

Wer hat nun Recht?

Drei physikalische Streitgespräche

im Rahmen der KinderUni Wien 2007

von

Franz Embacher, Hartmuth Hofstätter, Harald Höller, Christian Primetshofer,
Peter Reisinger, Marcus Rennhofer und Birgit Schörkhuber

Fakultät für Physik der Universität Wien

Juli 2007

Wie fallen die Körper?
Drückt oder saugt ein Luftstrom?
Die Farben des Lichts

Die handelnden Personen:

Christian Pythagoras
Aristoteles
Galileo
Bernoulli
Euler
Herr Prof. Schwarz
Frau Dr. Weiß

Ort der Handlung: ein Hörsaal an der Fakultät für Physik

<http://homepage.univie.ac.at/franz.embacher/KinderUni2007/>

Prolog

Pythagoras: Liebe Studierende der KinderUni!

Ich möchte euch recht herzlich an der Fakultät für Physik begrüßen. Mein Name ist Christian Pythagoras. Ich werde euch heute ein bisschen von dem erzählen, was in diesem großen Haus und in diesem Saal passiert.

Das ehrwürdige Gebäude, in dem wir uns befinden, hat eine lange Geschichte, die zurückreicht in eine Zeit, als unser Land noch von einem Kaiser regiert wurde. Seither haben viele Physikerinnen und Physiker hier studiert, gearbeitet und gelehrt. Sie haben die Natur und die in ihr wirkenden Gesetze erforscht. Sie haben beobachtet, die Natur im Experiment befragt, Theorien ausgearbeitet, Berechnungen angestellt und miteinander diskutiert. Und in erster Linie haben sie gestaunt. Sie haben gestaunt, wie wunderbar unsere Welt funktioniert.

Kennt jemand von euch Physiker oder Physikerinnen?

(Kurzes Gespräch mit dem Publikum)

Lehnt euch jetzt zurück! Ich möchte euch eine Geschichte von zwei äußerst liebenswerten Physikern in diesem Haus erzählen. Ihre Namen sind Aristoteles und Galileo. Ich habe gestern etwa zur gleichen Zeit an diesem Schalter gearbeitet. Aristoteles hat hier an diesem Tisch seine Vorlesungsunterlagen sortiert, als plötzlich Galileo den Raum betrat...

(Licht aus. Wenn das Licht wieder angeht, steht Aristoteles am Pult und sortiert Zettel. Galileo betritt den Raum.)

Wie fallen die Körper?

Aristoteles: Mein lieber Kollege Galileo! Schön, Sie zu sehen! Wie geht es Ihnen?

Galileo: Danke der Nachfrage. Man erforscht die Natur und wird immer klüger.

Aristoteles: So muss es auch sein! Aber lassen Sie sich kurz aufheitern – haben Sie gehört, was unserer Kollegin Marietta gestern passiert ist?

Galileo: (*schaut neugierig*) Nein!?

Aristoteles: Sie wissen doch, Marietta wohnt im vierten Stock, und gestern hat sie – bei diesem prächtigen Wetter – zum Fenster hinausgesehen und dabei einen Riesenbecher Eis gegessen.

Galileo: Aha!

Aristoteles: Ja! Und neben sich, am Fensterbrett, direkt neben dem Eisbecher, hat sie ihr kleines Handy gelegt. Plötzlich klopft jemand so wild an Mariettas Wohnungstür, dass sie vor Schreck ihren Riesen-Eisbecher und ihr Handy hinuntergestoßen hat.

Galileo: Vom Fenster hinuntergestoßen? Tatsächlich?

Aristoteles: Tatsächlich! Aber sie hat Glück gehabt. Genauer gesagt, haben die Menschen unten auf dem Gehsteig Glück gehabt. Der Eisbecher ist einem Fußgänger genau vor die Füße gefallen – *Platsch!*

Galileo: Ha!

Aristoteles: Der hat sich wohl gedacht interessant – jetzt regnet es also schon Schleckeis! Das muss ein neugieriger Mensch gewesen sein, denn er hat sich gleich gebückt, um nachzusehen, welche Eissorte denn da vom Himmel fällt! Und genau in diesem Moment ist auch das Handy unten angekommen und hat sich – *Zack* – mitten in das Eis gebohrt! Wie ein Pfeil. (*kurze Pause – die beiden schauen einander an*) Und wissen Sie, was der Mann gemacht hat?

Galileo: Nein!?

Aristoteles: Er hat das Handy genommen und ist davongelaufen!

Galileo: Davongelaufen?

Aristoteles: Ja! Marietta ist ohne Eis und ohne Handy dagestanden!

Galileo: (*denkt kurz nach*) Das Handy ist *nach* dem Eisbecher am Boden aufgekommen?

Aristoteles: Ja, danach. Es war leichter als der Eisbecher und ist deshalb langsamer gefallen.

Galileo: (*Schaut skeptisch*) Ja?

Aristoteles: (*bemerkte Galileos skeptischen Blick*) Wie wir ja wissen, fällt ein Körper umso schneller, je schwerer er ist.

Galileo: Ah, ja? Wissen wir das?

Aristoteles: Ja, natürlich! Ein schwerer Körper fällt schneller als ein leichter. Daher ist zuerst der Eisbecher und danach das Handy am Boden aufgekommen.

Galileo: Das ist aber jetzt ein interessanter Zufall! Genau über dieses Thema, nämlich wie Körper zu Boden fallen, habe ich in letzter Zeit nachgedacht.

Aristoteles: Tatsächlich?

Galileo: Ehrlich gesagt sind mir Zweifel an unserer bisherigen Ansicht gekommen. Ein Körper fällt umso schneller, je schwerer er ist. Ist das wirklich so?

Aristoteles: Nun, das wissen wir seit zweitausend Jahren, seit mein – äh – Namensvetter, der griechische Philosoph Aristoteles, es festgehalten hat. Sehen Sie, beobachten Sie einmal, wie langsam ein Blatt von einem Baum fällt und wie schnell hingegen ein Eisbecher vom vierten Stock herunterrast.

Galileo: Könnte man diesen Unterschied nicht auf den Luftwiderstand zurückführen? Hier auf der Erde haben wir eine Atmosphäre, d.h. Luft (*breitet die Arme nach oben aus*) – überall Luft. Jeder Körper, der fällt, fällt durch die Luft. Und die Luft versucht, ihn abzubremsen. Das ist doch der Grund, warum ein Fallschirm funktioniert. Ein Blatt, das von einem Baum fällt, ist gewissermaßen sein eigener Fallschirm! (*kurze Pause*) ... Wissen Sie, ich glaube, dass alle Körper gleich schnell fallen würden, wenn es keine Luft gäbe!

Aristoteles: Mein lieber Galileo! Das würde ja heißen, dass eine Daunenfeder gleich schnell fallen würde wie eine Eisenkugel, wenn es keinen Luftwiderstand gäbe!

Galileo: Ja, genau das würde es heißen!

Aristoteles: Glauben Sie das im Ernst?

Galileo: Hm, ich denke schon!

Aristoteles: Nun, lieber Kollege, das würde aber doch ganz unserer Anschauung von der Erdanziehungskraft widersprechen. Sehen Sie, die Erde zieht alle Gegenstände nach unten. Je schwerer ein Körper ist, umso stärker zieht sie ihn an. Das können Sie leicht überprüfen, indem Sie in der einen Hand einen schweren Koffer tragen und in der anderen einen leichten. Sie spüren förmlich, dass die Erde den schweren Koffer stärker anzieht als den leichten. Oder wollen Sie das abstreiten?

Galileo: Nein, das streite ich nicht ab. Aber andererseits muss die Erde einen Körper in Bewegung setzen, sonst würde ja er nicht fallen. Haben Sie schon einmal versucht, einen richtig schweren Körper in Bewegung zu setzen? Sie könnten einmal versuchen, mir eine 10 Kilogramm schwere Eisenkugel zuzuwerfen. Das fällt Ihnen sicher schwerer, als mir einen Tischtennisball zuzuwerfen.

Aristoteles: Und was wollen Sie damit sagen?

Galileo: Nun, wie Sie selbst gesagt haben, übt die Erde auf einen schweren Körper, der ja schwierig zu bewegen ist, eine große Anziehungskraft aus und auf einen leichten Körper, der leicht zu bewegen ist, eine kleine. Ich denke, der Endeffekt ist in beiden Fällen der gleiche: beide Körper fallen gleich schnell – sofern der Luftwiderstand vernachlässigt werden kann.

Aristoteles: Das ist nicht ihr Ernst. Es ist doch eine ganz alltägliche Erfahrung, dass schwere Körper schneller fallen als leichte. Denken Sie an Mariettas Geschichte mit dem Eisbecher und dem Handy.

Galileo: Waren Sie dabei? Haben Sie es gesehen?

Aristoteles: Äh, ehrlich gesagt, nein!

Galileo: Vielleicht hat Marietta ihr Handy erst ein bisschen später vom Fenster hinuntergestoßen, als der Eisbecher bereits im Fallen begriffen war.

Aristoteles: Sie sind ein schwieriger Fall!

Galileo: Lieber Aristoteles, ich habe mir ein Argument ausgedacht, das Ihre Theorie ins Schwitzen bringen wird.

Aristoteles: Jetzt bin ich aber neugierig!

Galileo: Das Argument ist ganz einfach: Stellen Sie sich einen leichten Körper vor, zum Beispiel eine Kugel aus Holz, etwa so groß (*zeigt mit beiden Händen*).

Aristoteles: (*zeigt ebenfalls mit beiden Händen*) Ich stelle mir eine Kugel aus Holz vor.

Galileo: Und nun stellen Sie sich einen schweren Körper vor, zum Beispiel eine gleich große Kugel aus Eisen (*zeigt mit beiden Händen*).

Aristoteles: (*zeigt ebenfalls mit beiden Händen*) Ich stelle mir eine gleich große Kugel aus Eisen vor.

Galileo: Die hölzerne Kugel wird langsamer fallen als die eiserne?

Aristoteles: Ja, genau das wird sie!

Galileo: Und nun stellen Sie sich vor, wir nehmen eine solche Holzkugel und eine solche Eisenkugel und kleben sie aneinander (*bringt mit den Händen zwei imaginäre Kugeln zusammen*). Dann hätten wir *einen* Körper, der noch schwerer ist als jede der beiden Kugeln.

Aristoteles: Sehr richtig!

Galileo: Dieser Körper wird also noch schneller fallen als jede der beiden Kugeln.

Aristoteles: Äh, ja, natürlich, da er ja schwerer ist als jede der beiden Kugeln.

Galileo: Andererseits wird – nach Ihrer eigenen Theorie – die Eisenkugel die Tendenz haben, schnell zu fallen und die Holzkugel die Tendenz, langsam zu fallen (*dreht die imaginären Kugeln mit den Händen, so dass eine oberhalb der anderen ist*). Unsere zusammengeklebten Kugeln können sich dann nicht einigen: die eiserne Kugel will schnell fallen und die hölzerne Kugel will langsam fallen. Die eiserne zieht nach unten, die hölzerne zieht nach oben (*illustriert mit den Händen den Wettstreit der Kugeln*). Sollte dann nicht eher ein Mittelding herauskommen – schneller als die hölzerne, aber langsamer als die eiserne?

Aristoteles: Interessant! (*denkt nach*) Aber Sie vergessen eines: Die zusammengeklebten Kugeln bilden ja jetzt einen einzigen Körper. Es ist nicht mehr wichtig, was jeder seiner Teile machen *würde*. Der Körper als Ganzes fällt schneller, als es jeder seiner Teile tun würde.

Galileo: Und das weiß die Erde? Behandelt sie einen „ganzen Körper“ anders als seine Teile?

Aristoteles: Das ist aber jetzt wirklich kein physikalisches Argument! Die Physik beschreibt, wie sich die Natur verhält, und nicht, ob die Erde *(kurze Pause)* ... „etwas weiß“, wenn sie einen Körper anzieht.

Galileo: Zugegeben! *(Beide denken nach)* Aber wie wär's, wenn wir die Sache in einem Experiment überprüfen?

Aristoteles: In einem Experiment überprüfen – ja, das scheint mir in der Tat die einzige Möglichkeit, zu entscheiden, wer von uns beiden Recht hat. Halten wir also fest: Wenn meine Theorie stimmt, müsste ein schwerer Körper immer schneller fallen als ein leichter.

Galileo: Und wenn meine Theorie stimmt, müssten alle Körper gleich schnell fallen *(kurze Pause)*, zumindest wenn kein Luftwiderstand versucht, sie zu bremsen. Ich denke, dass sich der Luftwiderstand für normale Körper erst bei recht großen Geschwindigkeiten auswirkt. Wenn wir also Körper wie ... Kugeln aus Holz oder Eisen oder ... kleine Steinchen oder ein gut zusammengeknülltes Stück Papier einige Meter fallen lassen, so sollten all diese Körper *(kurze Pause)* ... ungefähr ... gleich schnell fallen.

Aristoteles: Nun gut – das kann leicht durchgeführt werden. Ein Stein und ein zusammengeknülltes Stück Papier! Derartige Situationen beobachten wir doch oft in unserem Alltagsleben. Sie werden sehen, dass ein Stein schneller fällt als ein Stück Papier, sogar viel schneller!

Galileo: Es käme auf einen Versuch an!

Aristoteles: Wir werden ihn durchführen. Und was ihren Luftwiderstand betrifft: Wir können sogar einen Schritt weiter gehen und die Luft aus dem Raum, in dem ein Körper fällt, herauspumpen. Dann gibt es in diesem Raum gar keinen Luftwiderstand.

Galileo: Sie wollen die Luft aus einem *(breitet die Hände nach oben aus)* Raum herauspumpen?

Aristoteles: Vielleicht nicht gerade aus einem so großen Raum wie diesem, aber aus einer dünnen Glasröhre *(zeigt mit den Händen eine längliche Form)*. Wenn sich in der Glasröhre eine kleine Eisenkugel und eine – sagen wir – eine Daunenfeder befinden, und die Luft herausgepumpt wird, dann wird sich ja zeigen, ob eine Eisenkugel und eine Daunenfeder im luftleeren Raum gleich schnell fallen oder nicht *(schwenkt die imaginäre Röhre, so dass zuerst das eine Ende oben ist und dann das andere)*.

Galileo: Ja *(ist kurz unsicher)*, also gut, einverstanden!

Aristoteles: Fein, dann sind wir uns einig. Lassen wir das Experiment entscheiden!

Galileo: Befragen wir die Natur!

(Am Ende des Streitgesprächs bleiben Aristoteles und Galileo wie eingefroren stehen.)

Pythagoras: Liebe Studentinnen und Studenten, was glaubt ihr – wer von beiden hat nun Recht? Wie fallen die Körper? Fallen schwere Körper schneller – oder fallen alle Körper ungefähr gleich schnell?

(Dialog mit dem Publikum, „Abstimmung“, Zusammenfassung)

In einer halben Stunde werde ich euch einladen, die Frage gemeinsam mit uns im Experiment zu klären.

(Licht aus. Aristoteles und Galileo verlassen den Raum. Licht an.)

Pythagoras: Wie ihr gesehen habt, sind sich Physiker über die scheinbar einfachsten Dinge des Lebens nicht immer einig. Wenn wir schon dabei sind – da fällt mir noch etwas ein! Weiß jemand von euch noch, was am 18. Jänner dieses Jahres geschehen ist? ... Ich mag gar nicht daran denken! Das war der Tag, an dem der Orkan Kyrill mit 225 km/h über Österreich hinweggefegt ist. Du lieber Himmel, wie viele Fenster in diesem Haus kaputt gegangen sind! Ich mag gar nicht daran denken, was das für eine Arbeit war! Aber zu viel des Guten – was ich euch eigentlich erzählen möchte, ist folgende Geschichte. Als ich gerade in diesem Hörsaal die Fenster neu eingebaut habe, sind gerade unsere beiden Professoren Bernoulli und Euler im Hof spazieren gegangen.

(Licht aus. Wenn das Licht wieder angeht, spazieren Bernoulli und Euler in den Raum.)

Drückt oder saugt ein Luftstrom?

Bernoulli: Lieber Kollege Euler, ich grüße Sie!

Euler: Einen wunderschönen guten Morgen, werter Herr Bernoulli! Haben Sie heute Nacht gut geschlafen?

Bernoulli: Kein Auge hab' ich zuge drückt!

Euler: Sie hat wohl auch der Sturm gestern Nacht überrascht. Das war ein Donnerwetter aller erster Güte!

Bernoulli: Ich war schon im Pyjama und gerade beim Zähneputzen, als ein heftiger Windstoß ins Zimmer fuhr und meine Arbeitsunterlagen auf dem Schreibtisch durcheinander brachte. Zum Glück wurde gleichzeitig das Fenster *zuge drückt (macht eine entsprechende Armbewegung)*. Nicht auszudenken, wären die Zettel aus dem Fenster geflogen!

Euler: Da hatten Sie ja noch einmal Glück. ... Woran arbeiten Sie gerade?

Bernoulli: Ich beschäftige mich mit dem Phänomen des *Drucks! (kurzes Schweigen, argwöhnische Blicke)*

Euler: Mhm ... Druck. Hochinteressant. Auch ich habe mir darüber schon einige Gedanken gemacht. Sie haben ja gerade gesagt, der Wind, also die bewegte Luft, hätte ihr Fenster *zuge drückt*. Können Sie mir erklären, wie Sie das genau meinen?

Bernoulli: Also gut, lassen Sie mich kurz überlegen. Das Fenster war nach außen offen, und der Windstoß kam natürlich auch von außen. Das bedeutet, der Luftstrom traf auf das nach außen offen stehende Fenster und übte dadurch einen solchen Druck aus, dass sich das Fenster in Bewegung setzte und in die Verankerung schnellte. Meine Zettel waren gerettet! Ich wäre nur ungern im Pyjama und mit der Schlafmütze am Kopf außer Haus gerannt, um meine Unterlagen zu jagen.

Euler: Das hätten wohl nur die Nachbarn lustig gefunden! ... Aber, lieber Kollege Bernoulli, darf ich Ihnen eine andere Möglichkeit vorschlagen, wie es zum Zufallen des Fenster hat kommen können?

Bernoulli: Na, verehrter Herr Euler, wie soll es *denn* geschehen sein, wenn nicht durch *zudrücken?*

Euler: Der Sturm könnte ihr Fenster ... *zugesogen* haben!

Bernoulli: Aber das ist doch Unfug, mein lieber Kollege. Sie wollen sagen, dass ein Luftstrom, also bewegte Luft, *saugend* und nicht *drückend* wirkt? Das widerspricht doch der täglichen Erfahrung. Denken Sie doch mal ans Radfahren oder Skifahren oder an den gestrigen Sturm – fällt Ihnen da nicht auf, welchen Druck der Wind auf Sie ausübt? Je schneller Sie fahren oder je stärker ein Wind weht, desto kleiner müssen Sie sich machen (*duckt sich*), um nicht weggeblasen zu werden!

Euler: Ich behaupte nicht, dass ein Luftstrom oder ein Wind *immer* saugt. Ich sage nur, dass es gewisse Situationen gibt, wo dieser Effekt auftritt. Ihr Fenster ist so ein Fall.

Bernoulli: Ich glaube, Sie haben auch zu wenig geschlafen und träumen noch ein bisschen!

Euler: Aber nein! Denken Sie noch einmal ans Radfahren! Wenn sie besonders flott unterwegs sind und den Mund weit aufmachen...

Bernoulli: ... dann verschlucke ich eine Fliege! Sie kommen auf Ideen... (*schüttelt den Kopf*)

Euler: (*seufzt*) Ja gut, dann schauen wir uns halt den Fall des Schifahrens an. Sie werden mir zustimmen, dass auf Skipisten wenig Insekten unterwegs sind ...?

Bernoulli: Einverstanden. Fahren sie fort!

Euler: Gut. Ist Ihnen da möglicherweise schon aufgefallen, dass es Ihnen bei hohem Tempo schwerer fällt, *einzuatmen*, sogar wenn Sie Ihre Nase oder den offenen Mund direkt in den Fahrtwind strecken? Nach Ihrem Argument, dass der Luftstrom *drückt*, müsste doch das Gegenteil der Fall sein und nur das *Ausatmen* schwer fallen, weil die Luft direkt in die Lunge gepresst wird.

Bernoulli: (*zieht die Augenbrauen hoch*) Dafür gibt es bestimmt medizinische Gründe – wenden wir uns lieber wieder der Physik zu. Lassen Sie mich kurz erzählen, was gestern nach dem Zähneputzen noch geschah. Nachdem der Sturm immer stärker wurde und ich nicht schlafen konnte, beschloss ich, noch gemütlich Tee zu trinken und Radio zu hören. Ich war schon fast am Einnicken, als mit einem lauten Krach plötzlich der Strom ausfiel. Ich rannte zum Fenster und sah, wie das Haus meiner Nachbarn ohne Dach, oben herum völlig nackt dastand! Zum Glück wurde niemand verletzt...

Euler: (*verwirrt*) Warum waren Sie plötzlich nackt, Sie hatten doch vorhin noch einen Pyjama an...

Bernoulli: Nicht ich! Das *Haus* stand auf einmal ohne Dach da.

Euler: Verstehe ... Faszinierend! .. Und tragisch!

Bernoulli: Da sehen Sie einmal, wie stark der Winddruck sein kann, ... dass sogar Hausdächer abgedeckt werden.

Euler: Aber nein, Herr Bernoulli! Ich behaupte, das Dach wurde vom Haus *heruntergesogen*. Wird das Dach von Luft angeströmt, muss diese Luft so ausweichen, dass sie über das Dach *hinüberfließt*. An der Spitze des Daches ist die Windgeschwindigkeit am größten, weil da sozusagen am meisten zusammenkommt. Durch die höhere Strömungsgeschwindigkeit ist der Druck an dieser Stelle *niedriger*, und das Dach wird nach oben gesogen!

Bernoulli: Bei allem Respekt, aber das scheint mir doch eher unwahrscheinlich. Ich erkläre mir das Abdecken des Hauses so, dass der Wind sich an der Dachschräge staut, sich der Druck *erhöht* und so das Dach einfach wegdrückt.

Euler: Das muss dann aber schon ein sehr schräges Dach sein!

Bernoulli: Hm ... mittelschräg.

Euler: Ich glaube, wir müssen noch einmal ganz von vorne beginnen. Wir sprechen die ganze Zeit vom *Druck*. Aber meinen wir damit überhaupt das Gleiche?

Bernoulli: Ich werde versuchen, Ihnen mit einfachen Worten zu erklären, was ich mir unter dem Begriff Druck vorstelle: Nehmen wir der Einfachheit halber einen geschlossenen Behälter...

Euler: ... der mit Luft gefüllt ist.

Bernoulli: Ganz genau. Diese Luft besteht aus kleinen Teilchen, den Molekülen, die immerzu in Bewegung sind und untereinander ständig aneinander stoßen. Ähnlich wie in einem geschlossenen Klassenraum, in dem die Schüler und Schülerinnen wild durcheinanderlaufen und unentwegt aneinander und gegen die Wände des Raums rempeln. Der Druck, den sie bei diesen Stößen auf die Wände ausüben, ist der in der Klasse herrschende '*Kinderdruck*'.

Euler: (*entsetzt*) Kinderdruck?!

Bernoulli: Genau! Und der ist umso größer, je mehr Kinder im Raum herumtollen, weil je weniger Platz sie haben und umso schneller sie laufen, desto öfter werden sie wo anstoßen. ... Stellen Sie sich die Kinder einfach als Luftmoleküle vor!

Euler: Ist gut – fahren sie fort!

Bernoulli: Jetzt stellen Sie sich vor, die Türe dieses Klassenraums wird geöffnet, und die Kinder rennen aus dem Raum heraus. Das ist genau die gleiche Situation wie bei meinem Fenster. Von außen kam ja ein Strom von bewegter Luft, so wie ein Strom von Kindern aus der Klasse rennt... (*will weiter erklären*)

Euler: Sie haben Recht. Es ist genau die gleiche Situation ... jetzt wird Ihnen ihre eigene Theorie zum Verhängnis!

Bernoulli: (*fassungslos*) Wie bitte?!

Euler: Da die Türe ja eine Verengung darstellt, werden die Kinder versuchen, möglichst schnell durch die Türe zu kommen. Je schneller sie laufen, desto weniger Gelegenheit haben sie aber, aneinander zu stoßen, weil sie schließlich alle in die gleiche Richtung wollen. Das heißt *der Kinderdruck wird niedriger! Er sinkt!*

Bernoulli: Aber nein, aber nein! Natürlich stoßen sie umso stärker, je enger die Türe ist und umso schneller sie laufen! Genau darauf wollte ich ja hinaus. *Der Kinderdruck steigt! ... Er steigt!*

Euler: Lassen wir jetzt einmal unsere Kinder Kinder sein. So wie Sie reden, müssen die ja schon lauter blaue Flecken haben vom vielen Stoßen! ... Betrachten wir wieder Luftmoleküle und das Fenster. Bevor Ihnen das Fenster zuschnellte, herrschten draußen und in Ihrem Zimmer der gleiche Druck. Luftmoleküle prasselten gegen von außen und von innen gegen ihr Fenster, und da von beiden Seiten gleich viele dagegen stießen, blieb das Fenster offen.

Bernoulli: So weit so gut.

Euler: Als der Windstoß aber durch das Fenster in Ihr Zimmer fuhr, als Sie gerade Zähne putzten, konnten die rasch hereinströmenden Moleküle untereinander nicht mehr so oft stoßen, der Druck im Fensterspalt sank, und Ihr Fenster wurde durch den Luftstrom *zugesogen*.

Bernoulli: Aber Herr Kollege! Sie spinnen die wunderlichsten Theorien! Sie behaupten also, der Luftstrom, der die Zettel in meinem Zimmer durcheinander brachte, hat das Fenster *zugesogen*, weil der Druck im Fensterspalt *sank*?

Euler: Exakt.

Bernoulli: Hätte ich jetzt also meine Zettel, die mir gestern durcheinandergebracht wurden, bei mir, könnte ich doch Folgendes ausprobieren: Ich halte zwei Blatt Papier so nebeneinander, dass ein Spalt entsteht (*zeigt mit den Händen, wie er es meint*). Erzeuge ich jetzt einen Luftstrom, indem ich zwischen den beiden Papierzetteln hindurchblase, so würden sie nach Ihrer Theorie ja *zusammengesogen* werden, also praktisch aneinander kleben! Kommt Ihnen das nicht ein bisschen komisch vor?

Euler: Aber ganz und gar nicht, lieber Herr Bernoulli. Ich bestehe sogar darauf, dass wir diesen Versuch durchführen. Wenn ich Sie recht verstanden habe, dann behaupten Sie, dass die Zettel *auseinandergedrückt* werden müssen, sobald man zwischen ihnen durchbläst, weil nach ihrer Theorie der Druck *steigt*.

Bernoulli: Ganz genau.

Euler: Das wird ein Spaß (*lächelt verschmitzt*). Es sollte doch nicht so schwierig sein, zwei Zettel aufzutreiben...

(Am Ende des Streitgesprächs bleiben Bernoulli und Euler wie eingefroren stehen.)

Pythagoras: Nun, liebe Studierende, was glaubt ihr – wer von beiden hat Recht? Drückt ein Luftstrom immer – oder kann ein Luftstrom auch saugen? Wie wird das Experiment mit den beiden Papierblättern ausgehen? Werden sie auseinandergedrückt oder zusammengesogen?

(Dialog mit dem Publikum, „Abstimmung“, Zusammenfassung)

Wir werden auch diese Frage gemeinsam im Experiment klären. ... Aber Moment mal! Ich höre jemanden kommen... Frau Doktor Weiß und Herr Professor Schwarz! ... Pst, vielleicht können wir hören, worüber sie sprechen...

(Licht aus. Bernoulli und Euler verlassen den Raum. Frau Dr. Weiß und Herr Prof. Schwarz betreten den Hörsaal. Licht an. Dr. Weiß trägt ein grünes T-Shirt, Prof. Schwarz ein rotes.)

Die Farben des Lichts

Herr Prof. Schwarz: Frau Dr. Weiß, wenn Sie wüssten, welche Entdeckung ich am Wochenende in meinem neu verglasten Balkon gemacht habe!

Frau Dr. Weiß: Na, um welche bahnbrechende Entdeckung handelt es sich dieses Mal?

Herr Prof. Schwarz: Wissen S', ich hab Ihnen ja erzählt, dass ich meinen Balkon verglasen habe lassen, denn dort hat es durch den Wind immer so gezogen.

Frau Dr. Weiß: Tolle Entdeckung – Glaswände schützen vor Wind!

Herr Prof. Schwarz: Nein!! Ich will Ihnen gerade erklären, was dieses Wunderglas mit dem Sonnenlicht angestellt hat.

Frau Dr. Weiß: Wunderglas???

Herr Prof. Schwarz: Horchen S' doch einfach einmal zu. Da sitz' ich so mit meiner Zeitung im neuen Balkon – windstill – und plötzlich sehe ich am Boden einen Regenbogen. Ich traute meinen Augen nicht. Vor mir auf dem Boden war ein Rechteck aus lauter Regenbogenfarben. Bunte Farben, einfach so aus dem Nichts!

Frau Dr. Weiß: Mein lieber Herr Schwarz, von nix kommt nix! Ich bin mir sicher, dass es dafür eine physikalische Erklärung gibt.

Herr Prof. Schwarz: (*nachdenklich*) Ich als Naturforscher habe natürlich auch schon darüber nachgedacht, aber, ehrlich gesagt, ich habe keine Erklärung gefunden – da bin ich mal gespannt auf Ihre Theorie!

Frau Dr. Weiß: Meiner Meinung nach macht Ihr Fensterglas mit dem Sonnenlicht Folgendes: Es zerlegt weißes Licht in buntes Licht, genauso wie die Wassertropfen das in der Luft machen, wenn ein Regenbogen entsteht. Denn das weiße Sonnenlicht besteht aus allen Farben des Regenbogens.

Herr Prof. Schwarz: Jetzt hörn S' aber auf! Was sollen denn da die jungen Studentinnen und Studenten denken! Erstens ist die Sonne gelb, die ist nicht bunt, wo soll denn das Grün herkommen und das Blau und das...

Frau Dr. Weiß: Jetzt muss ich Sie aber doch fragen: Wie glauben Sie denn, wie die Farben hier auf der Erde entstehen? Warum Ihr T-Shirt rot ist und die Blätter der Pflanzen grün sind?

Herr Prof. Schwarz: Was heißt entstehen! Die Dinge *haben* eben Farben, Mein T-Shirt *ist* rot, eine Zitrone *ist* gelb und die Blätter *sind* nun mal grün! In der Dunkelheit kann man das natürlich nicht sehen, aber wenn die Sonne scheint, oder wenn ich den Lichtschalter drückte, dann macht das Licht die Dinge hell, so dass wir sie sehen können! Das ist doch ganz einfach! (*geht zum Lichtschalter*) Mein T-Shirt ist rot, und Sie sehen es, weil das Licht brennt. (*schaltet das Licht aus*) Jetzt ist es noch immer rot, Sie sehen es nur nicht! (*schaltet das Licht wieder ein*) Jetzt sehen Sie es wieder! Es ist *immer* rot, weil es eben rot ist, so wie weißes Licht halt weiß ist!!

Frau Dr. Weiß: Nanana, beruhigen Sie sich mal wieder! Ich bin ganz und gar nicht Ihrer Meinung. Wenn Sie mir mal zuhören würden, dann könnt' ich erklären, wie ich mir das vorstelle!

Herr Prof. Schwarz: Nun gut!

Frau Dr. Weiß: Die Sonne sendet Licht aus, weil sie sehr heiß ist. Dieses Licht ist weiß, aber man kann das weiße Licht in die verschiedenen Farben zerlegen, und genauso gut kann man Farben zusammenmischen und weißes Licht erzeugen.

Herr Prof. Schwarz: (*verächtlich*) Jetzt schnappen Sie völlig über! Farben zusammenmischen und Weiß erzeugen, sie haben wohl noch nie mit Farben gemalt. Überlegen Sie mal, Frau Neunmalklug! Wenn Sie Rot, Grün und Blau zusammenmischen, dann entsteht doch nicht Weiß, sondern ein widerliches Braun. Ha! Braun, einfach nur Braun, so sieht's aus!

Frau Dr. Weiß: (*verunsichert*) Na ja, bei Malfarben steckt wohl ein anderes Prinzip dahinter! Aber mit Licht funktioniert das eben schon! Oder glauben Sie, dass jemand den Regenbogen mit Malfarben an den Himmel pinselt?

Herr Prof. Schwarz: Blöde Frage: Was glauben Sie denn, woher die Dinge ihre Farben haben??

Frau Dr. Weiß: Na ja, also das Licht der Sonne – das meiner Meinung nach aus vielen Farben besteht – trifft zum Beispiel auf das Blatt einer Pflanze. Das Blatt braucht ja Sonnenlicht zum Wachsen, aber nicht *jede* Farbe, sondern nur *rotes* Licht.

Herr Prof. Schwarz: Rotes Licht??? Ja, wo leben Sie denn! Blätter sind doch nicht rot!

Frau Dr. Weiß: Warten Sie, lassen Sie mich mal ausreden. Blätter „verschlucken“ das rote Licht und werfen den Rest des Lichts sozusagen in alle Richtungen. Das weggeworfene Licht trifft in meine Augen, und deshalb sehe ich es. Aber weil ja das Rot jetzt *fehlt*, ist das zurückgeworfene Licht nicht mehr weiß, sondern eine Mischung aus dem was übrig bleibt, und diese Mischung ist eben Grün.

Herr Prof. Schwarz: (*biegt sich vor Lachen*) Also, Frau Kollegin, Sie sind mir eine Phantastin, dagegen bin ja ich noch harmlos! (*fasst sich wieder und fährt in etwas verächtlichem Ton fort*) Sie behaupten nun also: Das Licht der Sonne besteht aus vielen verschiedenen Farben, die alle zusammengemischt Weiß ergeben. Das heißt, dass man weißes Licht auch wieder in die einzelnen Farben zerlegen kann. Und Sie glauben, dass das der Grund ist, warum wir die Dinge in verschiedenen Farben sehen. Das Licht trifft auf ein Blatt, das Blatt nimmt dem Licht einen Teil der Farben weg, und das, was dann noch übrig bleibt, ergibt die Farben, die wir sehen. Nein, meine Liebe, das können S' nicht einmal meinem 95jährigen Großvater erzählen. Das sind bloße Vermutungen! Das Ganze klingt schon sehr abenteuerlich. Ich erkläre es Ihnen noch einmal: Es kann nicht etwas gleichzeitig weiß und vielfarbig sein!

Frau Dr. Weiß: Sie behaupten also weiterhin, dass jedes Ding einfach seine Farbe *hat*, von Natur aus sozusagen. Und Sie glauben mir also nicht, dass das Licht weiß und farbig gleichzeitig sein kann?

Herr Prof. Schwarz: (*aufgebracht*) Nie und nimmer werde ich das glauben!!! Für mich bleibt weißes Licht weißes Licht und nicht irgendein vielfarbiges Licht.

Frau Dr. Weiß: (*aufgebracht*) Ich schätze Sie sehr, mein werter Freund, aber ihre ewige Schwarz-Weiß-Malerei ist hier nicht angebracht!

Herr Prof. Schwarz: (*Geistesblitz*) Da kommt mir eine Idee! Ich weiß, wie wir herausfinden könnten, wer von uns beiden Recht hat.

Frau Dr. Weiß: (*interessiert*) Da bin ich aber mal gespannt!

Herr Prof. Schwarz: Sie haben doch behauptet, dass grüne Dinge gerade deswegen grün sind, weil sie rotes Licht verschlucken. Weil aber im Sonnenlicht noch andere Farben vorhanden sind, bleibt etwas übrig, was in Summe Grün ergibt.

Frau Dr. Weiß: (*ungeduldig*) Ja ja, das haben wir nun schon wirklich oft genug diskutiert...

Herr Prof. Schwarz: Warten Sie ab ... wenn wir nun also einen grünen Gegenstand, zum Beispiel Ihr grünes T-Shirt, einfach mit rotem Licht beleuchten, dann könnte er Ihrer Theorie zufolge nichts mehr zurückwerfen, schließlich verschluckt er ja rotes Licht. Ein grüner Gegenstand müsste in rotem Licht also ... schwarz sein!

Frau Dr. Weiß: Mhm ... das müsste er! Das sollten wir ausprobieren! Ich bin mir sicher, dass das auch unsere Studierenden gerne sehen würden!

Herr Prof. Schwarz: Ja! Versuchen wir's!

Frau Dr. Weiß: (*sieht Pythagoras*) Ja, wen haben wir denn da? Kollege Pythagoras!

Pythagoras: Ich hoffe, es stört euch nicht, dass ich euer Gespräch belauscht habe. Es passt hervorragend zu unserem Thema!

Nun, liebe Studierende, was glaubt ihr, wer in dieser Streitfrage Recht hat? Ist das weiße Licht einfach weiß oder besteht es aus allen Farben des Regenbogens? Wie sieht ein grüner Gegenstand im roten Licht aus? Ist er dann grün – oder schwarz?

(Dialog mit dem Publikum, „Abstimmung“, Zusammenfassung)

(Wirft einen Blick in den Vorbereitungsraum) Nun, Aristoteles, Galileo, Bernoulli und Euler warten schon auf ihre Experimente.

(Gruppeneinteilung. Die Experimente werden im Stationenbetrieb durchgeführt.)

Anmerkung: Die Namen der handelnden Personen und die Details der Dialoge wurden frei gestaltet. Sie orientieren sich *nicht* in allen Fällen an historischen Persönlichkeiten der Physik und deren Ansichten.

Darsteller der ersten zwei Aufführungen (KinderUni Wien, 17. 7. 2007):

Christian Pythagoras	Christian Primetshofer
Aristoteles	Franz Embacher
Galileo	Hartmuth Hofstätter
Bernoulli	Marcus Rennhofer
Euler	Harald Höller
Herr Prof. Schwarz	Peter Reisinger
Frau Dr. Weiß	Birgit Schörkhuber

<http://homepage.univie.ac.at/franz.embacher/KinderUni2007/>