



Dyskalkulie im Physikunterricht

JULIAN, PENZ
PENZ.PHYSIK@GMAIL.COM

Zusammenfassung

Ziel des vorliegenden Textes ist es, Studierende des Lehramts Physik sowie Lehrerinnen und Lehrer für Physik über die Dyskalkulie oder Rechenschwäche bei Schülerinnen und Schülern zu informieren. Dazu wird im ersten Teil der Arbeit anhand verschiedener Zugänge aus den Disziplinen Medizin, Pädagogik und Psychologie geklärt, was man unter einer Dyskalkulie zu verstehen hat und wodurch sie verursacht werden kann. Der zweite Teil der Arbeit gibt einen Überblick über die Probleme, die bei Schülerinnen und Schülern mit einer Dyskalkulie bei lehrplan- und schulbuchmäßigem Physikunterricht auftreten können. Außerdem wird anhand einer Curricula- und Fachliteraturanalyse dargestellt, welche Rolle die Sensibilisierung für die Rechenschwäche im Lehramt Physik der Universitäten Graz, Salzburg und Wien, sowie in gängiger Literatur der Physikdidaktik spielt. Am Ende wird ein Ausblick auf digitale Therapiemöglichkeiten bei Kindern im Sekundarstufenalter sowie mögliche Hilfestellungen für den Physikunterricht gegeben.

1 Einleitung

Die internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme in 10. Überarbeitung (ICD-10) beschreibt die Dyskalkulie bzw. Rechenstörung als „eine umschriebene Beeinträchtigung von Rechenfertigkeiten, die nicht allein durch eine allgemeine Intelligenzminderung oder unangemessene Beschulung erklärbar ist“ (ICD-10, F81.2). Besonders beeinflusst sind davon Fertigkeiten wie: Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division, weniger jedoch der höheren Mathematik wie bspw. Trigonometrie oder Differential- und Integralrechnung. (BfArM, 2020)

Von einer Dyskalkulie betroffen sind Schätzungen zufolge ca. 5 – 7 % der Bevölkerung (Butterworth et al., 2011). In einem älteren Beitrag von Lorenz und Radatz (2008) werden sogar Anteile von bis zu 15% an den (deutschen) Grundschülerinnen und Grundschülern genannt. Nach Gaidoschik (2008) wird die Dyskalkulie im Primarstufenalter zu selten überwunden und demnach mit in die Sekundarstufe gebracht, obwohl sich die Sekundarstufendidaktik in Österreich zu wenig um dieses Problem kümmert. Für eine Klasse mit 25 Schülerinnen und Schülern bedeutet das also, dass die Lehrperson davon auszugehen hat, dass zumindest ein Kind von einer Dyskalkulie betroffen ist, wahrscheinlich sind es mehr.

Wie anhand des Lehrplans, als auch an gängigen Schulbüchern gezeigt werden kann, bedient sich klassischer Physikunterricht in der Sekundarstufe 1 zahlreicher mathematischer Grundoperationen, die es ermöglichen, anwendungsbezogene Beispiele zu berechnen und den abstrakten

Formeln Leben einzuhauchen. Aus diesem Grund werden in der nachfolgenden Arbeit die möglichen Auswirkungen einer Dyskalkulie bzw. Rechenschwäche auf den Physikunterricht der Sekundarstufe 1 eruiert und diskutiert.

2 Dyskalkulie

2.1 Was versteht man unter Dyskalkulie?

Für die Beschreibung der Dyskalkulie gibt es in Literatur und Forschung unterschiedliche Herangehensweisen. Facharzt für Kinder- und Jugendpsychiatrie Michael von Aster (2017) beschreibt Kinder mit Dyskalkulie anhand ihrer zu Kindern ohne Dyskalkulie unterschiedlichen Hirnentwicklung. Konkret anhand von „Defiziten im neuronalen Volumen und in der funktionellen Aktivierung im intraparietalen Sulcus sowie in der Entwicklung der neuronalen Verbindungsbahnen zwischen den vorderen (frontalen) und hinteren (parietalen) Hirnabschnitten“ (von Aster, 2017 S. 484). Zudem stellt von Aster fest, dass Kinder mit Rechenstörungen häufig an emotionalen Störungen und Ängstlichkeit, insbesondere Mathematikängsten leiden. Diese klinisch getrennten Symptome sollten seiner Meinung nach kombiniert gedacht werden.

Pädagogisch macht sich eine Dyskalkulie beispielsweise durch ein von betroffenen Schülerinnen und Schülern verwendetes abzählendes Verfahren, um Additions- oder Subtraktionsaufgaben zu lösen, bemerkbar, das in der Sekundarstufe bei Berechnungen in großen Zahlenräumen bzw. mit Kommazahlen nicht mehr praktikabel ist (Gaidoschik, 2008). Die Fähigkeit zu rechnen und mit Zahlen umzugehen ist wahrscheinlich

im intraparietalen Sulcus „angesiedelt“, speziell numerische Quantitäten mit räumlichen Eigenschaften (ein mentaler Zahlenstrahl), Additionsaufgaben, Subtraktionsaufgaben und Multiplikationsaufgaben werden sehr wahrscheinlich dort verarbeitet (Karnath et al., 2006). Umso erstaunlicher ist es, dass klinisch ein Defizit in genau jenen dafür zuständigen Regionen bei Rechenschwächen zu beobachten ist. Hervorgehoben sei jedoch, dass der Intelligenzquotient keine Rolle für die mathematischen Schwierigkeiten von Kindern mit Dyskalkulie spielt, sondern nur mathematische Basiskompetenzen fehlen (Gaidoschik, 2008). Freiberger et al. (2020) geben sogar an, dass Dyskalkulie auch bei Kindern mit überdurchschnittlicher Intelligenz beobachtet werden kann.

Begrifflich zu trennen ist die Akalkulie. Als Akalkulie wird eine Störung im Umgang mit Zahlen oder auch mit Geld in Folge einer erworbenen Hirnschädigung (z.B. Schlaganfall) bezeichnet (Schneider, 2013).

2.2 Wie kommt es zu einer Dyskalkulie?

Freiberger et al. (2020) sehen als Hauptfaktoren für die Entwicklung einer Dyskalkulie eine genetische Disposition, begleitet von komorbiden Störungen und emotionalem Druck sowie schulischem Leistungsdruck, nicht jedoch körperliche Defizite. Eine Diagnose über Dyskalkulie dürfen in Österreich nur Klinische- und Gesundheitspsychologinnen bzw. -psychologen oder Schulpsychologinnen bzw. -psychologen stellen. Lehrerinnen und Lehrer hingegen dürfen nur Vermutungen äußern, die einer Abklärung bedürfen. (ebd.) Freiberger et al. (2020) geben überdies an, dass die genetisch angelegte Dyskalkulie erst im schulischen Umfeld sichtbar werde, obwohl häufig ein mangelndes Interesse an Bauklötzen, Puzzles oder Konstruktionsspielen im Elementarstufenalter beobachtet werden könnte. Eltern würden die Problematik abtun, obwohl die Förderung der rechnerischen Grundfertigkeiten im Kindergartenalter spielerisch, positiv und motivierend möglich ist, sodass einer späteren Dyskalkulie präventiv vorgebeugt werden könnte.

In diesem Zusammenhang kann auch das verringerte Volumen der für Rechenaufgaben zuständigen Gehirnregionen gedacht werden. Auch Weinhold Zulauf et al. (2003) sehen das Kindergartenalter als eine sensitive Periode für die Entwicklung numerischer Fertigkeiten. Ausgehend von vorschulischen Entwicklungsprozessen haben Rechenstörungen ihren Ursprung in der

frühkindlichen Entwicklung. Bereits Babys und Kleinkinder besitzen üblicherweise Fähigkeiten, die es ihnen erlauben die Größe von Mengen bzw. Anzahlen zu erfassen. (ebd.)

Von Aster (2017) geht davon aus, dass der Verlauf der Rechenstörung wesentlich von der Bewältigung der eigenen Mathematikangst beeinflusst ist. Diese These wird von Untersuchungen von Kucian et al. (2018) untermauert, da sie zeigen konnten, dass das neuronale Volumen von Regionen, deren Aufgabe es ist, Angst zu regulieren, namentlich die Amygdala, bei Kindern mit Dyskalkulie deutlich verkleinert ist. Die Studienautorinnen und -autoren gehen davon aus, dass die Strukturveränderung im Gehirn aufgrund der Angst ausgelöst wird und sehen darin einen Beleg dafür, dass die Angst vor Mathematik jedenfalls real ist. Umso interessanter ist der Aspekt, dass sich nach Maloney et al. (2015) die Mathematikangst von Eltern auf die schulische Mathematikleistung ihrer Kinder auswirkt. Überdies konnte dieses Autorenteam zeigen, dass dieser Effekt nur dann besonders deutlich in Erscheinung tritt, wenn Eltern angeben, bei der Mathematikhausübung der Kinder häufig Hilfestellung zu leisten. Umgekehrt konnte beobachtet werden, dass keine Verbindung zwischen der Mathematikangst der Eltern und der Mathematikleistung der Kinder besteht, wenn die Eltern selten mit den Kinder Hausaufgaben machten.

Zusammenfassend ist eine Dyskalkulie demnach aufgrund genetischer Disposition bedingt und in Form von Defiziten in Gehirnvolumina in für Rechenoperationen zuständigen Regionen klinisch sichtbar, wie auch möglicherweise induziert verursacht, da Mathematikangst von Eltern auf Kinder übertragen werden kann und damit einhergehend verkleinerte Regionen zur Regulierung des Angstzentrums im Gehirn beobachtbar sind.

3 Rechenfertigkeit im Physikunterricht

Die heute gängige Physik bedient sich vielerlei Rechenfertigkeiten, um unterschiedliche Themengebiete zu beschreiben. In besonderen Fällen werden mathematische Operationen im Rahmen physikalischer Theorien sogar entwickelt. Für die Sekundarstufe 1 sieht der österreichische Lehrplan für Physik vor, dass die Bildungs- und Lehraufgaben des Unterrichts durch das „*Verstehen und altersgemäße Anwenden von typischen Denk- und Arbeitsweisen der Physik*“ erreicht werden. Dazu enthalten die Didaktischen Grundsätze die „*mathematischen Methoden*“ und sprechen „*Je-desto-Fassungen*“ großen Wert zu.

Auch zeigt das vom Autor selbst verwendete Schulbuch für das erste Physikjahr „Big Bang 2“ von Martin Apolin (2016) in seinem Inhalt, dass bereits im ersten Themenkapitel „Körper in Bewegung“ mindestens 10 Rechenaufgaben vorgehen sind, die alle die Grundrechenarten betreffen. Häufig werden auch Überschlagsrechnungen gebraucht, um Größenordnungen von Ergebnissen bzw. Messungen abzuschätzen.

Im Physikunterricht der Sekundarstufe 1 gibt es unterschiedlichste Themengebiete und so zeigt bereits der Lehrplan für das erste Jahr folgende Schwerpunkte:

- Geschwindigkeit, beschleunigte Bewegungen, Kräfte
- Teilchenmodell, Wärmedehnung
- Ausbreitung von Schall, Druck, Frequenz, Lautstärke, etc.
- Dichte von Stoffen, Gewichtsdruck

Das bereits erwähnte Schulbuch von Apolin (2016) soll als repräsentatives Beispiel dienen und enthält zu den genannten Themenbereichen zumindest die in Tabelle 1 aufgeschlüsselten Formeln explizit - ohne Anspruch auf Vollständigkeit (siehe Tab. 1).

Darüber hinaus sind in anderen Jahrgangsstufen, wie auch lehrpersonenspezifische Unterschiede nicht vernachlässigbar und eine Fülle an unterschiedlichen Rechenaufgaben im Bereich der Grundrechenarten im Physikunterricht der Sekundarstufe 1 denkbar. Als Beispiel für die Addition sei der Hydrostatische Druck genannt.

Nach Tab. 1 werden besonders die Division, wie

auch die Multiplikation verwendet. Die Grundrechenarten sind also eine Grundvoraussetzung, um einem Teil des Lehrplan- und schulbuchmäßigen Physikunterrichts folgen zu können.

4 Weshalb hat Dyskalkulie Einfluss auf den Physikunterricht?

Die dargelegte Argumentation zeigt, dass aktueller Physikunterricht nicht ohne die Grundrechenarten auskommen kann und diese, von Dyskalkulie betroffenen Rechenfertigkeiten unbedingt notwendig sind, um dem Physikunterricht folgen zu können bzw. schlussendlich, um gute Bewertungen bei Leistungsüberprüfungen erreichen zu können. Üblicherweise werden grundlegende mathematische Operationen im Physikunterricht nicht erklärt, sondern anhand von Beispielen angewandt. Bei Kindern mit Rechenschwäche kann dies jedoch dazu führen, dass kein Verständnis für die Aussagen der Berechnungen erlangt wird und der Physikunterricht zu einer emotional belastenden Situation wird. Überdies ist denkbar, dass die im Lehrplan verankerten „je, desto... - Beziehungen“ nicht nachvollzogen werden können, da kein Verständnis für eine mathematische Operation wie dem Bruch vorhanden ist.

Jedenfalls sind Überschlagsrechnungen für Kinder, die von einer Dyskalkulie betroffen sind, weitgehend unmöglich (Gaidoschik, 2008).

Wenn besonders viel Mathematik von der jeweiligen Lehrperson im Physikunterricht eingesetzt wird, ist denkbar, dass die Mathematikangst, die beim Kind mit Dyskalkulie vorhanden ist, sich auch auf den Physikunterricht überträgt. Ob in diesem Zusammenhang von einer echten, durch

<i>Thema</i>	<i>Formel</i>	<i>Rechenoperation</i>
<i>Geschwindigkeit</i>	$v = \frac{s}{t}$	<i>Division</i>
<i>Dichte</i>	$\rho = \frac{m}{V}$	<i>Division</i>
<i>Kraft</i>	$F = m \cdot a$	<i>Multiplikation</i>
<i>Druck</i>	$p = \frac{F}{A}$	<i>Division</i>
<i>Leistung</i>	$P = \frac{W}{t}$	<i>Division</i>
<i>Hebelgesetz</i>	$F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$	<i>Multiplikation</i>

Tab. 1 – Zusammenstellung üblicherweise gebrauchter Formeln im ersten Physikjahr.

Mathematikangst sekundär hervorgerufenen Physikangst gesprochen werden kann, ist Gegenstand zukünftiger Untersuchungen. Aus genannten Gründen jedoch definitiv vorstellbar, wie wohl bis jetzt nur eine Mathematikangst im Zusammenhang mit Dyskalkulie festgestellt bzw. untersucht wurde. Tina Hascher (2004) konnte in Untersuchungen jedoch darlegen, dass sich eine fachbezogene Angst im Unterrichtsgegenstand Physik auf Schülerinnen- und Schülerleistung auswirkt, was darauf hindeutet, dass Angst im Fach Physik existiert. Dass Angst als Grundlage für das Lernen in einem Fach nicht förderlich ist, ist selbsterklärend.

Dyskalkulie wirkt sich also auf mehreren Ebenen (Rechenschwäche, Verständnisprobleme, Mathematikangst, Physikangst, Leistungsdefizite) auf den Physikunterricht bzw. auf die jeweilige Leistung und vermutlich Psyche des Schulkindes im Fach Physik aus, ohne, dass dafür eine generelle Intelligenzminderung verantwortlich gemacht werden könnte. Dieser Befund ist als umso problematischer zu sehen, als dass in gängiger didaktischer Literatur für den Physik- bzw. Naturwissenschaftsunterricht (Kircher et al., 2015; Nerdel, 2017; Vogt, 2010; Kuhn, 2010; Kaufmann & Eggenesperger, 2017; Krüger et al., 2018) die Dyskalkulie oder Rechenschwäche nicht thematisiert wird. Außerdem ergibt eine Sichtung der Lehramtscurricula in Physik jener drei österreichischer Universitäten, an denen

Lehrstühle für Physikdidaktik stehen (Graz, Salzburg, Wien), dass die Problematik der Dyskalkulie zumindest nicht offenkundig thematisiert wird. Deshalb ist anzunehmen, dass ein Großteil der österreichischen Physiklehrerinnen und Physiklehrer mit Kindern, die von Dyskalkulie betroffen sind, bezüglich deren mathematischen Leistungen und Fähigkeiten mit Bezug auf das Fach überfordert sein dürften.

5 Dyskalkulie in der Lehramtsausbildung

Um Studierende des Lehramts bestmöglich auf die zukünftigen Probleme im Schulalltag vorzubereiten, ist es notwendig, diese in der universitären Ausbildung anzusprechen. Aus diesem Grund sei an dieser Stelle die Analyse der drei Physik Lehramts Curricula (Bachelor + Master), jener österreichischer Universitäten vorgestellt, an denen es einen Lehrstuhl für Physikdidaktik gibt (Salzburg, Graz, Wien). Die Analyse der Curricula erfolgte auf Ebene der Lehrveranstaltungsbeschreibungen bezüglich der Begriffe „Dyskalkulie“ und „Rechenschwäche“. Es sei hervorgehoben, dass die tatsächlich besprochenen Inhalte in der Lehrveranstaltung natürlich davon abweichend sein können.

5.1 Universität Salzburg

Das Lehramtsstudium Physik in Salzburg sieht eine Vielzahl an didaktischen Schwerpunktlehr-

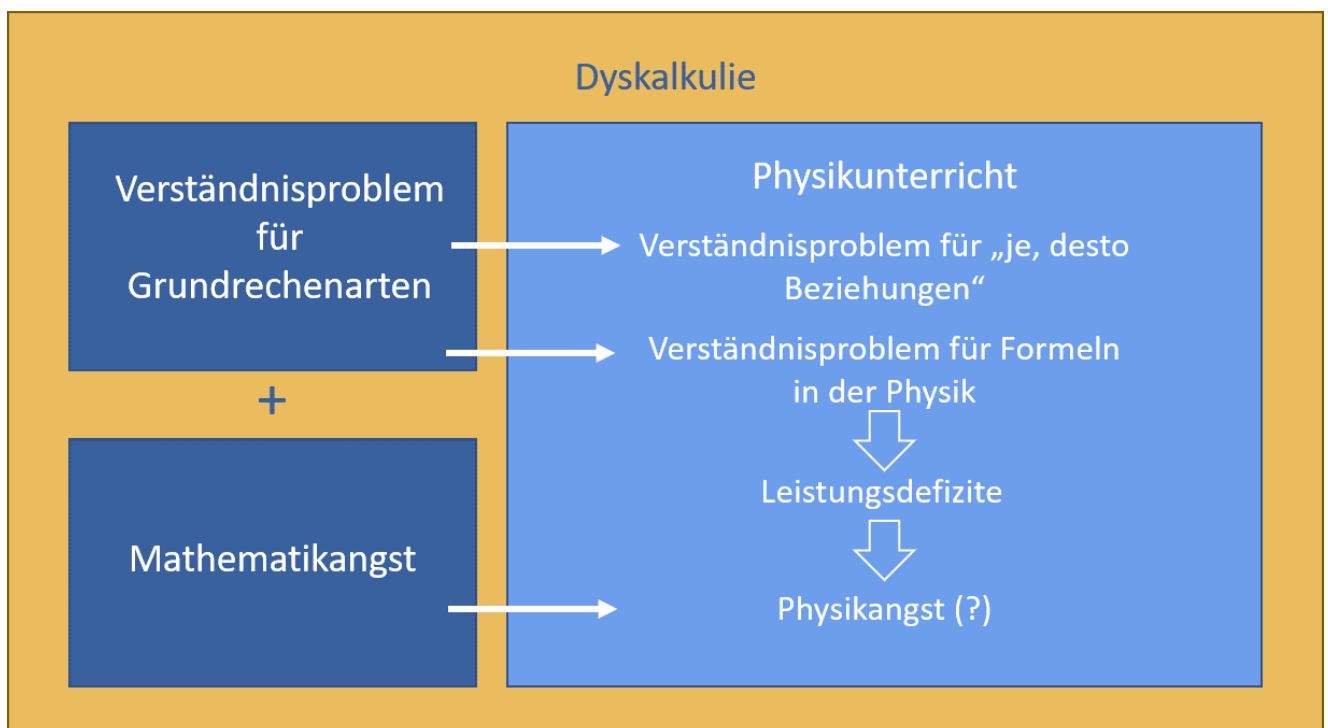


Abb. 1 – Schematische Darstellung der Auswirkungen von Dyskalkulie auf den Physikunterricht der Sekundarstufe 1. (Eigene Darstellung)

veranstaltungen vor. Da der Autor des vorliegenden Beitrags Student aus Salzburg ist, kennt er das Curriculum (Studienplan 2019) gut. Insgesamt werden von 142 ECTS (97 + 45 – Bachelor + Master) 32 ECTS in Lehrveranstaltungen gesammelt, die den Begriff „Didaktik“ im Namen tragen oder als didaktikverwandte Lehrveranstaltung zuzuordnen sind. (Anmerkung: Im Salzburger Curriculum ist jeweils die Abschlussarbeit in die ECTS Anzahl miteinbezogen, 25 ECTS entfallen auf die Masterarbeit und deren Begleitung.) Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der Begriff „Dyskalkulie“ in den Lehrveranstaltungsbeschreibungen keinen Einzug gefunden hat und auch aus eigener Erfahrung berichtet werden kann, dass die Dyskalkulie keinen Inhalt der vorgesehenen Studieninhalte darstellt.

5.2 Universität Graz

Zur Lehramtsausbildung in Graz liegen keine zugänglichen Erfahrungswerte vor. Deshalb wurden die veröffentlichten Beschreibungen der vorgesehenen Lehrveranstaltungen aus dem aktuellen Curriculum (Nov. 2020) analysiert. Das Curriculum des Bachelorstudiums kann unter <https://physik.uni-graz.at/de/physikdidaktik/studieren/studium-lehramt-neu/bachelor-lehramt-physik/> (zuletzt abgerufen am 07.11.2020) eingesehen werden, das Curriculum des Masterstudiums unter <https://physik.uni-graz.at/de/physikdidaktik/studieren/studium-lehramt-neu/master-lehramt-physik/> (zuletzt abgerufen am 07.11.2020). Da die Universität Graz unter [https://online.uni-graz.at/kfu-online/ee/ui/ca2/app/desktop/#/home?\\$ctx=lang=de](https://online.uni-graz.at/kfu-online/ee/ui/ca2/app/desktop/#/home?$ctx=lang=de) (zuletzt abgerufen am 07.11.2020) eine öffentlich zugängliche Lehrveranstaltungssuche erlaubt, konnten alle Lehrveranstaltungsbeschreibungen didaktikrelevanter Lehrveranstaltungen analysiert werden. Insgesamt werden 30 ECTS von 125 ECTS (Bachelor + Master) in sog. fachdidaktischen Lehrveranstaltungen gesammelt. Da die didaktikrelevanten Lehrveranstaltungstitel in den Grazer Curricula kursiv geschrieben werden, fällt die Auswahl leicht – nicht gezählt wurden die Schulpraktika PPS2 und PPS3 mit insgesamt 4 ECTS. Auch hier ergibt die Analyse, dass in den Beschreibungen die Begriffe „Dyskalkulie“ oder „Rechenschwäche“ nicht verwendet werden. Daraus kann geschlossen werden, dass die Dyskalkulie zumindest nicht schwerpunktmäßig behandelt wird.

5.3 Universität Wien

Die Universität Wien bietet über https://senat.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/s_senat/konsolidiert_Lehramt/Teilcurriculum_Physik_BA_Lehramt.pdf (zuletzt abgerufen am 07.11.2020) einen Einblick in das Curriculum des Bachelorstudiums Lehramt Physik und über https://senat.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/s_senat/konsolidiert_Lehramt/Teilcurriculum_Physik_MA_Lehramt.pdf (zuletzt abgerufen am 07.11.2020) einen Einblick in das Curriculum des Masterstudiums Lehramt Physik. Insgesamt werden, ohne Abschlussphasen und Wahlbereich, 123 ECTS gesammelt, davon sind 15 ECTS dem Pflichtmodul Fachdidaktik im Bachelorstudium zuzuordnen. Im Masterstudium in Wien kann zwischen einer fachwissenschaftlichen oder fachdidaktischen Vertiefung gewählt werden. Dabei sind maximal 14 ECTS in den Pflichtmodulen aus dem Bereich der Didaktik vorgesehen. Insgesamt sind demnach 29 von 123 ECTS aus fachdidaktischen Lehrveranstaltungen. Wie auch in den Grazer Curricula werden die Begriffe „Dyskalkulie“ oder „Rechenschwäche“ nicht explizit verwendet. Daraus kann auch in diesem Fall geschlossen werden, dass hierzu keine fachdidaktische Schwerpunktsetzung vorliegt.

Zusammenfassend entsteht der Eindruck, dass die Studierenden der auszugsweisen Curricula aus Salzburg, Graz und Wien keinen, oder wenn dann nur einen groben Überblick über die Dyskalkulie erhalten. Dieser Befund deckt sich mit den Aussagen Gaidoschiks (2008), dass sich die österreichische Sekundarstufendidaktik wenig bis gar nicht mit der Thematik auseinandersetzt.

6 Therapiemöglichkeiten bei Dyskalkulie

Im Rahmen der Schulpsychologie bzw. Kinder- und Jugendpsychiatrie gibt es unterschiedliche Herangehensweisen, um eine Dyskalkulie zu therapieren. Die effektivste Methode ist sicherlich, die Dyskalkulie präventiv im Vorschulalter durch entsprechende pädagogische Maßnahmen zu behandeln. Gaidoschik (2008) plädiert für die Sekundarstufe dafür, dass die Existenz der Dyskalkulie jedenfalls von Lehrkräften zur Kenntnis zu nehmen ist, damit daran gearbeitet werden kann. Im Sinne dieses Beitrags sei dieser Forderung Genüge getan. Da sich dieser Beitrag in erster Linie an Sekundarstufenlehrerinnen und -lehrer richtet, soll es nachfolgend Ziel sein, zumindest eine geprüfte Möglichkeit vorzustellen, die es erlaubt bei Kindern im Alter zwischen sieben

und elf Jahren die Grundrechenfertigkeiten zu verbessern und die Mathematikangst zu reduzieren.

6.1 Digitale Therapiemöglichkeit für Kinder mit Dyskalkulie

Nachdem bereits dargelegt wurde, dass eine Rechenschwäche von Mathematikangst ausgehen kann, ist es umso erfreulicher, dass sich Mathematikangst mit einfachen, aber effektiven Methoden verringern lässt. Die Anwendung des Computerspiels „Calcularis“ der Schweizer Dybuster AG konnte bereits nach wenigen Wochen die emotionale Angst gegenüber Mathematik bei rechenschwachen Kindern, die durch dieses Spiel beschult wurden (N = 68), signifikant gegenüber einer Kontrollgruppe verringern. Allerdings ist zu diskutieren, weshalb die zweite Kontrollgruppe, deren Kinder nicht-mathematikbezogene Trainingsprogramme durchliefen ähnlich gute Verbesserungen in Bezug auf Mathematikangst erfahren konnten. (Rauscher et al., 2017) In einer weiteren, an die eben zitierte Studie angeschlossenen Untersuchung konnte eine Gruppe um Juliane Kohn von der Universität Potsdam darlegen, dass bereits ein sechswöchiges Trainingsprogramm bei rechenschwachen Kindern im Alter von 7 bis 11 Jahren, an fünf Tagen die Woche zu jeweils 20 Minuten zu bedeutsamen Leistungszuwächsen bei Grundrechenfertigkeiten und Zahlenraumvorstellung im Vergleich zu einer untrainierten Kontrollgruppe führt. Zudem konnte ein stabiles und verbessertes Leistungsniveau auch über 5 Monate hinaus gezeigt werden. Auch hier muss näher untersucht werden, weshalb die Kontrollgruppe mit nicht-mathematikbezogenem Trainingsprogramm ähnlich gute Leistungsniveaus im Langzeitschnitt zeigt. (Kohn et al., 2017)

Mit Calcularis können Kinder unterschiedliche mathematische Grundfertigkeiten üben. Mithilfe von Simulationen werden beispielsweise Mengen räumlich angezeigt oder Operationen wie die Addition anhand von einzelnen Einheiten optisch dargestellt. Darüber hinaus ist ein motivationssteigerndes Belohnungssystem implementiert, das gleichzeitig über den Lernfortschritt aufklärt.

Im Rahmen des vorliegenden Beitrags konnte nicht ermittelt werden, ob das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung Lizenzen für Calcularis zur Verfügung stellt. Um eine dauerhafte Vollversion verwenden zu können, ist jedenfalls eine Lizenz notwendig. Das Lernprogramm funktioniert grundsätzlich

browserbasiert und ist in mehreren Sprachen abrufbar. Weitere Informationen zum Lernprogramm Calcularis können online unter <https://artikel.dybuster.ch/category/dyskalkulie/> (zuletzt abgerufen am 26.10.2020) abgerufen werden.

7 Maßnahmen für den Umgang mit Dyskalkulie im Physikunterricht

Aus den vorangegangenen Erkenntnissen der Kapitel eins bis sechs lassen sich drei Schülerinnen- und Schüler-Kategorien bilden:

- Schülerinnen und Schüler ohne Dyskalkulie
- Schülerinnen und Schüler mit diagnostizierter Dyskalkulie
- Schülerinnen und Schüler mit vermuteter Dyskalkulie

Der Umgang mit Schülerinnen und Schülern ohne Dyskalkulie wird im allgemeinen Lehrplan für den Physikunterricht vorgegeben.

Schülerinnen und Schüler mit diagnostizierter Dyskalkulie werden im Rundschreiben Nr. 27/2017 vom Bundesministerium für Bildung berücksichtigt. Die Fördergrundsätze für die Sekundarstufe beinhalten: Beobachtungsmöglichkeiten für den mathematischen Basisstoff, individuelle Fördermaßnahmen und eine Leistungsbeurteilung im Sinne der LBVO, jedoch „nach Möglichkeit durch jene Quellen der Leistungsbeurteilung, die von der Rechenschwäche nicht betroffen sind“ (27/2017, S. 5). Für die Leistungsfeststellung sollen insbesondere jene Quellen herangezogen werden, die keine schriftliche Leistung erfordern. Zudem wird betont, dass jene Schülerinnen und Schüler ermutigt und motiviert werden sollen und bei mündlichen Leistungsfeststellungen Rechenhilfen zugelassen werden. Auch soll die Lehrkraft mehr Bearbeitungszeit und persönliche Unterstützung bei Aufgaben anbieten. Hinzu kommt, dass die Erziehungsberechtigten informiert und beraten werden sollen. Ausdrücklich wird im Rundschreiben formuliert, dass die Berücksichtigung der Dyskalkulie in Bezug auf Schülerinnen- und Schülerleistung auch naturwissenschaftliche Fächer betrifft. Eine Rechenschwäche stellt außerdem „keinen hinreichenden Grund für die Beantragung eines sonderpädagogischen Förderbedarfs dar“ (27/2017, S. 7).

Bei der Vermutung einer Dyskalkulie wird vonseiten des Ministeriums eine Abklärung durch Schulpsychologen empfohlen. Legen Erziehungsberechtigte einen externen klinisch-psy-

chologischen Befund vor, ist eine weitere Diagnostik nicht vorgesehen und genannte Fördermaßnahmen sind anzuwenden.

Aus organisatorischen Gründen ist es mit Übertritt in die Sekundarstufe in erster Linie Aufgabe der Lehrperson für Mathematik, Rechenprobleme hinsichtlich einer möglicherweise vorliegenden Dyskalkulie zu beobachten, da Physik üblicherweise erst ab der 6. Schulstufe unterrichtet wird. Nichtsdestoweniger ist es jedoch Aufgabe der Lehrperson für Physik, eine Dyskalkulie bei leistungsschwachen Schülerinnen und Schülern in Betracht zu ziehen, wenn Auffälligkeiten bei rechnerischen Übungen im Fach auftreten. In jedem Fall ist eine entsprechende Kommunikation mit der Lehrperson für Mathematik, sowie mit den Erziehungsberechtigten angebracht.

7.1 Hilfestellungen im Physikunterricht

In diesem Kapitel wird eine ungeprüfte Möglichkeit vorgestellt, die Kindern mit Dyskalkulie zu mehr Verständnis im Unterricht helfen könnte und in einer studentischen Diskussion im Jänner 2021 im Rahmen einer fachdidaktischen Lehrveranstaltung im Masterstudium Physik an der Universität Salzburg entstanden ist.

Angelehnt an das oben genannte Computerspiel ist die Diskussionsgruppe zu dem Schluss gekommen, dass es möglicherweise eine Erleichterung für Kinder mit Dyskalkulie ist, problematische mathematische Operationen und Größenordnungen im Rahmen von Aufgaben deren Ziel eine Abschätzung von Zahlen bzw. Zahlenbereichen ist, zu visualisieren. Da Verständnisprobleme an unterschiedlichen Stellen auftreten können ist die Lehrperson gefordert, spontan und flexibel zu reagieren. Ein einfaches, in fast jedem Klassenraum befindliches Visualisierungswerkzeug ist die Tafel mit Kreide. Mathematische

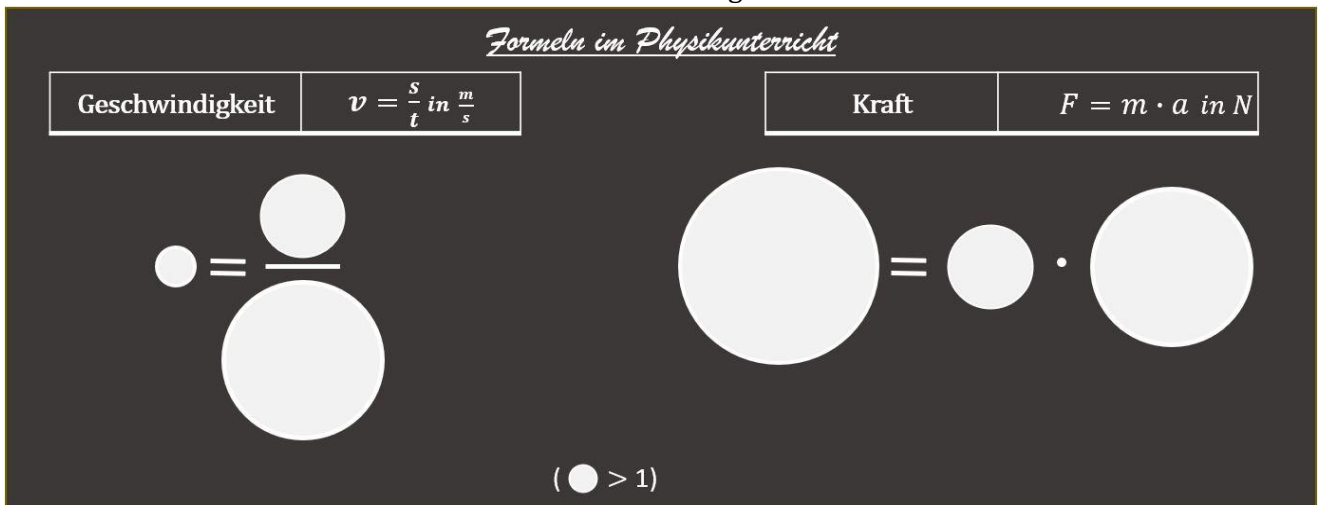


Abb. 2 – Mögliche visuelle Hilfestellung bei Rechenoperationen im Physikunterricht. (Eigene Darstellung)

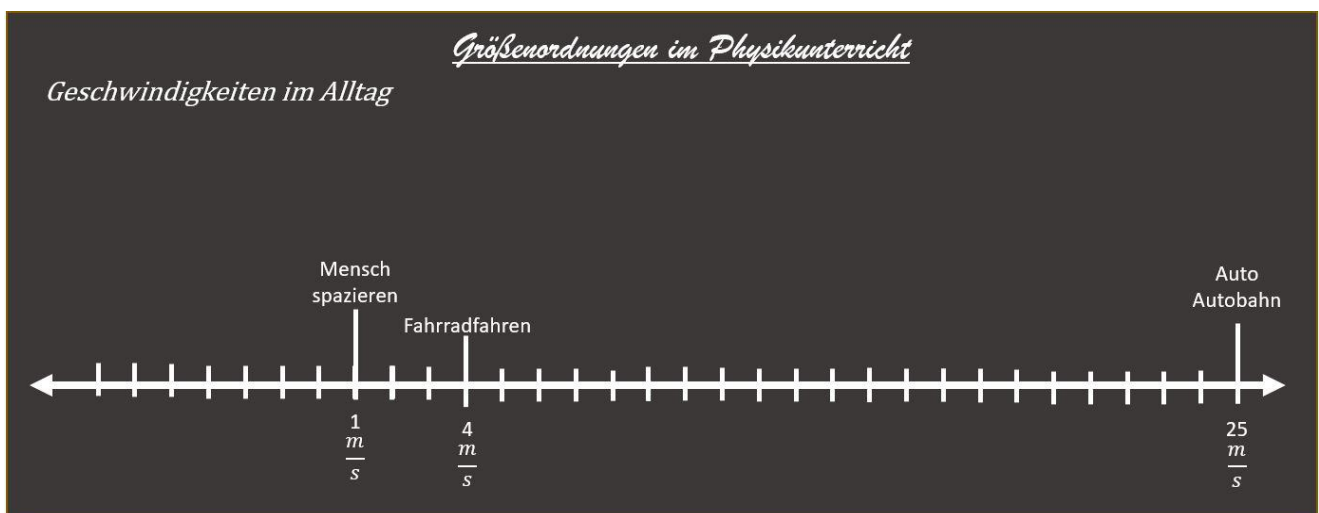


Abb. 3 – Mögliche visuelle Hilfestellung für die Zahlenraumvorstellung im Physikunterricht. (Eigene Darstellung)

Operationen wie Brüche oder Multiplikationen und daran geknüpfte „je, desto...-Beziehungen“ können mit unterschiedlich großen Kreidekreisen in Gleichungen visualisiert werden (siehe Abb. 2).

Da das Zahlenraumverständnis bei Kindern mit Dyskalkulie gestört ist, kann für die Abschätzung von Größenordnungen ein gezeichneter Zahlenstrahl eingesetzt werden, der zum Beispiel Geschwindigkeiten verschiedener Fortbewegungsarten zueinander in Beziehung setzt (siehe Abb. 3).

Ähnliche Visualisierungen werden auch im vorgestellten Computerspiel „Calcularis“ eingesetzt. Aus diesem Grund könnte eine Visualisierung von Rechenoperationen an der Tafel als Unterstützungsmaßnahme eine effektive und einfache Hilfestellung im Umgang mit Dyskalkulie im Physikunterricht darstellen.

8 Zusammenfassung

Dyskalkulie ist eine Störung in der Anwendung von mathematischen Grundoperationen, die sich auf Defizite in der Gehirnentwicklung, wie auch auf Ängste gegenüber Mathematik und nicht leistungsfähige, eingelernte Rechenwege in Form von abzählenden Verfahren zurückführen lässt, nicht jedoch abhängig vom Intelligenzquotienten des Kindes ist. Aufgrund der Verankerung von elementaren Rechenoperationen und dem Voraussetzen von Basiswissen in Mathematik, ist Physikunterricht in der Sekundarstufe 1 stark davon gefährdet, von Schülerinnen und Schülern, die von Dyskalkulie betroffen sind, als unangenehm empfunden zu werden. Es wurde zur Diskussion gestellt, dass eine Dyskalkulie hervorrufende Mathematikangst auf den Physikunterricht übertragen werden könnte und eine Physikangst herbeiführt. Die Diagnose einer Dyskalkulie muss durch professionelle Schulpsychologinnen und -psychologen o.Ä. erfolgen. Diese führt durch das Rundschreiben Nr. 27/2017 des Bundesministeriums für Bildung dazu, dass Lehrkräfte in Mathematik bzw. in naturwissenschaftlichen Fächern, Kinder mit Dyskalkulie vor allem bei schriftlichen Leistungsüberprüfungen und Übungen besonders behandeln müssen, sodass die Dyskalkulie wenig Auswirkung auf die Note hat.

Die im Beitrag vorgestellte Therapiemöglichkeit der Dyskalkulie zielt auf Kinder im Alter von sieben bis elf Jahren ab und findet in Form eines digitalen Lernprogramms statt, das Mengen und Rechenoperationen optisch darstellt und somit nachvollziehbarer macht. Die Effektivität des

Lernprogramms *Calcularis* konnte in unterschiedlichen Studien (Kohn et al., 2017; Rauscher et al., 2017) bestätigt werden. Mithilfe von *Calcularis* können sowohl basismathematische Rechenfertigkeiten erlangt bzw. gefestigt wie auch Mathematikängste abgebaut werden. Da die stichprobenartige Überprüfung aktueller Physik Lehramts Curricula ergeben hat, dass die Dyskalkulie unterrepräsentiert ist, obwohl aktuellen Schätzungen zufolge ca. 5 – 7 % der Bevölkerung (Butterworth et al., 2011) betroffen sind, sei der abschließende Appell an jene Leserinnen und Leser gerichtet, die auf universitärer Ebene darauf Einfluss haben: Sensibilisieren Sie Ihre Studierenden für die Themen Dyskalkulie und Rechenschwächen, um einer daraus abgeleiteten, möglichen Angst vor Physik bei Schülerinnen und Schülern vorbeugen zu können!

9 Literaturverzeichnis

- Apolin, M. (2016) *Big Bang 2*. Wien: Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH.
- Aster, M. G. (2017) Dyskalkulie. In: *Monatsschrift Kinderheilkunde* 165 (6), S. 482–489. DOI: 10.1007/s00112-017-0289-x
- Bundesministerium für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) (2020) Kapitel V Psychische und Verhaltensstörungen. O.V. Online abgerufen am 25.10.2020 unter <https://www.dimdi.de/static/de/klassifikationen/icd/icd-10-gm/kode-suche/htmlgm2020/block-f80-f89.htm>
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (2017) Rundschreiben Nr.27/2017. Online abgerufen am 26.10.2020 unter https://www.bmbwf.gv.at/Themen/schule/schulrecht/rs/1997-2017/2017_27.html
- Butterworth, B., Varma, S., Laurillard, D. (2011) *Dyscalculia. From brain to education*. In: *Science (New York)* 332 (6033), S. 1049–1053. DOI: 10.1126/science.1201536
- Freiberger, D., Aringer, C., Büchinger, J., Furlan, P. (2020) Theorierteil – Was versteht man unter „Dyskalkulie“? In: Freiberger, Aringer, Büchinger und Furlan (Hg.) *Training bei Dyskalkulie und Rechenstörungen*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 1–7.
- Gaidoschik, M. (2008) „Rechenschwäche“ in der Sekundarstufe. Was tun? In: *JMD* 29 (3-4), S. 287–294. DOI: 10.1007/BF03339065
- Hascher, T. (2004) *Wohlbefinden in der Schule*. Münster: Waxmann.
- Karnath, H., Thier, P. (Hg.) (2006) *Neuropsychologie*. Mit 24 Tabellen. Heidelberg: Springer.
- Kaufmann, D., Eggenberger, P. (2017) *Gute Lehre in den Naturwissenschaften. Der Werkzeugkasten: Einfach, Schnell, Erfolgreich*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Kircher, E., Girwidz, R., Häußler, P. (Hg.) (2015) *Physikdidaktik. Theorie und Praxis*. Berlin: Springer Spektrum.
- Kohn, J., Rauscher, L., Käser, T., Kucian, K., McCaskey, U., Wyszkon, A., et al. (2017) Effekte des *Calcularis* -Trainings. In: *Lernen und Lernstörungen* 6 (2), S. 51–63. DOI: 10.1024/2235-0977/a000166
- Krüger, D., Parchmann, I., Schecker, H. (Hg.) (2018) *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*. Berlin, Heidelberg: Springer.

- Kucian, K., McCaskey, U., O'Gorman Tuura, R., Aster, M. von (2018) Neurostructural correlate of math anxiety in the brain of children. In: *Translational psychiatry* 8, 273. DOI: 10.1038/s41398-018-0320-6
- Kuhn, J. (2010) Authentische Aufgaben im theoretischen Rahmen von Instruktionen- und Lehr-Lern-Forschung. Optimierung von Ankermedien für eine neue Aufgabekultur im Physikunterricht. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag.
- Lorenz, J. H., Radatz, H. (2008) *Handbuch des Förderns im Mathematikunterricht*. Hannover: Schroedel.
- Maloney, E. A., Ramirez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. C., Beilock, S. L. (2015) Intergenerational Effects of Parents' Math Anxiety on Children's Math Achievement and Anxiety. In: *Psychological science* 26 (9), S. 1480–1488. DOI: 10.1177/0956797615592630
- Nerdel, C. (2017) *Grundlagen der Naturwissenschaftsdidaktik. Kompetenzorientiert und aufgabenbasiert für Schule und Hochschule*. Berlin: Springer Spektrum.
- Rauscher, L., Kohn, J., Käser, T., Kucian, K., McCaskey, U., Wyschkon, A., et al. (2017) Effekte des Calcularis -Trainings. In: *Lernen und Lernstörungen* 6 (2), S. 75–86. DOI: 10.1024/2235-0977/a000168.
- Schneider, F. (2013) *Funktionelle MRT in Psychiatrie und Neurologie*. Berlin: Springer.
- Universität Graz (2020) Bachelor Lehramt Physik. O.V. Online abgerufen am 07.11.2020 unter <https://physik.uni-graz.at/de/physikdidaktik/studieren/studium-lehr-amt-neu/bachelor-lehramt-physik/>
- Universität Graz (2020) Master Lehramt Physik. O.V. Online abgerufen am 07.11.2020 unter <https://physik.uni-graz.at/de/physikdidaktik/studieren/studium-lehr-amt-neu/master-lehramt-physik/>
- Universität Salzburg (2019) 191. Curriculum für das Bachelorstudium Lehramt Sekundarstufe (Allgemeinbildung). Salzburg: Rektor der Paris Lodron-Universität Salzburg. Online abgerufen am 07.11.2020 unter <https://im.sbg.ac.at/pages/viewpage.action?pageId=87766008&preview=/87766008/87766612/S6LFWhfyC8tN7Kdx.pdf>
- Universität Salzburg (2020) Curriculum für das Masterstudium Lehramt Physik. O.V. Online abgerufen am 07.11.2020 unter https://www.uni-salzburg.at/fileadmin/multimedia/School%20o%20Education/Homepage_NEU/1_Studium/Aktuelle_Studienangebote/Physik/Masterstudium_Lehramt_C21_Studienfach_Physik.pdf
- Universität Wien (2016) Teilcurriculum für das Unterrichtsfach Physik im Rahmen des Bachelorstudiums zur Erlangung eines Lehramts im Bereich der Sekundarstufe. O.V. Online abgerufen am 07.11.2020 unter https://senat.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/s_senat/konsolidiert_Lehramt/Teilcurriculum_Physik_BA_Lehramt.pdf
- Universität Wien (2017) Teilcurriculum für das Unterrichtsfach Physik im Rahmen des Masterstudiums zur Erlangung eines Lehramts im Bereich der Sekundarstufe. O.V. Online abgerufen am 07.11.2020 unter https://senat.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/s_senat/konsolidiert_Lehramt/Teilcurriculum_Physik_MA_Lehramt.pdf
- Verordnung der Bundesministerin für Unterricht, Kunst und Kultur, mit der die Lehrpläne der Mittelschulen erlassen und die Lehrpläne für den Religionsunterricht an den Mittelschulen bekannt gemacht werden, StF: BGBl. II Nr. 185/2012. IdF: 379/2020
- Vogt, P. (2010) *Werbeaufgaben im Physikunterricht. Motivations- und Lernwirksamkeit authentischer Texte*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag.
- Weinhold Zulauf, M., Schweiter, M., Aster, M. von (2003) Das Kindergartenalter. Sensitive Periode für die Entwicklung numerischer Fertigkeiten. In: *Kindheit und Entwicklung* 12 (4), S. 222–230. DOI: 10.1026//0942-5403.12.4.222

9.1 Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1 - Auswirkungen von Dyskalkulie auf den Physikunterricht der Sekundarstufe 1. (Penz, 2020) - S.4
 Abb. 2 - Mögliche visuelle Hilfestellung bei Rechenoperationen im Physikunterricht. (Penz, 2020) - S.7
 Abb. 3 - Mögliche visuelle Hilfestellung für die Zahlenraumvorstellung im Physikunterricht. (Penz, 2020) - S.7

9.2 Tabellenverzeichnis

- Tab. 1 - Zusammenstellung üblicherweise gebrauchter Formeln im ersten Physikjahr. - S.3