

## Interviewtranskript Sommersemester 2015, Rita(5) und Clemens(6)

**Interviewer:** Vielleicht fangen wir klein an. Könnt ihr mir vielleicht einfach nur kurz erzählen, damit wir übers Selbe reden, was haben wir im Kurs gemacht?  
#00:00:25-4#

**Tina:** Wir haben damit angefangen, verschiedene Faltungen auszuprobieren und dann beim 1-fach-Origami sukzessive die Grundfaltungen herzuleiten, also auszuprobieren herzuleiten. Und dann sind wir auf die euklidische Geometrie am Ende noch kurz eingegangen und auf die Axiome dafür. #00:00:52-1#

**Tizian:** Jo, würde ich zustimmen (**lacht**) #00:00:57-0#

**Interviewer:** Du sagst dieses 1-fach-Origami. Was ist das? Bzw. was verstehst du drunter? #00:01:03-0#

**Tina:** Das ist wenn man nur bei jeder Faltung nur einen Falz falten und den anschließend wieder entfaltet, dass man immer diese Falze sieht und dass man nicht während das Papier bereits gefaltet ist dann nochmal zusätzlich noch einen zweiten Falz drüber macht. So dass man also nur Geraden in das Papier reinfaltet.  
#00:01:32-2#

**Interviewer:** (zum Tizian) Einverstanden? #00:01:34-8#

**Tizian:** Ja, ich glaube wir haben aufgeschrieben, 1-fach-Origami ist (**kurze Pause**) da sind vier Punkte gegeben, 4 Geraden, die sollen diese Seiten sein und dann wie sie gesagt hat immer soll nur ein Falz entstehen. #00:01:49-3#

**Interviewer:** Dann hast du von Grundfaltungen geredet. Was ist das? Oder wie verstehst du das? Was meinst du damit? #00:01:56-4#

**Tina:** Wir haben uns angeschaut, was man auf was falten kann zum Beispiel Punkt auf Punkt falten ist eine Grundfaltung oder eine Gerade, also ein Falz durch zwei Punkte falten ist die zweite und so gibt es insgesamt sieben Grundfaltungen. (...) Elementare Faltungen, mit denen man dann alles beschreiben kann. #00:02:19-9#

**Interviewer:** Wie meinst du alles? #00:02:22-2#

**Tina:** Wenn man irgendwie sage ich mal einen Winkel dritteln will oder so, dann kann man eben die Konstruktionsschritte immer auf diese Grundfaltungen zurückführen (...) die Faltungen zum Winkeldritteln besteht sozusagen, ja, die einzelnen Schritte sind Grundfaltungen. #00:02:44-3#

**Interviewer:** Diese Winkeldrittung ist möglich? #00:02:54-4#

**Tina:** Die ist möglich, ja. #00:02:56-0#

**Interviewer:** Würdet ihr sagen oder würdest du sagen, dass dieser Kurs in irgendeiner Weise die Art, wie ihr über Mathematik denkt, verändert hat? #00:03:15-6#

**Tizian:** Also bei mir persönlich schon bisschen, muss ich sagen. So vorher war das so (..) die Art über Axiome zu denken. Vorher war das für mich immer so, da werden halt ein paar vorgegeben und dann macht man was damit und jetzt wars halt so, das ist ja eigentlich nicht richtig so wie es in echt ablaufen kann, weil das so unnatürlich, dass es so vom Himmel fällt. Eigentlich müsste man da erst darauf kommen und so wars halt in dem Kurs. #00:03:55-0#

**Interviewer:** Du sagst Axiome. Welche Axiome meinst du? #00:03:58-0#

**Tizian:** Zum Beispiel Algebra lief so ab. Eine Gruppe ist (**kurze Pause**) wenn das, das, das (..) das ist wenn man so drüber nachdenkt ziemlich unnatürlich so vorzugehen, weil (**kurze Pause**) so wird das ja in echt nicht passieren. Dass jemand sagt, ich schreib so drei Sachen auf und das ist dann eine große neue Erkenntnis. #00:04:21-5#

**Interviewer:** Wie würdest du denn sagen, wie passiert das denn? Eigentlich? #00:04:26-4#

**Tizian:** Eher so. Man hat eine Vorstellung in seinem Kopf von der Theorie und versucht das dann irgendwie zu formalisieren. Bzw. das was man sich als (**kurze Pause**) Gesetzmäßigkeiten halt vorstellt, das versucht man zu formalisieren und dann zu überprüfen, ob das schon (..) so das minimalste ist. #00:04:52-8#

**Interviewer:** Siehst du das auch so? Oder wie siehst du das, Tina? #00:04:59-3#

**Tina:** Ein bisschen hat sich die Denkweise auch geändert, also ich sage jetzt mal Origamifalten ist ja noch von der kompletten Theorie mit 1-fach-Origami ein ziemlich überschaubares Feld, das man eben von selbst mit gewissen Hilfestellungen auf die Axiome also auf die Grundfaltungen kommen kann. Aber jetzt bei Algebra oder so fände ichs ziemlich suspekt, wenn die Studenten von selbst auf die entsprechenden Axiome, was zum Beispiel eine Gruppe ist, kommen sollen. Weil dann **wäre** die Vorlesung um, ohne dass (..) ja da hat man vielleicht am Ende mal die Gruppenaxiome zusammengestellt #00:05:42-0#

**Interviewer:** Was soll man dann tun? #00:05:43-9#

**Tina:** Ich denke das ist sehr interessant, mal eine Einsicht zu bekommen in diesem überschaubaren Rahmen wie das ganze abläuft, also wie man rangehen kann mit Ausprobieren und (..) im Prinzip ist ja man probiert aus, stellt eine Theorie auf, stellt fest, es könnte noch das und das gehen und dann versucht man die ganzen Faltungen irgendwie konkret aufzuschreiben. Das fand ich sehr interessant aber bei (..) je komplexer die Theorie wird, da ist es vom Lernen an sich besser, wenn man halt die elementaren Sachen einfach oder Axiome genannt bekommt und darauf dann in die andere Richtung die Theorie aufbaut, nicht von der Theorie auf die Axiome schließt. #00:06:38-0#

**Interviewer:** Wie würde man das entscheiden? Wann ist das Gleichgewicht, wo die Theorie zu kompliziert ist als #00:06:46-8#

**Tina:** Weiß nicht. Ich denke, bei der euklidischen Geometrie ist es auch schon SEhr grenzwertig. Und alles, was abstrakter geht, also Richtung Gruppen oder Körper geht, wo eben schon entsprechend viel Wissen auf den Axiomen aufbaut #00:07:11-1# [ **Interviewer:** Also du würdest das vom Wissen, von der #00:07:16-8# ] von der Menge an Wissen oder wo auf dieser Theorie beruht. Wobei es relativ schwer genau zu definieren ist. #00:07:24-4#

**Interviewer:** Wie siehst du das? #00:07:27-7#

**Tizian:** Ich wollte jetzt, nicht dass es so rüber kam, dass es schlecht ist, wie die Vorlesungen aufgebaut sind, ich finde das gut so: Das fällt vom Himmel, dann leitet man die Sachen draus her, dass ist ja gut so. Aber ich finde, dass ist auch cool, dass man dann mal sieht, das es eigentlich nicht so (**kurze Pause**) passiert in der Forschung #00:07:46-4#

**Interviewer:** Wenn wir schon bei diesen Veränderungen sind, ich habe jetzt allgemein über Mathematik gefragt, ob eure Art über Mathematik zu denken sich geändert hat. Wie ist das mit Zirkel und Lineal Konstruktionen. Oder allgemein so Schulmathematik, hat sich da die Art darüber nachzudenken sich geändert?  
#00:08:10-0#

(...) #00:08:18-0#

**Tina:** Für mich vielleicht ganz wenig, eigentlich. Weil (...) die Grundkonstruktionen mit Zirkel und Lineal die können die Schüler relativ schnell erfassen und verstehen und wenn man dann noch mal Origami mit in die Schule miteinfließen lassen will, (...) dann ist das schon so, bei den Faltungen ist es mit Genauigkeit immer auch eine Frage wie genau man wirklich falten kann. Gut, das hat man bei Zirkel und Lineal auch bearbeitet aber ich finde Zirkel und Lineal ist für mich greifbarer als dieses Origamifalten und kann auch sein, dadurch dass ich mit Zirkel und Lineal während der kompletten Schulzeit gearbeitet habe und Origami jetzt erst (...)  
#00:09:15-3#

**Interviewer:** Kannst du das Wort »greifbarer« ein bisschen erklären. Verstehe ich nicht ganz. #00:09:21-1#

(..) #00:09:33-6#

**Tina:** Ich weiß nicht wie ichs in Worte fassen soll. [ **Interviewer:** Kein Problem ]  
#00:09:37-2#

**Interviewer:** Wie würdest du es sagen? Zirkel und Lineal? #00:09:40-2#

**Tizian:** Da würde ich sagen da hat sich bei mir auch eher wenig geändert. #00:09:45-4#

**Interviewer:** Habt ihr eigentlich schon jemandem außerhalb des Kurses über Axiome erzählt? (...) Oder ich weiß nicht, außerhalb des Kurses, ach, wie machen das und das. und Axiome sind das und das. Gabs solche Gespräche schon? Oder nicht. #00:10:09-8#

**Tina:** Bei mir, ja. Einfach weil Mitstudenten wissen wollten, was ich da mache.

#00:10:16-4#

**Interviewer:** Also Kommilitonen dann eher? #00:10:18-2#

**Tina:** Genau, Kommilitonen. #00:10:19-5#

**Interviewer:** Und was sagen die so? Oder was sagst du denen? #00:10:24-6#

**Tina:** Ja, ich habe grob erklärt, was wir machen und die wollten unbedingt ausprobieren, ob sie ein gleichseitiges Dreieck hinbekommen **(lacht)** das war sehr lustig. Nach einem Tag kamen sie auf mich zu und wollten einen Tipp haben **(lacht)** Ich fand das ziemlich aufschlussreich, mich mit denen zu unterhalten. Wie die an diese Faltung rangegangen sind. (..) #00:10:53-3#

**Interviewer:** Was hast du denen alles verraten? Also wie sollten sie ein Dreieck konstruieren? Du sagst ein gleichseitiges Dreieck. #00:11:05-7# [ **Tina: mhm (bejahend)** ] also hast du denen irgendwas über Axiome erzählt oder über Grundfaltungen oder wie hast du gesagt? #00:11:11-0#

**Tina:** Ne, sie wollten **(kurze Pause)** das war relativ am Anfang vom Kurs, hast du uns ja auch die Aufgabe gegeben wir sollen mal rumfragen (..) und dann habe ich gemeint, dass wir in der ersten Stunde einfach mal ausprobieren sollten, ein gleichseitiges Dreieck irgendwie zu falten (..) und auf welche Ideen sie kommen würden. Sie haben dann nach einem Tag hatten sie dann die Konstruktion wo man einfach nur in der Mitte so Faltung macht und dann die Seiten so reinklappt, dass man eben das weiße Dreieck sozusagen sieht. Die hatten sie dann gehabt. Und dann habe ich gemeint, ja, kriegt man das irgendwie hin, dass eben man die Falze sehen kann oder die Knicke sehen kann? Da ist glaube ich einer nach zwei Tagen oder so auf eine Idee gekommen. Die hatten noch nicht die Denkweise oder die (...) #00:12:15-6#

**Interviewer:** Hast du diese Erfahrungen gemacht oder hast du niemandem verraten, dass du sowas machst? #00:12:19-7#

**Tizian:** Wir haben nur mal kurz drüber geredet, ob sie es lohnt den Kurs zu machen. Haben mich halt welche gefragt. Weil sie noch Punkte für den freien Bereich brauchen. Hab gemeint, ich fand das Ende ganz cool, weil man eigentlich im Studium kein einziges Mal, wirklich, einem sagt, was die euklidische Ebene ist.

Nie, nirgendwo. Und da, als ich das realisiert habe, dass ich das überhaupt nicht weiß, habe ich mir auch gedacht, eigentlich nicht so gut, wenn man Mathelehrer wird und das nicht weiß. Ich finde dafür hat sich schon (..) gelohnt den Kurs zu machen. #00:13:03-2# Einfach darüber ein bisschen geredet. Es wusste keiner eigentlich, konnte keiner so konkret sagen, was die euklidische Ebene ist. #00:13:09-1#

**Interviewer:** Waren das Mathematiker oder? [ **Tizian:** ja ] Wie gehen sie damit um? Sie sagen dann, weiß nicht, sagen die dann die euklidische Ebene ist irgendwie [ **Tizian:** Ja genau, so halt. Aber so wirklich (...) genau sagen, was es ist (..) ] Wie würdest du das ihnen das erklären, jetzt oder davor? Wie würdest du es sagen, was euklidische Ebene ist? Außenstehenden. #00:13:34-0#

**Tizian:** Erstens habe ich dann angefangen mit Was ein Modell dafür ist,  $\mathbb{R}^2$  mit dem Skalarprodukt. Dann kann sich schon mal (**kurze Pause**) kann man sich sofort was vorstellen. Und dann halt einfach eine Reihe von Axiomen (..) also von Axiomensystemen . #00:13:52-0#

**Interviewer:** Wie reagieren sie darauf? Sagen die ajo! oder sagen die (**kurze Pause**) wie ist die Reaktion darauf? #00:14:02-6#

**Tizian:** Auch erstaunt über sich selbst, dass man das nicht weiß. Obwohl es ja eigentlich gefühlt was wichtiges ist. #00:14:11-4#

**Interviewer:** Und diese Axiome da (...) Vielleicht will ich das noch kurz nachfragen. Wozu das ganze? Du sagst, ok, wir haben  $\mathbb{R}^2$  mit Skalarprodukt (**kurze Pause**) wozu braucht man dann die Axiome oder wozu haben wir dann überhaupt (..) Axiome verwendet? Wozu sind sie gut? Sind sie überhaupt gut für irgendwas? (...) Vielleicht ist auch die Frage komisch #00:14:54-7#

**Tina:** Ich habe das so verstanden: Die Axiome sind halt die Theorie, also die Axiome bilden die Theorie des Ganzen und das Modell ist eben nur ein (..) mögliches Beispiel, in dem die Theorie gültig ist. #00:15:11-6#

**Tizian:** Das mit den Axiomen habe ich mir auch gedacht, weil so wie ich das verstanden habe, ist ja ein möglichst gutes Axiomensystem eins, das möglichst nur ein, bis auf Isomorphie, nur ein Modell hat. Und dann frag ich mich, wenn es nur ein Modell gibt, wozu dann so (..) großes Axiomensystem. #00:15:38-5#

**Interviewer:** Wie löst du das Problem? #00:15:42-0#

**Tizian:** Nur Vermutungen. (..) Es soll ja sein, dass man das Wort Punkt durch jedes andere beliebige Wort ersetzen kann und Gerade durch jedes andere beliebige Wort so lange die Beziehung noch erhalten bleibt und das ist vielleicht allgemeiner als zu sagen **(kurze Pause)** als man hat jetzt  $R^2$  mit dem Skalarprodukt. #00:16:08-2#

**Interviewer:** Du sagst [ **Tizian:** Es gehört noch mehr dazu, als nur diese Menge und eine Verknüpfung, es ist **(kurze Pause)** da sind noch viele Beziehungen und sowas dabei. ] Du sagst der Punkt Soll durch jedes andere Wort ersetzt werden können. Wenn du von Sollen sprichst, wer gibt das vor? Eine moralische Verpflichtung oder irgendwie? Wo kommt dieses Soll her? #00:16:38-0#

**Tizian:** Was das nicht Hilbert? Ich glaube Hilbert, der das gesagt hat. Das fand ich ganz gut. #00:16:45-9#

**Interviewer:** Und ja und was ist jetzt ein Punkt? #00:16:58-9#

**Tizian:** Für mich ist jetzt ein Punkt ein Element aus einer Menge, die die Punktmenge heißt **(lacht)** #00:17:08-0#

**Interviewer:** Interessant. Springen wir ein bisschen weiter. Wenn ihr jetzt an die Schule denkt, ihr werdet ja recht bald selber unterrichten. Wie könnt ihr euch an die Erfahrungen aus der Schule erinnern? Habt ihr da schon mit Axiomen gearbeitet? Gabs da schon Axiome? Oder wie seht ihr das? #00:17:48-1#

**Tina:** Mit Axiomen direkt bin ich in der Schule nicht direkt in Kontakt gekommen, aber halt dann wenn wir irgendwas beweisen sollten, haben wir dann Sätze vorgegeben bekommen, jetzt bei kongruenten Dreiecken oder so, mit denen wir dann zeigen konnten, dass zwei Dreiecke kongruent zueinander sind. Wir hatten dann immer die Folgerungen aus den Axiomen bekommen. #00:18:13-9#

**Interviewer:** Das sagst Axiome sind so nicht aufgetaucht, aber jetzt sagst Folgerungen aus Axiomen #00:18:20-9#

**Tina:** Jetzt im Nachhinein, jetzt wo man sich mehr mitbeschäftigt hat, weiß man ja, dass

alles auf diesen Axiomen aufbaut und deswegen die Sätze nur Folgerungen aus den Axiomen sind. Aber in der Schule haben eben nur diese Sätze gehabt und (..) mussten die sozusagen glauben #00:18:40-2#

**Interviewer:** Hast du solche Erfahrungen gemacht #00:18:46-3#

**Tizian:** Ja, ich würde auch sagen, es kommt drauf an, ob man von jetzt drauf schaut oder von früher drauf schaut, aus der Sicht von Schüler, war es vielleicht schon Axiome, weil die sind vom Himmel gefallen und haben einfach gegolten (**kurze Pause**) und man hat sie benutzt, um andere Sachen draus herzuleiten, aber jetzt im Nachhinein also das sind halt wie sie gesagt hat eigentlich eher Sätze, die nicht bewiesen wurden. #00:19:12-1#

**Interviewer:** Das ist jetzt [ **Tizian:** Die Sicht von jetzt, halt nicht bewiesene Sätze, die man benutzt hat ] #00:19:18-2#

**Tizian:** Doch, manche hat man sogar bewiesen. Ich glaube für Pythagoras gabs so ein Bild mit einem Dreiecken und Flächeninhalten und so. Also auch kein richtiger Beweis. #00:19:33-7#

**Interviewer:** Das hört sich so an, als hättet ihr in der Schulgeometrie nicht so viel bewiesen. #00:19:38-3#

**Tizian:** Bisschen, nur so anschaulich halt. #00:19:41-9#

**Tina:** Es kamen allgemein bei mir in der Schule sehr wenig Beweise dran. Hauptsächlich Anwendungen und so. #00:19:55-5#

**Interviewer:** Wie würdet ihr das sagen, ihr selbst: Welche Rolle sollen Axiome in der Schule spielen? Sollen die überhaupt irgendeine Rolle spielen oder wie muss das sagen? (..) Welche Bedeutung sollen die da haben? Oder haben die jetzt schon eine Bedeutung? #00:20:16-0#

(...) #00:20:25-4#

**Tina:** Ich finds relativ schwierig, Axiome in der Schule wirklich dran zu bringen. Weil (...) die Sachen, mit denen die Schüler im Endeffekt arbeiten, um zu zeigen, dass (**kurze Pause**) was weiß ich, um beim Beispiel zu bleiben, zwei Dreiecke



kongruent sind, das wird dann im Endeffekt doch wieder diese entsprechenden Sätze sein, die man gegeben hat, also Seite-Winkel-Seite oder drei Seiten gleich (...) schwierig vor allem vom Zeitaufwand, den man dafür braucht, die Axiome ordentlich einzuführen, dass die Schüler sie größtenteils verstehen (..) dass dann in der Schule (..) mit Axiomen anzufangen #00:21:18-9#

**Interviewer:** Angenommen du hättest mehr Zeit. Was meinst du mit Ordentlich Einführen und gleichzeitig so, dass die Schüler das verstehen? Wie würdest du das machen? (..) Geht das überhaupt? #00:21:31-7#

**Tina:** Wenn ich das jetzt bei der euklidischen Geometrie machen sollte, würde ich sie alle erst ein bisschen ausprobieren lassen die Schüler, so wie wirs im Kurs gemacht haben (**kurze Pause**) und dann nach zwei-drei Stunden muss man dann im Endeffekt doch die gültigen Axiome geben, nochmal erklären, nochmal an Beispielen veranschaulichen, was das bedeutet und (**kurze Pause**) dann wirds vermutlich einen Sprung geben zu sagen, ok, die Sätze kann man daraus ableiten, dann kann man vielleicht einen oder zwei Sätze wirklich mal so Stück für Stück beweisen aus den Axiomen raus, wie die darauf aufbauen, aber bei allen Sätzen, die dann ein bisschen weiter von den Axiomen weg sind, die wird man den Schülern auch wieder einfach geben. (**kurze Pause**) Und es ist auch die Frage, wie viele Schüler vom Gedanklichen her schon mitkommen, weil (**kurze Pause**) Geometrie ist ja meist schon in der fünften Klasse angesiedelt und da sind die Denkstrukturen noch nicht so weit ausgebildet. #00:22:45-1#

**Interviewer:** Es wäre natürlich auch interessant, ob man dann in der fünften Klasse damit anfangen sollte oder könnte oder wie auch immer? Wie denkst du das? Du klangst davor sehr begeistert, was Axiome angeht, wie würdest du das in der Schule? #00:22:58-3#

**Tizian:** Für die Schule sehe ich das ein bisschen problematisch, von daher, also man kann das vielleicht machen, wenn man irgendwie so ein einfaches Axiomensystem findet, dass dann mit dem Lehrplanstoff zusammenpasst, weil wenn man sich das so von der euklidischen Ebene diese Liste anschaut, ich glaube das geht einfach nicht. Nur aus ökonomischer Sicht, ich finds schade, aber ich glaube nicht, dass es gehen würde #00:23:23-5# Es is ja schon auch anspruchsvoll. #00:23:30-9#

**Interviewer:** Was ist anspruchsvoll? #00:23:31-1#

**Tizian:** Naja. Das ist eine lange Liste und für den Schüler das zu erfassen einfach, kann mir einfach nicht vorstellen, dass es funktionieren würde. #00:23:41-0#

**Tina:** Na gut, das wäre vielleicht ein Experiment so im Praxisseminar oder so zu dem Thema. Da, in der elften Klasse oder so könnte ich mir vorstellen, dass wenns im Seminar begleitend ist, dass man das da in der Schule mit reinbringen kann. Aber so im NorMALen Unterricht glaube ich jetzt eher nicht, dass das einsetzbar ist. #00:24:06-3#

**Interviewer:** Vielleicht könnt ihr mir das genauer erklären: Warum nicht? Was wären dann Probleme oder Schwierigkeiten bei den Schülern? Du sagst (Tizian) aus ökonomischer Sicht, das verstehe ich. (..) Gibts noch Probleme oder muss ich mir nur darüber Gedanken machen? #00:24:26-4#

**Tizian:** Aus meiner Sicht das weitere Problem wäre, dass das (..) sehr viel ist, finde ich. Das sind ja wie viele Axiome waren das? Ich glaube 19 oder so? [ **Interviewer:** von Hilbert, ja, knapp 20 ] ich schätze mal schon, dass man für ein paar Axiome man eine ganze Stunde braucht, dann (..) man kann ja nicht einfach die Liste hinklatschen und sagen, das ist es jetzt. Man muss ja was dazu sagen, zu jedem einzelnen am besten. Warum man das jetzt braucht, warum das. Und dann allein warum dieses Parallelenaxiom so wichtig ist und sowas. Ich glaube, dass das zu viel Zeit verbrauchen würde, weil dann hat man nur das Axiomensystem (..) so, das wars halt dann. Und für Abiturprüfung oder so bringen das einem gar nichts im Prinzip, um diese Aufgaben zu lösen. #00:25:22-9#

**Interviewer:** Na gut. Die Frage war natürlich, ob man nicht den Lehrplan so umgestaltet, dass man das macht. Auf lange Sicht. #00:25:30-8#

**Tizian:** Die Frage ist, ob die Schüler das wirklich die einzelnen Axiome dann verstehen oder nur auswendig lernen und damit nichts damit anfangen können. Weil um die dann wirklich (**kurze Pause**) zu verstehen und anwenden zu können, muss man ja auch schon (..) relativ tief in der mathematischen Denkweise drin sein, finde ich jetzt. #00:25:51-7#

**Interviewer:** Ja, stellt euch mal vor, ihr habt tatsächlich eine gute Schülerin in der Klasse und die sagt, ok, also die Beweise, die im Schulbuch stehen, findet sie jetzt formal nicht so genügend oder nicht passend und sie hat genug Zeit, sie spielt kein Instrument oder sowas. Die sagt, ok, ich möchte alle Sätze, die im Schulbuch

stehen, die möchte ich formal richtiger beweisen. Wie würde sie das machen sollen? Was würdet ihr sagen? Wie soll sie vorgehen? #00:26:24-8#

(...) #00:26:34-2#

**Tizian:** Vermutlich eine Buchempfehlung. Ich kenne jetzt persönlich keins (**lacht**) aber ich hoffe, dass ich bis dahin eins kenne. #00:26:44-4#

**Tina:** Ich finds schwierig. Ich wüsste nicht, was ich #00:26:56-5#

(...) #00:27:10-8#

**Interviewer:** Wie würdet ihr das sagen? Diese Probleme, die Schüler haben in der Schule mit Axiomen so wie ihr das beschreibt. Habt ihr diese Probleme auch? Jetzt weg von der Schule. Auch im Studium, während des Studiums, irgendwie auch so. Sind diese Probleme, Ökonomie, sagst du, oder vielleicht die Komplexität, so wie du sagst, dass die das nicht verstehen. Würdet ihr sagen, das trifft auf euch zu? Oder auf andere Studierende? #00:27:40-9#

**Tizian:** Ich denke bei Schülern ist das auch ein Motivationsproblem, das ich jetzt vielleicht nicht hab, weil mich interessiert halt einfach. Aber so manche Axiome, die klingen auch für den Schüler vielleicht furchtbar einfach und fast schon überflüssig, sowas wie zwei Kreise können sich in zwei Punkten oder einem oder keinem schneiden. So zum Beispiel. Dann sagen sie, warum soll ich das jetzt fordern, ist doch klar. Ist ja logisch. #00:28:10-7#

**Interviewer:** Und du sagst, es ist nicht logisch. #00:28:15-9#

**Tizian:** Ich sag, sowas muss man erstmal fordern (**lacht**) Ich denke, solche Probleme haben Schüler vielleicht, dass sie sich fragen, ja warum? In der Welt? ist es halt einfach so und überhaupt das interessiert mich gar nicht. #00:28:29-6#

**Interviewer:** Wie siehst du das, Tina? #00:28:35-1#

**Tina:** ja auch so. Wir haben jetzt halt auch schon einfach mehr Einblicke in die Komplexität der Mathematik an sich. Dass wir sowas halt (**kurze Pause**) wenn das nicht gefordert ist, dann (**kurze Pause**) können sich zwei Kreise in drei Punkten oder vier Punkten schneiden. #00:28:56-9# Schüler sehen (**kurze Pause**) haben

halt das, womit sie schon Erfahrungen gemacht haben, das sehen sie und die davon zu lösen von dem Alltagswissen und auf eine abstrakte Ebene zu bringen, das ist halt dann schon, **(kurze Pause)** was wo finde ich stufenweise geschehen muss, aber **(kurze Pause)** ich glaube der Schritt, wenn das ganze in der Schule schon dran käme ist zu groß. #00:29:26-5#

**Interviewer:** Wie meinst du das: Du sprichst von einer abstrakten Ebene im Studium nehme ich an. Wie kommt ihr dann **(kurze Pause)** Hast du davor im Studium mit Axiomen gearbeitet oder wie kommt dieser Sprung von Schüler haben diese abstrakte Ebene nicht, so wie ich dich verstehe, und du hast diese abstrakte Ebene. Oder du erreichst diese abstrakte Ebene. Wie kommt das dazu? #00:29:57-8#

**Tina:** Ich denke, das ist so ein fließender Übergang. Ich meine, im Abitur hat man ja auch schon mehr Wissen, als in der Grundschule und einfach dadurch dass man im Laufe des Studium schon immer mit Axiomen zu tun hatte, die eben einfach gegeben wurden und **(kurze Pause)** eben auch in diese Denkweise – wie beweist man etwas – reinkommt. Dadurch geht – ja – ist für mich **(kurze Pause)** wird man von der Denkweise her immer ein bisschen abstrakter und genauer und **(kurze Pause)** es ist halt, wenn man irgendwas sieht, ok, kanns nicht auch anders sein. #00:30:37-1#

**Interviewer:** Du sagst man sieht im Studium – verstehe ich das richtig? – man sieht im Studium ständig Axiome – so ungefähr hast du das gesagt [ **Tina:** Ja nicht ständig, aber öfters mal ] Wo zum Beispiel? [ **Tina:** Ja, hauptsächlich jetzt in der Algebra, aber auch Zahlentheorie. Also man kommt immer wieder damit in Kontakt. Wenn irgendwas definiert wird. ] #00:30:59-7#

**Interviewer:** In der Zahlentheorie? Wo kommen da Axiome her? #00:31:03-8#

**Tina:** Wir sind nur kurz auf Gruppen eingegangen gewesen und dann war (...) irgendwo kam glaube ich #00:31:14-4#

**Interviewer:** Erklär mir das bitte genauer: Die kommen vor diese Axiome, aber ich verstehe immer noch nicht diesen Sprung zur abstrakten Ebene #00:31:31-4#

**Tina:** (...) Ich meine, wir arbeiten im Prinzip immer mit Wissensbausteinen. Wissen baut sich immer so aufeinander auf und (...) [ **Interviewer:** (zu Tizian) Weißt du, was

sie meint? ] #00:31:57-0#

**Tizian:** Ja, ich denke, also man wird ein bisschen so gedrillt dazu das zu machen. Durch die Übungsblätter zum Beispiel. [ **Tizian:** Wie genau meinst du das? ] Das Denken hat sich halt stark verändert, man hat jetzt eine Vorlesung, da werden die ganze Zeit irgendwelche neuen Wörter definiert, du musst eine Übungsaufgabe lösen, so zeige dass das und das ist bijektiv zum Beispiel; guck ich ins Skript, was bedeutet bijektiv. Dann gucke ich ist das und das und das erfüllt, so ich weiß eigentlich, ich kann mir jetzt nicht wirklich was drunter vorstellen, aber da stehts und dann gucke ich halt, ob das passt. (..) Man kann irgendwelche Wörter benutzen, muss nur gucken, dass die Relationen irgendwie passen. Diese Denkweise finde ich (..) darauf wird man ein bisschen gedrillt. Vielleicht, wenn man sich nichts drunter vorstellen kann, kann man trotzdem die Aufgabe lösen und guckt halt einfach, ja, Definitionen und Sätze und so #00:32:58-3#

**Interviewer:** Ich verstehe das nicht ganz. Kritisierst du das? Siehst du das negativ? Oder sagst du, ok, obwohl Drillen ist vielleicht ein negativ besetztes Wort [ **Tizian:** Ne-ne ] aber du sagst [ **Tizian:** Es muss ja passieren, man muss ja so denken können, sonst kommt man da ja nicht weiter. Also das war positiv gemeint. Vielleicht tranieren ist besser ] #00:33:22-4#

**Interviewer:** Dann frage ich vielleicht nochmal: Dann ist das doch gar nicht so schlecht, wenn man Axiome einfach mal vorgibt, Wörter vorgibt, Termini vorgibt und sagt, so ist das halt. Und dann quälst du dich durch das Skript durch (**kurze Pause**) oder du wirst gedrillt durch das Skript. Und dann sagst du, ok, jetzt verstehe ichs. #00:33:40-2#

**Tizian:** Ja, aber ich denke halt, so jetzt im Studium, das wissen ja alle Leute, die hier studieren – ist ja nicht, weil wir keinen Bock drauf haben – sondern weil wir das gerne machen. [ **Interviewer:** Ein Zitat ist notwendig ] Und in der Schule, weiß nicht, du hast 30 Schüler in der Klasse und 25 haben keine Lust auf Mathe und denen tust dann irgendwelche (**kurze Pause**) dadurch steigt bestimmt nicht ihre Motivation. Könnte ich mir vorstellen. #00:34:03-9#

**Interviewer:** Wodurch? #00:34:04-6#

**Tizian:** Dass ich denen unbekannte Termini, Axiome so hinklatsche und die sollen sich dadurch kämpfen. Ich glaube, die wollen was anschaulich lieber. #00:34:13-8#

**Interviewer:** Aber ich meinte das schon auf euch aufs Studium bezogen. Also ihr habt am Anfang gesagt, dass es nett war, so zu sehen wie man Axiome selber findet und entwickelt, aber dann gleichzeitig sagst du ja, im Studium passiert das öfter, dass man Axiome vorgegeben bekommt und dann wird man gedrillt sozusagen auf dieses Wissen zu kommen und dieses Wissen zu erlangen. Deswegen frage ich. #00:34:39-4#

**Tizian:** Also mir hat das Spaß gemacht. Ich fand das gut, so wie die Vorlesungen aufgebaut waren. Aber ich kann **(kurze Pause)** für den Durchschnittsschüler der findet das nicht gut. #00:34:50-1#

**Interviewer:** Und wie ist das mit dem Durchschnittsstudenten? Was denkst du? #00:34:54-6#

**Tizian:** Der Durchschnittsmathestudent denke ich, der findet das auch gut. Weil (..) deswegen studiert man das ja auch. #00:35:02-5#

**Interviewer:** Wie denkst du das? #00:35:02-8#

**Tina:** Es ist die Frage, was das Ziel der Vorlesung ist. Also, wenn man jetzt in eine Algebravorlesung geht, ist ja das Ziel nicht unbedingt, man möchte die Axiome selbstständig finden, sondern man möchte halt was über die Theorie, die es in der Algebra gibt, ja sie möchte die Theorie kennenlernen. Und nicht nur eine Hand voll Axiome zeigen können. Aber ich fands auch sehr aufschlussreich jetzt mal die andere **(kurze Pause)** also Axiome selbst zu finden aus einer anderen Richtung. Das hat schon einen Schritt weitergebracht. Aber ich könnte mir nicht vorstellen, dass das Studium erfolgreich aufgebaut wird, indem man 5 Jahre lang jedes Semester einfach nur neue Axiome versucht zu finden, die schon längst existieren und auch schon (..) bis dahin nicht widerlegt worden. #00:36:11-6#

**Interviewer:** Ich gebe euch mal ein Zitat, das kennt ihr aus dem Pretest: Ich zitiere: In diesen Empfehlungen für die Ausbildung von Mathematiklehrenden steht »Die Studierenden beschreiben Axiomatik und Konstruktion als Wege für eine formale Grundlegung der euklidischen Geometrie«. Wie versteht ihr das? Wie seht ihr das? Ich meine die Rede ist von Studierenden, also von euch. Was wollen die von euch, wie versteht ihr das? #00:36:59-3#

**Tizian:** Ich habe jetzt deine Frage nicht genau verstanden. #00:37:05-1#

**Interviewer:** Das ist eine Empfehlung wie man Studierende, die später Mathematik unterrichten, wie man sie ausbilden soll. Die sollen sowas können. Und das ist sozusagen eine Empfehlung die Studierenden beschreiben oder [ **Tizian:** So ein Lernziel ] Genau, ein Lernziel. Wie versteht man das? Es wird mir empfohlen, euch so auszubilden, dass ihr das könnt oder beschreibt. Wie versteht ihr das? Wie muss ich diesen Satz verstehen? #00:37:47-9#

**Tina:** (...) #00:38:10-9# Ja, also mit der Konstruktion verstehe ich, dass (**kurze Pause**) wenn wir eben die Grundelemente gegeben haben, dass wir fähig sind, die anzuwenden, und daraus dann irgendwelche komplizierteren Sachen herzuleiten. Aber diese Axiomatik kam mir im Studium eigentlich überhaupt nicht im vorgeschriebenen Rahmen dran. Das haben wir jetzt nur im Seminar auf freiwilliger Basis gemacht. Ich finds gut, dass ich die Möglichkeit hatte beide Richtungen kennenzulernen. Die eine stärker als die andere. Ich denke es ist auch für angehende Lehrkräfte sinnvoll mal beide Richtungen gesehen zu haben. [ **Interviewer:** Welche beiden Richtungen meinst du? #00:39:06-2# ] Also einmal, dass man von selbstständig irgendwie mal auf ein kleineres Axiomensystem kommt und sieht, ok, welche Probleme können da auftreten oder welche (**kurze Pause**) ja, treten auf, wenn man das auf natürlichem Weg sozusagen das Ganze angeht. Auf der anderen Seite, wenn man die Axiome gegeben hat, was lässt sich alles draus herleiten. #00:39:32-5#

**Interviewer:** Wie siehst du das? #00:39:35-0#

**Tizian:** Also ich finde so, wie es da steht, heißt das nur so viel wie, dass man das, was man sich unter der euklidischen Geometrie vorstellt, formalisieren kann. [

**Interviewer:** Was heißt das? ] Mir fällt grade dieses Wort nicht ein. Zum Beispiel, man kann eine Sprache sprechen und dann überlegt man sich wie kann ich die jetzt aufschreiben? Wie heißt das? [ **Interviewer:** Weiß nicht genau, was du meinst. Was du das? (zu Tina) ] [ **Tina:** mhm (**verneinend**) ] Also ich was im Kopf und will zu Papier bringen, so dass jemand anderes, wenn er das sieht, auch im Kopf hat. [ **Tina:** Formalisieren? ] Da gibt es noch ein anderes Wort noch. [

**Interviewer:** Allgemein im Deutschen oder auf Mathematik bezogen? ] Allgemeines Wort. [ **Tina:** Verbalisieren? ] Das wäre glaube ich umgedreht (**lacht**) [ **Interviewer:** Mir fällt nur das Wort »Verschriftlichen« ein, aber das ist nicht das, was du meinst. ] Ne. Gut, fällt mir jetzt nicht ein. #00:40:46-7# Also so verstehe

ich das, was da steht. #00:40:51-0#

**Interviewer:** Kannst du vielleicht (zu Tina) dieses Formalisieren erklären. Du hast schon was dazu gesagt. Das ist das, was Tizian gesagt hat. Das steht irgendwie, das, was man unter euklidischer Geometrie versteht, das muss man jetzt einfach formalisieren, sagt er. Wie verstehst du dieses Formalisieren? Mir ist nicht ganz klar, was ich tun soll. #00:41:19-9#

**Tina:** Ich denke, wenn man eine Vorstellung im Kopf hat und soll sie jemand anderem erklären, und dann auch noch nicht nur erklären, sondern so aufschreiben, dass er auch wirklich für den anderen verständlich ist. So verstehe ich jetzt das Formalisieren. Dass eben die eigenen Gedanken auf ein Blatt geschrieben werden kann. Oder dass man dazu in der Lage ist, die konkret zu fassen oder aufzuschreiben. #00:41:48-5#

**Tizian:** Man muss einen Formalismus entwickeln oder eine Sprache entwickeln und jeder, der diese Sprache dann kann, dem kann ich das eben hingeschreiben und dann hat sie da das, was ich im Kopf hatte und hats dann auch im Kopf. #00:42:10-8#

**Interviewer:** Gehen wir noch kurz zum Erklären oder zu diesen Axiomen überhaupt. Wie würdet ihr denn überhaupt: Ihr sprecht jetzt von jemandem das so erklären, dass er das versteht, wie würde man jemandem ein Axiom erklären oder wie würdet ihr das Wort oder die Vorstellung eines Axioms oder wie würdet ihr jemandem erklären, was ein Axiom ist? #00:42:39-5#

(...) #00:43:03-7#

**Tizian:** Mir gefallen eigentlich diese drei Wörter ganz gut. Minimalität, dann Widerspruchsfreiheit, glaube ich, und (...) was war das letzte? dass man es nicht weiter reduzieren kann oder sowas? #00:43:23-2#

**Interviewer:** Zu Tina: Weißt du das? Vollständigkeit würde ich sagen. [ **Tizian:** Ja, Vollständigkeit ] #00:43:35-3#

**Tina:** Aber das war dann das komplette Axiomensystem oder? Und nicht ein Axiom. [ **Tizian:** Ach so, ein Axiom ] #00:43:41-5#



**Interviewer:** Ich will gar keine Definition oder sowas. Mich interessiert nur, was in eurem Kopf so ist. Wie versteht ihr selber, was ein Axiom ist? Was habt ihr für eine Vorstellung davon? #00:43:58-2#

**Tina:** Vorstellung, was ich vom Axiom habe, das ist eine mathematische Aussage, die einfach GEGEBEN ist und nicht bewiesen werden (**kurze Pause**) kann bzw. muss. Weil das ist einfach halt Grundbaustein, auf dem die ganze Theorie dann sich aufbaut und den muss man einfach als gegeben und als wahr hernehmen, weil sonst die komplette Theorie zusammenbricht. #00:44:26-5#

**Interviewer:** Siehst du das auch so? #00:44:32-6#

**Tizian:** Ja, ich finde da man nur von einem Axiom spricht, finde ich kommts noch stark auf den Kontext an. Zum Beispiel in Physik ist ein Axiom was anderes als in Mathe finde ich #00:44:43-3#

**Interviewer:** Ok, über Physik kann ich schlecht reden, da kenne ich mich nicht gut aus, aber wenn wir in der Mathematik bleiben? #00:44:53-5#

**Tizian:** Ja, dann würde ich auch so sagen. #00:44:56-2#

**Interviewer:** Ich will noch zu diesem Papierfalten an sich, jetzt haben wir viel über Axiome geredet, nur dass wir vom selbem sprechen nochmal. Du hast das am Anfang schon genannt, so ein paar Grundfaltungen, einfach mal beschreiben, dass ich darüber was fragen kann. #00:45:18-3#

**Tizian:** Das ist glaube ich der Zeitpunkt, um was hinzumalen. [ **Interviewer:** Ihr müsst nicht malen, könnt ihr aber gern. ] Das erste war, glaube ich die Mittelsenkrechte, wenn man einen Punkt auf einen Punkt faltet. Dann die Verbindungsgerade, und der Falz, der durch die beiden Punkte geht. (..) Dann ein Punkt so auf eine Gerade falten, dass der Falz durch einen anderen Punkt geht: So eine Tangente eine Parabel, glaube ich. Dann eine Gerade auf sich selber falten, so dass der Punkt dadurch geht, so ein Lot auf die Gerade. Den Punkt auf die Gerade und den Punkt auf die Gerade falten. So fünf. #00:46:20-9#

**Tina:** Winkelhalbierende falten [ **Tizian:** ach ja ] mit zwei Geraden. [ **Tizian:** Eins fehlt noch ] [ **Interviewer:** Ihr müsst das jetzt nicht vollständig machen. Ich wollte nur ein paar hören. ] #00:46:36-7#

**Tizian:** Ich glaube eine Gerade auf sich selber falten [ **Tina: mhm (bejahend)** ], so dass ein Punkt durch eine Gerade geht, oder? [ **Tina: Ja** ] Also das ist dann Lot zu der und [ **Tina: Tangente von der Parabel** ] Ja. #00:47:08-4#

**Interviewer:** Klingt plausibel. [ **Tizian: Ja, dann haben wir alles.** ] Was heißt das eigentlich, wenn du sagst wir haben jetzt alles? #00:47:23-5#

**Tizian:** Wir haben als erstes die möglichen Inzidenzen überlegt, dann aus den verschiedenen Kombinationen überlegt (**kurze Pause**) ja gut, dann habe wir uns erstmal definiert, was ist ein Axiom des 1-fach-Origami und dann überlegt: wie können wir die verschiedenen Inzidenzen so kombinieren, dass ein Axiom rauskommt? alle Möglichkeiten abgeklappert und dann sind wir irgendwann auf sieben gekommen. #00:48:01-4#

**Interviewer:** Was würdet ihr sagen, was ist eure Lieblingskonstruktion mit Papierfalten? Ist euch irgendwas im Kopf geblieben? #00:48:14-4#

**Tina:** Ich fand das mit der Winkeldrittung sehr interessant. Weil die (..) war sehr schön fand ich. Relativ einfach, zumindest, wenn man Winkel kleiner 90 Grad hat und dafür, dass es mit Zirkel und Lineal halt nicht geht, fand ichs verblüffend einfach. #00:48:43-4#

**Interviewer:** Würdest du soweit gehen, dass du sagst, soweit kann ich auch zeigen jemandem? Würdest du hinkriegen. #00:48:50-2#

**Tina:** Ja, das könnte ich jetzt machen. (**lacht**) Soll ich? [ **Interviewer: Wenn du unbedingt willst. Fühl dich nicht verpflichtet.** ] Mir ist egal. [ **Interviewer: Wenn du das sagst, glaub ich dir das** ] Gut. #00:49:00-4#

**Interviewer:** Was würdest du sagen, Tizian? Was ist so deine Lieblingskonstruktion? #00:49:05-1#

**Tizian:** Ich fand das am Ende mit dem Flachfalten cool, weil man da dann viel Theorie hatte und schönen anschaulichen Beweis, finde ich schön anschaulich. Sowas könnte ich mir für die Schüler schon vorstellen. #00:49:22-8#

**Interviewer:** Ja, interessant. (...) Würdest du so eine Konstruktion aus dem Kopf

hinkriegen? #00:49:36-6# Also fühl dich nicht verpflichtet #00:49:41-7#

**Tizian:** Also ich glaube dieses gleichseitige Dreieck weiß ich noch wie es geht. Dann (...) was haben wir noch? Regelmäßiges Sechseck würde ich glaube ich mit ein bisschen Zeit hinbekommen und das war so, wo man ganz viel falten musste. #00:49:55-2#

**Tina:** Achteck war noch relativ einfach, fand ich. [ **Tizian:** Ach ja, Achteck, das ist das was ich meinte. Wo man so ein Gitter hat ] (**lacht**) #00:50:04-0#

**Interviewer:** Ich stelle vielleicht eine fachliche Frage. Das Wort ist glaube ich gar nicht klar gefallen heute. Mich würde interessieren, ob ihr mit diesem Wort irgendwas anfangen könnt. Das Wort Axiomatisieren. Sagt euch das was? Könnt ihr mit diesem Wort was anfangen? Wir haben über Axiome geredet, über Axiomensysteme. Wenn ich das Wort Axiomatisieren sage, habt ihr das schon mal gehört, sagt euch das was? Könnt ihr das irgendwie beschreiben? #00:50:46-5#

**Tizian:** Ich glaube das ist so, das, was damit gemeint ist. Dass man eine Theorie hat und das dann formalisieren will. #00:50:59-8#

**Interviewer:** So siehst du das auch? [ **Tina:** ja ] #00:51:01-5#

**Interviewer:** Würdet ihr in eurem Kopf zwischen dem Wort Axiomatisieren und Axiomatik unterscheiden? #00:51:21-4#

**Tizian:** Axiomatisieren ist ja eine Tätigkeit und Axiomatik ist ja dieses Prinzip wie man etwas formalisiert. Ich stelle Axiome auf und die müssen erfüllt sein. #00:51:44-6#

**Interviewer:** Das heißt auf diesen Satz (Empfehlungen) passt eher Axiomatisieren und nicht Axiomatik oder beides? Oder wie würdest du das sagen? Nur dass ich verstehe, wie ihr diese Wörter begreift. #00:52:01-4#

**Tina:** Also für mich ist Axiomatisieren einfach das Verb von Axiomatik (**lacht**) #00:52:16-9# Im Prinzip das Gleiche, nur dass das eine den aktiven Prozess beschreibt, wenn man aktiv dabei ist, irgendwas zu machen. Und Axiomatik einfach nur der Blick von außen drauf auf die Tätigkeit. #00:52:31-9#

**Interviewer:** Wie siehst du das (zu Tizian)? [ **Tizian:** Jo ] #00:52:41-1#

**Interviewer:** Ja ok. Möchtet ihr von euch aus irgendwas noch erzählen. Zu Axiomen oder zum Kurs oder sonst irgendwas, was euch auf dem Herzen liegt?