

## Interviewtranskript Sommersemester 2015, Luke(10) und Marina(3)

**Interviewer:** Also vielleicht fangen wir klein an. Könnt ihr mir vielleicht kurz erzählen, was wir so im Kurs gemacht haben? So, dass wir irgendwo einfach anfangen. #00:01:52-7#

**Marina:** Was haben wir alles gemacht? #00:01:53-3#

**Luke:** Papierfalten (**lacht**) Das ist so das Oberthema. #00:02:01-1#

**Marina:** Dann haben wir über die ganzen Leute, die halt mit Origami natürlich zu tun gehabt hatten. Wie das über die historischen (..) entstanden ist über die Jahre und Jahrhunderte hinweg. Genau. Dann zu den ganz einfachen Sachen wie dem Dreiecken, Vielecken. #00:02:17-1#

**Luke:** Dann haben wir erstmal angefangen, was kann man denn überhaupt falten #00:02:17-3#

**Marina:** Ja stimmt, genau. #00:02:17-3#

**Luke:** [ Das war ja Punkte auf Punkte, Geraden auf sich selbst und so weiter (..) #00:02:25-6#

**Marina:** Das Grundlegende. #00:02:21-2# ]

**Luke:** das war ja erstmal einfach ausprobieren. Wo man überall draufkommen könnte. und dann erstmal versuchen zu ordnen #00:02:32-0#

**Marina:** Ja mit den Dreiecken, genau. #00:02:35-1#

**Luke:** n-Ecken. #00:02:35-1#

**Marina:** Dann die n-Ecken. Was haben wir dann noch gemacht? Am Ende diese ganzen Axiome. Und die Flachfaltbarkeit #00:02:47-0#

**Luke:** Stimmt. Das war ganz am Ende. #00:02:46-4#

**Marina:** Und das tolle Ding, das sich gedreht hat. (**lacht**) Das war phänomenal! #00:02:54-9#

**Luke:** Ich hab die Blume dann probiert, aber das war mir dann doch zu schwer. #00:03:00-0#  
#00:02:55-7#

**Marina:** Ne Blume? #00:02:56-7#

**Luke:** Na ja, da musst du ja, glaub ich, achteln oder so ähnlich und dann hast du dieses gleiche Teil in der Mitte nochmal. #00:03:03-3#

**Marina:** Aaah! Ja meine Mutter sucht seit Ewigkeit, dass es so einen Verschluss gibt, den man falten kann, dass es sich dreht, deswegen bin ich momentan dran, dass man irgendwas draus machen kann. #00:03:10-1#

**Luke:** Aber ich hab die Falze falsch gemacht. #00:03:11-7# (**nicht wichtig**) #00:03:22-4#

**Marina:** Ja und bei den Dingen da musste ich sofort an das Fünfeck denken. Das fand ich nämlich echt **(kurze Pause)** Das habe ich dann gleich daheim meinem Papa vorgemacht, weil der ist auch so bisschen mathematisch. Oh mein Gott, das kann man daraus machen! Oh wie cool! Sowas lernen die! Oh das schön! **(lacht)** Ja, genau. #00:03:39-4#

**Luke:** Leute, denen ich das gezeigt habe, die waren nicht so begeistert #00:03:42-2# [ **Marina:** echt nicht?! #00:03:42-2# ] Oh, ein Fünfeck, hm. **(lacht)** Nicht so mathematisch begeistert **(lacht)** #00:03:46-2#

**Interviewer:** Ja, was haben die dann genau gesagt? Was hast du denen erzählt? #00:03:51-4#

**Luke:** Naja, ich habe halt einfach diese kleine Pyramide haben wir ja mal gefaltet. Und dann ganz am Ende von der Stunde hast du glaube ich diesen Knoten gezeigt. Und dann habe ich denen noch die Pyramide gezeigt. Das war noch ok. Und dann noch so: ja, wenn man aus einem Stück Papier Knoten reinmacht, dann Fünfeck. Davon waren die aber nicht so begeistert. Das könnte daran liegen, dass sie mit Mathematik nichts zu tun haben. #00:04:19-7# [ **Marina:** ja ok. ] Es war dann nach der Sitzung, bin ich zu meinem Lateinkurs gegangen **(lacht)** Sprachler eben. #00:04:22-0#

**Marina:** ja. Also ich habe das Tetraeder meiner Mutter – die ist Chemie- und Biologielehrerin ist – auch gezeigt. Oh! Das bringe ich nächstes Mal in den Unterricht gleich mitrein. #00:04:34-6# [ **Luke:** **(unverständlich)** die ganzen brauchen ja für die Verbindungen ] Ja, sowas ist echt super, wenn dann was mit reinbringen kannst, so bisschen lockerst, bleibt bei den Schülern, glaube ich auch, besser hängen. #00:04:40-8# [ **Luke:** Fächerübergreifend ] #00:04:43-5#

**Interviewer:** Aber sonst habt ihr mit Menschen auch so über auch diese Grundfaltung oder sonst irgendwas geredet? #00:04:54-6#

**Marina:** Ich habe mal als wir da die Hausaufgabe hatten mit den Axiomen was es ist und so weiter andere Leute zu fragen. Also ich habe Mathematiker gefragt, weil ich hatte danach Analysisvorlesung, aber es war irgendwie **(kurze Pause)** (so kam das aus dem Blauen?) Hey was sind eigentlich Axiome? Was meint ihr? Dann kam: Ja, hier so Grundbausteine, bla das ist das Wichtigste wo das darauf aufbaut und so. Aber so richtig motiviert irgendwas neuartiges kam da jetzt nicht raus. #00:05:24-2#

**Interviewer:** Kannst du das genauer beschreiben, was haben die gesagt? Wie sehen sie Axiome? #00:05:29-9#

**Marina:** Ich glaube das war wirklich nur, dass ist das Grundlegende, man kennt's ja eigentlich nur aus den Vorlesungen. Das dann halt so grundlegende Sachen sind, die halt nicht irgendwie die halt irgennwann mal halt bewiesen wurden und jetzt einfach vorausgesetzt werden und dann halt so der Grundbaustein ist, worauf dann die anderen Sachen so die anderen Sätze drauf basieren eigentlich, genau. Ja so ungefähr war das also jetzt weiß nicht mehr genau aber vom Sinn her was das. #00:05:57-9#

**Interviewer:** Wenn ihr gezwungen wärt, jemandem ein Axiom zu erklären. Was würdet ihr sagen? Was ist ein Axiom? #00:06:07-7#

**Marina:** Ja, auf jeden Fall das Minimale. **(unverständlich)** Das Minimalste an Eigenschaften für irgend etwas ist. Also wirklich nur das Minimalste, dass man nicht schon wieder irgendwas durch andere Sachen ersetzen kann. #00:06:24-4#

**Luke:** Es kommt drauf an, mit wem ich sprechen würde. Wenn ich jetzt mit einem Mathematiker sprechen würde, würde ich das vielleicht anders erklären, als wenn ich das mit einem normal sterblichen Menschen bespreche **(kurze Pause)** weil **(kurze Pause)** dem müsste ich das eher an einem Beispiel erklären. Wobei ich für Axiome Beispiele natürlich auch ein bisschen schwer finde, die jetzt nichts mit Mathematikern zu tun haben. #00:06:48-3#

**Interviewer:** Könntest du Beispiele nennen? #00:06:51-4#

**Luke:** Ja, wir hatten das Kochen, glaube ich #00:06:54-1# [ **Marina:** Oder Verkehr, rechts vor links, zum Beispiel ] Das man sagt, Vorfahrtsregeln gibts, dann ist halt die und die Rechts-vor-Links-Regel **(kurze Pause)** ein Axiom. Und daraus bauen sich andere Vorfahrtsregeln [ zusammen mit **Marina:** ] oder sowas. Einem Mathematiker könnte man in die Richtung sagen, dass man sagt, ok, das ist was **(kurze Pause)** als Grundbaustein – ist vielleicht ein ganz gutes Wort – benutzt wird, um darauf oder daraus andere Sachen zu schließen oder aufzubauen. Je nach dem ob man jetzt ein System axiomatisiert oder eben von Axiomen ausgeht und Theorie entwickelt. Das ist ja auch eine **(unverständlich)** #00:07:44-2#

**Interviewer:** Was meinst du mit Axiomatisieren? #00:07:46-1#

**Luke:** Hat man ja eine Theorie mit verschiedenen Sätzen, Definitionen etc. und daraus dann sozusagen diese Grundsachen rausfiltern, auf die man das ganze stützen kann. #00:08:05-8#

**Marina:** Also ist induktiv und deduktiv #00:08:06-6#

**Luke:** Genau. Die zwei Richtungen sind ja auch wieder verschiedene Sachen #00:08:10-7#

**Marina:** Ja, finde ich auch eine gute Idee [ **Luke:** Kommt auf die Situation an ], dass man sehen muss, mit wem man redet. Also wenn ich das meiner kleinen Schwester erklären würde, würde ich auch anhand Verkehrs ihr erklären, als jetzt mit meinem Vater, der hat ein bisschen **(unverständlich)** Mathematik versteht. Vorwissen auch schon da hat, und schon so mathematisches Vorwissen da hat. #00:08:34-7#

**Interviewer:** Das heißt du hast mit ihm über Axiome geredet? #00:08:37-7#

**Marina:** Über Axiome jetzt nicht, aber so über Falten. Ich habe ihm gestern erst gezeigt, wie man einen Winkel drittelt. Das fand er phänomenalst! Er hat sich echt richtig gefreut. [ **Interviewer:** Kannst du das auch aus dem Stand zeigen? ] Ich glaube, jetzt würde ichs sogar hinkriegen. Ok, ich versuchs

einfach mal (**lacht**) #00:09:33-9#

**Marina führt die Konstruktion durch (siehe Video):** #00:10:39-2#

**Interviewer:** Das ist doch schön! #00:10:40-3#

**Marina:** Ich fand das auch faszinierend. Weil das wieder so eine Erweiterung ist, man kanns halt Lineal und Zirkel halt nicht machen und dann sowas mit PAPIERfalten, wo man normalerweise denkt, jaja, ich mache jetzt Kranich oder sowas; dass man dann sowas mathematisches damit machen kann, dass man normalerweise nicht machen, fand ich sehr faszinierend #00:11:05-0#

**Luke:** Vor allem nach der Algebravorlesung, ganz wichtig, hoch hinausgehoben eine Winkeldrittung geht nicht – ein ewig langer Beweis und dann (**kurze Pause**) mit Blatt Papier. #00:11:16-6#

**Interviewer:** Wie kommt es, dass es überhaupt klappt? Ich meine, du hast jetzt die Konstruktion beschrieben, kannst du auch was dazu sagen: Warum klappt das? #00:11:27-4#

**Marina:** Ich glaube das hat irgendwas mit diesem Dreieck, was da entsteht, zu tun. Aber ich weiß gar nicht mehr genau #00:11:32-4#

**Interviewer:** Ich will gar nicht in den Beweis reingehen. #00:11:33-5#

**Marina:** Aber das war irgendwas mit dem Dreieck hatte das was zu tun gehabt. Weil das würde den einzigen Sinn ergeben, weil das Dreieck entsteht und ab da kann man auf einmal die Drittelfalze, sag ich jetzt mal, falten. Und deswegen muss man irgendwie zu dem Dreieck kommen, weil sonst würde es ja keinen Sinn machen, sonst hätte man im Schritt vorher schon das falten können, irgendwie, genau. #00:11:59-3#

**Interviewer:** Das heißt, an irgendeiner Stelle (**kurze Pause**) ich meine wie würdest du an dieser Konstruktion erklären, dass es mit Zirkel und Lineal nicht funktioniert? Was würde schief gehen? #00:12:08-8#

**Marina:** Naja, hier beim Falten macht man ja nur gerade Linien und man kriegt dann eben dieses Dreieck (zeigt) und dadurch dass man diesen Punkt M hat, dadurch kann man das dann eben falten. Aber mit Zirkel und Lineal (**kurze Pause**) naja, man kann damit nur halbieren irgendwas #00:12:36-6#

**Interviewer (zu Luke):** Wie sieht du das? #00:12:39-6#

**Luke:** Also mit Zirkel und Lineal wie gesagt geht nur eine Halbierung von einem Winkel, das heißt (..) man kriegt nie diese Drittel im Nenner, wenn man [ **Marina:** eben ] immer halbiert. Das sind ja nur gerade Zahlen. Ich weiß nicht genau, wie das dann zusammenhängt oder wie das hiermit (zeigt auf die Faltung von Marina) wo hier der Schritt ist, den man mit Zirkel und Lineal nicht hinbekommt #00:13:13-3#

**Marina:** Mit Zirkel und Lineal geht halt das Halbieren. Da kommt man wie du sagst nicht auf ein Drittel irgendwie. #00:13:21-3#

**Interviewer:** Interessant ist natürlich, was macht man hier (in der Faltung), wodurch man auf Drittel kommt. Was ist sozusagen die Bewegung, die das anders macht? #00:13:33-4#

**Luke:** Naja, das wird wohl die Faltung sein, dass man zwei Punkte auf zwei Geraden faltet. [ **Marina:** Ja. ] Dadurch kriegt man diesen Falz f. #00:13:42-1#

**Luke:** Wie war das? Das löst dann Gleichungen dritten Grades oder sowas? Das geht nicht (**kurze Pause**) immer (**kurze Pause**) oder (**kurze Pause**) zumindest in die Richtung #00:13:57-7#

**Marina:** Dieses, oh Gott, wie hieß der? Lill? Glaube ich [ **Interviewer: mhm (bejahend)** ] [ **Luke:** Mit Tangens, ja ] Ja genau #00:14:05-4#

**Interviewer:** Wenn wir schon tief bei diesen Konstruktionen sind, was geht eigentlich, was ist der Punkt bei diesen Faltungen; warum haben wir zum Beispiel keinen Kranich gefaltet? Was ist der Unterschied zu dem da? #00:14:27-9#

**Luke:** Weil das 1-fach-Origami ist und Kraniche und so weiter da muss man das Papier [ #00:14:33-6# **Interviewer:** Was ist das? Was meinst du damit? ] Naja, bei uns entstand nur ein Falz pro Faltung. Zumindest bis zum Flachfalten [ **Marina:** Ja, bis zum Flachfalten, ja ] Und bei Figuren oder irgendwelchen anderen Geschichten muss man mehrere Falze auf einmal bilden. Wir wollten uns erstmal nur auf das 1-fache Origami beschränken und gucken wie stark das ist, was ja stärker als Zirkel und Lineal wird. [ **Interviewer: mhm (bejahend)** sehen wir ] #00:15:04-3#

**Marina:** Weil das 1-fach-Origami einfach aussagekräftiger ist wie wenn man 2-fach-Origami nimmt. Wenn man einfach sagt, man batscht das jetzt zusammen, hab jetzt zwei Falze gekriegt und das jetzt durch ZUFall grade die Drittel und passt. Aber hierbei wir wissen ganz genau, dass wir jedes Mal nur eine Lösung hatten, die wir jetzt gefaltet haben und dadurch ist das dann exakter, würd ich jetzt sagen, als das mehrfach-Origami, genau. #00:15:34-5#

**Luke:** Könnte beweiskräftiger sein, ja. #00:15:37-1#

**Interviewer:** Beweiskräftiger als was? #00:15:38-9#

**Luke:** Als mehrfache, 2-fach, 3-fach Faltungen #00:15:43-8#

**Marina:** Na dann kanns ja wie gesagt durch Zufall grade mal der Falz entsteht und der passt. Aber hier ist ja genau DER Falz [ **Luke:** Das funktioniert ja immer für jeden Winkel. ] #00:15:54-9#

**Luke:** Die Faltung wird ein bisschen hässlich, wenn man falsch faltet oder falsch in Anführungszeichen [ #00:16:04-2# **Marina:** Wenn man nicht genau faltet, ja ] #00:16:05-3#

**Interviewer:** Könnt ihr das bitte kurz beschreiben, was macht man eigentlich da? Du hast Punkte eingeführt, du hast irgendwas auf irgendwas gefaltet, könntet ihr mir das Tick genauer beschreiben, so das wir über diese Faltungen [ **Marina:** also die Faltungen jetzt genau abgelaufen sind? ] Genau. Wenn das nochmal kurz wiederholen würdest. #00:16:29-5#

**Marina:** Ich habe ja diese Strecke AP vorgegeben das ist ja mein Winkel, das ist bis zur Strecke AD, das ist mein Winkel, den ich dritteln will und dann habe ich als erstes diesen Falz L gefaltet und dabei wars dass dieser Falz ist relativ egal wo man den macht, der muss nur zwischen A und der oberen linken Ecke muss es ungefähr von 0 bis zu  $\frac{2}{3}$  in dem Bereich sein. Also wenn ich den Falz hier unten hingesetzt hätte, dann hätte es leider nicht mehr geklappt. [ **Luke:** Zumindest ist die Konstruktion dann hässlich. ] Echt? [ **Luke:** Da kannst du nicht mehr schön falten ] Ok, ich habs nicht ausprobiert, ob es dann nicht funktioniert, aber ich weiß nur, dass es zwischen 0 und  $\frac{2}{3}$  bleiben muss. Dann habe ich AD auf L gefaltet und M gekriegt [ #00:17:31-1# **Interviewer:** Und das geht exakt, wie du sagst. ] Ja, weil ich falte ja [ #00:17:39-0# **Luke:** Das ist ja dann Gerade auf Gerade oder Falz auf Falz ] das ist ja Punkt auf Punkt, Gerade auf Gerade und (**kurze Pause**) dann kanns ja ein bisschen ungenau werden, weil man muss ja gleichzeitig C auf Falz AP falten und gleichzeitig auf M falten und dann kanns ja sein, dass man sich ein bisschen vertut, [ #00:18:11-8# **Luke:** Mit genug (**unverständlich**) geht das ] natürlich wenn man sich genug Zeit nimmt und genaustens Millimeter für Millimeter verschiebt, dann geht das natürlich, aber wenn man sich das kurz vormachen will, dann wäre das der Punkt, wo das ein bisschen ungenauer werden könnte und dann sinds ja von dem Punkt aus, der da entsteht, ist Groß M, das ist ja der Schnitt von dem Falz f (**unverständlich**) und dann man ja dann Drittel da machen. #00:18:42-3#

**Interviewer:** Ich möchte vielleicht doch kurz nachfragen, also wenn du sagst, das ist ein bisschen ungenau, wie meinst du das? Praktisch ungenau oder grundsätzlich ungenau? #00:18:51-4#

**Marina:** Praktisch, glaube ich. [ **Luke:** Wenn man nachmessen würde mit dem Geodreieck. ] Genau. Könnt vielleicht so ein bisschen Abweichungen geben. [ **Interviewer:** Ja, praktische Probleme interessieren uns sozusagen nicht, aber ] [ #00:19:01-7# **Luke:** In der Theorie kann man das nachweisen, soweit ich weiß. ] Also wie gesagt, wenn man sich die Zeit nimmt und das dann halt (**kurze Pause**) man sieht hier unten, dass Punkt da unten endet (**lacht**) aber wenn man halt genaustens die Falze genau faltet, dann muss das gehen. #00:19:20-7#

**Interviewer:** Wie würdet ihr sagen, woran liegt, dass es genau geht. Wie könnte man das vielleicht erklären? (**kurze Pause**) Warum glaubt ihr, dass es geht? Weil ich das gesagt habe? #00:19:31-4#

**Luke:** (**lacht**) auf jeden Fall das. #00:19:38-7#

**Marina:** Ja und irgendwelche Beweise dazu gemacht gehabt. (...) Ja, es ist ja normalerweise, wenn man exakt faltet, gibt es ja eigentlich nur einen Falz. Wenn man jetzt M kriegen will, dass man dann genau A auf C faltet und D genau auf L faltet, dann gibt es nur eine Möglichkeit den Falz zu bilden und dadurch ist es schon genau, würde ich sagen. #00:20:03-3#

**Luke:** Die Faltung ist zumindest genau. (..) Bei der Drittelung das muss man halt dann nachrechnen über die Winkel [ **Interviewer:** Haben wir gemacht. ] Dann muss man eben noch zeigen, dass es wirklich Drittel sind. (...) Das haben wir ja gemacht, wenn wir irgendwelche Winkel (**unverständlich**) verändert? haben oder Strecken ausgerechnet #00:20:29-7#

**Interviewer:** Springen wir ein bisschen im Thema. Das ist sehr schön, diese Winkeldreiteilung, vielleicht kommen wir noch darauf zu sprechen. Ich will vielleicht so ein paar allgemeine Fragen stellen, also mich interessieren jetzt diese Konstruktionen nicht so sehr, ich will eher mit euch reden. Wie würdet ihr sagen: Würdet ihr sagen, dass unser Kurs die Art wie ihr über Mathematik denkt, verändert hat? #00:21:02-7#

**Marina (sofort):** Auf jeden Fall. Auf jeden Fall. #00:21:04-4#

**Luke:** Es wird auf jeden Fall verständlicher. Wenn man schwierige Themen einfacher erstmal angeht und dann ins Schwierige reingeht, anstatt dann wie in den Vorlesung Satz-Beweis, Satz-Beweis, Definition [ #00:21:17-0# **Marina:** Ja ] (**lacht**) #00:21:17-3#

**Marina:** Bei Vorlesungen kriegt man immer vorgesetzt, das ist richtig, kriegst den Beweis vor die Natz (Nase?) geknallt und da haben wir halt auch was praktisch gemacht und (**kurze Pause**) also ich fands auch gut, dass wir dann immer erstmal selbst überlegen durften, wie das geklärt wird, also hat man dann auch erst seinen Grips angestrengt und (Fingerschnips) ich fand der Kurs hat mir um einiges so (..) davor hatte ich so ein bisschen Zweifel ob Mathe wirklich das richtige ist, aber der Kurs hat mir einiges an Spaß gemacht, auch eine ganz andere Facette von Mathematik aufgewiesen. Also nicht nur dieses Trockene (...) stupide Satz anwenden oder sowas, sondern das halt auch Spaß macht (**lacht**) #00:21:58-0#

**Interviewer:** Du würdest sagen, dass die (...) Art wie du über Mathematik denkst, dass sie sich dadurch verändert hat, dass du mehr Spaß #00:22:08-3#

**Marina:** Ja! Weils auch praktisch ist. Also ich bin Mensch, der eher praktisch was machen will und so #00:22:14-4#

**Luke:** Gut, ist halt in den Vorlesungen vielleicht nicht so einfach, weil man mehr Stoff hat. Gut wir hatten auch immer Zeitdruck, aber wenn man sich das anschaut, wir hatten zumindest genug Zeit, uns selbst damit auseinander zu setzen. #00:22:27-6# Und das auf dem Niveau, wo man sagen könnte, ok, das kann man das ganze Studium noch, wenns jetzt Achtsemester oder Neuntsemester sind (**kurze Pause**) es bringt dir eben noch was in der Anschauung (**kurze Pause**) es ist jetzt nichts, dass man sagt in der Schule das-und-das und falten so (**kurze Pause**) weils schwierig ist, irgendwo unterzubringen, also überall zumindest; muss man zumindest aufbauen, aber jetzt für den Studenten würde ich schon sagen hilft das bei der Anschauung (**kurze Pause**) zumindest jetzt am Anfang vielleicht mit den Axiomen ist ein bisschen einfacher zu verstehen, wie das ganze Zeug funktioniert. Weil wenn ich mich zurückerinnere, Analysis I Vorlesung (**kurze Pause**) ja, schreibe wir Peano-Axiome auf (**kurze Pause**) AXIOM ein neues Wort, was ich nicht kenne [ **Marina:** mhm (**bejahend**) #00:23:14-0# ] keiner hat erklärt was es ist, keiner hat erklärt warum das so ist. Steht so da, wenden sie es an,

hm. #00:23:20-0#

**Marina:** Oft, nimm den Begriff, sei glücklich damit und fertig ist, genau #00:23:25-3# **(unverständlich)** #00:23:27-5# Das Timing fand ich genau richtig, es war, wir hatten genügend Zeit, um darüber nachzudenken, aber auch nicht zu viel Zeit, dass man sich darauf verbissen hat und einfach überhaupt nicht weitergekommen ist und dann hat man Zeit, um bisschen darüber nachzudenken #00:23:40-7# bisschen Denkanstöße anzufangen und dann eben **(kurze Pause)** dann hat man dann aber auch gemeinsam eine Lösung gefunden – das fand ich ganz gut auch. #00:23:50-2#

**Interviewer:** Luke, wenn du sagst, am Anfang in einer üblichen Vorlesung oder anderen Vorlesungen, wie du sagst, kriegt man Axiome hingeklatscht [ **Luke: mhm (bejahend)** ] und bei uns war das nicht so, hast du gesagt. #00:24:05-6#

**Luke:** Wir haben das mehr oder weniger intuitiv erarbeitet, also das wurde von Anfang an nicht so genannt, aber im Endeffekt war das eigentlich so, als wir überlegt haben, was können denn eigentlich falten? Also, was weiß ich, Punkt auf Punkt, Falz auf Falz. Das sind ja im Endeffekt die Axiome, die sich auf eins beschränken lassen, aber **(kurze Pause)** es hieß halt nicht: Ok, hier habt ihr die 6 Axiome, faltet mal das und das und versucht das und das zu beweisen. Es ist halt **(kurze Pause)** ich finde anschaulicher **(kurze Pause)** für praktischere Menschen vielleicht schöner, dass man sich das selbst irgendwie mehr oder weniger erarbeiten kann, als dann eben pro Vorlesung 5-6 Seiten aufzuschreiben, dann weiß man nicht mehr, was man auf der ersten Tafel geschrieben hat, wenn man auf der fünften ist #00:24:57-2# dann kommen zwei Tage später die nächsten 5 Tafeln **(lacht)** es ist halt, hier wars immer so, dass man immer wieder das wiederholen konnte und sichs dann dadurch eben das vielleicht eher einprägt [ **Marina:** ja #00:25:07-8# ] und mehr Verständnis dafür entwickeln kann (...) wie das ganze funktioniert. #00:25:15-2#

**Marina:** Dadurch, dass man selbst sich erstmal Gedanken dadrüber gemacht hat, hat man halt **(kurze Pause)** es ist nicht: So, findet ein Axiom jetzt dafür oder irgendwie eine Regel dafür, um das zu machen, sondern es hieß, löst diese Probleme. Und damit haben wir dann ohne es eigentlich zu wissen, eine Regel gefunden für die Sache. (...) das hat sich halt von selbst ergeben. Und dadurch bleibt's auch leichter im Kopf hängen. doch #00:25:44-9#

**Interviewer:** Warum braucht man dann diese Axiome? Du sagst es ist schwer oder nicht klar, was das ist, warum macht man das dann überhaupt? #00:25:59-5#

**Luke:** Ja, Axiome sind ja diese Grundbausteine **(unverständlich)** und darauf geht die ganze Theorie, die wir dann lernen sollen, zurück. also braucht man irgendwo schon erstmal einen Anfang **(kurze Pause)** wenn man das daraus aufbauen will oder eben die andere Richtung: Man hat einfach schon alles und sucht den Anfang dazu. Sind halt beides Fragestellungen, die man stellen muss und **(kurze Pause)** um das ganze System zu verstehen, denke ich schon, dass man diesen Anfang braucht **(kurze Pause)** oder zumindest um das verstehen zu können, wenn man sich damit genug auseinander setzt. #00:26:43-8#

**Marina:** Ganz am Anfang, ich glaube das war die erste oder die zweite Stunde, wo wir versucht haben einfach Sachen zu erklären, das wir grade gefaltet haben und allein schon diese ganzen Begriffe zu



ordnen, dass wir alle dieselben Begriffe hatten und dann eben miteinander kommunizieren konnten, also sozusagen das Vokabular herzustellen. Das ist ja dann eigentlich auch sehr wichtig dafür gewesen, dass man überhaupt dann irgendwas weiterführen kann. Wenn der eine das Falz nennt, der andere Baum oder sonstwas, kann man nicht miteinander reden. #00:27:18-0#

**Interviewer:** Man kann sich vielleicht auf irgendwas verständigen. #00:27:21-7#

**Luke:** Axiome als eine einheitliche Sprache, in der man mit allen anderen Leuten egal aus welchem Land sie sind oder welchem Kontinent, dass sich über bestimmtes Thema richtig unterhalten kann. Das fiel uns am Anfang auch schwer, wenn wir so ein Netz zeichnen sollten. Wie falten wir (zeigt ein Beispiel) #00:27:43-5# wir halten das jetzt nach oben oder halbieren die Fläche, haben wir gesagt, aber dann war allen auch nicht klar, was ist ne Fläche, was ist die Hälfte und so weiter [ **Marina:** genau #00:28:06-0# ] und da musste man sich klar werden oder sich drauf einigen, wie man das ganze bezeichnen möchte. (...) Damits dann jeder versteht oder zumindest ungefähr weiß, worüber man sprechen kann #00:28:20-7#

**Marina:** Allein schon das Wort Falz [ **Luke:** War für mich neu! ] ich kannte schon ein bisschen so von Falzen oder so, aber wenn man jetzt Leute auf der Straße fragen würde, die hätten keine Ahnung davon und dadurch könnten sie gar nicht in Origami wie wirs jetzt geführt haben weiter denken und weiterreden und wären gar nicht miteinbezogen und deswegen finde ich das so wichtig, dass man erstmal die Grundbausteine, dass alle dieselben Vokabeln für alles verbinden, was wir jetzt eigentlich als Ziel hatten am Anfang. #00:28:55-0#

**Interviewer:** Was meinst du mit diesen Grundbausteinen? #00:28:57-0#

**Marina:** Also zum Beispiel, das ist eine Gerade, das nennen wir Punkt, das nennen wir Falz, wenn wir sagen wir falten das auf das, dann entsteht der und der Falz. Bei uns im Kurs weiß jeder genau, was er machen muss. Aber am Anfang war das auch ein bisschen so, (**unverständlich**) (**lacht**) #00:29:19-1#

**Luke:** Das wurde dann schon einfacher, wenn man das fertig eingeführt hatte, Begrifflichkeiten. [

**Marina:** Genau ] #00:29:22-6#

**Marina:** Das hat alles ein bisschen erleichtert, weil jeder wusste sofort Bescheid, wenn man gesagt hat, das ist der Falz, der entsteht, genau #00:29:31-5#

**Interviewer:** Springen wir vielleicht nochmal. Gehen wir ein bisschen in die Schule. Ihr werdet ja unterrichten und Schülerinnen und Schüler haben. Wie ist eure Erinnerung an eure Schulzeit, hattet ihr da schon mit Axiomen gearbeitet in der Schule? #00:30:00-0#

**Marina:** Also jetzt direkt sie als AXIOME bezeichnet haben wirs nicht. Aber ich denke schon, also ich wüsste jetzt nicht genau ein Beispiel, aber bei längerem Überlegen wird bestimmt irgendwas einfallen. Aber dass wir es genau Axiom genannt haben (**kurze Pause**) bestimmt nicht. #00:30:18-4#

**Luke:** Ich glaube, wir hatten damals die Körperaxiome für C, das war aber schon sehr (**kurze Pause**) das war G9 noch, da konnten wir eine Zusatzstunde machen. Das war entweder Programmieren oder irgendwas Anderes Mathematisches und dann hat unser Lehrer mit uns die komplexen Zahlen gemacht und hat dann da die Körperaxiome aufgeschrieben. Hab natürlich nix davon verstanden, aber (**lacht**) also die Rechnungen, Rechenregel dazu uns so weiter hat er auch gemacht, aber das war halt eine Stunde in der Woche, ganz am Ende vom Jahr #00:30:55-2#

**Interviewer:** Wie stellt ihr euch das vor? Wie werden ihr das machen? Wenn ihr dann in der Schule seid: Werdet ihr AXiome verwenden wie auch immer wo oder werdet ihr die vermeiden? Wie seht ihr das? #00:31:06-6#

**Marina:** Vermeiden glaube ich kann man sie nicht. [ **Luke:** Man wird sie wohl nicht SO direkt einführen ] Also dass man sagt, so das ist jetzt ein Axiom. Bitte. [ **Luke:** So als Merksatz vielleicht #00:31:18-1# ] Solche Sachen denke ich (**unverständlich**) auch in der Schule. (...) Man verwendets einfach. Allein schon mal das (**kurze Pause**) Punkt, einfach. Weiß jedes Kind eigentlich, ab einem bestimmten Alter, so ab Grundschule, weiß was ein Punkt ist und was ne Strecke ist, weiß es auch und (..) das wären schon wieder so Begriffe, die man erst hätte definieren müssen und (**kurze Pause**) jeder weiß eigentlich Bescheid was es so ungefähr ist, was man davon meint #00:31:48-1#

**Interviewer:** Was willst du damit sagen? #00:31:52-4#

**Marina:** Ich glaube das ist überhaupt nicht möglich ist, das nicht zu verwendet, also dass man Axiome TOTAL ausblendet und da muss man glaube ich ganz schön aufpassen, dass man da nichts verwendet #00:32:06-4#

**Luke:** Das funktioniert glaube ich auch nicht. Koordinatensystem führt man glaube ich in der fünften Klassen ein, soweit ich mich richtig erinnere. Und dann wird man das Ganze, euklidische Ebene haben wir am Ende gemacht (..) eher so einführen, dass man ein Beispiel dazu angibt und dass an vielen Beispielen einfach ein intuitives Verständnis dafür entwickelt und nicht sagt #00:32:30-2#

**Interviewer:** Verstehe nicht ganz. Beispiel für die euklidische Ebene oder wofür? #00:32:33-8#

**Luke:** Nene, einfach für (..) wie das Koordinatensystem funktioniert. Also R2 sozusagen. [ **Marina:** Im R2 sozusagen ] Also nicht dass man in der fünften Klasse dann hingeht und (**kurze Pause**) hier habt ihr R2 mit Skalarprodukt, mh, ok (**lacht**) sondern dass man sagt, wir haben jetzt was weiß ich ZUWachs von Wasser in der Badewanne über einem bestimmten Zeitraum oder so was. Dass man sagt, das kann man so eintragen. Dann macht man ganz viele Beispiele (..) dann macht man die Diagramme soweit ich das noch im Kopf habe, Balkendiagramme, Säulendiagramme. Dann braucht man ja ein Koordinatensystem dafür. #00:33:12-1#

**Interviewer:** Wenn ich so direkt fragen würde (...) Welche Bedeutung sollen dann überhaupt Axiome in der Schulmathematik spielen? Braucht man die da überhaupt? Braucht man die nicht? Ihr sagt, man wird die wohl nicht vermeiden können/wollen, aber wie würdet ihr das sehen: Welche Bedeutung

sollen die haben? #00:33:36-4#

**Marina:** Manche sind ja wie gesagt aus dem Leben nicht denkbar und dadurch schon elementar wichtig wieder, um weiterreden zu können. Man braucht irgendwie Grundbausteine, was dann die Axiome eigentlich sind, um eben dann bauen zu können. Um darauf weiter aufbauen zu können. Ganz wegdenken gehts auf gar keinen Fall, aber jetzt #00:34:02-9#

**Interviewer:** Das klingt so, als ob du das doch irgendwie wolltest, aber #00:34:06-0#

**Marina:** Ja, man kann halt nicht sagen, dass man dann wirklich jetzt (**kurze Pause**) ich glaube man verwendet oft Axiome einfach so, intuitiv für sich selbst. Hat grade gar nicht darüber nachgedacht, dass man es jetzt verwendet und (..) dadurch ist halt wie gesagt allgegenwärtig eigentlich und (...) dann wegdenkbar ist es auch nicht, weils dauernd da ist. #00:34:27-6#

**Luke:** Das ist dieser typischer Fall: Das ist halt so [ **Marina:** JA! #00:34:32-4# ] Wenn man das alles erklärt, es ist halt, dann hat man von mir aus eine Woche damit zugebracht das zu erklären, wobei sichs vielleicht mal zwei Schüler das Zeug merken und dann (...) durch den Zeitdruck, den man sowieso hat mit dem Lehrplan, vielleicht schwierig das Zeug so vertieft oder so (..) ausführlich zu erklären, dass man das wirklich dann auch den Schüler so nahebringen kann. Ich denke die Schule ist auch eher praktisch angelegt, dass man vielleicht auf Sätze zurückgreift so wie (...) Skalarprodukt ist gleich Null ist zwei Vektoren stehen senkrecht aufeinander. oder sowas. #00:35:09-6#

**Interviewer:** Ihr sagt, ok, Axiome sind wichtig für die Theorie. Axiome sind aber auch gleichzeitig nicht wünschenswert in der Schule. Wer soll dann diese Axiome machen oder wer soll sich damit beschäftigen? #00:35:24-8#

**Marina:** Nicht wünschenswert sind sie nicht, aber machts einfach nicht, weil die Kinder (..) wenn ich als Kind von meinem Lehrer erstmal so 5 Axiome vor die Nase geknallt bekommen hätte, hätte ich glaube ich gleich auf Durchzug (**unverständlich**) oh, schon wieder (**kurze Pause**) Theorie will ich – ich will was machen! Natürlich sieht das der Schüler noch nicht, dass ohne die Theorie halt das andere nicht funktionieren kann und dass man was wissen muss, bevor man was arbeiten kann (...) und naja, Merksätze solche Sachen hatten wir auch in der Schule gehabt. Wenn mans nicht zu sehr ausarten lässt. #00:36:05-2# Aber dass man jetzt zum Beispiel anfängt wie (...) bei uns hat man ja gesehen als wir versucht haben da die Punkte und die ganzen Axiome da eben wirklich durchzugehen, da haben wir ZWEI Stunden (...) dafür gebraucht, wir jetzt als Studenten. Wenn man das jetzt den Schülern sagt, so, erklärt mir mal bitte was ein Punkt ist und zwar genau [ **Luke:** Das braucht man auch in der fünften Klasse schon #00:36:27-6# ] Ja. #00:36:27-6#

**Luke:** Da fängt man mit Dreiecken und Rechtecken und sowas schon an [ **Marina:** Das machst du schon in der Grundschule #00:36:33-9# ] Ja, stimmt. Die Grundschule ist ja auch schon das ganze Zeug. #00:36:36-1#

**Interviewer:** Wenn wir kurz in der Uni, im Studium bleiben. Wir haben sowas auch ein bisschen besprochen, was Axiome sind. Wie würdet ihr das sehen. War das unnötig, sinnvoll? Mir ist das nicht

ganz klar. So verstehe ich dich: In der Schule ist das vielleicht nicht so wichtig oder vielleicht sollte man das nicht hoch schätzen und Schülern verkaufen diese Axiome. Wie ist das dann in der Uni?  
#00:37:09-1#

**Marina:** Ja, ich glaube in der Uni weiß man das zu schätzen. Also ich fand das ganz gut, Axiome wirklich mal erklärt zu bekommen, fand ich gut. Aber ich glaube die Schüler wissen das nicht zu schätzen. Wenn du versuchst ihnen das von Grund auf beizubringen #00:37:27-9#

**Luke:** Die freuen sich nicht über die Winkeldrittung. Man muss das vielleicht aufbrauschen, dass es ein riesen großes Problem ist, dann würde es vielleicht gehen, aber es ist eben (...) #00:37:41-7#

**Interviewer:** Vielleicht versuche ich nochmal nachzufragen. Was wäre das Problem, mit Schülerinnen und Schülern Axiome zu besprechen? Wie würdet ihr das sagen? (...) Also ich meine, so wie wir das gemacht haben, sagt ihr auch, das hat Spaß gemacht, was wäre das Problem in der Schule?  
#00:38:04-4#

**Luke:** Ich glaube die Interessenlage in der Schule liegt da einfach anders. Die haben sowieso 6 bis 10 Fächer oder sowas. Tag für Tag haben sie Nachmittagsunterricht, dann müssen sie wieder für den nächsten Tag lernen. Da ist einfach (...) bei vielen die Lust raus. [ **Marina:** #00:38:21-4# Die haben einfach nicht die Lust sowas dann zu machen. ] Das ist einfach so. #00:38:24-0#

**Marina:** Die wollen dann eher sagen, ok, was hilft mir das jetzt bitte früher für die Klausur später für die Schulaufgabe [ **Luke:** ja ], da werden eher nur Aufgaben dran kommen, so ungefähr. #00:38:41-0#

**Luke:** Es ist aber allgemein so, dass auf Klausuren der Wert gelegt wird. Es ist an der Uni jetzt auch nicht anders #00:38:48-1#

**Marina:** Ja klar. An der Uni ist es ja so, wir haben da die Leute ja eigentlich, die sich für Mathe interessieren [ **Luke:** Genau. ] An der Schule hast du so viele Leute, die einfach sagen, oh Gott, ich muss jetzt Mathe machen. Weil Mathe ist Pflicht. Mathe ist ja auch eins der Hauptfächer, dadurch zählt's auch schon ein bisschen mehr [ **Luke:** ist ja Abiturfach #00:39:07-9# ] bei den Eltern ist das sowieso noch mehr im Kopf, weil, oh, Mathe ist wichtig und die wissen halt dass es wichtig ist und die Kinder haben halt (**kurze Pause**) es gibt Kinder, die einfach mathematisch nicht grad begabt sind und sich da durch quälen. Und dann haben sie nicht das Interesse da, an so Sachen so rumzuspielen, Sachen rauszufinden, so einfach durch Denken oder sowas. Die sagen, ich hätte jetzt lieber Englisch oder so was (**lacht**) #00:39:32-4#

**Luke:** Die praktischen Erfahrungen, die ich gemacht habe, sind alle dahingehend, dass die Schüler kein Interesse daran zeigen, einfach nicht den Sinn dahinter sehen, das zu lernen. Weil der praktische Nutzen zu weit weg ist. Und dadurch, dass sie es nicht lernen, können die auch zum Beispiel in der Wirtschaft keine Kostenfunktionen aufstellen. Das sind ja nur Geraden oder Parabeln von mir aus mal. Aber das ist bei denen schon, oh Scheiße, Mathe – bin ich raus. #00:40:03-9#

**Marina:** Ich glaube viele Kinder die sehen halt noch nicht (..) die sind noch Kinder. Die sehen noch nicht diese Zukunftssache, so nach dem Motto: Ja, ich kann das später auch noch gebrauchen und ich werde das später noch brauchen müssen, deswegen lerne ich das jetzt, weil das kann ich dann später leichter anwenden oder auf schwierigeren Ebenen anwenden (...) #00:40:25-1#

**Interviewer:** Könnt ihr das? Ich habe gerade mitgeschrieben: Schüler sehen keinen praktischen Nutzen in diesen Axiomen. Seht ihr einen praktischen Nutzen? #00:40:33-0#

**Luke:** Insgesamt in der Mathematik. Nicht nur auf die Axiome beschränkt, sondern wenn ich jetzt 8., 9. Klasse, Geraden und Parabeln werden da gemacht, wenn ich mir das angucke. Und in der 10. Klasse kommt von mir aus in der Wirtschaft irgendwas mit Kostenfunktionen, dann können die das nicht. #00:40:50-6#

**Interviewer:** Wenn ich tatsächlich auf den Axiomen beharre. Du sagst auch, die sehen keinen praktischen Nutzen, seht ihr einen praktischen Nutzen? #00:41:00-6#

**Luke:** Es ist die Theorie dahinter. #00:41:01-6#

**Marina:** Es dauert halt. Wenn man allein schon die Naturwissenschaften anschaut. Das baut alles auf einander auf, Exponentialfunktion allein schon mal. Das sieht man auch in der Biologie, im exponentiellen Wachstum von Bakterien oder sowas und da (...) sehen die einfach nicht die Parallelen. Denken sich, oh, Exponentialfunktion, das klingt so böse (..) gleich mal weg. Und wenn sie es dann in Biologie hören – weg. Und dadurch wenn es aber schon in Mathe verstehen und diese Exponentialfunktion sich mit angefreundet haben, dann geht das in anderen Fächern eben auch (..) wieder leichter vonstatten. Ah, das kenne ich aus Mathe, hm, vielleicht sehe ich da irgendwelche Parallelen und können das mit einander verknüpfen und haben das wissen nicht so separat in Schubladen, sondern miteinander verknüpft #00:41:50-7#

**Interviewer:** Aber beziehst das nicht auf Axiome, sondern auf die ganze Mathematik? Oder verstehe ich dich falsch? #00:41:55-8#

**Marina:** Ich glaube, ich hab das jetzt ein bisschen zu allgemein gemacht. Auf die ganze Mathematik. #00:41:59-2#

**Interviewer:** Mich würde interessieren, wenn ich noch bis diesem Punkt bleibe: Du sagst, Schüler sehen keinen praktischen Nutzen in diesen Axiomen, oder vielleicht allgemein. Aber wozu macht man dann überhaupt Axiome in der Uni? Du hast gesagt du hast Peano-Axiome gesehen im Studium. Habt ihr sonst mit Axiomen gearbeitet in der Uni? #00:42:24-4#

**Luke:** Ja, in der Algebra noch. #00:42:27-4#

**Marina:** Ja genau, oder lineare Algebra. Axiome und so weiter. (...) Also zum Beispiel, wenn man jetzt die Körperaxiome zum Beispiel rausnehmen würde, dann kann man ja dann, man sagt ok, du musst jetzt gucken, ist das ein Körper oder nicht. Dann ratterst du die ab. Dann ist ja auch wieder ein

praktischer Nutzen, weil du kannst dann **(kurze Pause)** ok, ich weiß genau welche Axiome das sind und dann kann ich die eben dadrauf beziehen und wenn ich sehe, ok das ist ein Körper, dann weiß ich sofort, diese Axiome sind dadrin verpackt. #00:43:01-4#

**Luke:** Es ist wichtig in manchen Gebieten erstmal (..) dass man überhaupt etwas daraus machen kann. Wenn man nicht weiß, ob das ein Körper ist oder nicht, wenn wir bei dem Beispiel bleiben [

**Marina:** ja ] dann können wir die ganze Theorie vergessen. #00:43:15-6# [ **Marina:** Dann kann man gar nicht die ganzen Sätze direkt anwenden ] Wir bauen ja ganze Zweige dadrauf auf, dass man das immer wieder braucht, also ist der Nutzen schon da, irgendwo (...) und dann müsste man die Axiome schon zumindest in der Uni wichtig stellen. Aber es ist eben wenig Zeit, um dann (...) #00:43:34-3#

**Interviewer:** Ich stelle euch eine Frage. Das kennt ihr aus dem Pretest schon aus diesem Test davor. 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.« Das habe ich schon im Pretest gefragt, aber (...) weiß nicht. Wie interpretiert ihr das überhaupt? #00:44:01-4#

**(nicht wichtig)** #00:44:16-1#

**Interviewer:** Also mich interessiert das deswegen, weil das empfohlen wird für die Ausbildung von Mathematiklehrern. Das sind die Studierenden gemeint, also IHR insbesondere. Was wollen die von euch? Wie ist das zu interpretieren? #00:44:38-1#

(...) #00:44:42-4#

**Marina:** Ich würde das fast so sehen wie mit diesen Grundbausteinen. #00:44:47-7#

**Luke:** Das sind die Beweisschritte sozusagen, die man verwenden kann, um verschiedene Sätze zu beweisen. In Geometriefachdidaktik, zum Beispiel, muss man immer die ganzen Axiome dazu schreiben, #00:45:02-4# wenn man irgendwas beweist. (...) Also darum es wohl hier gehen. Dreiecke, Vierecke von mir aus, n-Ecke, Flächeninhalte, Sätze, Pythagoras und so weiter. Dass man da zumindest die Axiome in der Geometrie verwenden kann, um diese Sätze zu beweisen. (...) Ob man das jetzt in der Schule so ausführlich braucht, bin ich skeptisch. Also (...) da sind dann nicht SO viele Sätze, die man in der Schule braucht. #00:45:37-9#

**Interviewer:** Wenn du sagst »SO genau« worauf beziehst du dich? Also was meinst du mit »SO genau«? #00:45:42-3#

**Luke:** Also dass man jeden einzelnen Schritt bis ins kleinste Detail mit allen Axiomen begründet (...) das ist glaube ich in der Schule nur zum Teil (...) also von den Sätzen her ist das Pythagoras, der kommt (..) auf jeden Fall (...) Thales ist glaube ich noch (...) gut, Höhensatz etc. was noch dazu gehört zu den rechtwinkligen Dreiecken und so weiter (...) aber so viele Sätze sind es eben auch in der Geometrie nicht #00:46:14-5#

**Interviewer:** Was können die mit dieser formalen Grundlegung der euklidischen Geometrie meinen?  
#00:46:24-5#

(...) #00:46:31-2#

**Interviewer:** Also mir ist das auch nicht so ganz klar, deswegen frage ich auch, also wie seht ihr das?  
#00:46:37-2#

**Marina:** Vielleicht so (...) Ja weil Grundlegung, wenn ich jetzt einfach mal von den Worten her ausgehe. **(unverständlich)** Grundbausteine, die formal richtig sind [ **Luke:** Ist das fürs Examen gemeint oder für den Unterricht später? ] [ **Interviewer:** Ich glaube das ist so gemeint, ein zukünftiger Lehrer eine zukünftige Lehrerinnen soll das können #00:47:02-7# ] #00:47:06-1#

**Interviewer:** Aber wie meinst du das mit diesen Grundbausteinen? Ich habe das nicht verstanden.  
#00:47:09-8#

**Marina:** Formale Grundlegung der euklidischen Geometrie, dass man halt so Brocken sag ich jetzt mal hat, die man halt über andere Sachen zusammenfügen kann und dann so Parallelen sehen könnte. #00:47:23-6#

**Interviewer:** Was meinst du mit diesen Brocken? Das finde ich jetzt interessant. #00:47:27-5# [

**Marina:** Die Grundbausteine, diese Axiome (...) dass man diese Sachen verknüpfen kann ]  
#00:47:29-5#

**Luke:** Spiegelung und so weiter, Mittelsenkrechten #00:47:32-1#

**Marina:** Dass man sieht, ah, ok, würde jetzt das und das zusammenspielen und würde das gelten. Also ich finde grade kein Beispiel dafür #00:47:43-3#

**Luke:** Es ist genau so schwammig wie die Formulierung **(lacht)** [ **Marina:** Es ist schön weit offen gelassen. ] #00:47:54-5#

**Interviewer:** Jetzt habe ich so eine Denkaufgabe. Angenommen ihr seid schon fertige Lehrerin/Lehrer und eine gute Schülerin von euch in Mathe findet Beweise im Geometriebuch nicht so gut, die sind vielleicht ungenau oder formal genug und die hat genug Zeit und möchte all die Aussagen, die dort gemacht werden selber beweisen. Die ist gut, man könnte ihr das zutrauen. Was würdet ihr sagen, wie soll sie vorgehen? Was würdet ihr sagen, wenn sie mit so einem Ziel ankommt? #00:48:40-1#

**Marina:** Ich finde schon mal schön, dass sie sich da so Gedanken machen will [ **Luke:** erstmal Stern geben! ] Dass man sagt, jaa, kannst dir zuhause Gedanken drüber machen und sie da was rausfindet, vielleicht auch aufschreiben Gedankengänge; da kann man dadraüber schauen, mit ihr dadraüber ein bisschen reden (..) so nach der Stunde kommt sie dann zu einem, nimmt man sich noch 5 Minuten, schaut drüber, gibt ihr vielleicht ein paar Tipps: ja, das vielleicht ein guter Denkanstoß, geh da mal weiter #00:49:14-0#

**Interviewer:** Das Problem ist tatsächlich, dass sie die Axiome, die verwendet worden ist bei diesen Beweisen im Buch, dass sie sie nicht gut findet und versucht das formal richtig zu machen. Also sie versucht sozusagen alles neu zu beweisen. [ **Marina:** Sie kanns versuchen! (**lacht**) ] Soll sie das vielleicht lassen? #00:49:36-3#

**Luke:** Ich würds auch sagen, dass sie erstmal rumprobieren soll, um sich selbst auszutesten, wo sie denn überhaupt hinkommt, irgendwann merkt man ja, dass man nicht weiterkommt (..) eventuell. Wenn man auf irgendwas kommt, dann kann man ja immernoch als Lehrer dann sagen, schau mal hier, das ist doch so und so einfacher und dann muss man den Schüler daraufhin lenken, dass die Axiome, die sie im Buch verwendet haben, vielleicht doch besser sind #00:50:07-4#

**Interviewer:** Als was? #00:50:07-8#

**Luke:** Als das, was sie vielleicht als Axiome nimmt. Wir haben auch gesagt, wir können den Satz von Pythagoras als Axiom nehmen bis man den (..) aus anderen Sachen herleiten kann. (...) Dann muss man halt die Schülerin darauf lenken oder zumindest darauf stoßen, dass die Sachen, die im Buch verwendet wurden, schon (..) nochmal eine Ebene weiter unten mehr Grundbaustein sind als das, was sie verwenden wollte. Dass das natürlich schon ein guter Ansatz ist, wenn sie was selbst probiert und wenn sie auf was kommt, aber das man zurückgeht und dann eben vielleicht schon mal mit den Axiomen soweit erklären muss (..) #00:50:50-5#

**Interviewer:** Das finde ich sehr interessant. Das heißt du sagst praktisch, dass (...) ein Schulbuch mit seinen Axiomen vor vornherein schon eine sehr formale, eine tiefe Ebene hat [ **Luke:** Sollte zumindest #00:51:06-2# ], das heißt, dass die Schülerin gar nicht drunter kommt? Verstehe ich das richtig? #00:51:10-9#

**Luke:** Solltes zumindest haben. Ich denke mal. Wenns zu schwer wird zum Verstehen, wird man vielleicht schon auf eine andere Ebene gehen, aber schon möglichst formal genau beibehalten. Also ich habe beispielsweise in den Geometriebüchern noch nichts gesehen bzw. in den Büchern ist das auch sehr (**lacht**) naja, nicht viel drin von Beweisen, die sind ja sehr praktisch angelegt. Da steht der Satz halt da, dann kommt vielleicht der Beweis dazu. Den geht man aber mündlich durch meistens und dann #00:51:41-6#

**Interviewer:** Deswegen wundert mich das auch, dass du sagst, dass die formale Basis [ **Luke:** die soll schon stimmen, ja ] aber dann sagst du gleichzeitig, da wird kaum was bewiesen. #00:51:52-8#

**Luke:** Also wenig, ja. Weils auch wenig Sätze sind, insgesamt. [ **Marina:** Also bei uns in der Schule wurde nie was bewiesen #00:52:02-3# wir haben gar keinen einzigen Beweis gemacht. Was ich auch schade finde. ] In der Geometrie vielleicht, also das einzige (..) Kongruenzsätze haben wir bewiesen, SWS-Satz und so weiter. #00:52:15-5#

**Marina:** Wenn sie so ein Interesse hat, dann ist das ja eigentlich (...) so ein Denken (...) sie will nicht nur (..) so ist das halt, sondern ein bisschen den Hintergrund (...) und das beste ist, dass sie sich



zuhaus einzusetzen und einfach mal drüber nachdenken. Dann wird sie bestimmt irgendwann so wie du sagst an ihre Grenzen kommen und dann wird sie merken, dass doch nicht so schlecht ist, was da so steht. Das kommt ja auch auf das Buch an natürlich **(lacht)** Es gibt manche Bücher, wo man sich denkt, das passt jetzt nicht ganz, aber **(unverständlich)** #00:52:49-8#

**Interviewer:** Ich habe am Anfang gefragt, ob unser Kurs eure Art über zu denken über Mathematik verändert hat. Ich würde das auch so fragen: Hat der Kurs auch eure Art über Schulmathematik zu denken verändert? Oder Zirkel-und-Lineal-Konstruktionen? Wie würdet ihr das sagen? (...) Ich wollte noch nachhaken, weil ich nicht ganz verstanden habe: Ihr habt gesagt, jetzt habt ihr mehr Spaß oder sowas an der Mathematik. Das verstehe ich nicht ganz, könnt ihr das noch genauer beschreiben? Was hat sich verändert? #00:53:25-7#

**Marina:** Man ist relativ schnell auf Ergebnisse gekommen, wenn du uns was hast machen lassen, dann war so, ja, es waren Sachen worauf man teilweise kommen konnte. Jetzt zum Beispiel Flachfaltbarkeit! Ich fand das so toll, dass meine Theorie geklappt hat, ich fand das richtig toll. Und solche Sachen dann halt einfach Motivation pur. Man merkt man hat was verstanden und (..) dann kann man das auch anwenden (...) Motivation halt einfach #00:54:00-6#

**Luke:** Es ist im Grunde das, woran es meistens scheitert. Vorlesung ist eben so, man kriegt das alles hin, dann nimmt man Übungsblatt und kommt man auf nichts **(lacht)** Wenn man den Stoff aber insgesamt selber erstmal irgendwie zumindest zum Teil erarbeitet **(kurze Pause)** irgendwann hast du uns ja auch in die Richtung gestoßen wo wir eigentlich hingehen müssen oder zumindest dann wie gesagt das hat 200 Jahre gedauert bis irgendjemand drauf kam, das muss ich euch zeigen – ist ja klar, aber (...) man konnte erstmal selbst darüber nachdenken. Wenn man auf irgendwas gekommen ist, war das dann mehr (...) mehr Wirkung, als wenn man sieht ok der Satz geht so und so zu Ende. Die und die Voraussetzung und dann passiert das, hm, ok. Davon hat selber nicht so viel erstmal. Wenn man sich erstmal damit auseinander setzen kann und auf irgendwas kommt ist das immer motivierender. Was dann auch für die Schule so ist. Was die Schüler selber irgendwas rausfinden, dann ist das immer **(kurze Pause)** dann merken sie es sich auch mehr. Funktioniert glaube ich überall gleich. #00:55:07-5#

**Marina:** Selbst wenn nur ein bisschen in die richtige Richtung gedacht hat, dass man sich schon denkt, ach ja – passt. ist gut. Dann bleibt der Rest, den man noch nicht weitergedacht hat, glaube ich auch besser im Hirn hängen. #00:55:24-5#

**Interviewer:** Vielleicht erinnert ihr euch, wir haben gegen Schluss also vor Flachfaltbarkeit, haben wir auch diese Axiome der euklidischen Geometrie besprochen, ziemlich intensiv, wie mir vorkam. Davor habe wir über Axiome des 1-fach-Origami gesprochen. Wie würdet ihr das sagen: Hat das eine mit dem anderen irgendwas zu tun? Bzw. wie seht ihr das? Könnt ihr kurz was dazu sagen? Zu diesen Axiomen der euklidischen Geometrie versus Axiome des 1-fach-Origami. (...) Wir haben schon drum rum gesprochen, aber diese interessiert mich so. #00:56:11-3#

**Marina:** (...) Ja bei den euklidischen Axiomen hatten wir eigentlich so das ganz-ganz-ganz-ganz-ganz Grundlegendste, was es (...) wie zum Beispiel Was ist ein Punkt? **(lacht)** [ **Interviewer:** Was ist ein

Punkt? ] Das war irgendwas, ein Punkt der keine weitere Umgebung hat oder sowas [ **Luke:** Naja, ist unteilbar #00:56:36-8# ] #00:56:37-2#

**Luke:** Das, was keine Teile hat. [ **Marina:** Genau, das was keine Teile hat. ] Total unverständlich, aber es ist ein Punkt. [ **Marina:** Genau. ] #00:56:44-1#

**Marina:** Und das andere hat eigentlich schon wieder so auf Punkt und Geraden den zwei Begriffen wieder aufgebaut. Und dann hat man gesagt, ok, wenn ich jetzt das auf das falte, dann entsteht das und das kann ich machen (...) und dann schon mit den Begriffen eben gearbeitet. Dann würde ich sagen, dass die euklidischen Axiome (...) bei grundlegenden Sachen angefangen und tiefgründiger ging auch. Allein schon von der Formulierung her (...) um einiges länger für solche Sachen. Solche Aufsätze für Punkte oder sowas. #00:57:20-6#

**Luke:** Aber ich denke das war nach dem 1-fach-Origami Axiomen etwas einfacher zu verstehen, auch wenn es schon sehr theoretisch war. Dass man zumindest erstmal wusste ungefähr ok wo will er denn raus mit den Axiomen (..) dass er irgendwas darauf aufbaut oder die herleitet, aus dem, was er schon weiß oder rausgefunden hat. Ich denke, wenn wir am Anfang mit Euklid angefangen hätten (...) hätten uns auch gedacht naja was ist ein Punkt? ich nehme halt einen Stift und male irgendwas auf den Zettel [ **Marina:** mhm (bejahend) ] #00:57:55-3#

**Marina:** Ich glaube, das hätte auch einen abgeschreckt. So nach dem Motto: gott, so eigentlich was für einen ja banal ist, so total auf so eine hohe Ebene total kompliziert erklärt, woher weiß ich (unverständlich) was ein Punkt ist? #00:58:12-3#

**Interviewer:** Willst du damit sagen, dass die Axiome des 1-fach-Origami dich nicht abgeschreckt haben? #00:58:19-9#

**Marina:** Ich fand sie nicht so abschreckend, nein. Also ich fand beides nicht abschreckend (lacht) aber ich fand (...) ich glaube das war weil wir schon davor damit gearbeitet haben und habens eigentlich erarbeitet und dann hatten wir die schon, wir haben sie halt bloß nochmal ganz formal aufgeschrieben gehabt und dann nochmal durchgearbeitet wie es halt ganz formal ist. Und dadurch war das so stückchenweise und bei dem anderen war das so wir hatten dann gleich das ganz formale und (..) ja. Und das andere damit hat man schon die ganze Zeit beschäftigt gehabt. #00:59:01-6#

**Luke:** Das wird daran liegen, dass man das erst herleitet und dann [ **Marina:** genau ] theoretisch darstellt. Das ist nicht so abschreckend, denke ich mal, wenn man zuerst irgendwas probiert, irgendwelche Sachen faltet und dann versucht zu erklären, was passiert und danach das ganze mal ordnet und schaut ok, das steckt dahinter also wenn man sagt naja geh mal von hier aus und falte man diese ganzen Beispiele. Ich denke, wenn du uns die Axiome vorgegeben hättest, hätten wir es vielleicht (..) schon falten können irgendwie aber [ **Marina:** hätten halt akzeptiert ] das wäre dann halt so ok, das funktioniert so, was will er dann jetzt denn überhaupt? #00:59:40-8#

**Interviewer:** Man hätte doch genau so spielerisch diese Axiome der euklidischen Geometrie so peu a peu einführen können? #00:59:51-1#

**Marina:** (..) Naja, haben wir glaube ich ein bisschen gemacht. (..) Du hast uns gesagt, ja, was wäre ein Punkt laut eurer Meinung? (...) Ich fands jetzt nicht schlimm, es war halt schwer dann zu verstehen natürlich (..) ich finde das kann man nicht wirklich vergleichen, weil das eine ist so eine Sache (...) total banal für einen wo man sich schon im Kopf denkt: ja klar ist das so, ist doch logisch! [

**Interviewer:** Welche Sache meinst du? #01:00:28-9# ] Das euklidische (...) ich nehme hier einen Punkt (**lacht**) Das ist eigentlich für jeden kann man sich das vorstellen das ist ein Punkt. Wenn man sich dann denkt ja das ist doch klar, was das ist, warum muss man das so kompliziert zeigen? Natürlich ist dann für jemanden, der es nicht weiß, dann natürlich nachvollziehbar und der weiß genau was ein Punkt ist. Aber für jemanden, der schon weiß, was ein Punkt ist, und er dann da dieses total kompliziert da hingeschriebenes Konstrukt sieht, denkt er sich dann auch, ja, schön. Was bringt mir das jetzt? Ich weiß doch, was ein Punkt ist. Ich wusste schon vorher #01:01:07-8#

**Interviewer:** Ich will ein bisschen nachhaken. Du sagst: jeder weiß, was ein Punkt ist, aber trotzdem sagst du dann im nächsten Satz es gibt Menschen, die das halt nicht wissen, die verstehen es dann, wenn sie die Axiome gesehen haben. Wie meinst du das? #01:01:19-6#

**Marina:** Ich glaube ein Säugling weiß jetzt nicht, was ein Punkt ist, aber ab einem bestimmten Punkt (**lacht**) weiß man das halt. Ich glaube das erklärt einem nicht wirklich jemand. Irgendwann denkt man sich das selbst. #01:01:46-3#

**Interviewer:** Warum macht man das dann überhaupt? Diese Axiome? Und warum versucht man dann überhaupt zu definieren, was ein Punkt ist? Wozu dann? #01:01:53-4#

**Marina:** Vielleicht wenn man sagen will, ok, wir wollen wieder für alle dasselbe Vokabular haben und man sagt jetzt, ok, ich will einen Punkt, dann weiß jeder genau, dass das-das-das gilt (..) für den Punkt eben und (...) ja, weil ich glaube, sonst hat jeder so ungefähr dieselbe Vorstellung von dem Punkt, aber jeder individuelle, weil (...) ich kann mich jetzt nicht dran erinnern, dass mir irgendjemand gesagt hat, so: das ist ein Punkt. (...) Deswegen glaube ich, dass jeder seine individuelle (...) nicht individuelle Vorstellung, weil ein Punkt ist ja eigentlich ziemlich genau, aber jeder so eine andere, ja doch schon so individuell, wenn man das für alle verallgemeinern will, muss man wieder aufschreiben, damit dann alle dieselbe Defini (..) alle denselben Ausgangspunkt haben (**lacht**) #01:03:00-0#

**Luke:** Mit den Axiomen wird wohl eine Erklärung dazu kommen, die dann für alle gilt, wobei aber jeder dann sobald er in der Vorstellung hat, was ein Punkt ist, die mit den anderen ungefähr gleich ist – sein sollte – dann schon in den Hintergrund tritt. Ich denke, wenn jemand den Punkt erklären soll, wird er schon eher ein Papier nehmen und einen Punkt drauf malen statt zu sagen naja es ist (...) das, was keine Teile hat (**lacht**) [ **Marina:** ja genau #01:03:30-5# ] #01:03:31-1#

**Interviewer:** So verstehst du einen Punkt, würdest du dann sagen? #01:03:35-4#

**Luke:** Wenn ich jetzt Euklid nehmen würde, von der Erklärung her, Axiom, das, was keine Teile hat, das ist ein Punkt. Naja, wenn man das jemanden sagen würde, der das nicht weiß, aber im Normalfall

kriegt man das immer irgendwo mit, wenn man aufm Papier einen Kreis ausmalt, mehr oder weniger ein Punkt ist. Dann würde er sich auch fragen, dass es keine Teile hat – da kann ich mir jetzt ausblende, was ein Punkt für mich jetzt anschaulich ist, kann ich damit nichts anfangen [ **Marina:** ja ] (...) ich meine, da kann ich auch ein Seil nehmen, das hat auch keine Teile, das ist auch nur ein (**lacht**) wenn ich das anders verstehe [ **Marina:** ja stimmt ] ist das so ein bisschen schwierig. Aber ich denke, um das auf eine einheitliche Basis zu bringen und dann wenn jeder seine Vorstellungen hat, dann wird das in den Hintergrund treten auch. Diese theoretische Erklärung dazu. #01:04:34-1#

**Interviewer:** Was würdet ihr sagen? Marina hat sich schon geäußert, was würdest du sagen (Luke) welche Konstruktion hat dir am besten gefallen im Kurs? #01:05:00-2#

**Luke:** Ich fand die Pyramide ganz nett. Einfach weil man das vielleicht so im Unterricht so verwenden kann, um was anschaulich zu machen. Und eben, wenn sechste Stunde ist und keiner wirklich mehr aufpasst, dass man wirklich mal was anderes macht als Stoff. Ich finde die Sachen, die ich im Unterricht mitverwenden kann immer sehr hilfreich. Ich habe auch versucht, diesen Würfel zu falten, aber das hat nicht so geklappt. Es war etwas schwieriger. #01:05:29-1#

**Interviewer:** Wollt ihr von euch aus irgendwas noch ergänzen? #01:05:40-2#

**Luke:** Ne, haben schon viel geredet. (**lacht**)