



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.

Der Verlag behält sich die Verwertung der urheberrechtlich
geschützten Inhalte dieses Werkes für Zwecke des Text- und
Data-Minings nach § 44 b UrhG ausdrücklich vor.
Jegliche unbefugte Nutzung ist hiermit ausgeschlossen.



Penguin Random House Verlagsgruppe FSC® N001967

2. Auflage

Copyright © der Originalausgabe 2019 xkcd inc.

Copyright © der deutschsprachigen Ausgabe 2019

Penguin Verlag in der Penguin Random House Verlagsgruppe GmbH,

Neumarkter Straße 28, 81673 München

Umschlaggestaltung: Favoritbuero, München,

nach einer Vorlage von Riverhead Books

Umschlagillustrationen: Randall Munroe

Satz: Uhl + Massopust, Aalen

Druck und Bindung: CPI books GmbH, Leck

Printed in the EU

ISBN 978-3-328-60091-6

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 auspustet</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 spaßig 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.

Prof. Rami 

Wie man's hinkriegt, richtig hoch zu springen

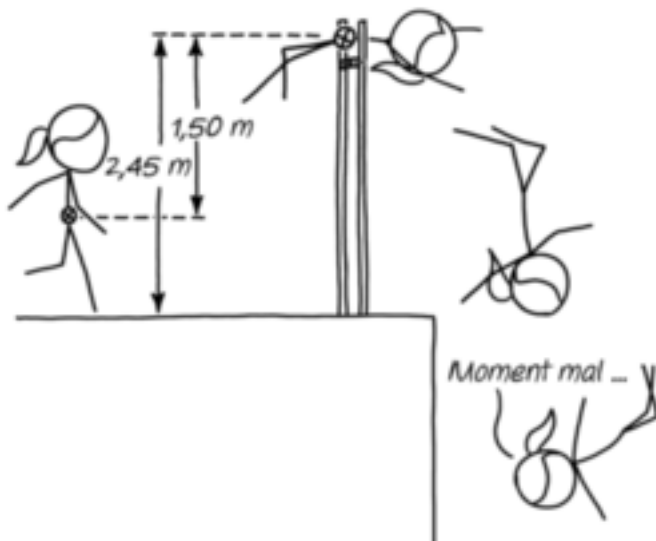
Menschen können nicht sehr hoch springen.



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 anzuschlagen, 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.



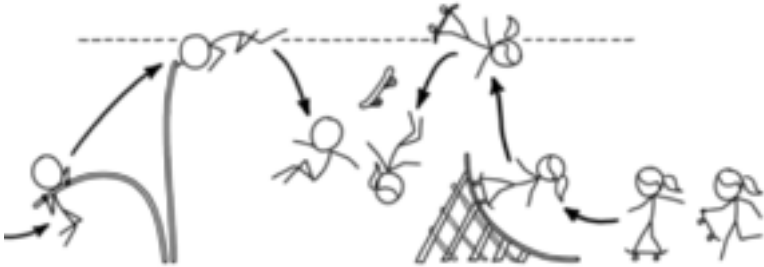
Beim Stabhochsprung laufen die Athleten an, stecken einen biegsamen Stab vor sich in den Boden und schießen in die Luft hoch. Stabhochspringer können sich um ein Mehrfaches höher aufschwingen als die besten Hochspringer ohne Gerät.

Die Physik des Stabhochsprings 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™

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 Topsprinter 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?

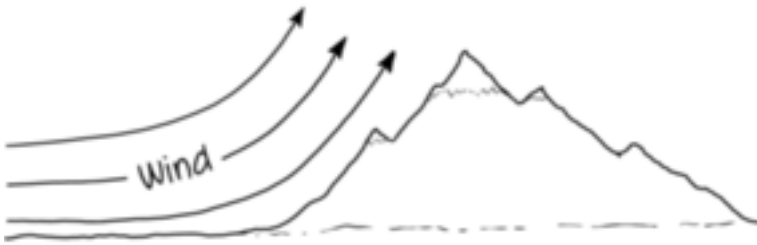
Wenn man sich mit einem Propeller oder einer Rakete vorantreibt, zählt das natürlich nicht. So etwas kann man wirklich nicht mehr als »springen« bezeichnen.⁵ Es ist kein Sprung, sondern ein *Flug*. Aber es ist doch sicher nichts Böses daran, ein bisschen zu ... gleiten.

.....

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 Gebirgrücken. 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-

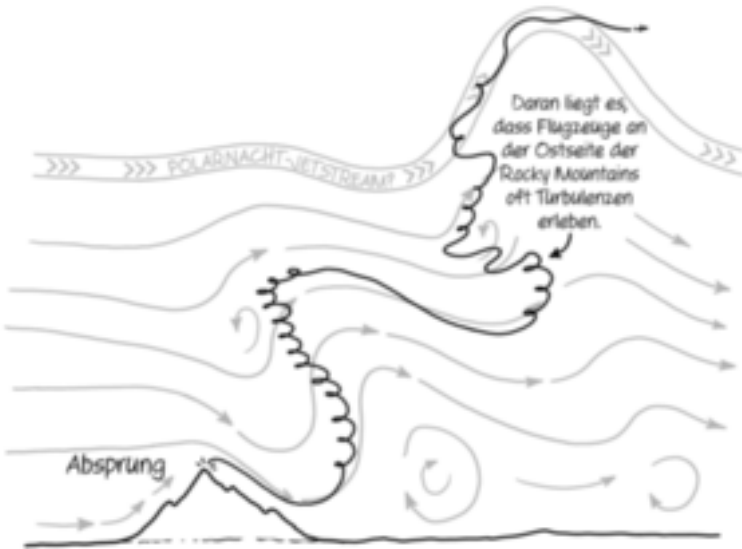
.....

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.

Luftverkehrs sind nie so hoch oben unterwegs. Dieser Flug stellte einen neuen Höhenrekord für Segelflugzeuge auf. Wie Fossett und Enevoldson berichteten, hätten sie sich von den Stratosphärenwellen sogar noch höher tragen lassen können – sie machten nur kehrt, weil der niedrige Luftdruck ihre Druckanzüge so sehr aufblähte, dass sie die Steuerung nicht mehr bedienen konnten.

Wenn Sie richtig hoch springen wollen, müssen Sie sich nur eine Montur basteln, die wie ein Segelflugzeug geformt ist (dafür gibt es schließlich Fiberglasharz und Kohlenstofffasern), und die argentinischen Berge ansteuern.



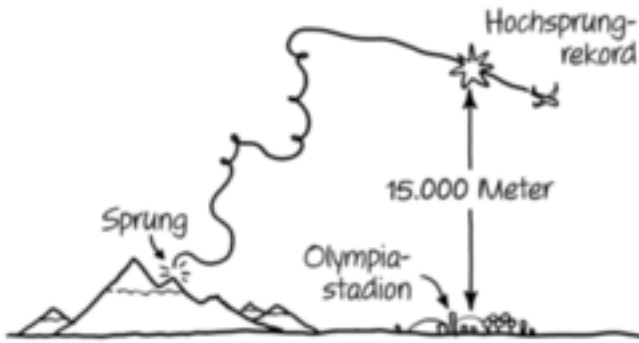
Wenn Sie die richtige Stelle finden und die äußeren Bedingungen gerade passend sind, können Sie sich in Ihren Segelflugzeug-Anzug einschließen⁹, in die Luft springen, den richtigen Hang-

.....

⁹ In der Kabine um Sie herum müssen Sie natürlich den Luftdruck regulieren, aber das dürfte nicht zu schwer sein, oder? Machen Sie die Fiberglashülle einfach luft-

wind erwischen und dann die Winde bis in die Stratosphäre hinauf reiten. Möglicherweise kann ein Segelflieger, der auf diesen Strömungswellen unterwegs ist, in größeren Höhen herumkreuzen als jedes andere Fluggerät mit Tragflächen. Das ist gar nicht so übel für einen einzigen Sprung!¹⁰

Wenn Sie ganz großes Glück haben, finden Sie sogar eine Stelle, die an der Luvseite des Ortes liegt, an dem die Olympischen Spiele ausgetragen werden. Springen Sie dann von der Klippe, werden die Stratosphärenwinde Sie über den Olympiaort tragen ...



...und Sie den tollsten Hochsprungrekord der Sportgeschichte aufstellen lassen.

Man wird Ihnen vermutlich keine Medaille um den Hals hängen, aber das ist nicht weiter schlimm. Sie wissen ja, dass Sie der wahre Champion sind.

.....
 dicht und atmen Sie durch einen Schlauch. Wenn Sie ein paar Kilometer Höhe erreicht haben und der Außendruck merklich zu sinken beginnt, klemmen Sie den Schlauch einfach ab, so dass Sie in der Kabine versiegelt sind. Möglicherweise müssen Sie dort eine ganze Weile zubringen. Versuchen Sie also, die Kabine groß genug zu bauen, damit Ihnen unterwegs nicht die Luft ausgeht.

¹⁰ Wir haben die Türen vergessen. Nach Ihrer Landung müssen Sie also einen Freund rufen, der mit einem Hammer vorbeikommt und Ihren Segelflieger aufbricht.

Wie man's hinkriegt, eine Poolparty zu schmeißen

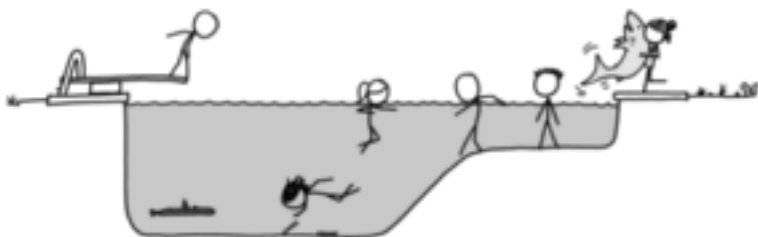
Sie haben beschlossen, eine Poolparty zu schmeißen. Sie haben alles dafür beisammen – Snacks, Getränke, aufblasbare Schwimmreifen, Handtücher und diese komischen Ringe, die man ins Wasser wirft und nach denen man dann tauchen muss. Aber am Vorabend der Party werden Sie das Gefühl nicht los, dass noch etwas fehlt. Und als Sie den Blick über Ihren Hof schweifen lassen, wird Ihnen auch klar, was es ist.

Sie haben keinen Pool.

Bloß keine Panik! Sie können dieses Problem lösen. Sie brauchen nur eine ganze Menge Wasser und einen Behälter zum Hineinfüllen. Lassen Sie uns zuerst den Behälter organisieren.

Es gibt zwei Haupttypen von Pools: solche, die in den Boden eingesenkt sind, und solche, die auf ihm stehen.

EINGESENKTER POOL



Ein in den Boden eingelassener Swimmingpool ist letztendlich nichts anderes als ein schickes Loch. Solche Becken einzurichten, ist arbeitsaufwändiger, aber dafür ist es nicht sehr wahrscheinlich, dass sie während Ihrer Party auseinanderfallen.

Wenn Sie ein eingesenktes Becken bauen wollen, sollten Sie zunächst mal Kapitel 3 (*Wie man's hinkriegt, ein Loch zu graben*) zu Rate ziehen. Buddeln Sie nach diesen Instruktionen ein Loch von 6×9 m Kantenlänge und 1,50 m Tiefe. Wenn Sie ein Loch von geeigneter Größe ausgehoben haben, sollten Sie die Wände vielleicht mit einer Art Schutzbeschichtung versehen, damit sich Ihr Wasser nicht in Matsch verwandelt oder versickert, ehe die Party vorbei ist. Wenn Sie ein paar riesige Kunststoff-Folien oder Planen besitzen, können Sie sie hierzu verwenden; Sie können es aber auch mit einer Gummibeschichtung aus der Spraydose versuchen – das sind die, mit denen man Teiche für Kois auskleidet. Sagen Sie den Händlern einfach, Sie hätten ein paar echt große Kois.

Haben Sie noch mehr von diesen Spraydosen zum Beschichten von Koiteichen?

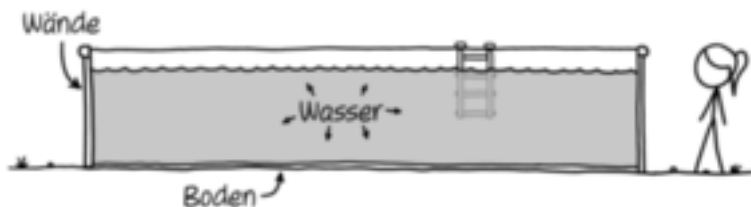
Warum brauchen Sie so viele?

Ich weiß nicht, wo es bei mir in der Nähe Kois gibt, also kleide ich sicherheitshalber alle Teiche aus.



DIE ALTERNATIVE: AUFSTELLPOOLS

Wenn Sie beschließen, dass ein eingelassenes Schwimmbecken nicht das Richtige für Sie ist, können Sie es stattdessen mit einem oberirdischen Pool versuchen. Solche Pools haben eine relativ einfache Gestalt:



Bedauerlicherweise ist Wasser schwer – fragen Sie mal jemanden, der schon einmal ein auf dem Fußboden stehendes Aquarium gefüllt hat und es dann auf einen Tisch heben wollte. Die Schwerkraft zieht das Wasser nach unten, aber die Unterlage drückt genauso stark zurück. Der Wasserdruck wird nach außen geleitet, zu den Wänden des Pools, der in alle Richtungen gedehnt wird. Diese Spannung bezeichnet man als *Wandbeanspruchung* oder *Umfangsspannung*. Am stärksten ist sie am Fuß der Wand, wo der höchste Wasserdruck herrscht. Wenn die Umfangsspannung die Zugfestigkeit der Wand übersteigt, wird Letztere bersten.¹



.....
¹ In der Praxis wird sie vermutlich schon früher nachgeben, denn es gibt immer Unregelmäßigkeiten im Material und seiner speziellen »Leistungskurve«, aber wir können die einfache Zugfestigkeit als Näherungswert benutzen.

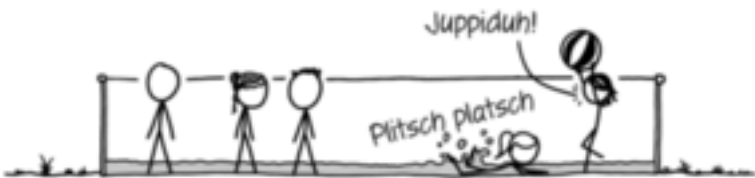
Lassen Sie uns ein mögliches Material wählen – Alufolie zum Beispiel. Wie tief kann das Wasser in einem Pool mit Wänden aus Alufolie werden, bevor seine Seiten nachgeben? Wir können diese und viele andere Fragen zum Thema Poolgestaltung beantworten, indem wir zur Formel für die Wandbeanspruchung greifen:

$$\text{Wandbeanspruchung} = \text{Wassertiefe} \times \text{Wasserdichte} \times \text{Schwerkraft} \times \frac{\text{Beckenradius}}{\text{Wandstärke}}$$

Setzen wir also mal die Werte für Alufolie ein. Aluminium hat eine Zugfestigkeit von rund 300 Megapascal (MPa), und Folienbögen sind ungefähr 0,02 mm dick. Nehmen wir an, unser Becken hat einen Durchmesser von 9 m – da ist jede Menge Platz für Spiele. Jetzt können wir die Werte in unsere Gleichung einfügen und alles ein wenig umstellen, um herauszukriegen, wie hoch das Wasser in unserem glänzenden, knittrigen Pool steigen kann, bis die Umfangsspannung ebenso hoch ist wie die Zugfestigkeit des Aluminiums und die Wände nachgeben:

$$\begin{aligned} \text{Wassertiefe} &= \frac{\text{Wandstärke} \times \text{Zugfestigkeit der Wände}}{\text{Wasserdichte} \times \text{Schwerkraft} \times \text{Beckenradius}} \\ &= \frac{0,02 \text{ mm} \times 300 \text{ MPa}}{1 \frac{\text{kg}}{\text{L}} \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times \frac{9 \text{ m}}{2}} \approx 14 \text{ cm} \end{aligned}$$

Leider sind vierzehn Zentimeter Wasser für eine Poolparty vermutlich nicht ausreichend.



Wenn wir die dünne Alufolie durch 2,5 Zentimeter dicke Holzplanken ersetzen, sehen die Werte gleich viel besser aus. Holz hat zwar eine geringere Zugfestigkeit als Aluminium, aber durch die Dicke wird dieser Nachteil mehr als wettgemacht.

Sollten Sie also zufällig einen hölzernen Zylinder von 9 Metern Durchmesser und mit einer Wandstärke von 2,5 Zentimetern irgendwo herumliegen haben, sind das gute Neuigkeiten für Sie.



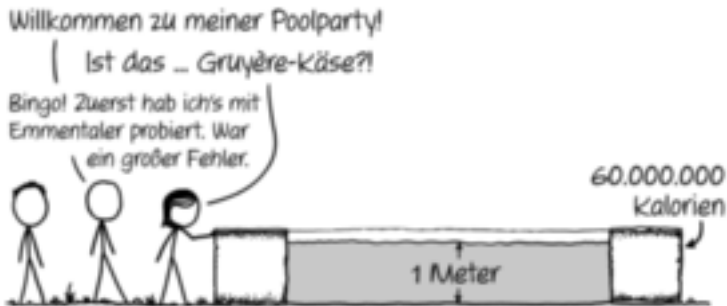
Sie können die Gleichung auch so umstellen, dass sie Ihnen verrät, wie dick die Poolwände sein müssen, um einer gewünschten Wassertiefe standzuhalten. Sagen wir mal, das Wasser in unserem Becken soll etwa 1 m tief sein. Für ein Material mit einer bestimmten Zugfestigkeit gibt uns diese Version der Formel Auskunft darüber, wie dick die Wände mindestens sein müssen, um das Wasser zu halten:

$$\text{Wandstärke} = \frac{\text{Wassertiefe} \times \text{Wasserdichte} \times \text{Schwerkraft} \times \text{Beckenradius}}{\text{Zugfestigkeit der Wände}}$$

Das Tolle an Physik ist, dass diese Berechnung für jedes beliebige Material funktioniert – selbst für noch so abwegige Stoffe. Die Physik schert sich nicht darum, ob Ihre Anfrage ein bisschen sonderbar ist. Sie liefert Ihnen einfach eine Antwort, ohne irgendwelche Urteile zu fällen. Laut dem umfassenden, 456 Seiten dicken Handbuch *Cheese Rheology and Texture* (Rheologie und Textur von Käse) hat harter Gruyère beispielsweise eine Zugfestigkeit von 70 kPa. Setzen wir das doch mal in die Formel ein!

$$\text{Wandstärke} = \frac{1 \text{ m} \times 1 \frac{\text{kg}}{\text{L}} \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times \frac{9 \text{ m}}{2}}{70 \text{ kPa}} \approx 60 \text{ cm}$$

Eine gute Nachricht! Sie brauchen bloß eine 60 Zentimeter dicke Käsewand, um das Wasser in Ihrem Pool zu halten! Die schlechte Nachricht ist, dass Sie vielleicht nur mit Mühe jemanden überzeugen können, in diesen Pool zu springen.



Angesichts der praktischen Probleme, die mit einer Verwendung von Käse verbunden sind, sollten Sie sich vermutlich lieber an traditionelle Werkstoffe wie Plastik oder Fiberglas halten. Fiberglas hat eine Zugfestigkeit von rund 150 MPa, was bedeutet, dass eine ganz dünne – nur einen Millimeter starke – Wand genügen würde, um das Wasser zu halten, und sogar noch eine Reserve an Zugfestigkeit übrig bliebe.

WIE MAN AN WASSER KOMMT

Jetzt, wo Sie Ihren Pool haben, egal ob einen eingesenkten oder einen oberirdischen, brauchen Sie sicher etwas Wasser. Aber wie viel genau?

Eingelassene Garten-Schwimmbecken der gängigen Art variieren in der Größe, aber ein mittleres, das groß genug für ein Sprungbrett ist, fasst gut und gern 75 000 Liter Wasser.

Wenn Sie einen Gartenschlauch zur Hand haben und ein Haus, das von den örtlichen Wasserwerken versorgt wird, können Sie Ihren Pool theoretisch per Schlauch füllen. Aber ob Sie so ein Becken *schnell* vollbekommen oder eher nicht, hängt ganz von der Durchflussmenge Ihres Schlauches ab. Wenn Sie guten Wasserdruck und einen Schlauch mit großem Durchmesser haben, könnte die Durchflussmenge bei 40 bis 70 Litern pro Minute liegen. Das reicht aus, um Ihren Pool so etwa binnen eines Tages zu füllen. Wenn die Durchflussmenge aber zu gering ist (oder wenn Sie Wasser aus einem Brunnen nehmen, der leer sein kann, ehe das Becken gefüllt ist), müssen Sie sich möglicherweise nach einer anderen Lösung umsehen.



WASSER AUS DEM INTERNET

In vielen Gegenden der Welt bieten Onlinehändler wie Amazon eine Lieferung noch am selben Tag an. Ein 24er-Pack Mineralwasserflaschen der Marke Fiji kostet derzeit um die 40 Euro. Wenn Sie gerade 250 000 Euro übrig haben, können Sie einen Pool in Form von Flaschen bestellen. Und das Sahnehäubchen ist, dass Ihr Pool ganz und gar mit Wasser gefüllt sein wird, das von den Fidschi-Inseln herangeschippert wurde.

Nun aber stellt sich eine neue Herausforderung. Nach der An-

lieferung müssen Sie all das Wasser irgendwie in den Pool bekommen.

Das ist kniffliger, als Sie vielleicht gedacht hätten. Sicher, Sie können bei jeder Flasche einzeln die Verschlusskappe aufdrehen und den Inhalt in den Pool gießen, aber das würde pro Flasche einige Sekunden dauern. Da es 150 000 Flaschen sind und ein Tag nur 86 400 Sekunden hat, ist jede Methode, die mehr als eine Sekunde pro Flasche in Anspruch nimmt, definitiv unbrauchbar.

DIE FLASCHEN ATTACKIEREN

Man könnte versuchen, die Verschlüsse eines ganzen 24er-Packs Flaschen mit einem Schwerthieb abzutrennen. Im Internet zeigen eine Menge Zeitlupenvideos, wie Leute eine Reihe Wasserflaschen mit einem Schwert durchtrennen. Soweit man es nach den Videos beurteilen kann, ist das eine überraschend schwierige Angelegenheit – meist wird das Schwert auf seinem Weg durch die Flaschen nach oben oder unten abgelenkt. Selbst wenn Sie präzise genug Schwung holen und die erforderliche Armkraft und Ausdauer mitbringen, würde es mit einem Schwert vermutlich zu langsam gehen.

Auch mit Gewehren würde es wahrscheinlich nicht besonders gut funktionieren. Bei sorgfältiger Planung und effizienter Anordnung könnten Sie mit einer Art Schrotflinte gewiss in einen ganzen Haufen Flaschen gleichzeitig Löcher machen, aber trotzdem würde es Ihnen schwerfallen, wirklich *alle* Flaschen zu durchlöchern und sie schnell genug bis zum Boden leerzubekommen. Außerdem hätten Sie am Ende einen Pool voller Blei, das – besonders wenn Sie Ihren Pool chloren – korrodieren würde und irgendwann das Grundwasser verunreinigen könnte.

Es gibt ein breites Spektrum von Waffen, eine mächtiger als die andere, mit denen man versuchen könnte, die Flaschen zu öffnen. Bevor wir das Thema Waffen hinter uns lassen und zu einer praktikableren Lösung übergehen, sollten wir noch für einen Moment