

Mandoline und Mathematik

Mathematische Erkundungen
der Mandoline
für alle Klassenstufen



Prof. Dr. Brigitte Lutz-Westphal

Freie Universität Berlin, Didaktik der Mathematik;
Netzwerk Dialogisches Lernen

Mit Ideen und Anregungen von:

Anna Göpfert, Fritz-Karsen-Schule Berlin

Niki Mitakidou, Studentin UdK Berlin und FU Berlin

Felix Theuner, Nelson-Mandela-Schule Berlin

Fachliche Beratung Mandolinenbau:

Alfred Woll, Welzheim



LANDESMUSIKRAT
BERLIN

musik für alle

Themen

Faszination Mandoline

Forschendes Lernen

Unterricht mit den 3G

Mathematische Erkundungen

Zahlen

Proportionen

Kombinatorik

Geometrische Formen

Symmetrien

Statistik

Freie Universität  Berlin

Inhaltsverzeichnis

1. Faszination Mandoline	2
2. Wie man mit unserer Ideensammlung arbeiten kann	4
3. Mathematische Annäherungen an die Mandoline	7
3.1 Die Mandoline kennenlernen und das Forschen beginnen	7
3.2 Eine spezifische Gestalt – Das Aussehen der Mandoline	10
3.3 Von Kartoffelkäfern, Orangenschalen und Weltkugeln – Der Korpus der Bauchmandoline	16
3.4 Zahlen und Wegstrecken – Das Phänomen der Spielweise	20
3.5 So viele Töne ... – So viele Kompositionen für Mandoline könnte es geben	25
3.6 Jetzt wird es irrational! – Die Anordnung der Bündel auf dem Griffbrett der Mandoline	27
3.7 Ausblick – Weiterforschen	31
4. Glossar	32
5. Liste der verwendeten Videos	34
6. Links zu den verwendeten Bildern und Texten	36
7. Literatur	38
8. Weitere Materialien zum Stöbern	39
9. Impressum	41

1. Faszination Mandoline

Wir gehen auf mathematische Entdeckungsreise mit der Mandoline! Sie und ihre Schüler:innen kennen die Mandoline noch nicht so gut? Dann bietet sich hier die wunderbare Möglichkeit, die Mandoline und ihre Musik mit der „mathematischen Brille“ gemeinsam zu erforschen. Die Mandoline fasziniert durch eine Vielfalt an Musikstilen und einen ganz spezifischen hellen Klang und sie bietet eine Fülle von Möglichkeiten über mathematische Phänomene nachzudenken.

Wie kommt es zu dieser ungewöhnlichen Verbindung von Mandoline und Mathematik? Die Mandoline ist das Instrument des Jahres 2023. Weil sie nicht so bekannt ist wie andere Instrumente bietet sie als Instrument des Jahres viele Möglichkeiten für ein neugieriges und unvoreingenommenes Erforschen und Entdecken – auch aus dem Blickwinkel der Mathematik. Vielfältige Musikbeispiele und die kleine, handliche Form eröffnen viele Zugangsmöglichkeiten für die Schule. Das Schöne am mathematischen Erkunden eines Musikinstruments ist, dass sich dabei mehrere einander ergänzende Ebenen auftun: das Hörerlebnis, die geometrische Gestalt, Fragen des Instrumentenbaus und die spezifische sicht- und hörbare Spielweise. Dies bereichert den Mathematikunterricht auf ganz besondere Weise.

Aus diesen erlebbaren Phänomenen heraus entwickelt sich ein forschender Unterricht, in dem offene Erkundungen, das aktive Fragenstellen und das eigenständige Problemlösen im Zentrum stehen. Da wir aus der Perspektive der Mathematik auf die Mandoline schauen wollen, fokussieren wir also auf mathematikhaltige Phänomene. Wir beschäftigen uns mit Zahlen, geometrischen Formen und Abbildungen, Proportionen und Statistik. Wir diskutieren und erproben verschiedene Herangehensweisen. Oftmals ist der Weg das Ziel. Die ausführliche Erkundung mit all ihren Sackgassen und unausgereiften Gedanken bekommt genügend Raum in einer fehlerfreundlichen Atmosphäre.

Die Mandoline und ihre Musik stehen im Unterricht im Vordergrund. Alle mathematischen Überlegungen bleiben jederzeit eng verknüpft mit dem künstlerischen Erlebnis. Durch die leichte Zugänglichkeit zu sehr gutem Videomaterial kann die Mandoline unkompliziert ins Klassenzimmer geholt werden. Über den mathematischen Blickwinkel entsteht somit eine vertiefte Auseinandersetzung mit der Mandoline, mit ihrer Spielweise und mit ihren vielfältigen Musikstilen.

Für mich als studierte Musikerin und Mathematikdidaktikerin haben sich in der intensiven Beschäftigung mit der Mandoline und ihren mathematischen Aspekten neue, spannende Welten eröffnet. Der direkte Austausch mit dem preisgekrönten Mandolinenbauer Alfred Woll war eine große Bereicherung – persönlich und fachlich. Und das konstruktive gemeinsame Brainstormen und

Nachdenken in der Phase der Ideenfindung mit Lehrpersonen und Studierenden aus meinem Umfeld hat wieder einmal großen Spaß gemacht.

Die Begeisterung für die Mandoline, für ihre vielfältige Musik und für die großartigen Musikerinnen und Musiker wie Avi Avital, Caterina Lichtenberg, Mike Marshall oder Maja Schütze, die uns mit ihren mitreißenden Interpretationen, aber auch mit ihrer persönlichen Ausstrahlung beschenken, wuchs von Tag zu Tag.

Diese Begeisterung möchten wir nun weitertragen. Daher hier die herzliche Einladung:

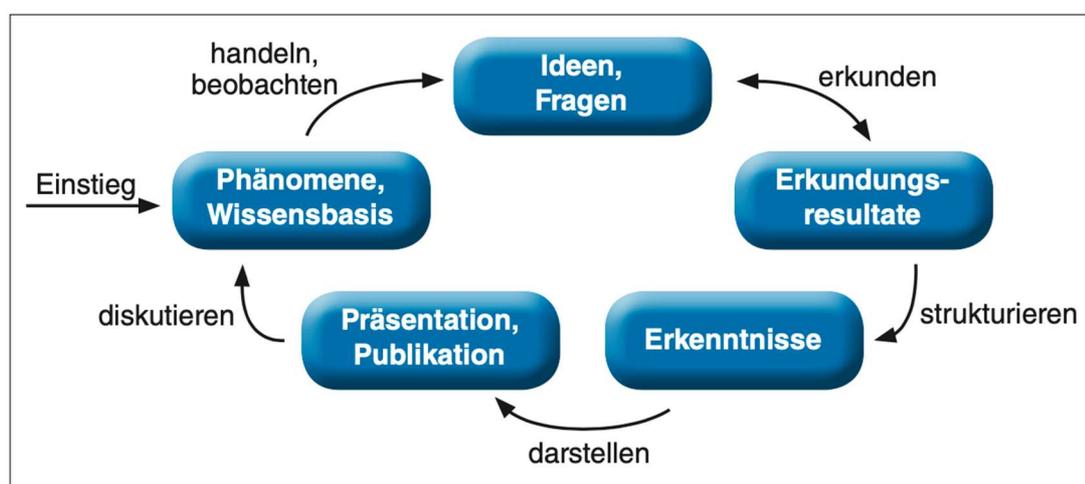
**Erkunde die Mandoline – das Instrument des Jahres 2023 –
mit dem mathematischen Blick!**

2. Wie man mit unserer Ideensammlung arbeiten kann

Die hier versammelten Ideen und Hintergrundinformationen sind für alle Klassenstufen geeignet. Im Vordergrund steht das neugierige Erkunden der Mandoline. Ausgehend von Forscherfragen, die entweder von den Lernenden selbst gestellt werden oder die als Anregung in den Unterricht mitgebracht werden, entsteht ein werkstattartiger Arbeitsprozess.

Die Komplexität der jeweiligen Frage und die jeweilige Bearbeitungstiefe entscheiden dabei über das mathematische Niveau. Durch das Herangehen über einen Ansatz des forschenden Lernens ergeben sich selbstdifferenzierende Fragestellungen und die Möglichkeit, innerhalb jeder Lerngruppe unterschiedliche Fragen und somit unterschiedliche Niveaus zu bearbeiten.

Wir legen das folgende Prozessmodell des forschenden Lernens zugrunde:



Prozessmodell des forschenden Lernens (vgl. Ludwig/Lutz-Westphal/Ulm (2017), S. 3)

Im Programm „Mathe.Forscher“ www.matheforscher.de der Stiftung Rechnen wurden dazu die 5 Dimensionen des Mathe.Forscher-Unterrichts¹ entwickelt und erprobt:

Mathematik weiterdenken

Lernprozesse individualisieren

Mit Forscherfragen arbeiten

Mathematik sichtbar machen

Leistungen beurteilen

Das Fragenstellen steht dort an zentraler Stelle und es entsteht ein differenzierender teilweise projektartiger Unterricht. In einem solchen Unterricht spielt eine unterstützende prozessbezogene Begleitung und Rückmeldungskultur eine wichtige Rolle bis hin zur Möglichkeit der alternativen Leistungsbeurteilung.

¹ Benz/Ludwig/Lutz-Westphal, siehe: <https://matheforscher.de/dabei-sein>

Generell gilt dabei **der Grundsatz der „3G“: gesehen – gewürdigt – (an)geleitet werden.**² Damit werden die Weichen für eine vielfältige und individuelle Rückmeldung an die Lernenden gestellt, die dem forschenden Unterricht gerecht wird. Die Beachtung der 3G bedeutet, dass im Unterrichtsverlauf einerseits schon kleine Rückmeldungen gegeben werden und andererseits, dass die Lernenden jeweils ihren Erarbeitungsprozess so dokumentieren, dass eine Grundlage für eine reichhaltige Rückmeldung entsteht. Dies kann in Form von kleinen Lerntagbucheinträgen, als Portfolio, als kleine Videodokumentation, als Fotoreportage oder auch in viel kleinerer Form als tägliche kleine Notizen im Arbeitsheft, auf der Lernplattform oder auf einer digitalen Pinnwand (wie z.B. Padlet oder Miro) geschehen. Dadurch entsteht eine Werkstattarbeit, die sich gut begleitet produktiv entfalten kann.

Zum Einstieg in das Thema „Mandoline und Mathematik“ schlagen wir vor, über Videos oder über ein Live-Erlebnis erst einmal direkt mit dem Phänomen „Mandoline“ in Kontakt zu treten und im Anschluss daran die gewonnenen Eindrücke zu sammeln. Für viele Schüler:innen wird der Kontakt zur Mandoline und vielleicht überhaupt ein solches Erleben von Musik gänzlich neu und ungewohnt sein. Daher lohnt es sich, hier genügend Zeit einzuplanen für ein wirkliches Ankommen und Eintauchen in dieses Erlebnis.

In einem nächsten Schritt werden daraus mathematische Fragen entwickelt, die sich in Themenkreise clustern lassen. Aus diesen Fragenclustern ergeben sich dann die nächsten Unterrichtsschritte. Je nach vorhandenem Zeitbudget bietet es sich an, parallel in Kleingruppen an unterschiedlichen Fragestellungen vertiefend zu arbeiten und nach solch einer Arbeitsphase eine Präsentation der jeweiligen Erkenntnisse einzuplanen. Dies benötigt abhängig von der Komplexität der Fragestellungen mehrere Schulstunden. Auch eine ganzer Projekttag oder eine Projektwoche sind möglich, das Thema ist reichhaltig genug. Muss es schneller gehen, so ist eine Auswahl von ein oder zwei Fragen möglich, die im Plenum erkundet werden.

Für den weiteren Verlauf dieser kleinen Einheit sollten die Lernenden jederzeit den Zugang zu weiteren Hörerlebnissen, Videos und Texten haben. Dafür stellen wir eine Linkliste zur Verfügung. Je nach Ausstattung im Klassenraum braucht es mindestens einen Laptop oder Tablet mit Kopfhörern, auf dem man sich nach Bedarf in die Welt der Mandoline vertiefen kann. Stehen mehr digitale Endgeräte und Kopfhörer zur Verfügung, wird dies sehr helfen. Je intensiver die Verbindung zu Klang, Aussehen und Spielweise aufgebaut werden, umso größer kann die Identifikation mit den mathematischen Fragestellungen gelingen. Umgekehrt

² Lutz-Westphal/d'Héning (2022): Die 5. Dimension des Mathe.Forscher-Unterrichts. Leistungsrückmeldung mit der 3G-Regel. <https://matheforscher.de/angebote/alternative-leistungsbeurteilung/62>

entsteht im Forschen nach Zahlen und Formen ein intensives Erlebnis der Mandoline und ihrer Musik.

Wir haben in dieser Ideensammlung Anregungen und Hintergrundinformationen zu ausgewählten Fragen zusammengetragen, so dass damit flexibel auf den Unterrichtsverlauf reagiert werden kann. Zudem finden Sie ein Glossar mit den wichtigsten Mandolinen-Begriffen und umfangreiche Linklisten für den direkten Gebrauch im Unterricht. Möchten Sie etwas weniger öffnend in den Unterricht starten, also nicht mit dem sehr freien Fragenstellen beginnen, so können Sie direkt über die von uns vorgestellten Themenbereiche einsteigen. Die Forscherfragen eignen sich direkt als Arbeitsaufträge und lassen genügend Freiraum zum eigenständigen Erkunden. Im Folgenden beschreiben wir die einzelnen Aspekte so, dass dies als Hintergrundwissen für den Unterricht dient. Die Texte und insbesondere die dort versammelten Links können auch in Teilen an diejenigen Lernenden weitergegeben werden, die an der jeweiligen Fragestellung arbeiten.

Wir möchten gerne als Ergänzung zu diesem Unterrichtsmaterial einige Erfahrungsberichte aus dem Unterricht zusammentragen. Senden Sie uns gerne ihren Kurzbericht mit einer Schilderung der Rahmenbedingungen und des Unterrichtsablaufes zusammen mit ihren Eindrücken und Tipps zu. Auch und gerade über weitere Unterrichtsideen freuen wir uns, so dass eine erweiterte Sammlung von Anregungen für den Mathematikunterricht entstehen kann. Rückfragen sind natürlich ebenfalls jederzeit willkommen:

Prof. Dr. Brigitte Lutz-Westphal,
brigitte.lutz-westphal@math.fu-berlin.de

3. Mathematische Annäherungen an die Mandoline

3.1 Die Mandoline kennenlernen und das Forschen beginnen

Der Start in die Erkundungen zu „Mandoline und Mathematik“ ist ein erster Höreindruck und das zugehörige Seherlebnis - so ausführlich wie möglich. Dieser Einstieg soll Spaß machen, Neugier wecken und eine neue Welt eröffnen. Die vorgeschlagenen Videos geben einen guten Eindruck von unterschiedlichen Musikstilen und Spielweisen und zeigen neben etablierten Künstler:innen extra auch junge Interpret:innen, so dass für Schüler:innen, die nicht musikerfahren sind, keine allzu große „Konzertsaaldistanz“ entsteht.

Maja Schütze (damals 19 Jahre alt, Bundespreisträgerin „Jugend musiziert“ 2021): <https://www.youtube.com/watch?v=1TmZGW7zHsQ>
Minute 15:12 „Huckleberry Walk“ von Marlo Strauß

Francesco Mammola mit "Tu vuò fà l'americano":
<https://www.youtube.com/watch?v=Iq1UeTrW1hk>

Prof. Caterina Lichtenberg als Solistin mit Konzert RV 93 von Antonio Vivaldi (ursprünglich für Laute):
<https://www.youtube.com/watch?v=BSdHYMWv33E>

Avi Avital Trio mit sehr mitreißendem Stilmix- Stück „A la Turk“ der rumänischen Band Taraf de Haïdouks:
<https://www.youtube.com/watch?v=W3wB6ICjq9U>

Eine kleine Instrumentenvorstellung (Karin Walde, Musikschule Monheim am Rhein), bei der man die Form und Spielweise sehr gut sehen kann:
<https://www.youtube.com/watch?v=VmHYTbXeoAo>

Nach dem ersten Kontakt mit dem Mandolinenspiel nehmen wir uns erst einmal Zeit für eine Sammlung der Eindrücke:

Wie war das?

Was konnte man hören?

Was hast du beobachtet?

Wie hat es dir gefallen?

Diese ersten Eindrücke sind meist sehr unterschiedlich und zeigen deutlich, wie jede Person etwas ganz Eigenes aus dem gemeinsam Erlebten macht. Damit diese individuellen Eindrücke, Gedanken, Fragen und Assoziationen ihren Raum und ihre Wertschätzung bekommen, ist die Phase des Für-Sich-Selber-Denkens- und-Aufschreibens sehr wichtig und braucht genügend Zeit.

Und dann kommt im zweiten Schritt der Auftrag:

Stelle mathematische Fragen an die Mandoline und ihre Musik!

Die persönliche Standortbestimmung kann auch in Form eines Lerntagebucheintrags (vgl. Ruf/Gallin (2003)) mit folgendem Auftrag erfolgen:

Wie hast du die Mandolinemusik und das Mandolinenspiel erlebt?

Welche mathematischen Fragen findest du zur Mandoline?

Schreibe alle deine Gedanken auf!

Gehen die Lernenden anschließend herum und lesen, was die Mitschüler:innen geschrieben haben („Sesseltanz“, vgl. Ruf/Gallin (2003)) oder tauschen sie sich im Gespräch dazu aus, so ergibt sich ein breites Bild der ersten Eindrücke.

Ein nochmaliges Ansehen eines der Videos (vielleicht nach Abstimmung, welches den Lernenden am besten gefallen hat) unterstützt die Lernenden, sich in die nach dem Sesseltanz oder mündlichen Austausch neu gewonnenen Gedanken hineinzudenken und die mathematischen Fragen weiter auszuarbeiten. Als Hilfe können Kategorien wie „Zahlen“, „Proportionen“, „geometrische Formen“, „Statistik“, „Bauweise“ gegeben werden, um die Fragen in Richtung Mathematik zu lenken, denn manchmal ist es gar nicht so einfach, den mathematischen Blick einzunehmen.

Die Fragen werden an einer digitalen oder analogen Pinnwand gesammelt, gemeinsam gruppiert und dann kann das weitere Vorgehen geplant werden. Es gibt viele unterschiedliche Möglichkeiten dafür. Von der Bearbeitung von ein oder zwei Fragen im Plenum über Kleingruppen zu einzelnen Fragen bis hin zur individuellen Einzel-Weiterarbeit ist alles möglich. Es hängt von den zeitlichen und räumlichen Möglichkeiten ab. Wichtig ist, dass so weit wie möglich die individuelle Neugier handlungsleitend bleibt. Während eine Schülerin sich mit den Bundabständen beschäftigen will, so interessiert sich ein Schüler vielleicht sehr viel mehr für die Erforschung der Korpusformen. Und eine weitere Person möchte in den Videos die Anzahl der Anschläge der Saiten ermitteln und vielleicht sogar dafür Statistiken erstellen.

Während dieser Phase des Forschens und Erkundens sorgen wir für ausreichend Nachschub an Informationsquellen, für Motivation zum Weiterarbeiten, für viele kleine Rückmeldungen zum Arbeitsprozess und für eine lernförderliche Atmosphäre. Das Aushalten von Momenten, in denen einzelne Lernende vielleicht einmal nicht direkt vorankommen und das Zuhören und Begleiten anstelle von direktem Erklären lohnen sich dabei sehr.

Am Ende dieser Erkundungen werden die Ergebnisse zusammengetragen: als „Marktplatz“, als Plakatausstellung, als Kurzvorträge, als digitales Portfolio oder auf ganz andere Weise. Wesentlich dabei ist, dass die jeweils anderen

Schüler:innen, die das Thema nicht bearbeitet haben, eine Chance bekommen, sich aktiv hineinzudenken, Fragen daran zu stellen und vielleicht sogar eine kleine Aufgabe dazu zu bearbeiten, die die bearbeitenden Schüler:innen entworfen haben. Bei jeglichem Austauschformat ergibt sich durch die Aufforderung zu substantieller Rückmeldung (z.B. Zettel an jeder Station/Marktstand/Plakat mit „Das fällt mir dazu noch ein:“ oder „Dazu möchte ich noch mehr wissen:“ oder „Das gefällt mir besonders, weil...“) die Möglichkeit zum echten Gespräch und Weiterentwickeln der Gedanken. Durch diesen Austausch entstehen oft auch nochmals neue Ideen und Aspekte, die in einem letzten Arbeitsgang dokumentiert werden sollten.

So entsteht ein Gesamtbild der Ergebnisse des forschenden Unterrichts für die gesamte Lerngruppe, obwohl nicht alle an allen Themen gearbeitet haben. Der Werkstattcharakter bringt die intensive Vertiefung in das eigene Thema und den Austausch über die Themen der anderen Lernenden hervor.

Wir sehen uns nun einige Forscherfragen genauer an.

Wie sieht eine Mandoline aus? Was ist typisch für ihr Aussehen?

Bauchmandoline von Alfred Woll.

Foto aus: <https://woll-mandolinen.de/seiffert/>

„Beschreiben, was man sieht“ ist oft eine durchaus schwierige, aber sehr lohnende Aufgabe und führt in den Bereich des Definierens und der Begriffsbildung hinein. Beschreibungen und Bezeichnungen für geometrische Formen, Längen und Proportionen werden dabei gebraucht und geübt. Dabei gilt es herauszufinden, was charakteristisch für die Form der Mandoline ist, also auch, was sie von anderen ähnlichen Instrumententypen unterscheidet. Sie ist nicht nur einfach „rund“ oder „klein“ oder „kurz“, sondern sie braucht genauere Beschreibung.

Der Mandolinenbauer Alfred Woll schreibt über den Beginn des Baus einer Mandoline:

„Selbst wenn ich schon fertige Pläne bekomme, nehme ich mir die Zeit, davon meine eigenen Zeichnungen anzufertigen. Denn dann kann ich alles so darstellen, wie ich es gerne sehe. Darüber hinaus beginnt mein Erforschen des neuen Instruments bereits beim Zeichnen.“ (Woll, S. 199)

Es gibt drei unterschiedliche Formen von Mandolinen: Die Bauchmandoline, die Flachmandoline (diese beiden sehen von vorne sehr ähnlich aus, haben aber einen gewölbten bzw. einen flachen Rücken) und die Bluegrassmandoline, die einen ganz anderen Umriss und andere Schalllöcher hat. Außerdem hat die Mandolinenfamilie noch weitere, größere Mitglieder: Die Mandola ist die „große Schwester“ der Mandoline mit Saiten, die eine Oktave tiefer gestimmt sind als die der Mandoline. Ihre Größe und Proportionen unterscheiden sich deutlich von der Mandoline. Zudem gibt es noch das Mandoloncello, das noch tiefer gestimmte Saiten hat, wie ein Violoncello, und das dementsprechend noch größer und anders proportioniert ist. Alle nötigen Fachbegriffe finden sich weiter hinten im Glossar zum Nachlesen.

Die englischsprachigen Namen für die Bauchmandoline führen zu interessanten beschreibenden Vergleichen: bowl back mandolin („Schüssel-Rücken“), tater bug bzw. potato bug mandolin („Kartoffelkäfer“). Dabei ergibt sich die definitorische Frage:

Was haben diese Objekte strukturell gemeinsam?

Was ist typisch für die Mandoline?

Welche weiteren Vergleiche können wir finden?

Und zudem spielt der Name „Mandoline“ vermutlich auf die Mandelform an.

Was genau charakterisiert die Form der Mandel?

Wie kann man sie konstruieren?

Ein „Steckbrief Mandoline“ mit Hilfe von Formen, Größen und Proportionen könnte das Ziel in jüngeren Klassen sein, ein Nachbilden mit Hilfe von Geometrie-Software in höheren Klassen.

Hier gibt es sehr gute Fotos (durch die verschiedenen Modelle klicken):

<https://woll-mandolinen.de/seiffert/>

Beschriftete Mandoline:

https://www.lmrthueringen.de/media/LMR/Projekte/Instrument_des_Jahres/2023_Mandoline/Lehrmaterialien_2023/Mandoline_Lehrmaterial_03.pdf?m=1686749618&

Hier gibt es weitere Bildergalerien mit Mandolinen, auch Mandolas und Gitarren zum Vergleichen:

<https://www.gezupftes.de/?p=14588>

<https://www.gezupftes.de/?p=9727>

Eine gute Überprüfung für eine gefundene Beschreibung ist die Methode „Stille Post“, bei der eine Person der nächsten ihre Beschreibung vorliest, die dann von

der zweiten Person möglichst genau gezeichnet werden soll. Die zweite Person beschreibt der nächsten wiederum ihre Zeichnung, so dass die dritte Person zeichnen kann usw. Am Ende wird gemeinsam an der Beschreibung gearbeitet. Sofern es gelingt, das eigene Vorstellungsbild der Mandoline zurückzuhalten und wirklich nur das zu zeichnen, was angesagt wurde, kann man daran sehr viel über präzise Angaben und Beschreibungen lernen.

Einen ähnlichen Effekt hat es, wenn die älteren Lernenden versuchen, eine Mandoline in einem Geometriesoftwareprogramm dazustellen. „Versteht“ die Software meine Anweisungen? Was braucht es, damit es genauso aussieht, wie ich es haben möchte?

Wie sind die Mandolinen verziert?

Mandolinen sind oft sehr schön mit Holz- oder Perlmutter-Intarsien, Holzmosaiken oder durchbrochenen Einlagen verziert. Für die schönen geometrischen Verzierungen von Mandolinen hier ein paar Beispiele:

Zwei wunderschöne durchbrochene Schallochrosetten:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Schalloch>

<https://www.gezupftes.de/?p=14588#jp-carousel-14613>

Eine große Auswahl von Holzmosaikmustern für die Verzierung („Rosette“) des Schallochs mit ein paar Fotos zur Herstellungsweise aus verschiedenfarbigen Holzstäbchen sieht man hier:

<https://www.karin-rost.de/holzmosaike/rosetten/>

Für jüngere Jahrgänge ist dies eine wunderbare Anregung, um selber solche quasi „pixelweisen“ Muster zu erstellen und dabei Achsen-, Dreh- und Translations-symmetrien zu erkunden. Man könnte ein leeres ringförmiges Raster vorgeben und dieses farbig füllen lassen. Eine verbale Beschreibung des Vorgehens, mit dem ein schönes symmetrisches Muster entsteht, rundet die Aktivität ab.

Manche Mandolinen haben auch geometrisch verzierte Rücken.

Welche mathematischen Prinzipien spielen dabei eine Rolle?

Was muss ich beachten, wenn ich selbst solche Muster entwerfen möchte?



Geometrisch verzierte Mandolinenrücken. Foto: Von Waldfolk - Eigenes Werk, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=105731368>

Die Verzierungen der Mandoline sind geprägt von Achsen-, Dreh- und Translationsymmetrien. Sich auf die Suche nach besonders reich verzierten Mandolinen zu machen (Bildersuche im WWW) und dann selber passende Muster zu entwerfen, bringt tiefe Einsichten in die Welt der Symmetrie. Neben den gestalterischen Tätigkeiten soll dabei auch immer das Sichtbarmachen der mathematischen Aspekte nicht zu kurz kommen (vgl. Mathe.Forscher-Dimension „Mathematik sichtbar machen“).³

Ein möglichst genaues verbales Beschreiben der charakteristischen Form der Mandoline, das Zeichnen und dann auch Ausgestalten der eigenen gezeichneten Mandoline mit geometrischen Ornamenten kann schon mit den jüngsten Klassenstufen gemacht werden, bietet aber auch bis in die Oberstufe (Verwenden von Geometriesoftware, Arbeiten mit Kurven/Funktionen, Abbildungsgeometrie) genügend mathematische Anreize.

Welche Proportionen sind typisch für die Mandoline?

Interessant sind die charakteristischen Proportionen der Mandoline, vor allem der Bauchmandoline mit ihrem Längenverhältnis zwischen Korpus und Hals+Kopf von etwa 1:1. Dadurch erkennt man sie leicht wieder und kann sie von den anderen Mitgliedern der Mandolinenfamilie (Mandola und Mandolincello) sowie von anderen Zupfinstrumenten leicht optisch unterscheiden.

³ siehe: <https://matheforscher.de/dabei-sein>

Der Mandolinenbauer Alfred Woll erklärte dazu⁴, dass dies eigentlich Zufall sei und er beim Bau einer Mandoline gar nicht auf solche Längenverhältnisse achte. Die Größen- und Längenverhältnisse ergeben sich aus den Anforderungen. Meist wird z.B. der Korpus am 10. Bund an den Hals angesetzt, um eine gute Spielbarkeit zu erlangen.

Diese visuell auffälligen Proportionen der Mandoline können Anlass sein, Instrumente (oder Fotos von Ihnen) auszumessen, Abweichungen zu bestimmen und kleine statistische Betrachtungen zu machen. Im Vergleich mit anderen Zupfinstrumententypen wie Mandola, Banjo, Oud (Kurzhalblaute), Baglama oder Gitarre fällt es schnell auf, dass diese Korpus-Hals-Proportion den visuellen Eindruck deutlich bestimmt. Das wäre also ein weiterer Baustein für einen „Steckbrief Mandoline“.

Welche unterschiedlichen Korpusumrisse gibt es?

Nicht nur die schön geschwungene Bauchmandoline, auch die Bluegrassmandoline bietet Anlass für interessante mathematische Beschreibungen. Insbesondere der Umriss mit der häufig vorhandenen „Schnecke“ weckt das Interesse. Eine zeichnerische Nachbildung oder eine algebraische Beschreibung der Schneckenkurve ist ästhetisch und mathematisch herausfordernd.



Bluegrass-Mandoline mit der typischen „Schnecke“

Foto: By Anita Ritenour - Flickr: Gibson Mandolin, CC BY 2.0,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=14737566>

⁴ Einige Aussagen stammen aus dem Mailaustausch und Gesprächen mit Mandolinenbauer Alfred Woll (überall dort, wo keine konkrete Quellenangabe steht).

Man kann die unterschiedliche Korpusformen sogar hören:

<https://www.youtube.com/watch?v=h0lleaW9boo>

Und hier ein Hörvergleich zwischen elliptischem Schallloch und F-Löchern:

<https://www.youtube.com/watch?v=30u9lzM8CI>

Besser hörbar sind die Unterschiede natürlich bei einer live-Vorführung. Möglicherweise stehen auch andere Zupfinstrumente, wie z.B. eine Gitarre oder eine Baglama vor Ort zur Verfügung, so dass das Gehör für die klanglichen Unterschiede geschärft werden kann. Dieses hörende Vergleichen und das Abgleichen des Aussehens mit dem Gehörten ist eine Erfahrung, die für viele der Lernenden neu und bereichernd ist.

3.3 Von Kartoffelkäfern, Orangenschalen und Weltkugeln – Der Korpus der Bauchmandoline

Die Bauchmandoline (oder auch klassische oder neapolitanische Mandoline) beeindruckt mit ihrem wunderschönen und besonderen „Bauch“, der sogenannten Muschel.



Die Muschel der Bauchmandoline

Beide Fotos aus: <https://woll-mandolinen.de/seiffert/>

An was erinnert diese Form bzw. Struktur der Muschel?

Die Muschel der Bauchmandoline besteht aus Spänen. Das sind auf beiden Seiten spitz zulaufende, längliche, gebogene Ausschnitte aus einem dünnen Holzbrett. Durch die abwechselnde Färbung von dunkel und hell oder durch andersfarbige Einlagen (Zieradern) zwischen den Spänen entsteht der „Kartoffelkäfer“-Eindruck.

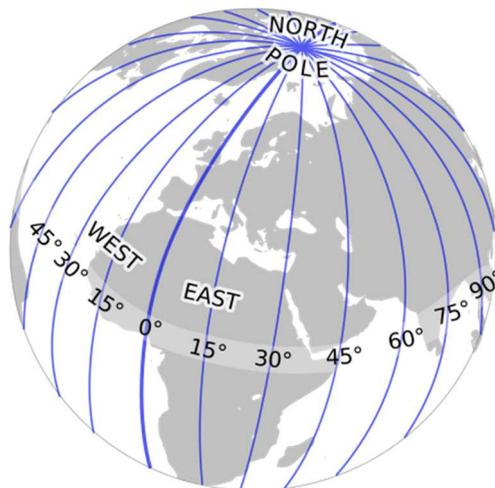
Auch an anderen Stellen findet man diese Struktur mit radial angeordneten Linien und zwei „Polen“: bei einer Wassermelone, bei den Längengraden auf der Erdkugel und weiteren Dingen. Hier lässt sich gut weiterforschen, gerade auch für jüngere Kinder, indem weitere solche Objekte gesucht werden und treffende Beschreibungen der Struktur erarbeitet werden.



Ähnlichkeiten zur Bauchmandoline: Kartoffelkäfer und Wassermelone

Links: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/aa/Colorado_potato_beetle_insect.jpg

Rechts: Foto B. Lutz-Westphal



Die Erde mit ihren Längengraden erinnert auch an den Mandolinenkorpus

https://klexikon.zum.de/images/thumb/f/f9/Longitude_blue.svg/450px-Longitude_blue.svg.png

Wie wird die besondere Form der Bauchmandoline konstruiert?

Welche Form haben die Späne?

Bei der klassischen Bauchmandoline haben alle Späne die gleiche Form, man verwendet 9 oder mehr solche Späne, um die Muschel aufzubauen. Die Form ergibt sich aus den Umrissen der Decke. An jeder Stelle ist der Querschnitt der Muschel halbkreisförmig. Damit ist die gesamte Form klar definiert.

In diesem Video eines Hobby-Mandolinbauers sieht man den Aufbau mit den Halbkreisquerschnitten und in den Kommentaren gibt es auch eine ausführliche Erklärung, wie sich daraus die Form der Späne konstruieren lässt: <https://www.youtube.com/watch?v=yNImPd5H-Lo>

Professionelle Mandolinbauer:innen arbeiten meist etwas anders. Sie arbeiten über einer vollständigen Form aus Holz, die aber ebenso den an jeder Stelle halbkreisförmigen Querschnitt berücksichtigt. Häufig übernehmen sie auch die Formen von historischen Mandolinen, die manchmal etwas andere Querschnitte haben. Man braucht dafür trotzdem nur 3 Kurven: die Draufsicht, die Seitenansicht der gesamten Mandoline und den Querschnitt an der dicksten Stelle (vgl. Woll (2021), S. 199). Die Längskurve ist überall gleich. Mandolinbauer Alfred Woll beschreibt die Form der Muschel als „halbes Ei“ und bringt damit den stets kreisförmigen Querschnitt und die besondere Längskurve zum Ausdruck.

Das Spannende ist in jedem Fall: Steht die Form der Späne fest, dann ergibt sich daraus direkt die Krümmung der Muschel. Umgekehrt kann aus den Angaben zum Deckenumriss und dem stets halbkreisförmigen Querschnitt direkt die Form der Späne ermitteln.

In der Beschreibung des Baus der Muschel in dem schönen Buch zum Mandolinbau von Alfred Woll ((2021), S.229-247) sieht man, dass die Kanten der bereits gebogenen Späne auf einer ebenen Schleiffläche abgerichtet werden. Die Kanten müssen also jeweils komplett in einer Ebene liegen. Das erstaunt erst einmal, wenn man die flache, noch ungebogene Form der Späne sieht mit ihren geschwungenen Kanten. Es wundert aber nicht mehr, wenn man die Längengrade der Erdkugel betrachtet. Hier entstehen auf dieselbe Art „Schnitze“, deren Kanten jeweils auf einer Ebene liegen.

Bei diesen Weltkugel-Bastelbögen sieht man die (in 2d) gebogenen Kanten der „Schnitze“, die dann durch Biegung der „Schnitze“ (in 3d) wieder eben werden: <http://www.astronomiekoffer.com/attachments/File/Orangenwelt.pdf>
https://boehmwanderkarten.de/kartographie/is_netze_globussegmente.html

Idealerweise kann die Form der Späne erst einmal an einer Orange oder einem Apfel erkundet werden: Zerschneiden in Schnitze, Ablösen der Schale und Glattziehen dieser Stücke. Dabei zeigt sich das Phänomen direkt: die geraden Schnittkanten werden nach dem Glattziehen in der Ebene zu gebogenen Linien. Und die in der Ebene gebogenen Linien der Kanten werden bei Krümmung des Spanes wieder gerade in dem Sinne, dass sie in einer Ebene liegen.

Umgekehrt können die Erkundungen auch von einem Blatt Papier und einer Schere ausgehen.

Welche Formen muss ich ausschneiden, um eine gekrümmte Fläche daraus basteln zu können?

Was muss ich alles wegschneiden, wenn ich das Papier um eine Kugel (oder ein Ei) herumwickeln möchte?

Wie kann ich das systematisch und symmetrisch tun?

Welche Formen kommen heraus?

Wo muss man dennoch „schummeln“ und das Papier ein wenig knicken?

Das Grundphänomen der benötigten Form der Späne führt direkt weiter zu dem generellen Problem, wie aus einer ebenen Fläche eine gekrümmte Hohlform werden kann und umgekehrt zu der Frage der Weltkartenprojektion, wie die Kugeloberfläche auf die Ebene übertragen werden kann. Dies wäre ein mathematisch gehaltvoller Exkurs, der bis zur Differentialgeometrie führen kann.

Die wunderschöne Muschel von Bauchmandolinen bringt uns also zu Erkundungen der Frage:

Wie wird aus einer 2D-Fläche eine gleichmäßig gebogene 3D-Form?

Auch hier kann die Umsetzung in Geometriesoftware das Erkunden unterstützen. Ein wesentliches Merkmal der idealisierten geglätteten Form der Muschel (das „halbe Ei“) ist die Differenzierbarkeit: Es gibt keine Knicke. Das macht ihren hohen ästhetischen Reiz aus. Auch mit Rotationskörpern von differenzierbaren Funktionen kann dann weitergeforscht werden und ganz nebenbei ergibt sich hier ein Anknüpfungspunkt zur Integralrechnung, sobald die Flächenberechnung bei den Erkundungen in den Blick gerät.

Wie oft werden die Saiten angeschlagen?

Diese Frage beschäftigt sich mit der besonderen Spielweise der Mandoline. Typisch für den Höreindruck von Mandolinemusik ist, dass viele Einzeltöne – oft schnell gespielt – sich zu Musik verbinden. Der Ton der Mandoline beginnt unmittelbar nach dem Anzupfen zu klingen und klingt dann auch schnell wieder ab. Somit kann sie ganz präzise schnelle Töne mit heller Klangfarbe hervorbringen, aber keine lang gehaltenen Töne wie eine Geige. Für die langen Töne wird daher eine besondere Spielweise angewandt: das Tremolo. Derselbe Ton wird schnell hintereinander immer wieder angeschlagen, so dass der Ton gewissermaßen dauerhaft erklingt. Damit kann man sogar ein „Crescendo“, ein lauter werden des Tones, erzeugen. Hier kann man den Wechsel zwischen Einzeltönen und Tremolo gut sehen und hören:

Prof. Caterina Lichtenberg mit „Piccola Gavotte“ von Raffaele Calace:

<https://www.youtube.com/watch?v=0GdFF9U0n00>

Francesco Mammola mit "Tu vuò fà l'americano":

<https://www.youtube.com/watch?v=lq1UeTrW1hk>

Ralf Leenen mit "Souvenir de Sicile" von Salvator Léonardi:

<https://mandoline2023.de/?p=1206>

Avi Avital und Aydar Gaynullin mit „6 Rumänische Volkstänze“ von Béla Bartók:

<https://www.youtube.com/watch?v=osU2QobcfT0> (Anfang bis 1:03)

In diesem reichhaltigen Interview erläutert Mandolinenbauer Alfred Woll, wie unterschiedliche Klangeigenschaften, z.B. ein schnelles Einschwingen oder ein längerer Nachklang durch die Bauweise erzeugt werden können:

<https://www.zupfmusik-bw.de/2020/09/14/alfred-woll-der-mandolinenbauer/>

Durch diese physikalisch-akustische Besonderheit der Mandoline ergibt sich also das sehr charakteristische Hörerlebnis der fast unendlich vielen Einzeltöne. Was liegt näher, als einmal Töne zu zählen? Bei den meisten Videos kann man „slow motion“ einstellen, mit halber oder sogar Viertelgeschwindigkeit. Dazu eignen sich alle hier vorgeschlagenen Videos.

Hier ein Bluegrass-Stück mit zwei Mandolinen, das wegen der repetierend-rhythmischen Spielweise gut auszuzählen ist:

Sam Bush & Sierra Hull mit „Turkey in the Straw“ (ab 1:50):

<https://www.youtube.com/watch?v=aQonnNSATk>

Hier bekommt man einen sehr guten Blick auf die Saiten und das Plektrum (Prof. Caterina Lichtenberg mit „Bolero“ von Raffaele Calace):

<https://www.youtube.com/watch?v=AVHLYIDDwEk>

Und wenn das Zählen zu mühsam wird, dann kommt der Übergang zur Statistik:

Wenn es in einer Minute so viele Anschläge waren, wie viele sind es dann ungefähr während der Gesamtdauer des Stückes?

Wie sieht es bei anderen Musikstücken aus?

Können wir vielleicht sogar einen Durchschnittswert ermitteln, wie oft beim Mandolinenspiel die Saite angeschlagen wird?

Gibt es da einen Unterschied zwischen Tremolo-gespielten Musikstücken und anderen?

Und was ergibt der Vergleich mit der Anzahl der Bogenbewegungen der Geige oder der Fingerbewegungen beim Klavier?

Dieser Durchschnittswert der Einzeltöne pro Minute wird bei der Mandoline deutlich höher sein als bei anderen Instrumenten und beschreibt in einem einzigen Parameter einen wesentlichen Aspekt der Mandoline. Durch Zahlen wird das Hörerlebnis sichtbar.

Anschlags-Statistik:

Wie oft kommen Auf- und Abschlag vor?

Wie ist das Zahlenverhältnis zwischen Auf- und Abschlag?

Welche Zupfmuster gibt es?

Weiter geht es nun noch etwas stärker im Detail. Das Anschlagen der Saiten mit dem Plektrum erfolgt auf unterschiedliche Weisen: Es gibt den Aufschlag, den Abschlag, den Wechselschlag.

In diesem Video von Michael Reichenbach werden diese Spieltechniken erklärt und hörbar gemacht:

<https://www.youtube.com/watch?v=pNGSfzEnl3k>

Was kommt häufiger vor? Ab- oder Aufschlag? Das lässt sich in verschiedensten Videos gut beobachten und analysieren. Der Abschlag ist die natürlichere

Bewegung, er wird viel häufiger genutzt: zum Anfangen, für die betonten Taktzeiten, für Akkorde uvm. Im Bluegrass allerdings wird über lange Strecken ganz regelmäßig im Wechselschlag gespielt. Jeder Musikstil hat auch auf dieser Ebene seiner ganz eigenen Anforderungen, die durch solche Analysen sichtbar werden.

Das weiter oben angeführte Video mit Caterina Lichtenberg („Bolero“) eignet sich aufgrund der Kameraposition und der vielfältigen musikalischen Figuren sehr gut für das Beobachten der verschiedenen Anschlagsbewegungen. Es gibt zudem weitere Videos von Caterina Lichtenberg mit derselben Sichtperspektive.

Ein rhythmisch sehr interessant gestaltetes Stück mit entsprechend vielfältigen Zupfmustern:

Maja Schütze mit „Milonga“ von Marlo Strauß (ab Minute 18:19):

<https://www.youtube.com/watch?v=1TmZGW7zHsQ>

Weitere Beispiele (unbedingt auch mit 0,25-facher Geschwindigkeit ansehen und die Bewegungen analysieren!):

Sierra Hull mit „Mad World“ von Tears for Fears (ab-ab-ab-auf-Muster ab ca. 00:50):

<https://www.youtube.com/watch?v=sFIQgPAms88>

Oder hier bei Antonio Vivaldis Lauten-Konzert RV 93 (Prof. Caterina Lichtenberg an der Solo-Mandoline), 3. Satz, Allegro, ab Minute 8:00 (3er-Takt mit ab-auf-ab – ab-auf-ab – Muster):

<https://www.youtube.com/watch?v=BSdHYMWv33E>

Auch hier kann der Möglichkeitsraum der Anschlagsmuster kombinatorisch erforscht werden: Wie viele unterschiedliche Muster könnte es geben? Auf wie viele Weisen kann ein bestimmtes Rhythmuspattern gespielt werden? Und dann der Abgleich mit den vorhandenen Aufnahmen, welche Muster tatsächlich vorkommen. Am Schönsten wäre dabei ein Gespräch mit Mandolinprofis, die dazu reflektiert Auskunft geben können, weshalb sie wann welche Muster anwenden.

Eine kleine Randbemerkung zum Wechselschlag aus dem einführenden Video zu Auf- und Abschlag zeigt, dass beim Wechselschlag nur beim Hinweg des Plektrums (Abschlag) beide Doppelsaiten angeschlagen werden, beim Rückweg (Aufschlag) oft nur eine der beiden Saiten. Für eine vertiefte Beschäftigung im Rahmen eines Projekts könnte mit Slow-Motion-Einstellungen erforscht werden, wie oft das wirklich auf diese Weise praktiziert wird. Eine Diskussion der klanglichen Auswirkungen wäre dabei spannend. Vermutlich ließen sich mit dieser Analyse sogar unterschiedliche Klangcharakteristiken verschiedener

Interpret:innen erklären und beschreiben. Unterschiedlich klingende Interpretationen desselben Musikstückes können auch auf diese Weise untersucht werden.

Bei der zunächst sehr nüchtern wirkenden Betrachtung und mathematischen Analyse der Spielweise berühren sich Musik und Mathematik auf ganz besondere Weise, da die Anschlagmuster direkt mit sowohl Taktarten und deren Betonungen, mit Rhythmen als auch mit dem gewünschten musikalischen Ausdruck zu tun haben. Hier ist für alle Altersstufen etwas dabei, vom Zählen bis zur Statistik und Klassifizierung der gefundenen und theoretisch möglichen Muster.

Wie viel Wegstrecke legt das Plektrum zurück?

Wie viele Meter legt das Plektrum bei einem Stück wie diesem zurück?

Avi Avital mit "Love on 139th Street" von Kinan Azmeh

<https://www.youtube.com/watch?v=9DJQIGBFs6w>

Dies ist eine vielleicht etwas ungewöhnliche Fragestellung, aber dennoch eine gute Möglichkeit das erlebte Phänomen der unentwegten Handbewegung der rechten Hand beim Mandolinenspiel in eine greifbare Größe umzuwandeln. Genau das ist der Sinn von mathematischer Modellierung: das genauere Zugänglichmachen von vorher eher diffusen Eindrücken.

Die Anzahl der Anschläge je Minute oder je Stück, die vorher schon thematisiert wurde, gibt schon einen guten Anhaltspunkt für eine Wegstreckenberechnung. Nun kommt die Überlegung hinzu:

Wie viele Zentimeter wird das Plektrum je Anschlag bewegt?

Bei diesem Konzertauftritt der „Jugend Musiziert“-Bundespreisträgerin Maja Schütze sieht man gut, dass die rechte Hand z.B. für Akkorde manchmal auch große Bewegungen macht:

Huckleberry Walk von Marlo Strauß (in der Beschreibung direkt anklickbar)

ab 15:12

<https://www.youtube.com/watch?v=1TmZGW7zHsQ>

Caterina Lichtenberg und Mike Marshall im Duo (ab 3:00):

<https://www.ndr.de/kultur/musik/Mandoline-im-Doppel-Caterina-Lichtenberg-und-Mike-Marshall,lichtenbergmarshall104.html>

Auch das oben verlinkte Erklärvideo von Michael Reichenbach (S. 21) gibt Anhaltspunkte: Er zeigt darin den Weg des Plektrums, indem er eine Sichte Ebene

senkrecht zu den Saiten einnimmt. Die Doppelsaiten erscheinen auf dem Blatt Papier als Doppelpunkte und mit einem Stift zeichnet er die unterschiedlichen Wege des Plektrums. Für ganz junge Altersgruppen könnte in Anlehnung daran einmal ein kurzes Mandolinestück mit Papier und Stift „mitgespielt“ werden und anschließend z.B. mit einem Wollfaden der Gesamtweg visualisiert werden. Für ältere Lernende ist dieses Papier-und-Stift-Modell eine gute Grundlage für qualifizierte Schätzwerte. Eine beliebig tiefe Ausdifferenzierung ergibt sich, wenn die von Reichenbach dargestellten unterschiedlichen Weglängen und Wegkrümmungen anhand von Musikstücken tatsächlich berücksichtigt werden – durch Auszählen oder durch Abschätzungen.

Welche Wegstrecken kommen also bei so einem Musikstück oder bei einem ganzen Konzert wie dem von Maja Schütze zusammen?

Sind es Meter oder gar Kilometer?

Und wie viel wird das im Laufe eines Jahres oder in noch längeren Zeiträumen?

Es zeigt sich, dass das Mandolinespielen den Instrumentalist:innen sehr viel abverlangt und insbesondere die Zupfhand dabei Großes leistet.

Wie viele Töne hat die Mandoline?

Zur Klangverstärkung gibt es jede Saite doppelt, doch werden diese Doppelsaiten immer gemeinsam gegriffen, d.h. sie klingen immer auf genau demselben Ton. So können wir das Abzählen der spielbaren Töne auf die 4 Saitenpaare beziehen und nicht auf die Einzelsaiten. Die meisten Mandolinen haben für die beiden obersten Saitenpaaren ein verlängertes Griffbrett, so dass dort ein paar mehr Töne gespielt werden können als auf den beiden unteren Saiten. Es muss also ausgezählt werden, wie viele verschiedene Töne es jeweils gibt. Für Lerngruppen der untersten Klassen ergeben sich dabei auch schon mathematische Herausforderungen, da die Zahlen weit über die 20 hinausgehen. Dadurch dass die meisten Bünde sich über alle 4 Doppelsaiten erstrecken, ergeben sich Multiplikationen mit 4 bzw. die 4er-Reihe über die 40 hinaus.

Aber, Halt! Haben wir dann nicht einige Töne mehrmals gezählt? Schon der beim 7. Bund erklingende Ton ist identisch mit der nächsthöheren Saite (eine Quinte höher). Wie groß ist der Tonvorrat an verschiedenen Tönen also wirklich? Im künstlerischen Ausdruck macht es allerdings teilweise einen Unterschied, ob man denselben Ton auf einer höheren oder tieferen Saite spielt. Insbesondere für die Ausführung von Doppelgriffen, Akkorden oder bestimmten Tonhöhenmustern ist es zudem notwendig die Töne mehrmals an verschiedenen Stellen auf dem Griffbrett zu haben. Daher lohnt es sich, zwischen den möglichen unterschiedlichen Tönen und den vorhandenen Positionen auf dem Griffbrett zu unterscheiden.

Und es gibt noch eine kleine Asymmetrie: Das oberste Saitenpaar e''e'' hat häufig ein über das Schalloch verlängertes Griffbrett mit meist 24 Bündeln, so dass hier gerade noch die zweite Oktave erreicht werden kann. Die anderen Saiten haben meist 19 oder 20 Bünde, wobei die zweitoberste Doppelsaite a'a' häufig noch einen Bund mehr hat als die beiden unteren Doppelsaiten. Je nach Modell gibt es hier etliche Variationen.

Wie viele verschiedene Melodien kann man mit diesen Tönen spielen?

Dies ist eine schöne kombinatorische Frage, die sich beliebig eingrenzen oder ausweiten lässt.

Soll die Melodie 8 Töne haben oder 30?

Kann jeder Ton nach jedem kommen?

Soll es auch Doppelgriffe oder Akkorde geben?

**Wie viele mit der Hand greifbare Doppelgriffe und Akkorde gibt es?
Werden auch Doppelgriffe auf nicht benachbarten Saiten
einbezogen?
Wie groß ist die Menge der theoretisch vorhandenen
Doppelgriffe oder Akkorde?**

Die rein kombinatorische Betrachtung ergibt schnell faszinierend hohe Zahlen für theoretisch mögliche Kompositionen. Der Einbezug von spieltechnischen und ästhetischen Aspekten schränkt diesen Möglichkeitsraum dann wieder ein, so dass hier mit ganz variabler Komplexität von Grundschulniveau bis Oberstufe gearbeitet werden kann.

Auch die stärker musiktheoretisch bezogene Betrachtung, welche der vorhandenen Töne (die alle Halbtonschritte beinhalten) für eine Tonleiter, z.B. in C-Dur, gebraucht werden und welche nicht, ist möglich. Der Vergleich mit der Klaviertastatur ergibt dann einen verblüffenden Zusammenhang: Bei der C-Dur-Tonleiter sind es genau die Töne der weißen Tasten, die verwendet werden und die Töne der schwarzen Tasten (immerhin 5 je Oktave) werden nicht gebraucht. In anderen Tonarten bleiben diese Zahlenverhältnisse gleich, aber es verteilt sich nicht mehr so perfekt auf die weißen und schwarzen Tasten. Damit lassen sich weitere Zahlenspiele machen:

**Wie viele verschiedene Töne werden in einem Musikstück verwendet?
Wie viele Töne bleiben also ungenutzt?
Welche Töne kommen besonders oft vor?**

Hier verbinden sich Kombinatorik und Musikpraxis und es eröffnet sich ein großes und für alle Altersstufen gut zugängliches Forschungsfeld.

3.6 Jetzt wird es irrational! – Die Anordnung der Bünde auf dem Griffbrett der Mandoline

Wieso wird der Abstand der Bünde auf dem Griffbrett immer kleiner?

Wieso liegen nicht alle Töne gleich weit auseinander?

Diese Frage kommt schnell auf, wenn die Mandoline betrachtet wird. Auch bei der Gitarre, die viele Menschen kennen, ist es so, dass die Bünde in einem immer kleiner werdenden Abstand zueinander liegen. Woher kommt das?

Der Mandolinenbauer Alfred Woll sagte dazu: „*Ich habe eine Formel, mit der ich die Bundabstände berechne*“. Die Berechnung beruht auf einem einzigen Faktor: 1,059463. Die gewünschte Mensur, z.B. 330 mm, teilt man durch diese Zahl und zieht dieses Ergebnis von 330 ab und erhält die Position des 1. Bundes. Die so gewonnene Restsaitenlänge wird wieder durch 1,059463 geteilt, das Ergebnis von dieser Restsaitenlänge abgezogen und so weiter. Nach 12 Schritten erreicht man die erste Oktave. Doch woher kommt dieser Faktor? Und woher diese Vorgehensweise?



Mandolinengriffbrett

Foto aus: <https://woll-mandolinen.de/roma/>

Zunächst einmal betrachten wir den grundsätzlichen Aufbau: Auf der Mandoline kann man nur die durch die Bünde vorgegebenen Töne spielen. Der Bund aus Metall, hinter dem die Saite mit dem Finger heruntergedrückt wird, bewirkt, dass der Ton klar erklingt. Die Tonhöhe muss nicht wie bei einer Geige sehr exakt durch die Fingerposition bestimmt werden, sondern ist durch den in das Griffbrett eingelassenen Bund festgelegt. Auf jeder Doppelsaite kann man so in

Halbtonschritten immer höhere Töne erzeugen. Da alle Halbtöne vorhanden sind, ist das Repertoire unbegrenzt, alle Tonarten und Tonleitern sind möglich.

Dass alle Tonarten möglich sind, liegt zudem an der gleichstufigen Stimmung des Instruments. Zum Thema Stimmungssysteme, das mathematisch sehr interessant ist und einen wertvollen Exkurs darstellt, findet man einen ersten Überblick hier: https://de.wikipedia.org/wiki/Stimmung_%28Musik%29

Gleichstufige Stimmung bedeutet, dass die 12 Halbtöne innerhalb einer Oktave alle gleich groß sind. Das klingt nicht besonders erstaunlich, ist es aber, wenn man sich mit den physikalischen und mathematischen Eigenschaften von Intervallen (= Tonhöhenabständen) beschäftigt.

Zum Verständnis der Struktur der Bünde hilft es erst einmal, sich mit dem Thema der Saitenlängen und Tonhöhen etwas zu beschäftigen. Dazu kann man ein selbstgebasteltes Monochord (Zupfinstrument mit einer einzelnen (=mono) Saite (=chorde)) herstellen.

Hier gibt es eine gute Anleitung mit Materialien, die leicht zu beschaffen sind:

<https://www.youtube.com/watch?v=H-tST-Pid8M>

Manche Schulen haben auch Monochorde oder Gitarren zur Verfügung, manche auch eine Geige oder, noch besser einen Kontrabass. Was wir für die Beantwortung unserer Frage brauchen, ist die Erfahrung, dass die Halbierung der Saite die nächsthöhere Oktave erzeugt. Auf dem selbstgebastelten Monochord oder auf der Geige bzw. dem Kontrabass muss man sich diese Stelle in Ruhe suchen. Bei der Gitarre gibt der 12. Bund den Ort vor.

Genau auf der Mitte der Saite liegt also der Bund für die erste Oktave. Aus dem Ton g der untersten Doppelsaite der Mandoline wird g' , aus d' wird d'' usw. Die halbe Saitenlänge lässt die Saite doppelt so schnell schwingen, die Frequenz verdoppelt sich. Ausgehend von der Oktave (halbe Saitenlänge der ursprünglichen Saite) wird die nächste Oktave wieder durch Halbierung erreicht. Es schwingt nur noch ein Viertel der ursprünglichen Saitenlänge und zwar auf der vierfachen Frequenz. Saitenlänge und Frequenz sind umgekehrt proportional zueinander.

Einige andere Intervalle können auf dieselbe Weise gut erkundet werden, z.B. die Quinte (Verkürzung der Saite auf $\frac{2}{3}$ der Gesamtlänge) oder die Quarte ($\frac{3}{4}$). Durch Ausprobieren findet man auch den ersten Halbtonschritt, er besitzt jedoch kein auf diese Weise leicht zu ermittelndes Saitenlängenverhältnis.

Während im Notenbild oder auf dem Klavier die Intervalle einfach miteinander addiert werden können (Quinte + Quarte = Oktave, Halbton + Halbton = Ganzton oder große Terz + kleine Sexte = Oktave), verhalten sich die Saitenlängenverhältnisse (und damit auch die Frequenzverhältnisse) multiplikativ zueinander (Quinte + Quarte entspricht $\frac{2}{3} * \frac{3}{4} = \frac{1}{2}$ = Oktave).

Würden In der Lerngruppe unterschiedlich große Monochorde gebaut oder sind unterschiedliche Saiteninstrumente vorhanden, so kann man es sehr gut erfahrbar machen, dass die erste Oktave – unabhängig von der Saitenlänge – immer auf der halben Saitenlänge liegt. Und das ist nun der entscheidende Schritt: Es geht bei Intervallen immer um die Saitenlängen*verhältnisse*. Wir sind also in einem multiplikativen Raum unterwegs.

Nun zurück zur Unterteilung der Oktave in 12 gleichgroße Halbtöne. Der „Trick“ dabei ist, dass man dabei ausgehend von der Gesamtmensur zunächst den ersten Halbton in einem bestimmten Verhältnis abteilt. Von der dann verbleibenden Saitenlänge wird der nächste Halbton im selben Verhältnis abgeteilt. Das wird fortlaufend so weitergemacht. Somit stellt man das immer gleiche Saitenlängenverhältnis von einem Ton zum nächsten Halbton schrittweise her. Beim zwölften solchen Schritt ist die Oktave erreicht, also auf die Gesamtmensur bezogen die Hälfte der Saitenlänge. Nach zwölfmaliger Ausführung hat man also die Saitenlänge durch 2 geteilt.

Eine auf den ersten Blick nicht ganz einfache Aufgabe zum entdeckenden Lernen ist, sich aus der Vorgehensweise „Wir teilen die Gesamtmensur 12 Mal hintereinander durch denselben Divisor, so dass dabei am Ende der Divisor 2 erreicht wird“ zu erschließen, dass der Divisor die zwölfte Wurzel aus 2 sein muss.

Dass sich eine derartig komplizierte irrationale Zahl also auf jedem Mandolinen- oder Gitarren-Griffbrett wiederfindet ist eine wirklich überraschende Entdeckung! Wo sonst im Alltag finden wir solch hohe Wurzeln? Und dass eine für unsere Ohren so wohlklingende Musik auf einer so unhandlichen Zahl basiert, verblüfft umso mehr.

Diese überraschende Entdeckung führt, sofern gewünscht, direkt vertiefend zur mathematischen Theorie der Tonsysteme, zu den Pythagoräern, zum Thema der rationalen und irrationalen Zahlen, zum Thema der Frequenzen und vielem mehr. Dies ist ein ideales Feld für weite Exkurse im Rahmen der interessebezogenen Begabungsförderung.

Es gibt sogar einen eigenen (englischsprachigen) Wikipedia-Artikel zur zwölften Wurzel aus 2 und ihrer Rolle bei der gleichstufigen Stimmung: https://en.wikipedia.org/wiki/Twelfth_root_of_two

In diesem Video eines Hobby-Mandolinbauers (ab 15:00) wird das Verfahren genau erklärt, wobei hier mit dem Divisor 17,817 gearbeitet wird, der dann direkt den Abstand von Bund zu Bund ergibt:

<https://www.youtube.com/watch?v=BlzVYWeUsrY>

Der Zusammenhang zur zwölften Wurzel aus 2 wird ebenfalls gezeigt. Auch hier ist es eine schöne und anspruchsvolle Aufgabe für die Lernenden, dies mathematisch nachzuvollziehen und eine eigene algebraische Herleitung zu entwickeln.

Ausführliche Materialien zum Weiterlesen:

http://www.mathpoint.ch/geometrie_der_toene.html

Dort sehr ansprechendes Schulmaterial:

<http://www.mathpoint.ch/MUMA2.pdf>

Ein kleiner Lehrgang zu Frequenzverhältnissen, Intervallen und Stimmungen (Lektion 1: Töne, Intervalle, Frequenzen und Frequenzverhältnisse; Lektion 5: gleichstufige Stimmung):

<https://kilchb.de/muslekt1.php>

Und ein ausführlicher Wikipedia-Eintrag zur Mathematik der Tonsysteme:

[https://de.wikipedia.org/wiki/Tonstruktur_\(mathematische_Beschreibung\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Tonstruktur_(mathematische_Beschreibung))

Viele weitere Quellen zum Vertiefen und Weiterlesen sind verfügbar.

Nach diesem Einblick in einige interessante mathematische Themen rund um die Mandoline möchten wir hier noch einen Ausblick auf weitere Themen geben.

Zum einen gibt es noch den ganzen Bereich des experimentellen Bauens und Konstruierens. Dazu gehört das Experimentieren mit verschiedenen Korpusformen, Schallochformen und -größen, Saitenmaterialien und Saitenspannung. Hier gibt es sehr viele Übergänge zur Physik. Gerne verweisen wir auf die Unterrichtsmaterialien zum Jahr der Mandoline für das Fach Physik, die für den Landesmusikrat Berlin erstellt wurden.

Zum anderen ergibt sich auf der Ebene der Kompositionstechniken ein großes Feld von mathematischen Aspekten. Zahlen, Zahlenverhältnisse und Formen finden sich dort überall. Und gerade, weil die Mandolinemusik vom Barock bis heute alle musikalischen Epochen und sehr viele Musikstile abdeckt, eignet sie sich hervorragend für die Analyse der Kompositionen unter mathematischem Blickwinkel. Kombinatorische Phänomene, goldener-Schnitt-Proportionen, Symmetrien z.B. in Fugenkompositionen, Muster z.B. in Rhythmuspatterns und vieles mehr lässt sich dabei erforschen und entdecken.

Kleinere Themen wie die Beschäftigung mit den unterschiedlichen Formen des Plektrums oder mit der Zahnradmechanik an den Stimmwirbeln bieten sich ebenfalls noch an. Auch der Instrumentenbau bietet noch einige weitere mathematisch interessante Fragestellungen.

Vertiefende Beschäftigung z.B. im Rahmen von Präsentationsprüfungen o.ä. ist zu allen in diesem Dokument angesprochenen Themen möglich. Es gibt überall den Anschluss in die höhere Mathematik wie z.B. in die Differentialgeometrie oder die Stochastik.

Lassen Sie sich und ihre Schüler:innen von der Begeisterung für das besondere Instrument anstecken und genießen Sie die Klangwelt und die Mathematik der Mandoline!

Abschlag: Das Anzupfen der Saite von oben nach unten.

Akkord: Mehrere Töne werden gleichzeitig gespielt.

Anschlag: Das Anzupfen der Saite.

Aufschlag: Das Anzupfen der Saite von unten nach oben.

Bauchmandoline/neapolitanische Mandoline/klassische Mandoline: Mandoline mit einem runden Korpus und einer am Steg leicht geknickten Decke sowie einem runden oder ovalen Schallloch in der Decke.

Bluegrassmandoline: In Nordamerika verbreitete Mandolinenform mit flachem Rücken, zwei F-Löchern anstelle eines runden Schalllochs und geschwungener Deckenform.

Bund: Auf dem Griffbrett quer zu den Saiten angebrachter Metallsteg, hinter dem die Saite mit den Fingern heruntergedrückt wird, um eine bestimmte Tonhöhe zu erzeugen. Die Position der Bünde bestimmt die spielbaren Töne.

Decke: Die Oberseite des Korpus der Mandoline mit Schallloch.

Doppelgriff: Zwei Töne werden gleichzeitig gespielt.

Doppelsaiten: Je zwei dicht nebeneinanderliegende Saiten, die auf die exakt gleiche Tonhöhe gestimmt sind und die meist gleichzeitig angeschlagen werden.

Flachmandoline: Mandoline mit einem flachen Rücken.

Griffbrett: Der Teil des Instruments, über dem die Saiten gespannt sind und auf dem man die Töne greifen kann.

Kopf: Der oberste Teil der Mandoline, an dem die Saiten befestigt sind und der die Stimmmechanik trägt.

Korpus: Der Teil des Instruments, der als Hohlraum die Schwingungen der Saiten akustisch verstärkt.

Mandoline: Die typische (Sopran-)Mandoline mit derselben Saitenstimmung wie die Violine gg – d'd' – a'a' – e''e''.

Mandola: Tiefer klingende Mandoline mit größerem Korpus und tieferer Saitenstimmung, in Deutschland meist als „Oktav-Mandoline“ mit GG – dd – aa – e'e', in anderen Ländern auch (wie die Viola) mit cc - gg – d'd' – a'a'.

Mandolncello: Noch tiefer als die Mandola mit Saitenstimmung wie das Violoncello: CC - GG – dd – aa.

Mechanik/Stimmechanik: Am Kopf der Mandoline angebrachte Vorrichtung zur Befestigung und zum Stimmen der Saiten. Die Achse, auf der die Saite aufgewickelt ist, ist dabei über eine Zahnradverbindung mit dem Griff verbunden, mit dem durch Drehen die Saitenspannung und somit die Tonhöhe verändert werden kann.

Mensur: Länge der schwingenden Saite.

Muschel: Der runde Korpus der Bauch-Mandoline.

Plektrum (oder Plektron), pl.: Plektren: kleines Plättchen, meist aus Kunststoff, mit dessen Spitze die Saiten von Zupfinstrumenten gezupft bzw. angeschlagen werden.

Rosette: Verzierung rund um das Schallloch oder als durchbrochener Einsatz im Schallloch.

Späne: Die (häufig identisch geformten) Einzelteile, aus denen die Muschel der Bauchmandoline zusammengesetzt wird.

Schallloch: Aussparung in der Decke der Mandoline, um den Klang nach außen abzugeben. Die Form ist meist kreisförmig oder elliptisch, bei der Bluegrass-mandoline gibt es auch zwei spiegelsymmetrische Löscher in F-Form („F-Löcher“) wie bei den Streichinstrumenten.

Tremolo: Sehr schneller, fortdauernder Wechselschlag, um den Eindruck eines langen Tons zu erhalten.

Wechselschlag: Anzupfen der Saiten in einer Auf- und Abwärtsbewegung.

5. Liste der verwendeten Videos

Die im Text erwähnten Videos sind hier nochmals chronologisch nach Auftreten im Text aufgelistet. Diese Liste kann auch als „Fundgrube“ für den forschenden Unterricht verwendet werden. Je mehr Hör- und Seherlebnisse die Lernenden haben, umso besser!

– Alle Links zuletzt am 20.08.2023 abgerufen. –

Maja Schütze (damals 19 Jahre alt, Bundespreisträgerin „Jugend Musiziert“ 2021):

<https://www.youtube.com/watch?v=1TmZGW7zHsQ>

Minute 15:12 „Huckleberry Walk“ von Marlo Strauß

Francesco Mammola mit "Tu vuò fà l'americano":

<https://www.youtube.com/watch?v=lq1UeTrW1hk>

Prof. Caterina Lichtenberg als Solistin mit Lauten-Konzert RV 93 von Antonio Vivaldi:

<https://www.youtube.com/watch?v=BSdHYMWv33E>

Avi Avital Trio mit sehr mitreißendem Stilmix- Stück „A la Turk“ der rumänischen Band Taraf de Haïdouks:

<https://www.youtube.com/watch?v=W3wB6lCjq9U>

Eine kleine Instrumentenvorstellung (Karin Walde, Musikschule Monheim am Rhein), bei der man die Form und Spielweise sehr gut sehen kann:

<https://www.youtube.com/watch?v=VmHYTbXeoAo>

Unterschiedliche Korpusformen zum Hören:

<https://www.youtube.com/watch?v=h0lleaW9boo>

Hörvergleich zwischen elliptischem Schallloch und F-Löchern:

<https://www.youtube.com/watch?v=30u9lzM8CI>

Hobby-Mandolinenbau:

<https://www.youtube.com/watch?v=yNImPd5H-Lo>

Prof. Caterina Lichtenberg mit „Piccola Gavotte“ von Raffaele Calace:

<https://www.youtube.com/watch?v=0GdFF9U0n00>

Ralf Leenen mit "Souvenir de Sicile" von Salvator Léonardi:

<https://mandoline2023.de/?p=1206>

Avi Avital und Aydar Gaynullin mit „6 Rumänische Volkstänze“ von Béla Bartók:

<https://www.youtube.com/watch?v=osU2QobcfT0> (Anfang bis 1:03)

Sam Bush & Sierra Hull mit „Turkey in the Straw“ (ab 1:50):

<https://www.youtube.com/watch?v=aQonnNSATk>

Prof. Caterina Lichtenberg mit „Bolero“ von Raffaele Calace:

<https://www.youtube.com/watch?v=AVHLYIDDwEk>

Michael Reichenbach erklärt Spieltechniken:

<https://www.youtube.com/watch?v=pNGSfzEnl3k>

Maja Schütze mit „Milonga“ von Marlo Strauß:

<https://www.youtube.com/watch?v=1TmZGW7zHsQ>

Sierra Hull mit „Mad World“ von Tears for Fears (ab-ab-ab-auf-Muster ab ca. 00:50):

<https://www.youtube.com/watch?v=sFIQgPAms88>

Prof. Caterina Lichtenberg als Solistin mit Lauten-Konzert RV 93 von Antonio Vivaldi (3. Satz, Allegro, ab Minute 8:00, 3er-Takt mit ab-auf-ab – ab-auf-ab – Muster):

<https://www.youtube.com/watch?v=BSdHYMWv33E>

Avi Avital mit "Love on 139th Street" von Kinan Azmeh:

<https://www.youtube.com/watch?v=9DJQjGBFs6w>

Maja Schütze mit „Huckleberry Walk“ von Marlo Strauß (15:12):

<https://www.youtube.com/watch?v=1TmZGW7zHsQ>

Caterina Lichtenberg und Mike Marshall im Duo (ab 3:00):

<https://www.ndr.de/kultur/musik/Mandoline-im-Doppel-Caterina-Lichtenberg-und-Mike-Marshall,lichtenbergmarshall104.html>

Bauanleitung für ein Monochord mit Materialien, die leicht zu beschaffen sind:

<https://www.youtube.com/watch?v=H-tST-Pid8M>

Hobby-Mandolinenbauer erklärt (ab 15:00) die Berechnung der Bundabstände:

<https://www.youtube.com/watch?v=BlzVYWeUsrY>

6. Links zu den verwendeten Bildern und Texten

Auflistung ebenfalls chronologisch nach Auftreten im Text.

– Alle Links zuletzt am 20.08.2023 abgerufen. –

Sehr gute Fotos von Mandolinen (durch die verschiedenen Modelle klicken):

<https://woll-mandolinen.de/seiffert/>

Beschriftete Mandoline:

https://www.lmrthueringen.de/media/LMR/Projekte/Instrument_des_Jahres/2023_Mandoline/Lehrmaterialien_2023/Mandoline_Lehrmaterial_03.pdf?m=1686749618&

Bildergalerien mit Mandolinen, auch Mandolas und Gitarren zum Vergleichen:

<https://www.gezupftes.de/?p=14588>

<https://www.gezupftes.de/?p=9727>

Zwei wunderschöne durchbrochene Schalllochrosetten:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Schallloch>

<https://www.gezupftes.de/?p=14588#jp-carousel-14613>

Holzmosaikmustern für die Verzierung („Rosette“) des Schalllochs mit ein paar Fotos zur Herstellungsweise aus verschiedenfarbigen Holzstäbchen sieht man hier:

<https://www.karin-rost.de/holzmosaike/rosetten/>

Mandolinenrücken:

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=105731368>

Bluegrassmandoline:

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=14737566>

Kartoffelkäfer:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/aa/Colorado_potato_beetle_insect.jpg

Die Erde mit ihren Längengraden:

https://klexikon.zum.de/images/thumb/f/f9/Longitude_blue.svg/450px-Longitude_blue.svg.png

Globussegmente:

<http://www.astronomiekoffer.com/attachments/File/Orangenwelt.pdf>

https://boehmwanderkarten.de/kartographie/is_netze_globussegmente.html

Interview mit Alfred Woll:

<https://www.zupfmusik-bw.de/2020/09/14/alfred-woll-der-mandolinenbauer/>

Über Stimmungssysteme:

https://de.wikipedia.org/wiki/Stimmung_%28Musik%29

Zur 12. Wurzel aus 2:

https://en.wikipedia.org/wiki/Twelfth_root_of_two

Ausführliche Materialien zum Weiterlesen zur Mathematik der Töne:

http://www.mathpoint.ch/geometrie_der_toene.html

Dazu sehr ansprechendes Schulmaterial:

<http://www.mathpoint.ch/MUMA2.pdf>

Ein kleiner Lehrgang zu Frequenzverhältnissen, Intervallen und Stimmungen (Lektion 1: Töne, Intervalle, Frequenzen und Frequenzverhältnisse; Lektion 5: gleichstufige Stimmung):

<https://kilchb.de/muslekt1.php>

Mathematik der Tonsysteme:

[https://de.wikipedia.org/wiki/Tonstruktur_\(mathematische_Beschreibung\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Tonstruktur_(mathematische_Beschreibung))

Rüdiger Grambow (Hrsg.) (2022): Mandoline - Instrument des Jahres 2023. International Mandolin Society e.V., Hamburg

Matthias Ludwig, Brigitte Lutz-Westphal, Volker Ulm (2017): Forschendes Lernen im Mathematikunterricht. Mathematische Phänomene aktiv hinterfragen und erforschen. In: Praxis der Mathematik, 73/59, S. 2-9

Brigitte Lutz-Westphal & Thomas d'Hénin (2022): Die 5. Dimension des Mathe.Forscher-Unterrichts. Leistungsrückmeldung mit der 3G-Regel. Stiftung Rechnen, Hamburg.

<https://matheforscher.de/angebote/alternative-leistungsbeurteilung/62>

Urs Ruf & Peter Gallin (2003²): Dialogisches Lernen in Sprache und Mathematik. 2 Bände Kallmeyer, Seelze Velber

Alfred Woll (2021): Die Kunst des Mandolinenbaus. Entwicklungsgeschichte und Bau der Mandoline. Edition Mando, Welzheim

8. Weitere Materialien zum Stöbern

– Alle Links zuletzt am 20.08.2023 abgerufen. –

Überblicksseiten zum Jahr der Mandoline:

<https://www.instrument-des-jahres.de>

Unterrichtsmaterial Musik Landesmusikrat Thüringen mit Video-Playlists:

https://www.lmrthueringen.de/projekte/instrument-des-jahres/instrument-des-jahres_lehrmaterialien.php

Kleiner Fernsehbeitrag zum Jahr der Mandoline:

https://www.youtube.com/watch?v=wh5ek2_cd-c

Kleiner geschichtlicher Überblick und (auf englisch) Interview-Film mit Avi Avital:

<https://www.mdr.de/mdr-klassik-radio/klassikthemen/mandoline-instrument-des-jahres-100.html>

Kleines Interview mit Mandolinist Steffen Trekel, Auszug über Geschichte, und über Tremolo:

<https://www.ndr.de/kultur/musik/klassik/Mandolinist-Steffen-Trekel-ueber-Tremolo-Klischees-und-Mozart,trekel100.html>

Playlist zum Jahr der Mandoline vom Heinrich-Schütz-Konservatorium:

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLfHF9jVPkgsno6eV8w44t4dwJ-Ig1dD2k>

Der Youtube-Kanal von Mandolinist Avi Avital:

https://www.youtube.com/channel/Uca_05zeQff6H8omyV1ulSag

Arte-Beitrag:

<https://www.arte.tv/de/videos/114013-000-A/instrument-des-jahres-2023-die-mandoline/>

NDR-Beitrag zum Jahr der Mandoline:

<https://www.ndr.de/nachrichten/schleswig-holstein/Mandoline-ist-Instrument-des-Jahres-2023,mandoline112.html>

Ausführliche Sendung mit sehr schönen Musikbeispielen verschiedener Stile:

<https://www.ndr.de/kultur/musik/Mandoline-im-Doppel-Caterina-Lichtenberg-und-Mike-Marshall,lichtenbergmarshall104.html>

Videos und viele weitere Informationen:

<https://mandoline2023.de>

Instrumentenvorstellung Staatsorchester Stuttgart, hier sieht man gleich zu Beginn die gebogene Muschel:

<https://www.youtube.com/watch?v=uJmN8v6oMzA>

Maria Kuhn (Musikschule Kronach) stellt die Mandoline vor:

<https://www.youtube.com/watch?v=6XJfRUujOyM>

9. Impressum

Dieses Unterrichtsmaterial entstand als Beitrag für
„Instrument des Jahre 2023: Mandoline“,
in Berlin: „Mandoline & global friends“



Organisation des Themenjahres in Berlin:
Landesmusikrat Berlin e.V.
Projektleiter: Carsten Jung
Karl-Marx-Straße 145
12043 Berlin
info@landesmusikrat-berlin.de



Gefördert von der Lotto-Stiftung Berlin



Wir danken den Forschenden und Lehrenden für Ihr begeistertes Engagement.



Für die fachliche Beratung zum Instrument Mandoline danken wir
Mandolinenbauer Alfred Woll, 73642 Welzheim

Titelbild: Neapolitanische Mandoline. Foto: Villanueva (wikimedia commons)
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Neapolitan_mandolin_002.jpg

Stand: August 2023

© 2023 Die Autor:innen und Landesmusikrat Berlin e.V.