

Physikalische Momente im Phantasialand

Zum ersten Mal würde meine Familie beim Besuch des Phantasialands den mittelalterlich anmutenden Burgturm Mystery Castle nicht links liegenlassen. Bisher war mein Sohn Florian – gerade zehn Jahre alt geworden – zu jung, um sich, so der Originaltext auf der Homepage, „im Bungee Drop aus 65 Metern Höhe im freien Fall ... in die dunkle Tiefe zu stürzen“. Ehrlich gesagt: Mir war das Verbot des Freizeitpark-Betreibers immer ganz gelegen gekommen. So hatte ich ohne weitere Begründung den Fallturm meiden können. Wer steht schon gerne vor seinen Kindern als Angsthase da?

Ich studiere das Schild neben dem schmalen Gang, der zum Turm führt: „Gute körperliche Verfassung, keine Höhenangst sowie Nervenstärke sind für diese Attraktion Voraussetzung.“ Zahlreiche Hinweise warnen etwa Schwangere, Menschen mit Rücken-, Nacken- oder Knochenproblemen oder mit kürzlich überstandenen Krankheiten. Mir wird flau im Magen. Kurz überlege ich, ob mir das Bluthochdruck-Warnzeichen einen einfachen Rückzug ermöglicht. Stattdessen höre ich mich verkünden: „Im Turm kann man Schwerelosigkeit erleben.“ Ich hätte wissen müssen, dass meine 12-jährige Tochter Clara diese Aussage nicht einfach hinnimmt. „Warum Schwerelosigkeit? Im Turm zieht uns doch die Schwerkraft nach unten.“

Ich versuche, die angelesenen Erklärungsfetzen in meinem Gedächtnis zusammenzusetzen und wiederzugeben: Demnach ist im freien Fall nicht die Schwerkraft verschwunden, wie es der Begriff Schwerelosigkeit nahelegt. Stattdessen wehrt sich der Körper gegen die Beschleunigung. Er tut dies mit seiner trägen Masse, woraus eine Trägheitskraft resultiert, die der Schwerkraft entgegengerichtet ist. Da die Welt offenbar so eingerichtet ist, dass diese träge Masse (die sich gegen die Beschleunigung sträubt) und die schwere Masse (die die Anwesenheit der großen Masse „Erde“ spürt) genau gleich groß sind, heben sich beide Kräfte auf. Die Folge: Wir fühlen uns schwerelos. Stehen wir dagegen auf dem Boden, fühlen wir uns erdschwer wie üblich – denn hier wird nichts kompensiert.

Clara und Florian sind mir gedanklich voraus und bereits bei den Astronauten in einer Raumstation angekommen. „Die können schweben, weil die Anziehungskraft dort weniger stark ist als auf der Erde. Auch auf dem Mond ist die Anziehung geringer als auf der Erde – 1,6, während wir hier 9,8 haben“, sagt Clara. Verblüfft registriere ich, dass meine Tochter die Zahlenwerte der Fallbeschleunigung korrekt im Kopf hat, die tatsächlich ein Ausdruck

der herrschenden Schwerkraft sind. Obwohl – eigentlich sollte ich mich über ihr helles Köpfchen nicht mehr wundern: Wegen früher Einschulung und dem Überspringen einer Jahrgangsstufe ist sie rund zwei Jahre jünger als die meisten ihrer Klassenkameraden und hat trotzdem fast nur Einser auf dem Zeugnis. Dass sie auf meine Nachfrage nicht weiß, in welcher Einheit die Fallbeschleunigung angegeben wird, nämlich in Metern pro Sekundenquadrat: geschenkt!

Noch immer zögere ich, den Weg hin zu Mystery Castle zu passieren. Florian – um die Nase etwas blasser als sonst – möchte seiner großen Schwester weder im Mut noch im Wissen nachstehen und sagt: „In der Raumstation ist die Anziehungskraft geringer, weil es dort keine Luft gibt.“ Seine falsche Vorstellung scheint durchaus typisch. Zumindest entspricht sie dem Ergebnis einer Untersuchung, die von der Wiener Physikdidaktikerin Helga Stadler etwa zur Zeit von Florians Geburt veröffentlicht wurde: „Die Schüler betrachten die Luft als Übertragungsmedium für die Schwerkraft“, schreibt sie. Clara hat den Grund für die Schwerelosigkeit der Astronauten zwar auch nicht richtig erklärt, dabei aber Kenntnisse offenbart, die nach den Erfahrungen Stadlers durchaus nicht selbstverständlich sind.

Die Physikerin hatte Schülerinnen und Schülern eine Geschichte über einen Astronauten vorgelegt: *Feinster Mondstaub wurde von einer sanften Brise gegen das Glasfenster seines Helms geblasen. Plötzlich hörte er einen lauten Knall. Im ersten Schreck sprang er einen Meter in die Höhe. Dann atmete er auf, als er sah, dass sein Kollege bloß mit einem Hammer Mondgestein zerschlagen hatte.* Beinahe alle Schüler waren überzeugt, der Sprung sei unglaublich, weil ein Astronaut dann wegen der herrschenden Schwerelosigkeit ins All fliegen würde. Clara dagegen bleibt sich auf meine Nachfrage hin sicher, dass der Sprung keine Lüge ist wie die von der Brise und dem Knall – Phänomene, die es mangels Luft und Atmosphäre auf dem Mond nicht gibt.

Ich sage, dass die Internationale Raumstation ISS und ihre Besatzung das Schwerfeld der Erde keineswegs hinter sich lassen. In der Flughöhe der ISS hat die Erdschwerkraft immer noch 90 Prozent jener Stärke, die wir von der Erdoberfläche kennen. Clara schaut mich ungläubig an. Ich versuche zu erklären, warum die Raumfahrer trotzdem schwerelos sind: Sie befinden sich in einer besonderen Spielart des freien Falls, nämlich dem Fall um die Erde herum. Sie leben dabei in einer umschlossenen Station, in der sie in trauter Eintracht mitfallen. Bezogen auf die



Station behalten sie – genau wie alle Gegenstände darin – ihre Position. Somit tauschen sie keine Kräfte mit ihrer Umgebung aus, nichts zieht sie zum Boden der Station und nichts presst sie auf die Sitzfläche eines Stuhls. Wäre die Station fensterlos, könnten die Astronauten nicht feststellen, ob sie sich weit draußen im Weltraum fern von allen Himmelskörpern und ihren Schwerfeldern befinden oder aber in freiem Fall in einem gleichförmigen Schwerfeld.

Ich gerate ins Stocken. In mir werden Fragen laut wie diese: Ist die Schwerelosigkeit ein ausschließlich vom Bezugssystem abhängiger Zustand und damit nichts als ein Hirngespinnst? Ich weiß, dass die Antwort „nein“ lautet, aber auch, dass ich nun gedanklich ein Terrain betreten müsste, das einst für Albert Einstein der Ausgangspunkt für seine „Allgemeine Relativitätstheorie“ war*. Stattdessen laufen wir den Gang entlang, auf dem uns Fanfaren- und Orgelklänge entgegenschallen. Als wir durch das offene Schlosstor treten, meine ich, aus dem dröhnenden Lautsprecher die Worte „Da kommen die nächsten Opfer“ zu verstehen. Wir werden von einem Schlossdiener empfangen, der dank Kostümierung und Schminke gruselig wirken soll, und gehen an einer Dame ohne Kopf vorbei. Meine Kinder interessieren sich nicht für sie und das ganze Mystery-Brimborium. Sie eilen durch die Räume, die als Mischung aus Rittersaal und Alchemie-Labor eingerichtet sind. Offensichtlich haben sie ein untrügliches Gespür dafür, wo der wahre Schrecken lauert. Hinter einer unscheinbaren Metalltür nämlich, vor der wir jetzt warten.



Ich versuche, mich und die Kinder mit einer Frage abzulenken, die ich angesichts der schaurigen Musik herausbrüllen muss: „Wo kann man denn außer im Fallturm auf der Erde noch Schwerelosigkeit erleben?“ Nun ist es an Florian, mich baff zu machen. Wie aus der Pistole geschossen antwortet er: „Beim Parabelflug.“ Die Frage, woher er das weiß, kann ich ihm jetzt nicht mehr stellen. Eine Viertelstunde später wird er mir sie so beantworten: „Paps, du weißt doch, dass ich neulich am Schnupperunterricht des Tabu-Gymnasiums teilgenommen habe – da hat der Lehrer genau darüber gesprochen.“

Bei Parabelflügen fliegt ein Flugzeug spezielle Manöver, die der Bahn eines geworfenen Objektes – einer Wurfparabel – ähneln, und bewegt sich somit für rund 20 Sekunden im freien Fall. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt und die Europäische Raumfahrtagentur ESA bieten Wissenschaftlern regelmäßig solche Flüge an, damit diese dabei medizinische, biologische, physikalische und materialwissenschaftliche Experimente durchführen können. Die Forscher untersuchen während etwa 30 Parabeln pro Flug die Wirkung von Schwerelosigkeit oder analysieren Vorgänge, bei denen die Schwerkraft stört.

„Parabonauten“ räumen ein, beim Start aufgeregt gewesen zu sein. Warum sollte es ihnen auch besser gehen als uns, die wir nun den Turm hinter der Tür betreten haben? An dessen Innenwänden warten Sitzreihen auf uns. Wir legen die Haltebügel an und eine Stimme verkündet: „Nur Mut schwächt das Böse – seid stark, wenn Ihr ihm begegnet dort oben im Turm von Mystery Castle.“ Parabelflieger berichten auch, dass ihnen vor allem beim sekundenschnellen Übergang von der nahezu doppelten Schwerkraft während des Steigfluges hin zum freien Fall schummrig wurde. Das wäre eher eine zu niedliche Beschreibung für das Gefühl, das bei mir aufkommt, als wir auf unseren Sitzen katapultartig hochgeschossen werden. Leider wird es während des folgenden Falls nicht abgelöst von dem, was sich bei den meisten Parabonauten in der Schwerelosigkeit einstellt: Glücksgefühle nämlich, „psychische Leichtigkeit“ oder „eine überwältigende Empfindung des Freiseins“. Für mich ist der Moment, als ich wieder wohlbehalten auf der Erde stehe, das Wunderbarste. Clara geht es ähnlich, allerdings aus einem recht speziellen Grund: „Ich hatte gelesen, dass Magneten das fallende Gerät abbremsen. Magneten aber traue ich nicht.“ ■

Frank Frick

*Nach der Allgemeinen Relativitätstheorie ist die Schwerkraft, wie es der Astronom Markus Pössel formuliert, „zum Teil Illusion, zum Teil assoziiert mit einer Eigenschaft namens Krümmung“. Wer wissen will, was es mit der Krümmung der Raumzeit auf sich hat, dem seien Pössels Erläuterungen auf den Internetseiten www.einstein-online.info des Max-Planck-Instituts für Gravitationsphysik empfohlen.