



Randall Munroe ist der Autor von *What if – Was wäre wenn?* und *Der Dinge-Erklärer* (beides internationale Bestseller), des Wissenschaftsblogs »what if?« und des beliebten Webcomics »xkcd«.

Der einstige Roboter-Ingenieur verließ 2006 die NASA, um sich ausschließlich dem Zeichnen und Schreiben seiner Comics widmen zu können. Er lebt in Massachusetts.

Randall Munroe in der Presse:

»Unnachahmlich.« *Spiegel Online*

»Brillant.« *Bill Gates*

»Macht immer wieder süchtig.« *golem.de*

Außerdem von Randall Munroe lieferbar:

*What if? Was wäre wenn? Wirklich wissenschaftliche Antworten
auf absurde hypothetische Fragen*

*Der Dinge-Erklärer – Thing Explainer.
Komplizierte Sachen in einfachen Worten*

Besuchen Sie uns auf www.penguin-verlag.de
und Facebook.

RANDALL MUNROE

how to Wie man's hinkriegt

Absurde, wirklich
wissenschaftliche Empfehlungen
für alle Lebenslagen

Aus dem Englischen von
Ralf Pannowitsch und Benjamin Schilling



PENGUIN VERLAG

Die Originalausgabe erschien 2019 unter dem Titel
How To: Absurd Scientific Advice for Common Real-World Problems
bei Riverhead Books, Penguin Random House, New York.

Sollte diese Publikation Links auf Webseiten Dritter enthalten,
so übernehmen wir für deren Inhalte keine Haftung,
da wir uns diese nicht zu eigen machen, sondern lediglich auf
deren Stand zum Zeitpunkt der Erstveröffentlichung verweisen.



Penguin Random House Verlagsgruppe FSC® N001967

1. Auflage 2021

Copyright © 2019 der Originalausgabe by xkcd inc.

Copyright © 2019 der deutschsprachigen Ausgabe by Penguin Verlag
in der Penguin Random House Verlagsgruppe GmbH,

Neumarkter Straße 28, 81673 München

Umschlaggestaltung: Favoritbuero, München,

nach einer Vorlage von John Murray, London

Umschlagillustrationen: Randall Munroe

Satz: Uhl + Massopust, Aalen

Druck und Bindung: GGP Media GmbH, Pößneck

Printed in Germany

ISBN 978-3-328-10666-1

www.penguin-verlag.de

Die Herausforderungen



| | |
|--|------------|
| Hallo! | 8 |
| 1. Wie man's hinkriegt, richtig hoch zu springen | 11 |
| 2. Wie man's hinkriegt, eine Poolparty zu schmeißen | 22 |
| 3. Wie man's hinkriegt, ein Loch zu graben | 42 |
| 4. Wie man's hinkriegt, Klavier zu spielen | 52 |
| → <i>Wie man's schafft, Musik zu hören</i> | 65 |
| 5. Wie man's hinkriegt, eine Notlandung zu meistern | 66 |
| 6. Wie man's hinkriegt, über einen Fluss zu kommen | 89 |
| 7. Wie man's hinkriegt, einen Umzug zu stemmen | 109 |
| 8. Wie man's hinkriegt, sein Haus am Umziehen zu hindern | 129 |
| → <i>Wie man einen Tornado aufspürt</i> | 136 |
| 9. Wie man's hinkriegt, einen Lavagraben anzulegen | 137 |
| 10. Wie man's hinkriegt, Dinge zu werfen | 147 |
| 11. Wie man's hinkriegt, Football zu spielen | 156 |
| 12. Wie man's hinkriegt, das Wetter vorherzusagen | 168 |
| → <i>Wie man erfolgreich rumkommt</i> | 180 |
| 13. Wie man's hinkriegt, Fangen zu spielen | 181 |
| 14. Wie man's hinkriegt, Ski zu fahren | 191 |
| 15. Wie man's hinkriegt, ein Paket zu verschicken | 206 |

| | | |
|---------------------------|---|------------|
| 16. | Wie man's hinkriegt, sein Haus mit Energie zu versorgen (auf der Erde) | 222 |
| 17. | Wie man's hinkriegt, sein Haus mit Energie zu versorgen (auf dem Mars) | 239 |
| 18. | Wie man's hinkriegt, Freunde zu finden | 249 |
| → | <i>Wie man Geburtstagskerzen auspusht</i> | 255 |
| → | <i>Wie man einen Hund Gassi führt</i> | 255 |
| 19. | Wie man's hinkriegt, eine Datei zu senden | 256 |
| 20. | Wie man's hinkriegt, sein Handy zu laden | 263 |
| 21. | Wie man's hinkriegt, ein Selfie zu machen | 274 |
| 22. | Wie man's hinkriegt, eine Drohne zu fangen | 290 |
| 23. | Wie man rauskriegt, ob man ein Kind der Neunziger ist | 299 |
| 24. | Wie man's hinkriegt, eine Wahl zu gewinnen | 313 |
| 25. | Wie man's hinkriegt, einen Baum zu schmücken | 324 |
| → | <i>Wie man eine Autobahn baut</i> | 336 |
| 26. | Wie man's hinkriegt, schnell irgendwo hinzukommen | 337 |
| 27. | Wie man's hinkriegt, pünktlich zu sein | 351 |
| 28. | Wie man's hinkriegt, dieses Buch zu entsorgen | 363 |
| Dank | | 375 |
| Quellenverzeichnis | | 377 |
| → | <i>Wie man's hinkriegt, eine Glühbirne zu wechseln</i> | 384 |

WARNHINWEIS



Bitte nicht zu Hause ausprobieren!

Der Autor dieses Buchs ist Zeichner von Internetcartoons, kein Gesundheits- oder Sicherheitsexperte. Er mag es, wenn etwas Feuer fängt oder explodiert, und das bedeutet, dass er nicht gerade das Beste für Sie im Sinn hat.

Verlag und Autor übernehmen keinerlei Haftung für etwaige schädliche Folgen, die direkt oder indirekt aus Informationen in diesem Buch entstehen.

Hallo!



Dies ist ein Buch voll schlechter Ideen.

Jedenfalls sind die meisten von ihnen schlecht. Es kann sein, dass auch ein paar gute mit reingerutscht sind. In diesem Fall bitte ich um Entschuldigung.

Manche Ideen, die lachhaft klingen, können sich als revolutionär erweisen. Schimmel auf eine infizierte Schnittwunde zu schmieren, hört sich wirklich nach einer schrecklichen Idee an, aber die Entdeckung des Penicillins hat gezeigt, dass es ein Wundermittel sein kann. Andererseits ist die Welt voll ekliger Substanzen, die man auf eine Wunde schmieren könnte, und die meisten von ihnen würden die Sache nicht besser machen. Nicht alle lachhaften Ideen sind gut. Wie können wir nun aber die guten Ideen von den schlechten unterscheiden?

Wir können sie ausprobieren und schauen, was passiert. Aber manchmal können wir auch mithilfe von Mathematik, Forschungen und Dingen, die wir bereits wissen, herausfinden, was passieren würde, wenn wir sie ausprobierten.

Als die NASA den Plan verfolgte, ihren autogroßen Rover *Curiosity* auf den Mars zu schicken, musste sie herausfinden, wie man es hinkriegt, ihn auf der Oberfläche des Planeten weich aufsetzen zu lassen. Frühere Rover waren an Fallschirmen oder mit Airbags gelandet, und so zogen die NASA-Ingenieure diese Methode auch für *Curiosity* in Betracht, aber der Rover war einfach zu groß und zu schwer, als dass ihn Fallschirme in der dünnen Mars-Atmosphäre ausreichend abgebremst hätten. Die Ingenieure dachten auch daran, Raketen an den Rover zu montieren, um ihn schweben und anschließend sanft aufsetzen zu lassen, aber die vom

Gasausstoß erzeugten Staubwolken hätten die Oberfläche verdeckt und eine sichere Landung erschwert.

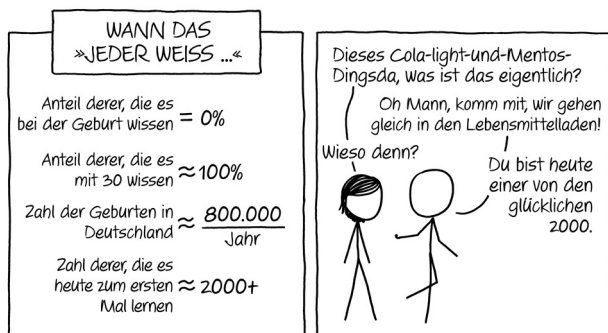
Schließlich kam ihnen die Idee eines »Himmelskrans« – einer Vorrichtung, die mithilfe von Raketen hoch über der Marsoberfläche schweben und *Curiosity* an einem langen Seil sanft zu Boden lassen sollte. Das klang nach einer lachhaften Idee, aber jede andere, mit der die Ingenieure aufwarteten, war noch schlechter. Je genauer sie sich die Idee mit dem Himmelskran anschauten, desto plausibler schien sie ihnen. Am Ende probierte man sie aus, und es klappte.

Wir alle wissen am Beginn unseres Lebens nicht, wie man die Dinge richtig macht. Wenn wir etwas tun müssen, haben wir vielleicht das Glück, jemanden zu finden, der es uns zeigen kann. Manchmal aber müssen wir uns selbst eine Lösung einfallen lassen. Das bedeutet, dass wir über Ideen nachdenken und schließlich zu entscheiden versuchen, ob sie gut sind oder nicht.

Dieses Buch untersucht ungewöhnliche Herangehensweisen an alltägliche Aufgaben und schaut sich an, was wohl passieren würde, wenn man sie ausprobierte. Zu ergründen, warum sie funktionieren würden oder warum nicht, kann spannend und informativ sein, und bisweilen führt es uns an überraschende Orte. Mag sein, dass eine Idee schlecht ist, aber genau herauszufinden, *weshalb* es eine miese Idee ist, kann uns eine Menge lehren – und vielleicht bringt es uns ja auf einen besseren Denkansatz.

Und selbst wenn Sie schon wissen, wie man alle diese Dinge richtig macht, kann es hilfreich sein, die Welt mit den Augen eines Menschen zu betrachten, der es *nicht* weiß. Immerhin lernen allein

in Deutschland täglich mehr als 2000 Menschen erstmals Dinge, die »doch jeder weiß«, wenn er das Erwachsenenalter erreicht hat.

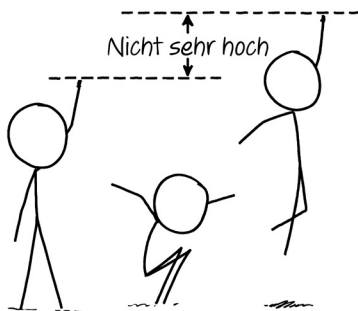


Deshalb mag ich es nicht, wenn man sich über Leute lustig macht, die zugeben, etwas nicht zu wissen oder es nie gelernt zu haben. Wenn man so vorgeht, erreicht man nämlich nur, dass sie es einem nicht mehr sagen werden, wenn sie etwas dazulernen ... und am Ende lässt man sich eine Menge Spaß entgehen.

Kann sein, dass Sie aus diesem Buch nicht lernen, wie man es hinkriegt, einen Ball zu werfen, Ski zu fahren oder umzuziehen. Ich hoffe aber, Sie lernen trotzdem etwas. Wenn ja, sind Sie heute einer von den glücklichen Zweitausend.

Wie man's hinkriegt, richtig hoch zu springen

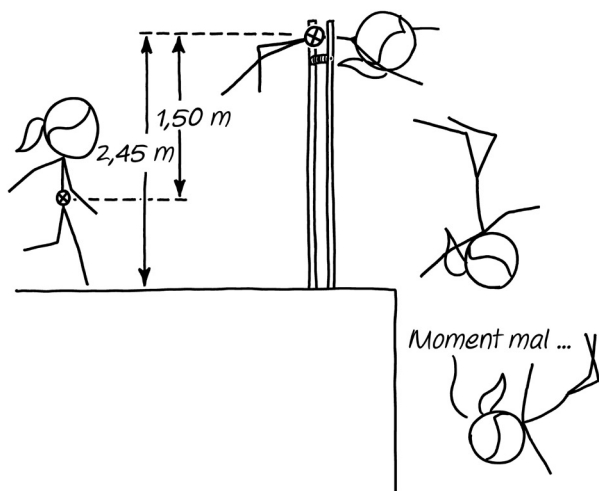
Menschen können nicht sehr hoch springen.



Basketballspieler machen bisweilen eindrucksvolle Sprünge, um einen Korb zu erreichen, der hoch oben in der Luft aufgehängt ist, aber ihre Reichweite haben sie überwiegend der eigenen Körpergröße zu verdanken. Ein durchschnittlicher Basketballprofi kann nur etwas mehr als 60 cm aus dem Stand in die Höhe springen. Bei Nichtsportlern beschränkt sich dieser Wert wahrscheinlich auf etwa 30 cm. Wenn Sie höher springen wollen, brauchen Sie etwas Unterstützung.

Ein Anlauf vor dem Sprung kann hilfreich sein. So machen es die Athleten bei Hochsprungwettkämpfen, und der Weltrekord liegt bei 2,45 m. Das ist allerdings vom Erdboden aus gemessen. Da Hochspringer in der Regel großgewachsen sind, startet ihr Schwerpunkt schon Dutzende Zentimeter näher an der Latte, und wegen

der speziellen Technik, mit der sie ihre Körper verbiegen, um drüberzukommen, ist es sogar möglich, dass ihr Schwerpunkt *unter* der Latte hindurchschlüpft. Ein 2,45-m-Sprung bedeutet also keinesfalls, dass der Sportler seinen Körperschwerpunkt um die vollen 2,45 m anhebt.



Wenn Sie einen Hochspringer schlagen wollen, haben Sie zwei Optionen:

1. Sie können Ihr Leben von früher Kindheit an dem Leichtathletiktraining weihen, bis Sie eines Tages der beste Hochspringer der Welt sind.
2. Sie können schummeln.

Option 1 ist zweifellos bewundernswürdig, aber wenn das Ihre Wahl ist, lesen Sie gerade das falsche Buch. Lassen Sie uns also über Option 2 reden.

Beim Hochsprung können Sie auf ganz unterschiedliche Weise schummeln. So könnten Sie eine Leiter benutzen, um über die

Latte zu steigen, aber *springen* kann man das nicht mehr so recht nennen. Sie könnten versuchen, sich solche mit Federn versehenen Sprungstelzen¹ anzuschlallen, wie sie unter Extremsportlern populär sind. Das könnte, falls Sie athletisch genug sind, ausreichen, um Ihnen den entscheidenden Vorteil über einen Hochspringer ohne Hilfsmittel zu verschaffen. Aber was die reine vertikale Höhe betrifft, so haben sich die Leichtathleten bereits eine bessere Technik einfallen lassen – den Stabhochsprung.

WIE STABHOCHSPRINGEN FUNKTIONIERT

Typ 1: Standard



Typ 2: Extrem

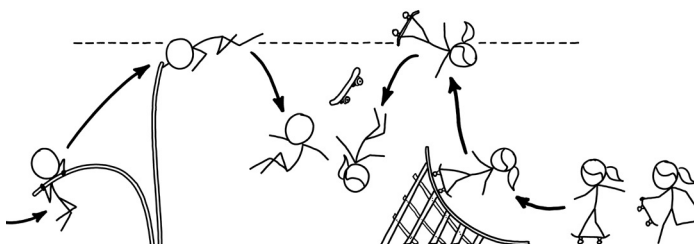


Beim Stabhochsprung laufen die Athleten an, stecken einen biegsamen Stab vor sich in den Boden und schießen in die Luft hoch. Stabhochspringer können sich um ein Mehrfaches höher aufschwingen als die besten Hochspringer ohne Gerät.

Die Physik des Stabhochspringens ist interessant, und anders, als Sie vielleicht annehmen, geht es dabei nicht einmal so sehr um den Stab. Der Schlüssel zum Sprung ist nicht die Elastizität des Stabes, sondern die Anlaufgeschwindigkeit des Sportlers. Der Stab ist einfach nur ein effizientes Mittel, um diese Geschwindigkeit nach oben umzuleiten. Theoretisch könnten die Springer auch eine andere Methode nutzen, um ihre Richtung von *vorwärts* auf *empor*

¹ Oder, für die Kids aus den Neunzigern: Nickelodeon® Moon Shoes®TM

zu ändern. Statt eine Stange in den Boden zu rammen, könnten sie etwa auf ein Skateboard springen, eine glatte, gekrümmte Rampe hinauffahren und ungefähr die gleiche Höhe erreichen wie der Springer.



Wir können die Maximalhöhe eines Stabhochspringers berechnen, indem wir physikalisches Grundwissen anwenden. Ein Top-sprinter schafft die hundert Meter in 10 Sekunden. Wenn ein Gegenstand mit dieser Geschwindigkeit nach oben geschossen wird und die Erdanziehungskraft wirkt, verrät uns eine nette kleine Gleichung, wie hoch er kommen sollte:

$$\text{Höhe} = \frac{\text{Geschwindigkeit}^2}{2 \times \text{Fallbeschleunigung}} = \frac{\left(\frac{100 \text{ Meter}}{10 \text{ Sekunden}} \right)^2}{2 \times 9,805 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 5,10 \text{ Meter}$$

Da der Stabhochspringer vor dem Sprung anläuft, startet sein Schwerpunkt bereits ein ganzes Stück über dem Boden, was die erreichte Gesamthöhe steigert. Der Schwerpunkt eines normalen Erwachsenen liegt irgendwo im Unterleib, gewöhnlich auf etwa 55 % seiner Körpergröße. Renaud Lavillenie, der Weltrekordhalter im Stabhochsprung der Männer, misst 1,77 m. Sein Körperschwerpunkt beschert ihm also ungefähr 98 Extrazentimeter, was eine errechnete Gesamthöhe von 6,08 m ergibt.

Wie lässt sich unsere Vorhersage mit der Wirklichkeit vereinbaren? Nun ja, die Weltrekordhöhe liegt gegenwärtig bei 6,16 m. Für eine schnelle Schätzung war das also ziemlich genau!²

Wenn Sie bei einem Hochsprung-Wettbewerb mit einem Stab aufkreuzten, würde man Sie natürlich sofort disqualifizieren.³ Allerdings würden die Kampfrichter zwar Einspruch erheben, sich Ihnen aber wohl nicht in den Weg stellen – besonders wenn Sie Ihren Stab beim Anlauf drohend umherschwenken.

.....

² Die Physik liefert uns noch ein interessantes Stück unnützes Wissen zum Thema »Stabhochsprung-Weltrekorde«. Das Schwerfeld der Erde zieht uns von Ort zu Ort unterschiedlich stark hinab. Das ist so, weil die Form der Erde ihre Anziehungskraft beeinflusst, aber auch, weil die Rotationsbewegung die Dinge »nach außen schleudert«. Diese Effekte sind gering, wenn man das große Ganze betrachtet, und doch ist die Abweichung messbar – sie beträgt bis zu einem Prozent. Wenn Sie durch die Gegend spazieren, werden Sie nichts davon merken, aber wenn Sie eine Waage kaufen, könnte es nötig sein, sie neu einzustellen, denn die Erdanziehungskraft in der Fabrik könnte von der bei Ihnen zu Hause etwas abweichen.

Die Unterschiede in der Erdanziehungskraft sind groß genug, um Stabhochsprungrekorde zu beeinflussen. Im Juni 2004 stellte Jelena Issinbajewa mit 4,87 m einen neuen Weltrekord auf. Das gelang ihr im englischen Gateshead. Einige Wochen später bewältigte Swetlana Feofanowa die 4,88 m und übertraf den alten Rekord damit um einen Zentimeter. Sie erzielte ihren Rekord allerdings in Heraklion (Griechenland), wo die Erdanziehungskraft ein wenig geringer ist. Der Unterschied ist gerade ausreichend, damit Issinbajewa, wenn sie es denn wollte, argumentieren könnte, Feofanowa habe den alten Rekord nur wegen der geringeren Schwerkraft übertroffen, und ihr eigener Sprung in Gateshead sei der beeindruckendere von beiden gewesen.

Offensichtlich entschied sich Issinbajewa dafür, diese komplizierten physikalischen Beweisgründe nicht ins Feld zu führen. Sie wählte stattdessen eine einfachere Antwort: Ein paar Wochen darauf brach sie Feofanowas Rekord, und zwar erneut unter den Bedingungen der stärkeren britischen Schwerkraft. Noch heute, im Frühjahr 2019, ist sie die Weltrekordhalterin.

³ Das nehme ich jedenfalls an. Möglicherweise hat es aber noch nie jemand versucht.



Ihr Rekord würde nicht offiziell registriert werden, aber das macht ja nichts – Sie selbst wissen schließlich, wie hoch Sie gesprungen sind.

Aber wenn Sie bereit sind zu schummeln, können Sie sogar höher als sechs Meter kommen. *Viel* höher. Sie müssen bloß die richtige Absprungstelle finden.

Läufer machen sich die Aerodynamik zunutze. Sie tragen glatte, eng anliegende Kleidung, um den Luftwiderstand zu reduzieren. Dadurch kommen sie auf größere Geschwindigkeit und können sich nach dem Absprung auch höher in die Luft aufschwingen.⁴ Warum nicht noch einen Schritt weiter gehen?

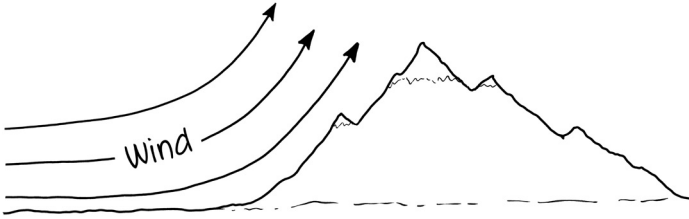
Wenn man sich mit einem Propeller oder einer Rakete vorantreibt, zählt das natürlich nicht. So etwas kann man wirklich nicht mehr als »springen« bezeichnen.⁵ Es ist kein Sprung, sondern ein *Flug*. Aber es ist doch sicher nichts Böses daran, ein bisschen zu ... gleiten.

.....

⁴ Zum Zeitpunkt der Abfassung dieses Kapitels gab es jedenfalls noch keinen Weltrekord für den höchsten Sprung, der von einem Athleten in einem viktorianischen Reifrock ausgeführt wurde, aber wenn es einen gäbe, läge er vermutlich *unter* dem regulären Hochsprung-Weltrekord.

⁵ Wir schummeln, aber wir *bescheißen* doch nicht.

Die Bahn eines jeden fallenden Gegenstands wird davon beeinflusst, wie sich die Luft in seiner Umgebung bewegt. Skispringer richten ihre Umrissse so aus, dass sie beim Sprung einen großen aerodynamischen Auftrieb gewinnen. In einem Gebiet mit den richtigen Winden können Sie es genauso machen.



Wenn Sprinter mit Rückenwind rennen, können sie auf ein höheres Tempo kommen. Genauso gilt: Wenn Sie in einem Gebiet springen, in dem der Wind *aufwärts* bläst, können Sie eine größere Höhe erreichen.

Um Sie nach oben zu schieben, braucht es einen starken Wind – er muss stärker sein als Ihre *Endgeschwindigkeit*. Ihre Endgeschwindigkeit ist das maximale Tempo, das Sie erreichen, wenn Sie durch Luft fallen. Dabei gleicht die Kraft der vorbeirauschenden Luft die Abwärtsbeschleunigung durch die Schwerkraft aus. Genauso verhält es sich mit der Geschwindigkeit des aufsteigenden Windes, die mindestens vonnöten ist, um Sie vom Erdboden anzuheben. Da alle Bewegung relativ ist, kommt es nicht wirklich darauf an⁶, ob Sie durch die Luft nach unten fallen oder ob die Luft hinter Ihnen aufwärts bläst.

Menschen sind viel dichter als Luft, und so ist unsere Endgeschwindigkeit ziemlich hoch. Die Endgeschwindigkeit einer fallenden Person liegt bei etwa 210 km/h. Damit Sie vom Wind Auftrieb bekommen, muss die Geschwindigkeit des aufsteigenden Windes mindestens im selben Bereich liegen wie Ihre Endgeschwindigkeit.

.....

⁶ Jedenfalls in physikalischer Hinsicht; für Sie persönlich bedeutet es wahrscheinlich eine ganze Menge.

Ist der Wind deutlich langsamer, wird er Ihre Sprunghöhe nicht groß beeinflussen.

Vögel nutzen Säulen aus warmer, aufsteigender Luft (den sogenannten thermischen Auftrieb) als Fahrstuhl. Sie steigen empor, ohne mit den Flügeln zu schlagen, und lassen sich einfach von der aufsteigenden Luft nach oben tragen. Leider sind solche Aufwinde recht schwach, und es braucht eine stärkere Quelle aufsteigender Luft, um Ihren viel schwereren Menschenkörper in die Höhe zu befördern.

Einige der stärksten Aufwinde in Bodennähe gibt es an Gebirgsrücken. Wenn der Wind auf einen Berg oder einen Höhenzug trifft, kann der Luftstrom nach oben umgeleitet werden. In manchen Gegenden sind diese Winde ziemlich schnell unterwegs.

Unglücklicherweise reichen diese senkrecht aufstrebenden Winde selbst an den besten Stellen nicht annähernd an die Endgeschwindigkeit eines Menschen heran. Man würde durch die Windunterstützung also nur ein bisschen zusätzliche Höhe gewinnen.⁷

Statt zu versuchen, die Windgeschwindigkeit zu erhöhen, könnten Sie sich vielleicht lieber daranmachen, durch aerodynamische Kleidung Ihre Endgeschwindigkeit zu verringern. Ein guter Wingsuit (ein Kleidungsstück mit Stoffflächen zwischen Armen und Beinen) kann die Fallgeschwindigkeit einer Person von 210 auf gerade mal noch 65 km/h verringern. Das ist immer noch nicht genug, um auf den Winden aufwärts zu segeln, aber es würde Ihre Sprunghöhe definitiv steigern. Andererseits müssten Sie Ihren Anlauf in voller Wingsuit-Montur ausführen, was den Vorteil durch die Windunterstützung vermutlich wieder zunichte machen würde.

Damit Ihr Sprung wirklich substanziell höher wird, müssten Sie noch über die Wingsuits hinausgehen und die Welt der Fall- und Gleitschirme betreten. Diese großen Gerätschaften reduzieren die Fallgeschwindigkeit eines Menschen so sehr, dass die Bodenwinde häufig stark genug sind, um sie anzuheben. Geübte Gleitschirm-

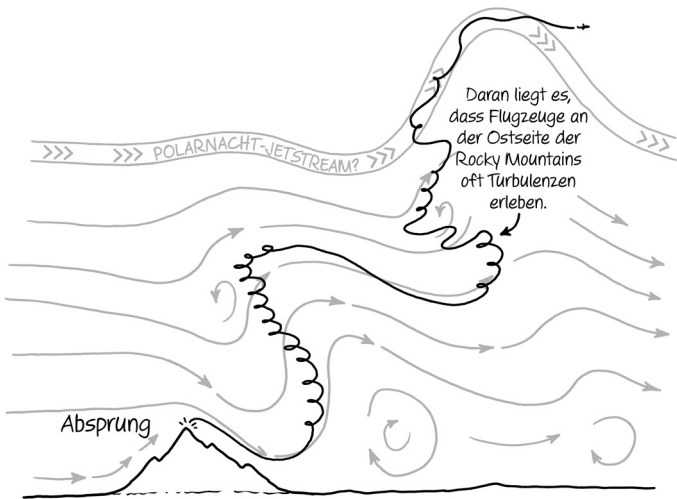
.....

⁷ Sie müssten die Kampfrichter auch davon überzeugen, den Wettkampf nahe einer Felskante auszurichten. Das könnte sich schwierig gestalten.

flieger können vom Erdboden aus starten und auf der Thermik oder auf Winden an Bergkämmen bis in eine Höhe von etlichen hundert Metern aufsteigen.

Aber wenn Sie einen *echten* Hochsprungrekord aufstellen möchten, geht es sogar noch besser.

An den meisten Orten, an denen Luft über ein Gebirge strömt, reichen die sogenannten »Leewellen« nur bis in die Troposphäre hinauf. Dadurch wird die Höhe, die ein Gleitschirmflieger erreichen kann, begrenzt. Aber es gibt auch Stellen, wo diese Störungen – wenn alle Bedingungen stimmen – mit dem Polarwirbel und dem Polarnacht-Jetstream⁸ zusammenwirken können. Das erzeugt Strömungswellen, die bis in die Stratosphäre reichen.



Im Jahre 2006 ritten Steve Fossett und Einar Enevoldson diese Stratosphärenwellen mit einem Segelflugzeug bis in eine Höhe von mehr als 15 km über dem Meeresspiegel. Das ist fast die doppelte Höhe des Mount Everest, und selbst Flugzeuge des zivilen

⁸ Der Polarnacht-Jetstream ist eine Windströmung in großen Höhen, die zu bestimmten Jahreszeiten in der Nähe der Arktis und der Antarktis auftritt.