Interviewtranskript Wintersemester 2016/17, Jens(6) und Markus(4)

Interviewer: Nur dass wir vom selben sprechen, könnt ihr mir vielleicht ganz kurz erklären, was wir im Kurs gemacht haben **(..)** aus eurer Sicht? #00:00:18-2#

Markus: Zuerst haben wir die Flachfaltbarkeit gemacht, also untersucht, wann Origami flachfaltbar ist, dass mans ins Buch legen kann, ohne dass weitere Falze entstehen. Und dazu hatten wir zum Beispiel bewiesen, dass der Betrag Berg Minus Täler immer -2 ist. Ja. Dann **(..)** dann gings mit diesem 1-fach-Origami weiter, wo wir diese einzelnen Faltaxiome aufgestellt haben, mit der Mittelsenkrechten, Lot **(..)** jetzt fallen mir nicht alle ein. #00:01:12-6#

Interviewer: Niemand zwingt dich, die aufzuzählen. #00:01:15-5#

Markus: Ja. Dann hatten wir das gemacht mit diesen kubischen Gleichungen lösen (**Interviewer: mhm (bejahend)**) und am Ende halt wie ein Axiomensystem aufgebaut ist. **(..)** #00:01:32-0#

Interviewer: Jens, möchtest du noch irgendwas ergänzen? #00:01:33-2#

Jens: Ne, war schon eigentlich alles dabei. Vom Grundschema jetzt **(unverständlich)** ja einfach Aussagen versucht **(..)** uns quasi angeschaut, dass selbst auf Aussagen kommen und dann nachdem wir dann einiges hatten, genau, am Ende eben versucht das irgendwie auf Grundfaltungen, auf Axiome dann zurückzuführen **(..)** genau, die Themen, die wir uns angeschaut haben, waren schon so ziemlich alle, **(unverständlich)** mit aufgeführt haben. #00:02:08-0#

Interviewer: Ok. Gut, ich frage nur nach, weil du von 1-fach-Origami schon gesprochen hast. Könnt ihr das vielleicht ein bisschen genauer umschreiben. Jetzt habt ihr die Struktur vorgegeben, was ist dieses 1-fach-Origami, was du erwähnst? Wie würdet ihr das beschreiben? #00:02:23-3#

Jens: Also 100% sicher, ob ichs mir richtig vorgestellt habe, dieses 1-fach-Origami heißt, bin ich nicht, aber ich das so verstanden, dass nur ein Falz entstehen soll pro Schritt. Dass wir das Papier so nicht mehrfach zusammen falten dürfen **(..)** genau und dann, weiß nicht, ob das da speziell dazu fällt, aber wir haben gesagt, dass es nur eine endliche Anzahl von möglichen Falzen für einen Schritt geben soll und **(..)** dann noch so eine unendliche Anzahl von Faltung **(..)** und was auch immer wir machen wollen zu konstruieren **(..)** war noch ne Sache? #00:03:11-6#

Markus: Eindeutigkeit der Faltung. #00:03:12-1#

Jens: Genau, dass es endlich viel. #00:03:17-4#

Interviewer: Ok. Wie würdet ihr das eigentlich jemandem erklären, der nicht im Kurs war? Dieses 1-fach-Origami? Würdest du das so erklären? #00:03:30-1#

Jens: **(..)** Mehr oder weniger, also ich würde vermutlich Beispiele dazu machen. Also einfaches Beispiel, dass es überhaupt mehrere Möglichkeiten geben kann, ist ja vielleicht nicht ganz klar jedem, darum genau das mit der Winkelhalbierenden zum Beispiel, dass es zwei Winkelhalbierende dann gibt **(..)** und ich denke die Grundzüge gerade mit dem nur einen Falz machen, also das ich das Papier nicht mehrmals übereinander falten darf, genau, kann man schon relativ gut einsichtig machen, also das kann man schon so jemandem erklären. #00:04:06-5#

Interviewer: Markus, wie siehst du das? #00:04:08-7#

Markus: Ja, ich hätte jetzt auch so ähnlich erklärt, dass man immer nur einen Falz macht, dann wieder auffaltet, und neuen Falz macht, bis man dann das gewünschte hat, und dass man halt genaue Faltanleitungen angeben kann damit. Dann jede Faltung genau definiert, dass dann halt eindeutig geht. #00:04:34-1#

Interviewer: Ok. Das verstehe ich gut. Und dann hast von Axiomen von 1-fach-Origami gesprochen. Könntet ihr das vielleicht etwas genauer beschreiben, diese Axiome? Auch gerne als Teamwork. #00:04:50-1#

Jens: Was genau denn davon? Welche das waren? Oder? #00:04:56-8#

Interviewer: Markus hat schon angefangen mit #00:04:57-8#

Markus: Mittelsenkrechte und sowas (**Interviewer:** genau) #00:04:59-9#

Interviewer: Weil du gesagt hast, das sind die Axiome des 1-fach-Origami, dann frage ich natürlich nach, welche sind das jetzt genau? #00:05:06-8#

Markus: Ja, also auf jeden Fall Mittelsenkrechte, also wenn man zwei Punkte hat und die dann aufeinander faltet, dann entsteht die Mittelsenkrechte zwischen diesen beiden Punkten. Dann, was hatten wir noch? #00:05:20-8#

Jens: Winkelhalbierende. Also dasselbe mit zwei Geraden, die man aufeinander faltet, dann die Tangente an eine Parabel noch, also einen Punkt auf eine Gerade falten, so dass der Falz durch einen speziellen Punkt zum Beispiel geht. Oder eine beliebige Tangente haben will, dann nur auf die Gerade falten. #00:05:46-3#

Markus: Dann hat man noch Lot, also die Gerade wird auf sich selbst gefaltet, so dass der entstehende Falz wieder durch einen anderen Punkt geht. #00:05:58-3#

Jens: Genau, dann noch die gemeinsame Tangente an zwei Parabeln, auf die man dann ja auch alles zurückführen konnte. **(unverständlich)** #00:06:17-6#

Jens: Also im Prinzip Faltung von einer Tangente nur halt quasi gleichzeitig noch mit einer anderen, also quasi einen Punkt auf eine Gerade und anderen Punkt auf die zweite Gerade. #00:06:30-1#

Interviewer: Was meinst du, wenn du sagst alles kann man darauf zurückführen? #00:06:34-3#

Jens: Genau, du hast noch ein Blatt ausgeteilt, also diese sieben glaube ich, die wir uns überlegt hatten, von den haben wir sowieso schon ein paar auf andere reduziert und genau, wenn man das komplett durchführt, kann man irgendwie alle durch diese Tangente an zwei Parabeln darstellen, das heißt das wäre das minimale Axiom, mehr braucht man gar nicht. #00:07:03-8#

Interviewer: Ok, das verstehe ich. Das ist eine schöne Beschreibung. Wir kommen gleich auch dann zu Papierfalten zurück, ich will jetzt auch hin und her springen und verschiedene Fragen stellen. Ich stelle euch vielleicht eine etwas philosophische Frage, eine Einschätzungsfrage, vielleicht versteht ihr, was ich meine. Jeder hat eine gewisse Denkweise über alle möglichen Sachen und weil wir Mathematiker sind, kann man sagen, wir haben vielleicht eine gewisse Denkweise über Mathematik, also gewisse Art und Weise, wie wir über Mathematik denken. Und jetzt stelle ich die Frage so: Wir würdet ihr das einschätzen, würdet ihr sagen, dass dieser Kurs, diese Art über Mathematik nachzudenken, hat dieser Kurs diese Denkweise verändert, wie würdet ihr das einschätzen? Bei euch. #00:07:51-7#

Markus: Mhjaa, es hat schon bisschen was verändert, weil man nochmal von einer ganz anderen Seite auf die Mathematik geschaut hat, wo man erstmal dachte, dass es dadrüber überhaupt gar keine Mathematik gibt, dann eben wie wirs auch in vielen Blättern hatten, wo wir die so Faltungen konstruieren sollten, dass man auch sieht, dass alles genau definiert ist, also zum Beispiel irgendeine Faltung, genau auf einem Weg zum Beispiel oder auf mehreren Wege, aber mit genau definierten Faltungen nur geht. Zum Beispiel. #00:08:38-6#

(..) #00:08:40-3#

Jens: Ja, also bei hats jetzt eigentlich nicht direkt so krass was verändert, weil **(unverständlich)** im Prinzip auch davor schon bewusst war, dass man auf die Axiome so aus den Sachen, die man schon irgendwie hat und damit reproduzieren will, kommen muss. Aber es hat auf jeden Fall einen Einblick gegeben wie man das machen kann bzw. wie schwer das ist **(lacht)** insofern hat definitiv was davor noch nicht mal thematisiert wurde so das wusste man vielleicht abstrakt aber wirklich Einblick wie man das dann macht, also zumindest ich davor nicht. #00:09:16-0#

Interviewer: Noch eine kleine Nachfrage: Du hast gesagt **(..)** man sieht wie leicht oder schwer das funktioniert oder sowas. Wie würdest du das einschätzen bei dir: Findest du das leicht oder schwer wie wir das gemacht haben? #00:09:36-8#

Jens: Ähm, also dass man da wirklich auf jetzt Sachen, wo nicht irgendwo noch Haken sind oder so, wo man wirklich sagt, so ok, das ist jetzt eine gute Definition **(unverständlich)** Axiom oder sonst irgendwas kommt, das finde ich schon extrem schwer. **(..)** So bisschen handwaving kann man schon, was halbwegs sinnvolles mit nicht zu großem Aufwand machen, aber dass man da wirklich was ja handfestes hat, das denke ich ist schon ziemlich schwer. Also fand ich jetzt nicht, dass man das so aus dem Ärmel schüttelt. #00:10:14-8#

Interviewer: Wie schätzt du das Markus? #00:10:16-7#

Markus: Ja. wie gesagt zum Beispiel allein schon beim Punkt gehts schon los.

Definition vom Punkt oder **(..)** ja, also dass man halt nicht genau **(..)** Anfang hat, sondern dass man halt erst was einfach nur als gegeben hinnehmen muss. Bevor man überhaupt anfangen kann, das ist schonmal schwierig. Ja, aber zum Beispiel das mit der Flachfaltbarkeit, das Thema ging eigentlich gut. #00:10:42-2#

Interviewer: Ja. Ich sehe das auch als so eine Aufwärmübung. **(..)** Ok. Das verstehe ich. Jetzt stelle ich fast dieselbe Frage, nur ein bisschen konkreter, spezieller. Wieder sollt ihr was einschätzen. Und zwar davor habe ich das auf die ganze Mathematik bezogen, also die Sicht auf die ganze Mathematik, jetzt frage ich speziell. Wie würdet ihr das einschätzen, hat der Kurs eure Sichtweise auf Zirkel&Lineal Konstruktionen verändert? #00:11:14-6#

Jens: (lacht) ja, bei mir auf jeden Fall. Für mich was das zumindest davor schon so **(..)** die Welt der Konstruierbarkeit, was anderes, dass man irgendwas **(unverständlich)** oder so, war mir natürlich schon bewusst, aber ich dachte das konnte man immer irgendwie auf Zirkel&Lineal zurückführen. Genau. Und das war ja nicht so und insofern hat das definitiv meine Sicht erweitert. Es gibt ja auch noch bestimmt andere Tausend andere Sachen, wo man vielleicht auch noch andere Sachen konstruieren kann, die sonst nicht gehen, oder so. Also ja. Für mich hats definitiv die Sicht da erweitert. #00:12:00-6#

Interviewer: Was würdest du sagen? #00:11:59-4#

Markus: Ja also für mich auch. Zum Beispiel diese Faltung mit der Parabel kann man ja mit Zirkel&Lineal schlecht machen **(..)** was hatten wir noch so gemacht? **(...)** Ich weiß jetzt nicht, ob Winkeldrittelung, ob das auch mit Lineal ginge, aber auf jeden Fall hat man halt gesehen, dass mit Papierfalten viel mehr geht, als mit Zirkel&Lineal. #00:12:36-6#

Interviewer: Wenn du »vielmehr« sagst, könntest du das auch irgendwie konkretisieren? #00:12:42-7#

Markus: Hm **(..)** Naja, wie gesagt bei der Parabel man kann das ja oft wiederholen und dadurch hat man unendlich viele Möglichkeiten von Faltungen, die man dann machen kann. #00:13:00-0#

Interviewer: Das verstehe ich nicht ganz. **(..)** Kannst du das nochmal erklären? #00:13:03-1#

Markus: Ja wenn man jetzt diese Faltung mit der Parabel macht (**Interviewer:** was meinst du konkret?) also **(..)** ein Punkt auf ne Gerade, sodass der entstehende Falz wieder durch einen Punkt geht. Wo man praktisch diese Tangente an der Parabel hat. (**Interviewer:** Genau, dass was Jens gemeint hat) genau. Wenn man diese Faltung so macht, entsteht ja dann praktisch eine Parabel und wenn man das halt mit mehreren Geraden und Punkten halt macht, entstehen dann, können dann mehr Parabel entstehen oder **(..)** und das kann man dann so fortführen, dass man dann irgendwann eine Vielzahl von Möglichkeiten hat, an Faltungen. #00:13:51-4#

Interviewer: Wie ist jetzt dein Zusammenhang zu Zirkel&Lineal Konstruktionen?

#00:13:55-2#

Markus: Ich meine halt, weil man mit Zirkel&Lineal jetzt keine Parabel direkt hinbekommen kann, und so kann man halt das dann beliebig falten. #00:14:05-8#

Interviewer: Würdest du dann sagen, dass diese Parabel 1-fach-Origami konstruiert ist? #00:14:13-6#

(..) #00:14:16-7#

Interviewer: Du sagst es entsteht eine Parabel und würdest du sagen die ist mit 1-fach-Origami konstruiert? Sozusagen als Vergleich zwischen Zirkel&Lineal Konstruktionen und 1-fach-Origami oder wie schätzt du das ein? Weil das ist mir nicht ganz klar. Weißt du was er sagt oder was ich meine? #00:14:37-8#

Jens: Ich würde sagen, dass es dann keine 1-fach-Origami wäre, auch die Tangenten an die Parabeln kann man ja auch mit Zirkel&Lineal konstruieren, nur eine simultane Tangente an zwei Parabeln das ging nicht mit Zirkel&Lineal. Und dass was du jetzt meinst, dass Parabel entsteht, dass wir ganz viele so Tangenten gemacht haben, und dass man dann quasi die Parabel so erkennt. Und damit das aber WIRKLICH eine Parabel ist, müsste ich im Prinzip alle Tangenten zeichnen, also unendlich viele und das würde sich mit dem unendlich viele Schritte beißen. **(..)** Genau. Aber weiß nicht, ob ich das richtig verstanden habe. #00:15:18-5#

Markus: Ja ok, ja. #00:15:23-1#

(..) #00:15:26-6#

Jens: Aber eine Sache, die eben mit Zirkel&Lineal nicht ging, wäre genau das mit simultane Tangente zeichnen. #00:15:34-1#

Interviewer: Könntest du das vielleicht konkretisieren? Markus sagt man kann viel mehr mit 1-fach-Origami als mit Zirkel&Lineal. Kriegen wir das vielleicht auf eine Aussage runter? Also sozusagen was heißt viel mehr? Ist das eine Konstruktion mehr, die wir machen können, oder zwei Konstruktionen? Könnt ihr das vielleicht präzisieren? #00:15:54-3#

Jens: (lacht) Man kann da quasi mit Algebra ran gehen, aber das weiß ich nicht genau wie das war, auf jeden Fall kann man da bei Zirkel&Lineal ganz klare Aussage machen, was konstruierbar ist und was nicht. Und das muss bei 1-fach-Origami definitiv was anderes sein, **(unverständlich)** wird sicherlich auch Einschränkungen geben als **(unverständlich)** zum Beispiel Winkeldrittelung hatten wir schon, das geht mit Zirkel&Lineal nicht, aber mit 1-fach-Origami hatten wir das sogar gemacht und das mit der simultanen Tangente wäre auf jeden Fall auch noch ein Beispiel. **(..)** Was hatten wir noch? Das sind jetzt so zwei Beispiele, die mir so **(..)** direkt einfallen. Kann gut sein, dass wir da noch andere Sachen hatten. Aber mehr fällt mir so direkt nicht ein. #00:17:00-3#

Interviewer: Also so wie ich das verstehe: Der Unterschied zwischen Zirkel&Lineal

Konstruktionen und 1-fach-Origami das sind vielleicht so 2-3 besondere Faltungen und das wars dann schon als Unterschied. So verstehe ich das. #00:17:13-4#

Jens: Jaa, je nachdem wie viel man aus diesen Sachen, die man zusätzlich machen kann, generieren kann an konstruierbaren Sachen. Das wird vermutlich **(..)** also die Grundfaltung, die man mehr machen kann, läuft vermutlich auf irgendwie auf die simultane Tangente raus, die wir mit Zirkel&Lineal nicht machen können. ja. Was sich dadraus alles ergibt an Sachen, die man letzten Endes damit konstruieren kann, die sonst nicht gehen, ist für mich schwer abzuschätzen, aber wird sicher mehr sein, als die zwei Sachen, die ich gesagt hab. #00:17:58-8#

Interviewer: Aja, ok. Jetzt verstehe ich das: Du meinst es gibt vielleicht eine konkrete Konstruktion, die mehr ist, aber es gibt vielleicht mehrere konstruierbare Punkte, die #00:18:02-8#

Jens: genau, die dadurch ermöglicht werden. Also dass man das machen kann. #00:18:07-4#

Interviewer: Du hast am Anfang, als du 1-fach-Origami beschrieben hast, du hast gesagt, Markus, da kann man kubische Gleichungen, oder sowas lösen. Kannst du das etwas genauer beschreiben, was meinst du damit? #00:18:16-7#

Markus: Hmm. Genau erinnere ich mich jetzt auch nicht mehr, aber wir hatten ja auf jeden Fall dieses Blatt, wo wir irgendwie die Ecke an die Kante faltet, wo dann die dritte Wurzel von irgendwas war. Und das konnte man mit äh Origami lösen, aber mit Zirkel&Lineal ging das nicht. Aber mehr kann ich dazu auch nicht sagen. #00:18:44-5#

Interviewer: Jens, kannst du helfen? #00:18:49-5#

Jens: Ja, das hat gerade auf der simultanen Tangenten basiert. An zwei Parabeln. Wenn wir einmal bei diesem dritte Wurzel aus Zwei genau erst haben wir gedrittelt und dann eben den einen Punkt auf die Seite gefaltet und den anderen auf die eine der Drittellinien dann. Genau, das ist dann gerade die Faltung gewesen, Punkt auf Gerade, Punkt auf andere Gerade. Und ähm. Das war ein Beispiel wie man eine kubische Gleichung lösen konnte, wir hatten dann auch noch allgemein das nochmal gemacht. **(..)** Genau, war das nicht für beliebige Polynome und die Nullstellen oder so, also nicht nur kubische, aber das war auf jeden Fall schon ein bisschen schwieriger, ein bisschen ausprobieren, wie man da genau falten muss. Wie genau nochmal das ganz allgemeine kubische Gleichungen Lösen geht, würde ich aus dem Kopf gerade auch nicht hinbekommen. Aber wir haben definitiv gezeigt, dass es geht. #00:19:58-2#

Interviewer: Das was geht? #00:20:01-2#

Jens: Das man kubische Gleichungen lösen kann mit 1-fach-Origami. #00:20:01-2#

Interviewer: Eine Gleichung, zwei Gleichungen? **(..)** Oder wie? Was meinst du mit kubischen Gleichungen? Ein paar Beispiele? #00:20:09-2#

Jens: Jede beliebige kubische Gleichung. #00:20:09-2#

Interviewer: Ach so. Ok. Gut. Sowas wäre zum Beispiel, was ich mit Konkretisieren meinte. Gut. Lassen wir das. Reden wir ein bisschen über Axiome. Wie würdet ihr jemandem erklären, was ein Axiom. Vielleicht fangen wir klein an. #00:20:31-5#

Markus: Ne Grundannahme, die einer Theorie zu Grunde liegt und angenommen wird, ohne dass man sie beweisen muss. Und aus der sich die Theorie aufbaut und die anderen Sachen kann man aus den grundlegenden Axiomen folgern. So würde ich das jetzt erklären. #00:20:57-1#

Interviewer: ok. Würdest du das auch so sagen, oder wie siehst du das? #00:20:59-8#

Jens: Wie wir es dann aufgeschrieben haben, fand ich eigentlich ganz passend. Einfach, dass man ein Axiom als eine Aussage, die wir besonders auszeichnen, die wir Axiom einfach nennen, betrachten, die weder wahr noch falsch ist, die man als eine Grundlage nehmen kann, um dadraus irgendwelche Folgerungen zu ziehen. Per Logik dann. Und wenn man dann diese Axiome als sinnvoll erachtet, dann hat man oder als wahr annehmen will, dann kann man all diese Folgerungen auch nutzen als auch wahr. Soll heißen, wenn ich diese Grundaxiome von der euklidischen Geometrie mit denen kann ich leben, erscheinen mir sinnvoll, dann kann ich quasi alle Folgerungen, die ich dadraus gewonnen haben, anwenden und sagen, dass die auch wahr sind, die auf die Umwelt anwenden, irgendwelche Folgerungen. #00:22:11-4#

Interviewer: Wie würdet ihr vielleicht konkret einer Schülerin erklären, was ein Axiom ist? Wenn jemand, »Herr B. was ist ein Axiom?«, was würdet ihr dann sagen? #00:22:25-0#

Interviewer: Wir können natürlich bei der jetzigen Formulierung bleiben, mich interessiert nur, ändert sich die Erklärung? Eine Sache: Wie stellt ihr euch selber ein Axiom vor und was würdet ihr einem Schüler sagen? #00:22:43-2#

Markus: Ich würd jetzt meins nicht großartig ändern. Weils eigentlich so verständlich ist, finde ich jetzt. Dass es die Grundannahme der Theorie ist, auf der alles aufbaut. #00:22:55-9#

Jens: Im Großen und Ganzen würde ich meins auch so lassen. Weils eine Aussage ist, die nicht bewiesen werden kann auf jeden Fall. Das wäre für mich ein wichtiger Punkt. Die man einfach glauben muss, dass es im Prinzip der Grundstein ist von unseren mathematischen Theorien, die meistens schön anschaulich oder einsichtig sind. Dass man sie einfach mal glaubt. Und wenn man die als wahr ansieht, dann kann man dadraus all die Sachen folgern, die man in der Mathematik so an Aussagen hat. #00:23:33-4#

Interviewer: Ok, aber jetzt sagst du etwas interessanter, was **(..)** da möchte ich nachfragen. Du sagst das kann nicht bewiesen und muss geglaubt werden. #00:23:48-7#

Jens: Also muss natürlich nicht **(lacht)** aber wenns selbst als falsch ansieht, dann ist natürlich auch alles, was aus diesen Axiomen folgt, bedeutungslos für einen. #00:24:00-5#

Interviewer: Ja gut, aber wenn das tatsächlich passiert. Angenommen, ihr würdet, jetzt vielleicht ein bisschen unrealistisch, aber vielleicht habt ihr eine Diskussion mit einer **(..)** sehr interessierten Schülerin und sie fragt, was ist ein Axiom, und dann sagt ihr, dass ist halt, muss man glauben und kann nicht bewiesen werden. Und wenn sie sagt, warum denn eigentlich? Warum a) muss ich das glauben und b) warum kann man das nicht beweisen? Was ist das Problem dabei? Was würdet ihr sagen? #00:24:27-5#

Markus: Wenn mans beweisen könnte, würde ich sagen, gibts noch andere Sachen, aus denen das Axiom selbst folgt, und diese Sachen wiederum die Axiome, die grundlegenden und dann würde ich vielleicht noch sagen, dass ein Axiom umso glaubhafter ist, desto länger es sich bewährt hat, im Laufe der Zeit. Also, wenn man jetzt keine Gegenbeispiele oder Sachen gefunden, die jetzt widersprüchlich zum Axiomen sind, dann wirds ja glaubhafter und deswegen liegts dann auch nah, das als wahr erstmal anzunehmen. #00:25:05-6#

Interviewer: Ok, also ich kenne den Satz von Pythagoras und den kenne ich auch schon länger und der erscheint mir auch als wahr und ich habe auch keine Gegenbeispiele gesehen, würde ich dann sagen. Kann ich das Axiom akzeptieren oder annehmen? #00:25:20-7#

Markus: Hm. Da gibts sicherlich noch Dinge, aus denen er folgt. Weil den **(..)** ich habe jetzt zwar noch nicht Geometriedidaktik, aber es hieß, dass man den auf viele verschiedene Arten beweist. Also folgt er ja schließlich aus **(..)** anderen grundlegenden Dingen, also wärs jetzt besser, die anderen Sachen, aus denen dieser Satz folgt, als Axiom anzunehmen anstatt des Satz von Pythagoras selbst. #00:25:54-0#

Jens: Genau. Aber können würde man prinzipiell schon, wäre nur nicht so, dass was als das Beste Axiomensystem oder Axiom ansehen würde. #00:26:07-8#

Interviewer: Was wäre denn das Beste? Wie beurteilt ihr das? #00:26:10-6#

Jens: Ja eben **(lacht)** Wenn man die letzte Stunde wegdenkt, was ein bisschen kaputt gemacht hat **(lacht)** dann einfach so ein minimales Axiomensystem aus solchen Axiomen, aus denen die gesamte Theorie, die man eben darstellen will, folgt. **(..)** Soll widerspruchsfrei sein, **(nicht wichtig)** und was hatten wir noch **(..)** und vollständig, dass alles daraus folgt. **(..)** Aber erstmal prinzipiell kann man jede Aussage als Axiom annehmen, folgt dann halt die entsprechende Theorie daraus. Die ist dann mehr oder weniger sinnvoll. #00:27:03-7#

Interviewer: Aber jetzt konkret. Angenommen, irgendwann macht ihr ja Pythagoras in der Schule, wenn ihr dann selber unterrichtet. Und dann irgendwie beweist ihr das dann auch. Vermutlich. Oder erklärt das irgendwie. Und dann läuft das auf irgendwelche Axiome zurück oder wie auch immer. Wie stellt ihr euch das konkret vor? Auch wenn du sagst, du weißt nicht wie man das konkret beweist, aber wie würde das dann so funktionieren im Wesentlichen? Wenn ihr diese Sätze zurückführen wollt auf Axiome? Ich weiß nicht, Pythagoras ist 7.,8., 9. Klasse vielleicht, wie wird man das konkret machen, was ist sozusagen die Idee dahinter; diesen Satz auf irgendwas zurückzuführen. Wie stellt ihr euch das vor? #00:27:40-0#

Jens: ich glaube, weniger, dass man das auf Axiome zurückführt, sondern eher auf so bekannte Sachen, bekannte Sätze dann schon. Auch wenn die in der Schule nicht Sätze heißen. Aber genau irgendwas was schon als eine Aussage bekannt ist und dass mans darauf zurückführt. Und Axiome selbst kommen in der Schule **(..)** wir hatten das am Anfang der Geometrie tatsächlich, aber sonst eigentlich gar nicht. Da wird es tatsächlich, wenn dann intuitiv quasi gehandhabt. Weil die meisten Axiome ja auch irgendwie so intuitiv unserer ganzen Erfahrung, die wir schon gemacht haben, so entsprechen. #00:28:31-5#

Interviewer: Ja, das verstehe ich nicht ganz. Du meinst, was habt ihr für Axiome gemacht in der Geometrie? #00:28:39-8#

Jens: Was ein Punkt ist, also ohne Ausdehnung und Länge und sonst irgendwas **(..)** dann quasi eine Gerade. Also das war schon relativ ähnlich zu dem **(..)** weiß nicht, war das der Euklid, der das mit der Ausdehnung und Länge und so weiter drin hatte (**Interviewer:** Ich glaube schon) oder war das von jemand anderem? **(..)** Aber auf jeden Fall, wir haben das tatsächlich ziemlich genau so am Anfang gemacht, durch zwei Punkte eine Gerade festgelegt und #00:29:11-9#

Interviewer: Und wie liefs dann weiter? #00:29:14-0#

Jens: Ja nachdem wir das so mal einfach geklärt war, verlief der Geometrieunterricht relativ normal, also ich glaube wir haben ein bisschen mehr bewiesen als das vielleicht normal üblich ist, aber ja, wir sind nicht ständig hergegangen und haben alles auf diese Grundaxiome zurückgeführt oder so. Das war eher so für das Grundverständnis am Anfang, was das sein und die mathematische Idealisierung im Gegensatz ich zeichne wirklich einen Strich und so weiter, also da hatte unser Lehrer damals relativ viel Wert darauf gelegt. #00:29:56-2#

Interviewer: Und in welcher Klasse war das, diese ganzen Axiome? #00:30:02-1#

Jens: Weiß gar nicht, wann man das erste Mal Geometrie macht. Aber wann das war? #00:30:07-9#

(nicht wichtig) #00:30:09-7#

Interviewer: Wie würdest du das sagen, Markus? War das bei dir auch so in der Schule? #00:30:24-9#

Markus: Ne, also bei mir war das so, wir haben eigentlich sehr sehr wenig bewiesen, beim Satz des Pythagoras, weiß ich noch, zum Beispiel hatten wir diese Quadrate dann gezeichnet an die Flächen und haben das dann ausgeschnitten und eingeklebt in das andere Quadrat, dass man sieht, dass es übereinstimmt. **(..)** #00:30:46-9#

Interviewer: Das würdest du als Beweis akzeptieren? Oder nicht? Was willst du damit sagen? #00:30:49-8#

Markus: Damals habe ich das als Beweis akzeptiert, aber obs jetzt richtig formaler Beweis ist, glaube ich nicht, jedenfalls in der Schule ist das Beweisen meiner Ansicht nach so, dass mans eh auf bekannte Sachen zurückführt und die Schüler das besser verstehen und einen Sinn sehen, warum man jetzt auf diese neue Aussage gekommen ist. #00:31:16-5#

(..) #00:31:20-3#

Interviewer: Kannst du vielleicht ein Beispiel geben, was wäre für dich so eine bekannte Sache? #00:31:25-1#

(..) #00:31:30-1#

Interviewer: Also nur, dass ich genau weiß, wovon du sprichst. #00:31:33-2#

Markus: Ja. Also schon der Satz von Pythagoras, würde ich jetzt schon sagen. **(..)** Was anderes #00:31:41-0#

Interviewer: Wobei, wenn das eine bekannte Sachen ist, brauchst du es auch nicht begründen? Oder wie stellst du dir das vor? #00:31:45-1#

Markus: Ach so, beim vom Pythagoras jetzt? Jaa, auf die Flächen von Quadraten, zum Beispiel. #00:32:01-2#

(..) #00:32:02-9#

Interviewer: Wie würdet ihr das eigentlich einschätzen, so eine philosophische Frage: Welche Rollen sollen denn Axiome spielen in der Schule? Jetzt vielleicht konkret im Geometrieunterricht? #00:32:15-2#

Markus: Mja, schlecht finde ichs nicht, wenn man am Anfang mit Axiomen anfängt, dann hat man ein bisschen Struktur drin, wodrauf dann das andere aufbaut; passt ja in Geometrieunterricht ziemlich gut, ja, aber halt jetzt nicht so extrem mathematisch, dass dann zu viel Aufwand wird, das alles aufzuschreiben, zu formulieren für die Schule. #00:32:41-6#

Interviewer: Könntest du dir das vorstellen, wie diese Axiome dann ausschauen könnten? Die Axiome, die du dann an den Anfang stellst. #00:32:51-5#

Markus: Ja, also ich glaube Punkt würde ich in der Schule schon definieren. #00:32:57-2#

Interviewer: Jetzt forderst du mich heraus: wie würdest du ihn definieren?

#00:33:03-4#

Markus: Also ich würde auch sagen, was keine Länge und keine Dicke hat, also dimensionslos ist und dass man halt was hat, worauf man aufbauen kann. Aber ob ich jetzt, weil wir das nicht gemacht haben, kann ich auch schlecht sagen, genau, so dass man ein bisschen mehr Struktur drin hat. #00:33:24-6#

Interviewer: Und jetzt nur noch konkret: Wenn du jetzt darüber nachdenken müsstest, du kommst in die Schule und du willst das konkreter machen, wie würdest du das machen? Also ich meine, wie würdest du das angehen? #00:33:40-7#

Markus: Ich würde vielleicht erst Punkt definieren, dann würde ich Gerade definieren, durch zwei Punkte immer eine Gerade verläuft, dann kann man daraus auch noch zum Beispiel Strecke definieren, dass dann eben die Strecke zwischen zwei Punkten, praktisch die Gerade ist, begrenzt durch die Punkte oder so. #00:34:23-4#

Interviewer: Wie siehst du das, Jens? #00:34:22-9#

Jens: Mja, auch relativ ähnlich. Ich fand auch die Aussage durch zwei Punkte geht genau eine Gerade und so, fand ich eigentlich auch wenn das nichts großes ist, schon ganz fruchtbar, weil wenn man später analytische Geometrie hat, dann gehts auch genau dadrum, was brauche ich, um eine Gerade aufzustellen und das war dann, für mich zumindest, vollkommen klar, wenn ich zwei Punkte habe, dann kann ich damit eine Gerade aufstellen **(..)** also ich finde schon gerade weil das ja relativ am Anfang ist, eigentlich ganz sinnvoll, wenn man da schon oft eher intuitiv als formell korrekter macht, weil das machts ja nicht unbedingt leichter verständlich für die Schüler, aber dass es so generell thematisiert wird, finde ich eigentlich ganz gut, gerade, wenn man so man macht seine Zeichnungen, die natürlich nur schlechte Darstellungen der mathematischen Idealisierungen sind und dass man da auch darauf eingeht, damit auch den Schülern auch klar ist, dass wenn man etwas grafisch löst, dass es nie genau ist, wie wenn ich so rechne oder beweise. Ich würds auf jeden Fall in abgespeckter Version, aber würds schon irgendwie ansprechen. #00:36:07-8#

Interviewer: Wie würdet ihr das machen? Stellt euch vor, diese eine Schülerin kommt zu euch und sagt, naja, diese Gerade, die wir zeichnen, die hat ja sehr wohl eine Dicke, sonst würde ich sie ja nicht sehen. Ja? Oder so ein Punkt, der ist ja durchaus sichtbar und sie will partout nicht verstehen, was das heißen soll – dimensionslos. Weil ich sehe ja diesen Punkt. Wie würdet ihr das klären? Ich weiß nicht, ob jetzt so viele Kinder tatsächlich komme und solche Fragen stellen, aber das könnte ich mir schon vorstellen, so eine idealisierte Situation. Wie würdet ihr dieses Problem lösen? #00:36:52-5#

Jens: Mja, im Prinzip, dass man die mathematische Welt von dem, was wir jetzt wirklich physisch zeichnen können eben trennen muss **(..)** ja **(..)** #00:37:09-7#

Interviewer: Diese Schülerin sagt dann, was für eine mathematische Welt, die kenn ich ja nicht, ich sehe ja nur, was ich sehe, was meinen Sie, Herr B. mit mathematischer Welt? #00:37:15-8#

Jens: Ja, wenn ich quasi einen Punkt mache, dann meine ich damit wirklich eine einzige Stelle; ich glaube das sehen die Schüler schon quasi ein, dass ein Punkt so eine einzige Stelle sein soll. Und natürlich ist mein Stift unendlich dünn, das heißt ich habe immer so einen Bereich, den ich punktmäßig so zeichnen kann, aber das sein stehen für eine einzige Stelle und **(..)** ja **(lacht)** wenn ich zum Beispiel zwei Geraden habe, die sich schneiden, dann sollen sie sich nicht in einem ganzen Bereich schneiden, sondern es soll eine einzige Schnittstelle geben. Und wenn ich das zeichne, dann habe ich das auch wieder nicht, aber ich möchte das quasi mathematisch eben ja gerne so haben. **(..)** Weils halt meine Idealisierung ist, mit der ich arbeite. #00:38:15-7#

Interviewer: Das heißt diese motivierte Schülerin könnte sagen, naja das heißt wie betreiben etwas, was eigentlich gar nicht existiert, weil wir sehen ja niemals, dass zwei Geraden sich in einem Punkt schneiden. Wir sehen immer, dass sie sich in einer Fläche schneiden. Und diese Mathematik wie soll sie überhaupt richtig sein, wenn ich sowas gar nicht beobachte? #00:38:35-2#

Jens: Die Mathematik ist ja nicht nur, dass ich quasi so gezeichnete Sachen beschreiben kann, sondern ist eine Denkweise, mit der ich viele Sachen machen kann. Zum Beispiel in der Physik kann man ja sehr wohl irgendwas benutzen, um irgendwas irgendwie **(..)** ja nicht zu beweisen, man kann nichts beweisen in der Physik, aber zumindest irgendwie neue Schlussfolgerungen aufzustellen, die man irgendwie überprüfen kann. Und die haben sie sich nunmal sehr oft bewahrheitet, insofern die Mathematik ist tatsächlich etwas Ausgedachtes, kann man nicht anders sagen, weil man kann sie ja für Hundertausend Sachen sehr erfolgreich benutzen und insofern hat das schon seine Berechtigung, dass man das so quasi macht. #00:39:29-0#

Interviewer: Sozusagen, wenn ich das überspitzt formuliere, dann sagst du der Schülerin, weil ich das sage, weil ich recht habe, #00:39:39-3#

Jens: Nene, weil man das (**Interviewer:** spätestens in zehn Jahren Sinn gibt) sehr sehr oft bewahrheitet. Und für das Beispiel, ich kann ja, wenn ich Geraden, die ich hinzeichne, beschreiben will, klar, dann sehe ich niemals diese Idealisierung, dass es wirklich eindimensionale Gebilde sind, aber es geht um die Denkweise, die ich für viele Sachen anwenden kann. **(..)** Um diese anschauliche Darstellung hat die Schülerin recht, aber das ist eben nicht alles, worum es da geht. #00:40:16-4#

Interviewer: Markus, würdest du das auch so lösen, oder hast du eine ultimative Lösung? #00:40:19-6#

Markus: Ne, ich würds, also viel anders würde ichs auch nicht erklären, es ist auch sehr schwer das zu erklären. Das ist halt einfach nur in der Mathematik ist halt das Idealisierteste und zeichnen kann man ja nicht minimal dünn oder unendlich dünn, dass mans sich veranschaulichen kann. Aber anders würde ich das auch nicht erklären. #00:40:48-5#

Interviewer: Um warum haltet ihr an dieser Vorstellung fest, dass man denen das erklären sollte? Also dass man sagt durch zwei Punkte geht eine Gerade. Oder zum Beispiel, dass zwei Geraden sich in einem Punkt schneiden, weil man könnte das sagen, ist halt nicht so, wir beobachten das nicht, also wir beobachten ja eher dass es ein Bereich ist, eine Fläche als ein Punkt. Warum muss man das dann überhaupt noch sagen, warum wollt ihr diese Formulierung bringen am Anfang; weil ihr beide sagt, eigentlich wäre das schon in Ordnung diese Axiome zu erwähnen. #00:41:26-5#

Jens: Also man benutzt dann auch ständig, dass es ein Schnittpunkt sein soll. Also ich meine, bei jeder Konstruktion dann meinetwegen Mittelsenkrechte, ziehe ich meine zwei Kreise und dann sage ich, dass es ein Schnittpunkt da, also auf der anderen Seite nochmal, aber genau, da benutze ich ja die ganze Zeit, insofern, also da kommt man bestimmt auch durch, wenn am Anfang das einfach übergeht und sagt, da ist ein Schnittpunkt, aber ich finde das jetzt nicht verkehrt, das am Anfang wirklich anzusprechen, weil ich schon glaube, dass manche Schüler schon dazu bringt, dass sie sinnvolle Sachen akzeptieren und nicht dass man sie quasi vorenthält und sie gar nicht auf die Idee kommen, sich zu fragen, sondern dass man denen die Erkenntnis schon mitgeben kann, ja, da gibts einen Widerspruch zwischen dem, was ich sehe, und dem, was ich sage, was da passiert, aber das ist quasi etwas, mit dem man leben kann, weil das eine sinnvolle Idealisierung ist und wir müssen mit dem arbeiten, was wir physisch machen können und da können wir die Idealisierung nicht umsetzen, aber halt so gut wie es geht, können wir uns die Sachen anschaulich machen. #00:42:39-7#

Interviewer: Könntet ihr euch vielleicht vorstellen, welche Probleme Schülerinnen und Schüler mit Axiomen haben **(..)** also jetzt haben wir ja ein Problem besprochen, dass es irgendwie man sagt etwas, aber man sieht das ja nicht, man muss sich schon auf diese abstrakte Denkweise einigen; könntet ihr vorstellen, was die sonst für Probleme mit Axiomen haben? #00:43:06-8#

Interviewer: Oder haben sie nicht? #00:43:09-8#

Markus: Allgemein vielleicht wie sie formuliert sind. So, wenn man sie in der mathematischen Sprechweise hinschreibt, und die vielleicht noch in der fünften Klasse sind, wenn man das in der Geometrie praktisch macht, könnten sie damit dann auch schon Probleme haben. Allein schon mit den mathematischen Begriffen erstmal, dass sie überhaupt verstehen, was damit gemeint ist. #00:43:45-1#

Interviewer: Was würdet ihr sagen: Wenn wir jetzt zurück in die Uni gehen; würdet ihr sagen, dass eure Kommilitonen, wenn ihr an die denkt, Probleme mit Axiomen haben, oder eher nicht? #00:43:59-5#

Jens: (lacht) (..) (**Interviewer:** Mit dieser Denkweise will ich sagen) ist schwer einzuschätzen. So ultimativ ausführlich werden Axiome ja meistens auch nicht behandelt, kommen ganz am Anfang irgendwie vor, wobei da auch nur Definitionen **(..)** so wirklich Axiome haben wir glaube ich nur am Anfang von Analysis gehabt und sonst **(..)** eher sehr wenig. Und dann läufts eher auf Wir definieren irgendwas neues, einen Vektorraum oder so. Und dann hat man noch Beweise **(unverständlich)** ich glaube nicht, dass man sich so viel damit auseinander setzt, ehrlich gesagt, insofern sehr schwer zu sagen, ob sie da Probleme da haben, weil die Probleme nie zu Tage treten würden **(lacht)** #00:45:03-4#

Interviewer: Was sagst du dazu? #00:45:05-5#

Markus: Ich weiß auch nicht genau, weil eher kommen die Probleme beim Beweisen von Dingen oder sowas. (**Interviewer:** Was denn zum Beispiel?) Bei direkt Axiomen. Bei Übungsblätteraufgaben, alles mögliche. Erstmal auf die Beweise zu kommen, aber Axiome hatten wir jetzt, wir hatten nicht mal in Analysis Axiome **(lacht)** und in LinA glaube auch nicht. Deswegen **(..)** mehr hatten wir noch nicht gehabt bisher, deswegen denke ich auch nicht, dass die Axiome so schwer zu verstehen sind. #00:45:47-4#

Interviewer: Wenn ich das so frage, worauf basiert dann die lineare Algebra, dieser ganze Vektorraumbegriff **(..)** am Anfang habt ihr ja gesagt, eine Theorie (und du hast gesagt, Jens), dass jede Theorie aus den Axiomen entspringt. Was sind denn die Axiome der Vektorraumtheorie, der linearen Algebra. Wenn ihr sagt, das habt ihr nicht gemacht. #00:46:11-9#

Jens: Ja, die grundlegenden Axiome sind einem meistens nicht wirklich bewusst, weil die oft auch übergangen werden, mehr oder weniger. **(..)** Es ist die Frage, was man da **(..)** die Definitionen und so, könnte man natürlich anbringen, die basieren natürlich schon auch auf anderen Sachen. Da **(unverständlich)** Axiome anzugeben, ist vermutlich irgendwie schwer. Gewisse Rechenstrukturen sollen existieren, aber will man quasi sagen, was diese Rechenstrukturen sein sollen, ist dann auch **(unverständlich)** auf anderen Sachen. #00:47:00-2#

Interviewer: Aber, so wie ich das verstehe, die Vektorraumtheorie, die lineare Algebra, wenn man so will, sie betreibt ihr ohne diese Grundaxiome anzugeben oder so? Oder wie? #00:47:15-5#

Jens: Mehr oder weniger. **(lacht)** Es wird nicht wirklich Axiome genannt. Ich weiß nicht, ob man die Definition von den Rechenstrukturen einfach so als Axiome ansehen würde/könnte/sollte. So, Abgeschlossenheit und so weiter. Wenn das die Axiome schon sind und man sie nicht weiter reduziert, dann werden die schon angesprochen, aber ich glaube, eigentlich kann man das schon wahrscheinlich noch weiter **(..)** oder auch nicht **(..)** vielleicht sind das wirklich schon die Axiome. **(lacht)** ich kanns gerade wirklich nicht einschätzen. #00:47:57-1#

Interviewer: Kannst du das einschätzen? #00:47:56-6#

Markus: Ne, ich weiß jetzt auch nicht genau, was die Axiome sind. Ich habe mich gerade nur zurückerinnert in LinA haben wir als allererstes gemacht, was eine Verknüpfung ist. Ob das jetzt schon das Axiom ist oder ob das **(..)** weil eigentlich, was eine Verknüpfung ist, ist ja was ganz Grundlegendes, aber ob das jetzt als Definition genommen wird oder als Axiom, weiß ich jetzt auch nicht. Auf jeden Fall haben wir daraus schon ziemlich viel gefolgert und dann kamen wir auf Vektorraum und alles. Es könnte, vielleicht ist das ja auch so ein Axiom, was man da zugrunde legt. #00:48:38-4#

Jens: Also Mengen bräuchten man auch schon davor. Es ist halt die Frage, was man schon sagt, man kann einfach drauf zurückgreifen und wir erweitern das nur um ein paar Axiome mit den wir dann irgendwas machen. ja. #00:48:53-9#

Markus: Mengen und das alles, Abbildungen, das hat man schon alles im Vorkurs gehabt, es wird dann meistens vorausgesetzt, deswegen könnte davon auch noch was mitreinspielen. #00:49:05-5#

Interviewer: Wie schätzt ihr das ein: Das interessante ist, ihr sagt an der Uni in der linearen Algebra macht ihr ein ganzes Semester oder sogar ein ganzes Jahr lang eine Theorie, bei der ihr eigentlich streng was beweist, aber die Axiome nicht kennt. Dagegen sagt ihr in der fünften Klasse wollt ihr Axiome zuerst einführen und dann trotzdem vielleicht nicht so genau formal Sachen beweisen. Ist das nicht seltsam diese Sichtweise? #00:49:42-1#

Jens: Na gut, ich halte eher nicht die Vorlesung, deswegen **(lacht)** niemand sagt, dass ich da auch nicht Axiome machen würde **(lacht)** #00:49:53-5#

Interviewer: Ach so ja stimmt, **mhm (bejahend)** #00:49:55-1#

Jens: Jaa, ich glaube man lässt sich schnell abspeisen, weils in der Schule viel läuft da intuitiv, das hat man schon immer so gelernt, dass man das so und so machen kann. Aber auf quasi welchen Axiomen so grundlegend das beruht, da wird man eben so darauf getrimmt, das zu übersehen und einfach hinzunehmen, in der Schule finde ich. **(..)** Zum Beispiel irgendwann ist mir das so gekommen, wieso soll zum Beispiel zwei mal drei dasselbe sein wie drei mal zwei? Das kriegt man in der Schule so beigebracht, aber wieso soll das eigentlich so sein? Und sowas wird halt **(..)** vollkommen übergangen, man akzeptiert das einfach so, weil man das von der ganzen **(unverständlich)** Schulzeit gewohnt ist, nimmt man das quasi an der Uni klaglos hin, dass das eher so intuitiv so wischi-waschi am Anfang gemacht wird und dann quasi hat man seine Anfangsdefinition **(unverständlich)** und sonst irgendwas und geht von denen eher sehr schnell weg und beweist irgendwelche weiteren Sachen (**Interviewer:** in der Uni? in der linearen Algebra, meinst du?) ja. Später greift man nie mehr auf die grundlegenden Sachen meistens zurück, sondern auf die Sätze, die man schon bewiesen hat und beweist dann mit denen weiter Sachen. Deswegen kommt diese Grundlagenebene meistens nur sehr kurz dran und da, wo sie dran kommt, nimmt man sie eher einfach so hin, glaube ich. Mein Eindruck, meine Meinung. #00:51:41-9#

Interviewer: Wie ist deine Meinung, Markus? #00:51:44-8#

Markus: Ja also, wie gesagt **(..)** genau kann ichs nicht sagen. Es ist auf der einen Seite ein bisschen blöd, dass man nicht mit den Axiomen anfängt (**Interviewer:** in der Uni jetzt?) ja, ja, vielleicht hätte dann einen besseren Überblick dann, wenn man wirklich bei Grundlegendstem anfängt. #00:52:07-5#

Interviewer: Was wäre für dich dabei zum Beispiel das Grundlegendste, kannst du dir vorstehen? #00:52:13-9#

Markus: Wie gesagt, wenn man jetzt nochmal zu Mengen das Wichtigste macht, wodrauf dann halt das mit der Verknüpfung aufbaut oder mit der Abbildung. **(..)** und in der Schule nochmal darauf zurück **(..)** das war ja nicht **(..)** ich würds nicht zu jedem Thema machen, sondern zum Beispiel in der Geometrie weil sichs da gut anbietet mit den Axiomen, das durchzuziehen, aber bei anderen Themen würde ichs nicht machen. Weils dann zu kompliziert ist und wahrscheinlich zu viel Zeit kosten würde im Lehrplan, wenn man jetzt noch Axiome einführt und dann darauf so alles aufbaut. Aber an der Uni finde ich das eigentlich nicht schlecht, wenn man das trotzdem nicht schlecht, wenn man das trotzdem machen würde immer. #00:52:59-8#

(...) #00:53:06-2#

(...) #00:53:22-4#

Interviewer: Springen wir vielleicht woanders. Jetzt ist der Moment gekommen, wo ihr ein bisschen was schreiben solltet. **(..)** Vielleicht machen wir das so: Zeichnet bitte ein Dreick. #00:53:57-3#

(zeichnen) #00:54:01-4#

Interviewer: Könnt ihr jetzt ein anderes Dreieck zeichnen, das anders ist als das, was ihr bisher gezeichnet habt. #00:54:20-2#

(zeichnen) #00:54:24-6#

Interviewer: Könnt ihr jetzt noch ein Dreieck zeichnen, das anders ist als die ersten zwei? #00:54:33-3#

(zeichnen) #00:54:43-1#

Jens: Kommt darauf an, was »anders« heißt **(lacht)** #00:54:46-2#

Interviewer: Such dir was aus. #00:54:49-6#

Jens: Es wäre nur gedreht wieder. #00:54:56-7#

(...) #00:55:06-9#

Interviewer: Könnt ihr noch fünf Dreiecke zeichnen, die anders sind als die ersten drei? Ihr müsst das nicht machen, aber vielleicht könnt ihr jetzt schon sagen, geht das, geht das nicht. #00:55:13-7#

Markus: Von den Seitenlängen her, schon. #00:55:22-0#

Markus: Aber jetzt von den Arten. Ich habe jetzt gleichseitig, rechtwinklig und gleichschenklig gibts jetzt keins mehr. Aber von Größe und Flächeninhalt her kann mans halt beliebig ändern. #00:55:41-3#

Interviewer: Würdest du das auch sagen? #00:55:42-1#

Jens: Ja. Man könnte noch dazu ein entartetes wenn man dazu nehmen will machen, aber ansonsten kommt das auf Drehung sollten das schon die Dreieckstypen sein. #00:55:57-2#

Interviewer: Wenn ich jetzt 10 verschiedene Dreiecke zeichnen wollte, wie würdet ihr das sagen, geht das, geht das nicht? #00:56:02-8#

(..) #00:56:08-8#

Markus: Geht, eigentlich. #00:56:09-2#

Jens: Kommt darauf an eben, was verschieden ist. #00:56:09-9#

Jens: Müsste man irgendwie festlegen. #00:56:14-1#

Interviewer: Ja, leg das mal fest. #00:56:11-1#

Jens: (..) Mja, ich würde dann sagen, verschieden würde heißen, dass es nicht durch Ähnlichkeitstransformationen ineinander übergehen soll, also durch Drehung, Streckung und so weiter. Und dann gehts eigentlich nicht, denke ich. #00:56:33-5#

Interviewer: Wie würdest du das sagen? #00:56:32-9#

Markus: Ich hätte jetzt einfach gesagt, verschieden heißt, dass entweder einer der Winkel oder eine der Seiten anders ist. (**Interviewer:** Ja und dann?) und das ginge dann zum Beispiel. #00:56:53-6#

Interviewer: Weil das sind jetzt verschiedene Antworten, die ihr gebt. Also könnt ihr euch #00:56:55-8#

Markus: Man hat ja sechs festlegende Eigenschaften, die drei Seiten und die drei Winkel und wenn man eine Seite ändert, **(...)** oder na gut, dann ändert sich auch noch Winkel oder auch noch andere Seiten, je nach dem wie mans halt ändert. Aber so kriegt man auf jeden Fall 10 verschiedene schon hin. (**Jens:** ja **(lacht) (unverständlich)**) Wenn mans jetzt so rum definiert. #00:57:29-8#

Interviewer: Und dann auch noch 30? #00:57:30-2#

Markus: bestimmt auch. #00:57:33-8#

Interviewer: Auch 1000? #00:57:35-1#

Markus: Man kann ja, wenn man von dem Dreieck ausgeht, kann man ja beliebig die Seite um 1 cm verlängern und dann kriegt man unendlich viele. #00:57:44-6#

Interviewer: Ok. Dann kriegen wir eine unendliche Serie. #00:57:48-8#

Jens: Also auch bezüglich meiner Definition. #00:57:49-2#

Jens: Wenn ich affin daraus würde, gäbe es tatsächlich keine anderen nicht gleichen. #00:57:58-6#

Interviewer: Ok, bleiben wir ein bisschen noch bei Dreiecken. Vielleicht erinnert ihr euch, im Pretest war so eine Frage: Stellt euch vor, eine Schülerin sagt zu euch, sie kann ein Dreieck zeichnen mit zwei rechten Winkeln. Was würdet ihr darauf antworten? #00:58:19-9#

Jens: Am einfachsten wäre »zeig mal« **(lacht)** (**Markus:** habe ich auch gemacht) ja. Also, da man vermutlich an der Stelle nicht auf nichteuklidische Geometrie eingehen will, vermute ich mal, wenn das in der 6.-7. Klasse ist, ist »zeig mal« tatsächlich am sinnvollsten, dass man da gar nicht darauf eingeht, dass es ist schon gehen kann, aber bei dem, was man betrachtet, immer in der Ebene zeichnet oder auf dem Blatt oder sonst irgendwas, dass es da nicht sein kann. #00:59:02-0#

Interviewer: Warum nicht? #00:59:05-3#

Jens: Weil die Winkelsumme im Dreieck 180 Grad ist, das kann man tatsächlich ganz leicht zeigen, also auch dass Schüler das ohne Probleme einsehen, wenn man Wechselwinkel und so weiter kennt. Und genau, wenn zwei Winkel schon 90 Grad haben, müsste der letzte ja 0 haben und das wäre dann kein Dreieck mehr. Oder man kanns quasi hinzeichnen, so eine Strecke und dann hier rechte Winkel und dann, ja, die schneiden sich nicht, das kann kein Dreieck geben. #00:59:37-3#

Interviewer: Welche Antwort würdet ihr bevorzugen? #00:59:49-6#

Markus: Ich würde bevorzugen »Schneiden sich nicht« (**Jens:** ja) #00:59:52-5#

Interviewer: Warum? #00:59:52-2#

Markus: Ja, weils davon ausgehend, wenn man zwei rechte Winkel hat, dann kann man halt eben das zeigen, das mit den rechten Winkeln und dann sieht man, schneidet sich nicht und außerdem muss man dann auch noch nicht kennen, dass die Innenwinkelsumme 180 Grad ist. Also man sieht schon aus dem Grund, dass sie sich nicht schneiden. #01:00:15-0#

Interviewer: Hier würde ich nachfragen: Du sagst, man sieht, dass sie sich nicht schneiden. Ich finde nicht, dass man das sieht. Genau genommen. Weil die können sich hier schneiden (zeigt in die Ferne) oder dadrüber. #01:00:27-3#

Jens: Man siehts nicht, aber man hat als Axiom akzeptiert, dass sich die Parallelen nicht schneiden (**Interviewer:** so!?) insofern ist das was für die Schüler bekanntes, ja. Sofern sie einsehen, dass das Parallelen sind. #01:00:44-4#

Interviewer: Davor hast du gesagt, wenn man jetzt nicht auf nichteuklidische Ebene oder sonst irgendwie Geometrie eingeht, dann geht das nicht. Ich vermute, dass du dann sagst, wenn ich doch auf nichteuklidische Geometrie eingehe, dass es klappt oder wie? Ginge das dann? #01:01:00-5#

Jens: Ja, dann könnte man, wenn die Schüler das kennen, vom Globus und so weiter. Einfach auf die Kugel eingehen, wo ich ohne Probleme ein Dreieck mit zwei rechten Winkeln zeichnen kann. #01:01:12-5#

Interviewer: (zu Markus) könntest du das auch? #01:01:11-2#

(..) #01:01:16-0#

Markus: Jetzt zeichnen oder was? #01:01:16-1#

Interviewer: mhm (bejahend) oder kannst du dir das vorstellen überhaupt? #01:01:17-5#

Markus: Ja. Vorstellen kann ichs mir auch. #01:01:21-9#

Interviewer: Könnt ihr das auch zeichnen? #01:01:23-4#

(lacht) #01:01:26-7#

Interviewer: Oder zumindest andeuten, damit ich verstehe, was ihr meint? #01:01:32-4#

Jens: Ich kanns probieren, aber dreidimensionale Kugel sind **(lacht) (..)** wenn ich jetzt den Äquator hätte (zeichnet) und das quasi als Dreieck (zeichnet). #01:02:06-0#

Interviewer: Aber letztendlich habt ihr das ja gezeichnet, das heißt die Schülerin hatte vielleicht das im Kopf oder so. Letztendlich ist das sogar eine zweidimensionale Darstellung. #01:02:12-1#

Markus: Ja. Am besten ist das dann halt, wenn man eine Kugel hat und das darauf zeigt und dann halt eben, dass man nochmal betont, dass es halt auf einer geraden Fläche nicht geht. #01:02:24-0#

Interviewer: Was ist eine gerade Fläche? #01:02:26-4#

Markus: Naja, hier **(lacht)** #01:02:34-8#

Interviewer: Sie hat gesagt sie kann ein Dreieck zeichnen mit zwei rechten Winkeln. #01:02:34-8#

Jens: Ja, allerdings sind das in der normalen euklidischen Ebene keine Geraden und insofern wäre das kein Dreieck mehr in der euklidischen Sprache. #01:02:46-3#

Interviewer: Wobei sie dann natürlich nachfragt, warum sind das denn keine Geraden. #01:02:52-1#

Markus: Geraden sinds, aber wenn man jetzt aufm **(..)** geraden Untergrund zeichnen würde, dann müsste sie parallel sein und bei der Kugel müssen sies nicht sein, deswegen. #01:03:06-8#

Interviewer: Ja, aber das ist ja auf einem geraden Untergrund? #01:03:07-8#

Markus: Weil wir die Kugel so auf dem Blatt so angedeutet haben. **(lacht)** #01:03:14-1#

Interviewer: Na gut. Jetzt **(unverständlich)** raus. Ok. Gut, schön. Jetzt haben wir die Dreiecke gut verstanden. Der nächste natürliche Schritt ist ein Viereck. Ich will euch was geben zum Lesen. Das kennt ihr aus dem Pretest. Man hat ein Viereck und drei Eigenschaften, die ein Viereck haben kann und dann habe ich so fünf Folgerungen daraus gezogen. Könnt ihr vielleicht kurz darüber nachdenken und mir sagen, welche der Aussagen ihr für richtig und welche für falsch erachtet und warum? #01:04:00-7#

(lesen) #01:04:05-2#

Interviewer: Könnt ihr euch vielleicht auf etwas einigen? #01:05:36-8#

Interviewer: Was würdet ihr sagen? #01:05:44-3#

Jens: Die einzige, wo beide richtig waren, war die c bei mir. #01:05:49-7#

Markus: Ja, bei mir auch. #01:05:48-1#

Interviewer: Könnt ihr vielleicht ganz kurz erklären, warum die anderen nicht richtig sind aus eurer Sicht? #01:05:56-1#

Jens: Im Prinzip braucht man nur ein Gegenbeispiel. Bei der a wäre die falsche wäre d => q. Da könnte man als ein leichtes Gegenbeispiel ein Rechteck nehmen, das hätte auch gleichlange Diagonalen, ist aber kein Quadrat. Dann kann man natürlich begründen, warum das kein Quadrat ist, aber **(..)** das ist ja klar. **(nicht wichtig)** #01:06:37-5#

Markus: bei der b der erste Teil stimmt, aber der zweite nicht. r => q. **(nicht wichtig)** #01:07:01-6#

Jens: Die erste ist aber auch falsch, hatte ich aber auch erst als richtig. #01:07:04-7#

Jens: Da kann man auch einen Drachen nehmen. Also die Diagonalen müssen sich nicht halbieren. Man kann die eine einfach so verschieben und wärs ja kein Rechteck mehr. #01:07:17-3#

Markus: Ja, stimmt. #01:07:20-5#

Interviewer: Ok. #01:07:23-8#

Jens: Gut, die c war richtig, bei der d das hatten wir schon. (e hatten wir auch schon). #01:07:44-8#

Interviewer: Wie ist das eigentlich bei c? Das mit den anderen das sehe ich natürlich schnell ein, mit Gegenbeispielen. Warum ist eigentlich c richtig? Was würdet ihr sagen? #01:07:55-0#

Jens: Einfach mit den Eigenschaften, die man sagt, dass es ein Quadrat oder Rechteck haben soll, damit wirs so nennen, kann man eben zeigen, dass jedes Quadrat auch die Eigenschaften von einem Rechteck einfach erfüllt. #01:08:10-0#

Interviewer: Ok, das sehe ich ein. #01:08:13-3#

Interviewer: Aber die Aussage besteht aus zwei Teilen. #01:08:16-5#

Jens: Und ja. Dann Rechteck kann man über Symmetrie erklären **(..)** würde ich zumindest als leichtestes ansehen. #01:08:32-6#

Interviewer: Könnt ihr das ein bisschen präzisieren. Wie meinst du das konkret? #01:08:37-4#

Interviewer: Also die Aussage ist, ein Rechteck hat gleichlange Diagonalen. Warum ist das so? #01:08:41-3#

Jens: Kann man zum Beispiel mit kongruenten Dreiecken oder so hantieren. Dass man quasi Diagonalen einzeichnet und dann jeweils das Dreieck drehen kann auf dass die andere Diagonale **(unverständlich)** und dann über Kongruenzsätze, dass die Seiten entsprechend gleich sind. #01:09:12-1#

Interviewer: Markus, glauben wir das? #01:09:13-1#

Markus: Ja **(lacht)** #01:09:17-6#

Interviewer: Ok. Bleiben wir vielleicht eine Weile noch bei Vierecken. Könntet ihr euch kurz notieren, nur ganz wenige Stichpunkte, was würdet ihr sagen sind die wesentlichen Eigenschaften, die sowohl alle Rauten als auch alle Quadrate haben? #01:09:48-1#

(schreiben) #01:09:56-9#

Jens: Müssten alle sein. #01:10:59-5#

Interviewer: Was würdet ihr sagen? #01:11:05-7#

Markus: Ich habe erstmal, dass sie vier Seiten haben, dann das die Innenwinkelsumme 360 Grad bei beiden ist. Dass die gegenüberliegenden Seiten zueinander parallel sind und die gegenüberliegenden Winkel gleich groß. #01:11:23-

4#

Jens: Das habe ich auch. Diese Innenwinkelsumme hatte ich jetzt nicht drin. Dafür habe ich, dass die Diagonalen sich halbieren und senkrecht aufeinander stehen, weil das natürlich alles zusammenhängt. #01:11:35-4#

Interviewer: Was war das letzte, was du gesagt hast? #01:11:37-1#

Markus: Die gegenüberliegenden Winkel sind gleich groß. #01:11:44-1#

(...) #01:11:53-4#

Jens: Es kommt darauf an, was man als eine eigenständige Eigenschaft ansieht, weil das mit den gegenüberliegenden parallelen Seiten und gleich großen Winkeln hängt natürlich zusammen, aber ja, das wären auf jeden Fall alles Eigenschaften. #01:12:13-2#

(..) #01:12:19-4#

Interviewer: Wie würdet ihr dann sagen, welche wesentlichen Eigenschaften haben alle Rauten, die aber nicht alle Quadrate haben? #01:12:33-6#

(...) #01:12:52-7#

Jens: Gar keine. #01:12:54-1#

Markus: Ist eigentlich nicht ein Quadrat nicht auch eine Raute? So gibts nicht eine Eigenschaft, die alle Rauten haben, aber Quadrate nicht. Wenn man das Quadrat jetzt ausschließen würde, dann gäbs was, aber sonst? #01:13:12-3#

Interviewer: Sollen wir das einloggen? #01:13:12-0#

mhm (bejahend) #01:13:17-5#

Interviewer: Gut, gehen wir ein bisschen weiter. Jetzt gehen wir zu Fünfecken und so weiter. **(nicht wichtig)** Ich habe die folgende Frage. Das ist sicherlich eine Definitionssache, aber ich könnte zum Beispiel sagen, in einem Fünfeck – könnt ihr vielleicht ganz kurz ein Fünfeck einzeichnen – was würdet ihr intuitiv als Diagonalen von diesem Fünfeck bezeichnen und könnt ihr das vielleicht einzeichnen? Es ist eine Definitionssache: Vielleicht sage ich das so: Eine Diagonale eines Fünfecks, das ist eine Strecke, die zwei Punkte verbindet oder zwei Ecken des Fünfecks verbindet, die nicht benachbart sind. #01:14:22-7#

Interviewer: Meine nächste Frage wäre, wie viele Diagonalen gibts im Fünfeck? #01:14:26-7#

(zeichnen) #01:14:46-6#

Markus: Fünf Stück. #01:14:47-7#

Interviewer: Jetzt ist meine natürliche Frage: Wie ist das mit Sechsecken, mit Siebenecken. Könntet ihr euch vielleicht überlegen, wie viele Diagonalen hat ein n-Eck? Ihr könnt euch gerne besprechen. #01:15:10-4#

(zeichnen) #01:15:16-2#

Jens: Ich überlege, n-2 Partner für jeden **(..)** ahne, n-3, wenn der eigene Punkt nicht zählt. zwei Nachbarpunkte und der Punkt selbst zählt nicht. Dann hat man aber jede Verbindung **(unverständlich)** #01:17:05-4#

Markus: Bei Sechs sinds neun. #01:17:04-0#

Jens: Ja, ich glaube das stimmt. Also ich mir gerade gedacht habe, ist die Anzahl von Punkten, von denen wir Diagonalen ziehen können, ist dann einmal die zwei Nachbarpunkte abgezogen und der Punkt, darum n-3 beim n-Eck. Dann haben wir n Punkte, für die wir das machen können, müssen aber die doppelt gezählten wieder rausnehmen, durch zwei teilen. Darum wäre meine Theorie jetzt, dass es n(n-3)/2 Diagonalen gibt. #01:17:46-6#

Interviewer: Markus, was sollen wir davon halten? #01:17:47-7#

Markus: Ja, also, das ist schon logisch, glaube ich. **(..)** ich bin jetzt halt so rumgegangen, also wie ichs mir gedacht habe, war, eine Lösung hatte ich noch nicht. Beim ersten kann man drei verschiedene, beim Sechseck jetzt, also n/2 Verbindungen halt machen. Beim zweiten kann man dann auch noch drei machen und dann nimmts um 1 ab, dann nur noch zwei machen und dann nur noch eine. Und dann müsste man daraus noch irgendeine Vorschrift machen. Aber es könnte schon so passen. #01:18:33-4#

Jens: (unverständlich) #01:18:46-1#

(nicht wichtig) #01:18:53-3#

Interviewer: Stimmt denn die Formel überhaupt? Für allgemeine n-Ecke? Für n gleich drei, 4,5,6? #01:18:58-8#

Jens: Für Dreiecke gibts keine Diagonalen, insofern passt. Für vier ein mal zwei. Für fünf gibt die fünf. Für die paar, die man überprüft hat, scheint das sinnvoll zu sein. #01:19:21-4#

Interviewer: Ok, auch das einloggen? **(nicht wichtig)** #01:19:36-7#

Interviewer: Wie würde man das entscheiden? Jetzt hat Jens ein Argument vorgetragen, aber ihr scheint euch noch ein bisschen unsicher zu sein. Wie entscheidet man die Richtigkeit von sowas. oder wie würdet ihr das entscheiden? #01:19:57-6#

Jens: Man kann sichs über Induktion anschauen, was passiert, wenn ein zusätzlicher

Punkt dazukommt, welche Diagonalen noch dazukommen, noch wie viele. **(..)** muss einfach irgendwelche Beweismethoden, die die Logik erlaubt. **(..)** Wenn das in der Schule sein soll, dann ist das ein Beweis, wenn man sagt wie viele es sind und dann die Anzahl **(unverständlich)** aufschreibt. #01:20:33-3#

Interviewer: Das ist eigentlich meine Frage; ihr scheint euch noch ein bisschen unsicher zu sein, aber was müsste jetzt kommen, dass ihr sagt, das ist des, das ist auf jeden Fall richtig. #01:20:44-9#

Jens: Im Prinzip, für mich einfach nur, dass man das ganz genau dekliniert, ob man da nicht irgendwas vergessen hat oder ein Fehler hat. Von meinem Grundgedanken müsste schon gehen, vielleicht ist ein Faktor falsch. Aber vom Überprüfen her jetzt gepasst hat, auch nicht für ein Beispiel, sondern für ein paar Beispiele bin ich mir relativ sicher, dass das eigentlich stimmt. #01:21:14-2#

Interviewer: Ok. Die letzte Frage zu diesem Abschnitt. Jetzt habe ich neulich folgendes gelesen: Ein Parallelogramm definiert man üblicherweise so, dass man sagt, das ist ein Viereck bzw. das sind zwei Paare von parallelen Geraden. Und dann habe ich gelesen, dass jemand ein Parallelogramm so definiert als ein Viereck mit der folgenden Eigenschaft, dass zwei nebeneinander liegende Winkel immer 180 Grad in der Summe sind. jetzt frage ich mich, ist das dasselbe, also sind die beiden Definitionen äquivalent oder sowas, also liefern sie dasselbe Objekt oder sind sie unterschiedlich, wie würdet ihr das einschätzen? #01:22:20-6#

(...) #01:22:27-4#

Jens: Gefühlsmäßig ist das schon dasselbe, also es läuft im Prinzip darauf raus, dass der Satz mit Wechselwinkel eine Äquivalenz ist oder obs nur in die eine Richtung gilt. Also wenn sie parallel sind, dann gilt ja auf jeden Fall das, die Frage ist, wenn sie sich zu 180 Grad #01:22:47-2#

Interviewer: Kannst du das konkreter, vielleicht auch irgendwas einzeichnen, so dass wir dir leichter folgen können. #01:22:52-1#

(zeichnet) #01:22:58-1#

Jens: (zeigt die Hinrichtung). Jetzt muss man sich nur überlegen, wenn sie sich zu 180 Grad so ergänzen, müssen sie auch noch parallel sein, dann hätte man ja gezeigt, dass das irgendwie äquivalente Aussagen sind. Ich glaube schon, dass das stimmt. #01:24:07-1#

Interviewer: Und wie siehst du das, Markus? #01:24:09-4#

Markus: Ich glaube auch schon, dass das stimmt, weil wenn die Seiten jeweils parallel sind, müsste das daraus folgen. Ich sehe jetzt nirgendwo, wo sich was beißen könnte. Also es müsste dasselbe also äquivalent sein. #01:24:32-9#

(..) #01:24:37-2#

Jens: Die haben dann denselben Neigungswinkel gegen diese andere Gerade und dadurch sind sie parallel. Je nachdem wie genau man parallel definiert hat. **(lacht)** Die Schüler werden das dann schon abnehmen. **(unverständlich) (nicht wichtig)** #01:25:16-5#

Interviewer: Ja ok. Lassen wir das. Verstehe ich gut. #01:25:30-9#

(..) #01:25:33-5#

Interviewer: Gehen wir noch kurz zurück zum Papierfalten. Gibt es eine Konstruktion oder gabs eine Konstruktion im Kurs, die ihr besonders toll fandet, die ihr auch vorführen könntet? Auf Verlangen. #01:26:02-4#

Markus: Ich fand schon eine gut, ich weiß aber nicht, ob ich sie jetzt könnte. Aber das war dieses miura-ori. Diese, was man zum Kartenfalten verwendet hat. Was man so leicht auf und zu falten konnte. Das fand ich gut. Das habe ich dann am Tag danach auch zwei anderen gezeigt, die waren auch begeistert. **(nicht wichtig)** #01:26:36-3#

Interviewer: Jens, du? #01:26:41-5#

Jens: Dass man prinzipiell kubische Gleichung **(unverständlich)**. Also zum Beispiel die dritte Wurzel aus Zwei. Fand ich schon cool. Oder auch wenn wir das nicht zu 1-fach-Origami gezählt haben, aber das Iterationsverfahren, wie ich mit irgendeiner Schätzung anfangen kann und dann immer weiter falten kann und immer genauer, minus die Fehler, die ich beim alten machen, mich annähere. Das fand ich auch eine ganz nette Faltung. #01:27:15-0#

Interviewer: Ok und wenn ich mich jetzt auf 1-fach-Origami konzentriere und fragen würde, könnt ihr eine Strecke mit 1-fach-Origami mit sagen wir mal mit 5 gleichen Teilen teilen? Wie würdet ihr das einschätzen? Würdet ihr das hinkriegen, wüsstet ihr wie das geht? #01:27:29-2#

Markus: Sofort jetzt nicht. #01:27:35-3#

Jens: Ich würde jetzt auch nicht meine Hand ins Feuer legen, ob ichs gleich richtig mache, aber glaube ich würds schon mit ein bisschen Ausprobieren im zweiten-dritten Versuch dann hinbekommen. #01:27:49-0#

Interviewer: Könntest du das andeuten, wie würdest du das machen? #01:27:51-2#

Jens: Im Zweifelsfall würde ich mich **(nicht wichtig)** an Äquivalenz zum Zirkel&Lineal Konstruieren halten und versuche dann eine Hilfsgerade noch antragen, die ich dann in fünf beliebige Teile teile und dann muss ich nur noch die Verbindungsstrecken parallel dazu falten. #01:28:34-0#

Interviewer: Du wolltest ja eine Strecke in fünf gleiche Teile teilen und jetzt hast du gesagt die Diagonale teile ich in fünf gleiche Teile. Wie machst du das? #01:28:36-8#

Jens: Das war schlecht gesagt, ich trage fünf mal die gleiche Strecke an. Das können wir ja. **(lacht)** Strecken addieren. #01:28:54-3#

(..) #01:28:57-4#

Interviewer: Ok. Dann habe ich noch zwei Kleinigkeiten, die ich noch klären wollte. Seht ihr einen Unterschied zwischen diesen zwei Wörtern? Axiomatisieren und Axiomatik? Haben diese zwei Wörter für euch eine Bedeutung und wenn ja, welche? #01:29:21-7#

Jens: Das sind genau die beiden unterschiedlichen Richtungen, also Axiomatik war ich habe meine Axiome und baue daraus dann die Theorie auf und Axiomatisieren war eben das finden von den Axiomen erstmal. Die beiden genau entgegengesetzten Richtungen. #01:29:48-1#

Interviewer: Ok, Markus, wie siehst du das? #01:29:47-7#

Markus: Ich hätte jetzt nur noch Axiomatisieren gewusst, aber hätte ich auch jetzt so erklärt, dass man Beispiele macht und an diesen Beispielen versucht, allgemeine Regeln zu finden und dann daraus Axiome herausfindet wie wirs gemacht haben. #01:30:09-6#

Interviewer: Ich kann euch nicht gehen lassen, ohne euch eine Frage zu stellen. Vielleicht könnt ihr diese Frage auf drei verschiedene Arten beantworten: Wie würdet ihr diese Frage in der Prüfung beantworten, wie würdet ihr das einem Schüler erklären und wie stellt ihr euch das selber vor? Und die Frage ist natürlich: Was ist die euklidische Ebene? #01:30:41-6#

Jens: Die Prüfung ist das leichteste, da genügt R Quadrat mit dem Standardskalarprodukt. **(..)** #01:31:00-4#

Interviewer: Markus, wie stellst du dir überhaupt die euklidische Ebene vor? #01:31:02-6#

Markus: Am Anfang habe ichs mir wie eine gerade wie die Tischplatte oder Teppich vorgestellt, aber wir hatten das auch, dass mans praktisch verbiegen kann, dass sich daran nichts ändert, deswegen kann mans sich auch wie unendlich ausgedehntes Blatt Papier vorstellen, was eben gewunden sein kann oder verbogen, so würde ich das jetzt sagen. #01:31:32-1#

Interviewer: Wie würdest du das einem Schüler erklären? #01:31:42-0#

Markus: Beim Schüler würde ich wirklich erstmal anfangen mit der geraden Fläche, weil das in der Schule auch hauptsächlich so ist und nicht schon mit gebogen und so, sonst kommen die zu sehr durcheinander. #01:31:53-7#

Interviewer: Wobei du als Lehrer natürlich festlegst, was da gemacht wird, deswegen hast du die Freiheit. #01:32:01-4#

Markus: Ja, aber so ist das natürlich leichter, wenn man das so macht, dass es gerade ist. #01:32:10-3#

Interviewer: Jens, was würdest du sagen? #01:32:14-0#

Jens: Ich würde auch, um das einem Schüler zu erklären, bei der geraden Zeichenfläche als Repräsentation als eingeschränkte Repräsentation der euklidischen Ebene bleiben. Also unendlich ausgedehnte flachen Zeichenblatt, von der Anschauung her. Ist auch wenn man weißt, dass es anders geht, ist das schon auch so die **(unverständlich)** von der euklidischen Ebene erstmal. Wie man sich das R Quadrat vorstellt, einfach als schön gerade und genau. #01:32:56-6#

Interviewer: Vielen Dank fürs Gespräch.