Zulassungsarbeit

zum Thema

Kompetenzförderung im Mathematikunterricht mit online-Lernprogrammen

Eingereicht bei Dr. Günter Rothmeier

Universität Regensburg

Lehrstuhl für Mathematikdidaktik

Verfasst im Sommersemester 2024

Bewertet mit *sehr gut*

Eingereicht von: Eva Weber

Matrikelnummer: 2210865

Studiengang: Lehramt für Gymnasien in Mathematik und Chemie

Inhalt

1. Einleitung

Die rasante Entwicklung der Digitalisierung und des technologischen Fortschritts prägt zunehmend alle Bereiche unseres Lebens. Von automatisierten Produktionsprozessen in Unternehmen über selbstbedienbare Kassenautomaten in Supermärkten bis hin zur nahezu unverzichtbaren Rolle von Computern in Büros - die digitale Transformation ist allgegenwärtig. Besonders hervorzuheben ist dabei die Art und Weise, wie wir kommunizieren: Während formelle E-Mails den professionellen Austausch in Unternehmen erleichtern, greifen wir privat auf Messenger-Dienste wie WhatsApp zurück oder tauschen uns über diverse Social-Media-Plattformen aus.

Die weitreichende Verbreitung von Smartphones und Laptops unterstreicht diesen digitalen Wandel. Diese Geräte sind nicht nur benutzerfreundlich, sondern bieten auch vielfältige Möglichkeiten zur Unterhaltung und zum Zugang zu Informationen. Vor allem für Kinder und Jugendliche sind sie oft ein fester Bestandteil ihres Alltags, da sie in einer Welt aufwachsen, die von digitaler Technologie geprägt ist. Die sogenannten Digital Natives haben von klein auf gelernt, mit Smartphones und Tablets umzugehen, und sind daher oft versierter im Umgang mit diesen Geräten als ältere Generationen.

Angesichts dieser Realität stellt sich die Frage, warum Schulen den Einsatz von Smartphones und Tablets im Unterricht einschränken oder verbieten sollten, wenn diese Geräte doch für viele Schülerinnen und Schüler die vertrautesten Werkzeuge sind. Natürlich bedarf es klarer Regeln und Anweisungen seitens der Lehrkräfte, um einen sinnvollen Umgang mit diesen Technologien im Unterricht zu gewährleisten. Doch gleichzeitig bieten Online-Lernplattformen und digitale Lehrmittel enorme Chancen für innovative Unterrichtsformen und individualisiertes Lernen. Durch die Integration von Tablets und Smartphones in den Unterricht kann die Schule sicherstellen, dass sie mit der Zeit geht und ihren Schülerinnen und Schülern eine zeitgemäße Bildung ermöglicht.

2. Zur Problematik des Kompetenzbegriffs

Nachdem wir nun die Bedeutung der Digitalisierung und des technologischen Fortschritts für den Schulunterricht beleuchtet haben, ist es sinnvoll, einen Blick auf eine grundlegende Herausforderung im Bildungswesen zu werfen: die Problematik des Kompetenzbegriffs. In einer zunehmend digitalisierten Welt, in der traditionelle Lehrmethoden oft nicht mehr ausreichen, um Schülerinnen und Schüler adäquat auf die Anforderungen der Zukunft vorzubereiten, gewinnt die Diskussion über die Definition und Entwicklung von Kompetenzen eine immer größere Bedeutung. Lassen Sie uns daher den Kompetenzbegriff aus verschiedenen Blickwinkeln betrachten.

2.1 Der Kompetenzbegriff im wissenschaftlichen Verständnis

Von einer pädagogisch-psychologischen Perspektive aus gesehen, umfasst die berufliche Verantwortung von Lehrkräften die Gestaltung und Umsetzung von Unterricht. Zu den Hauptaufgaben von Lehrkräften zählen die Planung von Lernsequenzen mit Blick auf konkrete Lernziele sowie die Strukturierung des Unterrichts hinsichtlich der Zeit, der sozialen Interaktion und des Inhalts. Zudem sollen Lehrkräfte ein tiefgreifendes Verständnis von Lerninhalten bei den Schülerinnen und Schülern fördern und begleiten. Eine zentrale Rolle spielt hierbei die gezielte Förderung der Lernenden in ihrem jeweiligen Fachgebiet. Insbesondere wird die Notwendigkeit von Erklärungen, Begründungen, Präzision und systematischem Üben betont. Lehrkräfte haben zwar die Möglichkeit, die Persönlichkeitsentwicklung der Schülerinnen und Schüler zu beeinflussen, beispielsweise indem sie ihnen Möglichkeiten zur Selbstreflexion und Rückmeldung bieten, jedoch liegt ihre erzieherische Aufgabe nicht darin, therapeutisch auf problematische Entwicklungen oder Defizite einzuwirken.[1] Dennoch erzieht die Schule ihre Schüler durch die kognitiven Anforderungen ihres Bildungsplans, den Wechsel zwischen Lernphasen und Problemlösungen sowie durch Situationen, in denen klare Maßstäbe gelten oder auch durch intellektuelle Verunsicherung. Nicht zuletzt prägen auch die Gegebenheiten des schulischen Lebens und die Organisationskultur der Schule, indem sie Normen für den Umgang miteinander festlegen und Möglichkeiten für zivilgesellschaftliche Verantwortung bieten. Im Rahmen des Unterrichts und des schulischen Umfelds werden Aufmerksamkeit, Anstrengung, Geduld und Ausdauer, Leistungsmotivation, Zielorientierung, Aufschub von Belohnung und Selbstregulation im Lernen, sowie Emotionskontrolle, soziale Rücksichtnahme, Hilfsbereitschaft, Verantwortungsübernahme, Kooperation und konstruktive

[1] Weschenfelder, E. (2014). *Professionelle Kompetenz von Politiklehrkräften: Eine Studie zu Wissen und Überzeugungen*. Springer-Verlag.

Konfliktlösung thematisiert. Herbart (1806/1965) hat dies treffend formuliert: Jeder Unterricht hat eine erzieherische Komponente. Dies gilt auch für die soziale Struktur und Kultur der Schule.[2]

Zusätzlich zu der erzieherischen Aufgabe spielen Kompetenzentwicklung und pädagogische Prinzipien eine wesentliche Rolle im Lehrberuf. Die Fähigkeit der Lehrkräfte, ein unterstützendes und förderliches Lernumfeld zu schaffen sowie individuelle Lernbedürfnisse zu erkennen und darauf einzugehen, ist entscheidend für den Erfolg des Unterrichts. Im folgenden Abschnitt wird genauer auf die Bedeutung von Kompetenzen und pädagogischen Ansätzen für Lehrkräfte eingegangen.

2.1.1 Kompetenz und Pädagogik

Die Betrachtung der Lehrerprofessionalität in der Pädagogik findet ihre Wurzeln in dem funktionalistischen Konzept von Parsons (1939), das eng mit der Soziologie verknüpft ist. Sowohl die funktionalistischen Ansätze in der Soziologie als auch die pädagogischen Zugänge zur Lehrerprofessionalität gehen von der Annahme aus, dass sich Professionalität im Kontext gesellschaftlicher Modernisierungsprozesse entwickelt und dazu dient, lebensweltliche Probleme in einer differenzierten und komplexen Gesellschaft zu bewältigen.

Für das professionelle Handeln von Lehrkräften wird vornehmlich auf Oevermanns Strukturtheorie (1996) zurückgegriffen. Dieser Ansatz postuliert, dass Klienten, die ein Problem nicht eigenständig lösen können, sich einem Professionellen anvertrauen. Die Aufgabe eines solchen Professionellen besteht darin, durch die Anwendung erfahrungswissenschaftlicher Erkenntnisse eine stellvertretende Krisenbewältigung zu ermöglichen. Dies bedeutet, dass der Fokus auf das Innere der Profession gerichtet wird, um die spezifische Logik des professionellen Handelns zu ergründen.

Oevermanns (1996) Theorie professionellen pädagogischen Handelns lässt sich auf das berufliche Handeln von Lehrkräften übertagen. Dementsprechend stellen die Klienten die Lernenden dar und die Professionellen die Lehrer. Damit stellt er Therapie und Pädagogik einander gegenüber und stellt sich damit der Kritik, dass Pädagogik keine pathologischen Komponenten enthalte und somit nicht mit Therapie vergleichbar ist.

Der Bildungsprozess zielt darauf ab, Heranwachsenden eine lebenspraktische autonome Handlungsfähigkeit zu vermitteln, die sie noch nicht vollständig besitzen. Im Gegensatz zur familiären Sozialisation, die die ganze Person umfasst, konzentriert sich pädagogisches Handeln hauptsächlich

[2] Kunter, M., Baumert, J. & Blum, W. (2011). *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV*. Waxmann Verlag.

auf die Vermittlung von Wissen und Traditionen. Gesellschaftlich bereitgestellte Institutionen sind notwendig, da sie ab einem bestimmten Entwicklungsstand der Gesellschaft Inhalte vermitteln müssen, die nicht mehr allein durch familiäre Sozialisation gewährleistet werden können. Zusätzlich hat pädagogisches Handeln eine implizite therapeutische Dimension, die sich aus den Interaktionsprozessen mit den Schülern ergibt und bis zum Abschluss der Pubertät Auswirkungen auf ihre spätere persönliche Integrität haben kann. Bis zur Pubertät ist es schwer bis unmöglich für Schüler, widersprüchliche Rollenzumutungen und -verpflichtungen der Gesellschaft anzunehmen, ohne daran zu „erkranken“. Solange Schüler nicht in der Lage sind, eine angemessene Rollendistanz und -flexibilität zu entwickeln, beeinflusst das Handeln von Lehrkräften ihre Gesamtentwicklung und persönliche Integrität.

Eine effektive Wissensvermittlung erfordert den Aufbau theoretischen Wissens, Einübung methodischen Denkens und Einsichten in sachliche Zusammenhänge. Das kann nur erreicht werden, wenn Lernende eigene Lösungen für Probleme finden. Solche eigenständigen Lösungsprozesse werden durch Lehrkräfte geschaffen, indem sie Gewohnheiten und Überzeugungen durch Konfrontation mit unerwarteten Situationen herausfordern und nicht durch Zwang. Kompetenztheoretische Ansätze definieren Kompetenzbereiche basierend auf den beruflichen Anforderungen als Lehrkraft. Das Kompetenzprofil ergibt sich aus den Aufgaben der dauerhaften Unterstützung von Unterricht und dem Lernen sowie der Sicherung von Voraussetzungen für gesellschaftliche Teilhabe. Zur Identifizierung und Strukturierung von Kompetenzbereichen werden kognitionspsychologische Expertise und psychologischem Kompetenzbegriff nach Weinert (siehe Kapitel 2.1.2) kombiniert. Lehrerexpertise beschreibt die Herausforderungen beruflicher Aufgaben, die eine wissenschaftsbasierte Ausbildung erfordert und andererseits die Fähigkeit, komplexe Unterrichtsprozesse auf Basis der messbaren Vorkenntnisse der Lernenden zu behandeln[3].

2.1.2 Kompetenz und Lernpsychologie

Bevor man sich auf die Forschungen zur professionellen Lehrerkompetenz einlässt, ist es unabdingbar, den Begriff selbst zu definieren. Ohne eine klare Definition besteht die Gefahr, dass "Kompetenz" unspezifisch, allumfassend und inhaltsleer bleibt. In Abwesenheit einer soliden theoretischen Grundlage wird es unmöglich sein, eine empirische Erfassung und Überprüfung durchzuführen, die wiederum für die Qualitätssicherung im Bildungssystem von entscheidender

[3] Weschenfelder, E. (2014). *Professionelle Kompetenz von Politiklehrkräften: Eine Studie zu Wissen und Überzeugungen*. Springer-Verlag.

Bedeutung sind. Es ist daher von größter Wichtigkeit, grundlegende Begriffe zu klären und die Merkmale der hier behandelten Auffassung von Kompetenz zu präzisieren.

In diesem Zusammenhang bietet die psychologisch fundierte Definition von Weinert (1999) eine geeignete Grundlage. Angesichts der Heterogenität von Kompetenzdefinitionen und -konzeptionen konnte bislang kein allgemein akzeptiertes Kernkonzept identifiziert werden. Aus diesem Grund untersucht Weinert verschiedene Ansätze und bewertet sie hinsichtlich ihrer Eignung für die empirische Bildungsforschung sowie für schulische Leistungsvergleiche. Dies führt zu seiner Empfehlung, Kompetenzen als erlernte kognitive Leistungsbereitschaften mit metakognitiven und motivationalen Elementen zu betrachten. Die Modelle, die von Weinert diskutiert werden, verstehen Kompetenzen entweder als allgemeine oder spezialisierte kognitive Fähigkeiten, motivationale Handlungstendenzen, objektive oder subjektive Selbstkonzepte sowie Schlüssel- oder Metakompetenzen. Die pragmatische Herangehensweise bei der Definition des Begriffs Kompetenz wird damit begründet, dass der Zusammenhang zwischen der Qualität einer psychologischen Theorie und ihrem praktischen Nutzen in Bildungskontexten nur begrenzt besteht. Daher kann ein Kompetenzmodell nicht direkt aus psychologischen Theorien abgeleitet werden.

Darüber hinaus empfiehlt Weinert, Kompetenzen im Sinne einer konzeptuellen Grundlage für schulische Leistungsvergleiche primär als mentale Voraussetzung für kognitive, soziale und berufliche Leistung zu verstehen. Es müssen also nicht alle kognitiven Ressourcen berücksichtigt werden, sondern nur spezifische kognitive Voraussetzungen oder ein System aus erlernten Fähigkeiten, Wissen, Strategien und Metakognitionen, die für erfolgreiche Handlungen und Leistungen benötigt werden[4].

Metawissen bezeichnet dabei das Wissen einer Person über das eigene verfügbare Wissen. In ähnlicher Weise beschreibt Metakompetenz die Fähigkeit, die eigenen Kompetenzen hinsichtlich kognitiver und motivationaler Elemente einschätzen zu können. Personen mit einer höheren Metakompetenz sind besser in der Lage, komplexe Probleme zu lösen, da sie den Erwerb neuer Kompetenzen effizienter gestalten und vorhandene Kompetenzen besser nutzen können.

Weinert (1999) erweitert seine Definition der kognitiven Fähigkeiten um motivationale kompetenzbezogene Komponenten. Wenn man sich für Leistungen in einem breiteren Handlungsfeld interessiert, das eine Vielzahl von Aufgaben in ähnlichen Kontexten umfasst, sind neben kognitiven und metakognitiven Fähigkeiten auch motivationale, volitionale und soziale Kompetenzen von Bedeutung. Diese Merkmale sind nicht nur bei der Erbringung von Leistung notwendig, sondern

[4] Weschenfelder, E. (2014). *Professionelle Kompetenz von Politiklehrkräften: Eine Studie zu Wissen und Überzeugungen*. Springer-Verlag.

müssen auch bei der Erklärung individueller Leistungsunterschiede berücksichtigt werden. Vor allem bei der langfristigen Entwicklung von Kompetenzen sind daher motivationale Anreize, individuelle Einstellungen und volitionale Fähigkeiten erforderlich. Zu den spezifischen motivationalen Merkmalen, die in diesem Kontext gemessen werden können, gehören beispielsweise das Selbstkonzept und die Selbstwirksamkeit. Deshalb betont White (1959) die enge Verflechtung von kognitiven und motivationalen Tendenzen, die wiederum eng mit dem Gefühl der Wirksamkeit verbunden sind. Modelle des Selbstkonzepts, die diese Annahmen integrieren, berücksichtigen das Wissen und die Überzeugungen über die eigene Leistung, die durch Erfahrungen mit Leistungssituationen geprägt werden und die Leistungen beeinflussen. Weitere wichtige Konstrukte sind Merkmale der Leistungsmotivation, die sowohl intrinsische als auch extrinsische Motivation umfassen können, sowie Kontrollüberzeugungen, die persönliche Attributionsstile einschließen.

Um die eigenen Fähigkeiten auch entsprechend nutzen zu können, ist Kompetenzmanagement bzw. die Fähigkeit zur Selbstregulierung gefragt. Ein zentrales Merkmal eines umfassenden Kompetenzverständnisses ist die Verknüpfung von Wissen und Können. Kompetenzen befähigen Personen, verschiedene Situationen zu bewältigen. Daher wird insbesondere der Anwendungsbezug kognitiver und motivationaler Fähigkeiten betont. Dies verdeutlicht, dass Kompetenzen nicht nur um den reinen Besitz von Wissen und Fähigkeiten umfasst, sondern auch die erfolgreiche Anwendung in verschiedenen Situationen[5].

2.1.3 Kompetenz in der Mathematikdidaktik

Das professionelle Wissen ist unbestreitbar ein zentraler Kompetenzaspekt von Lehrkräften. Ein Blick in die allgemeine Expertiseforschung zeigt, dass domänenspezifisches Wissen als der wichtigste Faktor für die Leistungen von Experten identifiziert wurde. Die Bedeutung des Professionswissens wird besonders in Studien wie COACTIV hervorgehoben, die dessen zentralen Einfluss untersuchen. Experten in vielen kognitiven Bereichen zeichnen sich vor allem dadurch aus, dass sie über umfassenderes und besser strukturiertes Wissen verfügen.

Eine der einflussreichsten theoretischen Wissenstaxonomien für Lehrkräfte stammt von Shulman (1986, 1987). Er führte die Begriffe *pädagogisches Wissen, Fachwissen* und *fachdidaktisches Wissen* ein, die heute als Kernkategorien des Professionswissens von Lehrkräften anerkannt sind. Diese drei Wissensarten sind entscheidend für die professionelle Arbeit von Lehrkräften. Insbesondere bei Studien wie COACTIV, die die kognitive Aktivierung von Schülerinnen und Schülern durch die

[5] Weschenfelder, E. (2014). *Professionelle Kompetenz von Politiklehrkräften: Eine Studie zu Wissen und Überzeugungen*. Springer-Verlag.

Gestaltung fachlich gehaltvoller Lernumgebungen untersuchen, erweist sich das fachdidaktische Wissen als von zentraler Bedeutung, wobei das Fachwissen als Grundlage hierfür unerlässlich ist.

Shulman beschreibt das „pedagogical content knowledge“ als Wissen über das „Verständlichmachen von Inhalten“. Aus mathematikdidaktischer Sicht ähnelt dies dem von Kirsch (1977) betonten „unverfälschten Vereinfachen und Zugänglichmachen“ mathematischer Inhalte. Shulman unterscheidet zwei Teilaspekte des fachdidaktischen Wissens: das Wissen über Erklären und Darstellen („the ways of representing and formulating the subject, that make it comprehensible to others“), sowie das Wissen über fachbezogene Schülerkognitionen („conceptions“, „preconceptions“, „misconceptions“). Allerdings wird Fachwissen als notwendige Grundlage angesehen, auf der fachdidaktische Flexibilität entstehen kann. Shulman betont, dass Lehrkräfte neben Faktenwissen auch über Argumentations- und Begründungskompetenz innerhalb des Fachs verfügen sollten. „Substantive structure“ (nach Schwab, 1978) umfasst sogar noch mehr, nämlich die spezifischen Methoden eines Fachs, um Wissen zu organisieren. Jedoch befassen wir uns eher mit der Aufgabe des Lehrers im Mathematikunterricht. Diese lässt sich in der kürzesten Formulierung als das „Zugänglichmachen mathematischer Inhalte für Schüler“ beschreiben:

Zugänglichmachen: Wissen über Erklären und Repräsentieren
Die Wissenskonstruktion der Schülerinnen und Schüler gelingt oft nur mit instruktionaler Anleitung. Mathematiklehrkräfte sollten in der Lage sein, mathematische Sachverhalte auf geeignete Weise zu erklären und zu repräsentieren.

Im Folgenden werden Methoden aufgeführt mit denen mathematische Sachverhalte zugänglich gemacht werden sollen, sowie die Wissenskonstruktion der Schülerinnen und Schüler unterstützt und deren Kognition mit den mathematischen Inhalten in Einklang gebracht werden soll.

Schülerinnen und Schüler: Wissen über typische Schülerfehler und -schwierigkeiten
Um den Unterricht adaptiv gestalten zu können, muss eine Lehrkraft Kenntnisse über typische Schülerkognitionen besitzen, insbesondere über deren Probleme und Fehler. Diese offenbaren das implizite Wissen der Schüler und machen kognitive Prozesse sichtbar. Eine Mathematiklehrkraft sollte in der Lage sein, Schülerfehler zu erkennen, zu analysieren und konzeptuell einzuordnen, um diese als didaktische Chance für ein tieferes Verständnis zu nutzen.

Inhalte: Wissen über das multiple Lösungspotenzial von Mathematikaufgaben
Oft sind Aufgaben im Unterricht sowohl Träger mathematischer Inhalte als auch Ausgangspunkt des Lehrerhandelns. Der Vergleich qualitativ unterschiedlicher Lösungswege kann besonders zur kognitiven Aktivierung und zum mathematischen Verständnis beitragen. Es gibt empirische Belege

dafür, dass das Betrachten multipler Lösungswege lernförderlich ist. Eine Mathematiklehrkraft muss daher das Potenzial von Aufgaben für unterschiedliche Lösungsansätze erkennen und die strukturellen Unterschiede der verschiedenen Lösungswege verstehen. Durch die Gestaltung solcher Unterrichtsszenarien können Lehrkräfte ihre didaktische Professionalität unter Beweis stellen und sicherstellen, dass sie in der Lage sind, mathematische Inhalte effektiv zu vermitteln und das Verständnis der Schülerinnen und Schüler zu fördern[6].

2.2 Ziele einer Kompetenzförderung

Viele Expertinnen und Experten sprechen bei der Einführung kompetenzorientierter Didaktik von einem Perspektivenwechsel. Früher lag der Fokus darauf, was Lehrpersonen und schulische Vorgaben in den Unterricht einbrachten (Input) – also Lehrpläne, Inhalte und Lehrziele. Die kompetenzorientierte Didaktik hingegen legt den Schwerpunkt darauf, wie Schülerinnen und Schüler vom Unterricht profitieren (Output). Sie achtet auf Kompetenzen, Performanz, Qualifikationen, Kenntnisse, Fähigkeiten, Fertigkeiten und Haltungen. Dabei steht das aktive und konstruktive Lernen der Schülerinnen und Schüler im Mittelpunkt, nicht die Darbietung der Lehrperson. Feindt (2010) nennt diesen Ansatz „konsequente Schülerorientierung". Neben dem Wissen sind auch das Können und Wollen der Schülerinnen und Schüler zentrale Faktoren. Bei der Orientierung auf den Erwerb von Kompetenz als Bildungsziel stellt sich zunächst die Frage nach einer Definition von Kompetenz[7]. PISA definiert Kompetenz als eine Fähigkeit, mathematisch zu argumentieren sowie Mathematik in einer Vielzahl von Alltagskontexten einzusetzen, in denen Problemstellungen mathematisch formuliert, bearbeitet und interpretiert werden. Die mathematische Kompetenz wird in sechs verschiedene, inhaltlich beschriebene Kompetenzstufen unterteilt[8] (vgl. Kapitel 2.4).

Für die Förderung von Kompetenzen muss man die didaktische Perspektive verändern. Es geht um eine neue Rollenverteilung von Lehrpersonen und Lernenden im Unterricht. Die Lernprozesse der Schüler stehen im Mittelpunkt, und alle didaktischen Methoden und Inhalte unterstützen optimal deren Kompetenzentwicklung. Ziel- und Kompetenzorientierung sind keine Gegensätze, doch Kompetenzen werden stärker von den Lernenden im Gedächtnis behalten. Ziele umfassen konkrete

---

[6] PISA 2022. Analyse der Bildungsergebnisse in Deutschland. (2023). In *Waxmann Verlag GmbH eBooks*. https://doi.org/10.31244/9783830998488

[7] Fritz, U., Lauermann, K., Pächter, M., Stock, M. & Weirer, W. (2019). *Kompetenzorientierter Unterricht: Theoretische Grundlagen – erprobte Praxisbeispiele*. UTB GmbH.

[8] PISA 2022. Analyse der Bildungsergebnisse in Deutschland. (2023). In *Waxmann Verlag GmbH eBooks*. https://doi.org/10.31244/9783830998488

Lernschritte, während Kompetenzorientierung eine komplexere Sichtweise empfiehlt und Offenheit für unterschiedliche Lern- und Lösungswege betont.

Kompetenzorientierung lenkt den Fokus von der Instruktion auf die Konstruktion von Wissen, Fähigkeiten und letztendlich Kompetenzen. Sie unterscheidet klar zwischen dem von Lehrpersonen gestalteten Unterricht und dem individuellen Lernen der Schülerinnen und Schüler. Oft entspricht die Erwartungshaltung an Unterricht von vielen Eltern und Schüler noch einer klassischen Vermittlungsdidaktik, bei der Lehrende Inhalte aufbereiten und Lernende eher passiv konsumieren. Doch Lernen ist individuell und nicht vollständig planbar, denn Kompetenzen werden nicht unterrichtet, sondern werden von den Schülern erworben.

Eine kompetenzorientierte Didaktik muss daher die Lernvoraussetzungen und individuellen Zugangswege der Schülerinnen und Schüler berücksichtigen und selbstorganisiertes, aktives Lernen fördern. Sie basiert auf dem pädagogischen Konstruktivismus, der Wissen als aktive Konstruktion des lernenden Subjekts versteht. Das Ziel ist, dass Schülerinnen und Schüler erworbenes Wissen und Fähigkeiten nicht nur in schulischen, sondern auch in neuen Situationen anwenden können. Wissen und Fähigkeiten aus verschiedenen Bereichen sollen vernetzt behandelt werden, um deren praktische Anwendbarkeit zu fördern.[9]

2.3 Messung von Kompetenzen

Um die Daseinsberechtigung von Kompetenzen zu begründen, ist es unabdingbar, die Notwendigkeit und Relevanz von Leistungsmessungen in der Schule zu diskutieren. Diese Messungen werden beispielsweise im Rahmen internationaler Vergleichsstudien wie TIMSS oder PISA durchgeführt. Die Entscheidung über den Einsatz solcher Messungen hängt sowohl von gesellschaftlicher Zustimmung als auch von politischen Entscheidungen ab. Denn Bildungsindikatoren beeinflussen maßgeblich die wirtschaftliche Entwicklung, und daher ist eine fundierte Erfassung von Leistungen in Schulen von entscheidender Bedeutung. Solche Studien bieten nicht nur der Allgemeinheit einen Überblick über erbrachte Leistungen, sondern können auch die individuelle berufliche Entwicklung beeinflussen und damit einhergehend auch das Einkommen im zukünftigen Beruf einzelner Schüler. Zudem ermöglichen sie fundierte Entscheidungen verschiedener Interessengruppen wie Politiker, Schuladministratoren, Lehrkräfte und Eltern, sowie die Anpassung von Bildungsmaßnahmen.

---

[9] Fritz, U., Lauermann, K., Pächter, M., Stock, M. & Weirer, W. (2019). *Kompetenzorientierter Unterricht: Theoretische Grundlagen – erprobte Praxisbeispiele*. UTB GmbH.

Die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) hat den vielschichtigen Begriff der Leistung durch das Konzept der Kompetenzen ersetzt. Kompetenzen werden dabei als die kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten definiert, die bei Individuen vorhanden sind oder von ihnen erlernt werden können, um bestimmte Probleme zu lösen.[10]

Um die Kompetenzen der Schüler messen zu können, ist eine Facette der professionellen Kompetenz entscheidend: die diagnostische Fähigkeit. Dabei geht es darum, lern- und leistungsrelevante Merkmale von Schülern angemessen zu beurteilen und Lern- sowie Aufgabenanforderungen adäquat einzuschätzen. Lehrkräfte sollten ihre diagnostischen Fähigkeiten nicht nur bei der Erstellung, Auswertung und Benotung von Klassenarbeiten oder Tests zeigen, sondern auch bei der Vorbereitung des Unterrichts und der Überprüfung des Verständnisses ihrer Schüler während des Lernprozesses.

Die diagnostischen Fähigkeiten von Lehrkräften sind sowohl für die Notenvergabe als auch für den Lernfortschritt der Schüler von großer Bedeutung. Noten sind entscheidend für den Aufstieg in höhere Klassenstufen, die Zuweisung zu verschiedenen Schulformen und letztlich für Schulabschlüsse und Bildungszertifikate, die den Zugang zu vielen Berufen ermöglichen.

Unterricht dient als Struktur, die Gelegenheiten für bedeutungsvolle Lernprozesse bietet und Schüler dabei unterstützt, sich eigenständig mit vorhandenem und neuem Wissen auseinanderzusetzen. Hier spielen die diagnostischen Fähigkeiten der Lehrkräfte eine entscheidende Rolle, indem sie sowohl das Potenzial zur kognitiven Aktivierung des Unterrichts als auch eine unterstützende Lernumgebung schaffen.

Bei der Leistungsbeurteilung ist pädagogisch-psychologisches Wissen über Prüfungen und die Bewertung von Schülerleistungen von großer Bedeutung. Daher sind diagnostische Fähigkeiten nun fester Bestandteil der Curricula in der Lehrerausbildung, wie beispielsweise durch die Einführung verbindlicher Standards für die Lehrerbildung in Deutschland und anderen Ländern durch die Kultusminister der Länder.

Zusammenfassend nutzen Lehrkräfte ihre diagnostischen Fähigkeiten idealerweise, um die kognitiven Anforderungen und Schwierigkeiten von Aufgaben einzuschätzen sowie das Vorwissen und Verständnisprobleme ihrer Schüler angemessen zu beurteilen. Je besser dies gelingt, desto besser

[10] Weschenfelder, E. (2014). *Professionelle Kompetenz von Politiklehrkräften: Eine Studie zu Wissen und Überzeugungen*. Springer-Verlag.

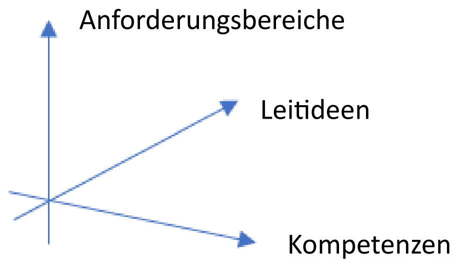
können Lehrkräfte eine Struktur für bedeutungsvolle Lernprozesse schaffen, die den Voraussetzungen ihrer Schüler gerecht wird.[11]

2.4 LehrplanPLUS und der Kompetenzbegriff

Im Oktober 1997 entschied die Kultusministerkonferenz, das deutsche Schulsystem im Rahmen wissenschaftlicher Untersuchungen international zu vergleichen (bekannt als der Konstanzer Beschluss). Das Ziel dieses Beschlusses war es, fundierte Erkenntnisse über die Stärken und Schwächen der Schülerinnen und Schüler in den zentralen Kompetenzbereichen zu erlangen. Die Ergebnisse von TIMSS, PISA und IGLU haben klar gezeigt, dass die bisherige vorrangige Inputsteuerung in Deutschland allein nicht zu den gewünschten Ergebnissen im Bildungssystem führt. Es ist daher notwendig, die Festlegung und Überprüfung der erwarteten Leistungen zu ergänzen. Die Entwicklung und Sicherung von Qualität sowie externe und interne Evaluation erfordern klare Maßstäbe. Aus diesem Grund hat die Kultusministerkonferenz einen besonderen Schwerpunkt ihrer Arbeit auf die Entwicklung und Einführung von bundesweit geltenden Bildungsstandards gelegt.[12]

Die Bildungsstandards legen fest, welche *Kompetenzen* Schüler in Mathematik auf bestimmten *Anforderungsniveaus* im Hinblick auf spezifische *Leitideen* erwerben sollen. Die Bundesländer haben sich verpflichtet, diese Standards in Prüfungen, in Lehrplänen, im Unterricht sowie bei der Aus- und Fortbildung von Lehrkräften in allen Schulformen umzusetzen. Die Entwicklung der Standards basiert auf Schulpraxis, fachdidaktischer Forschung und fortlaufender Evaluation. In Bayern wurden die Bildungsstandards seit dem Schuljahr 2017/18 explizit im neuen LehrplanPlus verankert.

Für die Bildungsstandards ergeben sich somit die folgenden drei Dimensionen[13]:



Leitideen L1 – L5: inhaltliche Kompetenzen

Kompetenzen K1 – K6: mathematische Fähigkeiten

Anforderungsbereiche AB I - AB III: Kompetenzniveaus

Abbildung 1: drei Dimensionen der Bildungsstandards

---

[11] Kunter, M., Baumert, J. & Blum, W. (2011). *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV*. Waxmann Verlag.

[12] *Bildungsstandards*. (o. D.). https://www.kmk.org/themen/qualitaetssicherung-in-schulen/bildungsstandards.html

[13] Krauss, S. (14.05.2024) *Didaktik der Algebra* Wintersemester 2022/23

Die Kompetenzen, die eine der drei Dimensionen der Bildungsstandards bilden, beschreiben unterschiedliche mathematische Fähigkeiten:

- **K1 Mathematisch argumentieren:** Diese Fähigkeit ist sowohl für das Entwickeln als auch für das Verstehen, Erklären und Bewerten mathematischer Aussagen unerlässlich. Die Schülerinnen und Schüler sollten daher mit verschiedenen Begründungsmustern vertraut gemacht werden, wie etwa dem Widerlegen durch Gegenbeispiele, dem indirekten Beweis und der Kausalkette.
- **K2 Probleme lösen:** Diese Fähigkeit ist besonders gefragt, wenn die Lösungsstruktur einer Aufgabe nicht sofort erkennbar ist oder mehrere aufeinander aufbauende Schritte erforderlich sind, sodass ein strategisches Vorgehen notwendig wird. Die Schülerinnen und Schüler sollten daher über verschiedene Strategien zum Entwickeln von Lösungsideen und zum Durchführen geeigneter Lösungswege verfügen.
- **K3 Modellieren:** Diese Fähigkeit ist notwendig, um realitätsbezogene Sachverhalte zu verstehen, zu strukturieren und die dazugehörigen Aufgabenstellungen zu lösen. Dabei ist es besonders wichtig, die Möglichkeiten der Mathematik zur Beschreibung der Realität zu erkennen und zu bewerten. Ein Modellierungsprozess umfasst in der Regel mehrere Teilschritte.
- **K4 Darstellungen verwenden:** Diese Fähigkeit ist essenziell, um Darstellungen zu erstellen oder zu modifizieren, zwischen verschiedenen Darstellungsformen zu wechseln und mit vorgegebenen Darstellungen überlegt umzugehen. Dazu gehört insbesondere Informationen aus vorgegebenen Darstellungen zu entnehmen, diese zu interpretieren und zu bewerten. Zu den Darstellungen zählen Skizzen, Zeichnungen, Abbildungen, Fotos, Tabellen, Diagramme und Graphen sowie Formeln und sprachliche Darstellungen.
- **K5 Mit mathematischen Objekten umgehen:** Diese Kompetenz beinhaltet das verständige Umgehen mit mathematischen Objekten wie Zahlen, Größen, Symbolen, Variablen, Termen, Formeln, Gleichungen und Funktionen sowie in der Geometrie Strecken, Winkeln und Kreisen mit und ohne Hilfsmittel. Das Spektrum reicht hier von einfachen, überschaubaren Routineverfahren bis hin zu komplexen Verfahren einschließlich deren reflektierender Bewertung. Diese Kompetenz beinhaltet auch Faktenwissen und Regelwissen für ein zielgerichtetes und effizientes Bearbeiten von mathematischen Aufgabenstellungen.
- **K6 Kommunizieren:** Diese Kompetenz ist für die Bearbeitung nahezu jeder Aufgabe unverzichtbar und umfasst sowohl eine passive als auch eine aktive Komponente. Einerseits müssen schriftliche Texte oder mündliche Aussagen mit mathematischen Inhalten verstanden

werden. Andererseits ist es wichtig, Überlegungen oder Ergebnisse schriftlich oder mündlich unter Verwendung der Fachsprache klar und angemessen darzustellen und zu präsentieren.

- **K7 Mit Medien mathematisch arbeiten:** Diese Kompetenz umfasst die Förderung fachlicher Kompetenzen im digitalen Kontext sowie die Entwicklung digitaler Kompetenzen im Fach Mathematik. Sie trägt zur digitalen personalen Bildung bei, indem Mathematik zur kritischen Rezeption von Alltagsmedien genutzt wird. Dazu gehört der kombinierte Einsatz analoger Medien (Schulbücher Lineale, Körpermodell, Formelsammlung, Spielwürfel, ...) im Verbund mit digitalen Medien. Relevante digitale Medien umfassen sowohl mathematikspezifische Werkzeuge (z. B. Apps, interaktive Lernangebote) als auch allgemeine Medien (z. B. Videos, Textverarbeitung, Präsentationsmedien). Diese erfordern, mathematische Informationen zu bündeln, zu präsentieren und nach mathematischen Kriterien zu beurteilen. Die Kompetenzen reichen von der Nutzung analoger Medien und der kritischen Prüfung digitaler Informationen über die Verwendung digitaler Mathematikwerkzeuge und Lernumgebungen bis hin zur Erstellung und Gestaltung eigener Medien und der bewussten Nutzung, Entwicklung und Reflexion von Algorithmen mithilfe digitaler Medien.

Die allgemeinen mathematischen Kompetenzen können nicht isoliert erworben werden, sondern in aktiver Auseinandersetzung mit den mathematischen Inhalten. Dementsprechend lassen sich die Kompetenzen vielfältig inhaltsbezogen konkretisieren, wobei in der Regel an jedem Fachinhalt alle allgemeinen mathematischen Kompetenzen entwickelt werden können. [14]

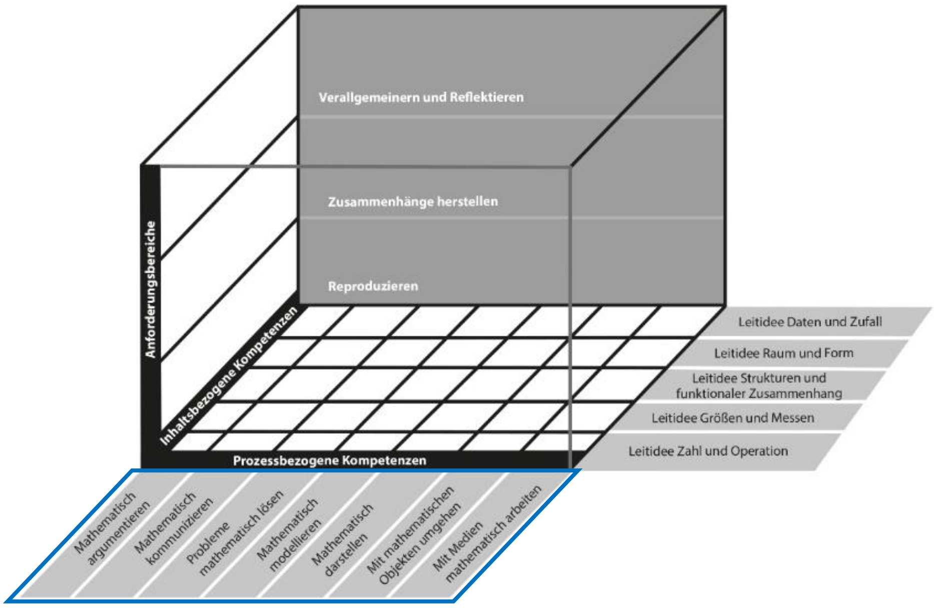


Abbildung 2: Kompetenzmodell der Bildungsstandards im Fach Mathematik

[14] *Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2022). Bildungsstandards für das Fach Mathematik: erster Schulabschluss (ESA) und mittlerer Schulabschluss (MSA). https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2022/2022_06_23-Bista-ESA-MSA-Mathe.pdf*

3. Lernprogramme im Internet

In der heutigen digitalisierten Welt spielen Lernplattformen im Internet eine zunehmend wichtige Rolle in der Bildung, insbesondere für Schüler in der Sekundarstufe. Diese Plattformen bieten eine Vielzahl von Möglichkeiten, um Wissen zu erwerben und Fähigkeiten zu entwickeln, unabhängig von geografischen und zeitlichen Einschränkungen. Durch den Einsatz moderner Technologien ermöglichen sie interaktive und personalisierte Lernerfahrungen, die sich an die individuellen Bedürfnisse der Schüler anpassen lassen. Ob für das Erlernen neuer Inhalte, die Vertiefung bestehender Kenntnisse oder die Vorbereitung auf Prüfungen – Lernplattformen bieten eine flexible und zugängliche Alternative zu traditionellen Unterrichtsmethoden.

Um eine fundierte Bewertung verschiedener Lernplattformen vornehmen zu können, werden im nächsten Unterkapitel die Bewertungskriterien mithilfe einer Bewertungsskala, die von 1 bis 10 reicht, detailliert erläutert. Vor Beginn der Bewertung gehen wir davon aus, dass eine Lernplattform ideal ist und die Höchstpunktzahl von 10 Punkten erhält. Sollte sie bestimmte Kriterien nicht erfüllen, werden entsprechend dem Ausmaß der Abweichungen Punkte abgezogen. Auf diese Weise entsteht ein klar strukturiertes Bewertungsschema.

3.1. Kriterien einer für den Unterricht geeigneten Lernplattform

3.1.1 Inhaltliche Qualität

Damit eine Lernplattform für Schüler einen echten Mehrwert bietet, ist es unerlässlich, dass die Inhalte präzise auf den Lehrplan abgestimmt sind. Dies hat mehrere wichtige Gründe. Zum einen ist es für Schüler besonders effektiv, Aufgaben zu bearbeiten, die direkt mit den im Unterricht behandelten Themen verknüpft sind. Dadurch wird das im Unterricht Gelernte gefestigt und vertieft, was den Lernprozess insgesamt optimiert. Zum anderen können Lehrkräfte Lernplattformen nur dann gewinnbringend in ihren Unterricht integrieren, wenn die Inhalte der Plattformen mit den Unterrichtsinhalten übereinstimmen und somit ebenfalls auf den Lehrplan abgestimmt sind. Dies gewährleistet eine kohärente und zielgerichtete Unterrichtsgestaltung.

Ein weiterer entscheidender Faktor für die Qualität einer Lernplattform ist die inhaltliche Korrektheit der Aufgaben und deren Lösungen bzw. Lösungswege. Es kommt vor, dass auf solchen Plattformen mehr oder weniger schwerwiegende Fehler auftreten. Daher ist es für Lehrkräfte ratsam, die angebotenen Materialien vor der Nutzung im Unterricht gründlich zu überprüfen. Dies ist besonders wichtig, um sicherzustellen, dass den Schülern keine falschen Informationen vermittelt werden. Im schlimmsten Fall könnte eine korrekte Antwort irrtümlich als falsch markiert werden, was dazu führen könnte, dass der Schüler die fehlerhafte Rückmeldung als richtig akzeptiert und somit falsches Wissen verinnerlicht.

Durch die sorgfältige Auswahl und Prüfung der Lernplattformen kann jedoch sichergestellt werden, dass diese eine wertvolle Ergänzung zum traditionellen Unterricht darstellen und die Schüler optimal in ihrem Lernprozess unterstützen.

3.1.2 Benutzerfreundlichkeit

Eine gut strukturierte Plattform mit klaren Kategorien und logischen Hierarchien erleichtert den Schülern, relevante Inhalte schnell zu finden, dementsprechend ist die Benutzerfreundlichkeit ein Kriterium für eine Lernplattform. Für den schulischen Einsatz ist eine Untergliederung in Klassen und eine weitere Aufteilung in die entsprechenden Themenblöcke der jeweiligen Jahrgangsstufe am besten geeignet. Dies fördert eine effiziente Nutzung der Plattform und verhindert, dass Schüler durch unübersichtliche Menüs und Seiten navigieren müssen. Konsistente und nachvollziehbare Layouts sowie eine einheitliche Designsprache vereinfachen die Orientierung innerhalb der Plattform. Dies ist besonders wichtig für jüngere Schüler, die sich schnell zurechtfinden müssen, um ihre Motivation zu behalten. Eine klare Strukturierung stellt sicher, dass Aufgaben und Erklärungen leicht auffindbar sind, was den Lernprozess unterstützt und verbessert.

3.1.3 Feedback für den Schüler

Das Feedback für den Schüler ist ein weiteres Kriterium einer Lernplattform, da Schüler damit ihren eigenen Lernfortschritt einsehen können. Dadurch können sie selbst ihre Stärken und Schwächen identifizieren. Dies ermöglicht eine gezielte und selbstgesteuerte Verbesserung in den Bereichen, in denen sie sich unsicher fühlen. Durch das Setzen und Erreichen von Lernzielen, z.B. „beim nächsten Mal möchte ich mehr Aufgaben richtig haben“ bleiben die Schüler motiviert. Zudem erhöht die Visualisierung des eigenen Fortschritts, beispielsweise durch Fortschrittsbalken oder Abzeichen, das Engagement der Schüler, noch mehr zu üben. Wenn die Schüler regelmäßig auf solchen Plattformen Aufgaben bearbeiten und das Lernangebot annehmen, führen wiederholte Erfolgserlebnisse zur Steigerung des Selbstvertrauens und fördern eine positive Einstellung zum Lernen. Ein weiterer großer Vorteil von Lernplattformen ist das automatische Feedback zu abgeschlossenen Aufgaben oder Tests, sodass Schüler sofort wissen, was sie richtig gemacht haben und wo Verbesserungen nötig sind.

3.1.4 Mobilität und Zugänglichkeit

Ein weiteres Kriterium einer guten Lernplattform ist die die Mobilität und Zugänglichkeit, die bereits beim Anmeldeprozess beginnt. Ein unkomplizierter Anmeldevorgang minimiert die Zeit und den

Aufwand, den Schüler aufbringen müssen, um Zugang zur Plattform zu erhalten. Dies ist besonders wichtig für Jugendliche, die möglicherweise wenig Erfahrung mit komplexen Registrierungsvorgängen haben. Ein schneller Anmeldeprozess ermöglicht es den Schülern, sofort mit dem Lernen zu beginnen, ohne Zeit mit technischen Hürden zu verlieren. Plattformen, bei denen keine Anmeldung erforderlich ist, haben in dieser Hinsicht einen Vorteil, da die Schüler sofort mit den Aufgaben starten können. Allerdings kann der Fortschritt nur gespeichert werden, wenn eine Anmeldung erfolgt, wie im Kriterium „3.1.3 Fortschrittsverfolgung“ näher erläutert wurde.

Durch mobile Zugänglichkeit können Schüler ihre Lernzeiten flexibel gestalten und von verschiedenen Geräten wie Smartphones, Tablets oder Laptops aus auf die Plattform zugreifen. Dies ermöglicht es ihnen, auch außerhalb des Klassenzimmers zu lernen, sei es zu Hause, unterwegs oder an anderen Orten. Das wiederum unterstützt die Vereinbarkeit von schulischen und außerschulischen Aktivitäten, da Schüler ihre Lernphasen an ihren individuellen Tagesablauf anpassen können. Unter diesen Punkt fällt auch der Anmelde- bzw. Registriervorgang.

3.1.5 Gewährleistung der Nachvollziehbarkeit durch den Lehrer

Ein Vorteil von manchen Lernplattformen ist die Überprüfung der bearbeiteten Aufgaben der Lehrkraft. Das heißt, Lehrer können die Lernverläufe jedes einzelnen Schülers einsehen, und dementsprechend individuelle Stärken und Schwächen identifizieren. Dies ermöglicht im Unterricht eine gezielte und personalisierte Unterstützung, indem vereinzelt auf ausgewählte Aufgaben(-typen) nochmal genauer eingegangen werden kann. Zudem helfen diese Einblicke Lehrern, frühzeitig Schüler zu erkennen, die zusätzliche Unterstützung benötigen, und entsprechende Maßnahmen zu ergreifen.

Zum anderen können Lehrer die Leistungen von Klassen vergleichen, um festzustellen, wie gut bestimmte Unterrichtsmethoden oder Materialien funktionieren. Dies unterstützt die kontinuierliche Verbesserung des Unterrichts und die Anpassung an die Bedürfnisse der Schüler.

3.1.6 Kosten

Ein weiteres wesentliches Kriterium für eine gute Lernplattform sind die Kosten. Die Kostenstruktur und das Preis-Leistungs-Verhältnis spielen eine entscheidende Rolle für die Akzeptanz und Nutzung der Plattform. Ideal wäre eine kostenfreie Lernplattform, die den oben genannten Kriterien entspricht und allen Schülern uneingeschränkten Zugang bietet. Dennoch ist es realistisch anzuerkennen, dass einige Plattformen Kosten erheben. In solchen Fällen ist es entscheidend, dass sie eine klare und transparente Kostenstruktur bieten. Schulen, Lehrer und Eltern sollten genau wissen, welche Gebühren für Lizenzen, Abonnements und spezielle Funktionen oder Inhalte anfallen. Diese Transparenz fördert das Vertrauen und erleichtert die Budgetplanung für Bildungseinrichtungen.

Die Kosten sollten jedoch in einem ausgewogenen Verhältnis zu den angebotenen Funktionen und Inhalten stehen. Eine qualitativ hochwertige Plattform bietet umfassende Funktionen, eine benutzerfreundliche Oberfläche, regelmäßige Updates und zuverlässigen Support zu einem fairen Preis. Bildungseinrichtungen müssen sicherstellen, dass die Investition einen deutlichen pädagogischen Mehrwert und eine spürbare Verbesserung der Lernergebnisse bietet.

Es ist wichtig anzumerken, dass nicht alle Lernplattformen durch Schulen finanziert werden, und daher die Kosten von den Eltern getragen werden müssen. In solchen Fällen kann es zu Ausgrenzungen kommen, wenn einige Eltern die Kosten entweder nicht tragen möchten oder können. Diese Situationen sollten vermieden werden, um sicherzustellen, dass alle Schüler gleichen Zugang zu den Bildungsressourcen haben, unabhängig von finanziellen Überlegungen. Allerdings gibt es bereits in den Schulen verschiedene Möglichkeiten bedürftige Schüler gezielt zu fördern.

3.2. Bewertungsskala

Um ein aussagekräftiges Ranking der getesteten Lernplattformen zu erstellen, wird im Folgenden erläutert, wie der Test zur Bewertung dieser Plattformen konstruiert wurde. Da die absolute Ausprägung einer Eigenschaft oder eines Zustands gemessen werden soll, handelt es sich hierbei um einen psychometrischen Test. Schließlich wird in diesem Fall das Zutreffen der einzelnen Kriterien auf die ausgewählten Lernplattformen überprüft. Ein solcher Test besteht aus mehreren Items, was in dieser Arbeit den Bewertungskriterien entspricht. Die Items werden mit vorgegebenen Antwortmöglichkeiten präsentiert:

Das Kriterium i wird von der Lernplattform xx erfüllt.

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Nicht erfüllt	1	2	3	4	5	6	Wird voll erfüllt

Eine solche Skala wird als Likert-Skala bezeichnet, wobei üblicherweise eine fünfstufige Unterteilung verwendet wird. In diesem Fall ist jedoch eine achtstufige Skala am besten geeignet, um eine absolute Mitte zu vermeiden, da sich diese nach Rost (2004) als empirisch problematisch erwiesen hat. Somit kann man auf jeden Fall eine Tendenz in Richtung „eher erfüllt“ oder „eher nicht erfüllt“ erkennen. Eine feine Unterteilung, im Gegensatz zu nur vier Stufen, verringert außerdem die Wahrscheinlichkeit, dass mehrere Plattformen am Ende die gleiche Punktesumme erreichen.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Notwendigkeit den ganzen kontinuierlichen Messbereich von „das Kriterium wird nicht erfüllt“ bis „es wird völlig erfüllt“ abzudecken, ohne eine Region auszulassen, damit jede Lernplattform bestmöglich beschrieben werden kann. So lassen sich die oben dargestellten Zahlen entschlüsseln:

0	Nicht erfüllt	4	Eher erfüllt
1	Kaum erfüllt	5	Ziemlich erfüllt
2	Wenig erfüllt	6	Fast voll erfüllt
3	Teils-teils erfüllt	7	Völlig erfüllt

Die Skala besteht aus acht und nicht zehn Antwortkategorien, da die Messgenauigkeit nach Matell und Jacoby (1971) nicht ansteigt, wenn man mehr Antwortkategorien nutzen würde. Preston und Coleman (2000) berichten außerdem, dass eine siebenstufige Antwortskala unter Aspekten der Messgenauigkeit am vorteilhaftesten ist. Auf Basis dieser Aussagen habe ich mich für eine achtstufige Skala entschieden, die keine sogenannte „Weiß-nicht“-Kategorie hat und damit keine absolute Mitte, sondern für eine mit einer geraden Anzahl an Antwortkategorien.

Nachdem die Daten (Punkteanzahl zwischen 1 und 8) für Lernplattformen anhand der einzelnen Kriterien vom Autor selbst erfasst wurden (Selbstrating), spricht Cattell (1965) von L-Daten (Life Data) oder auch von subjektiven Indikatoren für ein Konstrukt. Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Ausprägung der Eigenschaften bzw. dem Erfüllen von Kriterien. Das bedeutet, dass unser Ziel für die Bewertung eine Quantifizierung und keine Klassifizierung ist, da hier eine Messung eines konstruktiven Konstrukts (Bewertung einer Lernplattform) stattfindet. Bei einer Klassifizierung dagegen zielen die Items auf die unterschiedlichen Verhaltensweisen oder Merkmale von Personen oder Dingen ab, um darauf basierend Personen in verschiedene Gruppen unterteilen zu können[15].

3.3. Auswahl von Lernprogrammen

Nachdem die wesentlichen Kriterien für die Bewertung von Lernplattformen erläutert wurden, werden nun einige bekannte und bereits genutzten Lernplattformen vorgestellt.

Aufgabenfuchs[16]
Aufgabenfuchs ist eine vielseitige Bildungswebsite, die speziell darauf ausgerichtet ist, Übungsmaterialien und Arbeitsblätter für Schüler verschiedener Jahrgangsstufen und Schulformen

[15] Bühner, M. (2008). *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion*. https://doi.org/10.17877/de290r-6148

[16] *Aufgabenfuchs: Startseite*. (o. D.). https://www.aufgabenfuchs.de/index.shtml

bereitzustellen. Die Plattform bietet eine breite Palette an Aufgaben und Übungen, die sich insbesondere auf die Fächer Mathematik, Deutsch, Englisch und Naturwissenschaften konzentrieren.

Der mathematische Bereich von Aufgabenfuchs orientiert sich an bewährten Schulbuchkonzepten und ist zusätzlich mit dynamischen Medien und Feedback-Elementen für Schüler und Lehrer angereichert. Diese Kombination ermöglicht eine interaktive und ansprechende Lernerfahrung.

Besonders geeignet ist Aufgabenfuchs für die Unterrichtsmethode „Flipped Classroom". Dank der Vielzahl an verlinkten Lehrvideos können sich Schüler den Stoff zu Hause eigenständig erarbeiten. Dies ermöglicht es Lehrern, die Unterrichtszeit in der Schule intensiver für Übungsphasen zu nutzen und sofort bei Schwierigkeiten unterstützend einzugreifen.

Mathepanik[17]

Der Lehrer Patrick Ditchen entwickelte von 2009 bis 2011 den Internet-Server www.mathepanik.de. Bisher stehen Inhalte speziell für die Jahrgangsstufen fünf bis zehn zur Verfügung. Die Lernplattform widmet sich der Unterstützung von Schülern in Mathematik und bietet eine Fülle an Materialien und Werkzeugen, um das Verständnis und die Leistung der Schüler zu verbessern. Ähnlich wie der Aufgabenfuchs ist auch Mathepanik ideal für die Unterrichtsmethode „Flipped Classroom" geeignet.

Schlaukopf [18]

Schlaukopf ist eine beliebte deutsche Lernplattform, die sich auf interaktive Übungen und Tests für Schüler unterschiedlicher Altersstufen und Schulformen spezialisiert hat. Die Plattform bietet eine breite Palette an Übungsaufgaben in Fächern wie Mathematik, Deutsch, Englisch, Naturwissenschaften und Geschichte, die auf die Lehrpläne der deutschen Bundesländer abgestimmt sind. Diese Übungen sind in kurze Tests eingebunden, die den Schülern sofortiges Feedback in Form von „richtig" oder „falsch" und zusätzlich eine Noteneinschätzung, die nach jeder beantworteten Frage aktualisiert wird, geben.

bettermarks [19]

bettermarks ist eine innovative Online-Lernplattform, die sich auf Mathematik spezialisiert und Schülern aller Altersstufen sowie Schulformen umfassende Unterstützung bietet. Die Plattform stellt eine Vielzahl interaktiver Mathematikübungen zur Verfügung, die individuell auf die Bedürfnisse und

[17] Ditchen, P. (o. D.). *www.mathepanik.de - Mathe-Übungen im Internet*. https://www.mathepanik.de/

[18] Schlaukopf. (o. D.). *Schlaukopf.de - Lernen kann Spaß machen!* https://www.schlaukopf.de/

[19] bettermarks GmbH. (2023, 8. August). *Mathe-Übungen und Aufgaben für alle Themen der Klassenstufen 4 bis 12*. Bettermarks. https://de.bettermarks.com/

Lernfortschritte der Schüler abgestimmt sind. Alle wichtigen Themenbereiche der Mathematik werden abgedeckt, indem die Inhalte an die Lehrpläne der verschiedenen Bundesländer angepasst sind. Dadurch lernen die Schüler genau das, was sie in der Schule benötigen.

Lehrer und Eltern haben die Möglichkeit, den Lernfortschritt der Schüler in Echtzeit zu überwachen. bettermarks bietet umfangreiche Berichte und Analysen, die einen präzisen Überblick über die Leistungen und Fortschritte der Schüler geben. Zusätzlich zu den interaktiven Übungen stellt die Plattform eine Vielzahl weiterer Ressourcen bereit, darunter Lehrvideos, Arbeitsblätter und interaktive Werkzeuge, die den Lernprozess unterstützen und ergänzen.

MatheGym [20]

MatheGym ist eine spezialisierte Online-Lernplattform, die sich auf die Unterstützung von Schülern im Fach Mathematik konzentriert. Sie bietet eine breite Palette von Übungsaufgaben, die auf verschiedene Klassenstufen und Themenbereiche der Mathematik abgestimmt sind, von der Grundschule bis zur Oberstufe. Diese Aufgaben ergänzen die Schulbücher, die den Schülern im Unterricht zur Verfügung gestellt werden.

Die Plattform verwendet interaktive Übungen, die den Schülern helfen, mathematische Konzepte durch praktisches Anwenden zu verstehen. Diese Übungen sind so gestaltet, dass sie das Lernen durch unmittelbares Feedback unterstützen. Zusätzlich gibt es zu jeder Aufgabe detaillierte Schritt-für-Schritt-Anleitungen und Lösungen, die den Schülern helfen, den Lösungsweg nachzuvollziehen und eigene Lösungsstrategien zu entwickeln.

Ein weiteres Merkmal von MatheGym ist das Motivationssystem: Schüler können durch das Lösen von Aufgaben Punkte sammeln und sich in einer Rangliste mit anderen messen. Dies fördert den Lernanreiz und ermöglicht einen Vergleich der eigenen Fortschritte mit denen von Mitschülern.

[20] *Mathe Lernplattform, Online-Übungen | mathegym*. (o. D.). Mathegym Lernplattform. https://mathegym.de/

4. Bewertung der Lernprogramme und deren Einbindung in den Mathematikunterricht

4.1 Aufgabenfuchs

4.1.1. Inhaltliche Qualität

Die Lernplattform Aufgabenfuchs ist übersichtlich in die verschiedenen Themenbereiche der Mathematik gegliedert. Bei einigen dieser Themen fand eine feinere Untergliederung statt. Eine Unterteilung nach Jahrgangsstufen erfolgt jedoch nicht. Stattdessen sind die Aufgaben und Themen allgemein auf die Unter- und Mittelstufe ausgerichtet. Die Plattform deckt verschiedene Bereiche ab, darunter Brüche, Flächen, Gleichungen, Größen, Körper, Kopfrechnen, Potenzen, Prozente, rationale Zahlen, Wahrscheinlichkeit, Zinsen und Zuordnungen.

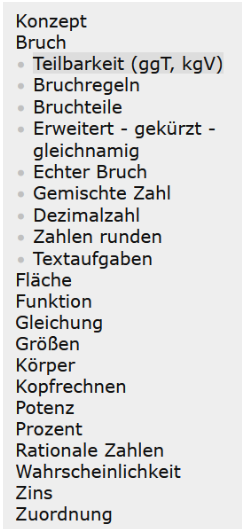


Abbildung 3: Themengliederung

Zu fast allen Themen werden Erklärvideos verlinkt, die entweder auf YouTube veröffentlicht oder speziell für die Plattform erstellt wurden. Vor den Aufgaben wird die Theorie umfassend erklärt. Neben den Erklärvideos bietet Aufgabenfuchs auch Übungen und interaktive Spiele an, die auf PHet als interaktive Simulationen zur Verfügung stehen, so wie auf der Abbildung XX zu sehen ist. PHet ist eine Internetseite, die Simulationen und Lernspiele für Wissenschaften und Mathematik für Schüler kostenlos zur Verfügung stellt. Sie wird von der University of Colorado Boulder betrieben.[21] Nach dem theoretischen Teil eines Themas werden Aufgaben mit steigendem Schwierigkeitsgrad angeboten, die häufig durch Schaubilder oder Simulationen unterstützt werden.

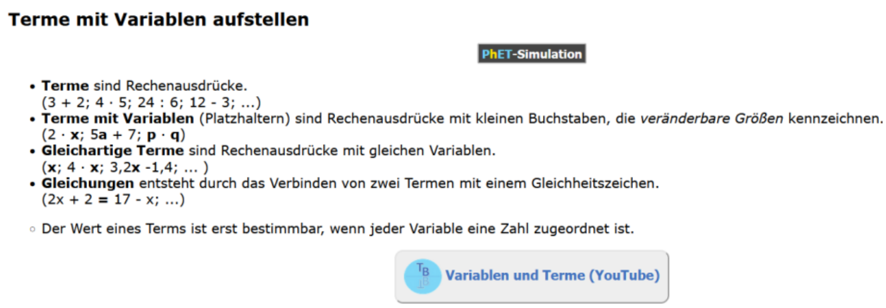


Abbildung 4: Theorieteil mit Links zu einem YouTube-Video und einer PhET-Simulation

Die Aufgabenstellung auf der Plattform Aufgabenfuchs ist klar und präzise formuliert. Dabei wird überwiegend auf den Einsatz von Operatoren geachtet, anstatt W-Fragen zu verwenden. Zudem wird bei den verschiedenen Aufgabentypen für Abwechslung gesorgt: Mal müssen Schülerinnen und Schüler eine (Werte-)Tabelle ausfüllen, mit einer Grafik arbeiten oder lediglich eine Rechnung durchführen. Der Schwerpunkt liegt auf Rechenaufgaben, gelegentlich sind auch Zuordnungen gefragt, wie beispielsweise das Verbinden eines Terms mit einer passenden Grafik.

[21] *PHET interaktive simulationen*. (o. D.). PhET. https://phet.colorado.edu/de/

Zusätzlich bietet Aufgabenfuchs eine umfangreiche aber systematischen Formelsammlung, die folgende Gebiete umfasst: Grundrechenarten, Rechengesetze, Bruchrechnen, das Auflösen von Klammern, Potenzen, Prozent- und Promillerechnung, Zinsberechnung mittels Dreisatz oder Formel, Wachstumsprozesse, Winkelberechnung, Flächenberechnung und der Satz des Pythagoras, Körperberechnung, Ähnlichkeits- und Strahlensätze, quadratische Gleichungen, Trigonometrie, Funktionen, Grundbegriffe der Statistik, Wahrscheinlichkeit und Maßeinheiten.

(Das ist Methodik, nicht Inhalt!) Eine besondere Funktion der Plattform ist das Quiz. Für den Unterricht kann man die Schüler in beliebig viele Gruppen einteilen. Dann wird ein Oberbegriff aus den Kategorien Brüche, Flächen, Gleichungen, Prozente, Potenzen, Volumen und Winkel sowie eine Punkteanzahl ausgewählt. Dabei gilt: Je schwieriger die Frage, desto mehr Punkte kann man gewinnen. Das Team, das die Antwort zuerst errät, erhält die Punkte.

4.1.2. Benutzerfreundlichkeit

Auf der Lernplattform Aufgabenfuchs zeigt eine farblich abgesetzte Leiste die verfügbaren Fächer – Erdkunde, Geschichte und Mathematik- an. Nach der Auswahl eines Faches erscheint eine graue Leiste am linken Rand der Website, die die einzelnen Themen wie Brüche, Flächen, Funktionen, Gleichungen, Größen, Körper, Kopfrechnen, Potenzen, Prozentrechnung, rationale Zahlen, Wahrscheinlichkeiten, Zinsen und Zuordnungen auflistet. Zusätzlich gibt es dort Prüfungsgrundlagen, eine Formelsammlung und eine Rechenzeile, die klar von den inhaltlichen Themen getrennt sind. Die drei untersten Punkte werden später erklärt.

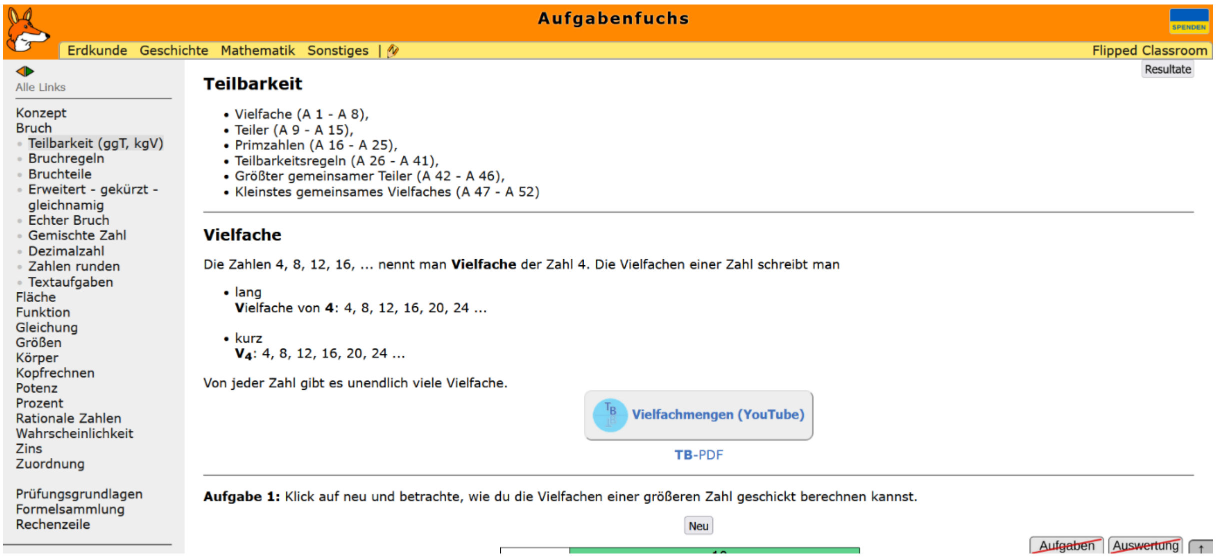


Abbildung 5: Internetseite des Aufgabenfuchs

Wenn man ein Thema, beispielsweise Brüche, auswählt, werden mehrere Unterpunkte angezeigt: Teilbarkeit (ggT, kgV), Bruchregeln, Bruchteile, Erweitern und Kürzen, gleichnamige Brüche, echte

Brüche, gemischte Zahlen, Dezimalzahlen, Runden und Textaufgaben. Gleichzeitig erscheinen die dazugehörigen Aufgaben und ein kurzer Theorieteil, die chronologisch nummeriert untereinander aufgeführt sind. Durch Auswahl eines Unterpunkts auf der Leiste gelangt man direkt zu dem entsprechenden Thema. Mit dem Mausrad kann man auch leicht zu vorhergehenden Aufgaben zurückkehren. Zudem lässt sich mühelos das Thema wechseln, indem man einfach auf das gewünschte Thema in der Koordinationsleiste klickt.

Mathe-Teamquiz

Bruch	Fläche	Gleichung	Potenz	Prozent	Volumen	Winkel
100	100	100	100	100	100	100
200	200	200	200	200		200
300	300	300	300	300	300	300
400	400	400	400	400	400	400
500	500	500	500	500	500	500

Team 1	Team 2
0	200

Abbildung 6: Tabelle für das Teamquiz

Nun zu den drei unteren Punkten in der linken Leiste: Die Prüfungsgrundlagen gliedern sich in drei Unterkategorien. In den ersten beiden finden sich Prüfungsaufgaben, die sich mit den Grundkenntnissen für die Haupt- oder Werkrealschule befassen. Die dritte Unterkategorie ist ein Teamquiz, bei dem zunächst die Anzahl der Teams festgelegt wird. Daraufhin erscheint eine Tabelle mit mathematischen Begriffen wie Bruch, Fläche oder Gleichung, unter denen die zu erreichende Punkte angegeben sind. Je höher die Punkte, desto anspruchsvoller ist die Aufgabe. Für jede Aufgabe stehen 20 Sekunden zur Verfügung, und das Team, das am schnellsten korrekt antwortet, erhält die Punkte per Klick auf die entsprechende Schaltfläche. Das Programm zählt die Punkte automatisch zusammen, und das Team mit den meisten Punkten wird als Sieger ermittelt.

Hinter der Formelsammlung findet sich eine kompakte Übersicht aller relevanten Themen. Wählt man eines davon mit der Maus aus, gelangt man direkt zu den entsprechenden Aufgaben, die mit dem Thema verlinkt sind.

Abbildung 7: Rechenzeile

Die Rechenzeile bietet Unterstützung bei der Lösung dieser Aufgaben: So lässt sich beispielsweise die Wurzel einer beliebigen Zahl ziehen oder ihr Quadrat berechnen. Die dunkelgrauen Felder beziehen sich dabei auf den gesamten Dispay-Term. Ebenso kann man einfache Punkt- und Strichrechnungen durchführen, indem man den gewünschten Term in die Zeile eingibt und das Ergebnis entweder durch einen Klick auf das „ist-gleich“-Symbol oder durch Drücken der Enter-Taste erhält.

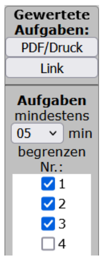


Abbildung 8: Aufgabenauswahl

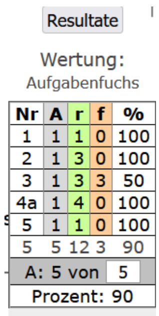
Eine weitere sehr nützliche Funktion befindet sich hinter der Schaltfläche ~~„Aufgaben“~~ in der rechten unteren Ecke. Damit kann die Lehrkraft sowohl die Bearbeitungszeit als auch die zu bearbeitenden Aufgaben auswählen. Um diese Angaben den Schüler mitzuteilen, gibt es im gleichen Fenster die Möglichkeit einen Link mit den Einstellungen zu erstellen und in der Klasse zu teilen.

4.1.3. Feedback für den Schüler

Nachdem man eine Aufgabe bearbeitet hat, kann man auf die Schaltfläche „Auswertung“ klicken, um zu überprüfen, ob die Eingaben korrekt sind. Richtige Lösungen werden grün markiert, während falsche oder leere Felder orange hervorgehoben werden. Unter der Schaltfläche befindet sich ein Zähler mit fünf Punkten, der bei jeder falschen Antwort um einen Punkt heruntergezählt wird. Oft bestehen Aufgaben aus mehreren auszufüllenden Feldern, bei denen die Anzahl der richtig und falsch ausgefüllten Felder ermittelt wird.

Nach der Auswertung hat man die Möglichkeit, falsche Antworten zu korrigieren und die Aufgabe erneut zu überprüfen. Alternativ kann man auf „Neu“ klicken, um die gleiche Aufgabe mit anderen Zahlenwerten zu bearbeiten. Bei mehrmaligem Wiederholen einer Aufgabe steigt häufig der Schwierigkeitsgrad.

Zusätzlich kann man den Arbeitsfortschritt nachverfolgen, indem man rechts oben auf die Schaltfläche „Resultate“ klickt. In der Tabelle, die daraufhin erscheint, sind die Nummer der Aufgabe, die Anzahl der Bearbeitungen mit unterschiedlichen Zahlen, sowie die Anzahl der richtig und falsch ausgefüllten Felder und eine Prozentangabe für die richtig gelösten Aufgaben aufgelistet. Die Tabelle enthält auch eine Zeile für die Gesamtbewertung aller Aufgaben eines Themas.


Resultate

Wertung:
Aufgabenfuchs

Nr	A	r	f	%
1	1	1	0	100
2	1	3	0	100
3	1	3	3	50
4a	1	4	0	100
5	1	1	0	100
5	5	12	3	90

A: 5 von 5

Prozent: 90

Abbildung 9: nummerische Auswertung der Aufgaben

Die Resultate beziehen sich jedoch immer nur auf die Aufgaben eines bestimmten Themas, zum Beispiel Brüche. Wechselt man zu einem anderen Thema, beginnt die Tabelle wieder bei null. Beim Verlassen der Internetseite werden die Resultate ebenfalls zurückgesetzt, und es gibt keine Möglichkeit, diese online zu speichern. Man kann jedoch die Auswertung als PDF oder Foto speichern oder drucken.

4.1.4. Mobilität und Zugänglichkeit

Auf der Lernplattform Aufgabenfuchs ist keine Anmeldung erforderlich, wodurch Schüler direkt und ohne Umwege mit den Aufgaben starten können. Allerdings besteht dadurch die Einschränkung, dass Ergebnisse nicht dauerhaft gespeichert werden – sie gehen verloren, sobald die Internetseite geschlossen wird.

Aufgabenfuchs ist auf allen internetfähigen Endgeräten nutzbar, einschließlich Computer, Laptops, Tablets und Smartphones. Am übersichtlichsten und benutzerfreundlichsten ist die Seite auf größeren Geräten wie Laptop und Tablets. Aber auch auf Smartphones bleibt die Bedienung angenehm, ohne dass die Seite unkontrolliert nach oben oder unten springt. Die Navigationsleisten am linken und oberen Rand sind auf allen Geräten stets erreichbar und verschwinden nicht aus Platzgründen. Sollte die Navigationsleiste einmal ausgeblendet sein, kann sie einfach durch Zoomen beziehungsweise Scrollen wieder sichtbar gemacht werden.

4.1.5. Gewährleistung der Nachvollziehbarkeit durch den Lehrer

Die Lernplattform bietet keine detaillierte Nachverfolgung der Bearbeitung an, jedoch ermöglicht ein System den Lehrern, den prozentualen Anteil korrekt bearbeiteter Aufgaben ihrer Schüler zu erkennen. Zunächst muss der Lehrer die Aufgaben eines bestimmten Themas selbst bearbeiten, die später von den Schülern als Hausaufgabe oder in der Schule erledigt werden sollen. Anschließend klickt der Lehrer auf die Schaltfläche „Resultate", woraufhin ein Pop-up-Fenster mit der Aufforderung „Kennung oder Name eingeben" erscheint. Hier klickt der Lehrer auf „Abbrechen".

Nun kann die Lehrkraft, abhängig von der Klassengröße, eine bestimmte Anzahl an Wertungscodes generieren. Optional kann jedem Code der Name des jeweiligen Schülers zugeordnet werden. Entscheidend ist, dass die vom Lehrer bearbeiteten Aufgaben einen Buchstabencode von Aufgabenfuchs erhalten, in Abbildung XX würde dieser Code „mTSpl" lauten. Diesen verwenden die Schüler nach der Bearbeitung ihrer Aufgaben, indem sie auf „Resultate" klicken und im Eingabefenster den erhaltenen Buchstabencode sowie ihre persönliche Nummer eingeben, z.B. mTSpl01 für den Schüler mit der Nummer 1 auf der Klassenliste. Dadurch kann Aufgabenfuchs den Schüler der entsprechenden Klasse zuordnen. Abhängig von der prozentualen Anzahl der korrekt beantworteten Aufgaben wird ein Wertungscode generiert, z.B. IPCUH bei 90-81% richtig beantworteten Aufgaben für den Schüler mit der Nummer 01. Dieser Code muss dem Lehrer übermittelt werden, etwa durch Eintragen in eine Klassenliste. Der Lehrer kann dann den Code des Schülers mit der Tabelle abgleichen und so nachvollziehen, wie viel Prozent der Aufgaben der Schüler richtig bearbeitet hat. Mit dieser Methode kann der Lehrer nachvollziehen, wie viele Aufgaben der Schüler prozentual richtig bearbeitet hat, jedoch ist es zum einem sehr umständlich und zum anderen sehr ungenau. Es wäre wünschenswert, auch detaillierte Informationen über die Bearbeitung zu erhalten, sodass der Lehrer weiß bei welchen Aufgaben vermehrt Probleme aufgetreten sind. Aufgrund der vielen Schritte für die Auswertung können leicht Fehler wie falsch eingetippte oder notierte Codes passieren. Außerdem muss der Lehrer die Aufgaben vorher selbst bearbeiten, um einen Buchstabencode zu generieren, was

Kennung **mTSpl**	Nr ..	Wertungscodes der Schüler	✓	A 100 - 91 %	B 90 - 81 %	C 80 - 71 %	D 70 - 51 %	E 50 - 21 %	F <= 20 %
mTSpl	01	-		LsGYP	IPCUH	Rwenh	UBopC	kYaOq	mau
mTSpl	02	-		sYJdB	PUZgy	wnzUo	BpQjS	YODwV	mau
mTSpl	03	-		GJNTf	CZJen	ezlbW	oQXFW	aDhcK	mau
mTSpl	04	-		YdTIi	UgeGv	nUbyH	pjFLM	OwcxP	mau
mTSpl	05	-		PBfiz	HynvE	hoWHG	CSWMk	qVKPf	mau

Abbildung 10: Tabelle mit Wertungscodes für die Schüler der Klassenliste 1-5

zusätzlichen Zeitaufwand bedeutet. Andererseits bietet dies dem Lehrer die Gelegenheit, die Aufgaben noch einmal zu überprüfen und ihre Eignung zur Förderung der Schülerkompetenzen sicherzustellen.

4.1.6. Kosten

Alle Funktionen und Leistungen der Lernplattform stehen sowohl den Schülern als auch den Lehrer kostenfrei zur Verfügung.

4.1.7. Gesamtbewertung

Inhaltliche Qualität

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐
Nicht erfüllt	1	2	3	4	5	6	Wird voll erfüllt

Benutzerfreundlichkeit

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒
Nicht erfüllt	1	2	3	4	5	6	Wird voll erfüllt

Feedback für den Schüler

☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐
Nicht erfüllt	1	2	3	4	5	6	Wird voll erfüllt

Mobilität und Zugänglichkeit

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒
Nicht erfüllt	1	2	3	4	5	6	Wird voll erfüllt

Gewährleistung der Nachvollziehbarkeit durch den Lehrer

☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐
Nicht erfüllt	1	2	3	4	5	6	Wird voll erfüllt

Kosten

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒
Nicht erfüllt	1	2	3	4	5	6	Wird voll erfüllt

Somit hat Aufgabenfuchs eine Summe von 33 Punkten.

4.1.8. Einsatz im Unterricht

Die Lernplattform Aufgabenfuchs ist vielseitig in den Jahrgangsstufen 5-10 im Unterricht einsetzbar. Im Folgenden wird eine mögliche Verwendung beispielhaft beschrieben.

7. Klasse Gymnasium, Tabletklasse

Unterrichtsvoraussetzungen:

- Vorwissen: Grundrechenarten
  Rechnen mit Klammern
  Rechengesetze
- Diese Stunde ist die erste des Themenblocks Therme mit Variablen.
  In der nachfolgenden Stunde werden zusätzlich die Terme vereinfacht.
- Verankerung im Lehrplan: M7 1.1 Aufstellen und Interpretieren von Thermen[22]

Lernziele:

Die Schüler verstehen Variablen als wichtiges Hilfsmittel, um mathematische Zusammenhänge kurz und prägnant zu formulieren.

Die Schüler berechnen Werte von Termen; dabei greifen sie auf die aus den vorhergehenden Jahrgangsstufen bekannten Rechenregeln und Zahlen zurück.

Artikulationsschema:

Phase	Zeit	Inhalte/ Lehr- und Lernaktivität	Sozialform/ Methode	Medien
Einstieg	5-8 min	Gleichseitiges Dreieck mit Seitenlänge 3 cm zeigen ➔ „Wie lang ist der Umfang?“ Neue Seitenlänge: 5 cm ➔ „Wie lang ist der Umfang?“ Anstatt genaue Längenangabe, nun die Seite mit x beschriften ➔ „Für was steht das x?“ ➔ „Wie lang ist der Umfang?“	L-S-G	Beamer Anhang 1.1

[22] *LehrplanPLUS - Gymnasium - 7 - Mathematik - Fachlehrpläne*. (o. D.). https://www.lehrplanplus.bayern.de/fachlehrplan/gymnasium/7/mathematik

Erarbeitung	10-15 min	Hefteintrag mit Definition zu Term und Variable (Anhang 1); Rechnen mit Variablen; Aufgabe: Term aufstellen	FU, L-S-G, L-S-G	Tafel Anhang 1.2
Übungsphase	15 min	„Scannt den QR-Code und bearbeitet die Aufgaben und kontrolliert eure Ergebnisse!“ Screenshots von bearbeiteten Aufgaben machen Ziel: 5 richtige Aufgaben	Einzelarbeit	Beamer, Tablets
Sicherung	5 min	Screenshots von fünf richtigen Aufgaben ins Matheheft einfügen (Anhang 2)	EA	Tablets Anhang 1.3

Methodische Analyse:

Zu Beginn des Unterrichts wird ein gleichseitiges Dreieck mit einer Seitenlänge von 3 cm gezeigt. Die Schüler sollen den Umfang des Dreiecks berechnen. Anschließend wird die Seitenlänge des Dreiecks auf 5 cm verändert und erneut die Frage nach dem Umfang gestellt. Im nächsten Schritt wird die Seitenlänge nicht konkret als Zahl angegeben, sondern durch den Buchstaben "x" ersetzt. Die Lehrkraft fragt nach der Bedeutung von "x" und wie der Umfang des Dreiecks nun zu berechnen ist. Die Schüler sollen verstehen, dass "x" eine Platzhalterfunktion hat, die anstelle einer konkreten Zahl eingesetzt wird (K1, K2).

Der Einsatz von Tablets in der Übungsphase bietet mehrere Vorteile. Zum einen motiviert der Wechsel des Mediums die Schüler, da sie dadurch die Möglichkeit haben, mit dem Tablet zu arbeiten. Darüber hinaus ermöglicht der Einsatz der Tablets den Schülern in einem individuellen Arbeitstempo zu arbeiten, sowie die Differenzierung bezüglich des Schwierigkeitsgrades. Den Schülern stehen verschiedene Aufgaben zur Verfügung, die nach aufsteigendem Schwierigkeitsgrad sortiert sind. In den 15 Minuten der Übungsphase sollen sie so viele Aufgaben wie möglich korrekt lösen. Schnelle Schüler haben die Möglichkeit, noch mehr Aufgaben zu bearbeiten oder auf Anweisung der Lehrkraft zusätzliche Aufgaben auf der „allgemeinen Seite“ von Aufgabenfuchs zum Aufstellen von Termen zu lösen (K7).

Ein weiterer Vorzug des Einsatzes von Tablets ist die Förderung der Eigenverantwortung der Schüler. Der größte Vorteil liegt jedoch im unmittelbaren, individuellen Feedback, das jeder Schüler nach der

Bearbeitung einer Aufgabe erhält. Auf diese Weise kann das Entstehen systematischer Fehler frühzeitig erkannt und verhindert werden.

Ein Nachteil beim Arbeiten mit Tablets ist, dass der Rechenweg der Schüler nicht nachvollzogen werden kann. Dieser Nachteil ist jedoch beim Aufstellen von Termen geringfügig, da hierbei kein Rechenweg erforderlich ist. Somit eignet sich hier der Einsatz von Tablets hervorragend.

4.2 Mathepanik

4.2.1 Inhaltliche Qualität

Die Lernplattform Mathepanik strukturiert die Themen und Aufgaben nach Jahrgangsstufen und bietet Inhalte für die fünfte bis zehnte Klasse an. Allerdings gibt es inhaltliche Abweichungen vom Lehrplan für bayrische Gymnasien. Auf der Website wird jedoch darauf hingewiesen, dass die Lehrpläne in den Bundesländern variieren, sodass das gesuchte Thema möglicherweise in der angrenzenden Jahrgangsstufe zu finden ist.

Abbildung 11: Ausschnitt des Theorieteils

Nach Auswahl einer Klasse und eines Themas erscheint ein ausführlicher Theorieteil. Dieser ist gut strukturiert, beginnt mit Beispielaufgaben zur späteren Bearbeitung und bietet eine kurze, optisch hervorgehobene Übersicht der Lerninhalte. Innerhalb der Lektion werden die verschiedenen Aufgabentypen ausführlich vorgerechnet, sodass die Schüler sich daran orientieren können. Am rechten Rand der Seite finden sich wichtige Hinweise, wie das Vorgehen beim Rechnen, zentrale Begriffe oder die Bedeutung von Rechenzeichen. Am Ende jeder Lektion führt ein Link zu den entsprechenden Übungen, die nach aufsteigendem Schwierigkeitsgrad geordnet sind.

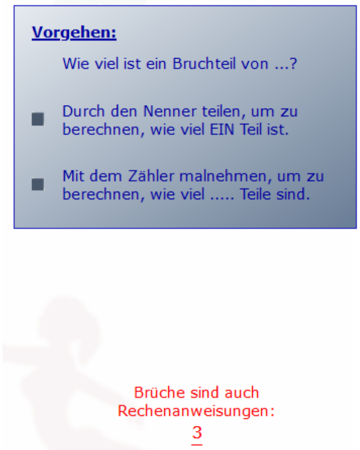


Abbildung 12: rechte Spalte einer Lektion

Die ersten Aufgaben beinhalten Teilaufgaben, die mit der gleichen Rechen-strategie zu lösen sind, während schwierigere Aufgaben unterschiedliche Strategien erfordern. Ein Kritikpunkt ist die häufige Formulierung der Übungsaufgaben, z.B. „Wie viel ist …?". In der Schule wird dagegen Wert auf die Verwendung von Operatoren in den Fragestellungen gelegt. Zudem sind die von Mathepanik bereitgestellten Lösungen und Lösungswege teilweise fehlerhaft, weshalb es wichtig ist, dass der Lehrer die Aufgaben davor durchrechnet. Die Lösungen sind schön Schritt für Schritt aufbereitet, sodass sie als Orientierungshilfe für die Bearbeitung der nächsten Teilaufgabe dienen können. Ist tatsächlich ein Fehler im Lösungsweg, so kann man die Schüler zum Bearbeiten der Aufgabe motivieren, indem man sie auf Fehlersuche schickt.

Die Aufgabenstellungen auf Mathepanik sind klar und gut verständlich formuliert. Besonders bei geometrischen Aufgaben könnte jedoch eine ergänzende Grafik den Lösungsweg für die Schüler deutlich erleichtern. Mathepanik konzentriert sich ausschließlich auf Rechenaufgaben und deckt dabei sämtliche Themengebiete ab. Allerdings fehlen Konstruktionsaufgaben sowie Single- oder Multiple-Choice-Formate, was die Abwechslung der Aufgabenformen einschränkt.

4.2.2 Benutzerfreundlichkeit

Beim Öffnen der Lernplattform Mathepanik erscheint die Startseite, auf der der Link zur Klassenauswahl zwar relativ klein, aber eindeutig erkennbar ist. Nach dem Anklicken des Links werden die Klassen in drei Blöcke unterteilt: Primarstufe, Sekundarstufe I und II. Derzeit sind nur die Klassen der Sekundarstufe I mit weiteren Links versehen, da die Inhalte für die Klassen eins bis vier sowie elf bis dreizehn noch in Bearbeitung sind.

Abbildung 13: Klassenauswahl

Wählt man eine Klasse aus, erscheinen zwei Spalten: In der linken Spalte stehen die Überbegriffe der Themen, beispielsweise Terme und Gleichungen, und in der rechten Spalte die detaillierte Gliederung der Lektionen wie Terme verstehen, Terme vereinfachen, Gleichungen lösen, Ungleichungen lösen, Textaufgaben, usw. Beim Öffnen eines ausgewählten Unterkapitels erscheint der Theorieteil, jedoch ohne Navigationsleiste für die anderen Themen oder Lektionen. Um zu einer anderen Lektion zu wechseln, muss man vollständig zurückgehen und entweder auf „Themenübersicht“ oder „Zurück zu den Klassen“ klicken.

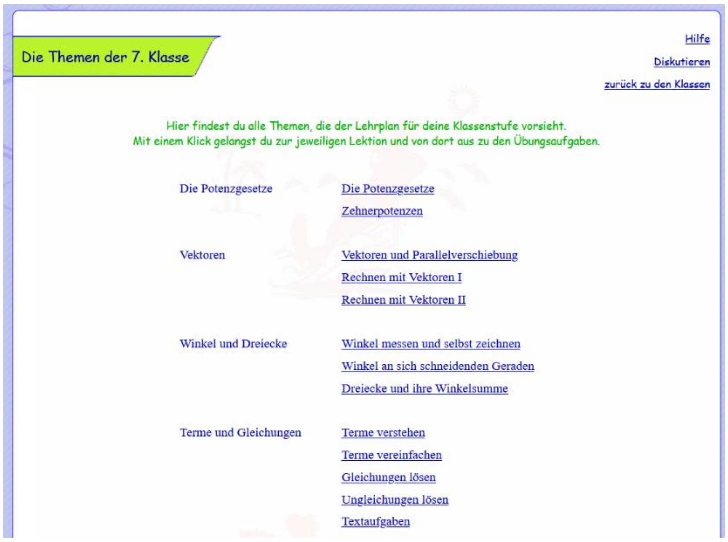


Abbildung 14: Themenauswahl der 7. Klasse

Um die Aufgaben einer Lektion zu bearbeiten, kann man entweder zum Ende des Theorieteils scrollen, um die Schaltfläche „Zu den Übungsaufgaben“ zu finden, oder auf den Link „Übungsaufgaben“ in der rechten oberen Ecke klicken. Für die Lösung der Aufgaben gibt es kein Eingabefeld, das die Lösung des Schülers automatisch Rechenweg anzeigt.

Insgesamt ist die Seite gut strukturiert, könnte jedoch optisch ansprechender gestaltet werden.

4.2.3 Feedback für den Schüler

Die Lernplattform Mathepanik bietet lediglich eine einfache Fortschrittsverfolgung, bei der der Bearbeiter Häkchen hinter korrekt gelöste Teilaufgaben einer Lektion setzen kann. Allerdings kann es vorkommen, dass diese Funktion zeitweise nicht verfügbar ist. Der Bearbeitungsstand wird von der Plattform nur bis zum Verlassen der Webseite gespeichert. Schüler haben zudem keine Möglichkeit, ihre Lösungen direkt in ein Eingabefeld einzutragen. Stattdessen können sie sich nur das Ergebnis anzeigen lassen. Für eine sinnvolle Nutzung sollten die Schüler das Ergebnis zuerst schriftlich festhalten und anschließend mit der Lösung von Mathepanik vergleichen. Besonders bei Aufgaben, die nur einen Zahlenwert als Ergebnis haben, wäre es hilfreich, eine Eingabefunktion bereitzustellen, die den Schülern direktes Feedback gibt. Ohne diese Option neigen Schüler eher dazu, sich voreilig die Lösung anzeigen zu lassen, anstatt sich intensiv mit der Aufgabe auseinanderzusetzen.

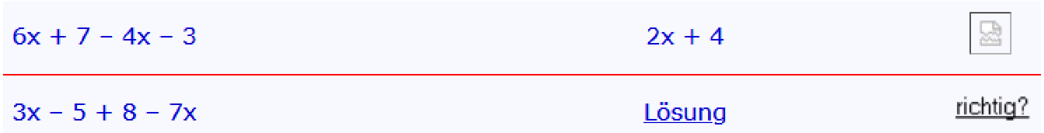


Abbildung 15: Aufgaben mit teilweise aufgedeckter Lösung

Allerdings sind die Lösungswege bei Aufgaben, die mehr Schritte erfordern, ausführlich und nachvollziehbar dargestellt.

4.2.4 Mobilität und Zugänglichkeit

Auf der Lernplattform Mathepanik kann man sich nicht registrieren und ist somit für alle zugänglich. Dadurch kann man direkt beginnen Aufgaben zu bearbeiten oder die Theorie zu einem bestimmten Thema zu lesen.

Die Lernplattform Mathepanik ist auf allen internetfähigen Geräten verfügbar, darunter Computer, Laptops, Tablets und Smartphones. Am übersichtlichsten und benutzerfreundlichsten ist die Seite jedoch auf Tablets und größeren Geräten. Auch auf Smartphones bleibt die Bedienung angenehm, ohne dass die Seite unkontrolliert scrollt.

4.2.5. Gewährleistung der Nachvollziehbarkeit durch den Lehrer

Die Lernplattform bietet für den Lehrer keine Möglichkeit die Bearbeitung der Schüler nachzuvollziehen.

4.2.6. Kosten

Alle Funktionen und Leistungen der Lernplattform stehen sowohl den Schülern als auch dem Lehrer kostenfrei zur Verfügung.

4.2.7. Gesamtbewertung

Inhaltliche Qualität

□	□	□	□	□	X	□	□
Nicht erfüllt	1	2	3	4	5	6	Wird voll erfüllt

Benutzerfreundlichkeit

□	□	□	□	□	X	□	□
Nicht erfüllt	1	2	3	4	5	6	Wird voll erfüllt

Feedback für den Schüler

□	X	□	□	□	□	□	□
Nicht erfüllt	1	2	3	4	5	6	Wird voll erfüllt

Mobilität und Zugänglichkeit

□	□	□	□	□	□	□	X
Nicht erfüllt	1	2	3	4	5	6	Wird voll erfüllt

Gewährleistung der Nachvollziehbarkeit durch den Lehrer

X	□	□	□	□	□	□	□
Nicht erfüllt	1	2	3	4	5	6	Wird voll erfüllt

Kosten

□	□	□	□	□	□	□	X
Nicht erfüllt	1	2	3	4	5	6	Wird voll erfüllt

Somit hat Mathepanik eine Summe von 25 Punkten.

4.2.8. Einsatz im Unterricht

Die Lernplattform Aufgabenfuchs ist vielseitig in den Jahrgangsstufen 5-10 im Unterricht einsetzbar. Im Folgenden wird eine mögliche Verwendung beispielhaft beschrieben.

10. Klasse Gymnasium, keine Tabletklasse

Unterrichtsvoraussetzungen:

- Vorwissen: Skizzieren von Schrägbilder von Pyramiden und Kegel.
  Grundrechenarten, Potenzen und Wurzeln.
  Satz des Pythagoras und die Anwendung auf trigonometrische Funktionen

- Unterrichtssequenz: Raumgeometrie (Prismen, Pyramiden, Zylinder, Kegel und Kugel)
  Vorstunde: Volumen und Oberfläche von Pyramiden
  Folgestunde: Volumen und Oberfläche von Zylinder
- Verankerung im Lehrplan: M10 5: Fortführung der Raumgeometrie[23]

Lernziele: (Übungsstunde)

Schüler nutzen in Sachzusammenhängen zur Bestimmung von Volumina, Oberflächeninhalten, Längen und Winkelgrößen flexibel die bisher bekannten Volumen- und Oberflächeninhaltsformeln, sowie geometrische Kenntnisse aus anderen Lernbereichen (insbesondere trigonometrische Zusammenhänge, Strahlensatz und Satz des Pythagoras).

Artikulationsschema:

Phase	Zeit	Inhalte/ Lehr- und Lernaktivität	Sozialform/ Methode	Medien
Einstieg	5 min	Aufgabe mit fehlerhaftem Lösungsweg von Mathepanik wird präsentiert. (Anhang 2.1 = Pyramide 3.4) „Finde die Fehler in dem Lösungsweg!“	L-S-G	Beamer Anhang 2.1
Übungsphase	35 min	1. Aufgabe 2 von Mathepanik im Heft bearbeiten 2. Eigenen Lösungsweg mit dem von Mathepanik vergleichen 3. Bei Abweichungen: beide Lösungswege kritisch hinterfragen 4. Fehler bei Aufgabenfuchs oder im Heft korrigieren 5. Eine weitere Aufgabe 1 oder 2 bearbeiten	Einzelarbeit	Tablets aus Koffer/ Smartphone, Heft Anhang 2.2

[23] *LehrplanPLUS - Fortführung der Raumgeometrie*. (o. D.). https://www.lehrplanplus.bayern.de/fachlehrplan/lernbereich/218853

		Ziel: mind. 2 richtige Aufgaben im Heft		
Sicherung	5 min	Vergleich der Ergebnisse und Nennen der Aufgaben, die fehlerhaften Lösungsweg haben	L-S-G	Anhang 2.2

Methodische Analyse:

Der Fehler in der Einstiegsaufgabe ist schnell und einfach zu erkennen, sodass beim Überprüfen der Aufgabe das Berechnen von Winkeln, Volumen und Oberfläche, sowie das Zeichnen von Schrägbilder wiederholt wird. Außerdem werden mit der Fehlersuche auf der Lernplattform Mathepanik die Schüler nicht nur motiviert sich am Unterricht zu beteiligen, sondern macht ihnen auch bewusst, dass nicht alles im Internet korrekt ist. Dadurch werden sie angeregt, sich künftig kritischer mit Aufgaben und deren Lösungen auseinanderzusetzen. Außerdem erkennen Schüler, dass man aus Fehlern lernen kann, was ihre Einstellung gegenüber ihren eigenen Fehlern verbessert. Sie sehen dadurch auch, dass auch Erwachsene oder „Profis", die die Webseite gestalten, Fehler machen können (K1, K2, K3, K6, K7).

Neben fachlichen Fehlern sollte auch die veraltete Schreibweise vor der Bearbeitung oder Verbesserung thematisiert werden. Beispielsweise wurde früher die Länge einer Strecke von A nach B mit $\overline{AB}$ angegeben, was heute die Punktemenge der Strecke beschreibt. Die aktuelle Bezeichnung für die Länge einer Strecke ist $|\overline{AB}|$ (K6)

Ein weiterer Vorteil von Mathepanik ist die schrittweise Herangehensweise an einen Aufgabentyp mit mehreren Teilaufgaben, die aufeinander aufbauen. Im Gegensatz zu einer langen Angabe, wie er in Schulbüchern stehen würde, werden hier die Teilaufgaben deutlich voneinander getrennt, dadurch bleiben die Schüler motivierter die Teilaufgaben schrittweise zu bearbeiten. Denn ein langer Text mit vielen Arbeitsanweisungen kann schnell überfordernd und demotivierend wirken.

In der Übungsphase bearbeiten die Schüler die Aufgaben aus Mathepanik in ihrem Heft und vergleichen ihre Lösungen mit denen auf der Webseite. Das Arbeiten mit dem Tablet ermöglicht eine Differenzierung hinsichtlich der Arbeitsgeschwindigkeit. Sehr schnelle Schüler können zudem nochmals auf Fehlersuche auf der Plattform Mathepanik geschickt werden (K1, K2, K3, K6, K7).

4.3 Schlaukopf

4.3.1. Inhaltliche Qualität

Die Lernplattform Schlaukopf bietet Quizze für verschiedene Schularten und Jahrgangsstufen an. Dabei sind die Themen einer Jahrgangsstufe inhaltlich dem Lehrplan entsprechend strukturiert, sodass Schüler gezielt für den Unterricht üben und lernen können. Zusätzlich zu den jahrgangsspezifischen Themen gibt es die Möglichkeit, Grundwissen zu wiederholen und zu festigen.

Wenn ein Schüler während einer Quizfrage Schwierigkeiten hat, kann er nach unten scrollen, um zum Theorieteil des Themas zu gelangen. Dieser Abschnitt erklärt die Inhalte verständlich und anschaulich mit Skizzen oder Fotos. Allerdings besteht er hauptsächlich aus Fließtext, was auf den ersten Blick abschreckend wirken könnte. Obwohl wichtige Begriffe fett markiert sind, wäre eine bessere und übersichtlichere Strukturierung wünschenswert. Außerdem gibt es nicht zu jedem Thema einen Theorieteil. So fehlen beispielsweise in der siebten Klasse bei Statistik die Definitionen für wichtige Begriffe wie Median und arithmetisches Mittel, obwohl diese in den Fragen vorkommen.

Die Aufgaben in den Quizze sind gut geeignet, um zu üben und das eigene Wissen zu testen. Ein Algorithmus wählt aufgrund der vorherigen Bearbeitungen aus einem Pool von Aufgaben mit unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden die passenden Aufgaben für den Schüler aus. Obwohl die Aufgaben nicht tief genug gehen, um für eine Schulaufgabenvorbereitung ausreichend zu sein, ist der Schwierigkeitsgrad für das Quizformat gut gewählt.

Abbildung 16: Charakterisierung einer Frage

Auf Mathepanik wechseln die Aufgabentypen überwiegend zwischen Single- und Multiple-Choice-Fragen, während das Eingeben von Zahlen oder Begriffen eher selten gefordert wird. Durch die vorgegebenen Antwortmöglichkeiten sind die Aufgaben stets prägnant und klar verständlich. Zwar werden alle Aufgaben als Fragen formuliert, anstatt Operatoren zu nutzen, wie es in der Schule üblich ist, doch in diesem Format fällt das kaum ins Gewicht.

4.3.2. Benutzerfreundlichkeit

Die Lernplattform Schlaukopf bietet eine benutzerfreundliche Navigation über eine Leiste am oberen Rand der Webseite. Gleich nach dem Aufrufen der Seite wird man aufgefordert, eine Schulart auszuwählen. Neben den gängigen Optionen Mittelschule, Realschule und Gymnasium kann man auch Grundschule, Gesamtschule, Studium und Deutsch als Fremdsprache wählen. Zusätzlich lässt sich zwischen den Ländern Deutschland, Österreich und Schweiz wählen, wobei die Schularten entsprechend angepasst werden.

Im nächsten Schritt wählt man eine Klassenstufe zwischen fünf und zehn oder die Oberstufe, um dann zu den Schulfächern zu gelangen. Für Mathematik erscheint dann eine Liste der Themen, die im aktuellen Schuljahr laut Lehrplan behandelt werden, einschließlich der Möglichkeit, das Grundwissen zu überprüfen. Zu jedem Thema wird die Anzahl der Fragen im Pool angezeigt, die im Quiz vorkommen können. Ein Quiz besteht aus einer bestimmten Anzahl an Fragen, entweder 10, 15, 20 oder 40, bei denen entweder aus zwei bis vier Antwortmöglichkeiten die richtige gewählt oder der Zahlenwert der Lösung eingegeben werden muss. Jede Frage wird sofort korrigiert. Ob die Antwort richtig war, hört man zum einen am Ton nach der Eingabe und zum anderen wird das Feld mit der korrekten Antwort grün gefärbt. Wurde eine falsche Antwort gegeben, so erscheint in dem Feld ein rotes Kreuz und das korrekte Feld wird grün gefärbt. Nach kurzer Zeit wird automatisch zur nächsten Frage gewechselt. Es gibt jedoch die Möglichkeit, vorherige Fragen durch Klick auf die Schaltfläche „Zurück“ links unten nochmals zu überprüfen. Dabei wird nicht nur die bearbeitete Frage angezeigt, sondern auch eine Erklärung zur richtigen Lösung.

Nach Abschluss des Quiztests wird zur Belohnung ein kurzes, lustiges Video gezeigt. Man hat dann die Wahl, ein neues Quiz aus dem gleichen Themenbereich zu starten oder zur Themenauswahl zurückzukehren. Während des Quiztests kann man zudem nach unten scrollen, um den Theorieteil zum entsprechenden Thema zu lesen.

Die Webseite ist insgesamt sehr strukturiert aufgebaut. Allerdings beeinträchtigt die Anzeige von Werbung in der kostenlosen Version oft die Übersichtlichkeit.

4.3.3. Feedback für den Schüler

Die Lernplattform Schlaukopf berechnet für jedes Quiz und sogar für jede einzelne Frage eine Note bzw. einen Notendurchschnitt. Dieser Durchschnitt wird auch bei nicht angemeldeten Nutzern gespeichert, solange die Webseite geöffnet bleibt. Der Gesamtdurchschnitt, der sich aus den einzelnen Durchschnittsnoten der Themen einer Jahrgangsstufe zusammensetzt, wird in der Navigationsleiste angezeigt. Zudem wird die Anzahl der noch nicht bearbeiteten Fragen des aktuell ausgewählten Themas eingeblendet. Beide Anzeigen – der Notendurchschnitt und die Anzahl der offenen Fragen – werden nach jeder beantworteten Quizfrage aktualisiert.

Die Plattform speichert nicht nur die absolute Anzahl der nicht bearbeiteten Fragen, sondern auch, welche Fragen falsch beantwortet wurden. Diese können später erneut bearbeitet werden, um den Lernfortschritt zu überprüfen.

4.3.4. Mobilität und Zugänglichkeit

Für die Nutzung der Lernplattform Schlaukopf ist keine Anmeldung erforderlich, sodass man sofort mit den Quizaufgaben beginnen kann. Es besteht jedoch die Möglichkeit, sich anzumelden, wobei verschiedene Optionen zur Verfügung stehen, wie z.B. per E-Mail, Google-Account, Apple-Account und weitere. Alle Anmeldeverfahren sind einfach und schnell durchführbar. Bei angemeldeter Bearbeitung der Aufgaben werden die erzielten Noten für die verschiedenen Quizze gespeichert und miteinander verrechnet. Dadurch erhalten die Schüler einen klaren Überblick darüber, welche Themenbereiche sie noch intensiver üben sollten. Ohne Anmeldung werden die Ergebnisse und bearbeiteten Fragen lediglich temporär gespeichert – sie bleiben erhalten, bis die Internetseite verlassen wird.

Die Webversion von Schlaukopf ist am besten auf einem Laptop oder Computer zu nutzen. Dort wird die Navigationsleiste vollständig angezeigt, im Gegensatz zu Tablets und Smartphones, wo nur das Thema angezeigt wird. Zudem erscheint auf Tablets und Smartphones häufig Werbung, die den gesamten Bildschirm verdeckt und somit die Aufmerksamkeit vom Thema ablenkt.

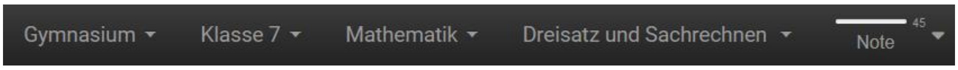


Abbildung 17: Navigationsleiste von Schlaukopf auf einem Laptop

Ein weiteres Problem bei der Nutzung auf Smartphones ist, dass man nicht zum Theorieteil scrollen kann. Beim Wischen nach unten kann man zwar den Anfang des Theorieteils sehen, aber sobald man den Finger vom Display nimmt, springt die Seite automatisch wieder hoch zu den Quizaufgaben. Diese Einschränkungen machen die Nutzung von Schlaukopf auf Smartphones und Tablets weniger attraktiv.

4.3.5. Gewährleistung der Nachvollziehbarkeit durch den Lehrer

Auf der Plattform Schlaukopf kann der Lehrer den Fortschritt seiner Schüler nur nachverfolgen, wenn diese angemeldet und Mitglieder seines Kurses sind. Der Lehrer muss die Schüler einer Klasse einzeln hinzufügen, indem er den Namen des Schülers in das obere Feld eingibt (vgl. Abbildung 18). Daraufhin fügt Schlaukopf den Schüler in die Liste der Gruppenmitglieder hinzu. Für jeden Schüler werden ein QR-Code und ein Link bereitgestellt, die direkt in den Kurs führen.

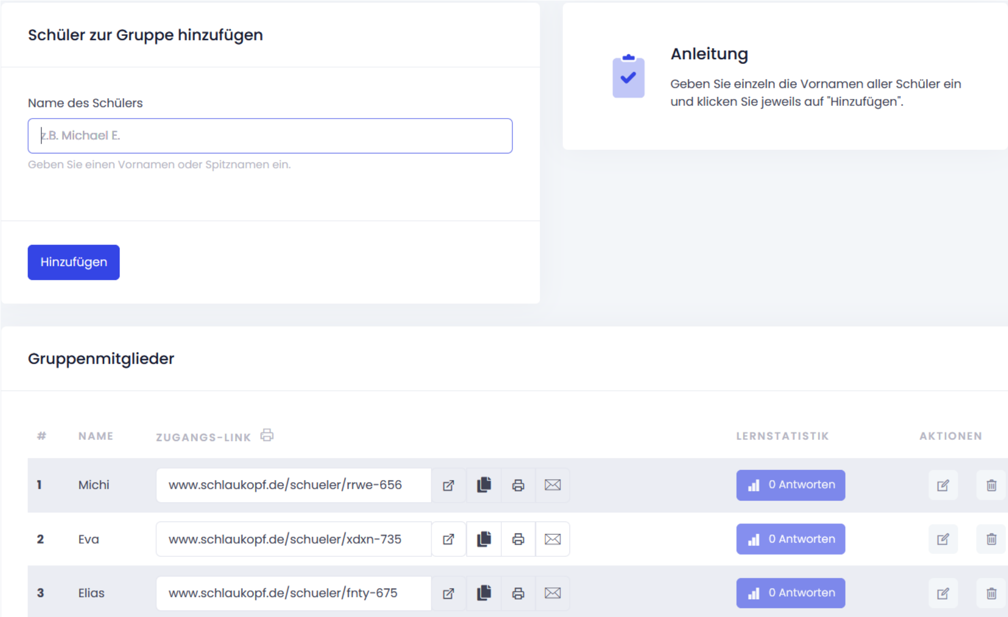


Abbildung 18: Hinzufügen von Gruppenmitglieder

Nachdem der Lehrer einen Arbeitsauftrag auf Schlaukopf erstellt hat, kann er die Aktivität und Leistung seiner Schüler auswerten. Er sieht, wie viele Fragen des Arbeitsauftrags bereits bearbeitet wurden und wie viele davon prozentual richtig gelöst wurden. Diese Informationen werden sowohl für jeden einzelnen Schüler als auch als Durchschnitt für die gesamte Klasse angezeigt. Obwohl der Lehrer nachvollziehen kann, wie viele Fragen richtig beantwortet wurden, gibt Schlaukopf keine Auskunft darüber, welche spezifischen Fragen richtig oder falsch beantwortet wurden.

4.3.6. Kosten

Die Lernplattform Schlaukopf bietet alle Funktionen kostenfrei an. Für 29 € pro Jahr kann man jedoch das Premium-Paket erwerben, das bis zu sechs Familienmitglieder nutzen können. Wichtig ist, dass Schlaukopf betont, dass es sich hierbei nicht um ein Abonnement handelt – der Premium-Zugang endet automatisch nach einem Jahr. Möchte man die kostenpflichtigen Vorteile weiterhin nutzen, kann man Schlaukopf-Premium für ein weiteres Jahr erwerben. Die Vorteile des Premium-Pakets umfassen die werbefreie Nutzung der Webseite und der App, wodurch die Lerninhalte größer und übersichtlicher dargestellt werden. Darüber hinaus kann die App im Premium-Modus auch ohne Internetzugang genutzt werden.

4.3.7. Gesamtbewertung

Inhaltliche Qualität

☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐
Nicht erfüllt	1	2	3	4	5	6	Wird voll erfüllt

Benutzerfreundlichkeit

☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐
Nicht erfüllt	1	2	3	4	5	6	Wird voll erfüllt

Feedback für den Schüler

☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐
Nicht erfüllt	1	2	3	4	5	6	Wird voll erfüllt

Mobilität und Zugänglichkeit

☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐
Nicht erfüllt	1	2	3	4	5	6	Wird voll erfüllt

Gewährleistung der Nachvollziehbarkeit durch den Lehrer

☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐
Nicht erfüllt	1	2	3	4	5	6	Wird voll erfüllt

Kosten

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐
Nicht erfüllt	1	2	3	4	5	6	Wird voll erfüllt

Somit hat Schlaukopf eine Summe von 26 Punkten.

4.3.8. Einsatz im Unterricht

Die Lernplattform Aufgabenfuchs ist vielseitig in den Jahrgangsstufen 5-10 im Unterricht einsetzbar. Im Folgenden wird eine mögliche Verwendung beispielhaft beschrieben.

7. Klasse Gymnasium, keine Tabletklasse

Unterrichtsvoraussetzungen:

- Vorwissen: Winkel und Winkelgrößen
  Winkelzusammenhänge an einfachen Geradenkreuzungen
  Addition und Division
- In dieser Stunde werden Winkel an Doppelkreuzungen eingeführt.
- Verankerung im Lehrplan: M7 2.2 Winkelbetrachtungen an Figuren[24]

Lernziele:

Schüler beschreiben Winkelzusammenhänge an Doppelkreuzungen unter Verwendung der Begriffe Scheitelwinkel, Nebenwinkel, Stufenwinkel und Wechselwinkel.

Schüler berechnen fehlende Winkelmaße und können ihr Vorgehen mit geeigneten Fachbegriffen begründen.

Artikulationsschema:

Phase	Zeit	Inhalte/ Lehr- und Lernaktivität	Sozialform/ Methode	Medien
Einstieg	5 min	Problemstellung: „an einer einfachen Geradenkreuzung (Folie 1) können wir alle Winkel bestimmen, sobald uns einer bekannt ist, aber ist das auch in dieser Situation möglich?“ (Folie 2)	L-S-G	Beamer, PPP Anhang 3.1
Erarbeitung/ Sicherung	8 min	AB wird ausgefüllt	FU/ L-S-G	AB (Anhang 3.2), Dokumenten-kamera

[24] *LehrplanPLUS - Gymnasium - 7 - Mathematik - Fachlehrpläne*. (o. D.-b). https://www.lehrplanplus.bayern.de/fachlehrplan/gymnasium/7/mathematik

Übung	20 min	- Erste Aufgabe auf AB wird gemeinsam bearbeitet - Restlichen Aufgaben sollen SuS ohne Lehrkraft bearbeiten	L-S-G EA/ PA	AB (Anhang 3.2)
Festigung	12 min	Auftrag: Quiz auf Schlaukopf: Winkel (Klasse 6)	EA	Beamer Tablets

Methodische Analyse:

Es wird eine Problemstellung mit Hilfe von zwei Folien präsentiert: Zunächst wird eine einfache Geradenkreuzung gezeigt, bei der an die bereits bekannten Winkelverhältnisse aufgegriffen wird. Die nachfolgende Folie einer doppelten Geradenkreuzung, bei der die Winkelbestimmung komplexer ist, soll die Schüler vor das Problem stellen, wie sie anhand eines bekannten Winkels die Winkel an beiden Kreuzungen berechnen können. Ziel ist es, damit Neugier zu wecken und die Schüler zum Nachdenken motivieren das Problem zu lösen (K1, K2, K3, K5, K6)

Mithilfe des Arbeitsblatts werden die Winkelzusammenhänge an Doppelkreuzungen veranschaulicht und festgehalten. Die erste Aufgabe auf dem Arbeitsblatt wird gemeinsam bearbeitet, damit die Schüler bei den nachfolgenden Aufgaben sich an dieses Vorgehen orientieren können und wissen, worauf die Lehrkraft Wert legt.

Die Verwendung der Tablets haben die Schüler die Möglichkeit das zuvor Erlernte zu festigen und eigenständig zu überprüfen, da sie sofort Feedback für ihre Antwort erhalten. Dadurch kann man vermeiden, dass sich Fehlvorstellungen am Anfang entwickeln. Ein weiterer Vorteil des Tablet-Einsatzes ist die gesteigerte Motivation der Schüler, mit einem solchen Gerät arbeiten zu dürfen (K7).

4.4 Bettermarks

4.4.1 Inhaltliche Qualität

Auf der Lernplattform Bettermarks gibt es Aufgaben aus einer umfassenden Bibliothek, die nach Klassenstufen strukturiert ist. In jede Stufe werden verschiedene Themenbereiche wie „Zahlen“, „Messen“ oder „Raum und Form“ behandelt, die wiederum in kleinere Unterthemen gegliedert sind. Bettermarks ist also parallel zum Lehrplan strukturiert, wobei es vereinzelt Abweichungen aufgrund gibt. Zum einen ist bettermarks eine deutschlandweite Lernplattform, wodurch sich die Themenbereiche vom bayrischen Lehrplan unterscheiden. Und zum anderen haben sich die

Themengebiete mit der G9-Neuerung verschoben. Es wird generell nicht zwischen den verschiedenen Schulformen differenziert, jedoch werden zusätzliche Förderaufgaben angeboten, die beispielsweise für VERA oder KESS vorbereiten.

Die Aufgaben auf Bettermarks sind fachlich präzise und inhaltlich gut für Hausaufgaben geeignet. Jedes Thema wird mit einer kurzen Einführung präsentiert, die die Theorie verständlich zusammenfasst und durch passende Bilder und Skizzen unterstützt. Im Anschluss folgen spezifische Unterthemen mit entsprechenden Aufgaben. Außerdem gibt es zu jedem Hauptthema einen allgemeinen Test, der alle Unterthemen umfasst.

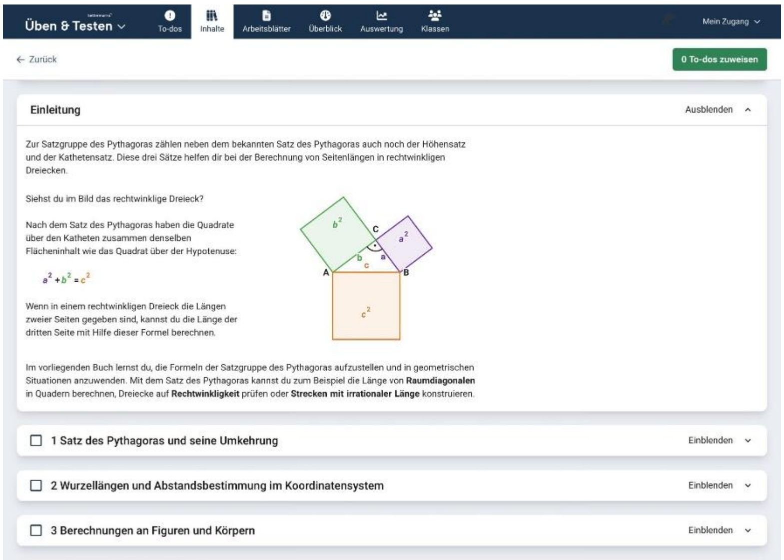


Abbildung 19: Ausschnitt aus der Bibliothek

Obwohl der Lehrer Aufgaben oder Tests aus der Bibliothek auswählt, die am besten zum Unterricht passen, haben die Schüler dennoch uneingeschränkten Zugriff auf die gesamte Bibliothek. Sie können jederzeit alle Aufgaben selbstständig bearbeiten.

Bettermarks bietet Aufgaben in einer Vielzahl von Formaten an. Es gibt Aufgaben, bei denen einfache Ja- oder Nein-Antworten gefordert sind, sowie solche, bei denen ein spezifischer Zahlenwert eingegeben werden muss. Bei Letzteren hat der Schüler zwei Versuche, den richtigen Wert einzugeben, bevor die Aufgabe als falsch gewertet wird. Nach einer ersten falschen Eingabe kann der Schüler, falls gewünscht, einen Hinweis zur Berechnung abrufen. Alternativ kann man auch schon vor der ersten Eingabe Hilfe anfordern, über den Hilfe-Button rechts oben. Dabei kann der Schüler sich entweder einen Tipp speziell für diese Aufgabe anzeigen lassen oder das gesamte Unterthema nachschlagen.

Im Bereich Geometrie stehen Aufgaben zur Verfügung, bei denen Punkte, Vektoren oder Figuren in einem zwei- oder dreidimensionalen Koordinatensystem platziert werden müssen. Darüber hinaus können auch vollständige geometrische Konstruktionen, wie das Zeichnen einer Winkelhalbierenden oder von Ortslinien, gefordert sein.

4.4.2 Benutzerfreundlichkeit

Die Lernplattform Bettermarks unterscheidet sich in ihrer Funktionsweise grundlegend von bisherigen Plattformen. Hier werden die Schüler einer Klasse zugeordnet, der der Lehrer „To-dos“ zuteilt. Die

Lernplattform kann als eine Art Übungs- bzw. Hausaufgabenheft gesehen werden, in dem der Lehrer die Aufgaben vorgibt und die Schüler bearbeiten die gestellten Aufträge.

Die Lernplattform ist intuitiv über die Navigationsleiste bedienbar. Schüler können zwischen verschiedenen Kategorien wie „To-dos“, „Inhalte“, „Wissenslücken“, „Aktivitäten“ und „Klassen“ wählen. Unter „To-dos“ gibt es eine Übersicht über aktuelle und abgelaufene To-dos, also die Aufgaben, die der Lehrer ausgewählt hat und deren Bearbeitungszeitraum noch offen sind bzw. bereits geschlossen sind. Im Bereich „Inhalte“ werden die Themen unter „Meine Inhalte“, „Bibliothek“ und „ausgeteilte Unterrichtseinheiten“ gegliedert. „Meine Inhalte“ umfasst die vom Lehrer ausgewählten und ausgeteilten Themen, die sich auf die aktuelle Schulaufgabe oder den bereits behandelten Unterrichtsstoff während des Schuljahres beziehen kann. Die „Bibliothek“ bietet Zugang zu allen Aufgaben und Themen aller Jahrgangsstufen. Bei den „ausgeteilten Unterrichtseinheiten“ können Lehrer Materialien teilen, die sie von Bettermarks genutzt haben – eine neue Funktion, die sich noch in der Entwicklung befindet.

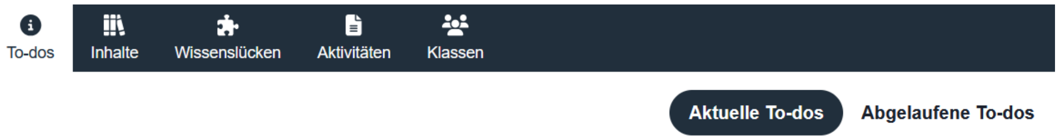


Abbildung 20: Navigationsleiste von bettermarks

Der Bereich „Wissenslücken“ listet Themen mit Aufgaben auf, bei denen der Schüler häufiger Schwierigkeiten zeigt; diese werden automatisch von einem Programm erkannt und dem Lehrer angezeigt, der gezielt Aufgaben zuweisen kann, die sich dann dort befinden. Unter „Aktivitäten“ werden vergangene Aufgaben aufgeführt, und bei „Klassen“ wird die jeweilige Klasse des Schülers angezeigt. Somit kann ein Schüler in mehreren Mathe-Klassen zugeordnet werden, z.B. in einem zusätzlichen Förderkurs oder Nachhilfe.

Lehrer haben die Möglichkeit den Schülern zu einem spezifischen Aufgabenbereich von bettermarks ausgewählte Aufgaben zu bereitzustellen. Das sind die sogenannten To-dos. Falls die Anordnung oder die Menge der Aufgaben nicht zum Unterricht passen, kann der Lehrer alle Aufgaben aus dem vorhandenen Pool beliebig kombinieren. Diese Zusammenstellung wird dann in einem Arbeitsblatt festgehalten.

4.4.3 Feedback für den Schüler

Die gesamte Lernplattform bettermarks wird stark von der Lehrkraft gelenkt, was sich auch in der Fortschrittsverfolgung widerspiegelt. Schüler können bei der Bearbeitung von Aufgaben, die aus mehreren Teilaufgaben bestehen, zwischen null und drei Smileys oder einen Stern für fehlerfreie Lösungen erhalten. Das Sammeln von Smileys und Sternen dient vielen Schülern als Motivation, die Aufgaben bestmöglich zu erledigen. Daher wird die Gesamtzahl der gesammelten Smileys und Sterne in der Navigationsleiste angezeigt. Die bearbeiteten Aufgaben, inklusive der erreichten Smiley-Anzahl, werden in den Aktivitäten dargestellt, sodass die Schüler jederzeit die Möglichkeit haben, Aufgaben mit wenigen oder keinen Smileys erneut zu überarbeiten.

4.4.4 Mobilität und Zugänglichkeit

Die Registrierung und Anmeldung bei Bettermarks gestaltet sich äußerst benutzerfreundlich. Für die Registrierung erhält jeder Schüler zunächst ein vorläufiges Passwort, das vom Lehrer in der digital angelegten Klasse bereitgestellt wird, um sicherzustellen, dass er der richtigen Klasse zugeordnet wird. Anschließend kann jeder Schüler selbst ein persönliches Passwort festlegen. Nach Ablauf eines Schuljahres oder bei einem Klassenwechsel können Schüler ganz einfach einer neuen Klasse zugeordnet werden. Der Lehrer kann auch ganze Klassen wieder aktivieren, falls er dieselbe Klasse im nachfolgenden Schuljahr nochmals unterrichtet.

Die Lernplattform Bettermarks ist auf allen internetfähigen Geräten verfügbar, darunter Computer, Laptops, Tablets und Smartphones. Am übersichtlichsten und benutzerfreundlichsten ist die Seite jedoch auf Tablets und größeren Geräten. Auch auf Smartphones bleibt die Bedienung angenehm, ohne dass die Seite unkontrolliert scrollt, jedoch ist die Plattform auf größeren Devices übersichtlicher.

4.4.5 Gewährleistung der Nachvollziehbarkeit durch den Lehrer

Für Lehrer bietet die Plattform eine umfassende Übersicht über die Schüleraktivitäten. In der Navigationsleiste stehen ihnen zwei zusätzliche Reiter zur Verfügung: „Überblick“ und „Auswertung“. Unter „Überblick“ finden sich fünf Tabellen. Eine Tabelle zeigt eine Übersicht aller To-dos, wobei die Schüler und deren Leistungen angezeigt werden. Hier kann zwischen To-dos gewählt werden, die heute, morgen, gestern oder in den vergangenen beziehungsweise kommenden sieben Tagen fällig sind. Eine weitere Tabelle listet fünf Aufgaben einer Klasse auf, die am häufigsten falsch gelösten wurden, sodass der

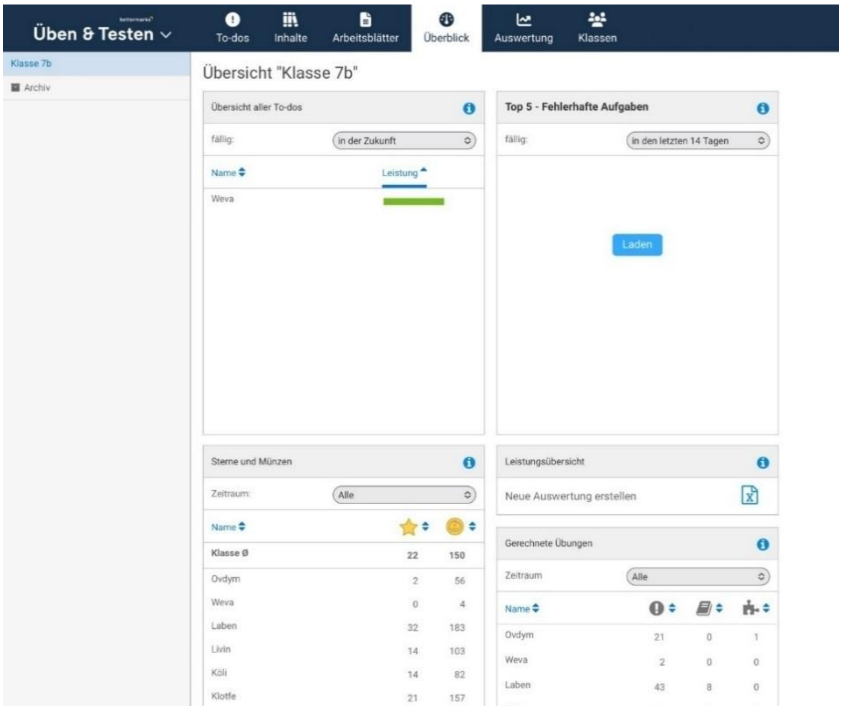


Abbildung 21: Überblick über die Aktivität der Klasse

Lehrer sofort erkennen kann, bei welchen Aufgaben die Schüler die größten Schwierigkeiten hatten. Diese können dann im Unterricht gezielt besprochen werden. Eine dritte Tabelle bietet einen Überblick über alle Schüler und deren gesammelte Smileys und Sterne. Eine andere Tabelle zeigt die Anzahl der bearbeiteten Übungen der Schüler einer Klasse, unterschieden nach To-dos, Inhalten aus der allgemeinen Bibliothek und Wissenslücken. Der letzte Abschnitt der dem Lehrer zur Verfügung steht, kann eine Leistungsübersicht als PDF generieren. Diese enthält eine Tabelle mit allen Schülern und den zugewiesenen Aktivitäten. In den entsprechenden Feldern wird der Prozentsatz der richtig gelösten Teilaufgaben angezeigt. Wenn dieser gleich oder kleiner als 50 % ist, wird das Feld rot markiert, ansonsten grün; nicht bearbeitete Aufgaben werden grau markiert. Dadurch hat der Lehrer stets einen klaren Überblick über alle Aktivitäten seiner Klasse.

Im Reiter „Auswertung“ kann der Lehrer die Aktivitäten eines einzelnen Schülers detailliert einsehen. Hier kann zwischen den Kategorien „Bücher“ aus der Bibliothek, „Wissenslücken“, „To-dos“ oder „Überall“ gewählt werden. Es werden dann die entsprechenden Aufgaben angezeigt, die der Schüler bearbeitet hat, inklusive des Bearbeitungsdatums und der Anzahl der erreichten Smileys oder Sterne. Zudem gibt es eine Schaltfläche, die die ausgewertete Aufgabe im Detail anzeigt. So kann der Lehrer überprüfen, ob der Schüler die Aufgaben sorgfältig bearbeitet, hat oder nur geraten beziehungsweise weitergeklickt hat. Das heißt die Lehrkraft sieht jede Eingabe und somit auch leere Felder, die nicht ausgefüllt wurden

4.4.6 Kosten

Die Lernplattform bettermarks ist in einigen Bundesländern Deutschlands, jedoch leider nicht in Bayern, kostenlos nutzbar, da Kooperationen zwischen einigen Bundesländern und bettermarks bestehen. Da die Nutzung von bettermarks nur im Klassenverband inklusive Lehrkraft sinnvoll ist, werden keine Privatlizenzen angeboten, sondern Klassen- oder Schullizenzen.

Ein Lehrer, der für seine Schüler eine Klassenlizenz erwerben möchte, muss mindestens 15 Zugänge bestellen, wobei jeder Zugang 20€ kostet. Bei einer Schullizenz müssen mindestens 200 Zugänge beantragt werden, die dann nur noch 10€ pro Zugang kosten.

Alle Lizenzen bieten die gleichen Leistungen: Übungen von der 4. Klasse bis zum Abitur, einen Lernbereich mit personalisierten Rückmeldungen und einen speziellen Bereich für Lehrkräfte.

4.4.7 Gesamtbewertung

Inhaltliche Qualität

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐
Nicht erfüllt	1	2	3	4	5	6	Wird voll erfüllt

Benutzerfreundlichkeit

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒
Nicht erfüllt	1	2	3	4	5	6	Wird voll erfüllt

Feedback für den Schüler

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒
Nicht erfüllt	1	2	3	4	5	6	Wird voll erfüllt

Mobilität und Zugänglichkeit

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒
Nicht erfüllt	1	2	3	4	5	6	Wird voll erfüllt

Gewährleistung der Nachvollziehbarkeit durch den Lehrer

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒
Nicht erfüllt	1	2	3	4	5	6	Wird voll erfüllt

Kosten

☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐
Nicht erfüllt	1	2	3	4	5	6	Wird voll erfüllt

Somit hat bettermarks eine Summe von 39 Punkten.

4.4.8 Einsatz im Unterricht

Die Lernplattform bettermarks ist vielseitig in den Jahrgangsstufen 5-13 im Unterricht einsetzbar. Im Folgenden wird eine mögliche Verwendung beispielhaft beschrieben.

6. Klasse Gymnasium, mit Tabletkoffer im Unterricht, jeder Schüler hat einen eigenen Zugang zu bettermarks

Unterrichtsvoraussetzungen:

- Vorwissen: ganze Zahlen
- Dies ist die erste Stunde des Themenblocks „rationale Zahlen"
  In den nachfolgenden Stunden wird das Kürzen und Rechnen mit Brüchen behandelt.
- Verankerung im Lehrplan: M6 1.1 Bruchteile und Bruchzahlen[25]

Lernziele:

Schüler deuten Aussagen, in denen Anteile vorkommen, richtig und veranschaulichen Anteile auf unterschiedliche Weise, insbesondere mit Flächendiagrammen (Kreis- und Rechteckdiagramme)

Schüler bestimmen Anteile, Bruchteile sowie das jeweils zugehörige Ganze.

Artikulationsschema:

Phase	Zeit	Inhalte/ Lehr- und Lernaktivität	Sozialform/ Methode	Medien
Einstieg	5 min	Bilder von Essen mit jeweils einem Ganzen und einem Bruchteil „Beschreibe den Unterschied!" „Gibt es eine Möglichkeit den Bildern jeweils eine Zahl zuzuordnen?" ➔ Schüler: $1, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}$ Problemstellung: Schokolade wird in zwei deutlich unterschiedene Stücke gebrochen. „Kennt jemand eine Zahl, die das Stück der Schokolade darstellt?"	L-S-G	Beamer (Anhang 4.1)

[25] *LehrplanPLUS - Gymnasium - 6 - Mathematik - Fachlehrpläne*. (o. D.). https://www.lehrplanplus.bayern.de/fachlehrplan/gymnasium/6/mathematik

Erarbeitung	10 min	Stundenthema: Bruchteile - Schüler öffnen bettermarks - Bruchlabor erklären: Torte in vier Teile, eins davon markieren ➔ Ergibt ein Viertel (= $\frac{1}{4}$) - Schüler erforschen mithilfe der Schieberegler die Bedeutung von Nenner und Zähler	EA/ PA	Tablets aus Koffer (Anhang 4.2)
Sicherung	10 min	- Arbeitsblatt austeilen - Bruch mit Nenner, Zähler und Bruchstrich beschriften - Bedeutung von Nenner und Zähler notieren - Unterschiedliche Kreis- und Rechteckdiagramme mit entsprechenden Bruchzahlen beschriften	L-S-G	Beamer, Arbeitsblatt (Anhang 4.3)
Übungsphase	20 min	Bettermarks am Tablet: Ausgeteilte To-dos: 1 Anteile von Ganzen ➔ 1.2 An gleichmäßig zerlegte Figuren dargestellte Anteile erkennen ➔ 1.4 Brüche an gleichmäßig zerlegte Figuren darstellen	EA/ PA	Tabletts aus Koffer (Anhang 4.4)
Hausaufgabe		- Restlichen Aufgaben vom Arbeitsblatt - Aufgaben von bettermarks fertig ➔ Mind. Zwei Smilies pro Aufgabe		

Methodische Analyse:

Die Schokoladentafel wird im Einstieg genutzt, um den Schülern anschaulich den Zusammenhang zu Bruchzahlen zu verdeutlichen. Da Schokolade ein vertrauter Alltagsgegenstand ist, schafft dieses Beispiel eine schülernahe und motivierende Lernatmosphäre. Der Einsatz von Alltagsgegenständen ist didaktisch sinnvoll, da es den Schülern hilft, abstrakte mathematische Konzepte wie Brüche greifbarer zu machen. Durch gezielte Fragen wird die Schüleraktivität gefördert und ihr Vorwissen aktiviert (K1, K2, K4).

Im nächsten Schritt experimentieren die Schüler im Bruchlabor auf Bettermarks. Hier können sie interaktiv arbeiten, beispielsweise eine Torte in vier gleiche Teile teilen und eins davon markieren, um den Bruch 1/4 zu visualisieren. Mithilfe von Schiebereglern erforschen sie eigenständig die Bedeutung von Zähler und Nenner. Der Einsatz digitaler Medien unterstützt das forschende Lernen, indem die Schüler visuell und interaktiv die Zusammenhänge zwischen Zähler und Nenner entdecken. Diese Methode fördert das entdeckende Lernen und ermöglicht es den Schülern, sich Wissen selbstständig zu erschließen. Die Kombination aus Einzel- und Partnerarbeit ist methodisch sinnvoll, da die Schüler das Konzept zunächst eigenständig erforschen und anschließend gemeinsam reflektieren und vertiefen können. Eine kurze Einführung in das Bruchlabor könnte jedoch sicherstellen, dass alle Schüler das Tool effizient nutzen (K5, K6, K7)

In der Sicherungsphase wird das neu erworbene Wissen durch ein strukturiertes Arbeitsblatt gefestigt. Die Schüler beschriften gemeinsam mit der Lehrkraft Zähler, Nenner und den Bruchstrich und halten die Bedeutung von Zähler und Nenner schriftlich fest. Zusätzlich beschriften sie verschiedene Kreis- und Rechteckdiagramme mit den passenden Bruchzahlen. Dies unterstützt das Verständnis von Brüchen auf visuelle Weise und sorgt für eine systematische Wiederholung des Erlernten. (K1, K5, K6)

In der anschließenden Übungsphase können die Schüler das Gelernte in zahlreichen Aufgaben auf Bettermarks anwenden und vertiefen. Diese Übungsaufgaben sind differenziert und bieten durch verschiedene Schwierigkeitsgrade Unterstützung für alle Leistungsniveaus. Ein weiterer Vorteil der Plattform ist das sofortige Feedback, das eine schnelle Selbstkontrolle ermöglicht. Dadurch können die Schüler ihre Lösungen direkt überprüfen und eventuelle Fehler sofort korrigieren. Für Schüler mit Schwierigkeiten bietet die Plattform zudem Hilfestellungen, sodass alle Schüler ihrem eigenen Lernstand entsprechend gefördert werden. (K1, K5, K6, K7)

4.5 MatheGym

4.5.1. Inhaltliche Qualität

Die Lernplattform MatheGym passt die Aufgaben an die unterschiedlichen Lehrpläne der Bundesländer an und berücksichtigt dabei die Schularten. Anstatt sofort in Jahrgangsstufen zu unterscheiden, wie es bei den meisten anderen Lernplattformen üblich ist, bietet MatheGym eine Auswahl an verschiedene Lehrwerke an, die den staatlichen Schulen zur Verfügung stehen, sowie Aufgaben, die im Lehrplan verlinkt sind, BMT- und Abituraufgaben als auch speziell von MatheGym entwickelte Übungen wie Funktionen-Training kompakt oder Knobelaufgaben.

Nach der Auswahl von einem der klassischen Lehrwerke (delta, Lambacher Schweizer und Fokus) erfolgt eine weitere Unterscheidung nach Jahrgangsstufen und schließlich nach den einzelnen Kapiteln bzw. Unterkapiteln des Buches. Zu jedem Thema gibt es Übungsaufgaben sowie den relevanten Stoff zur Bearbeitung der Aufgaben. Oft wird der Rechenweg anhand einer Beispielaufgabe demonstriert, zu einigen dieser Aufgaben gibt es auch Videos, die die Berechnung ausführlich erklären. Für die Bearbeitung der Aufgaben steht ein Eingabefeld zur Verfügung, in das der Schüler seine Lösung einträgt, die dann von MatheGym ausgewertet wird. Nach erfolgreicher Bearbeitung einer bestimmten Anzahl von Aufgaben auf einem Level steigt der Schüler ins nächste Level auf und muss nun schwierigere Aufgaben lösen.

Neben den Aufgaben bietet die Lernplattform auch Spiele an. Für das Fach Mathematik gibt es insgesamt drei Spiele. In zwei davon wird das Kopfrechnen von Additionen, Multiplikationen, Subtraktionen und Divisionen geübt, teilweise auch das Vereinfachen von Termen oder Potenzen. Im dritten Spiel müssen Funktionsterme graphisch gedeutet werden, und umgekehrt soll zu jedem Graphen der richtige Funktionsterm gefunden werden.

4.5.2. Benutzerfreundlichkeit

Die Navigation durch die Webseite erfolgt über eine schwarze Navigationsleiste. Wählt man den Bereich „Aufgaben/Videos“ aus, muss man beim ersten Nutzen das Bundesland und die Schulart auswählen, gefolgt vom Fach. Dadurch öffnet sich eine Liste mit verschiedenen Lehrwerken und zusätzlichen Aufgaben (vgl. Abbildung 22). Um optimal für den Unterricht vorbereitet zu sein, sollte man das Lehrwerk der eigenen Schule auswählen. Allerdings kann man auch die Übungen zu den anderen Schulbüchern machen. Anschließend gibt man die Jahrgangsstufe an, woraufhin eine thematische Auswahl erscheint, die den Kapiteln im Buch entspricht.

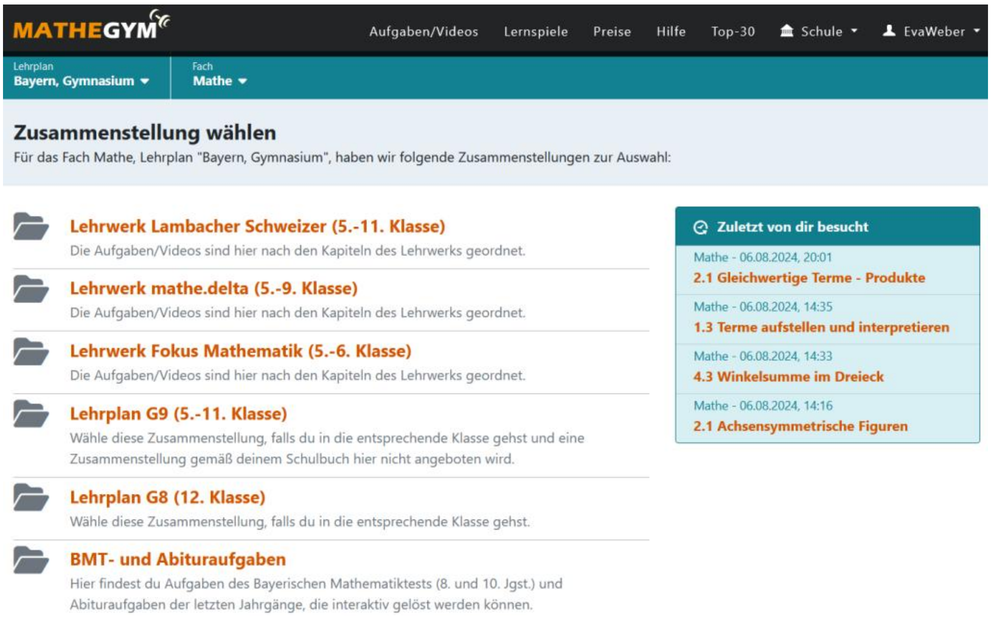


Abbildung 22: Auswahl an Lehrwerke und Übungsaufgaben

Ein großer Vorteil der Lernplattform ist, dass sie sich beim erneuten Öffnen der Seite das ausgewählte Lehrwerk und die Jahrgangsstufe merkt und direkt zur Themenauswahl springt. Zudem ermöglicht ein Kasten mit den zuletzt besuchten Themen eine schnelle Navigation. Die ausgewählten Schritte werden auch in der blauen Navigationsleiste angezeigt, sodass man jederzeit die Jahrgangsstufe oder das Lehrwerk ändern kann.

Neben den Übungen werden auch Lernspiele angeboten, die schnell und einfach zu starten sind. Beim Kopfrechentrainer können beispielsweise vorab die Aufgabentypen wie kleines Einmaleins, Strichrechnung, Punktrechnung oder alle Grundrechenarten eingestellt werden.

4.5.3. Feedback für den Schüler

Bei MatheGym erhalten Schülerinnen und Schüler direkt nach dem Lösen einer Aufgabe sofortiges Feedback, ob ihre Antwort korrekt ist. Unabhängig vom Ergebnis wird ihnen stets ein detaillierter und leicht verständlicher Lösungsweg präsentiert. Je nach Schwierigkeitsgrad der Aufgabe können sie dabei einen oder bis zu vier „Checkos“ sammeln – ein Punktesystem, das es ermöglicht, sich selbst

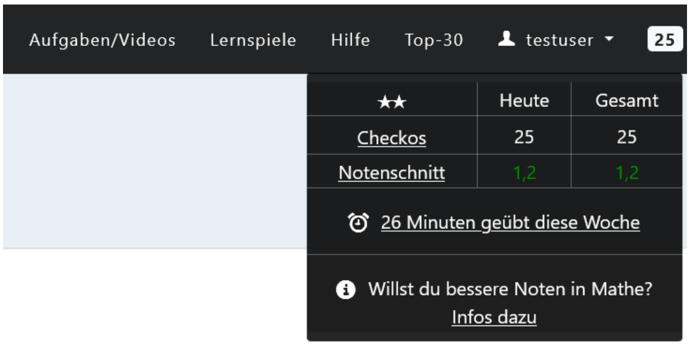


Abbildung 23: Navigationsleiste eines Schülers mit genauerer Leistungsübersicht

oder mit anderen zu vergleichen. Die meisten Aufgaben bringen einen Checko, während bei anspruchsvolleren Aufgaben mehr Checkos erreichbar sind. Die im Laufe eines Schuljahres gesammelten Checkos werden gut sichtbar in der oberen rechten Ecke der Leiste angezeigt. Mit einem Klick darauf erhält man eine detaillierte Übersicht über die eigene Leistung. Hier sieht man unter anderem, wie viele Checkos man an einem Tag gesammelt hat und wie lange man die Woche auf MatheGym geübt hat. Die Sterne im linken oberen Bereich der Anzeige zeigen den eigenen Rang basierend auf der Anzahl der gesammelten Checkos. Ab zwei Sternen darf man sich „Checker“ nennen, da man mindestens 25 Checkos erreicht hat. Mit 125 Checkos wird man zum „Voll-Checker“ und erhält drei Sterne. Insgesamt können bis zu sechs Sterne erreicht werden – der höchste Rang „King of MatheGym“ wird mit beeindruckenden 15.625 Checkos verliehen.

MatheGym bietet zudem die spannende Möglichkeit, sich mit allen Nutzern der Plattform, um einen Platz in den Top 30 zu messen. Der Platz im Ranking ist einfach einzusehen, denn es gibt eine spezielle Kategorie in der Navigationsleiste. Man kann sich nicht nur deutschlandweit vergleichen, sondern auch mit Klassenkameraden und Mitschülern der eigenen Schule.

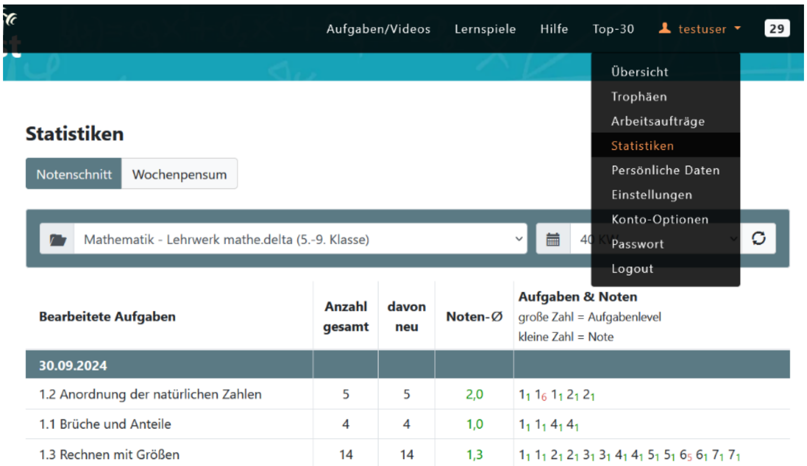


Abbildung 24: Statistiken über den Lernfortschritt

Unter dem Punkt „Statistiken“ finden Schülerinnen und Schüler eine detaillierte Übersicht über ihren Lernfortschritt und die erzielten Noten aus den bearbeiteten Aufgaben. MatheGym stellt Aufgaben zu verschiedenen Schulbüchern wie „delta“ oder „Lambacher Schweizer“ zur Verfügung. In den Statistiken wird für jedes Lehrwerk separat aufgeführt, wie erfolgreich die Aufgaben bearbeitet wurden. Eine gemeinsame Übersicht aller Aufgaben über mehrere Lehrwerke hinweg gibt es jedoch nicht, was für den Schulalltag meist unerheblich ist, da sich die Schüler in der Regel auf das in der Schule verwendete Lehrwerk konzentrieren. Neben der Notenübersicht kann auch das Wochenpensum eingesehen werden. Diese Ansicht zeigt, wie viele Minuten pro Woche in die

Bearbeitung der Aufgaben investiert wurden. Die Tabelle dokumentiert die Arbeitszeit wochenweise, bis zu neun Wochen rückblickend.

4.5.4. Mobilität und Zugänglichkeit

Zu Beginn muss man sich auf der Plattform MatheGym einmal registrieren, wobei die Registrierung mit der Privatlizenz problemlos funktioniert, ebenso der Anmeldevorgang, beim Öffnen der Webseite. Für die Verknüpfung mit der Schule steht eine Auswahl aller Schulen mit Schullizenz zur Verfügung, sodass kaum etwas schiefgehen kann.

Die Lernplattform MatheGym ist auf allen internetfähigen Geräten verfügbar, darunter Computer, Laptops, Tablets und Smartphones. Am übersichtlichsten und benutzerfreundlichsten ist die Seite jedoch auf Tablets und größeren Geräten. Auch auf Smartphones bleibt die Bedienung angenehm, ohne dass die Seite unkontrolliert scrollt.

4.5.5. Gewährleistung der Nachvollziehbarkeit durch den Lehrer

Auf MatheGym kann der Lehrer nicht nur überprüfen, ob ein Schüler die zugewiesenen Arbeitsaufträge erfüllt hat, sondern auch, welche freiwilligen Aufgaben er bearbeitet hat. Für die Arbeitsaufträge wird eine Übersicht für den Lehrer in Form einer Tabelle erstellt, die für jeden Schüler die Anzahl der bearbeiteten Aufgaben pro Schwierigkeitslevel sowie die jeweilige Durchschnittsnote pro Level anzeigt. In der farblich hervorgehobenen Kopfzeile der Tabelle wird zudem der Durchschnitt aller Schüler dargestellt, die den Arbeitsauftrag vollständig bearbeitet haben. In Abbildung 25 sind bei „Schüler Siggi“ keine Daten zu sehen, da er der Sichtbarkeit seiner Leistungen für den Lehrer nicht zugestimmt hat.


Schülerleistungen

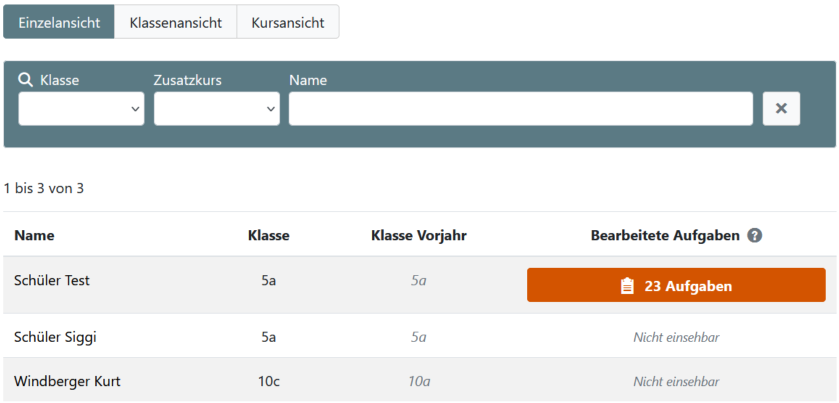
Arbeitsaufträge | Leistungen allgemein

Übersicht / Brüche / 5a

Name	Aufgabenserie Ø	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ø aller Schüler	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	1,0		Ø-Note
	18,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0	Ø bearbeitete Aufgaben
Schüler Test	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	1,0		Ø-Note
	18	2	2	2	2	2	2	2	2	2		Bearbeitete Aufgaben
Schüler Siggi												Ø-Note
												Bearbeitete Aufgaben

Abbildung 25: Schülerleistungen bei einem Arbeitsauftrag

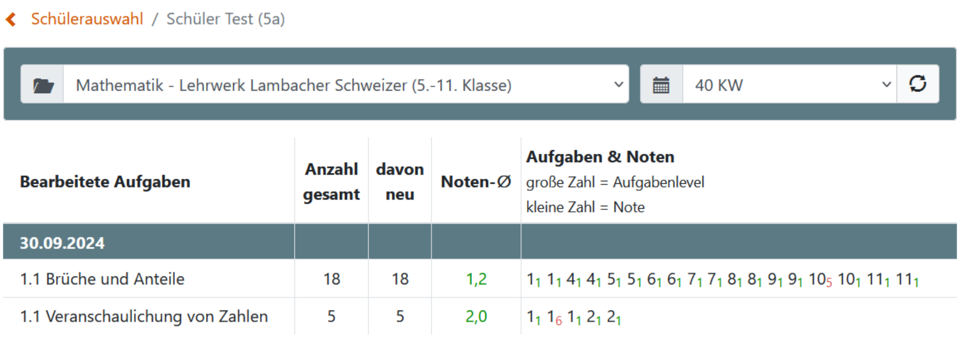
Unter dem Reiter „Leistungen allgemein“ findet sich eine Übersicht aller Schüler aus sämtlichen Klassen. Für eine gezieltere Ansicht kann der Lehrer jedoch auf die Klassenansicht umschalten, um sich die Leistungen einzelner Klassen anzusehen. Die Kursansicht funktioniert ähnlich, erlaubt aber eine weitere Unterteilung innerhalb einer Klasse, etwa in Intensivierungskurse, sodass die Leistungen der Schüler in diesen spezifischen Kursen angezeigt werden.



Name	Klasse	Klasse Vorjahr	Bearbeitete Aufgaben
Schüler Test	5a	5a	23 Aufgaben
Schüler Siggi	5a	5a	Nicht einsehbar
Windberger Kurt	10c	10a	Nicht einsehbar

Abbildung 261: Leistungsübersicht aller Schüler

Möchte der Lehrer die bearbeiteten Aufgaben eines einzelnen Schülers einsehen, wie beispielsweise bei „Schüler Test“ in Abbildung 26, wählt er das orangefarbene Feld aus. Daraufhin erscheint eine Tabelle (siehe Abbildung 27), in der der Lehrer einen Ordner auswählt, wie etwa das „Lehrwerk Lambacher Schweizer“. Zusätzlich kann eine bestimmte Kalenderwoche gewählt werden, um gezielte Informationen anzuzeigen. In der Tabelle ist das genaue Bearbeitungsdatum, das Thema der Aufgaben, die Anzahl der bearbeiteten Aufgaben, der Notendurchschnitt, das Aufgabenlevel sowie die jeweilige Note der bearbeiteten Aufgaben aufgelistet.



Bearbeitete Aufgaben	Anzahl gesamt	davon neu	Noten-Ø	Aufgaben & Noten große Zahl = Aufgabenlevel kleine Zahl = Note
30.09.2024				
1.1 Brüche und Anteile	18	18	1,2	1_1 1_1 4_1 4_1 5_1 5_1 6_1 6_1 7_1 7_1 8_1 8_1 9_1 9_1 10_5 10_1 11_1 11_1
1.1 Veranschaulichung von Zahlen	5	5	2,0	1_1 1_6 1_1 2_1 2_1

Abbildung 27: Leistungsübersicht eines Schülers

4.5.6. Kosten

Die Lernplattform ist nicht kostenlos, kann jedoch einen Monat lang kostenlos getestet werden. Man kann entweder eine Privatlizenz für einen Monat oder ein Jahr erwerben. Die Monatslizenz kostet 14€, während die Jahreslizenz 59€ beträgt. Beide Pakete bieten die gleichen Inhalte und Funktionen und sind kein Abonnement, was bedeutet, dass die Lizenz nach Ablauf manuell um einen Monat oder ein Jahr verlängert werden muss.

Die Jahreslizenz bietet einen 50% Geschwister-Rabatt, bei dem das Geschwisterkind die Lizenz zum halben Preis erwerben kann. Rechnet man die 59€ auf das gesamte Jahr um, ergibt sich ein monatlicher Betrag von 4,92€. Angesichts der gebotenen Leistungen ist dies ein angemessener Preis.

MatheGym ist inzwischen so weit verbreitet, dass ganze Schulen und Klassen regelmäßig mit der Plattform arbeiten. Schulen haben die Möglichkeit, eine Schullizenz zu erwerben, wodurch sowohl Schüler als auch Lehrkräfte die Plattform kostenlos nutzen können. Würde man allerdings die Kosten der Schullizenz auf die einzelnen Nutzer umlegen, läge der Betrag ab dem Medium-Tarif bei maximal 6,45 € pro Person – ein Preis, der sich bei einer höheren Anzahl von Nutzern weiter verringert. Angesichts des umfangreichen Angebots und der nützlichen Funktionen von MatheGym ist dieser Betrag durchaus gerechtfertigt.

Schullizenz (Hauptlizenz inkl. Mathe)

Tarif	Anzahl Nutzer (Schüler+Lehrkräfte)	Preis/Jahr	
Small	Bis 50	219€	Bestellen
Medium	Bis 150	329€	Bestellen
MediumPlus	Bis 300	549€	Bestellen
Large	Bis 500	769€	Bestellen
X-Large	Unbegrenzt	989€	Bestellen

Abbildung 28: Preistabelle für die Schullizenz

4.5.7. Gesamtbewertung

Inhaltliche Qualität

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒
Nicht erfüllt	1	2	3	4	5	6	Wird voll erfüllt

Benutzerfreundlichkeit

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒
Nicht erfüllt	1	2	3	4	5	6	Wird voll erfüllt

Feedback für den Schüler

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐
Nicht erfüllt	1	2	3	4	5	6	Wird voll erfüllt

Mobilität und Zugänglichkeit

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒
Nicht erfüllt	1	2	3	4	5	6	Wird voll erfüllt

Gewährleistung der Nachvollziehbarkeit durch den Lehrer

☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐
Nicht erfüllt	1	2	3	4	5	6	Wird voll erfüllt

Kosten

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐
Nicht erfüllt	1	2	3	4	5	6	Wird voll erfüllt

Somit hat MatheGym eine Summe von 38 Punkten.

4.5.8. Einsatz im Unterricht

Die Lernplattform MatheGym ist vielseitig in den Jahrgangsstufen 5-13 im Unterricht einsetzbar. Im Folgenden wird eine mögliche Verwendung beispielhaft beschrieben.

11. Klasse Gymnasium, Tabletklasse
Jeder Schüler hat einen eigenen Zugang zu MatheGym.

Unterrichtsvoraussetzungen:

- Vorwissen: Grenzverhalten von gebrochen-rationaler Funktionen im Unendlichen
  Grenzverhalten von gebrochen-rationaler Funktionen bei einer Polstelle
  Limesschreibweise
  Konvergenz/ Divergenz von Funktionen
- Vorstunde: Einführung: Grenzverhalten von gebrochen-rationalen Funktionen an Polstellen
- In der nachfolgenden Stunde schließen die Schüler aus dem Funktionsterm geberochen-rationaler Funktionen auf den Verlauf und umgekehrt.
- Verankerung im Lehrplan: M11 2 gebrochen-rationale Funktionen - Grenzwerte und Asymptoten[26]

Lernziele:

- Schüler ermitteln mithilfe des Funktionsterms das links- und rechtsseitige Grenzverhalten einer einfachen gebrochen-rationalen Funktion für $x \to x_0$, um den Verlauf des Graphen in der Umgebung einer Polstelle x_0 zu beschreiben.
- Schüler ermitteln anhand des Funktionsterms – auch mithilfe zielgerichteter Termumformungen – das Grenzverhalten einer einfachen gebrochen-rationalen Funktion für $x \to +\infty$ und für $x \to -\infty$ und geben ggf. die Gleichung der waagrechten Asymptote an.
- Schüler geben ggf. das Zähler- bzw. Nennerpolynom als Produkt von Linearfaktoren an und verwenden situationsgerecht unterschiedliche Darstellungen des Funktionsterms.
- Besitzt der Graph eine schräge Asymptote, geben sie deren Gleichung an, sofern diese unmittelbar aus dem zugehörigen Funktionsterm ersichtlich ist

[26] *LehrplanPLUS - Gymnasium - 11 - Mathematik - Fachlehrpläne*. (o. D.). https://www.lehrplanplus.bayern.de/fachlehrplan/gymnasium/11/mathematik

Artikulationsschema:

Phase	Zeit	Inhalte/ Lehr- und Lernaktivität	Sozialform/ Methode	Medien
Einstieg/ Wiederholung	10 min	„Nenne mir die Definition einer konvergenten Funktion, mithilfe der Abbildung oder auch einer eigenen“ „Was ist der Unterschied zu einer divergierenden Funktion?“ „Woran kann man eine divergierende Funktion erkennen?“ Zeigen einer gebrochen-rationalen Funktion auf Beamer: „Konvergiert oder divergiert die Funktion?“	L-S-G	Beamer, PPP (Anhang 5.1)
Übung	25 min	Arbeitsauftrag bearbeiten: 2.2 und 2.3 für 11. Klasse Von jeder richtig gelösten Aufgabe müssen die Schüler einen Screenshot machen.	EA/ PA	Tablets
Sicherung	7 min	Screenshots der einzelnen Aufgaben werden ins digitale Heft eingefügt.	EA	Tablets (Anhang 5.2)

Methodische Analyse:

Die Lehrkraft beginnt die Stunde mit einer Wiederholung der zuvor behandelten Inhalte, indem sie die Schüler auffordert, die Definition einer konvergenten Funktion zu erläutern. Zur Unterstützung der Visualisierung und Erklärung wird der Beamer eingesetzt, auf dem eine PowerPoint-Präsentation mit einer passenden Funktion gezeigt wird. Diese visuelle Unterstützung fördert das Verständnis und hilft den Schülern, theoretische Konzepte besser zu verinnerlichen (K1, K2, K6).

Im anschließenden Übungsteil nutzen die Schüler ihre Tablets, um Aufgaben auf der Lernplattform MatheGym zu bearbeiten. Dadurch wird eine interaktive und differenzierte Übungsphase ermöglicht, bei der die Aufgaben individuell an den Lernstand jedes Schülers angepasst werden können. Das entsprechende Level kann so lange geübt werden, bis die Aufgaben sicher beherrscht werden. Außerdem besteht die Möglichkeit, sich Zwischenschritte anzeigen zu lassen, was den Lernprozess zusätzlich unterstützt. Durch das direkte Feedback auf der Plattform können die Schüler ihre Fortschritte sofort nachvollziehen und eigenständig ihre Fehler korrigieren, was zu einem hohen Maß an Eigenverantwortung und Selbstkontrolle führt (K1, K6, K7).

In der abschließenden Sicherungsphase dokumentieren die Schüler ihre Ergebnisse, was ihnen ermöglicht, den eigenen Lernprozess zu reflektieren und strukturiert festzuhalten. Diese Dokumentation erleichtert eine spätere Wiederholung und gewährleistet die Nachvollziehbarkeit des Gelernten. Zusätzlich fördert der Einsatz digitaler Medien den Aufbau von Medienkompetenz, die in einer zunehmend digitalisierten Welt immer wichtiger wird.

5. Fazit

Das Ziel dieser Arbeit war ein Ranking der bisher bekanntesten und häufig genutzten Lernplattformen aus dem Internet zu erstellen. Addiert man die erreichten Punkte der jeweiligen Kriterien einer Plattform, kann man sie klar einordnen:

Tabelle 1: Ranking der Lernplattformen

Bettermarks	39 Punkte
MatheGym	38 Punkte
Aufgabenfuchs	33 Punkte
Schlaukopf	26 Punkte
Mathepanik	25 Punkte

Bettermarks führt mit 39 Punkten und überzeugt somit am stärksten durch sein Angebot. MatheGym folgt dicht dahinter mit 38 Punkten, was zeigt, dass auch diese Plattform eine umfassende und qualitativ hochwertige Unterstützung sowohl für Schüler als auch für Lehrer im und außerhalb des Unterrichts bietet. Aufgabenfuchs erreicht 33 Punkte und positioniert sich im Mittelfeld, wobei hier noch Verbesserungspotenzial besteht. Schlaukopf (26 Punkte) und Mathepanik (25 Punkte) bilden das Schlusslicht und konnten in Bezug auf didaktische Vielfalt und Nutzbarkeit weniger überzeugen. Dies deutet darauf hin, dass sie vor allem in der Tiefe der Aufgaben und der Art der Benutzerführung hinter den anderen Plattformen zurückbleiben.

Trotz der geringeren Punktzahl von Schlaukopf (26 Punkte) und Mathepanik (25 Punkte) können beide Plattformen dennoch gut im Unterricht eingesetzt werden. Es erfordert jedoch eine sorgfältige Überlegung seitens der Lehrkraft, wie diese am besten genutzt werden können, da beide spezifische Vorteile bieten. Schlaukopf punktet durch spielerische und motivierende Übungsformate, die sich gut zur Wiederholung und Sicherung eignen, während Mathepanik eine klare Fokussierung auf Rechenaufgaben bietet, die besonders bei der Festigung grundlegender Rechenfertigkeiten hilfreich sein kann. Die gezielte Integration dieser Plattformen kann somit durchaus einen wertvollen Beitrag zur Unterrichtsgestaltung leisten.

Abschließend lässt sich festhalten, dass der Einsatz von Online-Plattformen im Mathematikunterricht ein großes Potenzial zur Förderung mathematischer Kompetenzen bietet. In dieser Arbeit wurden verschiedene Lernplattformen vorgestellt und konkrete Einsatzmöglichkeiten im Unterricht vorgeschlagen, die zeigen, wie digitale Tools effektiv in den Lehr-Lern-Prozess integriert werden können. Interaktive und adaptive Lernumgebungen ermöglichen eine individuelle Förderung, fördern das eigenständige Lernen und unterstützen eine nachhaltige Kompetenzentwicklung. Durch die Kombination von Selbstlernphasen und gemeinschaftlichen Aktivitäten, wie etwa Teamquizzen, wird zudem die Motivation der Schüler gesteigert. Damit digitale Lernplattformen ihr volles Potenzial entfalten können, ist eine durchdachte Einbindung in den Unterricht sowie eine kontinuierliche Reflexion der Lernerfolge essenziell.

Literaturverzeichnis

Literaturquellen

Aufgabenfuchs: Startseite. (o. D.). https://www.aufgabenfuchs.de/index.shtml

bettermarks GmbH. (2023, 8. August). *Mathe-Übungen und Aufgaben für alle Themen der Klassenstufen 4 bis 12*. Bettermarks. https://de.bettermarks.com/

Bildungsstandards. (o. D.). https://www.kmk.org/themen/qualitaetssicherung-in-schulen/bildungsstandards.html

Bühner, M. (2008). *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion*. https://doi.org/10.17877/de290r-6148

Ditchen, P. (o. D.). *www.mathepanik.de - Mathe-Übungen im Internet*. https://www.mathepanik.de/

Fritz, U., Lauermann, K., Pächter, M., Stock, M. & Weirer, W. (2019). *Kompetenzorientierter Unterricht: Theoretische Grundlagen – erprobte Praxisbeispiele*. UTB GmbH.

Kunter, M., Baumert, J. & Blum, W. (2011). *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV*. Waxmann Verlag.

Krauss, S. (14.05.2024) *Didaktik der Algebra* Wintersemester 2022/23

LehrplanPLUS - Auswahl Inhalt. (o. D.). https://www.lehrplanplus.bayern.de/schulart/gymnasium

Mathe Lernplattform, Online-Übungen | mathegym. (o. D.). Mathegym Lernplattform. https://mathegym.de/

PISA 2022. Analyse der Bildungsergebnisse in Deutschland. (2023). In *Waxmann Verlag GmbH eBooks*. https://doi.org/10.31244/9783830998488

Schlaukopf. (o. D.). *Schlaukopf.de - Lernen kann Spaß machen!* https://www.schlaukopf.de/

Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2022). *Bildungsstandards für das Fach Mathematik: erster Schulabschluss (ESA) und mittlerer Schulabschluss (MSA).* https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2022/2022_06_23-Bista-ESA-MSA-Mathe.pdf

Weschenfelder, E. (2014). *Professionelle Kompetenz von Politiklehrkräften: Eine Studie zu Wissen und Überzeugungen*. Springer-Verlag.

Abbildungen

Abbildung 1: selbst erstellt, angelehnt an Krauss, S. (14.05.2024) *Didaktik der Algebra* Wintersemester 2022/23

Abbildung 2: Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2022). *Bildungsstandards für das Fach Mathematik: erster Schulabschluss (ESA) und mittlerer Schulabschluss (MSA)*. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2022/2022_06_23-Bista-ESA-MSA-Mathe.pdf

Abbildung 3: *Aufgabenfuchs: Teilbarkeitsregeln*. (o. D.-b). https://mathe.aufgabenfuchs.de/bruch/teilbarkeit.shtml

Abbildung 4: Thomas. (o. D.-b). *Aufgabenfuchs: Terme aufstellen*. https://mathe.aufgabenfuchs.de/gleichung/terme-aufstellen.shtml

Abbildung 5: *Aufgabenfuchs: Teilbarkeitsregeln*. (o. D.).
https://mathe.aufgabenfuchs.de/bruch/teilbarkeit.shtml

Abbildung 6: Thomas. (o. D.-b). *Aufgabenfuchs: mathematische Grundkenntnisse*.
https://mathe.aufgabenfuchs.de/grundkenntnisse/teamquiz.shtml

Abbildung 7: *Aufgabenfuchs: Mathematik Konzept*. (o. D.).
https://mathe.aufgabenfuchs.de/konzept.shtml

Abbildung 8, 9, 10: Es gibt keinen Link, der die Aufgabenauswahl oder die Resultate öffnet.

Abbildung 11, 12: *Mathepanik.de*. (o. D.-b).
https://www.mathepanik.de/Klassen/Klasse_6/Lektion_Kl_6_L_brueche_bruchteile.php

Abbildung 13: Ditchen, P. (o. D.-a). *Www.mathepanik.de - klassen*.
https://www.mathepanik.de/main/klassen.php?sid=

Abbildung 14: *Mathepanik.de*. (o. D.-c).
https://www.mathepanik.de/Klassen/Klasse_7/_Themen_Kl_7.php

Abbildung 15: *Mathepanik.de*. (o. D.-d).
https://www.mathepanik.de/Klassen/Klasse_7/Lektion_Kl_7_A_terme_vereinfachen.php

Abbildung 16, 17: Hicke, M. (o. D.). *Dreisatz und Sachrechnen: Gymnasium Klasse 7 - Mathematik*. Schlaukopf. https://www.schlaukopf.de/gymnasium/klasse7/mathematik/sachrechnen#q=49520

Abbildung 18: *Schlaukopf Lehrerbereich*. (o. D.).
https://www.schlaukopf.de/lehrer/gruppe/gknf93k/mitglieder

Abbildung 19:

Abbildung 20:

Abbildung 21:

Abbildung 22: *Zusammenstellung wählen | Mathegym*. (o. D.-b).
https://mathegym.de/lehrplan/1/bayern-gymnasium/mathe

Abbildung 23: Es gibt keinen Link, der die Leistungsübersicht öffnet.

Abbildung 24: *Login | mathegym*. (o. D.). https://mathegym.de/konto/notenschnitt

Abbildung 25: *Login | mathegym*. (o. D.-b).
https://mathegym.de/schule/arbeitsauftraege?page=&action=performance&idSel=102775&name=&class=&course=&id=&sortby=name&archive=0&classSel=5a

Abbildung 26: *Login | mathegym*. (o. D.-c).
https://mathegym.de/schule/schuelerleistungen/einzelansicht

Abbildung 27: *Preise für unser Mathe-Lernprogramm | Mathegym*. (o. D.).
https://mathegym.de/preise

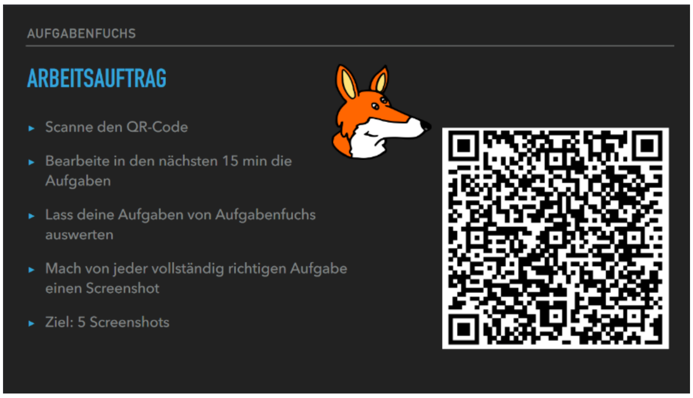
Abbildung 11, 12, 13: *Bettermarks*. (o. D.). https://apps.bettermarks.com/sc/assignments/current

Anhang

Anhangsverzeichnis

1. Aufgabenfuchs

1.1 Folien für den Einstieg



Bildquellen: Qr.Io. (o. D.). *Generate customized QR codes | QR.io*. https://qr.io/ (QR-Code)

Aufgabenfuchs: Startseite. (o. D.-b). https://www.aufgabenfuchs.de/index.shtml (Logo)

1.2 Hefteintrag zu Term und Variable

Term und Variable

Ein **Term** ist ein sinnvoller Rechenausdruck (Addition, Differenz, Multiplikation, Division), der aus Zahlen, Variablen und Rechenzeichen besteht.

Beispiel

$4 + 2$

$8 : (3 - 1)$

$5 \cdot (4 + 1)$

$6 \cdot 3 + 5$

Eine **Variable** ist ein Platzhalter (meistens Buchstaben), in einem Term.

Beispiel

$4 + a$

$6 \cdot k$

Früher: $4 + \square = 7$ jetzt: $\overbrace{4 + \underset{\substack{\uparrow \\ \text{Variable}}}{a}}^{\text{Term}} = 7$

Aufgabe

Ein gleichseitiges Dreieck hat eine Seitenlänge von x cm.

Stelle einen Term für den Umfang des Dreiecks auf!

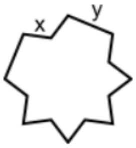
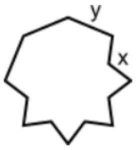
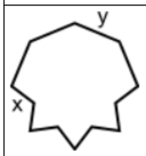
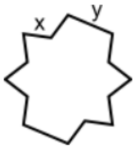
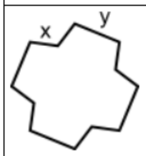
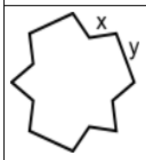
Lösung:

$x + x + x$

(selbst erstellt)

1.3 Screenshots der korrekt bearbeiteten Aufgaben

Aufgabe 4: Ordne die jeweilige Figur dem Term zu, der den entsprechenden Umfang der Figur angibt. Alle kurzen Seiten haben die Länge x

	12x + 2y
	10x + 3y
	8x + 4y
	12x + 2y
	8x + 4y
	10x + 3y

Aufgabe 6: Auf das folgende Armband sind unterschiedliche Perlen aufgefädelt.

a) Ergänze den vereinfachten Term für die Armbandlänge.

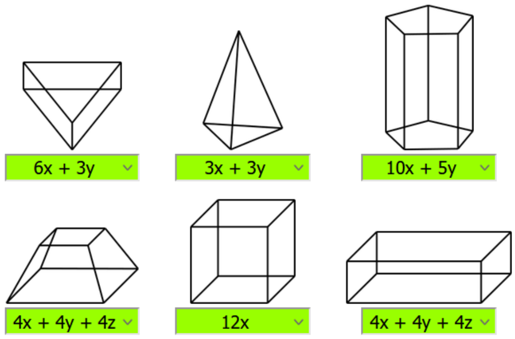
b) Trage die Länge des Armbandes ein.

Perle a 15 mm | Perle b 12 mm | Perle c 6 mm

a) Vereinfachter Term der Länge: a + b + c

b) Das Armband ist cm lang.

Aufgabe 8: Die folgenden Körper bestehen aus Draht. Klick darunter die Terme an, die zu den Kanten des jeweiligen Körpers passen.



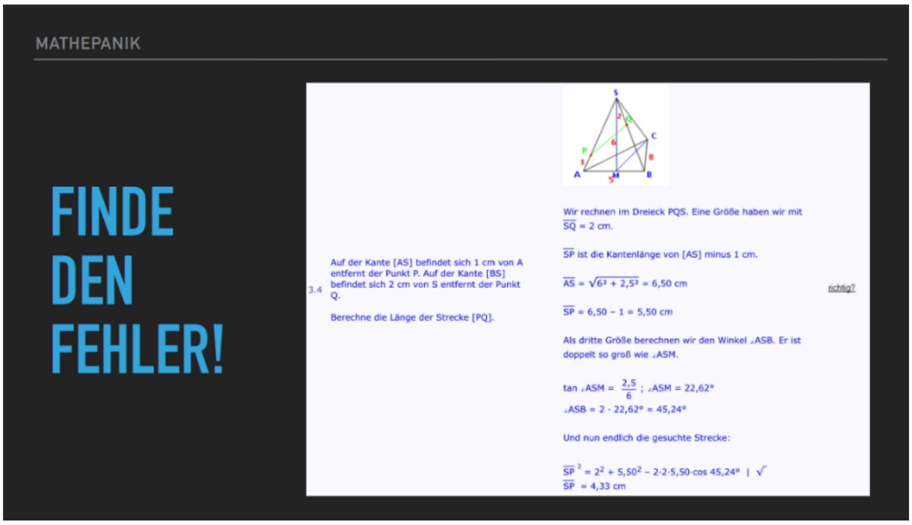
Aufgabe 14: Ordne jedem Satz einen Term zu.

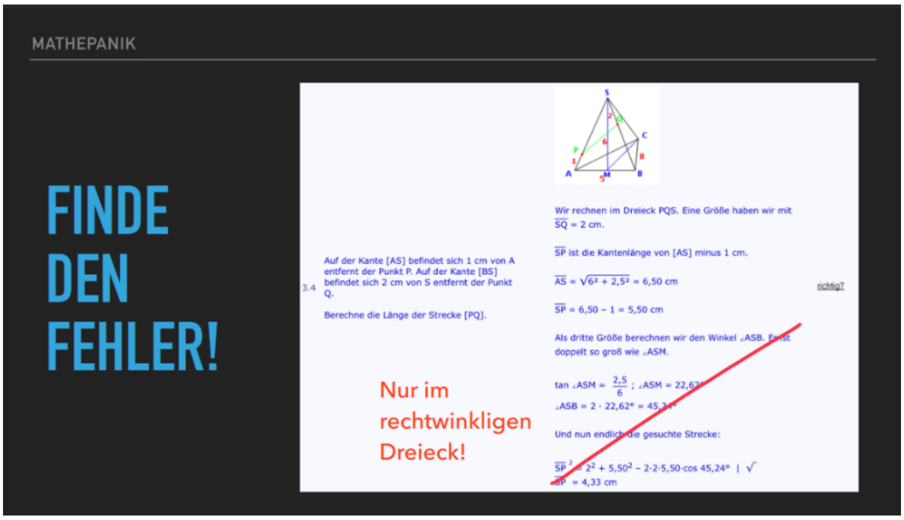
a) Durch den Umzug hat sich Heikos Schulweg verdoppelt.	t · 2
b) Drei Leute teilen sich eine Pizza.	x : 3
c) Sabine erhält diesen Monat nur die Hälfte ihres Taschengeldes.	a : 2
d) Brunos Vertrag wurde um 3 Jahre verlängert.	n + 3
e) Bei Regen kommt nur ein Viertel der sonst üblichen Besucher in den Park.	t : 4
f) Mit einem Flaschenzug kann man das dreifache Gewicht heben.	p · 3
g) Das Schlauchboot kostet jetzt 20 € weniger als die Hälfte seines alten Preises.	y : 2 - 20
h) Wenn ihr die doppelte Menge Bälle kauft, erhaltet ihr noch 5 weitere kostenlos dazu.	n · 2 + 5

(Quelle: Thomas. (o. D.-e). *Aufgabenfuchs: Terme aufstellen*. https://mathe.aufgabenfuchs.de/gleichung/terme-aufstellen.shtml?sichtbar(5,7,9,15))

2. Mathepanik

2.1 Folien für den Einstieg





Quelle: *Mathepanik.de*. (o. D.-e). https://www.mathepanik.de/Klassen/Klasse_10/Lektion_Kl_10_A_koerper_pyramiden.php

Matheueberall, B. (o. D.). *Ein Schrägbild einer Pyramide*. https://www.blikk.it/angebote/primarmathe/ma1840.htm (Schrägbild der Pyramide)

2.2 Korrigierte Aufgaben

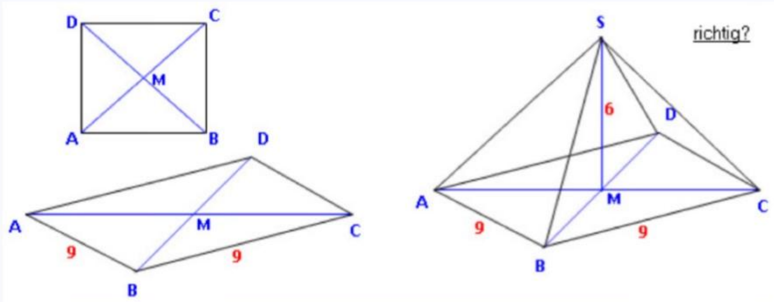
1.1 Zeichne das Schrägbild einer Pyramide ABCDS mit quadratischer Grundfläche ABCD. $\overline{AB} = 9$ cm. Die Spitze S steht senkrecht über dem Diagonalen-schnittpunkt M. $\overline{MS} = 6$.

Die Diagonale [AC] liegt auf der Schrägbildachse. $\omega = 45°$; $q = 0{,}5$

Zuerst müssen wir die Länge der Diagonalen berechnen:

$\overline{AC} = \sqrt{9^2 + 9^2} = 12{,}72$ cm

Wir starten mit [AC]. Dann zeichnen wir [BD] so, dass sie [AC] in der Mitte schneidet, auf die Hälfte verkürzt und davon wiederum die Hälfte nach oben und nach unten. Die Höhe einzeichnen, alles Verbinden.



richtig?

1.2 Berechne Volumen und Oberfläche der Pyramide.

$V = \frac{1}{3} \cdot 9 \cdot 9 \cdot 6 = 162 \text{ cm}^3$

Für die Oberfläche benötigen wir die Dreieckshöhe.

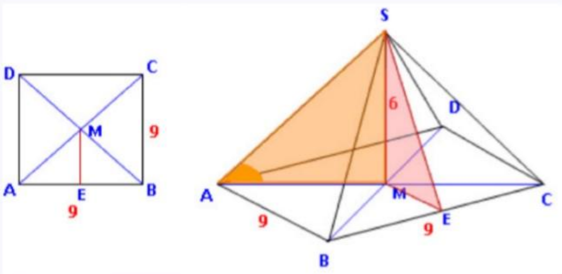
$|\overline{SE}|^2 = \overline{ME}^2 + \overline{MS}^2$

$|\overline{SE}|^2 = 4{,}5^2 + 6^2 \quad | \sqrt{\ }$

$|\overline{SE}|$ $\cancel{\overline{AC}} = 7{,}50$ cm

$O = 9^2 + 4 \cdot 0{,}5 \cdot 9 \cdot 7{,}5 = 216 \text{ cm}^3$

richtig?



1.3 Berechne die Kantenlänge [AS], den Winkel, den die Kante mit der Grundfläche einschließt und die Fläche des Dreiecks AMS.

halbe Boden-Diagonale:
$\overline{AM} = 0{,}5 \cdot 12{,}72 = 6{,}36$ cm

$\overline{AS} = \sqrt{6{,}36^2 + 6^2} = 8{,}74$ cm

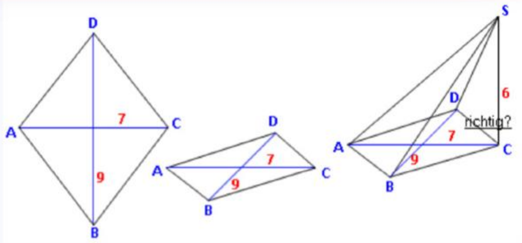
$\tan \angle MAS = \frac{6}{6{,}36} \qquad \angle MAS = 43{,}33°$

$A_{AMS} = 0{,}5 \cdot 6{,}36 \cdot 6 = 19{,}08 \text{ cm}^2$

richtig?

2.1 Zeichne das Schrägbild einer Pyramide ABCDS mit rautenförmiger Grundfläche ABCD. $\overline{AC}$ = 7 cm, $\overline{BD}$ = 9 cm. Die Spitze S steht senkrecht über dem Punkt C. Höhe $\overline{CS}$ = 6 cm.

Die Diagonale [AC] liegt auf der Schrägbildachse. ω = 45° ; q = 0,5



richtig?

2.2 Berechne Volumen und Oberfläche der Pyramide.

$$G = \frac{1}{2} \cdot e \cdot f$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 7 \cdot 9 = 31{,}5 \text{ cm}^2$$

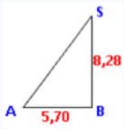
$$V = \frac{1}{3} \cdot 31{,}5 \cdot 6 = 63 \text{ cm}^3$$

Die Dreiecke BCS und DCS besitzen [CS] = 6 cm als Höhe. Was fehlt ist die Grundseite:

$$|\overline{BC}| = \sqrt{3{,}5^2 + 4{,}5^2} = 5{,}70 \text{ cm}$$

$$A_{BCS} = A_{DCS} = \frac{1}{2} \cdot 5{,}70 \cdot 6 = 17{,}10 \text{ cm}^2$$

Für die Dreiecke ABS und DAS sind die Kanten [BS] und [DS] die Seitenhöhen.



$$|\overline{BS}| = \sqrt{5{,}70^2 + 6^2} = 8{,}28 \text{ cm}$$

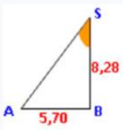
$$A_{BCS} = A_{DCS} = \frac{1}{2} \cdot 5{,}70 \cdot 8{,}28 = 23{,}60 \text{ cm}^2$$

$$O = 31{,}5 + 2 \cdot 17{,}10 + 2 \cdot 23{,}60 = 112{,}90 \text{ cm}^2$$

richtig?

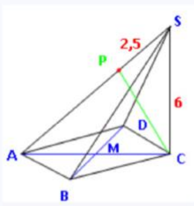
2.3 Berechne den Winkel ∠ASB.

$$\tan \angle ASB = \frac{5{,}70}{8{,}28} = 34{,}54°$$



richtig?

2.4 Der Punkt P liegt auf der Kante [AS] 2,5 cm von S entfernt. Berechne die Länge der Strecke [PC].



Wir rechnen im Dreieck CSP weil wir dort bereits zwei Größen haben.

Als dritte Größe berechnen wir den oberen Winkel ∠PSC. Er liegt auch in dem größeren Dreieck ∠CSA:

$$\tan \angle CSA = \frac{|\overline{AC}|}{|\overline{SC}|} = \frac{7}{6}$$

∠CSA = 49,40°

Nun die gewünschte Strecke:

$$|\overline{PC}|^2 = 2{,}5^2 + 6^2 - 2 \cdot 2{,}5 \cdot 6 \cdot \cos 49{,}40° \quad | \sqrt{\ }$$

$|\overline{PC}|$ $\cancel{\overline{AC}}$ = 4,77 cm

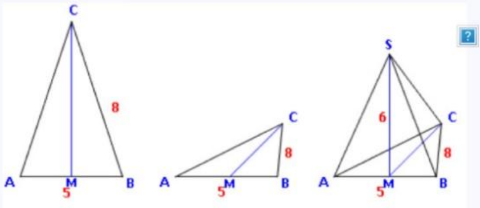
richtig?

3.1 Zeichne das Schrägbild der Pyramide ABCS. Die Grundfläche ABC der Pyramide ist ein gleichschenkliges Dreieck mit der Basis [AB]. $\overline{AB}$ = 5 cm, $\overline{BC}$ = 8 cm. Die Spitze S steht senkrecht über dem Mittelpunkt M der Basis [AB]. $\overline{MS}$ = 6 cm.

Die Basis [AB] liegt auf der Schrägbildachse. ω = 45° ; q = 0,5

Nachdem [AB] gezeichnet ist, bleibt als einzige Strecke, die im rechten Winkel zu [AB] steht, und somit gezeichnet werden darf, die Dreieckshöhe [MC].

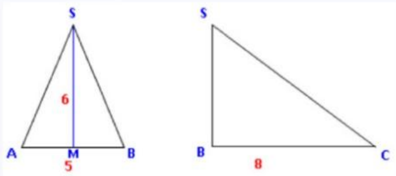
$|\overline{MC}| = \sqrt{8^2 - 2{,}5^2} = 7{,}60$ cm



3.2 Berechne Volumen und Oberfläche der Pyramide.

$G = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 7{,}60 = 19\ \text{cm}^2$

$V = \frac{1}{3} \cdot 19 \cdot 6 = 38\ \text{cm}^3$



richtig?

$A_{ABS} = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 6 = 15\ \text{cm}^2$

$|\overline{BS}| = \sqrt{6^2 + 2{,}5^2} = 6{,}50$ cm

$A_{BCS} = \frac{1}{2} \cdot 6{,}50 \cdot 8 = 26\ \text{cm}^2$

$O = 19 + 15 + 2 \cdot 26 = 86\ \text{cm}^2$

3.3 Berechne die Länge der Kante [CS] und den Winkel ∠SCM.

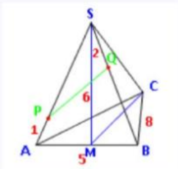
$|\overline{CS}| = \sqrt{6^2 + 7{,}60^2} = 9{,}68$ cm

$\tan \angle SCM = \frac{6}{7{,}60} = 38{,}29°$

richtig?

3.4 Auf der Kante [AS] befindet sich 1 cm von A entfernt der Punkt P. Auf der Kante [BS] befindet sich 2 cm von S entfernt der Punkt Q.

Berechne die Länge der Strecke [PQ].



$|\overline{AS}| = |\overline{BS}| = 6{,}5$ cm
$|\overline{SP}| = |\overline{AS}| - 1\text{cm} = 5{,}5$ cm
$|\overline{QS}| = |\overline{BS}| - 2\text{cm} = 4{,}5$ cm

Wir rechnen im Dreieck PQS. Eine Größe haben wir mit $\overline{SQ}$ = 2 cm.

$\overline{SP}$ ist die Kantenlänge von [AS] minus 1 cm.

$\overline{AS} = \sqrt{6^2 + 2{,}5^2} = 6{,}50$ cm

richtig?

$\overline{SP} = 6{,}50 - 1 = 5{,}50$ cm

Als dritte Größe berechnen wir den Winkel ∠ASB. Er ist doppelt so groß wie ∠ASM.

$\tan \angle ASM = \frac{2{,}5}{6}$; $\angle ASM = 22{,}62°$

$\angle ASB = 2 \cdot 22{,}62° = 45{,}24°$

↯ nur im rechtwinkligem Dreieck

Und nun endlich die gesuchte Strecke:

$\overline{SP}^2 = 2^2 + 5{,}50^2 - 2 \cdot 2 \cdot 5{,}50 \cdot \cos 45{,}24° \quad | \sqrt{\ }$

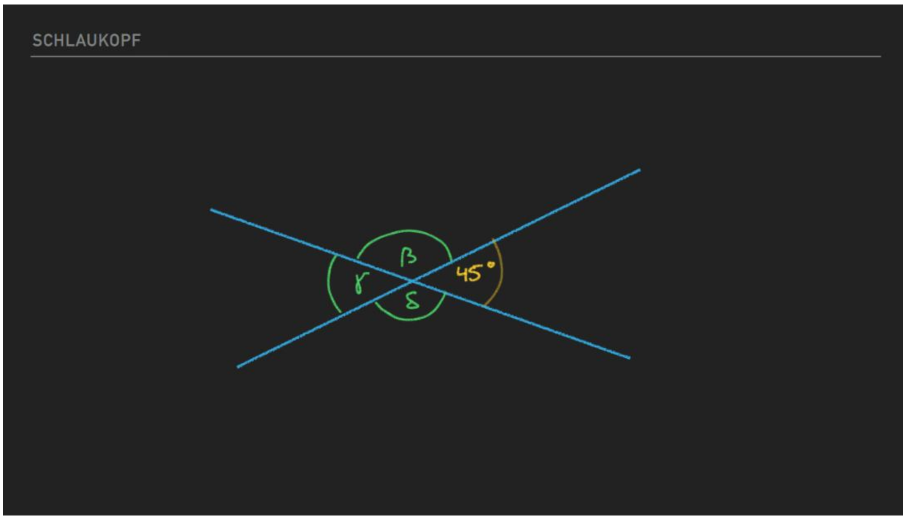
$\overline{SP} = 4{,}33$ cm

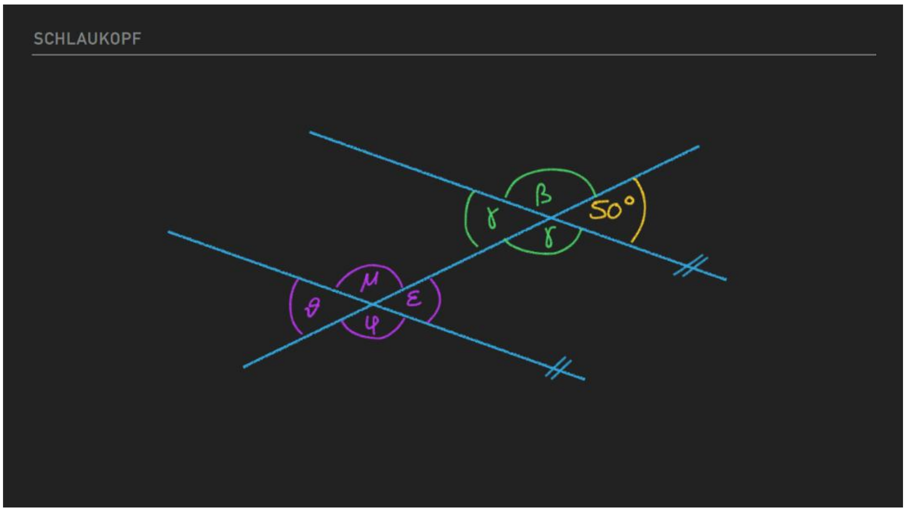
(Quelle: *Mathepanik.de*. (o. D.-e). https://www.mathepanik.de/Klassen/Klasse_10/Lektion_Kl_10_A_koerper_pyramiden.php)

3. Schlaukopf

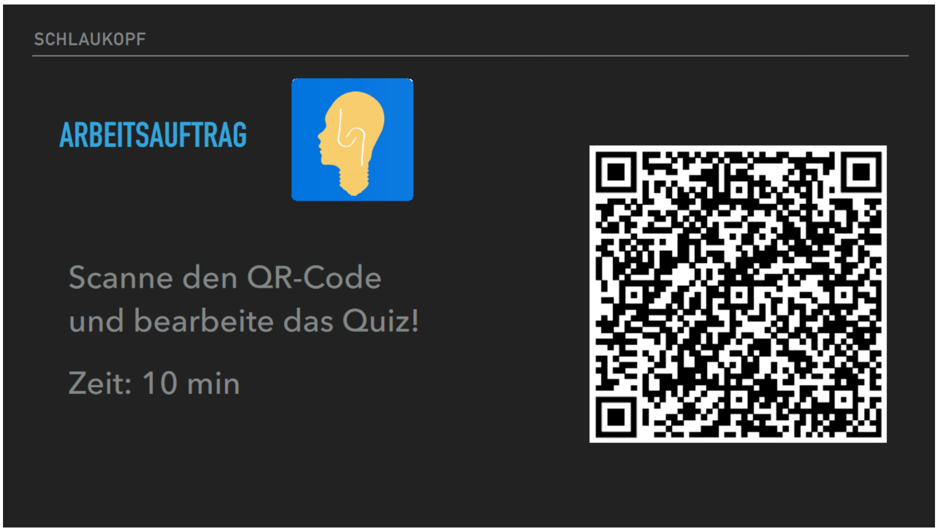
3.1 Folien für den Einstieg und Arbeitsauftrag

Einstieg:





Arbeitsauftrag:



Bildquellen: Qr.Io. (o. D.). *Generate customized QR codes | QR.io*. https://qr.io/ (QR-Code)

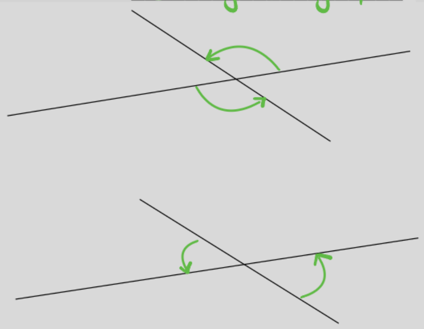
Schlaukopf – Apps bei Google Play. (o. D.). https://play.google.com/store/apps/details?id=de.appsistance.abfragerapp&hl=de (Logo)

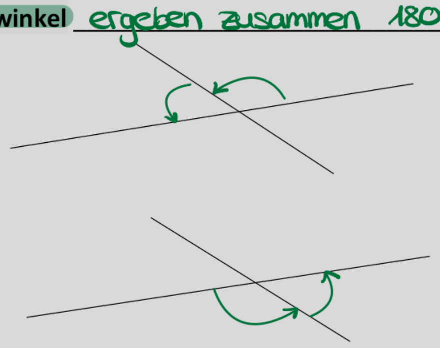
3.2 Arbeitsblatt

Wiederholung: Winkel an **einfachen Geradenkreuzungen**

Scheitelwinkel sind gleich groß

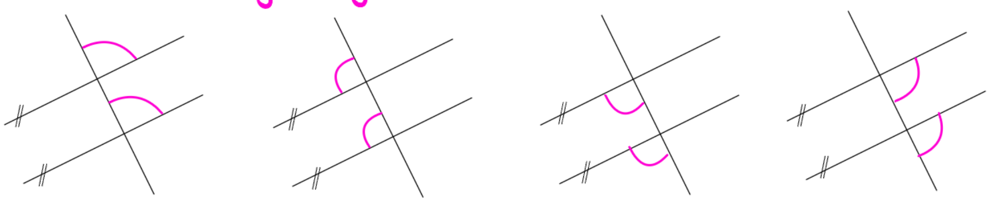
Nebenwinkel ergeben zusammen 180°



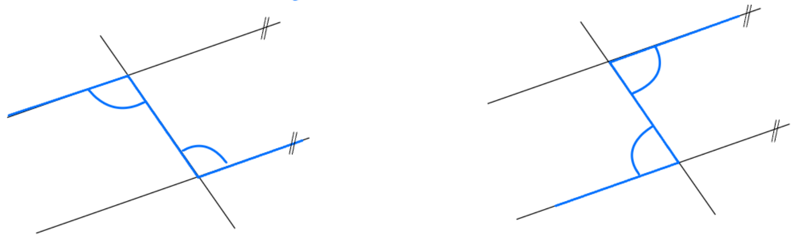


Winkel an Doppelkreuzungen

Stufenwinkel sind gleich groß

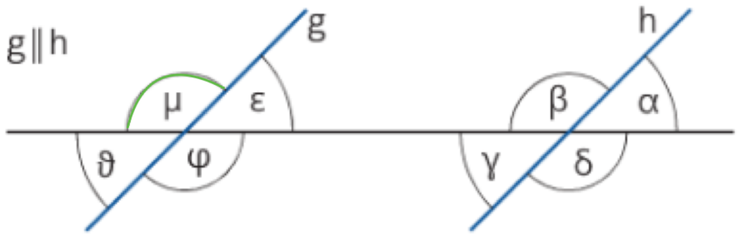


Wechselwinkel sind gleich groß (Z-Winkel)



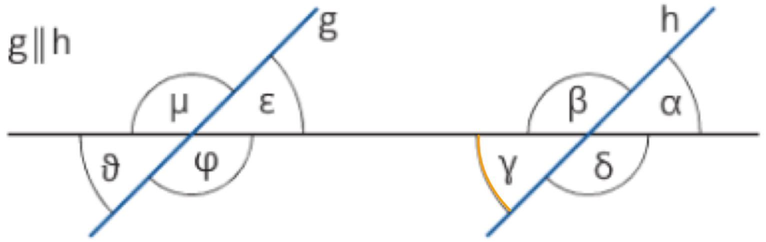
Ergänzungswinkel ergeben zusammen 180° (E-Winkel)

Gib anhand der Abbildung die fehlenden Winkelmaße an!



$\mu = 140°$

$\varepsilon = 180° - 140° = 40°$ Nebenwinkel zu μ $\Rightarrow$ $\vartheta = 40°$ Scheitelwinkel zu ε
$\varphi = 140°$ Scheitelwinkel zu μ
$\beta = 140°$ Stufenwinkel zu μ $\Rightarrow$ $\delta = 140°$ Scheitelwinkel zu β
$\alpha = 180° - 140° = 40°$ Nebenwinkel zu β



$\gamma = 48°$

$\alpha = 48°$ Scheitelwinkel zu γ $\Rightarrow$ $\beta = 180° - 48° = 132°$ Nebenwinkel zu α
$\delta = 132°$ Scheitelwinkel zu α
$\varepsilon = 48°$ Stufenwinkel zu γ $\Rightarrow$ $\varphi = 180° - 48° = 132°$ Nebenwinkel zu ε
$\vartheta = 48°$ Scheitelwinkel zu ε
$\mu = 132°$ Scheitelwinkel zu φ

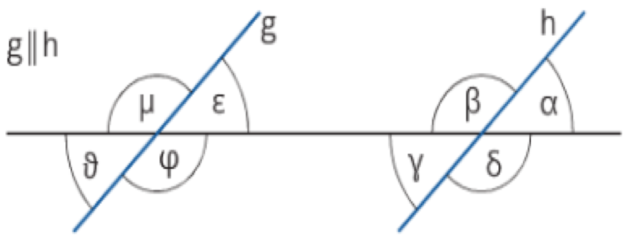
Wahr oder falsch?

$\mu = \delta$ wahr

$\varepsilon + \phi = 180°$ wahr

$\beta = \phi$ wahr

$\alpha + \varepsilon = 180°$ falsch



$\mu + \varepsilon = \gamma + \delta$ (da μ, ε & γ, δ Nebenwinkel sind)
$\mu = \delta$ ($\varepsilon = \gamma$, da Stufenwinkel)

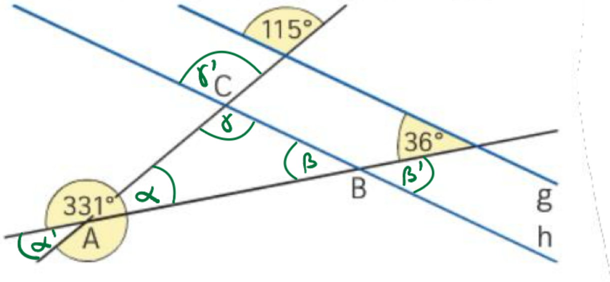
$\varphi + \varepsilon = 180°$ da sie Nebenwinkel sind

$\varphi = \beta$, da sie Wechselwinkel sind

$\alpha = \varepsilon$, da sie Stufenwinkel sind und $\alpha, \varepsilon \neq 90°$
$\Rightarrow \alpha + \varepsilon \neq 180°$

Bestimme die Maße der Innenwinkel des Dreiecks ABC.

b) Für das Dreieck ABC gilt: $\overline{BC} \parallel g$

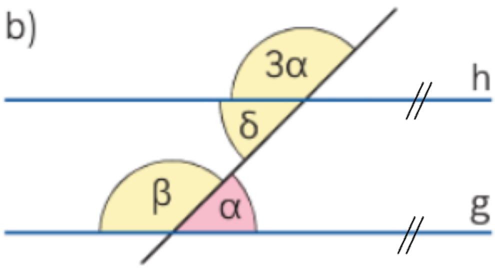


$\alpha' = 360° - 331° = 29° \Rightarrow \alpha = 29°$, da Scheitelwinkel zu α'

$\gamma' = 115°$ (Stufenwinkel) $\Rightarrow \gamma = 115°$, da Scheitelwinkel zu γ'

$\beta' = 36°$ (Wechselwinkel) $\Rightarrow \beta = 36°$, da Scheitelwinkel zu β'

Berechne zuerst das Winkelmaß für α und anschließend alle anderen.



$\delta = \alpha$, da Scheitelwinkel

$3\alpha + \delta = 180°$ (Nebenwinkel)

$3\alpha + \alpha = 180°$

$4\alpha = 180°$

$\alpha = 45° \Rightarrow \delta = 45°$

$\alpha + \beta = 180°$ (Nebenwinkel)

$\beta = 180° - \alpha$

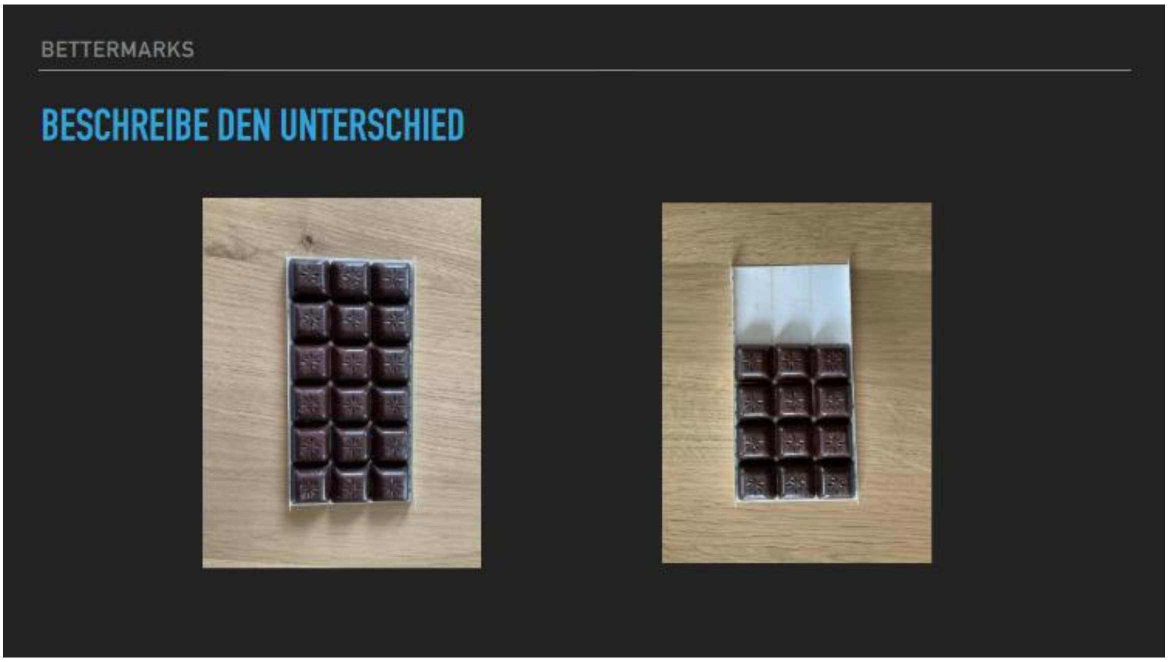
$\beta = 180° - 45°$

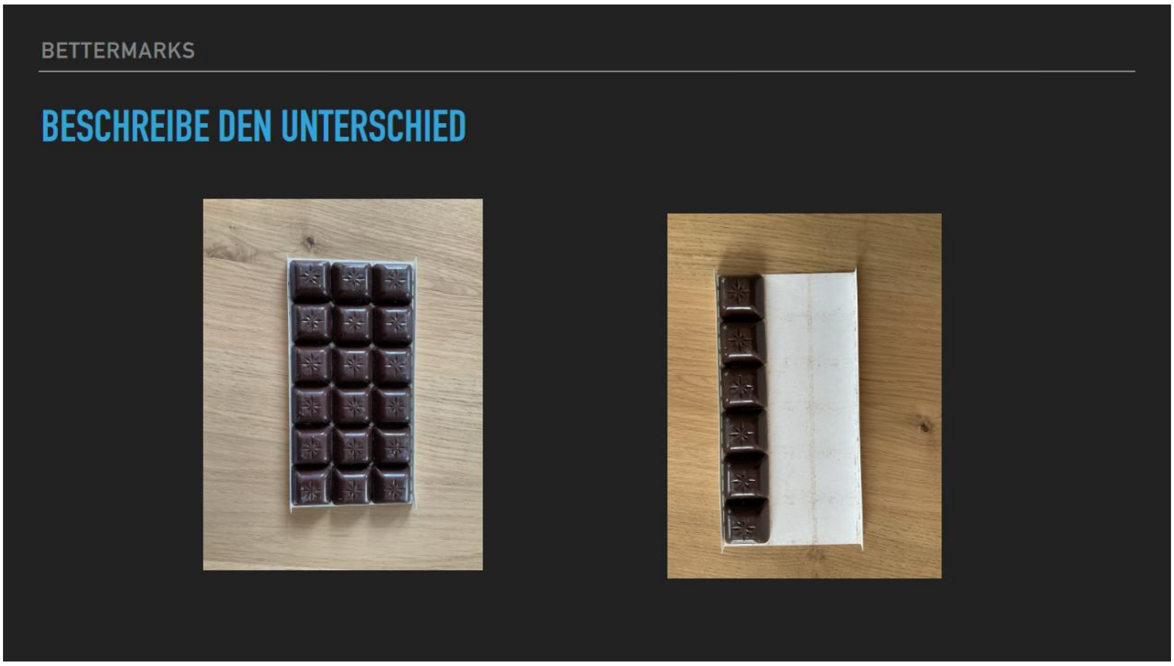
$\beta = 135°$

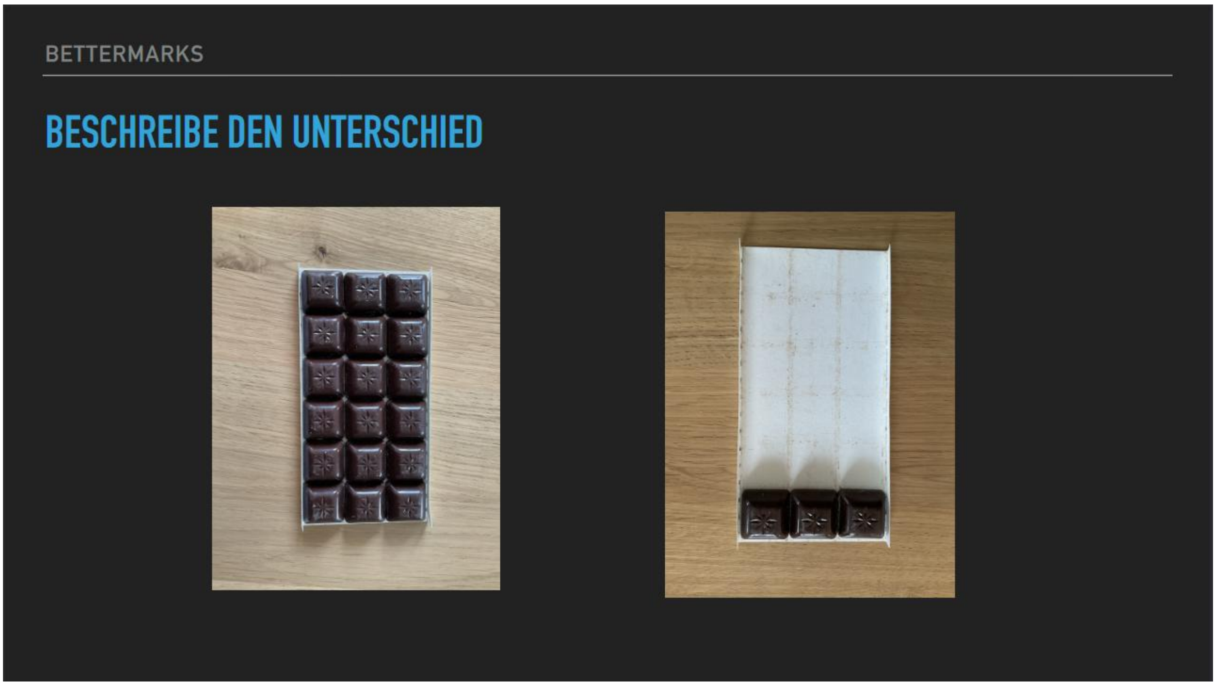
(selbst erstellt)

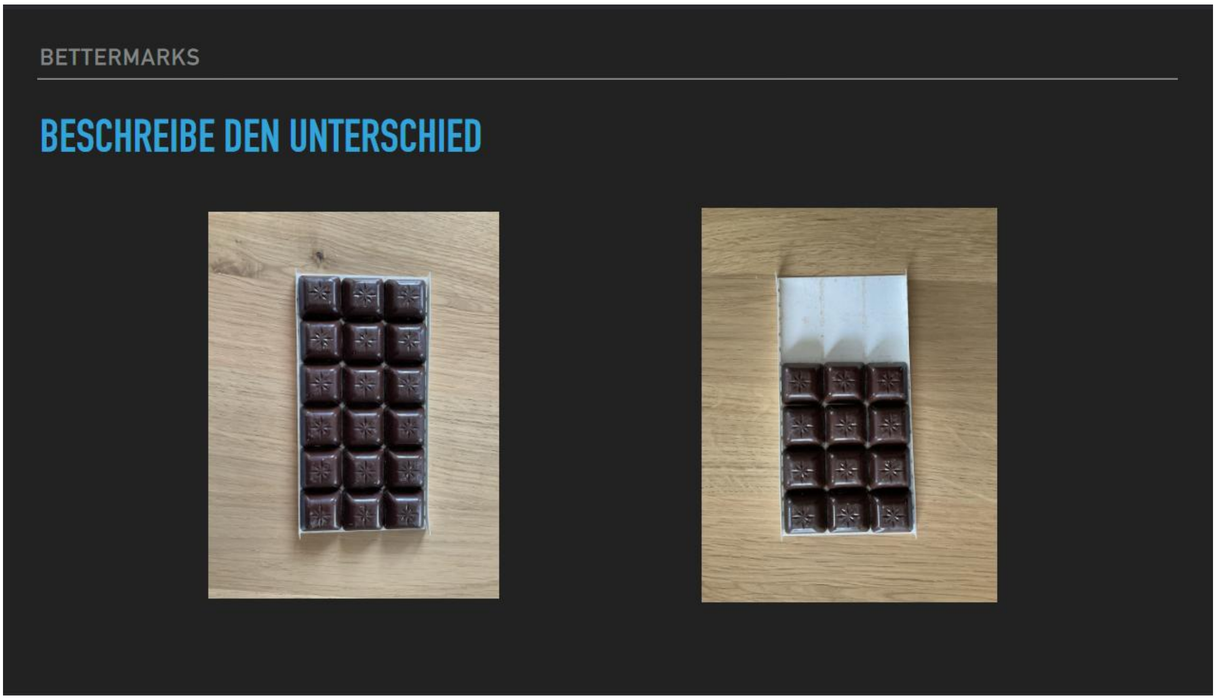
4. Bettermarks

4.1 Folien für den Einstieg



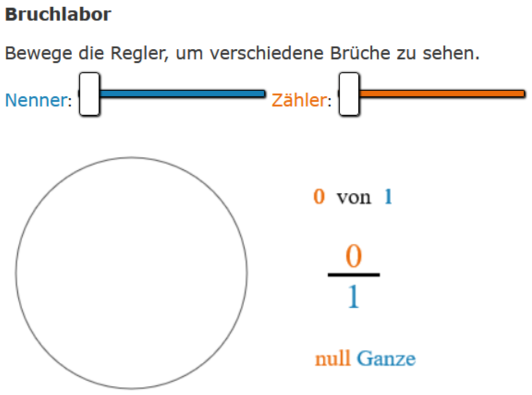


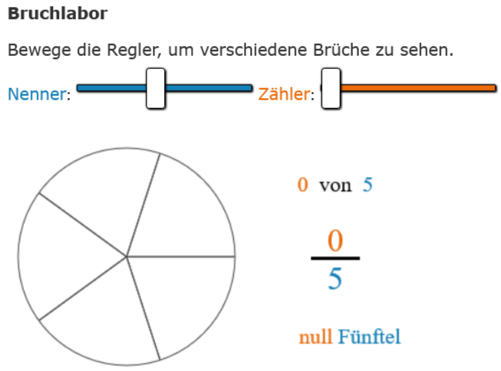


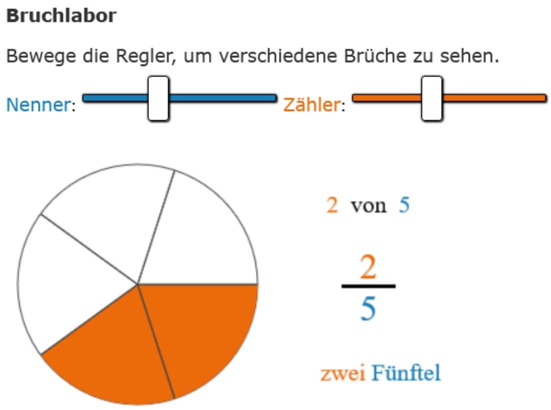


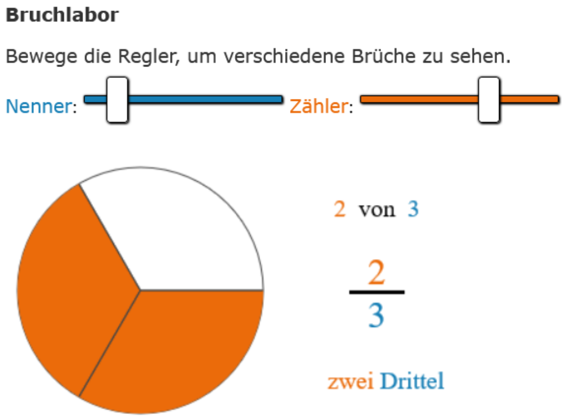
(Quelle Bilder: selbst gemacht)

4.2 Bruchlabor



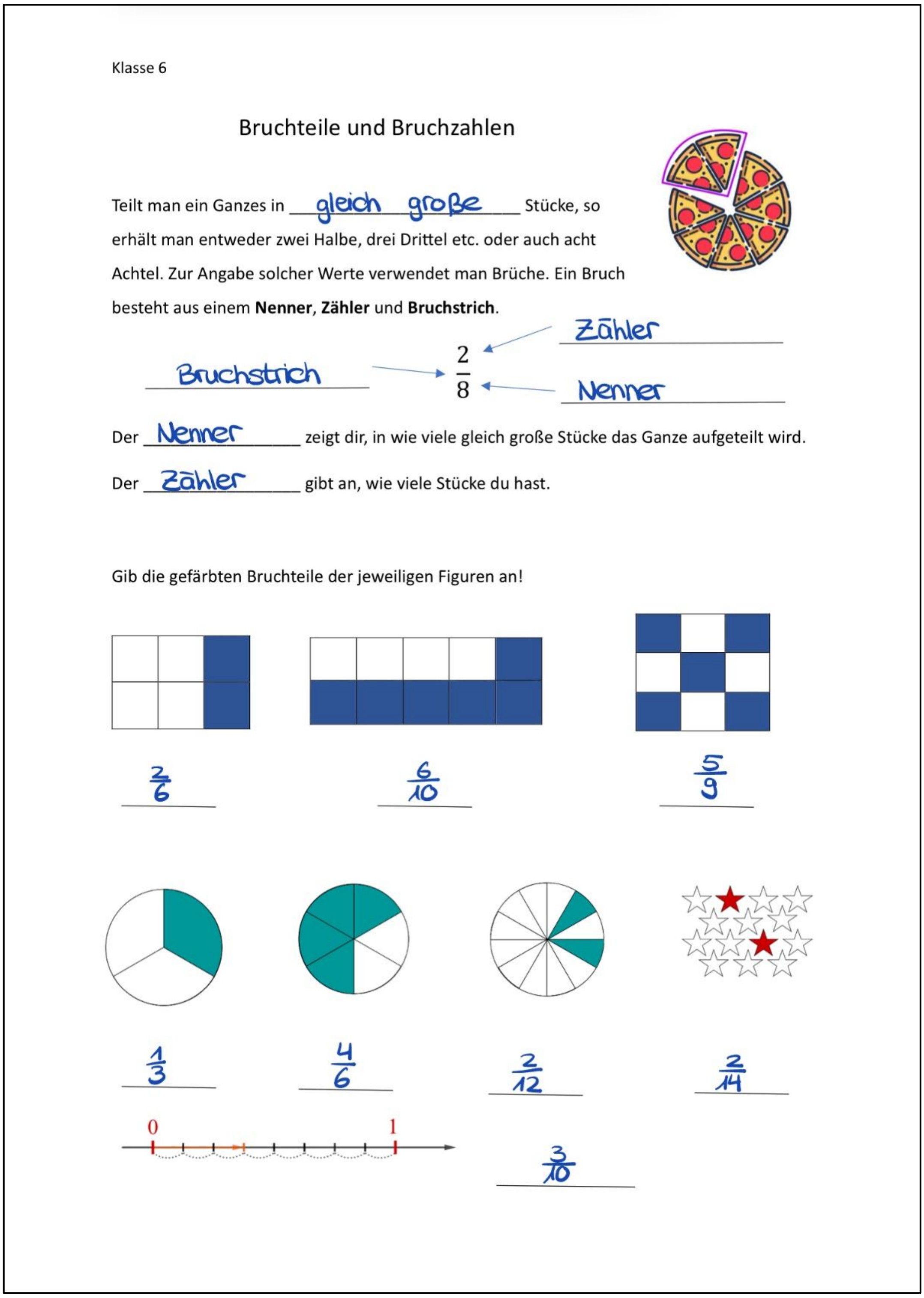






(Quelle: *Bettermarks*. (o. D.-b). https://apps.bettermarks.com/sc/library/MaDEK5_de/book/bce51e_DE_bettermarks_de)

4.3 Arbeitsblatt



Klasse 6

Bruchteile und Bruchzahlen

Teilt man ein Ganzes in gleich große Stücke, so erhält man entweder zwei Halbe, drei Drittel etc. oder auch acht Achtel. Zur Angabe solcher Werte verwendet man Brüche. Ein Bruch besteht aus einem **Nenner**, **Zähler** und **Bruchstrich**.

$$\frac{2}{8}$$

Zähler

Bruchstrich

Nenner

Der Nenner zeigt dir, in wie viele gleich große Stücke das Ganze aufgeteilt wird.

Der Zähler gibt an, wie viele Stücke du hast.

Gib die gefärbten Bruchteile der jeweiligen Figuren an!

$\frac{2}{6}$ $\frac{6}{10}$ $\frac{5}{9}$

$\frac{1}{3}$ $\frac{4}{6}$ $\frac{2}{12}$ $\frac{2}{14}$

0 1

$\frac{3}{10}$

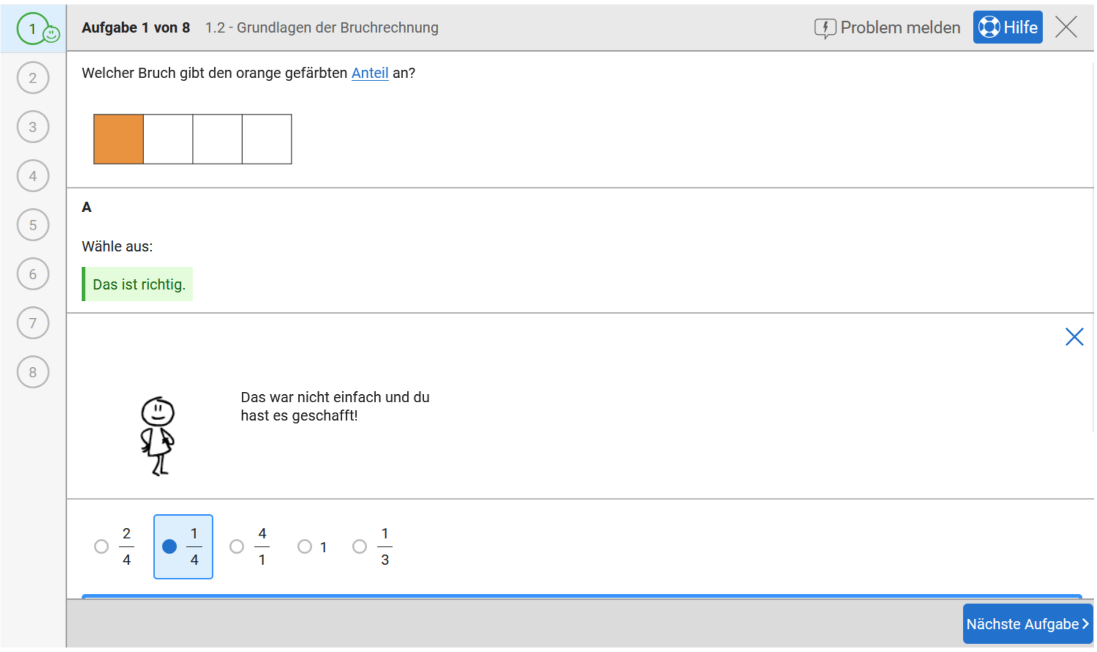
Bildquellen:

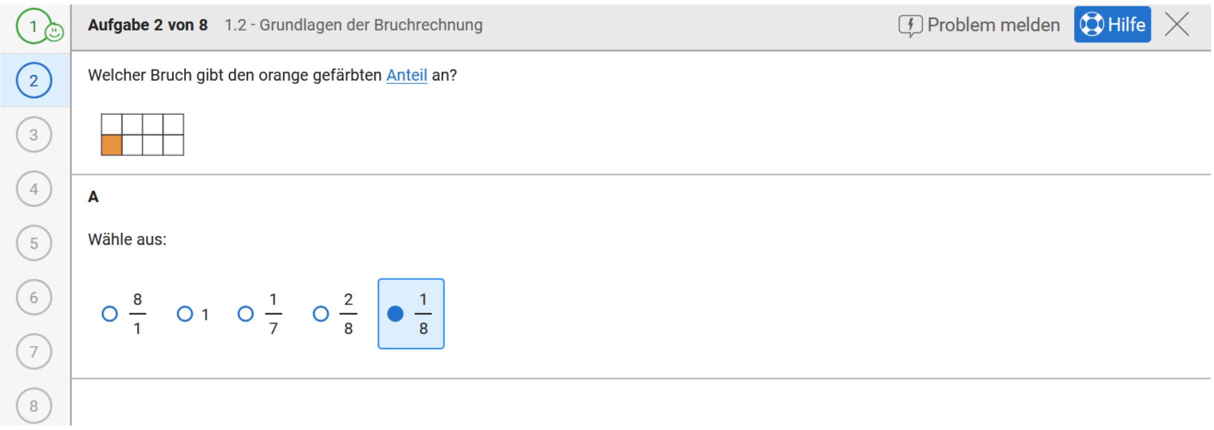
Admin. (2023, 27. November). *Brüche 6. Klasse kostenlose Aufgabenblätter*. Mathemuffel. https://mathemuffel.de/startseite/bruche-kostenlose-aufgabenblatter/

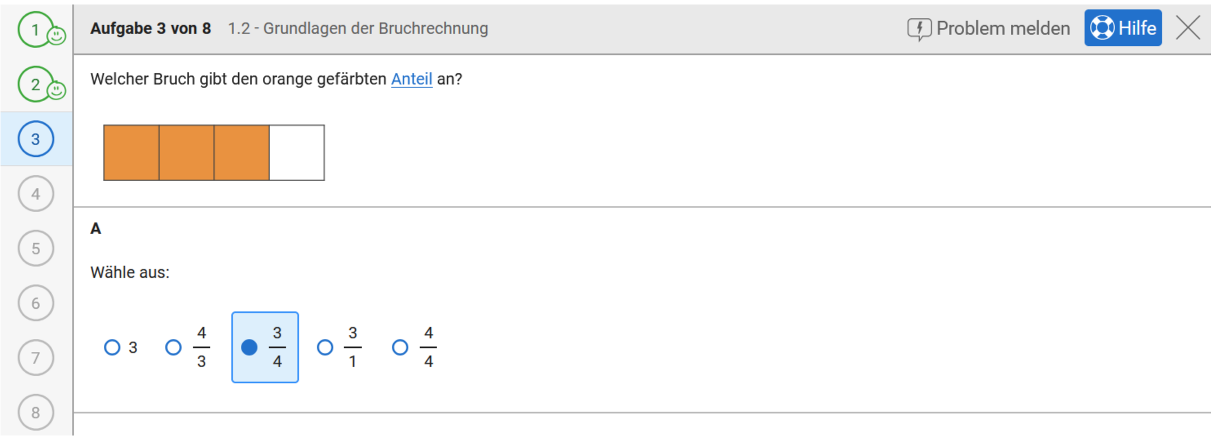
Was ist ein Bruch? - lernen mit Serlo! (2024, 28. März). serlo.org. https://de.serlo.org/mathe/1657/was-ist-ein-bruch

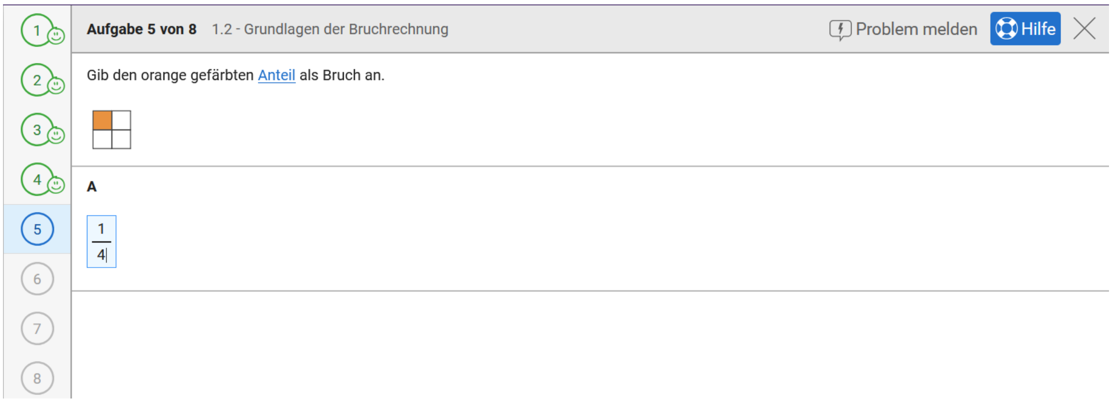
4.4 Arbeitsauftrag auf bettermarks

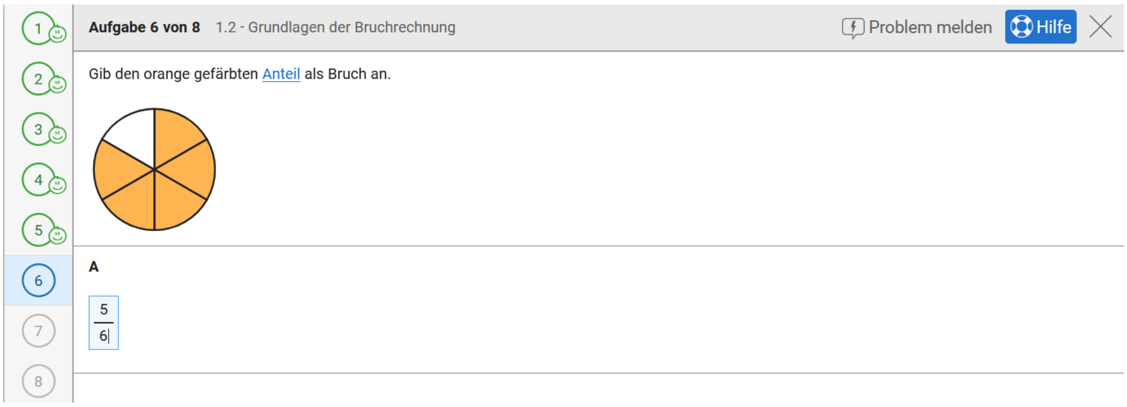
1.2 An gleichmäßig zerlegte Figuren dargestellte Anteile

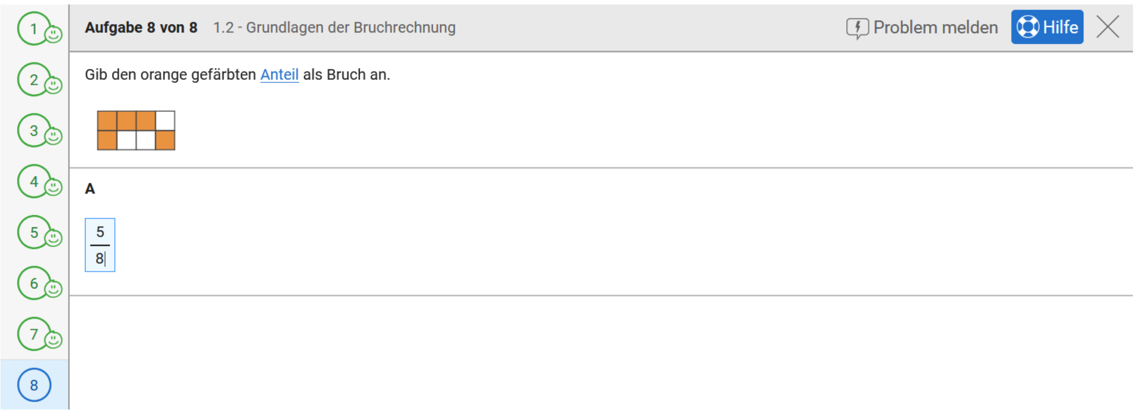












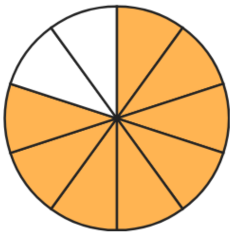
Bettermarks. (o. D.-c). https://apps.bettermarks.com/sc/library/MaDEK5_de/book/bce51e_DE_bettermarks_de/bce51e_DE_bettermarks_de_6630e2/preview#0

1.4 Brüche an gleichmäßig zerlegte Figuren darstellen

Aufgabe 1 von 8 1.4 - Grundlagen der Bruchrechnung

Färbe $\frac{8}{10}$ des Kreises.

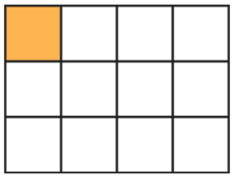
A



Aufgabe 2 von 8 1.4 - Grundlagen der Bruchrechnung

Färbe $\frac{1}{12}$ des Rechtecks.

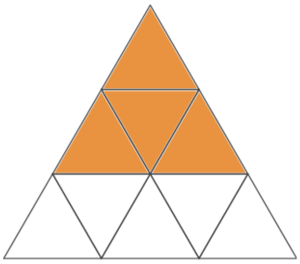
A



Aufgabe 3 von 8 1.4 - Grundlagen der Bruchrechnung

Färbe $\frac{4}{9}$ des Dreiecks.

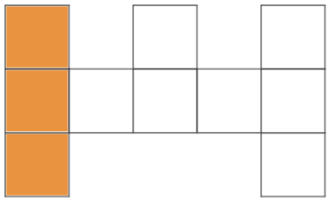
A



Aufgabe 4 von 8 1.4 - Grundlagen der Bruchrechnung

Färbe $\frac{3}{10}$ der Figur.

A

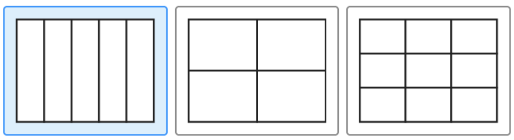


Aufgabe 5 von 8 1.4 - Grundlagen der Bruchrechnung

Stelle den Bruch $\frac{4}{5}$ an einem Rechteck dar.

A - Unterteilung wählen

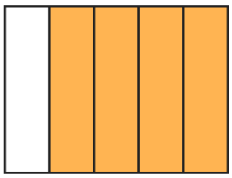
Wähle zunächst eine geeignete Unterteilung.

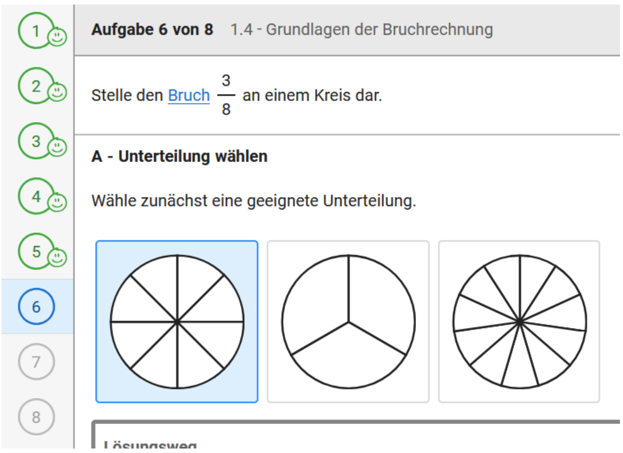


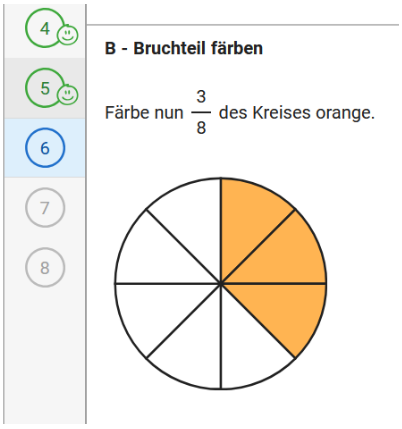
B

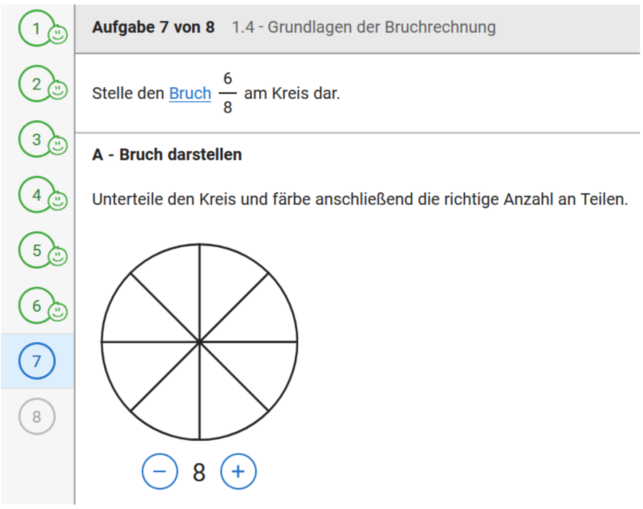
B - Bruchteil färben

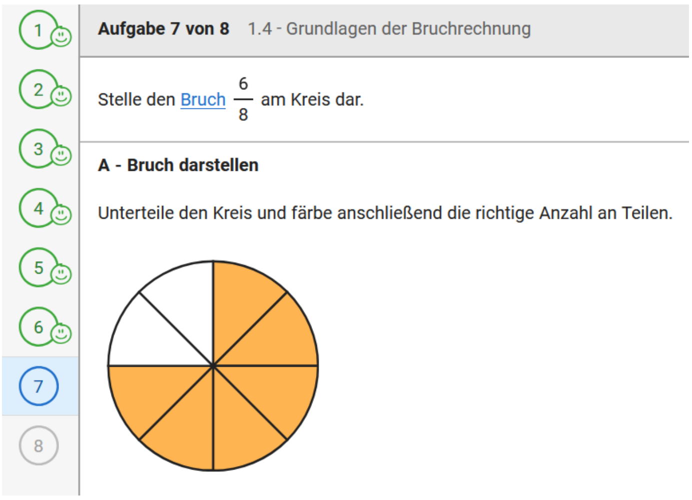
Färbe nun $\frac{4}{5}$ des Rechtecks orange.

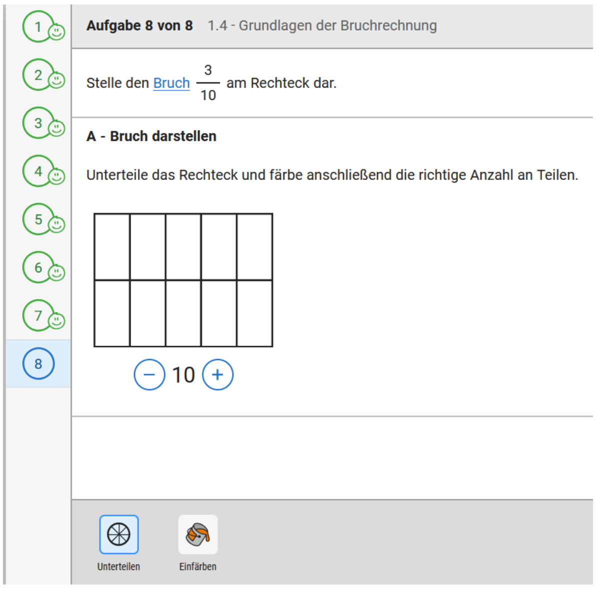


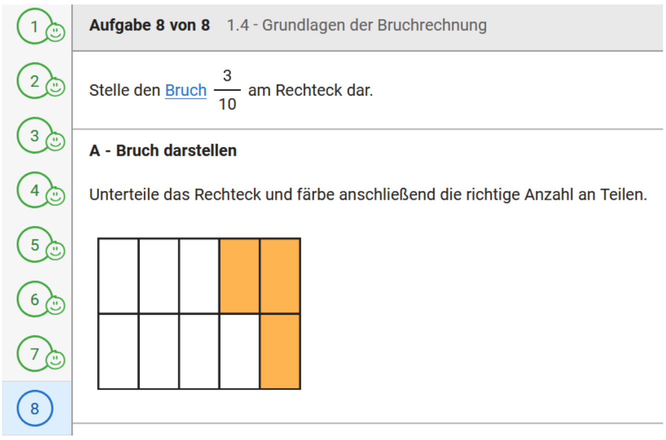












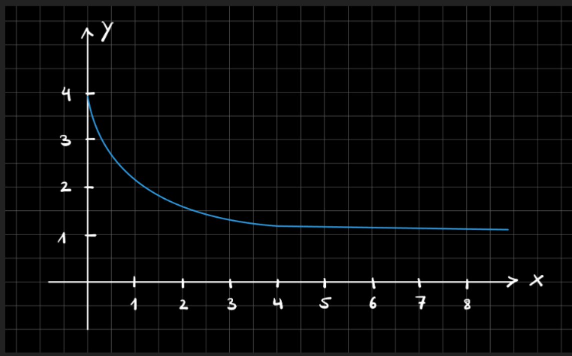
(Quelle: *Bettermarks*. (o. D.-e). https://apps.bettermarks.com/sc/library/MaDEK5_de/book/bce51e_DE_bettermarks_de/bce51e_DE_bettermarks_de_937e0c/preview#0)

5. MatheGym

5.1 Folien für den Einstieg und Arbeitsauftrag

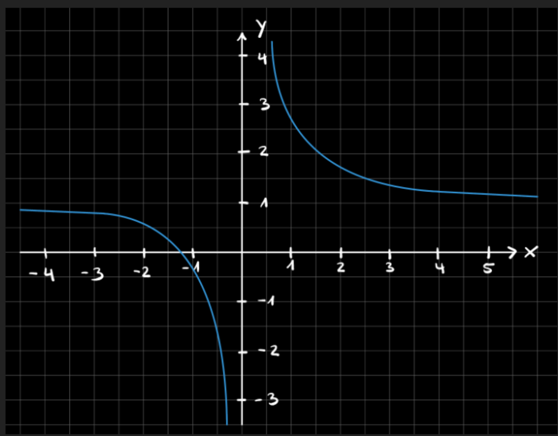
MATHEGYM

DEFINITION EINER KONVERGENTEN FUNKTION



MATHEGYM

KONVERGIERT ODER DIVERGIERT DIE FUNKTION?



MATHEGYM

ARBEITSAUFTRAG

- Scannt den QR-Code
- Bearbeitet die Aufgaben selbstständig
- Screenshots von jeder richtigen Aufgabe machen
- Zeit: 25 min

Quellen: https://qr.io/ (QR-Code)

Funktionen selbst gezeichnet

5.2 Screenshots von den Aufgaben

Von jedem Anforderungslevel wird beispielhaft ein Screenshot eingefügt.

Level 1

Gib die Gleichung der Asymptote in der Form y=m·x+t an, sofern es sich um eine waagrechte oder schräge Asymptote handelt. Gib evtl. auftretende Brüche in der Form "a/b" ein. Falls keine waagrechte oder schräge Asymptote vorliegt, gib "!" ein.

☐ Zwischenschritte aktivieren ?

$f(x) = \frac{2x+1}{x-x^2}$

Gleichung der Asymptote:

y = 0

Notizfeld

Tastatur

Kritik Infos zum Aufgabenbereich

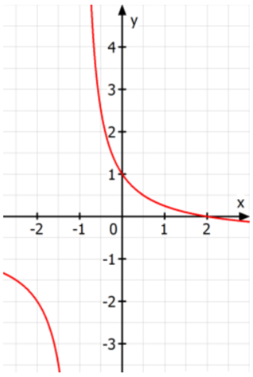
Richtig!

Der Nennergrad ist größer als der Zählergrad (2 > 1), daher ist die x-Achse Asymptote, also y = 0.

Ich gratuliere herzlichst!

Level 2

Ordne richtig zu.



x = −1

Polstelle mit VZW −/+

x = 2

Nullstelle

Notizfeld

Tastatur

Level 3

Gib die Polstelle(n) an und charakterisiere sie.

$f(x) = \frac{2}{1-x}$

Polstelle x = 1 mit VZW +/−

Notizfeld

Tastatur

Richtig!

Definitionslücke ist <u>x = 1</u>, weil hier der Nenner Null wird.

<u>$x \to 1^-$</u>; wie verhält sich $\frac{2}{1-x}$?

Je weniger sich x < 1 von 1 unterscheidet (0,9; 0,99; 0,999...)

- desto weniger unterscheidet sich der stets positive Nenner von 0
- desto größer ist der Wert des Bruchs, d.h. f(x) → ∞

<u>$x \to 1^+$</u>; wie verhält sich $\frac{2}{1-x}$?

Je weniger sich x > 1 von 1 unterscheidet (1,1; 1,01; 1,001...)

- desto weniger unterscheidet sich der stets negative Nenner von 0
- desto kleiner ist der Wert des Bruchs, d.h. f(x) → -∞

<u>In Kurzform:</u>

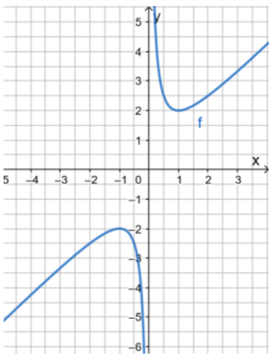
$$\lim_{x \to 1^-} \frac{2}{1-x} = \text{"}\frac{2}{0^+}\text{"} = \infty$$

$$\lim_{x \to 1^+} \frac{2}{1-x} = \text{"}\frac{2}{0^-}\text{"} = -\infty$$

Somit handelt es sich bei x = 1 um eine Polstelle mit VZW +/−.

Level 4

Bestimme anhand des Graphen. Aktiviere die Tastatur für Sonderzeichen, um "∞" eingeben zu können. Gib "!" ein, falls der jeweilige Limes nicht existiert.



Notizfeld

Tastatur für Sonderzeichen

$\lim_{x \to \infty} f(x) =$ ∞

$\lim_{x \to 0^+} f(x) =$ ∞

Richtig!

$\lim_{x \to \infty} f(x) = \infty$

Begründung: y wird beliebig groß (Graph wächst unbeschränkt nach oben), wenn man nur weit genug nach rechts geht.

$\lim_{x \to 0^+} f(x) = \infty$

Begründung: y wird beliebig groß, wenn man der Stelle x = 0 (y-Achse) von rechts nur nahe genug kommt.

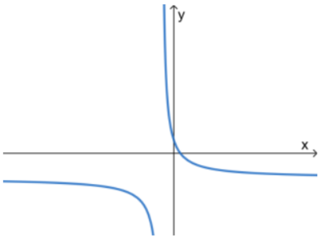
Ich gratuliere herzlichst!

Level 5

Welcher der angegebenen Funktionsterme f(x) passt allein zum abgebildeten Graphen? Die Frage lässt sich auch ohne Beschriftung der Achsen beantworten (x- und y-Achse haben wie üblich dieselbe Einheit).

Notizfeld

Tastatur



○ $\frac{1-2x^2}{x+2}$ ○ $\frac{1-2x}{x^3+1}$ ○ $\frac{-x-1}{x+2}$ ◉ $\frac{1-2x}{x+1}$

Bemerkung: Die Aufgabe kann auch ohne Beschriftung des KOSY gelöst werden.

Richtig!

Folgende Eigenschaften besitzt der abgebildete Graph bzw. der zugehörige (gebrochen-rationale) Term:
- vertikale Asymptote links von der y-Achse (insbesondere Definitionslücke mit negativem Vorzeichen)
- horizontale Asymptote unterhalb der x-Achse
- positive Nullstelle

Somit lässt sich ausschließen:
- der erste Term, da der zugehörige Graph keine horizontale Asymptote besitzt [Zählergrad > Nennergrad]
- der zweite Term, da der zugehörige Graph die x-Achse als Asymptote besitzt [Nennergrad > Zählergrad]
- der dritte Term, da die Nullstelle $x = -1$ negativ ist

Richtig ist also der vierte Term.

Level 6

Bestimme. Aktiviere die Tastatur für Sonderzeichen, um "∞" eingeben zu können. Gib "!" ein, falls der jeweilige Limes nicht existiert.

☑ Zwischenschritte aktiviert ✕

Notizfeld

Tastatur

$$\lim_{x \to 1^+} \frac{2}{1-x} = \blacksquare$$

Schritt 1/2

$$\lim_{x \to 1^+} \frac{2}{1-x} = \text{"}\frac{2}{1-1^+}\text{"} = \text{"}\frac{2}{0^-}\text{"}$$

Schritt 2/2

Und damit ergibt sich insgesamt:

$$\lim_{x \to 1^+} \frac{2}{1-x} = \boxed{-\infty}$$

Richtig!

$= -\infty$

Level 7

Bestimme. Aktiviere die Tastatur für Sonderzeichen, um "∞" eingeben zu können. Gib "!" ein, falls der jeweilige Limes nicht existiert.

Notizfeld

Tastatur

$$f(x) = \frac{x^2 - 2x}{x + 1}$$

$\lim\limits_{x \to \infty} f(x) =$ ∞

$\lim\limits_{x \to -1^+} f(x) =$ ∞

Richtig!

- $x \to \infty$

Ausklammern der größten Nennerpotenz:

$$\lim_{x \to \infty} \frac{x^2 - 2x}{x + 1} = \lim_{x \to \infty} \frac{x(x-2)}{x\left(1 + \frac{1}{x}\right)} = \lim_{x \to \infty} \frac{x - 2}{1 + \frac{1}{x}} = "\frac{\infty - 2}{1 + 0}" = \infty$$

- $x \to -1^+$

$$\lim_{x \to -1^+} \frac{x^2 - 2x}{x + 1} = "\frac{1 + 2}{0^+}" = \infty$$

Level 8

Wähle richtig aus.

Notizfeld

Tastatur

$$f(x) = \frac{3x - 2}{x^2 - 1}$$

$x = -1$ ist eine Polstelle −/+

$x = 0$ ist eine weder noch

$x = \frac{2}{3}$ ist eine einfache Nullstelle

$x = 1$ ist eine Polstelle −/+

Richtig!

- Definitionslücken/Polstellen

Der Nenner des Funktionsterms lässt sich faktorisieren:

$$f(x) = \frac{3x - 2}{x^2 - 1} = \frac{3x - 2}{(x-1)\cdot(x+1)}$$

$x = -1$ ist eine Polstelle von der Art −/+, denn:

$$\lim_{x \to -1^-} \frac{3x - 2}{(x-1)\cdot(x+1)} = "\frac{-5}{-2\cdot 0^-}" = "\frac{-5}{0^+}" = -\infty$$

$$\lim_{x \to -1^+} \frac{3x - 2}{(x-1)\cdot(x+1)} = "\frac{-5}{-2\cdot 0^+}" = "\frac{-5}{0^-}" = \infty$$

$x = 1$ ist eine Polstelle von der Art −/+, denn:

$$\lim_{x \to 1^-} \frac{3x - 2}{(x-1)\cdot(x+1)} = "\frac{1}{0^-\cdot 2}" = "\frac{1}{0^-}" = -\infty$$

$$\lim_{x \to 1^+} \frac{3x - 2}{(x-1)\cdot(x+1)} = "\frac{1}{0^+\cdot 2}" = "\frac{1}{0^+}" = \infty$$

- Nullstellen

$3x - 2 = 0 \quad | +2$

$3x = 2 \quad | :3$

$x = \frac{2}{3}$ (einfach)

An der Stelle $x = 0$ liegt weder eine Null- noch eine Polstelle vor.

Level 9

Forme den Funktionsterm in eine Summe um und gib dann die Gleichung der schrägen Asymptote an.

Zwischenschritte aktiviert

Notizfeld

Tastatur

$f(x) = \frac{x^2 - 5x + 2}{3x}$

$y =$

Schritt 1/2

$f(x) = \frac{x^2}{3x} - \frac{5x}{3x} + \frac{2}{3x}$ | mit x kürzen

$= \frac{x}{3} - \frac{5}{3} + \frac{2}{3x}$

Schritt 2/2

Gleichung der schrägen Asymptote:

y = `x/3 - 5/3`

Richtig!

$= \frac{1}{3}x - \frac{5}{3} + \frac{2}{3x}$

Der hintere Bruch geht für $x \to \infty$ gegen 0, der markierte Teilterm bestimmt die Gerade, der sich der Graph annähert. Also besitzt der Graph eine schräge Asymptote mit der Gleichung $y = \frac{1}{3}x - \frac{5}{3}$.

Ich bin entzückt!

(Quelle: *Login | mathegym*. (o. D.-d). https://mathegym.de/arbeitsauftrag-id/104619)