetterphänomene ab. Wasserdampf formt sich zu Wolken, Winde jagen sie über den Himmel und Regen füllt die Flüsse mit Wasser. Auch Lebewesen spielen eine wesentliche Rolle in der Zusammensetzung der Atmosphäre und beeinflussen zugleich das Klima. Nehmen wir zum Beispiel die Pflanzen: Von ihren Blättern steigt Wasserdampf auf und kühlt die Luft ab. In den riesigen Wäldern der Tropen passiert das in großen Mengen und das ganze Jahr über, in den gemäßigten Breiten nur im Sommer.

Dieser Austausch von Gasen und Energie zwischen Lebewesen und der Troposphäre führt zu ständigen Veränderungen in ihrer Zusammensetzung und zu wechselnden Wetterverhältnissen, das alles jedoch in einem Gleichgewicht, das seit vielen, vielen Millionen Jahren besteht. Die Elemente der Troposphäre bleiben tatsächlich relativ stabil, und die Veränderungen bleiben innerhalb von Grenzen, die mit dem Leben auf der Erde vereinbar sind.

Die Troposphäre verdankt also einen Teil ihrer Zusammensetzung den Lebewesen. Im Gegenzug sorgt sie dafür, dass diese atmen und sich ernähren und somit selbst überleben können. Manche haben sich die Troposphäre sogar zur Heimat erwählt, denn Nahrung gibt es reichlich in diesem Abschnitt des Himmels, und Fressfeinde sind selten – also ein durchaus attraktiver Lebensraum. Deswegen haben so viele Lebewesen sich mit Flügeln oder »Fallschirmen« ausgestattet und leichte, aerodynamisch geformte Körper entwickelt, um in dieser Gasmasse fliegen zu können. Und um sich an einem Ort ohne feste Bezugspunkte orientieren zu können, haben sie gelernt, ihren Weg mithilfe von Wind und Wolken zu finden. Diese Bewohner des Himmels sind nicht schwer zu finden: Schau einfach nach oben, kneif die Augen zusammen, um sie vor dem Sonnenlicht zu schützen, und sieh ihnen zu, wie sie durch die blaue Unendlichkeit gleiten.

Nun wird es Zeit, dass auch wir uns in die Lüfte erheben. Vorher aber wollen wir noch eine Weile mit den Füßen auf dem Boden bleiben und uns noch eines merken: Die Troposphäre ist nicht einheitlich, sondern wird noch weiter unterteilt: nach den bodennahen Schichten folgt die sogenannte planetare Grenzschicht und darüber die freie Atmosphäre, die wiederum an die nächsthöhere Hauptschicht grenzt, die Mesosphäre.

Fleckenpanthervogel

1,05 m

1 m

0,905 m

0,90 m

0,85 m

0,80 m

0,75 m

0,70 m

0,65 m

0,60 m



Bienenfresser



Schaumzikade

Die Schaumzikade ist ein kleines Insekt mit erstaunlichen Fähigkeiten. Sie würde bei einer Olympiade der Tiere garantiert Gold im Hochsprung gewinnen! Das gilt allerdings noch nicht für die Larve – die sitzt ganz ruhig am Stängel einer Pflanze und schlürft deren Saft. Nachdem sie ihn verdaut hat, bläst sie Luft in die Flüssigkeit, die hinten herauskommt, und erzeugt so eine Hülle aus Schaum, der aussieht wie Spucke und daher auch »Kuckucksspeichel« genannt wird. Darin versteckt sich die Larve vor Fressfeinden. Sobald sie sich dann in das fertige Insekt verwandelt hat, kann die Hochsprung-Karriere beginnen. Dank ihrer sehr kräftigen Hinterbeine, die sie beim Sprung mit einem ausgeklügelten Mechanismus in die Höhe katapultieren, schafft die Schaumzikade Sprünge von über ... 70 cm! Das klingt vielleicht nicht sehr beeindruckend, aber du musst bedenken, dass das Insekt nur ca. 7 mm misst. Es erreicht also das Hundertfache seiner Körpergröße. Und warum strebt die Schaumzikade so gerne hinauf ins Blaue? Nun, um auf dem Grünen zu landen – nämlich auf einer Pflanze, auf der sie Eier legen kann, aus denen dann neue Larven schlüpfen, die wiederum Schaum produzieren und von großen Sprüngen träumen ...

Marienkäfer



0,55 m

Asiatische Tigermücke

0,50 m

0,45 m

Floh

0,40 m

0,35 m

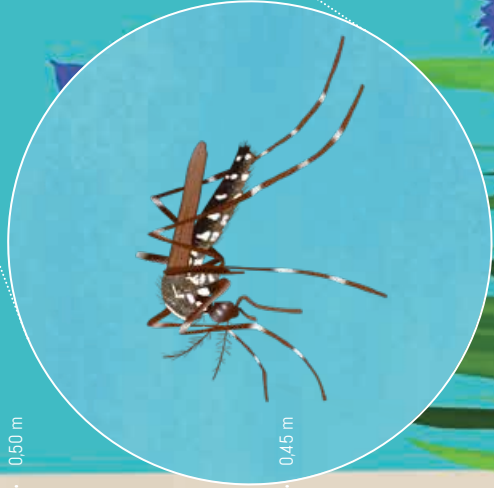
0,30 m

0,25 m

0,20 m

Kaninchen

Kakapo



Javier Sotomayor

Wir Menschen haben keine Flügel, weshalb der Traum vom Fliegen für uns lange Zeit ein Traum geblieben ist. Aber manchen gelingt es doch, für kurze Zeit der Schwerkraft zu trotzen und sich in den Himmel zu erheben – wenigstens ein Stück weit. Einer dieser Menschen ist der kubanische Leichtathlet Javier Sotomayor, der am 27. Juli 1993 in Salamanca (Spanien) eine Höhe von 2,45 Metern übersprang – ein Weltrekord, der bis heute Bestand hat. Doch auch auf anderen Gebieten strebte Javier Sotomayor nach Höherem. Nach dem Ende seiner Sportlerlaufbahn engagierte sich der Champion für verschiedene soziale Projekte. So eröffnete er vor Kurzem in Havanna eine Bar, die ihre Lebensmittel von kleinen Betrieben aus der Region bezieht und so die Wirtschaft seiner Heimat unterstützt. Und wie heißt diese Bar? »2,45« – genauso viele Meter des Himmels hatte Sotomayor im Juli 1993 »erobert«.

..... 2,90 m

..... 2,80 m

..... 2,70 m

..... 2,60 m

..... 2,50 m

..... 2,40 m

..... 2,30 m

..... 2,20 m

..... 2,10 m



Pfau (Hahn)





Honigbiene

Raupe des Apfelwicklers



Graues Riesenkänguru



Haushuhn

Mit schätzungsweise 20 bis 30 Milliarden Tieren weltweit ist das Haushuhn das häufigste und beliebteste Nutztier überhaupt. Das ist auch kein Wunder, denn wir können sowohl die Eier als auch das Fleisch des Huhns nutzen und seine geringe Größe bedeutet auch weniger Abfall. Ein weiterer Vorteil ist, dass Hühner sehr leicht zu halten sind. Denn sie haben zwar Flügel, können aber damit nur ein paar Meter weit flattern und bleiben ansonsten lieber auf dem Boden.

Es gibt allerdings auch Rassen, die besser fliegen können – oder besser gesagt, die ihre Flugfähigkeit bewahrt haben. Das in Südostasien beheimatete Bankivahuhn, von dem unser Haushuhn abstammt, ist nämlich ein ganz guter Flieger. Jeden Abend erhebt es sich in die Luft, flattert auf einen Baum und macht es sich auf einem Ast zum Schlafen bequem.

..... 4,90 m

DIE PLANETARE GRENZSCHICHT

..... 4,80 m

Hoch oben im Himmel verläuft eine unsichtbare Grenze, die die Troposphäre in zwei Teile teilt: die planetare Grenzschicht und die darüberliegende freie Atmosphäre. Die Grenze ist nicht fest, ihre Höhe wechselt von Jahreszeit zu Jahreszeit und von Tag zu Tag. Nur über den Ebenen und im Winter kann sie für einige Zeit stabil sein, während sie sich in anderen Regionen – zum Beispiel über dem Meer und den Gebirgen – und in den anderen Jahreszeiten ständig verändert.

..... 4,70 m

Aber wie kann es im unendlichen Blau des Himmels eine Grenze geben? Nun, es hat etwas mit der Sonne und ihren Strahlen zu tun – aber immer der Reihe nach.

Im Winter kommt (in den gemäßigten und kalten Breiten) dieses Auf und Ab von Erwärmung und Abkühlung zum Er-
liegen, denn wenn die Luft absinkt, findet sie keinen von der Sonne erwärmten Boden vor, sondern eine von der Winterkälte erstarrte Erde. So kann sie nicht wieder aufsteigen, und am Himmel bilden sich zwei Schichten: eine kalte »Decke« nahe dem Erdboden und ein Kissen warmer Luft oberhalb der planetaren Grenzschicht. Du kannst dich leicht von dieser Tatsache überzeugen, indem du im Winter auf einen Berg steigst: Irgendwann lässt du den grauen, kalten Himmel unter dir zurück und genießt den strahlenden Sonnenschein bei frühlingshaften Temperaturen. Und im Sommer? Dann kommt die planetare Grenzschicht in Bewegung, dehnt sich weit nach oben aus oder kann auch sehr dünn werden.

..... 4,60 m

Jeden Tag durchdringen zahllose Lichtstrahlen die Troposphäre, die sich dabei kaum erwärmt. Doch wenn die Strahlen auf den Boden treffen, erwärmen sie die Erde, den Fels und alles, worauf sie treffen. Diese Wärme wandert dann nach oben, sodass die Temperatur in diesem kleinen Stück Himmel zu steigen beginnt. Die Sonne erwärmt die Troposphäre also indirekt: Zuerst lässt sie die Temperatur der Erde steigen, und diese erwärmt anschließend die darüberliegende Luft. Deswegen wird es umso kälter, je höher man aufsteigt.

..... 4,50 m

Dazu kommt, dass die warme Luft leichter ist als die kalte und daher in den Himmel aufsteigt wie ein Heißluftballon. Doch wenn sie eine bestimmte Höhe erreicht hat, kühlt sie ab, wird schwerer und sinkt wieder nach unten. Am Erdboden angekommen, erwärmt sie sich wieder, und so entsteht ein Kreislauf, der Konvektion genannt wird.

..... 4,40 m

Aber jetzt wird es Zeit, uns mit den Lebewesen bekannt zu machen, die diese unterste Zone bewohnen.

..... 4,30 m

