

12. Jan. 11.53.37

RES143_Der_Helmholtz-Resonator

Willkommen zum Forschungspodcast der Helmholtz-Gemeinschaft.

Ich bin Holger Klein.

(Musik) Ich bin nach Heidelberg gefahren und sitze im Haus von Hans-Günther Dosch.

Der ist Physiker.

Neben Hans-Günther Dosch sitzt Matthias Haug.

Der ist Lehrer.

Und beide haben an was rum experimentiert, dass dieser Sendereihe den Namen gegeben hat.

Unsere Sendereihe heißt Resonator, wird gemacht von der Helmholtz-Gemeinschaft.

Und sie beide haben an Helmholtz-Resonatoren experimentiert.

Guten Tag zusammen.

Warum experimentieren Sie an was, woran Hermann von Helmholtz vor 130 Jahren, dürften es ungefähr gewesen sein, schon mal gearbeitet hat?

Die Arbeit ist 1858. 1858, also 170 Jahre dann fast.

Wie kommen Sie auf die Idee daran rumzumachen?

Na ja, sollen wir jetzt von Adam und Eva anfangen?

Oder sollen wir also früher?

Das ist die Frage.

Wenn wir von Adam und Eva anfangen, das erklärt nämlich, dass Helmholtz, warum gerade Helmholtz, ist die 600-Jahr-Feier der Universität Heidelberg, wo eben Vorlesungen und Beiträge über bedeutende Gelehrte der Universität Heidelberg gegeben wurde.

Und Helmholtz ist nun mal sicher einer der bedeutendsten Gelehrten, die Heidelberg je hatten.

Und da gab ein Kollege, Herr Specht, Experimentalphysiker, und ich hielten dann eine Vorlesung "Helmholtz und danach".

Und diese Vorlesung beschäftigte sich hauptsächlich mit dem akustischen Werk Helmholtz und den Einfluss von Helmholtz auf die Musik.

Nicht nur wissenschaftlich, sondern auch ästhetisch.

Also sein berühmtes Werk "Die Lehre von den Tonempfindungen" hat ja eigentlich auch die Musiktheorie wesentlich mitgeprägt.

Auf diese Weise kamen wir zu den Helmholtz-Ressonatoren.

Und der Helmholtz-Ressonator ist was sehr Witziges.

Wenn Sie normalerweise eine Flöte haben, dann ist die Wellenlänge dieses Tones bestimmt durch die Länge der Flöte.

Oder bei einer Orgelpfeife durch die Länge der Orgelpfeife.

Wenn Sie so einen tiefen Ton, wie Sie mit dem Helmholtz-Operator, Helmholtz-Resonator erzeugen, machen wollten, bräuchten Sie schon eine sehr, sehr lange Rührung.

Das heißt also, man versteht eigentlich gar nicht, warum so ein kleines Gerät so einen tiefen Ton hervorbringen kann.

Sie können das wunderbar selber nachprüfen, wenn Sie ein Bier ausgetrunken haben, blasen Sie auf die leere Bierflasche und Sie hören einen sehr viel tieferen Ton, als Sie mit so einer Pastuba bekommen.

Da hätte ich jetzt erwartet, dass das daran liegt, dass die Flasche dicker ist.

Nein, das ist eine sehr komplizierte Theorie, die damals bahnbrechend war, die Helmholtz aufgestellt hat.

Und diese Vorlesung hatte mehrere Folgen.

Unter anderem glaube ich auch, dass Herr Haug dachte, es wäre doch schön, die Staatsarbeit über die Gitarre zu machen.

Stimmt das?

Genau.

Was ist eine Staatsarbeit?

Eine Staatsexamensarbeit.

Ah, okay.

Also im Rahmen meiner Ausbildung.

Keine Staatsaktion.

Genau.

In meiner Ausbildung als Lehrer muss ich zum Schluss eine Diplomarbeit, bei uns heißt das eben Staatsexamensarbeit, schreiben.

Damals bin ich dann über diese Veranstaltung zu Herrn Dorsch und zu Herrn Specht gekommen.

Weil ich früher sehr viele Gitarre gespielt habe, habe ich meine Staatsexamensarbeit über Gitarren geschrieben, über Stahlseitengitarren.

Sie sind Musiklehrer?

Nein, ich bin Mathen- und Physiklehrer.

Aber ihr hattet die Rockgruppe?

Ich hatte, genau.

Ich hatte die Rockbands unter mir.

Leider ist das nicht mehr so, aber es war eine sehr schöne Zeit.

Und habe dann eben aufgrund von physikalischen Parametern versucht, auf die Qualität zu schließen von den Geräten.

Und es hat sich dann zufälligerweise herausgestellt, dass eigentlich die Helmholtz-Resonanz, das heißt die Resonanz, in der das gesamte Luftvolumen im Gitarrenkörper schwingt, die tiefste Resonanz, eben die entscheidende Resonanz für die Ableitung von Qualitätskriterien war.

Also das heißt Gitarren, die besonders stark ausgerüstete Helmholtz-Resonanz

hatten, eben im Segment der Stahlseitengitarren, wurden auch als beste, wurden als bester Klang und so weiter, also die als Instrumente mit dem besten Klang bewertet.

Moment, Sie sind also in der Lage, aufgrund der Abmessungen einer Gitarre zu beurteilen, ist es eine gute oder ist es eine schlechte Gitarre?

Ja, so einfach ist es da nicht.

Aber aufgrund von Messungen, also wenn ich sehen kann, wie stark diese Helmholtz-Resonanz ausgeprägt ist bei einer Gitarre, kann ich zumindest schon mal tendenziell sagen, ob dieses Instrument als gut oder als schlecht eingeschätzt würde.

Was heißt denn überhaupt gut oder schlecht in dem Sinne?

Naja, damals haben wir einfach ein paar Vergleiche gemacht.

Es wurden Gitarren vorgespielt und die Leute mussten einfach sagen, welches Instrument gefällt mir besser.

Instrument A oder Instrument B, dann hatte ich eine Rangliste, das heißt psychoakustische Daten und konnte die dann mit der Physik eben in Zusammenhang setzen.

Aber psychoakustische Daten heißt doch dann auch, es ist im Grunde Willkür, oder?

Also wenn man mir sagt, klingt das besser oder das besser, dann ist es ja letztlich ein Geschmacksurteil und nicht objektiv.

Ja, das ist zunächst mal subjektiv.

Aber Sie können da zum Beispiel feststellen, wenn Sie mehrere Leute haben,

wenn jetzt alle übereinstimmen, dann ist es ziemlich und da gibt es Korrelationen.

Und das lässt sich also mathematisch ziemlich genau, lässt sich sagen, wie zuverlässig ist es.

Es war bei uns nicht gerade die höchste Zuverlässigkeit.

Wie viele Probanden waren es?

Ich glaube es waren 21 zum Schluss, das ist lange her.

Waren das so viele sogar?

Bei der Gitarrenarbeit.

Also auf jeden Fall, je mehr Leute Sie haben, desto zuverlässiger wird natürlich das Resultat.

Aber es lässt sich also, naja Sie wissen doch selbst, es ist ähnlich wie mit Wahlprognosen, das stimmt ja auch.

Außer in Hassloch.

Und dann haben Sie jetzt ein Helmholtz-Resonanzmessgerät und gehen damit in den Gitarrenladen, halten das da dran und so geht es dann.

So einfach war das damals nicht.

Ich war wirklich im Gitarrenladen und habe mir wirklich Gitarren ausgeliehen.

Wir haben hier einen ganz guten in der Ecke und bin dann mit, ich weiß nicht mehr wie viele es waren, vielleicht 10 Gitarren wieder zurückgekommen.

Hab die dann alle vermessen, das Resonanzspektrum aufgenommen und konnte

dann eben sehr genau vermessen, wie stark ist der Helmholtz-Resonanz, wie stark sind andere Resonanzen, die von der Decke der Gitarre kommen und so weiter und so fort.

Wie messen Sie das?

Sie machen Zupf.

Genau, also ich hatte damals mehrere Gitarren, ich glaube es waren 10, ich bin mir ganz sicher, das ist schon lange her die Arbeit.

Und hatte dann in Halbtönen die angespielt, immer standardisiert mit der selben Kraft und so weiter und hab dann die aufgenommen, ganz normal mit dem Mikrofon, hab die ganzen Töne Fourier analysiert und konnte mir dann eben die Resonanzen der einzelnen Gitarren anschauen.

Die ganzen Töne Fourier analysiert, Sie blicken in die leeren Augen eines Geisteswissenschaftlers.

Wir haben übrigens in der Vorlesung, hatten wir die sogenannte Idioten-Fourier, in der die Fourier transformiert, erklärt wurde.

Und dann sagt man ihm, ach jetzt bringen Sie mal die Idioten-Fourier.

Aber die kann ich nicht, gibt's die noch?

Natürlich, die gibt's noch, die muss ich irgendwo in meinen Unter... das war ja damals noch die Zeit, wo man keine Beamer hatte, sondern... Overhead-Projektoren?

Wo man mit Overhead-Projektoren... naja, ich bin groß geworden mit Tafeln, aber ich mein, Overhead war für mich ein Fortschritt.

Und da hatten wir eben diese Spezial-Fourier.

Ich glaube, wenn wir da anfangen, dann... Es ist jedenfalls, also die... ich glaube, Sie haben es vollkommen richtig erkannt, das Geschmacksurteil ist subjektiv, da braucht man viele, damit man zuverlässige Aussagen kriegt, das ist jetzt der Spezial... die Spezial-Hören des Herrn sowieso, oder ist das wirklich allgemein, aber die Messungen, das können Sie uns glauben, die sind professionell und die stehen wie eine Eins und da... Also wenn man da nicht gerade schlecht ist, dann ist das, was man misst, unwiderruflich.

Aber was ist denn jetzt eine Fourier-Transformation?

Was ist... ja, was soll ich Ihnen sagen?

Eine Fourier-Transformation ist die Abbildung eines Funktionenraums auf einen anderen.

Ach so.

Aber Sie können ungefähr sagen, Sie nehmen einfach einen aufgenommenen Ton und wandeln den oder analysieren dessen Frequenzen.

Das kann man sich ungefähr darunter vorstellen in der Fourier-Analyse.

Frequenzfilter kann man sagen.

So ist es auf der Idiotenfolie.

Sie haben also da einen Ton, dann haben Sie ganz viele Filter und durch einen Filter geht viel durch, dann sagt man, die Fourier-Komponente ist stark im Ton, durch einen anderen Filter geht gar nichts durch, dann sagt man, die Fourier-Komponente im Ton ist gar nicht da und wo es klein ist, sagt man, die ist schwach.

Also so ungefähr.

Woher wissen Sie denn dann, was davon jetzt Helmholtz ist und was nicht?

Die unterste Frequenz, die wir messen, ist die Helmholtz-Resonanz.

Entschuldigung, ich muss kurz unterbrechen.

Ich hole mal einen Helmholtz-Resonator.

Ach, das ist eine schöne Idee, genau.

Ich erzähle Ihnen derzeit ein bisschen weiter.

Sie können ja weitermachen, ich hole den Helmholtz-Resonator.

Genau, also im Frequenzspektrum, die unterste Frequenz bei Instrumenten ist diese Helmholtz-Resonanz.

Ach, immer?

Immer, genau.

Und man kann das auch sehr schön testen.

Die kommt einfach dadurch, dass wenn man eine Gitarre anschlägt oder anzupft und diese Frequenz eben stark vorhanden ist, dann kann man einfach das Schallloch abdecken, weil diese Resonanz, die kommt einfach nur durch die Luftschwingung im Inneren der Gitarre und sobald man das Schallloch abdeckt, kann die Luft nicht mehr entsprechend schwingen und diese Resonanz ist sofort dahin.

Ah ja.

So kann man das testen zum Beispiel.

So mittlerweile ist Herr Dosch wieder da und hat einen Helmholtz-Resonator mitgebracht und hat sich weiße Handschuhe angezogen.

Ja, die weißen Handschuhe deswegen.

Also Herr Specht und ich hielten diese Vorlesung an der Harvard University bei den Leib Lectures und da hatten wir auch einige von diesen Resonatoren mitgebracht zur Demonstration und dann als wir die mit puren Händen anfassten, war die Kuratorin so entsetzt, dass sie mir diese weißen Handschuhe schenkte und ich musste ihr versprechen, in Zukunft nur noch mit weißen Handschuhen die Helme.

Aber sind das nicht Ihre eigenen Resonatoren jetzt?

Nein, das ist ein Klien aus dem Institut.

Der ist nicht so gut.

Aber soll ich Ihnen mal einen anblasen?

Herr Dosch ist der Anblasexperte, was die Geräte angeht.

Ja, ja, ich bin für Kitz.

Das ist jetzt so groß wie, was ist das so ungefähr?

Hühnereien, größer als ein Wachteleier.

Größer als ein Wachteleier, ja.

Da muss ich hier zu machen.

(Hühnergeheul) Also mit Mund anblasen ist nicht so gut wie wenn man es

akustisch anders anregt.

Also anblasen ist das Unzuverlässigste.

Akustisch anders anregt?

Sie könnten diesen Resonator jetzt auch anders anregen?

Ja, indem Sie ihn, haben wir ja sogar ein Bild, haben wir doch das schöne Bild.

Sie können den, haben wir das Bild da irgendwo?

Kennen Sie die Arbeit, die uns das Ganze eingebrockt hat?

Nein.

Ach so, ich höre.

Nein, wir hatten, aber jetzt machen wir erst mal hier weiter.

Sie könnten das also zum Beispiel einen Lautsprecher drüber halten oder drüber bringen und den mit weißem Rauschen, weißes Rauschen ist "Schhh", alle Frequenzen auf einen Schlag.

Also das ist genau, das ist gut, Sie sind ja Naturwissenschaftler.

Danke.

Also wenn Sie "Schhh" machen und dann in dem Resonator ein Mikrofon anbringen und die Frequenzen messen, dann sehen Sie, wenn es außerhalb ist, dann sehen Sie alle Frequenzen, dann machen Sie das rein und dann auf einmal sehen Sie, dass bei einer Frequenz ganz stark rausstricht.

Und das ist die Resonanzfrequenz des Hellenholz-Resonators.

Und so haben wir das gemessen.

Und so haben wir damals bei der Gitarre, waren wir noch nicht so weit, da haben wir das noch anders gemacht.

Nee, bei der Gitarre haben wir vieles ausprobiert, aber mittlerweile sind wir besser geworden.

Aber jetzt sind wir professioneller.

Und ich würde jetzt davon ausgehen, dass eine Flöte, die das gleiche Volumen hat...

Die gleiche Länge, also die gleiche...

Das wäre eine Piccolissimo-Flöte, so etwas Kleines gibt es gar nicht.

Und schon eine Piccolo-Flöte.

Ich habe jetzt gerade keine, ich habe sie unten.

Schon eine Piccolo-Flöte, die vielleicht so lange ist.

Es gibt einen deutlich höheren Ton als dieses hier.

Woher kommt es denn dann, dass der Ton so tief wird?

Ja, wollen wir es erklären?

Sie müssen.

Ich bin extra angereist.

Na ja, jetzt bringe ich die Erklärung, die ich eigentlich gar nicht so sehr mag.

Aber ich glaube, es bleibt nichts anderes übrig.

Sie müssen sich vorstellen, also hier, Helmholtz hat sich das so ins Ohr gesteckt.

Und hat dann...

Ach, darum ist da unten diese Tülle dran.

Die ist fürs Ohrstecken.

Und da hat er noch Siegelack dazu genommen, um es im Ohr richtig anzupassen.

Wer sich jetzt fragt, worüber wir reden, das Bild zu unserer Sendung, also das Standardbild unserer Sendereihe, ist ein Helmholtz-Resonator oder ist das genauso abgebildet?

Also kann sich jeder vorstellen, dass er ins Ohr steckt.

Nee, nur der Resonator nicht in Helmholtz ins Ohr.

Der Resonator ohne Helmholtz.

Das haben wir sogar in unserer populärwissenschaftlichen Arbeit zitiert.

Helmholtz beschreibt es sehr schön.

Man muss sich Siegelack warm machen, dann mit den Fingern prüfen, ob er auch genügend abgekühlt ist, dann ins Ohr stecken und dann den Resonator, damit es gut versiegelt ist.

Naja, aber wie hat er den dann angeregt?

Bitte?

Und der ging damit in Konzerte, um zu sehen, welche Obertöne da drin sind.

Ach, das war ein Messgerät.

Furie-Analysator.

Furie-Analysator, was Sie heute kaufen können für ein paar Personen.

Eine App gibt es mittlerweile.

Kostenlose Apps auf jedem Smartphone.

Auf jedem Smartphone gibt es eine App, die eine Furie-Analyse macht.

Das hat der Helmholtz so gemacht.

Aber da brauchte er während ihrer Apps das ganze Spektrum von 20.000 bis 20.000 Hertz überdeckt, brauchte die für jede einzelne Frequenzzone.

Und sah wesentlich spektakulärer aus, als wenn ich mit einem Handy in Konzerte...

Absolut.

Wenn Professor Helmholtz da wäre...

Naja, und...

Gut, ja, ich glaube, das war...

Oder wollten Sie noch was?

Sie haben sich gerade um die Antwort gedrückt, die Sie nicht so gerne geben wollen.

Ach so, wie das geht.

Also da drin schwingt die Luft.

Wie bei einer Luftpumpe.

Wenn Sie die Luftpumpe runterdrücken, dann drückt die wieder zurück.

Ja, klar.

Und wenn Sie die loslassen, geht es wieder hoch.

Und so können Sie sich vorstellen, da oben bildet sich wie so eine gewisse Luftschicht.

Am Loch zum Anblasloch.

Da oben, ja.

Und dann wird die rausgedrückt.

Und dann drückt sie aber wieder zurück und raus und rein.

Und das ist die Helmholtzresonanz.

Aber das ordentlich mathematisch herzuleiten...

Da...

Da braucht es mehrere Idiotenfolien für.

Da...

Ja, wie lange?

Wir haben es in einer Arbeit...

Also es steht bei Helmholtz natürlich in dieser Arbeit von 1858.

Vielleicht auch 59.

Aber das ist wirklich höhere Mathematik.

Ja, absolut.

Also das können Sie in Ihren Schülern nicht beibringen.

Nein, die anschauliche Erklärung, die kann man sehr gut Schülern auch zeigen.

Und das war ja auch ein Anliegen von uns, dass wir das nicht nur unseres Willens, sondern auch, dass wir ein bisschen was weitergeben.

Also praktisch auch an Schule, an Lehrer.

Einfach um den Helmholtzresonanz wieder in die Schulen zu bringen.

So ein bisschen.

Und dadurch, diese anschauliche Erklärung ist durchaus für den Unterricht sehr gut geeignet.

Aber die Originalableitung von Helmholtz, die können Sie nicht in der Schule zeigen.

Die können Sie auch keinem Lehrer zeigen in der Regel.

Vielleicht sollten wir auch sagen, also Herr Hauck hat ja nämlich sehr viel professioneller weiter gemacht.

Er hat also nicht nur die Staatsarbeit gemacht, er hat dann auch noch promoviert.

Also ich war dann sein Betreuer in der Promotion, zusammen mit einem Kollegen aus der Neurophysiologie, Herrn Rupp.

Und er hat promoviert über, jetzt sagen Sie es selber.

Über Rauschen?

Nein, nein, nein.

Über Huggins-Pit?

Nein, über die Altersabhängigkeit.

Die Altersabhängigkeit von speziellen Signalen.

Also, wie?

Haben Sie da eine Idiotenfolie von?

Nein.

Das ist viel einfacher.

Ist das diese Geschichte, dass angeblich Jeansläden hohe Frequenzen über Lautsprecher ausstrahlen, die nur von Jugendlichen gehört werden können, um die Jugendlichen aus den Läden fernzuhalten?

Davon habe ich noch nie was gehört.

Gab es vor Jahren mal so eine Geschichte?

Nein, also wir haben uns einfach sehr, sehr schnelle Zeitsignale angeschaut in meiner Doktorarbeit und haben geguckt, wie es sitzt, da gibt es da Altersabhängigkeiten.

Und ein ganz sehr interessanter Ton, den wir da untersucht haben, war der sogenannte Huggins-Pitch.

Das heißt, Sie bekommen aufs rechte und aufs linke Ohr eben wieder Rauschen.

Und in einem kleinen speziellen Frequenzband innerhalb dieses Rauschen ist an einem Ohr die Phase um 180 Grad gedreht.

Und wenn Sie das Rauschen auf dem einen Ohr hören, hören Sie Rauschen.

Hören Sie es auf dem anderen Ohr, hören Sie Rauschen.

Und wenn Sie es auf beiden Ohren gleichzeitig hören, entsteht auf einmal ein Ton, den Ihr Gehirn zusammensetzt.

Und wir haben untersucht, wo ist dieser Ton, gibt es Altersabhängigkeiten in diesem Ton?

Also beim Alter des Hörers.

Genau.

Das ist nicht der Ton.

Die Frage war, bis zu welchen Frequenzen können denn eigentlich ältere Personen diesen Ton noch hören?

Und man hat dann gesehen, also die Idee kam deshalb, weil ich hatte den Ton damals vorgespielt und hat mir dann Herrn Dosch vorgespielt und er meinte, er hört keinen Ton.

Und daraufhin haben wir die Frequenzen ein bisschen erniedrigt und dann war der Ton auf einmal da.

Und dann haben wir gedacht, oh, vielleicht sollen wir das mal untersuchen und das haben wir dann auf verschiedene Art und Weise gemacht.

Das ist jetzt auch übrigens gerade, die erste Veröffentlichung ist jetzt gerade erschienen über diese Arbeit.

Also hat Herr Rupp vorgetragen in Kopenhagen bei der entsprechenden Konferenz.

Ist das Grundlagenforschung?

Das ist Grundlagenforschung.

Ist das schon eine handfeste Anwendung, die daraus fällt?

Das ist keine Grundlagenforschung.

Ja, es ist natürlich, also es interessieren sich die Altersforscher dafür, weil zum Beispiel die Tatsache, dass die ältere Menschen Schwierigkeiten, also ich kann da wirklich mitreden, dass ältere eben größere Schwierigkeiten beim Cocktailproblem haben.

Sie kennen das Cocktailproblem?

Ja, so nach drei bis vier fälle ich um.

Nein, die Cocktailparty, es geht also unter dem Namen Cocktailpartyproblem.

Wenn mehrere Leute sprechen, dann ist es eigentlich, dass sie überhaupt ihren Partner verstehen, ist ein kleines Wunder.

Das Problem habe ich jetzt schon.

Jetzt warten sie mal ab, bis sie 82 sind.

Aber es hat einen Vorteil, man muss immer sehr auf dem Kiviv sein.

Also ich glaube, es hält mich jung, dass ich immer, was sagt der jetzt, wie ist das, ist es wichtig, brauche ich bloß ja, ja zu sagen.

Gelegentlich mal, ha ha ha.

Nein, wirklich.

Also das hängt wahrscheinlich sehr damit zusammen, dass die Zeitauflösung im Hirn einfach langsamer wird und deswegen es schwieriger ist, die Richtung festzustellen, aus welches der, also es ist ein sehr sehr komplexes Problem.

Was heißt Zeitauflösung im Gehirn?

Naja, dass sie, machen sie Early Time Detection.

Ich vermute mal, es hat was mit Signalverarbeitung zu tun.

Ja, genau.

Also wir hatten zum Beispiel auch einen Test, wo wir einfach so Lücken getestet haben, wie klein kann eine Lücke sein zwischen zwei Tönen, damit sie überhaupt noch die Lücke detektieren können.

Das war eine Fragestellung auch zum Beispiel.

Und da sieht man sehr sehr genau, wie das eben ältere Menschen eine viel viel größere Lücke brauchen, zwischen zwei Tönen als jüngere Menschen zum Beispiel.

Ist das ein biologischer oder ein psychologischer Effekt?

Biologisch.

Ja, was heißt biologisch, psychologisch, letztlich ist alles, alles wachte Psyche, aber es ist wohl damit, also wollen wir mal sagen, es ist ein materieller Effekt.

Okay.

Wobei wahrscheinlich alles letzten Endes, also auch.

Letztlich ist die Psyche auch.

Die Demense ist auch ein materieller Effekt.

Die Seele ist auch ein materieller Effekt, aber worauf ich hinaus will ist, hängt das auch damit zusammen, dass mit zunehmendem Alter die Zeitwahrnehmung sich verändert?

Also das Jahr geht immer schneller rum, sagt man ja so.

Das ist doch einfach zu erklären, ich meine es passiert einfach mehr, wenn man jung ist.

Wenn ich an meine Schulzeit denke, von sechs bis 19 Jahren, das ist heutzutage noch für mich unendlich lang und jetzt sage ich, neulich vor zehn Jahren.

Diese sechs Wochen Sommerferien, wie langweilig das früher war und jetzt.

Ach, ich möchte mich darüber nicht beschäftigen.

Warum noch?

Weil die Lehrer alle beneiden.

Bei uns in der Schule hatten die Abiturienten so zum Schluss, bevor sie gegangen sind, noch so Lehrerinterviews gemacht und dann war die Frage auch, was ist das schönste an der Schule und die meisten Kollegen haben gesagt, die Ferien.

Außerdem morgens rechts, vormittags recht, nachmittags frei ist auch schön.

Naja gut, wenn man sehr gut ist und wirklich nicht von den Schülern reingelegt werden will.

Das merke ich, ich habe ja Enkel, die auch an der Schule sind, die merken ganz genau, wenn ein Lehrer schlecht ist und wenn der seinen Stoff nicht beherrscht und dann ist für den natürlich der Unterricht eine Tortur.

Wenn die merken, der kann das, dann macht es gar keinen Spaß, ihn reinzulegen.

Und wenn dann mal, ich bin überzeugt, wenn sie mal sagen, das weiß ich jetzt nicht, da muss ich nachgucken, da musst du drüber nachdenken, dass man das respektiert, wenn das natürlich ein schlechter Lehrer macht, dann sagen sie, klar.

Wie bei allem Freundchen.

Ich bekam dann ja relativ jung den Ruf an die Universität und war dann hier Professor.

Aber sonst wäre ich garantiert Lehrer geworden.

Mein Grad Mathematik, Physik, Lehrer, ich sage eben, ich sage eben ja auch immer, Mathematik, das machen sie so und Physik, die Vorbereitung für die Physikstunden, das ist ja was wir auch so machen.

Das ist eigentlich Hobby.

Auf dem Niveau einer Schule.

Auf einem höheren Niveau Eisenbahnspielen, das ist doch wahr.

Und er macht ja auch keinen unglücklichen Eindruck.

Ich bin absolut zufrieden.

Was nehmen die Schüler denn eigentlich mit von den Experimenten mit den Helmholtz Resonatoren?

Also was lernen die?

Also diese Helmholtz Resonatoren kann man schon im Bereich der erzwungenen Schwingungen in der Kursstufe anbringen.

Erzwungene Schwingungen?

Man kann ja zum Beispiel eine Schwingung von außen anregen, das ist ja genau das was wir tun bei den Helmholtz Resonatoren.

Und wenn sie die Resonanzfrequenz treffen, da kann einiges passieren.

Es gibt ja dieses, weiß nicht ob sie das kennen, dieses berühmte Video von der Tacoma Bridge, die mit einem ganz leichten Wind in der richtigen Frequenz, wo dann eine Brücke in Amerika immer wieder angeregt.

Und das wurde dann auch gefilmt, jetzt ist es gebogen wie ein Gummi und ist

dann zusammengebrochen.

Und das ist ein Thema der gymnasialen Oberstufe eben auch sind erzwungene Schwingungen und in Rahmen dessen kann man die Helmholtz Resonatoren natürlich auch einsetzen.

Jetzt ist der Helmholtz Resonator auch heute noch ein Stück Grundlagenforschung, haben wir eben gesagt.

Die Physik im Helmholtz Resonator.

Grundlagenforschung würde ich nicht nennen.

Nee, würde ich es nicht nennen.

Das ist angewandte Physik.

Stimmt, Sie können ja Gitarren messen.

Nee, nee, also er wird benutzt in der Technik und so.

Vielleicht eine ganze Kleinigkeit, also durch diese Beschäftigung mit dem Helmholtz Resonator hat man auch festgestellt, da stimmt was nicht.

Und da ist sogar nochmal eine Originalarbeit im Journal of the Acoustical Society of America.

Also ist noch, also ein kleines bisschen.

Wie das stimmt was nicht, wo hat Hermann denn gepatzt?

Ja, wenn er zwei Löcher hat, der Helmholtz Resonator.

Also wenn Sie jetzt da noch, kennen Sie eine Oka zum Beispiel, kennen Sie die?

Nee.

Dann muss ich nochmal raus.

Jetzt muss er nochmal raus.

Jetzt kommt die Ocarina, sein gutes Stück.

Ja, das ist Wahnsinn.

Wir führen unsere ganzen Schätze auf.

Ja genau, die nehme ich nachher alle mit, dann lenke ich sie ab und sag die ein.

Wären Sie denn gerne Forscher geworden, wenn er gerne Lehrer geworden wäre?

Ich glaube ich bin einfach mit Leib und Seele Lehrer.

Also ja, vielleicht schon, manchmal denke ich schon darüber nach, dass auch so ein Leben in der Forschung interessant gewesen wäre, aber ich bin so ein glücklicher und zufriedener Lehrer, dass ich da eigentlich keine Gedanken dran verschwende.

Das ist jetzt eine...

Das ist keine Ok, das ist eine Xun.

Eine Xun.

Das ist ein chinesisches Instrument, das etwa, warten Sie mal, 3 oder 4.000 Jahre alt ist.

Also dieses nicht, aber das Prinzip, das habe ich in Schenk.

Das ist ein Kegel.

Ja, und jetzt?

Oben ist ein Loch, an der Seite sind Löcher.

(Helmholtz-Resonator-Geräusche) Das ist ein Helm.

Je mehr Löcher der Helmholtz-Resonator hat, desto höher wird sein Klang.

Ja, das stimmt.

Je größer die Öffnung ist, also je größer die Öffnung ist, weil Volumen ist gleich, aber die Öffnungen werden größer.

Hier hat er jetzt sozusagen nur die Öffnung oben.

Ja.

(Helmholtz-Resonator-Geräusche) Und je mehr Löcher sie öffnen, desto höher wird der Ton.

Und da gibt es eine Formel bei Helmholtz.

Und die Formel stimmt nicht ganz.

Weil nämlich, wenn sie das eine Loch öffnen, wenn sie zwei Löcher haben, die Schwingung am einen Loch noch die Schwingung am anderen Loch beeinflusst.

Und deswegen gibt es da kleine Abweichungen von der Helmholtz-Formel.

Und das ist sozusagen noch, und das war vorher noch nicht bekannt.

Und das gilt aber auch nur für zwei Löcher, nicht für drei Löcher?

Nein, das gilt für drei, vier, fünf Löcher.

Also die Formel, die ich aufgestellt hatte, gilt also für beliebig viele Löcher.

Und das ist jetzt die nächste Arbeit, die wir machen wollen.

Das geht dann etwas seriöser.

Das wollen wir dann auch in den American Journal of Physics veröffentlichen.

Das ist ein Journal, der sich sagen wir mal hauptsächlich an College-Professuren und College-Studenten wendet.

Jetzt nicht gerade die Vorderfront der Forschung, aber doch schon mit auf höherem Niveau.

Und da wollen wir mal nachprüfen, ob die Theorie, die ich da aufgestellt habe, ob die auch wirklich stimmt.

Wie lautet denn die Theorie?

Da gibt es eine Formel, wie groß sind die, wie nah sind die Löcher aneinander, wie groß sind die Löcher, wie hoch ist die Frequenz.

Das heißt im Grunde müssen Sie jetzt Messreihen machen, um diese Formel zu überprüfen?

Ja, das ist also unser nächstes, wenn der Lehrer aus den Fähnchen zurück ist.

Nach meinem Urlaub.

Das ist dann die dritte Veröffentlichung.

Das wird ja die dritte Veröffentlichung zu dem Herzen.

Die zweite Veröffentlichung war die Korrektur?

Die erste war in "Physik in unserer Zeit".

Das ist, was uns eben dieses, wodurch Herr Krause, der wurde darauf aufmerksam.

Das ist, was mich hierher geführt hat.

Genau, und dann hatten wir eine etwas ausführlichere, hatten wir dann im "European Journal of Physics".

Das ist auch ein Journal, der sich hauptsächlich an Physikstudenten und Physiklehrer wendet.

College-Lehrer.

College-Lehrer, also Oberstufe oder sowas.

Worum ging es denn in der Arbeit, die ich hergekommen bin?

Wir hatten einfach nochmal nachgemessen, also stimmen die Helmholtz-Formel auch mal.

Dann vor allen Dingen, das wird immer nur, der Helmholtz sagt, nicht nur die Frequenz, also die maximale Frequenz voraus, sondern den ganzen Resonanzverlauf, also wie breit ist die Resonanz, also wie scharf ist der Ton oder wie viel Rauschen ist da noch dabei.

Das steht alles in der Helmholtz-Formel und das haben wir alles nachgemessen.

Also das ist glaube ich, ich weiß nicht, ob es schon eine Veröffentlichung gibt, die wirklich jemals dieses so genau gemessen hat.

Ich wollte gerade fragen, ist dann 150 Jahre lang, hat niemand mal geguckt, ob Helmholtz überhaupt recht hat?

Da haben wir unsere Überraschungen erlebt.

Das ist ja wie in der Psychologie.

Schauen Sie mal im Internet über Helmholtz-Resonatoren.

Da stand, das war glaube ich, eine Bachelorarbeit, es gibt keine Theorie des Helmholtz-Resonators.

Und die ist von Helmholtz, wie Sie sagen, 100.

Das steht in einer Bachelorarbeit.

Da hat jemand, naja, eine 4 ist es noch gerade geworden wahrscheinlich.

Nö, nö, der hat sie ins Internet gestellt.

Ja.

Das hätte auch der Tutor merken müssen.

Also wir hatten die eine oder andere Überraschung.

Da kann ich ja doch nochmal Physik studieren gehen.

Ne, aber es war wirklich, also insofern, man wundert sich manchmal, wie Sachen vergessen werden.

Und auch so, wir hatten das Gefühl, also die Referees, wir veröffentlichten, Sie kennen ja jetzt diese Junk Journals, das ging ja in letzter Zeit, also wir veröffentlichen ja nicht in solchen Journalen.

Vor allem veröffentlichen wir nicht in Journalen, bei denen man zahlen muss.

Und da ist das Peer Reviewing.

Und da hat man den Eindruck gehabt, die Referees haben sich da echt dafür interessiert.

Die haben das so gründlich gelesen und wirklich so gute Bemerkungen gemacht, dass wir das Gefühl haben, naja, denen hat das interessiert.

Gibt es vielleicht noch mehr solch ungehobene Schätze?

Wahrscheinlich.

Wahrscheinlich, aber wir haben ja nicht bewusst danach gesucht, sondern bei uns war es ja wirklich eine intrinsische Motivation zu sagen, wir schauen uns einfach nochmal die Helmholtz-Theorie an, nach der Vorgeschichte, die wir dazu hatten.

Und dass es dann wirklich so, ja, auch brachliegendes Land war, was wir da ein bisschen beackert haben, das war schon ungewöhnlich.

Naja gut, wir hatten es gemerkt, also schon damals, also damals Herr Specht und ich, in den Leublack-Tschers, also damals in Harvard, also ich weiß nicht, da waren also, ich glaube drei Nobelpreisträger waren also unter den Hörern und die haben sich alle darüber, als ich dann so sagte, naja, jetzt haben wir so, jetzt schätzen sie doch mal ab, wie groß, wie ist die Frequenz, ist doch sicher so von den Wellenlängen und so, und dann hat jeder genickt.

Und da fließ ich an, da waren also alle ganz erstaunt.

Also das hat tatsächlich, das hat also auch gestandene Physiker, die wussten das nicht, dass man also tatsächlich, es Resonanzen gibt, die unabhängig, also nicht unabhängig von den Dimensionen, aber die nicht auf so einfache Weise abhängen von den Dimensionen.

Das ist, das hätte wahrscheinlich vor 100 Jahren jeder Physiker, der hätte, das wäre langweilig, aber heute ist das... Warum gerät so was in Vergessenheit?

Ich hätte gedacht, dass das für Physiker gerade, die sich auch vielleicht mit Wellen, mit Frequenzen beschäftigen, mit Klang beschäftigen, ja so Wissenwissen ist es fast schon.

Na schau dir mal an, wenn ich bedenke, was ich jetzt, ich habe Physik studiert, ich fing an Physik zu studieren, das war 1956, da fing ich also an mit dem Physikstudium, was da in der Zwischenzeit Neues dazugab.

Doch, du hast ein Böden bei uns gehört.

Also sie müssen, sie müssen laufend, müssen sie wieder rausschmeißen, um sogar, ja auch unsere Diskussion auch immer, wie viel zum Beispiel an der Schule gebracht werden sollte, ob es nicht besser ist, manche Dinge wirklich gründlich zu machen, anstatt jetzt so einen Überblick zu geben, der dann doch relativ oberflächlich ist.

Und wenn man eine Sache sehr gründlich lernt, kann man meistens die anderen Sachen auch ganz gut.

Aber welche Sache sollte man gründlich lernen?

Das ist, glaube ich, gar nicht so wichtig.

Das glaube ich auch, das Thema ist ja gar nicht so entscheidend, es geht da, glaube ich, eher um die Methode und die Art und Weise, wie man daran geht.

Also zum Beispiel, sag mal ein halbes Jahr über den Helmholtz-Resonator, da, wo die Schüler auch Experimente machen können, selber sehen, wie da, aha, das Loch vergrößere ich und das Messen und so weiter, ich glaube, da könnte man eine ganze Menge Physik lernen.

Aber wenn Sie aber ein halbes Jahr nur über den Helmholtz-Resonator machen, reitet bei Ihnen das Kultusministerium ein.

Die reiten wahrscheinlich dann früher ein.

Die fragen, die machen das.

Die haben das überhaupt mitbekommen.

Da sollen sie dann irgendwelche Sachen sagen, die sie garantiert nicht verstanden haben über Quantenmechanik oder so was.

Entropie ist ja einfach, das ist ja modern.

Aber Sie sehen, Sie wundern sich selbst, es geht eben vieles.

Und deswegen macht es Spaß, auch das wieder ein bisschen aufzuarbeiten.

Was war die zweite Arbeit, die Sie gemacht haben?

Also das war jetzt da, nein, die erste war diese, ja, also in Physik in unserer Zeit, das war, wir sagen immer die Hochglanzarbeit, also weil das auf Hochglanzpapier gedruckt ist.

Und dann die zweite war diesen Journal und die dritte, die wir jetzt machen wollen, die wollen wir dann American Journal aufüben.

Das ist die mit den Löchern.

Wobei man sagen muss, das ist ja für uns beide die Nebenbeschäftigung.

Also er ist ja Lehrer.

Im Moment hat er frei.

Und mein Gebiet ist ja eigentlich die Elementarteilchenphysik.

Das hat ja gar nichts damit zu tun.

Wie kommen Sie denn überhaupt auf die Akustik?

Durch diese Vorlesung.

Nur durch diese Vorlesung?

Ja, also durch die Liebe zur Musik.

Okay, die uns beide verbindet.

Also auf jeden Fall.

Auch damals die Vorlesung von Herrn Specht, das war also, er spielt Klavier, ich spiel Flöte und dann hatten wir gesagt, ja zur 600-Jahr-Feier, das wäre doch was, eine Vorlesung über Helmholtz und die Musik.

Also wir nannten es Helmholtz und die Folgen.

Und das war dann eben das offizielle Beitrag der Universität Heidelberg für Helmholtz, bezüglich Helmholtz.

Ich habe dann noch ein paar Vorträge darüber gehalten über diese Sachen, also im Rahmen der 600-Jahr-Feier.

Was sind denn die Folgen von Helmholtz?

Na ja, die Harmonielehre zum Beispiel.

Also die Schönbergsche Harmonielehre, der Name Schönberg sagt innen, also Arnold Schönberg.

Den habe ich schon mal gehört.

Genau.

Ich schaff's gerade mal einen Wasserhahn korrekt zu bedienen, aber es ist das einzige Instrument.

Und Schönberg geht ja in seiner Harmonielehre schon auf die Helmholtzsche Theorie ein.

Also die hat in der Musiktheorie eine große Rolle gespielt.

Oder auch Komponisten wie Varese oder sowas beziehen sich deutlich auf Helmholtz.

Inwiefern beziehen die sich darauf?

Na ja, als Grundlage für die Theorie der Musik.

Es gibt ja eine Theorie der Musik.

Es fing so richtig mit Rameau an.

Ja schon, was für Akkorde es gibt und wie man die Akkorde einsetzt, welche Wirkung sie haben und so.

Ich hätte angenommen, dass diese Akkorde einfach auf eine abstrakte Weise da sind und man sie benutzt so lange, bis sie gut klingen.

Ja, nee, sie müssen doch.

Wenn Sie denken, wenn Sie Filmmusik machen, die Leute lernen sehr genau, welche Arten jetzt zu welchen Stimmungen passen und so weiter.

Also fast alle Filme.

Na ja, die großen Komponisten wie gerade zum Beispiel Schönberg, der hat ja dann später sein Geld in Amerika durch Filmmusik verdient.

Und der war also ein ausgewiesener Kenner der Harmonielehre von Schönberg.

Da können Sie nachher mal schauen.

Also das ist ein durchaus, ja man kann sagen, wissenschaftliches Werk und das müssen alle Komponisten lernen.

Und das brauchen sie auch.

Und also wirklich, gerade auch für solche Sachen, also wie Filmmusik oder sowas, ist es sehr wichtig, dass einer ganz genau kennt, was er wo einsetzen muss.

Und nicht einfach so lange rum experimentieren, bis ein Publikum jemanden anst bekommt.

Nee, nee, nee, da wissen die schon Bescheid.

Gut, also das wäre Helmholtz.

Das war nicht das Bedeutendste, was Helmholtz gemacht hat, aber das war doch

eine seiner Wirkungen, die über die Physik hinausgegangen sind.

Was war denn das Bedeutendste, was Helmholtz gemacht hat?

Ach Gott, es ist sehr schwierig.

Helmholtz war vielleicht der letzte Universalphysiker.

Er wurde bekannt durch den Augenspiegel.

Er hat ja den Augenspiegel entdeckt, also dass man den Hintergrund des Auges sehen kann.

Das hat er entdeckt.

Dann hat er eben gearbeitet auf dem Gebiet der Akustik.

Dann hat er auf dem Gebiet der Elektrizitätslehre gearbeitet, Physiologie.

Also war schon noch einer, vielleicht war er der letzte, der wirklich universellen, der also auf vielen Gebieten sehr originelle Beiträge geleistet hat.

Damals ging das noch, weil noch so viel unverstanden war.

Ja, aber er war auch, deshalb wurde auch damals schon, also Durbois-Rémy, der selbst ein sehr bedeutender Physiologe war, sagte nach so einer Helmholtz'chen Arbeit, "Du gleichst dem Geist, der dich erschuf, nicht uns."

Also da wurde schon damals Helmholtz als was Exzeptionelles betrachtet.

Also der war wirklich, er war glaubbarer, nicht?

Er war doch, glaube ich, auch auf dem, war es auf dem, ich weiß nicht, Time?

Er war Mann des Jahres, also zum 200.

Also er ist, also durchaus, Helmholtz, Humboldt und so, das sind so Namen, Haushaltsnamen, muss man sagen, deutsche Lehrsachen.

Vorhin sagten Sie, die Arbeit, die uns das alles eingebracht hat, beziehen Sie sich da auf noch irgendwas, worüber wir heute noch nicht gesprochen haben?

Nö, nö, das war, ja, eingebracht war auch nicht so, war, also ich hoffe nicht, dass wir denken, wir sitzen jetzt hier und leiden, genau, oh Gott, hätten wir doch nicht.

Ich finde es sehr total spannend, was heute passiert, weil wir sowas noch nie gemacht haben.

Ich habe über Sie gelesen, Herr Dorsch, dass Sie die Philosophie der Physik auch interessiert hat.

Was ist die Philosophie der Physik?

Naja, ich meine, naja, oh Gott, das ist jetzt, also da ist ja die Euphorie transformiert.

Naja, das haben Sie jetzt davon, das stand in der Wikipedia.

Sie können es doch einfach behaupten, das stimmt gar nicht, das steht da nur.

Nein, ich, da habe ich, in dem Zusammenhang habe ich mich auch mit Helmholtz interessiert.

Helmholtz hat sich nämlich auch sehr interessiert, ja, also was ist so die Grundlage der Wissenschaft und was ist die Begründung?

Schon allein, also das hat jetzt mit Physik gar nichts zu tun.

Das muss man doch sagen.

Aber das sagen wir doch schon mal.

Es kommt irgendeiner aus dem, aus dem, ähm, mit Westen und sagt, ach, was er da erzählt vom Urknall und so, das stimmt ja alles gar nicht, steht doch alles in der Bibel viel besser und das glaube ich und...

6000 Jahre.

Ja, und in einer Woche ist das alles gemacht worden und so.

Und dann sagen sie, naja, das stimmt.

Ja, bei euch muss man ja auch glauben.

Also schon diese Frage, was ist ein wissenschaftliches Argument und was ist ein nicht wissenschaftliches Argument, ist gar nicht so einfach zu beantworten.

Gut, mit den 6000 Jahren, das können sie leicht, aber dann fangen die Leute mit dem Intelligent Design an und die versuchen es natürlich so zu kreieren...

Dynamischer Schöpfungsbegriff der Urknalle.

Die versuchen das natürlich dann, ja, die kennen sich dann auch aus, teilweise auch, die versuchen das so aufzubauen, dass es möglichst schwer zu widerlegen, obwohl jeder sagt, das ist Blödsinn, aber es ist äußerst schwierig, es zu widerlegen manchmal.

Und so ist es also, es gibt viele Dinge, in denen sich jeder Physiker einig ist und ihm klar ist, wofür ich mein Leben verwenden würde.

Aber das so zu sagen, warum das so ist und warum ich so sicher bin, ist nicht so einfach.

Ist es denn möglich?

Ist es nicht einfach oder ist es gar unmöglich?

Naja, es ist die Frage, was sie möglich und unmöglich nennen.

Also es kommt darauf an, auf welches Argumentationsniveau.

Wenn einer sagt, das war mir eine Erinnerung, ich hatte mir als Schüler etwas Geld verdient durch Nachhilfeunterricht, das war eine sehr hübsche junge Schülerin, da habe ich ein Pythagoras erklärt und dann hatte ich sie, wenn man das so macht, sie wissen ja, und am Schluss guckte sie mich so an und sagte, ja, aber das könnte doch eigentlich auch gar nicht stimmen.

Was will man da noch sagen?

Da hat es ja keinen Sinn, jetzt von vorne anzufangen.

Also in dem Sinne ist nichts möglich.

Aber ich meine, sie können natürlich schon.

Auf diesem Gebiet habe ich gearbeitet, ich habe auch mit einem indischen Kollegen darüber ein Buch geschrieben, also über die, was ist eigentlich, was macht Wissenschaft aus.

Und es ist eben nicht nur, dass es streng logisch ist, sondern auch wie das zusammenhängt.

Aber wie gesagt, da ist die Fourier Transformierung noch einfacher dagegen.

Ich habe das Gefühl, dass ich die Antwort auf die Frage, was Wissenschaft ausmacht, eher verstehen würde als eine erklärte Fourier Transformation.

Sie ist vielleicht leichter zu vermitteln, aber schwerer zu beantworten.

Was eine Fourier Transformation ist, also wenn jemand, das kann man hinschreiben und kann erklären, kann ihnen genau sagen, was muss die Funktion erfüllen und dann können sie das vorführen.

Und wenn man der genügend Mathematik kann, also der sagen wir mal zwei Semester Mathematik studiert hat, dem ist das total klar.

Aber wenn wir jetzt versuchen darüber zu diskutieren, was macht die Wissenschaft aus, was ist die Rolle der Wissenschaft, was ist spezifisch für die Wissenschaft, das macht die Menschheit seit 2000 Jahren diskutiert.

Aber welche Antworten geben Sie?

Und welche Antworten gibt Herr Haug, wenn Schüler das fragen?

Also bei mir ist meine Antwort ganz klar, es ist eigentlich eine symbolische Konstruktion.

Sie machen eine, was wir so Physik nennen, ist eigentlich ein, was Raum und Zeit ist, wissen wir nicht, aber wir konstruieren uns Raum und Zeit symbolisch.

Ich dachte Zeit wäre das Ding, das macht, dass nicht alles auf einmal passiert.

Naja, aber in der Physik schon.

Ich meine, ich mache ja Vorhersagen, ich kann ja eine Rakete auf den Mond schicken, das ist ja auch in der Zeit, das ist alles.

Aber das ist so, würde ich nicht sagen, das ist jetzt, das ist so etwas wie, das ist die Wirklichkeit, sondern es ist ein Symbol für die Wirklichkeit und es kann durchaus auch andere Symbole geben.

Und die Physik, würde ich sagen, oder überhaupt die exakten Naturwissenschaften, sind dadurch ausgezeichnet, dass sie die präziseste Symbolik haben.

Während, sagen wir mal, in der Kunst oder sowas, also ich beziehe mich das schwer.

Es geht jetzt nur auf die Beschreibung, nicht um die Vorhersage, weil außerdem...

Ja doch, die Vorhersage.

Außerdem ist ja niemand in der Lage, treffende Vorhersagen zu machen, oder?

Naja, die Historiker so versuchen, die Politwissenschaftler.

Sie wollen auch Vorhersagen machen, was gut ankommt und was schlecht ankommt.

Sicher, aber das Argument ist dann immer der Mauerfall.

Jaja, so was passiert in der Physik eigentlich nicht. (lachen) Nein, also, aber von daher, also die Vorhersagen, also das sagt, da ist wunderbar, beim Hertz, also Hertz, der ja einer der bedeutendsten deutschen Wissenschaftler war, Entdecker der Radiowellen und so als Stichwort.

Und Doktorand von Helmholtz.

Bitte?

Und Doktorand von Helmholtz, ja.

Und der sagt dann, naja, also unser Ziel, also, ob ich das jetzt so zusammenkriege, unser Ziel ist es also, Bilder zu entwickeln, dass die

denknotwendigen Folgen dieser Bilder übereinstimmen mit den naturnotwendigen Folgen der äußeren Welt.

Und das ist ja genau also die richtige Vorhersage.

Also, diese Fragen in der Richtung interessieren mich.

Wobei ich mich eben sehr stark auf Helmholtz, Hertz und Cassirer beziehe.

Also Cassirer ist ja, das ist ja einer der tragigen, das war ja Cassirer und Heidecker waren zu ihrer Zeit, so in den 30er Jahren waren die eigentlich, so die beiden Deutschen renommiert, es gab auch eine große Diskussion zwischen Cassirer und Heidecker.

Aber da Heidecker sich ja also auf die Seite der Nationalsozialisten schlagen hat, während Cassirer als Jude emigrieren musste, ist er in Deutschland fast unbekannt.

Ja.

Also aber selbst in Frankreich, ich war immer entsetzt, die gehen also auf die französische Buchhandlung, 5 Meter Heidecker und vielleicht 50 Zentimeter Cassirer.

Dabei war er vielleicht der letzte Philosoph, der die Physik noch verstanden hat, also Kulturphilosoph, der die Physik noch verstanden hat.

Könnte ich verstehen, was Cassirer beschrieben hat?

Ja.

Also ich muss nicht ein großes physikalisches Vorsehen haben?

Nein, Cassirer ist, der war geisteswissenschaftlich.

Also ich würde Ihnen sehr empfehlen, was, also ich habe es nicht gelesen, weil ich die anderen, aber der sagt mir, ein Freund sagt mir, wie heißt es, "Theory of Men" oder sowas, also das ist so seine Zusammenfassung.

Also "Men" kommt drin vor, es ist irgendwie "Essay on Men" oder sowas.

Das hat er in den amerikanischen Exil geschrieben, weil die Amerikaner eben jetzt in diesem Buch sind.

Ich habe es gelesen, ich habe es hier unten nur 3 Meter Heidecker geschrieben.

Jetzt schreib uns doch mal bitte.

Achso, die Künste ist da.

Und da geht es hauptsächlich eben natürlich, also er war auch politischer Philosoph, aber da geht es also um diese Sachen.

Also ich, wenn ich, Sie merken, ich bin da eher missionarisch.

Missionieren Sie, also ich habe Zeit, die Batterien sind voll.

Nein, nein, das will ich nicht, aber es lohnt sich.

Also den kann man, der ist, da braucht man keine Physik zu studieren.

Stellen Ihre Schüler überhaupt solche Fragen?

Was soll der Scheiß hier überhaupt?

Was haben wir denn davon?

Warum fliegen wir denn zum Mond, obwohl hier die Umwelt vor die Hunde, diese

Standardfragen, die da kommen?

Was soll der Scheiß, haben Sie mich noch nie gefragt.

Zumindest nicht so.

Ja, also klar, ich denke, es ist auch ganz wichtig, einfach den Schülern auch klar zu machen, dass wir auch Modelle machen und dass wir über Modelle sprechen, wenn wir über Physik reden.

Weil sonst gehen die sofort zum Religionslehrer und sagen, die einzig wahre Wissenschaft, die es gibt, das ist die Physik und was du mir da erzählst, interessiert mich gar nicht.

Also auch hier finde ich, muss man auch.

Das können Sie meiner Meinung nach ruhig sagen.

Überstimmt.

Trotzdem ist es wichtig zu sehen, dass wir uns auch in Vorstellungen von der Welt machen und Modelle binden und dass wir diese Modelle testen können und dass die sehr gut funktionieren.

Das ist super.

Aber vielleicht auch die Frage zu Schülerfragen.

Ich muss sagen, ich habe, glaube ich, in meinem Lehrer-Dasein fast mehr aus Schülerfragen gelernt, wie durch eigene Vorbereitungen, die ich dann gemacht habe.

Einfach die Schüler manchmal, die viel, viel besseren Fragen stellen.

Und mittlerweile ist es wirklich so, dass ich einen Großteil meines Unterrichts darauf aufbaue, dass ich wirklich Fragen, die ich gestellt bekommen habe, mittlerweile die Schülerfrage, selbst dann wieder jetzt die neuen Schülerfrage, weil Schüler sind unglaublich kreativ und denken da unglaublich gut drüber nach.

Und man merkt es dann immer, wenn man selbst bei der Unterrichtsvorbereitung nicht tief genug gegangen ist manchmal, dann kommt mit Sicherheit ein sehr, sehr guter Schüler und stellt genau die Frage.

Und da freue ich mich dann immer ganz arg darüber.

Darf ich jetzt vielleicht auch missionieren?

Das geht aber nur, weil Herr Hauck eben so gut ist, weil er die Sache beherrscht.

Wenn ein Lehrer gerade noch so damit krebst, das zu verstehen, was er erklären muss, dann findet er natürlich die Schülerfragen eher als stören.

Wenn man natürlich sehr gut ist und sagt, aha, ja, den Aspekt habe ich mir ja noch gar nicht überlegt, den kann ich einbringen, dann kann er den Schülern was bringen.

Also nur jemand, der das Fach gut beherrscht, ist auch ein guter Lehrer.

Ich glaube, das ist ein ganz wichtiger Punkt.

Was macht Herrn Hauck denn so gut?

Was lässt ihn das Fach so beherrschen?

Langsam bin ich hier, zu viel Lob.

Nein, nein, nein, schauen Sie, es geht heute, gibt es ja auch die Meinung, ach Gott, ein Lehrer braucht den Stoff ja gar nicht zu beherrschen, er muss ihn nur

vermitteln können.

Und das ist eben genau der Fehler.

Wenn er ihn nur vermitteln kann, dann kann ich auch sagen, les ein Buch.

Dann kann ich das auch.

Genau, dann lernen Sie das vorher.

Aber die Sache, dass er es beherrscht, oder beim Mathematiklehrer, ja, was ist eigentlich ein Beweis?

Warum muss ich beweisen?

Das kann ich nur, wenn ich den Beweis verstanden habe.

Und nicht, wenn ich, wie so manche Lehrer da, das an Detail beschreiben.

Kann es sein, dass Herr Hauck das deshalb so gut macht, weil er einen Forscherantrieb hat?

Ja, und weil er auch gute Ausbildung hat.

Also das muss ich mal zurückgeben, ich habe natürlich eine exzellente Ausbildung gemacht.

Nein, aber ich meine, ich merke es doch auch bei Diskussionen.

Sie merken doch auch, wie sehr Sie manchmal unter der Ministerialbürokratie leiden, die einfach gar nicht merken, wie wichtig auch die fachliche Kompetenz ist.

Und dass er einfach sehr viel mehr wissen muss, als das, was er jetzt direkt

erzählt.

Schon allein, manchmal ist auch ein Besondersteller, der hat sich da noch was gelesen, der das weiß.

Aber auch einfach, wenn Sie einige Dezibel über dem schweben, was Sie erklären, würden Sie es immer besser sagen.

Wobei gleichzeitig viele Lehrer, die ich kenne, auch darüber klagen, dass sie so sehr fachausgebildet sind, aber praktisch gar nicht pädagogisch.

Ja, über die Pädagogik haben wir gesprochen.

Auch da haben wir schon öfters drüber geredet.

Ich glaube einfach, um ein guter Lehrer zu sein, ist es einfach wichtig, dass man fachliche Tiefe hat und dass man vor allen Dingen eine große Empathiefähigkeit hat.

Ich glaube, das ist viel wichtiger, wie all die Pädagogikvorlesungen, Seminare, die man da hören kann.

Ich glaube, es ist einfach viel, viel wichtiger, sich den Schülern auch wirklich zu öffnen und einfach die als eigenständige Person wahrzunehmen und einfach, ja, empathiefähig zu sein.

Zu gucken, was ist denn da los und wie spreche ich die an.

Bei mir funktioniert es ganz gut, meine Ansprache an die Schüler, das klappt alles, das funktioniert.

Aber ich betreue auch Referendare, die können noch die tollsten Physiker sein oder noch die tollsten Wissenschaftler sein, aber sie werden niemals an Schüler Stoff heranbekommen, in der Art, wie man sich es wünschen würde.

Das ist, warum ich so schlecht in Physik war.

Mein Physiklehrer war genau das.

Ja, aber das ist doch der Prototyp des Lehrers, den man dann sofort im Kopf hat, wenn man an einen Lehrer denkt, mit dem man vielleicht nicht so gut klarkam.

Wann haben Sie sich gedacht, ich werde Lehrer?

Also, nachdem ich Abitur gemacht habe, wollte ich erstmal nicht Lehrer werden.

Schon wieder in die Schule.

Ich habe dann Zivildienst gemacht und dann habe ich während meiner Zivildienstzeit viel über Physik gelesen und habe mich dann entschieden, dass ich Physik studieren möchte.

Ich dachte aber auch, dass ich vielleicht dann doch noch die Mathematik mit hinzunehmen und mal auf Lärm studieren und dann einfach mal schauen, wo der Weg mich hinführt.

Also, es war mir nie, zu Beginn des Studiums war nicht klar, dass ich den Weg so zielstrebig abschließen würde, sondern es war ja offen.

Ich wollte einfach Physik machen und ein bisschen was über Mathematik.

Warum wollten Sie einfach Physik machen?

Gibt es so einen Schlüsselmoment, an dem Sie auf die schiefe Bahn geraten sind?

Schiefe Bahn?

Seit wann?

Das muss ich jetzt auch interessieren.

Mein zentraler Punkt, der mich für die Physik fasziniert, war meine allererste Physikstunde, die ich tatsächlich in der Schule hatte.

Und bei einem Kollegen, der später mein Mentor wurde und auch mit dessen Sohn ich Abitur gemacht habe, mit dem ich sehr, sehr gut kenne.

Und dieser Kollege hat einen ganz einfachen Versuch gemacht.

Er hatte einen Kasten aufgebaut und hatte beim Hausmeister unten ein Kakao gekauft.

Das wussten wir aber nicht.

In diesen Kasten war ein Filter oben, also so ein Trichter.

Und in diesen Trichter hat er Wasser reingeschenkt und nach dem Apparat kam auf einmal der Kakao raus.

Und damit hat er mich gehabt.

Das ist übrigens auch der Versuch, den ich gemacht habe.

Das ist doch gar keine Physik.

Man hat kommunizierende Röhren und so weiter.

Das ist auch der Versuch, den ich jedes Mal zu Beginn gemacht habe.

Ich werde nächstes Jahr wieder zwei siebte Klassen haben und ich freue mich jetzt schon.

Auf den Versuch werde ich wieder machen.

Er konnte es auch nie glauben, als ich es ihm immer wieder gesagt habe.

Dann noch später, als ich wurde ins Referendariat an meine alte Schule gesteckt, was erst einmal eine Horrorvorstellung war.

Da waren noch so viele ehemalige Kollegen, die ich damals als Lehrer hatte, noch da waren.

Und er wurde dann mein Mentor.

Und ich glaube, auch immer wieder, als ich es ihm gesagt habe, dass er eigentlich derjenige war, der für mich diesen Funken damals hat überspringen lassen.

Er glaubt es mir.

Ich glaube, mittlerweile glaubt er es mir, weil ich es ihm einfach so oft gesagt habe.

Aber er konnte es am Anfang nicht fassen.

Das scheint mit den Röhren aus.

Ich kann mich auch genau erinnern, was mein Erlebnis in Physik war.

Ich muss so klein noch gewesen sein, dass ich Dreirad fuhr.

Also es muss so 7, 8 maximal gewesen sein.

Da wollte ich ein Perpetuum mobile konstruieren, um ein Dreirad anzutreiben.

Weil ich nämlich sah, wie jemand mit einem Saugheber das Wasser über den Berg laufen kann.

Das hat mich so fasziniert.

Wer sich jetzt fragt, was ist ein Saugheber?

Das kennt ihr alle aus diesen Kriminalfilmen, wo einer Benzin klaut, indem er einfach nur einen Schlauch in den Tank schiebt und dann in den Eimer hält.

Das ist der Saugheber.

Das hat mich so beeindruckt, dass das Wasser über den Berg laufen kann.

Dann dachte ich, wenn man das ganz langsam hochhebt, dann muss es doch eigentlich auch noch ein Wasserrad antreiben.

Auf diese Weise wollte ich ein Perpetuum mobile.

Dann habe ich lang experimentiert.

Bis heute konstruiert er heimlich im Keller.

Vielleicht ist das der Grund, warum ich jetzt so viel davon mache.

Meine Liebe zur Bastelei.

Ich bin ja dann theoretischer Physiker geworden.

Ab da war mir eigentlich klar, ich mache Physik.

Dass das genau dann aufhört, wenn es anfangt wirksam zu werden, das fand ich so faszinierend.

Das war meine erste Begegnung mit einem strengen Theorem der Physik, nämlich dem Energiesatz.

Das ist kein Zufall, dass das genau dann aufhört, wo man ein Perpetuum mobile bauen könnte.

Offenbar scheinen solche Röhren und Fließen.

Seit ab acht Jahren war mir klar, dass ich Physik mache.

Das war damals, muss man auch noch sagen, das war in den 50er Jahren.

Mein Vater war Zahnarzt und hätte am liebsten Kapitulische Zahnmedizin studiert.

Aber er hätte lieber gesehen, wenn ich Chemie studiert hätte.

Denn damals war Physik eine relativ botlose Kunst.

Damals gab es noch keine IT.

Damals gab es bei BASF vielleicht auf 100 Chemiker zwei Physiker.

Und deswegen war es sicher, damals in den Schulden zu lernen, das war damals eigentlich so eine nicht unwahrscheinliche Sache.

Haben Sie aber nicht gemacht, also sind Sie nicht Lehrer geworden, sondern sind an einer anderen Idee gegangen?

Nein, ich bin Lehrer geworden.

Ich bin Lehrer geworden, bin aber auch nicht so gut geblieben.

Es ging halt alles gut.

Ich habe mich dann relativ früh habilitiert, habe auch früh meinen Ruf gekriegt.

Da konnte ich mich nicht beklagen.

Und dann noch in Heidelberg.

Da geht es einem nicht schlecht.

Und Sie sehen ja, was ja der große Vorteil ist.

Ich bin jetzt schon seit 15 Jahren emeritiert.

Sie sind mein letzter Doktorand gewesen.

Er war mein letzter Doktorand.

Also vor drei Jahren?

2013.

Sehen Sie wie der Zeit das ist.

Das war wieder was.

Nee, oder war?

Nee, war Frau Pfann oder Sie?

Ich war der letzte.

Sie waren der letzte.

Frau Pfann war ein Jahr vor mir, glaube ich.

Also das man immer noch mit jungen Leuten zu tun hat.

Ich kann ja ganz normal, ich arbeite, also ich publiziere jetzt fast mehr, als ich während meiner aktiven Zeit gemacht habe.

Ich habe keine Fakultätssitzungen mehr, ich habe keine Prüfungen mehr.

Ich kann wirklich arbeiten, wann ich will.

Und als Theoretiker ist man da natürlich...

Stimmt, Sie brauchen ja im Grunde nur, klingt romantisch, aber eine Tafel und einen Stift.

Ja, also ich habe auch einen Computer.

Worüber arbeiten Sie denn?

Was gibt es theoretisches noch zu arbeiten?

Ja, jetzt sage ich Ihnen etwas über ADS-CFT.

Nämlich die Möglichkeit, dass unsere Welt oder die Welt der Elementarteilchen beschrieben wird durch eine fünfdimensionale Welt, in der sie ein Bild ist wie so ein Hologramm, das Sie ja kennen.

Sie kennen ja ein Hologramm.

Ist ja ein exaktes Bild der dreidimensionalen Welt, obwohl es zweidimensional ist.

Trotzdem sehen Sie da die Schachfiguren.

Ich habe Tiefe, ja.

Das sehen Sie.

Und so gibt es eben eine Theorie, dass auch die vierdimensionale, also drei Raum plus eine Zeitdimension, dass die ein holographisches Bild einer fünfdimensionalen Welt ist.

Und dass manche sich in dieser fünfdimensionalen Welt sehr viel besser darstellen lässt, als in der vierdimensionalen.

Wenn Sie zum Beispiel so ein Hologramm ansehen, dann sind das so komische Linien.

Was ist das?

Und dann gucken Sie es an, das ist eigentlich eine ganz einfache Kugel.

Und so ist die Hoffnung, dass eben manche Dinge in dieser fünfdimensionalen Welt sich sehr viel einfacher darstellen lassen, als in der vierdimensionalen.

Und darüber, also in der Elementarteilchen, also das ist speziell für die Elementarteilchen.

Welche Dinge?

Also die Elementarteilchen, Protonen, Neutronen, Pionen und so weiter, dass die eben sozusagen, also jetzt mal etwas populär ausgedrückt, vierdimensionale Hologramme in einer fünfdimensionalen Welt sind.

Das ist also mein Herzstück.

Haben Sie die Hoffnung, dass wir irgendwann einen Begriff für diese fünfte Dimension bekommen?

Also weil selbst auf meinem geistigen Niveau ist...

Naja, die Raum- und Zeit...

Also Raum-Zeit ist irgendwie begreiflich.

Naja, gut, das ist, wenn Sie es stellen sich vor, Leute würden in diesen Hologrammen leben, die würden auch nicht so genau wissen, was die dritte Dimension ist.

Aber wir wussten auch lange nicht, dass die vierte Dimension Zeit ist, also dass sie untrennbar ist.

Das schon bei Kant steht, man könnte ja die Zeit auch als vierte Dimension aufheizen.

Ja, der Kant, aber ich meine bei so normalen Leuten wie mir...

Naja, das ist auch mehr eine Sprechweise.

Das ist auch mehr eine Sprechweise.

Sie können eben den Punkt in Raum und Zeit durch vier Punkte...

Naja, aber ich komme jetzt wieder zurück.

Ich sehe es als Symbol.

Also dieses Föhn ist ein Symbol, das eben vielleicht einfacher ist, als wenn ich es nur in vier Dimensionen beschreibe.

Also in dieser fünftimensionalen Welt bräuchte man zum Beispiel keine Quarks.

Quarks haben Sie sicher auch gehört.

Also dass die Elementarteilchen aus Quarks bestehen usw.

Und in dieser fünftdimensionalen Welt braucht man keine Quarks.

Da beschreibt man nur die Teilchen, die man beobachtet.

Also in diese Richtung.

Es ist eine andere, wenn Sie so wollen, symbolische Beschreibung.

Und das macht einfach Spaß, weil das was ganz Neues ist.

Da ich jetzt ja auch nicht in...

Also das ist allerdings mittlerweile ist es Mainstream geworden, aber ich bewerbe mich ja an keine Stelle oder so.

Also ich kann das machen, was mir Spaß macht.

Und da arbeite ich mit einem Kollegen aus Stanford und mit einem Kollegen aus Costa Rica und noch einigen jüngeren Leuten, aber hauptsächlich eben mit Stanford und Costa Rica arbeite ich zusammen.

Das hat natürlich auch den Vorteil, dass ich manchmal meinen Kollegen in Costa Rica besuchen kann.

Das Leben könnte härter sein.

Ja, das habe ich immer gesagt.

Was ich mir überhaupt nicht vorstellen kann, ist, wie sieht Ihre Arbeit konkret aus und dann auch noch in Zusammenarbeit mit einem Kollegen aus Costa Rica?

Also schreibt der eine ein Stück der Formel und der andere hat dann eine Idee

und schreibt die weiter?

Nein, nein, nein.

Ich habe schon immer, eigentlich habe ich schon immer...

Also das ist überhaupt in der Physik üblich.

Also wir arbeiten ja auch zusammen.

Also das ist mehrere Autoren verarbeitet.

Bei Ihnen beiden kann ich mir das noch vorstellen.

Der eine bläst an, der andere misst.

Ähnlich.

Na ja, gut.

Man muss sich von Zeit zu Zeit...

Die Frage ist es natürlich das Internet.

Also das hat Vor- und Nachteile.

Ich hatte früher mit einem Kollegen aus Rio, da habe ich auch zusammengearbeitet, bin ich auch alle zwei Jahre nach Rio gefahren.

Und dann haben wir das, wenn man es dann zusammenschrieb.

Aber früher war es eben so, da hat man einen Brief geschrieben, muss man so denken, dann hatte man 14 Tage Ruhe und dann kam wieder ein Brief und heute schreibt man um 8 Uhr morgens was ab und dann ist da vielleicht noch Abend

und dann anfällt der sofort.

Dann kriegt man wieder die Antwort.

Also das hat sich sehr erleichtert.

Und dann gibt es noch Skype dazu.

Da können Sie sogar Formeln zeigen.

Was diskutieren Sie?

Also sagen Sie tatsächlich, ich habe hier einen Abschnitt aus einer Formel, den halte ich für sinnvoll, überprüft den mal.

Nein, ich habe da eine gewisse Idee, wie es gehen könnte und so weiter.

Also es geht...

Die Formeln folgen ja aus Ideen und wenn man die Ideen hat, dann schreibt man die Formeln auf und dann vergleicht der andere und sagt, nö, das stimmt nicht und so.

Das geht eigentlich sehr gut.

Also das macht überhaupt keine Schwierigkeiten.

Manchmal hat es sogar Vorteile, wenn man ein bisschen unabhängiger ist.

Aber es stimmt schon, so Breakthroughs hatten wir eigentlich fast immer dann, wenn wir uns trafen.

Also er kommt öfters nach Europa.

Er ist Internet-Experte auch noch.

Er ist also bei Internet-Konferenzen und kommt dann öfters nach Europa und dann sehen wir uns hier oder woanders.

Machen Sie sowas auch, Herr Haug?

Nein.

So heimlich abends?

So heimlich abends?

Nein, ich habe zwei kleine Töchter, die genug Zeit absorbieren.

Da bin ich froh, wenn ich mich mal heimlich abends auf die Couch setzen kann, wenn die endlich im Bett liegen und schlafen.

Bei mir sind die Enkel schon so alt.

Nein, ich finde es, für mich ist es ganz schön, mit Herrn Dosch immer in so einem kleinen Projekt noch zu arbeiten, aber hauptsächlich bin ich Lehrer.

Ich bin ja noch in der Lehramtsausbildung, auch in der Universität tätig und habe da ein Seminar, was ich für Lehramtskandidaten dann gebe.

Und damit bin ich auch vollkommen zufrieden und ausgefüllt.

Es gibt genug zu tun an Schulen in der Lehramtsausbildung.

Ist das prüfungsrelevant?

Wie?

Der Witz hat nicht funktioniert.

Das ist die schlimmste Frage, die es gibt.

Es ist das Prüfungsrelevant.

Wenn Sie jetzt sagen, nein, dann schalten wir sofort ab.

Da muss ich Ihnen sagen, aber da ist unsere ganze Erziehung.

Als ich Physik studierte, ich habe zwei Prüfungen gemacht, also Prüfungsserien, Vordiplom und Diplom.

Und gut, ein Doktorprüfung noch.

Also war alles.

Aber da konnte ich nicht alles wissen, aber ich musste das Wesentliche von allen lernen.

Und das war das, aber ich musste das Wesentliche von allem wissen.

Ein Jahr habe ich in Paris studiert und da war damals schon dieses Klausurensystem.

Man schreibt seine Klausur, dann hat man das abgelegt, dann hat man das abgelegt.

Und ich hatte damals Quantenmechanik in Paris gehört, da war ich gerade noch am Vordiplom, da habe ich Quantenmechanik gehört.

Und dann hatte ich mich öfters mal versucht mit Kollegen über mehr subtilere Fragen der Quantenmechanik oder kompliziertere Fragen.

Ich höre das so oft.

"C'est trop compliqué, c'est passé, c'est pas donné, c'est examin."

Also sozusagen dieses heutige partielle Denken, man macht also nur was prüfungsrelevant ist, das ist wirklich sehr, sehr schädlich für das Allgemeinbild, das man hat.

Wobei ich gerade heutzutage, gerade heute, wo es eben nicht so einfach ist, was prüfungsrelevant ist, bekomme ich in fünf Minuten im Internet raus.

Aber die Zusammenhänge und warum es prüfungsrelevant ist, also warum es wichtig ist und wie das vielleicht mit dem zusammenhängt, das kriege ich im Internet nicht raus.

Aber fast alles das, was prüfungsrelevant ist, ist das, was man aus dem Internet sofort rauskriegt.

Während die Dinge, auf die es eigentlich heute sehr viel mehr ankommt, weil man die nämlich nicht aus dem Internet also es wäre eigentlich heute viel wichtiger, dass man ein Gesamtbild kriegt als früher, weil nämlich das Einzelbild so gut kann das keiner wissen, wie es wenn ich in Wikipedia, schon in Wikipedia gucke ich nach, das übrigens erstaunlich ist, je spezialisiert Wikipedia ist, desto zuverlässiger ist es.

Wenn Sie über den Ursprung des Ersten Weltkriegs, da kann viel drinstehen, aber wenn Sie über heterogene Strings sich informieren wollen oder ADS, CFT, können Sie sicher sein, dass da nur vernünftige Sachen im Internet stehen.

Und deswegen, also ich schaue laufend im Internet nach, auch bei hochspezialisierten Sachen, also auch bei mathematischen Definitionen.

Könnte man es als Lehrer doch eigentlich auch so machen, dass man einfach eine Liste macht, zum ersten Schultag, also zum ersten Schultag nach den Ferien

sagt, hier Kinderstadt, das ist alles, was prüfungsrelevant ist, das frage ich alles ab, den Rest besprechen wir jetzt.

Und da bin ich froh, dass ich Mathe und Physik habe.

Das ist auch ein, also klar, bei mir fängt es viel mehr auf die Zusammenhänge und auf die Denkweisen an, als auf was, was ich im Netz nachlesen kann.

Und das, ja, ich bin da wirklich sehr, sehr froh drum.

Also wenn ich jetzt Geschichtslehrer bin oder Erdkundelehrer oder so, dann sieht es da schon anders aus.

Und dann muss man natürlich auch sehen, es kommen immer mehr Tablets in die Schule und wir selbst sind jetzt Tabletversuchsschule hier in Baden-Württemberg geworden.

Dieses ganze Wissen, das haben die sofort auf dem Bildschirm, aber die Zusammenhänge, die physikalische Denkweise, die mathematische Denkweise, da wird Ihnen das Internet niemals weiterhelfen.

Und da bin ich sehr, sehr froh, die richtige Entscheidung der Fächer gewählt zu haben.

Und dass Sie keinen deutschen Aufsatz korrigieren müssen.

Absolut.

Das sage ich Ihnen immer.

Wenn er sagt, oh, ich muss noch korrigieren, sage ich, stellen Sie sich aus, Sie müssen jetzt so einen Aufsatz, deutschen Aufsatz.

Ja, nein, also, was mich schockiert hat, das war bei der, also die Doktorandin vor

Ihnen, Frau Fang, die hat über den verschiedenen Hörver-, also auch neurophysiologisch von Deutschen und Chinesen gearbeitet.

Sie ist selbst ethnisch, sie ist deutsch, aber sie ist ethnische Chinesin.

Und sie hatte da so ein Frontier-Projekt der Universität, wurde ihre Doktorarbeit finanziert.

Und da waren wir auch bei so einem Treffen und das war so, dass es die Pädagogische Psychologie gibt.

Pädagogische Psychologie, die Sprachen über ein Programm, mit dem man Arbeiten, also Semesterarbeiten, automatisch durch Eins-Kennen bewerten kann.

Das ist Machine Learning.

Ja, das kommt, also wie oft kommt eben interaktiv vor, wie oft kommt.

Da gab es also gut, da wird natürlich noch durchgelesen.

Aber einer unserer Mitarbeiter, also der auch, das war ein Computerlinguist, und der sagte, naja, wenn Sie so ein Programm haben, dann gibt es natürlich drei Wochen, drei Tage später gibt es natürlich ein Programm, das Ihnen eins garantiert.

Sie müssen dann 17 Mal Empathie, 12 Mal relevant, und 3 Mal da verringern.

Also solche Dinge, also die sind wirklich also da, wie Sie sagen, also den Pythagoras zu beweisen, das kann Ihnen das Internet abnehmen, das müssen Sie im Internet nachlesen.

Wunderbar, ist ja auch schön.

Aber das Verständnis, das ist noch genauso zu der Zeit, wie wenn die damals im

Sand, also da hat sich, das Internet ist da nichts anderes, als wenn einer da steht und im Sand seine Kreise zeigt.

Also von daher, das sage ich auch immer meinen geisteswissenschaftlichen Kollegen, für euch ist der Computer viel, viel gefährlicher als für uns.

Ja, absolut.

Hans-Günter Dosch und Matthias Haug, vielen Dank.

[Musik] [Musik] [Musik] [Musik] [Musik] [Musik] [Musik] [Musik] [Musik] [Musik]
[Musik] [Musik] [Musik] [Musik] [Musik] [Musik] [Musik]