Interviewtranskript Wintersemester 2016/17, Benjamin(7) und Max(3)

Interviewer: Was haben wir eigentlich im Kurs gemacht? So eine kleine Übersicht. So dass wir vom Selbem sprechen. #00:00:35-0#

Max: Ja, wir haben uns mit Origami beschäftigt und mit diesem Gegenstand Origami und uns eigentlich über Geometrie unterhalten. Wie Geometrie funktioniert. Vor allem Konstruktionen und **(..)** ja **(..)** grundlegende theoretische Geometrie und angefangen eine geometrische Theorie aufzubauen, die eben für Origami funktioniert. #00:01:13-1#

Interviewer: Was meinst du mit »für Origami funktioniert«? #00:01:15-4#

Max: Naja, die **(..)** mit den Mitteln, die Origami zur Verfügung stehen, man hat Papier und man faltet, wie man damit Geometrie betreiben kann. #00:01:28-2#

Benjamin: Und wie man das halt mathematisch **(..)** axiomatisch aufbauen kann, so dass es wie bei Zirkel&Lineal Konstruktionen wie man es in der Algebra macht, das ganze versucht was man eigentlich nur mit den Händen macht, mathematisch zu beschreiben und damit dann auch Folgerungen herauszukriegen. #00:01:50-1#

Interviewer: Ok, klar. Das ist tatsächlich eine ziemlich grobe Übersicht, darüber was wir so gemacht haben. Wenn wir jetzt konkret über das 1-fach-Origami reden, das war ja ein wesentlicher Bestandteil des Kurses (**Max:** ja) wie könnt ihr das ganz kurz so erklären, worum gehts, wie würdet ihr das sagen? #00:02:10-9#

Max: Wir haben uns so grundlegende Regeln überlegt, wie **(..)** Konstruieren durch Falten funktionieren könnte, haben das dann 1-fach-Origami genannt und haben dann uns ein paar Regeln aufgestellt, dass es eine Faltung pro Schritt geben wird, uns überlegt, was dann eben die Größen sind, die mathematischen Größen, die dann daraus entstehen, was Falze sind, was Faltungen sind. Bestimmte Dinge ausgeschlossen, die dann zu kompliziert werden, z.B. eine Faltung, die aus mehreren Schritten funktioniert, die dann übereinander gefaltet werden. Zum Beispiel man kann nicht ein Blatt halbieren und dann nochmal halbieren, sondern man muss das Blatt eben **(..)** man kann das Blatt schon halbieren, dann muss es wieder aufgefaltet werden, damit man irgendwie die Theorie in dem Kurs einigermaßen beschreiben kann, ohne gleich vom hundertsten ins Tausendste zu kommen. #00:03:22-3#

Interviewer: Würdest du das sagen? #00:03:20-2#

(...) #00:03:24-6#

Benjamin: Also wir haben immer geschaut welche Faltungen sind möglich. Wenn man versucht, alle Faltungen, die wir irgendwie machen können, auch wirklich zu beschreiben. Und nicht irgendwie was auszulassen. #00:03:39-4#

Interviewer: Wenn ihr von diesen Faltungen sprecht, könnt ihr vielleicht ein Beispiel geben, was meint ihr mit Faltungen. Du hast auch von grundlegenden Konstruktionen gesprochen, könntet ihr ein Beispiel geben? #00:03:52-1#

Benjamin: Zum Beispiel Punkt auf Punkt falten. Wir haben das Ganze in Falze und Punkte sozusagen aufgeteilt. So eine Faltung Punkt auf Punkt haben wir gehabt oder dann auch die Faltung, dass man die Mittelsenkrechte konstruiert. Dann halt den Falz auf den Falz falten. Dann haben wir versucht, alle möglichen Faltungen uns zu überlegen, die wir machen können. #00:04:22-0#

Max: Die auch in einem Rahmen von einer geometrischen Konstruktion auch zulässig sind. Die hatten dann auch bestimmte Eigenschaften zu erfüllen, die Faltungen, mussten eindeutig, mussten nachvollziehbar sein. Ja. #00:04:40-6#

Interviewer: Woher kommen diese Eigenschaften? Du sagst »die mussten das erfüllen«? #00:04:43-8#

Max: Naja, in der Mathematik versucht man ja, genau zu arbeiten und oder man besteht darauf, dass man genau arbeitet. Und jede Faltung musste so nachvollziehbar sein, dass sie von jedem, der sich zum Beispiel die Faltungsanleitung anguckt, dass er genau die gleiche Faltung nachfalten kann. Wenn ich jetzt einen Punkt auf eine Gerade falten würde, gäbs nicht nur einige, sondern unendlich viele verschiedene Faltungen und das ist nicht eindeutig. Das heißt, wenn ich jemand anders eine Anleitung schreiben würde für eine Faltungskonstruktion, die ich **(..)** die durchzuführen ist, dann würde der bei uneindeutigen Faltungen nicht das gleiche Ergebnis bekommen wie ich. #00:05:37-2#

Interviewer: Wie siehst du das? Würdest du zustimmen? #00:05:36-9#

Benjamin: Ja. #00:05:42-2#

Interviewer: Ja, sehr schön beschrieben. Ok. Ja klar. Es gibt so verschiedene Beispiele von diesen Faltungen, vielleicht gehen wir später noch darauf ein. Jetzt will ich vielleicht **(..)** jetzt haben wir über die Übersicht gesprochen, jetzt stelle ich gleich so eine pathetische Frage, so Richtung Philosophie. Und ich versuche das so zu sagen. Jeder hat so eine gewisse Art und wie er über Mathematik über andere Sachen nachdenkt. Mich interessiert jetzt Mathematik und diese Art und Weise kriegt man vielleicht in der Schule mit, dann später vielleicht wird sie verändert an der Uni oder nicht. Und meine Frage ist die folgende: Wie würdet ihr das einschätzen? Würdet ihr sagen, dass dieser Kurs, der jetzt abgeschlossen ist, euch Denkweise, eure Art über Mathematik nachzudenken, irgendwie verändert hat, wie würdet ihr das einschätzen? #00:06:33-5#

Max: Ich hab immer **(..)** ich hab natürlich immer gewusst, dass Mathematik so entstanden ist, wie wir es im Kurs gemacht haben. Jemand hat ein Problem und er versucht, dieses Problem zu lösen. Und er setzt sich hin und probiert und denkt und versagt und versagt wieder und wieder (**Benjamin: (lacht)**) bis er irgendwann sein Problem gelöst hat. Was mich tatsächlich erstaunt hat, ist, dass das Arbeiten, so wie wir das im Kurs gemacht haben, ist sehr ähnlich, wie ich andere Dinge lerne. Wenn ich mich zum Beispiel mit nem Programm auseinander setzte oder wenn ich versuche zu lernen, zum Beispiel malen zu lernen oder sonst irgendwas, es ist immer ausprobieren. Ok, klappt nicht, ausprobieren, ok, das funktioniert. Und dann bewegt man sich langsam, vielleicht nicht so gerade wie sonst in der Mathematik sonst immer dargestellt wurde, man bewegt sich auf Schlangenlinien, langsam auf den Weg, den man gehen möchte. #00:07:46-6#

Interviewer: Das heißt, wenn ich das richtig interpretiere, wenn du sagst, das hast du eh immer schon so gemacht, dann hat der Kurs deine Denkweise nicht verändert? #00:07:56-6#

Max: Hm. Also in der Mathematik habe ich eigentlich nicht so gearbeitet. Ich habe **(..)** in der Schule war so, ok, man bekommt was beigebracht. Man fängt bei A an und hört bei Z auf. Und das war immer logisch aufbaut, und man hat das nachvollzogen und dann so gemacht. Ähm. Wenn ich sag, ich mach das bei Dingen so, ich habe das bei Dingen schon so gemacht, dann waren das Dinge, die ich mir selber beigebracht habe. #00:08:33-3#

Benjamin: Bei ist so. Das hat man sich schon vorher gedacht, dass man durch Ausprobieren natürlich irgendwie auf Axiomensystem kommt und dass das nicht vom Himmel fällt. Weil in den Vorlesungen, wenn man Mathematik studiert so, dass man erstmal das Axiomensystem hingeklatscht kriegt. Ja, sich gar nicht überlegt, wie ist eigentlich jemand darauf gekommen. #00:09:01-4#

Max: Sehr viel später versteht man eigentlich, was die Axiome bedeuten sollen. #00:09:09-2#

Benjamin: Oder wie man darauf gekommen ist. #00:09:09-9#

Max: Ja, ja. Jahre später manchmal sogar. #00:09:10-7#

Benjamin: Da finde ich schon hat man eine andere Sichtweise drauf bekommen durch den Kurs. Weil man sich da vorher nie so die Gedanken gemacht hat, wie kommt man eigentlich auf dieses Axiomensystem, sondern immer halt. Wenn man die Vorlesung gehört hat, dann sagt er, ja, macht irgendwie Sinn, aber jetzt nicht wirklich darüber nachgedacht hat, wie ist der Typ eigentlich darauf gekommen. #00:09:30-9#

Interviewer: Jetzt hast du das so formuliert, ich will nachfragen. Du hast gesagt das war dir schon sowieso klar, dass diese Axiome nicht vom Himmel fallen, meinst du das jetzt **(..)** also das beziehe ich so irgendwie auf vor dem Kurs (**Benjamin:** vor dem Kurs ja) war dir klar, dass sie nicht vom Himmel fallen. Was heißt, du sagst es war immer schon klar, immer-immer? #00:09:52-6#

Benjamin: Seit dem Studium. In der Schule überhaupt nicht, fand ich. Also in der Schule man macht ja auch nicht wirklich Axiome, Axiomatik in der Schule. Man tut ja irgendwie so Satz des Pythagoras, nächstes Ding, nächstes Ding, mehr oder weniger abarbeiten. Und jetzt nicht irgendwie versuchen, auf ein paar Aussagen runterzubrechen. #00:10:15-5#

Interviewer: Ok, klar. #00:10:16-5#

Max: Mehr Prinzipien. Wenn man sich die Geschichte so anschaut, Philosophie oder so. Da ist das eher deutlicher als in der Mathematik. Dass der Erkenntnisprozess so funktioniert. #00:10:27-7#

Interviewer: Ok. Verstehe ich. Wenn ich die gleiche Frage stellen würde mit einem anderem ein bisschen anderem Kontext, wie würdet ihr das beurteilen? Würdet ihr sagen, dass der Kurs eure Sichtweise auf Zirkel&Lineal Konstruktionen verändert hat. Davor habe ich gefragt allgemein die Sicht auf die Mathematik oder die Art über Mathematik nachzudenken. Jetzt frag ich speziell bezogen auf Zirkel&Lineal Konstruktionen. #00:10:55-2#

Max: Ich habe Zirkel&Lineal, ich habe Konstruktionen nie auswendig gelernt. Ich habe mir die auch wenn sie geprüft wurden habe ich mir die durch Nachdenken erschlossen, muss ich sagen. Klar **(..)** Grundkonstruktionen wie ich mache ein Lot oder so, die waren da. Wie alt war ich da? Aber wenn es darum ging konstruiere irgendwas dann habe ich mir das so mit dem Werkzeugen die ich hatte einfach gemacht. #00:11:29-0#

Benjamin: Ob er die Sichtweise verändert. Weiß nicht. Eher nicht. Weil **(..)** natürlich weiß ich jetzt, dass ich mit Origami mehr machen kann, als mit Zirkel&Lineal aber das wusste ich auch schon durch die Algebravorlesung, dass man mit Zirkel&Lineal nicht alle reellen Zahlen konstruieren kann. Also in dem Sinne nichts neues. Was halt überraschend war, dass durch Origami mehr möglich ist. Das hätte ich am Anfang nicht gedacht. #00:12:02-5#

Max: Vielleicht könnte man auch sagen, es ist nicht unbedingt neu, aber oder das Denken verändert sich nicht, aber es wird sehr viel breiter. Wenn mans nicht ausprobiert hat, sondern einfach nur lernt, versteht man nicht, wie groß das Problem eigentlich ist. Weil die ganzen **(..)** man lernt die Größe eines Problems nicht, wenn man direkt nach der Frage die Antwort gleich bekommt. **(...)** Und man lernt erst so die Zusammenhänge um zum Beispiel **(..)** also einige Konstruktionen, die wir gemacht haben, die Parabelkonstruktionen. Ok, das hängt damit zusammen, das hängt im Prinzip mit quadratischen Gleichungen zusammen, das hängt hiermit zusammen. So viele Dinge sind verbunden und die lernt man und das lernt man erst, wenn man damit gespielt hat. #00:13:08-0#

Interviewer: Ja, interessant ja. Das ist sowieso interessant. Ich weiß nicht warum du gelacht hast, ich fand das lustig, dass du sagst, die Denkweise hat sich nicht verändert, aber ist irgendwie breiter geworden, weil irgendwie, dann ist das doch eine Veränderung. #00:13:21-1#

Max: Jaja. #00:13:23-8#

Interviewer: Es ist eine interessante Formulierung. #00:13:26-0#

Max: Es ist nicht so, ich habe vorher so gedacht, jetzt denke ich komplett anders. Aber, ah ok, da ist sehr viel mehr dabei. #00:13:34-4#

Interviewer: Ok, verstehe. Benjamin, du hast gerade über die Schule gesprochen. **(..)** Und du hast gesagt, diese Axiome, die nicht vom Himmel fallen, das war in der Schule sowieso nicht klar. Aber jetzt würde mich das interessieren etwas genauer, eure Erfahrung in der Schule: Habt ihr in der Schule mit Axiomen gearbeitet auf welche Art und Weise auch immer? #00:14:03-8#

Benjamin: Nicht dass ich mehr daran erinnern könnte, dass die Lehrer da was gemacht haben. #00:14:08-3#

Max: In der Kollegstufe. Und zwar, ich hatte Stochastik erst in der elften Klasse und wir haben mit den Axiomen von Kolmogoroff angefangen. #00:14:22-6#

Benjamin: ok, das haben wir nicht mehr gemacht, weil in G8 ist alles nur noch Grundkursniveau #00:14:30-0#

Max: Ihr macht ja Stochastik schon ab der fünften Klasse und dann ist Stochastik sehr **(..)** Stochastik wurde damals ähnlich gelehrt wie es in der Uni gelehrt wird. (**Benjamin:** ok) #00:14:45-2#

Interviewer: Ok, das kann ich mir gut vorstellen. Aber wie würdet ihr das einschätzen, auch so ein bisschen eine Übersichts- und philosophische Frage: Welche Rolle sollen denn Axiome in der Schule spielen, wenn überhaupt? Wie würdet ihr das sagen? #00:15:01-1#

(..) #00:15:03-3#

Benjamin: Sollten? #00:15:06-8#

Interviewer: Wir haben über Axiome gesprochen. Jetzt kann man natürlich auf die Idee kommen und sagen, wir könnten auch in der Schule darüber sprechen. Und sollen sie da eine Rolle spielen und wenn ja, welche? #00:15:16-2#

Benjamin: Ich glaube eher nicht. Ich glaube es ist schwierig, Schüler zu motivieren, so in die Tiefe des Themas hineinzugehen, weil der Schüler fragt sich immer noch, warum muss ich das jetzt ganz genau, so penibelst auf ein paar Aussagen jetzt runterbrechen. Bleib einfach bei dem, was ich für den Alltag auch brauche. Der Schüler muss jetzt nicht Mathematik axiomatisch betreiben, sondern braucht irgendwie die handwerklichen Fähigkeiten für den Alltag dann später. #00:15:44-2#

Max: Der Schüler muss aber auch nicht ableiten, integrieren oder sonst irgendwas machen, da muss du auch dran denken #00:15:51-5#

Benjamin: Ja gut, für die Universität dann später #00:15:55-2#

Max: Ein paar Ingenieure, die ein paar DLGen lösen müssen, was sie auch nicht können. Ich habe tatsächlich eine ganz andere Sicht auf die **(..)** Schulmathematik. Und zwar bin ich der Meinung, jetzt fang ich mit einer Steilthese an, dass wir auch im Gymnasium mathematischen Analphabeten heranzüchten, die keine Ahnung haben, von gar nichts, auch die guten nicht. Schüler, 12 Punkte, Abitur, die lernen die Aufgabentypen auswendig (**Benjamin:** das stimmt ja), auch viele gute, die **(unverständlich)** und studieren Medizin, die haben keine Ahnung wie Mathematik funktioniert. Und ich bin **(..)** der Meinung, **(nicht wichtig)** dass wir den Inhaltsstoff in der Mathematik massiv zusammenstreichen sollten und dafür mehr darauf gehen, problemlösendes Denken, elegantes Denken zu fördern. #00:17:07-1#

Benjamin: Also so logisches Denken #00:17:08-6#

Max: Ja, und da sind die Axiome extrem wichtig, weil das die Grundlage einer Theorie ist, ist das Axiomensystem. Und wenn wir uns überlegen sollten, wie Mathematik funktioniert, dann sind die Axiome das allerwichtigste. Und ich würde sehr viel lieber ein halbes Jahr lang daran arbeiten, ok wie sieht der Schüler ein mathematisches Gebiet, als dass ich ihn Volumen vom Zylinder ausrechnen lasse. #00:17:49-3#

Benjamin: Genau. Ja aber die Frage stellt sich für mich immer noch, wie willst du dann irgendwie motivieren? Also natürlich finde ich Problemlösen in der Schule viel zu wenig, dass man da die Schüler darauf erpicht, ein bisschen weiterzudenken oder selbstständig über ein mathematisches Problem nachzudenken, aber ich weiß nicht, ob man das jetzt wirklich mit der Axiomatik die Schüler daran motivieren kann. Ich würde das dann mehr #00:18:15-2#

Max: Ach so, du meinst: Wie motivierst du den Schüler, oder den Lehrplan. #00:18:24-8#

Benjamin: Ne, wie motiviere ich den Schüler, nicht den Lehrplan. #00:18:24-6#

Max: Ähm, mit nem problemgetriebenen Mathematikunterricht. #00:18:33-1#

Benjamin: Schon klar, schon klar. Natürlich problemorientiert Mathematikunterricht. Aber man muss das ja nicht unbedingt an Axiomen festmachen. #00:18:43-7#

Max: Warum machen wir den Unterricht nicht so, wie wir den Kurs gemacht haben? #00:18:45-4#

Benjamin: Weil ich glaube, dass die Schüler das langweilig finden würden, dann noch mehr abschalten würden, als sie es eh schon machen #00:18:51-6#

Max: Findest du? Fandest du den Kurs besser oder die Vorlesung? #00:18:57-6#

Benjamin: Natürlich fand ich den Kurs besser als die Vorlesung, so ist das nicht, aber wir studieren auch Mathematik, wir interessieren uns ja auch für das, was wir hier machen (**Interviewer:** Das ist auch eine steile These) sollten uns interessieren für das, was wir machen. Aber du kannst nicht davon ausgehen, dass in der Klasse nur Leute hocken, die sich da wirklich noch mit auseinandersetzen wollen und dann finde ich das schon schwierig. Dann hast du dort drei Leute, die sich wirklich dafür interessieren und wirklich Bock haben, da mitzumachen und vielleicht in ihrem Denken viel viel weiter sind und den Rest hängst du damit recht ab. #00:19:32-1#

Max: Aber so viele Schüler hassen Mathematik. #00:19:37-9#

Benjamin: Ja das stimmt. #00:19:37-3#

Max: Grade in dem Moment. So viele Schüler hassen Mathematik und das witzige finde ich ist, dass die Schüler, die gut in der Mathematik sind, so wie du und ich, oder **(...)** viele andere, das sind meistens, so habe ich beobachtet, also die wirklich guten Schüler, die dann sich wirklich für Mathematik interessieren, meistens Schüler sind, die von sich aus mathematisch denken. Man bekommt das in der Schule nicht beigebracht, wie man mathematisch denkt, man bekommt beigebracht, wie löse ich das, wie konstruiere ich das, wie mach ich das, wie mache ich Koordinatensystem. Aber diese mathematische Denkweise wird in der Schule nicht beigebracht, die muss man von Haus aus mitbringen. #00:20:28-6#

Max: Und ich glaube, dass dieser Wille, ein Problem zu lösen **(..)** ein grundlegendes Bedürfnis des Menschen ist. (**Interviewer:** klar) Es wird immer gesagt, Mathematik ist irgendwo allumfassend, Mathematik kann von jedem gelernt werden und mathematisches Denken ist in jedem Menschen irgendwie verankert. Wie kanns sein, dass wir so eine beschissene Erfolgsrate haben, wenn das in jedem Menschen veranlagt ist. #00:21:12-9#

Interviewer: Ja gut, das sind jetzt Hammerfragen der Mathematikausbildung, das werden wir vermutlich jetzt nicht lösen, aber das finde ich sehr interessant, wir können unmöglich das jetzt durchdiskutieren, aber sehr interessante Sicht. Aber jetzt konkret: Ich glaube Benjamin hat das nicht so richtig verstanden, verstehe ich auch nicht, wie würdest du konkret das machen in der Schule? Du sagst Axiome und alles, wie stellst du dir das vor, wie würdest du das machen? Letztendlich fängst du vielleicht in der fünften Klasse an mit Mathematik oder so oder sogar in der Grundschule vielleicht in der ersten Klasse. Hast du eine Idee wie du das machen würdest? #00:21:46-4#

Max: Ich würde jetzt lügen, wenn ich sagen würde, dass ich eine gute Antwort darauf habe, weil das eine schwierige Frage ist (**Interviewer:** Natürlich, klar): #00:21:57-6#

Interviewer: Wenn du das vorschlägst, vielleicht hast du eine Vorstellung davon, wie man das machen könnte. #00:22:04-2#

Max: Also, die antike Mathematik war auf Problemen aufgebaut, also grundlegend. Man hat sich gefragt, was ist das. Und gib den Schülern ein Inventar ein Instrument an die Hand. Da fängt man einfach an, Arithmetik muss man beibringen. Und wie bringen bei wie sie richitg rechnen, wie sie richtig messen und **(..)** modellieren, mathematisch modellieren. **(...)** und **(...)** such dir zu dem Stoff, den du beibringen willst, oder zu dem mathematischen Gebiet, die man beibringen will, ein Katalog an Problemen, die dann quasi am Anfang einer Sequenz stehen, einer Unterrichtssequenz. #00:23:07-8#

Interviewer: Klar, das ist natürlich verständlich, aber was hat das mit Axiomen zu tun? (**Benjamin: mhm (bejahend)**) #00:23:08-2#

Max: Die Axiome werden dabei entstehen, so wie bei uns im Kurs entstanden sind und irgendwann wird man dann grundlegende Regeln oder grundlegende Erkenntnisse bekommen, die hoffentlich, wenn mans gut macht, die Schüler selber fordern werden. #00:23:32-9#

Interviewer: Na darüber müsste ich noch nachdenken. Benjamin, wie würdest du das sagen? Siehst du das **(..)** verstehst du diese Idee? #00:23:43-5#

Benjamin: Ja, ich verstehe diese Idee, das die Axiome dabei entstehen sollen, also ich hatte auch Lehrer in meiner Schulzeit, die aus dem Problemlösen schon Unterricht gemacht haben. Den Satz des Pythagoras wirst du nicht einfach so hinschreiben, da tust du normalerweise die Schüler schon auf Probleme hindeuten. (**Max:** Genau, das wird versucht, das weiß auch jeder, dass es irgendwie der Weg ist) aber der Schritt daraus dann das Axiomensystem den Schülern irgendwie erscheint oder halt dass die darauf kommen, das da verschiedene Aussagen gibt, die man als Aussagen da lässt, und nicht beweist, finde ich schon starke These, dass das man darauf am Ende rauskommt. #00:24:25-8#

Max: Ja **(..)** Man fängt vielleicht an, man lässt die Kinder erstmal spielen **(nicht wichtig)** und gibt denen einen Würfel in die Hand. Gib denen ein Dreieck in die Hand, eine Pyramide und dann fängt man an, langsam und unbedarf, ohne Axiome, eben Probleme zu lösen und wenn man das zielgerichtet man, mit einem Plan, dann hoffe ich, dass Geometrie daraus entstehen wird. #00:25:13-9#

Benjamin: Ja, aber selbst **(...)** du musst den Schülern, um auf diese grundlegenden Begriffe überhaupt runterzubrechen, musst du die Schüler erstmal auf die Frage bringen, was ist ein Punkt, was ist eine Gerade **(..)** und solche Fragen aufwerfen, und ich glaube, dass die Schüler alleine darauf kommen, weil das ja eher eine philosophische Frage **(..)** glaube nicht, dass der Schüler dafür motiviert wird, sich die frage zu stellen, was ist ein Punkt und sich erstmal den Kopf darüber zerbricht. #00:25:47-4#

Interviewer: Das wird natürlich schwierig. Ich glaube das führt uns zu weit. Das ist auf jeden Fall eine sehr spannende Sicht darauf #00:26:02-3#

Max: Ich weiß nicht, ob man die Frage, was ein Punkt ist, unbedingt klären muss. Man muss nicht das definitive Axiomensystem in der Schule durchbringen, aber man könnte ein Axiomensystem entwickeln, das für Schüler im Gymnasium geeignet ist. #00:26:16-1#

Interviewer: Ja genau, das finde ich auch interessant, weil sozusagen dem Niveau der Schüler gerecht. Aber wie könntest du dir das vorstellen? Stellt euch vor, ihr seid schon fertige Lehrer und dann kommt eine gute Schülerin zu euch und sagt, das was wir machen und vermutlich werdet ihr erstmal im System bleiben und das machen, was der Lehrplan vorgibt – bis du dann dein Buch rausgibst, wo die ganzen grandiosen Ideen stehen – und dann kommt sie und sagt, irgendwie ist mir das alles zu ungenau, ich hätte das gerne genauer bewiesen. Wie kann ich mir ein Grundkonstrukt – und sie meint irgendwie Axiome vielleicht – wie kann ich mir das so zurechtlegen. Was würdet ihr sagen, wie soll sie vorgehen? ich weiß nicht, ob die Frage jetzt verständlich ist: Sie ist damit unzufrieden, dass das was ihr macht im Mathematikunterricht doch schon relativ ungenau ist. Davor habt ihr gesagt, dass ihr mit Axiomen selber mit Axiomen nichts zu tun hattet, das heißt diese letztendliche Axiomatisierung hat auch nicht stattgefunden. Und jetzt hat sie das Gefühl, das genauer zu machen. Wie würdet ihr das sagen: Was soll sie machen? #00:27:26-0#

(...) #00:27:30-8#

Benjamin: Schwierig. Es geht darum, dass man der Schülerin Anstöße geben soll. #00:27:38-4#

Interviewer: Genau. Sie weiß halt nicht, was sie machen soll, die findet das ungenau. Was soll sie machen? #00:27:43-7#

Max: Sie soll was erfinden und ausprobieren, ob das funktioniert. #00:27:50-0#

Benjamin: Das wird nicht funktionieren. **(lacht)** #00:27:52-5#

Max: Und dann ist ein paar Jahre beschäftigt. Und irgendwann heißt sie Hilbert mit Nachnamen. **(lacht)** #00:27:59-3#

Interviewer: Ja ne klar. Aber das ist tatsächlich **(..)** aus meiner Sicht wäre es eine interessante Frage: Wie geht man da vor? Konkret. Weil das, was du sagst, Max, ist nachvollziehbar, aber (**Max:** Nachvollziehbar, aber unglaublich zeitaufwendig) genau, die Frage ist, wenn das realisierbar wäre, wie setzt man das um? Und ich dachte mit dieser Frage das ein bisschen so #00:28:26-5#

Max: Wie kann man diesen Lernprozess beschleunigen, ohne die Axiome hinzuklatschen? (**Interviewer:** genau) #00:28:35-3#

(..) #00:28:35-3#

Max: Das ist schwierig. Man muss die Schülerin an einer Hand nehmen, da wo sie ist. Und sagen, ok, was meinst du denn **(unverständlich) (..)** und wenn es darum geht, was ist ein Punkt, was ist eine Gerade? Jeder wird einem eine Antwort geben: Ob das jetzt richtig ist oder nicht, ob die denjenigen befriedigt oder nicht, es wird eine Antwort geben. Man fängt bei der Antwort an und **(..)** versucht dann mit Beispielen und mit Problemen, was Beispiele sind, mit mathematischer Arbeit aus diesem Anfangspunkt vielleicht was herauszuarbeiten, was mehr Sinn macht oder was zufriedenstellender ist. #00:29:36-8#

Benjamin: Ja, oder man könnte mit der Schülerin einfach mal so eine Diskussion führen, eine so kleine mathematische. Dass man sie einfach fragt, was sie eigentlich stört und da vielleicht versucht, darauf aufzubauen und dann mit ihr selbst zu überlegen, was **(..)** vielleicht kommt sie selber durch diese Diskussion auf diese Axiome, die sie sich selber überlegt und dann kann man immer noch irgendwie auf die Axiome von Euklid irgendwie sie darauf hinweisen, dass es da noch was gibt, dass sie sich damit beschäftigen könnte. #00:30:06-9#

Interviewer: Das heißt du unterscheidest zwischen Axiomen von Euklid und sonst irgendjemand und ihren Axiomen, so wie du auch sagst »auf ihrem Niveau«. Was wäre das der Unterschied? Wie kann das sein, dass es Axiome auf verschiedenen Etagen gibt? Das hast du (Max) so ein bisschen angedeutet und sagst du das auch, Benjamin. Oder verstehe ich das falsch? Du sagst, vielleicht findest sie irgendwelche Axiome #00:30:31-9#

Benjamin: Eher nicht. Ich sehe das so, dass sie sich selber erstmal darüber Gedanken macht und selber vielleicht Axiome findet. Das können auch die gleichen sein wie die Euklid gemacht hat, aber halt selber darüber nachdenkt, und vielleicht durch die Diskussion mit dem Lehrer, mit mir dann, selber die Schwächen von ihrem System erkennt. #00:30:57-2#

Interviewer: Und was machst du dann? #00:30:57-9#

Max: Verbessert das System? #00:31:00-7#

Benjamin: Verbessert das und dann können wir wieder darüber diskutieren. Irgendwann stößt man natürlich an seine Grenzen, man kann da jetzt nicht, dieses System, was Hilbert dann entwickelt hat, kann mit der Schülerin dann behandeln. Und deswegen wird nie ein zufriedenstellendes System finden. #00:31:21-1#

Max: Oder auch schon. #00:31:19-9#

Benjamin: Ja, muss darüber nachdenken. #00:31:20-2#

Interviewer: Was würdet ihr sagen: Angenommen ihr hättet genug Zeit und vielleicht eine Privatschülerin und dann ist die Frage, wenn sie tatsächlich nicht weiterkommt und dann muss man aus Zeitgründen oder aus Schwierigkeitsgründen abbrechen, dann ist das doch ziemlich unbefriedigend, dann ist die Mathematik nicht vollständig oder nicht greifbar, wie seht ihr das? #00:31:49-8#

Max: Ich finde den Zeitgrund unglaublich problematisch. Und der Zeitgrund ist ne Erfindung moderner Lehrpläne. Wenn das Kind sich **(..)** ich finde man sollte sich solange **(..)** nehmen wir mal an, ich bin ein Lehrer und ich habe eine Privatschülerin, ich kümmere mich nur um sie, ich habe kein System, nach dem ich mich halten muss und keine Vorgaben von oben. Ich werde mich solange mit dem Thema mit ihr beschäftigen, bis sie zufrieden ist. Und **(..)** zur Not bis Hilbert, bis es aufhört **(lacht)** (**Benjamin:** kann schwierig werden) natürlich ist das schwierig, aber wenn sie dann irgendwann nicht mehr möchte, dann ist auch fertig. Bis sie zufrieden ist. (**Interviewer:** ja genau) und wenn das Hilbert ist, dann ist es am Ende eine Geometrikerin. **(nicht wichtig)** #00:33:20-0#

Interviewer: Ja ok, das verstehe ich besser. Ich glaube in der Schule wird schwierig (**Benjamin:** klar) da sind wir uns einig. Vielleicht springen wir mal zu der Universitätsmathematik. Wir reden die ganze Zeit über Axiome und so weiter. Wie würdet ihr das sagen: Wie würdet ihr zum Beispiel euren Kommilitonen, die vielleicht nicht darüber nachgedacht haben, erklären, was ein Axiom ist oder was würdet ihr denen sagen, wenn sie danach fragen, weil sie zufällig gehört haben, dass ihr im Kurs wart und dieses Wort dort auftaucht. Wie würdet ihr erklären, was ein Axiom ist? #00:33:54-3#

Benjamin: Axiom ist halt eine Aussage, ein Satz den man hat. Den man aber nicht beweist, sondern halt erstmal da lässt und je nachdem was ich darauf anwende, ist das richtig oder falsch, diese Aussage, die ich getätigt habe. **(..)** und so das grundlegendste der Mathematik sind halt die Axiome, die ich halt so dastehen lasse und nicht beweise. Und aus denen tue ich dann die ganze Sätze herausbilden. #00:34:26-8#

Interviewer: mhm (bejahend) ok, Max wie siehst du das? #00:34:28-3#

Max: Relativ ähnlich. Ich würde sagen, Mathematik oder eine mathematische Theorie ist ein Gedankenkonstrukt, das eben auf Axiomen als grundlegenden Annahmen aufbaut. Und dann logisch weitergeführt wird. #00:34:50-0#

Interviewer: mhm (bejahend) Was würdet ihr sagen, vielleicht ist das auch nicht so, aber ich habe das Gefühl, dass viele Menschen doch mit Axiomen Probleme haben oder irgendwie **(..)** was könnt ihr euch vorstellen, was eure Kommilitonen für Probleme mit Axiomen haben? Also irgendwie wenn man in eine Vorlesung geht oder über Axiome spricht oder ist das euch noch nie begegnet? (**Max:** Doch, na klar) ich weiß nicht wie ich die Frage richtig formuliere, also, was könnten überhaupt Probleme mit Axiomen im Umgang mit Axiomen oder mit dem Verständnis für Axiome verbunden sein? #00:35:32-1#

Max: Ich glaube dass das Grundlegendste, also ich rede jetzt von mir, weil ich hatte oder ich habe so über Axiome nachgedacht. Ich hatte am Anfang das Problem damit, dass Axiome angenommen werden, ohne bewiesen zu werden. (**Interviewer:** Das was Benjamin gesagt hat) genau, das musste ich erstmal schlucken. Weil ich vorher davon ausgegangen bin, Mathematik ist wahr und ewig wahr. Und es ist schwierig, dass Mathematik auf Annahmen fußt. **(..)** Das zweite Probleme ist, dass Axiome so abstrakt und reduziert sind, dass der Sinn eines Axioms manchen nicht wirklich erschließt. #00:36:32-8#

Interviewer: mhm (bejahend) kannst du ein Beispiel geben? **(..)** oder wie meinst du das? #00:36:33-3#

Max: Naja, also Axiome sollen ja minimal wie möglich sein. Und so wenige wie möglich und so grundlegend wie möglich. Jetzt ist es aber dummerweise so, dass, wenn man jetzt zum Beispiel die Schrift nimmt und man sagt, ok, die Buchstaben sind die Axiome und aus denen bildet sich die Sprache, dann ist das in der Mathematik nicht so, dass man sagt, ok, das Axiom sieht so aus, als wärs der Anfang von Allem, sondern das sind teilweise sehr einfache, aber auch sehr abstrakte Aussagen, die dann halt eben **(..)** genau die richtigen Aussagen sind, um eine Theorie zu begründen, aber eben nicht so scheinen. #00:37:32-7#

Benjamin: Ein mathematisches Beispiel wäre zum Beispiel ein Vektorraumaxiom. Man hat jetzt acht Vektorraumaxiome von **(..)** man überlegt sich als Student nie wirklich warum brauche ich genau diese acht, warum kann ich nicht eins weglassen oder brauche ich vielleicht eins mehr, warum genau diese acht. Und man überlegt sich eigentlich auch nicht wirklich, brauche ich **(..)** für was ist dieses eine Axiom, für was dieses andere Axiome (**Max:** ja genau) irgendwie fehlt der Anreiz natürlich, weil kriegts in der Vorlesung immer hingeklatscht und das wars dann. Und dann denkt man eigentlich auch nicht mehr darüber nach. #00:38:08-7#

Interviewer: Und wie löst du dieses Problem für dich? Oder hast du das gelöst? #00:38:11-6#

Benjamin: Habe ich vor dem Kurs noch nicht. #00:38:12-9#

Interviewer: Und jetzt? #00:38:15-9#

Benjamin: Jetzt würde ich schon eher darüber nachdenken. Man hat eine andere Sichtweise darauf, dass man halt auch noch überlegen kann, kann ichs reduzieren, muss ichs sogar erweitern, um auf eine neue Theorie zu kommen? Genau. #00:38:30-0#

Max: Wie würde sich die Theorie verändern, wenn man ein anderes Axiomensystem hätte. (**Benjamin:** genau) und das sind auch wirklich teilweise **(..)** als ich angefangen hab zu studieren, ich glaube ich hätte gesagt, ok, grundlegendes Axiom ist 1+1 = 2 **(..)** wenn man ein Kind oder irgendeinen Menschen fragen würde, was meinst du denn, was ist so das grundlegendste an der Mathematik? ja, 1+1=2, das ist aber nicht so. **(...)** das ist schwierig dadrauf zu kommen, wenn man nie mit Axiomen gespielt hat. #00:39:11-4#

Interviewer: ok, verstehe. Ich wollte noch so eine technische Frage stellen. Ihr habt davor über Axiomatisieren ein bisschen gesprochen und diese Axiome finden. Könntet ihr mir konkret sagen, was der Unterschied zwischen Axiomatik und Axiomatisieren ist. Kennt ihr diesen Unterschied, kennt ihr diese zwei Wörter? Und macht ihr einen Unterschied dazwischen? Nur, dass wir vom selben reden. #00:39:31-8#

Benjamin: Also Axiomatik – ich muss jetzt gucken, dass ichs nicht vertausche. Axiomatisieren ist, dass ich eine Theorie habe und daraus die Axiome ableite. Ich habe schon herumprobiert mit dem Satz von Pythagoras, blablabla, habe ich schon alles gesehen und versuch dann halt alles, was ich in der Realität sehe, auf wenige Aussagen zu reduzieren und aus diesen Aussagen alles zu beweisen. Und Axiomatik ist, dass ich Axiome nehme und daraus meine ganze Theorie aufbaue. #00:40:04-9#

Interviewer: Ok, Max wie siehst du das? #00:40:08-5#

Max: Ich habe da keinen Unterschied dazwischen gemacht, muss ich sagen. Also Axiomatisieren ist ähnlich wie ers gesagt hat, Axiomatik habe ich als Begriff noch nicht verwendet. #00:40:21-1#

Interviewer: ok, **mhm (bejahend)** #00:40:25-4#

Max: Also weiß natürlich dass es gibt, aber #00:40:25-3#

Interviewer: Machen wir vielleicht zur Abwechslung Papierfalten. Nur so irgendwie, würdet ihr sagen, gab es eine besondere Konstruktion, die euch besonders gut gefallen, die ihr vielleicht spontan mal zeigen könntet? Oder gabs irgendwas im Kurs an Konstruktion, was euch gut gefallen und ihr kennt diese Konstruktion zum Beispiel? #00:40:55-5#

Max: Dritte Wurzel aus Zwei ist super. Allgemein (gut das sind keine Konstruktionen), aber ich mag diese **(..)** ich mochte ich wie drittele ich eine Strecke und wie finde ich die dritte Wurzel aus Zwei #00:41:14-2#

Interviewer: Warum sagst du das sind keine Konstruktionen? #00:41:14-8#

Max: Also das sind keine 1-fach-Origami Konstruktionen. #00:41:16-8#

Interviewer: mhm (verneinend) #00:41:22-7#

Max: Weil man das Blatt nicht wieder auffaltet, sind natürlich nachvollziehbar, eindeutig und so weiter, aber jetzt in unserem Feld, bestechen aber durch ihre Einfachheit wie sonst was. Ein oder drei Faltungen – zack. #00:41:37-9#

Interviewer: mhm (bejahend) #00:41:41-5#

Max: ne, zwei Faltungen. #00:41:40-7#

Interviewer: Ok, Benjamin was würdest du sagen? #00:41:41-9#

Benjamin: Mir ist nichts wirklich im Kopf geblieben, muss ich sagen. #00:41:46-9#

Interviewer: ok. Das will ich vielleicht doch nachfragen. Du sagst jetzt dritte Wurzel aus Zwei ist nicht 1-fach-Origami. Warum nicht? Wüsstest du wie die geht, die Konstruktion? #00:42:02-5#

(faltet) #00:42:11-3#

Max: Also man halbiert das Papier. (faltet) Halbierts man nochmal? **(...)** Halbierts man nochmal? (Benjamin: Ich kanns dir leider nicht sagen, tut mir leid) ich glaube **(...)** #00:42:49-0#

Interviewer: ich glaube das war irgendwas mit Drittel. #00:42:49-0#

Max: Darf ich dir die ein Drittel Konstruktion machen? Das finde ich **(...)** (faltet) **(...)** Das habe ich jetzt vergessen. Du weißt was ich meine, ne? Das ist jetzt verkehrt, man zeigt, man lässt das so und faltet das nicht wieder auf. Und wir haben mit 1-fach-Origami so gefaltet, dass (das tut mir jetzt wirklich leid, dass ich das spontan nicht kann, die eigentlich) und wir haben eben bei 1-fach-Origami immer wieder aufgefaltet und haben die Konstruktion dann anhand der Falze und nicht mit nem gefalteten

Papier #00:43:39-4#

Interviewer: ok, das heißt solche Sachen wie Streckendrittelung oder sowas oder dritte Wurzel aus Zwei werden wir nicht mit 1-fach-Origami schaffen können. #00:43:49-7#

Max: Doch. #00:43:51-9#

Interviewer: Ach so. #00:43:52-7#

Max: Aber dann wirds ein bisschen komplizierter. #00:43:54-3#

Interviewer: Ach so, ja ok, #00:43:55-8#

Max: Wir haben die Streckendrittelung doch konstruiert, also ich habe das gemacht. **(..)** Aber dann kommen noch ein paar Schritte dazu, dann ist das nicht so elegant. #00:44:09-1#

Interviewer: Ach so, aja, ok. Das heißt dritte Wurzel aus Zwei kann man auch als 1-fach-Origami machen. #00:44:18-9#

Max: ja #00:44:18-9#

Interviewer: Ach so, weil du davor gesagt hast das geht nicht #00:44:22-1#

Max: Doch-doch, aber die Faltung ist keine 1-fach-Origami Konstruktion gewesen, zumindest die Streckendrittelung war keine. Der Satz von Haga. #00:44:36-9#

Interviewer: Ok, du sagst das wird man wohl irgendwie anders lösen, wenn man das machen wollte innerhalb von 1-fach-Origami ? #00:44:42-3#

Max: Den Satz von Haga? Der Satz von Haga geht relativ ähnlich, man muss halt ein paar Faltugen extra machen. #00:44:50-5#

(Datei beschädigt: Dopplung im Audio. Weiter im Text ab 47:05) #00:47:05-8#

Interviewer: Aber, wenn ich jetzt konkret frage, einfach so Handwerkliches technisches Zeug. Könnt ihr eine Strecke meinetwegen in fünf gleiche Teile teilen? Exakt, mit Papierfalten oder mit 1-fach-Origami? #00:47:21-7#

Benjamin: (unverständlich) #00:47:30-2#

Interviewer: Du sagst ja? #00:47:37-0#

Interviewer: Du musst das jetzt nicht falten. #00:47:38-6#

Max: Ich muss mir das hinzeichnen, aber ich weiß schon. #00:47:40-1#

Interviewer: Kriegst du hin? #00:47:40-1#

Max: Ja #00:47:43-2#

Interviewer: Unter Androhung von Gewalt **(lacht)** #00:47:41-9#

Max: Bisschen nachdenken, du hast gesagt wir sollen uns nicht vorbereiten. #00:47:51-4#

Interviewer: Passt schon. Wie würdet ihr das sagen: Was ist das besondere? Vom 1-fach-Origami zu Zirkel&Lineal Konstruktionen wie würdet ihr das sagen? #00:48:04-5#

(..) #00:48:07-2#

Benjamin: Der eigentliche Unterschied wie er schon gesagt hat, dass man mit Origami mehr machen kann als mit Zirkel&Lineal **(unverständlich)** man kann auch ein bisschen mehr Späße machen und schönere Sachen und mit Zirkel&Lineal **(unverständlich)** mehr oder weniger **(unverständlich)** #00:48:36-2#

Interviewer: Wenn du sagst man kann mehr machen, kannst du das ein bisschen mehr spezifizieren? #00:48:40-6#

Benjamin: Man kann halt dritte Wurzel aus Zwei kann ich ja mit Zirkel&Lineal nicht konstruieren, mit Origami schon. #00:48:52-3#

Interviewer: ist das der einzige Unterschied? #00:48:55-5#

(..) #00:49:03-0#

(unverständlich) #00:49:05-4#

Max: Da gibts ein paar Sachen, glaube ich, aber ich weiß gerade nicht was. **(unverständlich)** Es ist mächtiger erstmal, schneller **(lacht)** **(nicht wichtig)** die Falze sind etwas schwieriger zu erkennen. **(...)** **(unverständlich)** die Reduktion **(unverständlich)** du brauchst kein Zirkel **(unverständlich)** #00:49:58-7#

Interviewer: Wenn ich jetzt dritte Wurzel aus Drei konstruieren wollte. Weil ihr sagt das ist das einzige. Wie wäre eure Einschätzung, kriegt man das auch hin mit 1-fach-Origami oder wird das **(unverständlich)** #00:50:15-6#

Interviewer: Oder dritte Wurzel aus 17 oder 21, keine Ahnung #00:50:22-6#

Max: Ja klar. #00:50:24-8#

Interviewer: Warum? **(..)** Benjamin hat gerade gesagt, das ist das Einzige was sich unterscheidet. #00:50:33-8#

Max: Naja, prinzipiell kann ich mit 1-fach-Origami kubische Gleichungen lösen, **(unverständlich)** muss nur meinen **(unverständlich)** richtig wählen. Kann auch schon die dritte Wurzel aus drei.   #00:50:52-9#

Benjamin: Stimmt schon, haben wir ja bewiesen. #00:50:54-7#

Interviewer: aha, gut ok. So viel zum Papierfalten. Jetzt machen wir so einen spaßigen Teil. Ich werde euch Fragen stellen, die etwas weniger mit Papierfalten zu tun haben und versucht jetzt mal **(unverständlich)** Also zuerst würde ich euch bitten, einfach ein bisschen verdecken, nicht dass ihr euch gegenseitig beeinfluss auf diesen DINA4-Blättern. Zeichnet ein Dreieck.   #00:51:34-5#

(zeichnen) #00:51:38-9#

Interviewer: Was habt ihr gemacht?   #00:51:42-4#

Benjamin: Habs mit einer Linie verbunden. #00:51:47-4#

Interviewer: Max macht das gleich abstrakt. Ok, ja. Verstehe. Tatsächlich interpretiert ihr in die Frage mehr als ich wollte. Mir gehts nicht darum, was ein Dreieck ist. Kannst auch so lassen, aber kannst auch gerne mit Strecken verbinden. Die nächste Frage ist, könnt ihr ein anderes Dreieck zeichnen, anders als das was ihr gezeichnet habt bisher. Und bezieht euch erstmal auf eure eigene Dreiecke. #00:52:12-8#

(zeichnen) #00:52:18-6#

Benjamin: ich habe einfach den **(unverständlich)** Punkt ersetzt **(unverständlich)** #00:52:25-2#

Interviewer: Ok, Max du? #00:52:30-0#

Max: Ich habe einen Winkel so groß gemacht, dass **(unverständlich)**   #00:52:40-2#

Interviewer: Ok, damit ich das besser verstehe, könnt ihr noch ein Dreieck zeichnen, was anders ist, als die zwei die ihr eingezeichnet habt?   #00:52:45-9#

(zeichnen)   #00:52:57-1#

Interviewer: Wie habt ihr euch dafür entschieden?   #00:52:58-2#

Benjamin: Ja ich habe umge? **(unverständlich)**   #00:53:04-2#

Interviewer: Max du? #00:53:05-8#

Max: Ich habe den Winkel noch größer gemacht **(lacht)**   #00:53:09-4#

Interviewer: Ok, ihr könnt euch vorstellen in welche Richtung das geht. Vielleicht machen wir das gleich so: Könntet ihr vielleicht 10 verschiedene Dreiecke zeichnen, die anders sind als die, die ihr bisher gezeichnet habt? Oder zeichnen oder wirds gehen oder wirds nicht gehen?   #00:53:23-4#

Max: Ja, schon. #00:53:27-5#

Interviewer: Warum? Oder wie wird die Lösung ausschauen? #00:53:31-4#

Max: Ich kann zehn minimal unterschiedliche Dreiecke zeichnen, **(unverständlich)** die sich ein bisschen unterscheiden? #00:53:39-9#

Interviewer: Könntest du das ein bisschen präzisieren? Inwiefern ein bisschen unterscheiden? #00:53:42-9#

Max: Ja, ein bisschen variieren. #00:53:53-8#

Interviewer: (unverständlich) irgendwie verschieden. #00:53:55-2#

Max: (unverständlich) #00:53:56-6#

Interviewer: Ok, dann einigen wir uns darauf, dass zehn geht. Kriegt ihr auch unendlich viele hingezeichnet? #00:54:03-5#

Max: Wenn du mir genug Zeit gibst **(lacht)** #00:54:03-2#

Interviewer: Ja, zumindest theoretisch #00:54:06-8#

Max: ja, natürlich. #00:54:08-8#

Interviewer: Ok, das wäre kein Problem? #00:54:09-6#

mhm (bejahend) #00:54:07-6#

Interviewer: Gut. Dann **(...)** das ist die Frage, die ihr schon aus dem Pretest kennt. Stellt euch vor, eine Schülerin sagt euch, sie kann ein Dreieck mit zwei rechten Winkeln. Was würdet ihr darauf antworten? Überlegt euch kurz. Wenn ihr wollt, um klar zu machen, dass ihr euch gegenseitig nicht beeinflusst, könnt ihr euch gerne Notizen machen, bevor ihr antwortet. #00:54:53-2#

Max: Ich habe noch nicht **(unverständlich)** #00:54:55-6#

Benjamin: ich auch #00:55:02-8#

Benjamin: ich würde sie ausprobieren lassen und wird sie schon, denke ich, erkennen, dass sie nicht weiter **(unverständlich)** #00:55:11-0#

Interviewer: Kannst du das kurz andeuten? #00:55:13-0#

Benjamin: Eine Gerade im rechten Winkel, die zweite **(unverständlich)** durch die beiden Halbgeraden und **(unverständlich)** unendlich. #00:55:33-0#

Interviewer: Das wäre **(unverständlich)** #00:55:34-0#

Max: ich gehe davon aus, dass das rauskommen wird. Vielleicht schafft sie es, ein Dreieck zu zeichnen, aber was ich am wichtigsten finde, dass sie **(...)** trotzdem merkt, ok, **(unverständlich)** #00:55:48-1#

Interviewer: Jetzt versuche ich mich im Zeichnen. Wenn ich jetzt folgendes machen würde, ich wäre diese Schülerin, ich würde sagen, ich zeichne jetzt diese drei Punkte, dann zeichne ich die Geraden und das ist 90 Grad hier und die zwei treffen sich irgendwo da, später. Irgendwo drüben. #00:56:09-0#

Max: Ja, so dass **(unverständlich)** #00:56:15-5#

Interviewer: Ok, aber wenn sie sagt, naja, die treffen sich, es ist ein bisschen krumm gezeichnet, aber das wird schon passen. #00:56:25-0#

Max: Ein bisschen krumm **(unverständlich)** da musst du schon schlecht zeichnen. #00:56:28-6#

Interviewer: Wie würdet ihr sagen, warum funktioniert das nicht? #00:56:34-7#

Max: Warum? #00:56:37-5#

Interviewer: Ok, vielleicht habe ich etwas falsch verstanden, aber offensichtlich sagt ihr, geht nicht, aber warum nicht? Weil ich bin noch nicht überzeugt. Nur, weil ich etwas nicht zeichnen kann. #00:56:49-8#

Max: Ich würde dann über parallele Geraden **(unverständlich)** (**Interviewer:** Wie denn? Was hat das damit zu tun?) **(unverständlich)** #00:57:01-7#

Interviewer: Wie würdest du das jetzt verwenden? #00:57:08-9#

(..) #00:57:11-4#

Max: Ahm. **(unverständlich)** #00:57:26-7#

Max: Hier ist ein rechter Winkel und hier ist ein rechter Winkel und jetzt guck dir doch mal den Abstand, den diese Punkte haben. Dann würde ich die Frage stellen wie groß ist der Abstand hier, zwischen den beiden Geraden? **(..)** **(unverständlich)** #00:58:10-6#

Interviewer: Jetzt frage ich vielleicht doch mal nach: Warum ist der zweite Abstand »a«? **(unverständlich)** wir messen den Abstand **(unverständlich)** #00:58:26-6#

(..) #00:58:30-4#

Max: Weil diese beiden Winkel 90 Grad sind. #00:58:34-2#

Interviewer: Ja ok, die sind 90 Grad, so what? #00:58:37-6#

(..) #00:58:43-1#

Max: Helf mir mal kurz. #00:58:47-1#

Benjamin: Ja, ich weiß worauf du hinauswillst, aber es ist echt schwierig. Deshalb **(unverständlich)** Parallelenaxiom. Ich weiß nicht wie ich sonst mathematisch begründen soll **(unverständlich)** #00:59:12-0#

Max: (unverständlich) zwei parallele Geraden. #00:59:14-4#

Interviewer: Ich habe nicht von parallelen Geraden gesagt, habt ihr **(unverständlich)** #00:59:18-1#

mhm (bejahend) #00:59:16-1#

Max: Zwei Geraden, die das gleiche Lot haben, sind auch parallel. #00:59:27-0#

Interviewer: Ja, ok. Ich sage, ich kann jetzt ein Dreieck zeichnen mit zwei rechten Winkeln. Es geht nämlich so, ich nehme die Kugel, wir können uns vorstellen, das ist so der Äquator und jetzt bin ich irgendwo hier und gehe jetzt zum Nordpol. Und wenn hier (zeigt) gehe, dann werde ich auch 90 Grad haben. #01:00:00-4#

mhm (bejahend) #01:00:01-5#

Interviewer: Ich habe ein Dreieck gezeichnet mit sogar drei rechten Winkeln. #01:00:09-5#

Max: Wenn sie das macht, kriegt sie ein **(unverständlich)** von mir. #01:00:04-9#

Interviewer: Ja ne, klar, natürlich. #01:00:08-0#

Benjamin: Das ist jetzt keine euklidische Geometrie mehr. #01:00:08-0#

Interviewer: Niemand hat von euklidischer Geometrie gesprochen. #01:00:13-2#

Max: Wenn sie das macht, kriegt sie ein großes **(unverständlich)** von mir. Hat sie gut gemacht. **(unverständlich)** #01:00:23-6#

Interviewer: Ok, ja gut, verstehe ich. Jetzt haben wir über Dreiecke gesprochen, jetzt gehen wir weiter zu Vierecken. Jetzt stelle ich wieder die gleiche Frage aus dem Pretest und ich bitte euch kurz darüber nachzudenken und tatsächlich Notizen zu machen, weil ich euch schon beeinflussen werdet. #01:00:43-9#

mhm (bejahend) #01:00:42-8#

Interviewer: Also, die erste Frage ist: Das ist was Neues: Nenne alle wesentlichen Eigenschaften, die alle Rauten und alle Quadrate haben. #01:01:01-5#

? In der euklidischen Ebene, oder? #01:01:01-6#

Interviewer: Können wir machen, ja. Alle Quadrate und alle Rauten. Welche Eigenschaften haben sie gemeinsam? #01:01:08-4#

Max: in der euklidischen Ebene? #01:01:08-6#

Interviewer: Meinetwegen. #01:01:12-3#

(...) #01:01:21-6#

Max: Auch die Viereckeigenschaften, oder nur die speziellen? #01:01:23-5#

Kurze technische Unterbrechung, ein Diktiergerät ist ausgegangen. #01:01:52-7#

Max: Die die sich unterscheiden oder die Viereckseigenschaften? **(unverständlich)** #01:01:59-8#

Interviewer: Also versuche einfach diese Frage zu beantworten. #01:02:06-2#

(...) #01:02:23-9#

(...) #01:02:54-5#

Interviewer: Nur die wesentlichen Sachen, nicht alles, was es gibt. #01:02:54-9#

(...) (schreiben) #01:03:37-2#

Interviewer: Ok, könnt ihr vielleicht euch das gegenseitig vortragen, das würde mich interessieren. #01:03:40-3#

Benjamin: Also, ich habe erstmal: Natürlich ist das ein Viereck – vier Ecken und vier Seiten. Und beim Quadrat und bei der Raute ist halt nochmal, dass alle Seiten gleich lang sind. #01:03:53-0#

Interviewer: mhm (bejahend) Was würdest du sagen? #01:03:55-0#

Max: Vier Ecken, vier Seiten, alle Seiten gleich lang. Also ich fange erstmal mit Rauten an: Gegenüberliegende Winkel sind gleich groß, gegenüberliegende Seiten sind parallel und Quadrate sind ja Rauten im Endeffekt und das sind alle Winkel noch 90 Grad. #01:04:26-6#

Interviewer: Ok. **(..)** Wie würdest du das sagen: Das mit dem Parallelsein von gegenüberliegenden Seiten: Ist das notwendig? Oder folgt das aus dem, was du genannt hast? #01:04:50-9#

(...) #01:04:54-4#

Interviewer: Die Frage war, was sind die wesentlichen Eigenschaften und vielleicht hat Max viel zu viel davon aufgeschrieben. Vielleicht sind sie nicht notwendig.

#01:05:04-5#

Benjamin: **(..)** Ich glaube, dass mans draus folgern könnte. #01:05:12-3#

Max: Also eine Raute ist ein Parallelogramm mit vier gleich langen Seiten. Das ist nicht zwingend notwendig, das ist extra. Das Dumme ist aber, ich habe mit Quadraten angefangen und ich habe an Rechtecke gedacht. Und Quadrate sind Rechtecke mit vier gleich langen Seiten, es gibt halt dummerweise Verbindungs- **(..)** man kommt aufs Quadrat entweder über die Raute oder übers Rechteck. Und da wird diese Eigenschaft in Abgrenzung zu Rechtecken interessant. Axiomatisch vielleicht nicht wichtig, aber vielleicht für den geometrischen **(unverständlich)** ganz interessant. #01:05:59-0#

Interviewer: Das heißt, verstehe ich euch richtig?, wenn ich nur fordere, ich habe ein Viereck mit vier gleich langen Seiten, dann kriege ich eine Raute. #01:06:15-0#

(..) #01:06:22-2#

Max: Ich wüsste nicht, was **(..)** ja. #01:06:31-9#

(..) #01:06:36-8#

Max: Das ist aber genau das Ding von Axiomen. #01:06:40-9#

Interviewer: Genau. #01:06:43-6#

Max: Man kommt eine Raute, aber **(..)** das Axiom bekommt erst Bedeutung, wenn man lange über Rauten nachgedacht hat. #01:06:53-4#

Interviewer: Aber das bedeutet, ich könnte so eine Raute definieren? Ich könnte sagen: ich würde sagen, eine Raute ist ein Viereck mit vier gleich langen Seiten. Verstehe ich das richtig? #01:07:02-4#

beide: ja. #01:07:06-4#

Max: Das bringt aber nicht viel, wenn man **(unverständlich)** zumindest nicht so. #01:07:05-4#

Interviewer: Ja, mich interessiert eine andere Frage, also nicht nur zum Beibringen. Ich glaube, das stimmt nicht, weil **(...)** (zeichnet ein Drachenviereck) #01:07:30-2#

Max: Da wird eine Raute rauskommen, wenn du ein Drachenviereck mit vier gleich langen Seiten machst, dann kriegst du eine Raute raus. #01:07:34-2#

Interviewer: Ja? #01:07:34-3#

beide: ja #01:07:32-3#

Interviewer: Ok. Nochmal (zeichnet). #01:08:01-4#

beide: Das ist eine Raute. #01:08:10-2#

Max: Versuchs mal zu rechnen. #01:08:27-6#

Interviewer: mhm (bejahend) wie? #01:08:33-8#

Max: Du fängst an mit einer Seite. Und **(..)** und dann **(..)** ich mach mal mit Kreisen. Du hast hier alle Möglichkeiten für ein Viereck, das so lang ist. Und ich wähle mir eines. Und hier **(..)** und dann mach ich mir wieder einen Kreis, der wieder so lang ist, wie diese Seite lang ist und **(..)** das gleiche wird hier und hier passieren. Und wenn man irgendwann **(..)** je nachdem wie man das hier verschiebt, wird das die anderen zwei Seiten determinieren. Nehmen wir an, ich nehme mir diese Seite hier, ich wähle mir die, die passt. Das ist noch relativ beliebig. Ist einfach so lang. Dann bildet sich ein Kreis und man wird relativ schnell merken, ok, ich habe hier nur eine Möglichkeit, um die anderen beiden **(unverständlich)** #01:10:16-7#

Interviewer: Ok, wie siehst du das Benjamin? #01:10:18-4#

Benjamin: Da müsste man noch zeigen **(unverständlich)** #01:10:27-1#

Interviewer: Dann sagen wir es ist so viel und dann kann ich ja das so abtragen nach unten. #01:10:36-0#

Max: Das Problem ist, wenn du das hier nicht parallel zu dem machst, (**Interviewer:** ja), wird der Abstand hier und hier größer sein, als hier. und das heißt, sobald du dir das eine gewählt hast, ist der Abstand gefordert. Und das muss parallel dazu sein, sonst hast du einen größeren Abstand zwischen den beiden Seiten, dann ist eine Seite nicht gleich lang wie die andere. #01:11:01-6#

Interviewer: Das heißt ich kann diesen Punkt nicht hierher verschieben bis die gleich der ist, es sei denn ich werde parallel. #01:11:12-2#

Max: ja. #01:11:15-9#

Interviewer: Ok. #01:11:20-5#

Max: Wären sie nicht parallel, würde der Abstand entweder größer oder kleiner werden. #01:11:27-0#

Interviewer: Ok, dann. Nur so pro forma, stelle ich diese Frage: Könnt ihr alle Eigenschaften nennen, die alle Rauten, aber nicht alle Quadrate haben? #01:11:42-3#

Max: Quadrate sind Rauten. **(..)** Ach so, alle Eigenschaften, die alle Rauten haben, aber nicht alle Quadrate? Alle Quadrate haben alle Eigenschaften von Rauten. Quadraten sind spezielle Rauten. #01:11:56-2#

Interviewer: Was bedeutet das? #01:11:59-2#

Max: Da kommt eine Extraeigenschaft dazu bei Quadraten. Es gibt eine Eigenschaft, die alle Quadrate haben, aber nicht alle Rauten. Aber nicht umgekehrt. #01:12:07-6#

Benjamin: Quadrate sind eine Teilmenge von allen Rauten. Die Menge aller Quadrate. #01:12:16-7#

Interviewer: Diese Vierecke, das beschäftigt mich ein bisschen. Jetzt gebe ich euch noch so ein Ding. Das war auch im Pretest, das ist ein bisschen viel Text, versucht das mal kurz durchzulesen und vielleicht irgendwas anzukreuzen oder nicht anzukreuzen, irgendwie so ein bisschen unabhängig voneinander. Und dann diskutieren wir ganz kurz darüber. #01:12:40-3#

(...) #01:13:00-2#

Max: (unverständlich) #01:13:07-5#

(...) (lesen und überlegen) #01:13:31-8#

Max: Das ist ganz schön gemein, sowas mag ich gar nicht. #01:13:34-2#

Interviewer: Ach so, wir machen auch nicht lange sowas, keine Angst. #01:13:36-1#

Max: (nicht wichtig) Rauten haben nicht gleich lange Diagonalen. #01:13:59-8#

(...) #01:15:15-9#

Interviewer: Ihr habt irgendwie dasselbe angekreuzt. Könnt ihr das kurz ausführen. #01:15:17-9#

Benjamin: Bei der a) hat man, einmal es hat gleich lange Diagonalen folgt, dass es Quadrat ist. Stimmt **(unverständlich)** und bei Quadrat folgt daraus, dass es ein Rechteck ist, das stimmt, aber das ist dann egal, weil die eine Aussage schon falsch ist. b) ist falsch, aus Diagonal folgt rechteckig, stimmt schon mal nicht, aus Rechteck folgt Quadrat, folgt nicht. #01:15:55-5#

Benjamin: Ist auch Quatsch. #01:15:57-2#

Max: Weils Rechtecke gibt, die keine Quadrate sind. c) aus Quadrat folgt Rechteck, jedes Quadrat ist ein Rechteck und jedes Rechteck hat gleich lange Diagonalen, da sind wir auch zufrieden. Deswegen stimmt das. Es gilt sowohl Rechteck als diagonal, ok, von mir aus (**Benjamin:** das zweite stimmt nicht), das zweite stimmt nicht. #01:16:22-5#

Interviewer: mhm (bejahend) #01:16:24-6#

Benjamin: Wegen der Raute. Und beim letzten wars (**Max:** wegen dem Rechteck) aus Rechteck folgt (**Max:** Rauten haben nicht unbedingt gleich lange Diagonalen). #01:16:40-8#

(...) (zeichnet) #01:16:50-9#

Interviewer: Ok, gut, vielen Dank. Das ist eine technische Frage. Jetzt haben wir Vierecke gut verstanden, gehen wir zu Fünfecken. Keine Angst, wir werden nicht Induktion betreiben. Also, ich möchte, dass ihr euch das zusammen überlegt. Also, angenommen, wir sagen, in einem n-Eck im Allgemeinen ist eine Diagonale einfach das, was zwischen zwei nicht benachbarten Ecken als Strecke verläuft. Vereinbaren wir einfach (zeigt im Bild, was benachbart heißt). Und wenn ich die verbinde, nenne ich das eine Strecke. #01:17:36-0#

mhm (bejahend) #01:17:37-7#

Interviewer: Jetzt ist meine Frage: Wie viele Diagonalen hat ein Fünfeck? #01:17:44-6#

(...) #01:17:47-0#

Benjamin: Also der erste Punkt hat auf jeden Fall #01:17:51-2#

Max: vier Anspielstationen #01:17:51-0#

Benjamin: Ne, die ist ja keine. Also insgesamt nur zwei. #01:17:56-9#

Max: ja zwei, stimmt. #01:17:55-7#

Benjamin: Und der nächste, wieder zwei. Da muss ich aber die wieder abziehen. Die hatte ich ja schon. #01:18:09-4#

Max: Du kannst ja die benachbarten nehmen, dann machst du das nächste. **(..)** dürfen wir das auch ausprobieren? #01:18:14-8#

Interviewer: Jaja, klar. #01:18:12-8#

Max: Probieren wirs doch einfach mal aus. **(..)** Also beim ersten hast du zwei, schön. Bei dem benachbarten hast du auch wieder zwei. Weil der nimmt der keine Diagonale weg. #01:18:44-4#

(diskutieren) #01:18:44-5#

Max: dann hast du an jeder Ecke zwei, die hier raus gehen. Das heißt (**Benjamin:** fünf Punkte jeweils) fünf Punkte, fünf Diagonalen. #01:19:13-7#

Interviewer: Ist das auch die endgültige Antwort, kann ich sie einloggen? #01:19:16-6#

Benjamin: ja **(lacht)** #01:19:19-3#

Interviewer: Ja ok, das verstehe ich. Vielleicht eine der letzten Fragen zu diesem

Bereich: Könntet ihr euer Verfahren oder eure Überlegung auf allgemeine n-Ecke ausweiten. Also wie viele Diagonalen hat ein allgemeines n-Eck, sagen wir mal konvex, so dass es nicht irgendwie absurd wird. #01:19:39-5#

(..) #01:19:42-1#

Benjamin: Jetzt muss man sich das nochmal überlegen: Also der erste Punkt hat n-2, der zweite auch und der dritte wohl nicht. #01:19:57-3#

Max: Der dritte hat eins weniger, weil der nicht direkter Nachbar ist. #01:20:10-1#

Benjamin: genau ja. #01:20:11-3#

Max: und der vierte **(..)** und es gibt eigentlich nur zwei Nachbarn, die beinträchtigt werden. #01:20:17-9#

Benjamin: genau ja, wenn ich jetzt ein n-Eck habe, wie sieht es bei dem nächsten Punkt aus? #01:20:22-5#

Max: Im Prinzip könnte man vom Nachbarn zum Nachbarn gehen. Ja, denn **(..)** malen wir doch mal auf: zwei, und so weiter. Der erste hat zwei, der zweite ist direkter Nachbar und hat auch zwei, der dritte ist direkter Nachbar, oder n-2 ne, der dritte ist Nachbar von einem, aber nicht Nachbar von dem, das heißt er wird n-3 haben. Der vierte Nachbar von dem, aber nicht Nachbar von den beiden. Das heißt er wird n-4 haben. #01:21:16-9#

(...) #01:21:22-7#

Max: Aber stimmt das? (**Benjamin:** ich bin gerade am Überlegen) das stimmt nämlich nicht. Weil wir **(unverständlich)** #01:21:29-3#

Benjamin: wenn du den nimmst, dann hast #01:21:30-5#

Max: eins, zwei und dann hatten wir n-3. Schau mal, wir hatten doch, gehen hier n-3 raus, oder? #01:21:37-7#

Max: n-3,n-4,n-5 und dann haben keine Möglichkeiten, hoffentlich. Das müsste man ausprobieren, da möchte ich mich nicht festlegen. #01:21:56-6#

Interviewer: Vielleicht ist es leichter, nicht nach oben zu gehen, sondern nach unten. Wird die Überlegung passen, wenn ihr Vier- oder Dreiecke anschaut? #01:22:06-1#

(..) #01:22:09-1#

Max: Bei Vierecken gibts zwei Diagonalen (**Benjamin:** passt, bei Dreiecken gibts gar keine Diagonalen, passt auch). #01:22:18-1#

Interviewer: Ja? #01:22:21-1#

Max: ja. #01:22:23-9#

Interviewer: Was wäre dann die Formel? Was wäre die Anzahl der Diagonalen? #01:22:29-9#

Max: Jetzt haben wir ein Problem (diskutieren leise) #01:22:44-3#

Benjamin: passt alles, machst die Summe aus n-k von k=3 bis k=n. Das wäre die Formel ohne Wahrheitsanspruch. #01:23:14-1#

Interviewer: Ok, prima. Lassen wir das. Sorry, ich habe euch hier schon so lange hier gequält. Vielleicht stelle ich noch eine letzte Frage so zum Abschluss von diesem Bereich und dann eine tatsächlich abschließende für den ganzen Kurs. Also, jetzt gehts noch ganz kurz wieder um Vierecke und üblicherweise ein Parallelogramm so definieren: Das ist ein Viereck mit zwei Paaren paralleler Geraden, oder paralleler Strecken. Hier zwei und hier zwei. Und könnte man ein Parallelogramm so definieren, dass ich sage, das ist ein Viereck, so dass die Summe der zwei nebeneinander liegender Winkeln immer 180 Grad ist? #01:24:10-2#

Interviewer: Wenn das für alle Paare von Winkeln stimmt. Wie könnte man sowas **(..)** ich hab das mal gelesen und das interessiert mich **(..)** wie würde man sowas überprüfen. Ist das tatsächlich dasselbe oder definiert das eine andere Figur oder wie oder was? #01:24:25-8#

Benjamin: ich glaube, wir haben das am Ende der Schule gemacht. Das waren so Z-Winkel oder wie das hieß? Dann haben wir gezeigt, dass die Winkel gleich sind und das war **(unverständlich)** auch Parallele benutzt. #01:24:37-3#

Interviewer: Ok, das heißt, du sagst, das wird schon wahrscheinlich stimmen. #01:24:42-3#

Benjamin: Das wird schon wahrscheinlich stimmen, ja. #01:24:40-9#

Interviewer: Wenn ich dich zwingen würde, so etwas zu begründen, wie würdest du sowas angehen? #01:24:51-2#

Max: Wie heißt das **(..)** ich würde mir zwei parallele Geraden (zeichnet) nehmen und Verbindungsgerade und dann gucke ich mir hier die Winkelverhältnisse an und dann kommt man ganz schnell drauf, dass es so **(..)** dass der Winkel dem gleich ist. #01:25:17-6#

Interviewer: Ok, ja gut, das glaube ich. Das stimmt, in der euklidischen Geometrie das kenn ich. Ok, aber was hat das mit Parallelogrammen zu tun? #01:25:27-3#

Benjamin: Man kann dann sagen, dass die beiden Winkel zusammen 180 Grad ergeben und damit sieht man, dass **(..)** ah, das ist die andere Richtung. (**Max:** hä, welche andere?) wir zeigen jetzt, dass bei zwei parallelen Geraden die Winkel immer 180 Grad ergeben, aber nicht, dass immer, wenn Winkel 180 Grad ergeben, dass auch immer auch zwei parallele Geraden sind. #01:25:53-2#

Interviewer: Ja, das würde ich auch sagen. Jetzt habt ihr nachgewiesen, dass das zumindest die eine Richtung stimmt #01:25:55-9#

Max: Aber die falsche Richtung. #01:25:58-8#

Interviewer: Nein, nicht die falsche, sondern eine Richtung. Wenn ich ein Parallelogramm in der üblichen Definition habe, dann folgt, dass die Definition, die ich angebe, das sie dann auch stimmt. Aber die Frage ist, ist die genau so stark oder ist es nicht so stark. Also wenn ich ein Viereck habe, bei dem alle zwei aufeinander folgenden Winkel 180 Grad in der Summe sind, definiert mir das das übliche Parallelogramm? Oder nicht? #01:26:24-5#

Max: Willst du eine ja/nein-Antwort oder mit Begründung? #01:26:26-0#

Interviewer: Zuerst ja/nein. #01:26:25-9#

Max: ja. #01:26:29-4#

Benjamin: ich würde auch »ja« sagen. #01:26:30-8#

Interviewer: Ok, Begründung? #01:26:35-9#

Max: Ich fang an, mir **(..)** #01:26:45-1#

Benjamin: Du zeichnest am besten erstmal ein Parallelogramm. #01:26:47-4#

Max: Ne, ich zeichne mir erstmal eine Strecke, dann zeichne ich mir eine Gerade mit nem Winkel. Dann habe ich **(..)** dann zeichne ich eine zweite Gerade, die dieser Forderung entspricht. Dann zeige ich, dass die beiden Geraden parallel sind. #01:27:09-0#

Interviewer: Ok. #01:27:11-6#

Max: Und dann wähle ich mir auf der einen Geraden eine beliebige Strecke, weil das soll ja ein beliebiges Parallelogramm sein, beliebig fest. Und ausgehend von diesem Winkel hier, das ist ja mein beliebiger fester Startwinkel, der Winkel ist abhängig von dem hier, mach ich das gleiche nochmal und natürlich kommt dieser Winkel raus und dann zeige, dass diese beiden Seiten parallel ist. Das ist (**Benjamin:** jetzt sind wir beim gleichen Problem wie vorhin, wie zeigst du, dass diese parallel sind?) ich glaube nicht, dass das Problem so groß ist. #01:27:54-3#

Interviewer: Weiß nicht, entscheidet ihr das. #01:27:53-4#

Benjamin: Ja man muss den Schülern irgendwie sagen, dass er annehmen **(unverständlich)** #01:28:18-9#

Interviewer: Das bedeutet du stimmst ihm zu, dass es rauskommt, dass die Paaren von Geraden parallel sein werden. Nach dieser Konstruktion. #01:28:27-0#

Benjamin: ja. #01:28:27-0#

Interviewer: Ok. Und das ist eure Begründung, dass die zwei Definitionen äquivalent sind. Weil die eine Richtung habt ihr schon gezeigt. #01:28:43-5#

(...) #01:28:46-0#

Max: ich glaube dir nicht deswegen. #01:28:45-4#

Benjamin: Glaubst du nicht? #01:28:46-1#

Max: Finden wir **(..)** ich trau mich nicht **(..)** also ich sag schon, ja. Ich sage auf jeden Fall, ja, das kriegt man hin, das passt schon. Aber ich habe schon ein bisschen Zweifel, was auch nicht schlecht ist. #01:28:59-2#

Interviewer: Ja, finde ich auch! #01:28:59-2#

Max: Ich müsste schon durchrechnen und durchbeweisen. #01:29:10-3#

Interviewer: Das machen wir nicht, das ist vielleicht ein bisschen mühsam. Ja, ok, vielen Dank, das ist sehr interessant. Ich will vielleicht zum Abschluss, wir haben ja wirklich ewig geredet, die obligatorische Frage stellen: Wie würdet ihr einen Begriff erklären, den ich jetzt verrate, und versucht mal darüber nachzudenken, wie ihr diesen Begriff auf drei verschiedene Weisen erklären werdet: Nämlich einem Schüler, in der Prüfung und wie stellt ihr euch das selber vor? Und der Begriff ist natürlich: Die euklidische Ebene. Also was würdet ihr sagen: Wie stellt ihr euch selber die euklidische Ebene vor, wie würdet ihr das einem Schüler erklären und, wenn diese Antwort unterschiedlich ist, wie würdet ihr das in der Prüfung sagen. Sind diese Antworten alle unterschiedlich oder nicht? #01:29:58-2#

(..) #01:30:02-5#

Benjamin: Nicht alle unterschiedlich. Ich glaube, so wie ich mir das selber vorstelle, und wie ich das Schülern sagen würde, wäre das ziemlich gleich. Also halt einfach ein Blatt Papier und das ist die Zeichenebene und weiter würde ich mit den Schülern, wenn sie nicht weiter nachfragen, auch gar nicht gehen. Aber in der Prüfung, wenn man sagen würde, was die euklidische Ebene ist, müsste man auf jeden Fall tiefer gehen. Also sagen, dass #01:30:33-3#

Max: Aber ich glaube, die Antwort wird da ziemlich kürzer: Sagst einfach R^2, fertig. #01:30:37-0#

mhm (bejahend) #01:30:38-9#

Benjamin: Ja gut, kann man #01:30:40-1#

Max: Und dann hofft man, dass nicht weiter nachgefragt wird. #01:30:41-0#

Benjamin: R^2 mit Skalarprodukt. #01:30:43-3#

Max: Ja genau, R^2 mit Skalarprodukt. Punkt. #01:30:48-3#

Interviewer: Ihr würdet das in der Prüfung sagen? #01:30:51-7#

Max: Ja. #01:30:54-3#

Interviewer: Ok. Und wie stellst du dir das vor? Oder wie würdest du das einem Schüler erklären? #01:30:57-4#

Max: Das ist die anschauliche Vorstellung **(..)** ich finde **(..)** man kann sichs vorstellen, es ist minimal abstrakt, es macht wenig Probleme. #01:31:22-6#

Interviewer: Ok, prima. Vielen Dank fürs Gespräch, tut mir leid, dass es so lange gedauert hat. **(nicht wichtig)** Gibts von eurer Seite irgendwas, was ihr unbedingt loswerden wolltet, was ich nicht gefragt habe und ihr unbedingt sagen wolltet? #01:31:43-4#

Benjamin: Nö. #01:31:44-4#

Max: Also von mir aus nichts. #01:31:46-3#