

- Vollrath, H. J. (1989). Funktionales Denken. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 10, 3–37. DOI:10.1007/BF03338719
- Winter, H. (1995). Mathematikunterricht und Allgemeinbildung. *Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik*, 61, 37–46. ojs.didaktik-der-mathematik.de/index.php/mgdm/article/view/69/80

Dr. Felicitas Pielsticker, Universität Siegen
 pielsticker@mathematik.uni-siegen.de

Jacqueline Köster, Universität Siegen
 koester@mathematik.uni-siegen.de

Projekt Diagnosesprechstunde bei besonderen Schwierigkeiten beim Mathematiklernen

Jenny Knöppel und Felicitas Pielsticker

Im Rahmen des [bildungsconnectors:olpe](#), einem Kooperationsprojekt zur empirischen Bildungsforschung der Stadt Olpe, dem Kreis Olpe und der Universität Siegen bietet die Mathematikdidaktik Diagnosesprechstunden an, um Kinder und Jugendliche, Erziehungsberechtigte und Lehrpersonen in Fragen zu besonderen Schwierigkeiten beim Mathematiklernen gezielt, ortsnah, individuell und professionell zu beraten. Den Begriff der „besonderen Schwierigkeiten beim Mathematiklernen“ verwenden wir in Anlehnung an Gaidoschik et al. (2021). Dabei gibt es zum einen Beratungsmöglichkeiten mit konkreten Handlungsempfehlungen zur selbstständigen Weiterarbeit, zur Nutzung und zum gezielten Einsatz von (Förder-)Materialien sowie Einblicke in den aktuellen Stand der Forschung.

Motivation

Im Rahmen der Diagnosesprechstunde begleiten wir Kinder und Jugendliche, „deren Lernfortschritte, durch welche Gründe auch immer, als unzureichend angesehen werden“ (Lorenz, 2003, S. 15). Die Teilnehmer/innen der Sprechstunden besuchen zurzeit die Jahrgangstufen drei bis sieben. Um den besonderen Schwierigkeiten beim Mathematiklernen zu begegnen, ermöglicht das Projekt *Diagnosesprechstunde* eine individuelle Diagnostik mit daraus abgeleiteter individueller Förderung. Dazu bedarf es einer Langzeitbegleitung und der Möglichkeit von längsschnittlichen Untersuchungen. Viele der Schüler/innen besuchen das Projekt seit 2022 wöchentlich. Dadurch ist die Beobachtung einer (Langzeit-)Entwicklung von Wissensaktivierungs- und Wissensentwicklungsprozessen z. B. in Bezug auf ein Zahlverständnis in Zusammenhang mit Bündelungsstra-

tegien möglich. Außerdem besteht die Möglichkeit der Gewinnung von Erkenntnissen über individuell ausgeprägte Strategien der Schüler/innen. Des Weiteren kann in diesem Rahmen das Mathematikbild der Schüler/innen sowie die Entwicklung des Mathematikbildes auch über einen längeren Zeitraum beschrieben werden. Zudem sind die Diagnosesprechstunde und die dabei zu beobachtenden Fälle ein wichtiger Teil des Dissertationsvorhabens der Mitautorin Jenny Knöppel.

Diagnostik und Förderung in empirischen Kontexten

Das Identifizieren und Beschreiben von spezifischen Wissensaktivierungsprozessen bei Kindern und Jugendlichen mit besonderen Schwierigkeiten beim Mathematiklernen trägt zu einer ausführlichen Diagnostik und zu der Entwicklung von Förderereinheiten bei. „Diagnostik ist außerordentlich wichtig für den weiteren Unterricht und mögliche Fördermaßnahmen“ (Krauthausen & Scherer, 2008, S. 211). Der Fokus liegt dabei insbesondere auf einer kompetenz- und prozessorientierten Diagnostik (Wartha & Schulz, 2019). Des Weiteren geht die Durchführung von Diagnoseeinheiten, um besonderen Schwierigkeiten beim Mathematiklernen sowie möglichen Fehlermustern auf den Grund zu gehen, Hand in Hand mit einer Förderung (Götze et al., 2020). Entsprechend „sollte Diagnose förderorientiert ausgerichtet sein und Förderung diagnosegeleitet erfolgen“ (Götze et al., 2020, S. 19). Bei der Entwicklung und Durchführung von Diagnose- und Förderereinheiten innerhalb der Diagnosesprechstunde achten wir dabei insbesondere auf die Initiierung einer Wissensaktivierung mithilfe empirischer

Kontexte („physical space“ Hempel, 1945). „Also solchen Kontexten, die auf die uns unmittelbar umgebende physikalische Welt [...] bezogenen sind“ (Pielsticker & Witzke, 2022, S. 1). Für die Initiierung von Wissensaktivierungsprozessen in empirischen Kontexten fokussieren wir in den Diagnose- und Fördereinheiten auf den Einsatz von ausgewählten (empirischen) Objekten, d. h. gegenständlichen Arbeits- und Anschauungsmitteln.

Vorgehensweise im Rahmen der Diagnosesprechstunde

Nach Kontaktaufnahme durch Lehrkräfte oder Erziehungsberechtigte wird zunächst ein Termin für ein Erstgespräch vereinbart. Im Rahmen der ersten Einheit mit dem/der Schüler/in steht insbesondere das gegenseitige Kennenlernen im Vordergrund, welches für eine gemeinsame Weiterarbeit von Bedeutung ist. In einem ersten Interview wird der Frage nachgegangen, was die Schüler/innen unter Mathematik verstehen bzw. was Mathematik für sie ist. In den darauffolgenden Einheiten liegt der Fokus auf einer kompetenz- und prozessorientierten Diagnostik (Wartha & Schulz, 2019). Dabei geht es insbesondere darum, die Kompetenzen und Schwierigkeiten der Schüler/innen zu identifizieren und Lösungswege bzw. -prozesse zu beobachten und zu dokumentieren (vgl. Abb. 1). Im Rahmen der diagnostischen Gespräche werden die Schüler/innen dazu ermutigt, ihre Lösungswege und Vorgehensweisen im Prozess zu versprachlichen („Lautes Denken“, z. B. Schipper, 2009, S. 343). Für diese Diagnoseeinheiten werden individuell angepasste Interviewleitfäden entwickelt, z. B. in Anlehnung an das informelle Diagnoseverfahren von Kaufmann und Wessolowski (2021) und Wartha und Schulz (2019). Dabei orientieren wir uns insbesondere an „den

drei zentralen Inhaltsbereichen des arithmetischen Basisstoffes“ (Gaidoschik et al., 2021, S. 5), dem Verständnis natürlicher Zahlen, des dezimalen Stellenwertsystems sowie der Rechenoperationen. Zudem besteht im Rahmen der Diagnosesprechstunde die Möglichkeit der Durchführung eines standardisierten Mathematiktests (z. B. DEMAT) in Verbindung mit einer anschließenden Fehleranalyse (Lorenz & Radatz, 1993). Ein weiterer Fokus liegt auf dem Austausch und der Zusammenarbeit mit den beteiligten Lehrkräften und Erziehungsberechtigten: „[...] eine gute Zusammenarbeit der Bezugspersonen (s. o.), der Lehrkräfte und ggf. Förderlehrkräfte [ist] unabdingbar. Nur wenn die Arbeitsweisen, Lerninhalte und die Art der Lernbegleitung an allen Lernorten sinnvoll zusammenwirken, können Schüler/innen, ihren Dispositionen entsprechend, tragfähige mathematische Konzepte entwickeln“ (Gaidoschik et al., 2021, S. 13).

In Anknüpfung an die kompetenz- und prozessorientierte Diagnostik besteht die Möglichkeit, individuelle Interventionseinheiten auf Grundlage der Diagnoseergebnisse zu entwickeln und diese mit den Schüler/innen durchzuführen. Ein wichtiger Aspekt ist dabei die regelmäßige Diagnostik, um auch im Rahmen der Interventionseinheiten den Blick darauf zu richten, welches mathematische Wissen die Schüler/innen in den Einheiten aktivieren und wie sie mit empirischen Objekten (z. B. Arbeitsmaterial, welches in den Einheiten eingesetzt wird) umgehen (vgl. Fallstudien in Pielsticker, 2020).

Das Mathematikbild der Schüler/innen – „Mathe ist –, Zahlen ganz viele Zahlen“

Im Rahmen der Diagnosesprechstunde orientieren wir uns für die Forschung an dem Fallstudienansatz

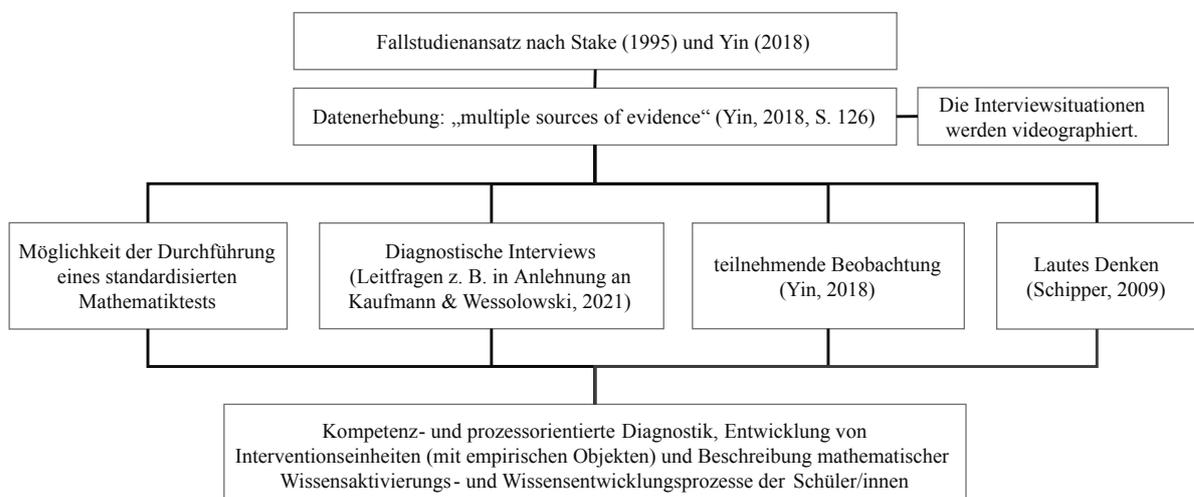


Abbildung 1. Vorgehen und Datenerhebung im Rahmen der Diagnosesprechstunde

nach Stake (1995) und Yin (2018). Dabei geht es um eine möglichst ganzheitliche Betrachtung der Fälle, um die Kompetenzen sowie Schwierigkeiten der Schüler/innen zu identifizieren, diese zu beschreiben und entsprechende Interventionseinheiten zu konzipieren. Im Rahmen der Diagnosesprechstunde geht es insbesondere darum, über einen längeren Zeitraum zu beschreiben, welches mathematische Wissen in bestimmten (empirischen) Kontexten aktiviert wird und wie sich dieses (weiter-)entwickelt (Bauersfeld, 1983; Schoenfeld, 1985). Dazu spielt unter anderem die Identifikation und Beschreibung des Mathematikbildes der Schüler/innen eine wichtige Rolle (Rolka & Halverscheid, 2011; Schoenfeld, 1985). Rolka und Halverscheid (2011) verwenden in diesem Zusammenhang den von Schoenfeld geprägten Begriff der „mathematical world views“ (S. 521).

In einer Studie zu den Vorstellungen von Mathematik von Grundschüler/innen, in der die Schüler/innen zu Beginn der dritten Klasse sowie am Ende der vierten Klasse einen informellen Fragebogen beantworteten, arbeiteten Söbbeke und Steinbring (2004) heraus, dass die betrachteten Schüler/innen die Mathematik in ihren Antworten verstärkt „auf die Bereiche Zahlen, Zählen und das Rechnen von Aufgaben [...] reduzieren“ (S. 37). Rolka und Halverscheid (2011) beschreiben, dass sich im Rahmen einer ihrer Untersuchungen herausstellte, dass in einigen der untersuchten Mathematikurse ein von Zahlen und Berechnungen geprägtes Mathematikbild vorherrscht: „quite often mathematics courses were dominated by a view on mathematics emphasizing numbers or calculations“ (S. 521). Dies lässt sich ebenfalls im Kontext der Diagnosesprechstunde feststellen. Auf die Frage, was Mathematik für die Schüler/innen sei, lassen sich insbesondere die Aspekte der Zahlen (vgl. Zitat Sarah (alle Namen wurden geändert), Abb. 2) sowie des Rechnens (vgl. Zitat Eva, Abb. 2) wiedererkennen.

Im weiteren Verlauf der ersten Diagnosesprechstunden werden die Schüler/innen in einer Einheit darum gebeten, ihr Mathematikbild zu zeichnen und dieses im Rahmen des Interviews zu beschreiben. Zudem werden den Schüler/innen Bilder in Anlehnung an den Fragebogen von Söbbeke und Steinbring (2004) sowie ausgewählte (empirische) Objekte vorgelegt, in Verbindung mit der Impuls-

frage, ob dies für sie etwas mit Mathematik zu tun habe oder nicht. Im Folgenden wird ein illustrativer Einblick in entsprechende Interviewdaten gegeben. In dem vorliegenden Beispiel wurden den Schüler/innen geometrische Figuren vorgelegt und die Interviewerin stellt die Frage, ob die Schüler/innen denken, dass dies etwas mit Mathe zu tun habe oder nicht (vgl. Abb. 3).

So wie Rolka & Halverscheid (2011) in ihren empirischen Untersuchungen Bilder, Texte und Interviews verwenden, um diese im Sinne der Kategorien nach Ernest (1989) zu kategorisieren und die „mathematical world views“ der Schüler/innen zu beschreiben, besteht im Rahmen der Diagnosesprechstunde die Möglichkeit, diese im Rahmen längerfristiger Untersuchungen in verschiedenen (empirischen) Kontexten zu untersuchen (vgl. Abb. 1). Dabei können neben Bildern und Interviews auch Situationen im Umgang mit (empirischen) Objekten (vgl. Abb. 3) über einen längeren Zeitraum mit einbezogen werden.

Am Beispiel der Zitate in Abbildung 3 lassen sich für die betrachteten Schüler/innen Aspekte einer „Zähl-Welt“ (Bauersfeld, 1983, S. 16), in Verbindung mit der Mathematik als „Welt der Zahlen“ charakterisieren, wobei Bereiche der Mathematik, wie z. B. die Geometrie, nicht mit der Mathematik als Welt der Zahlen in Verbindung gebracht werden (vgl. Zitate von Sarah und Lia, Abb. 3). Die Schülerin Lia scheint darüber hinaus noch eine weitere Verbindung zu den Rechenoperationen bzw. -symbolen herzustellen, indem sie den Kreis als „Zeichen“ der Multiplikation bzw. der Division charakterisiert. Dennoch scheint ihre Vorstellung der Mathematik als „Welt der Zahlen“ zu dominieren (vgl. Zitat Lia, Abb. 3). Im Sinne der „instrumentalist view“ nach Ernest (1989), welche in den Studien von Rolka und Halverscheid (2011) für eine entsprechende Kategorisierung in Bildern, Texten und Aussagen von Schüler/innen näher beschrieben wird, scheinen in den Erklärungen und weiteren Ergänzungen der Schülerin jedoch keine weiteren Verknüpfungen der Bereiche stattzufinden, die (empirischen) Objekte werden primär isoliert betrachtet.

Für die Schülerinnen Matilda und Jana scheint der Aspekt des Zählens eine verbindende Rolle zu spielen (vgl. Abb. 3), die Anzahlen der Sei-

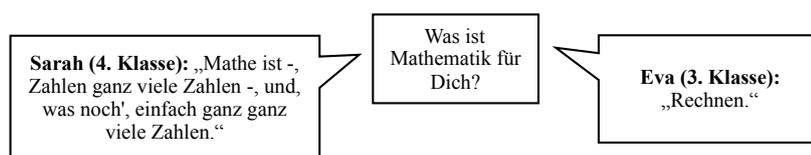
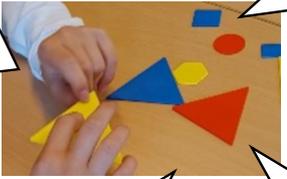


Abbildung 2. Was ist Mathematik für Dich?



Interviewerin: „(Während sie geometrische Figuren auf den Tisch legt) und da würd ich auch gerne genau das gleiche einmal von dir wissen, ob du denkst ob das was mit Mathe zu tun hat.“

Sarah (4. Klasse): „Ich find das ist eher so Geometrie“ (nimmt ein Dreieck in die Hand) „weil da macht - in Geometrie macht man halt, mehr mit Formen als in Mathe.“

Interviewerin: „Was hat das (nimmt zwei geometrische Figuren heraus) mit Mathematik zu tun“

Jana (4. Klasse): „Das man auch die Ecken zählen kann.“

Interviewerin: „(Während sie geometrische Figuren auf den Tisch legt) Was denkst du., hat das was mit Mathe zu tun“, was ich dir hier auf den Tisch gelegt hab. [...]“

Matilda (4. Klasse): „ja weil - wir haben grad in Geometrie - [...] (fährt mit dem Finger an einer Dreiecksseite entlang) beschäftigen wir uns so mit Körpern. wie viel Ecken, Kanten oder wie viele Flächen sie haben., und Geometrie gehört für mich auch irgendwie n bisschen zu Mathe -, [...] und dann könnt ich mir schon vorstellen dass das, zu Mathe gehören würde. [...] (nimmt ein Sechseck in die Hand) zum Beispiel hier - könnte man jetzt zählen wie viele Ecken und Kanten sie haben. [...] (nimmt ein Dreieck) und hier halt auch. also so - also darum (verbinde?) ich das mit Mathe.“

Lia (4. Klasse): „also ähm, woran mich der Punkt erinnert – das Zeichen von mal, oder auch geteilt - [...] (auf erneute Nachfrage, ob sie denkt, dass dies etwas mit Mathe zu tun habe oder eher nicht) ich glaube eher nicht - [...] also ich weiß es nich genau aber ich würd eher nich sagen. [...] weil –, ähm das – ja ähm –, eher Formen sind – und ähm nich so viele Zahlen – [...]“

Abbildung 3. Haben geometrische Figuren etwas mit Mathematik zu tun oder nicht?

ten bzw. Kanten der geometrischen Figuren lassen sich durch Zählen ermitteln. An dieser Stelle muss jedoch berücksichtigt werden, dass die geometrischen Figuren und Formen im Mathematikunterricht gegebenenfalls auf diese Art und Weise eingeführt bzw. thematisiert wurden, diesbezüglich sollten weitere Impulsfragen gestellt und ggf. ein entsprechendes Interview mit der Lehrkraft geführt werden (vgl. Zitat Matilda, Abb. 3).

Ausblick

Zusammenfassend erscheint der Aspekt der Beschreibung der (Weiter-)Entwicklung des Mathematikbildes bzw. der „mathematical world views“ von Schüler/innen mit besonderen Schwierigkeiten beim Mathematiklernen über einen längeren Zeitraum besonders interessant für die Beschreibung von Wissensaktivierungs- und Wissensentwicklungsprozessen zu sein. Dazu wäre es interessant zu untersuchen, inwiefern sich die „mathematical world views“ der Schüler/innen in Anlehnung an die Ausarbeitungen der Kategorien nach Rolka und Halverscheid (2011) charakterisieren lassen und ob und welche „mixed world views“ (S. 529) beschrieben werden können. Da für die betrachteten Schüler/innen im Sommer 2023 darüber hinaus ein Schulwechsel in die weiterführende Schule ansteht, erscheint es insbesondere interessant zu untersuchen und zu beschrei-

ben, inwiefern sich das Mathematikbild der Schüler/innen beim Übergang in die weiterführende Schule (weiter-)entwickelt.

Literatur

- Bauersfeld, H. (1983). Subjektive Erfahrungsbereiche als Grundlage einer Interaktionstheorie des Mathematiklernens und -lehrens. In *Lernen und Lehren von Mathematik. Analysen zum Unterrichtshandeln II* (S. 1–56). Aulis-Verlag Deubner.
- Ernest, P. (1989). The knowledge, beliefs and attitudes of the mathematics teacher: A model. *Journal of Education for Teaching*, 15, 13–33. DOI:10.1080/0260747890150102
- Gaidoschik, M., Moser Opitz, E., Nührenböcker, M., & Rathgeb-Schnierer, E. (2021). Besondere Schwierigkeiten beim Mathematiklernen. Special Issue der *Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik*, 47(111S). ojs.didaktik-der-mathematik.de/index.php/mgdm/issue/view/46
- Götze, D., Selter, C., & Zannetin, E. (2020). *Das KIRA-Buch: Kinder rechnen anders. Verstehen und Fördern im Mathematikunterricht* (2. Aufl.). Klett Kallmeyer.
- Hempel, C. G. (1945). Geometry and Empirical Science. *American Mathematical Monthly*, 52, 7–17. DOI:10.1080/00029890.1945.11991492
- Kaufmann, S. & Wessolowski, S. (2021). *Rechenstörungen. Diagnose und Förderbausteine* (8. Aufl.). Klett Kallmeyer.
- Krauthausen, G. & Scherer, P. (2008). *Einführung in die Mathematikdidaktik* (3. Aufl.). Spektrum Akademischer Verlag.

- Lorenz, J. H. (2003). *Lernschwache Rechner fördern. Ursachen der Rechenschwäche. Frühhinweise auf Rechenschwäche. Diagnostisches Vorgehen*. Cornelsen.
- Lorenz, J. H. & Radatz, H. (1993). *Handbuch des Förderens im Mathematikunterricht*. Schroedel.
- Pielsticker, F. (2020). *Mathematische Wissensentwicklungsprozesse von Schülerinnen und Schülern. Fallstudien zu empirisch-orientiertem Mathematikunterricht mit 3D-Druck*. Springer Spektrum.
- Pielsticker, F. & Witzke, I. (2022). Erkenntnisse zur Beschreibung des aktivierten mathematischen Wissens in empirischen Kontexten an einem Beispiel aus der Wahrscheinlichkeitstheorie. *Mathematica Didactica*, 45. DOI:10.18716/ojs/md/2022.1395
- Pollak, H. & Garfunkel, S. (2014). A View of mathematical modeling in mathematics education. In: A. Sanfratello & B. Dickmann (eds.), *Proceedings of Conference on Mathematical Modeling at Teachers College of Columbia University* (S. 6–12). New York.
- Rolka, K., & Halverscheid, S. (2011). Researching young students' mathematical world views. *ZDM Mathematics Education*, 43, 521–533. DOI:10.1007/s11858-011-0330-9
- Schipper, W. (2009). *Handbuch für den Mathematikunterricht an Grundschulen*. Schroedel.
- Schoenfeld, A. (1985). *Mathematical Problem Solving*. Academic Press.
- Söbbeke, E. & Steinbring, H. (2004). Was ist Mathematik? – Vorstellungen von Grundschulkindern. In P. Scherer, & D. Bönig (Hrsg.), *Mathematik für Kinder – Mathematik von Kindern* (Bd. 117, S. 26–38). Grundschulverband – Arbeitskreis Grundschule e. V.
- Stake, R. E. (1995). *The Art of Case Study Research*. Sage Publications.
- Vollrath, H. J. (1989). Funktionales Denken. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 10, 3–37. DOI:10.1007/BF03338719
- Wartha, S. & Schulz, A. (2019). *Rechenproblemen vorbeugen* (6. Aufl.). Cornelsen.
- Yin, R. K. (2018). *Case Study Research and Applications. Design and Methods* (6th ed.). Sage Publications.

Jenny Knöppel, Universität Siegen
knoepfel@mathematik.uni-siegen.de

Dr. Felicitas Pielsticker, Universität Siegen
pielsticker@mathematik.uni-siegen.de

Mathematik und Sprache – Textanalyse im Mathematikunterricht

Mohini Nonnenmann, Martin Vogt, Simone Bast und Karsten Lübke

Einleitung

„Eines der mächtigsten Instrumente der Menschheitsgeschichte“ ([6]), „Jede Lehrkraft muss ChatGPT kennen“ ([2]): Das sind nur zwei der zahlreichen Titel aus bekannten Onlinezeitungen zum Thema ChatGPT, einem Chatbot der menschenähnliche Texte verfassen kann. Die Titel unterstreichen eindrucksvoll die Bedeutung der Erstellung und Auswertung von Texten, denn wir kommen täglich mehrfach damit in Kontakt, etwa bei der Zeitungslektüre, in Büchern, in Social Media oder auf Webseiten im Internet.

Für zahlreiche Fragestellungen und Anwendungen ist es hilfreich, Texte automatisch auswerten zu können, zum Beispiel um verwendete Sprache von Politikerinnen und Politikern, in Büchern oder in Zeitungen miteinander vergleichen zu können.

Andere Beispiele betreffen Unternehmen, etwa bei der Beantwortung der Frage: Was wird über mein Unternehmen und meine Produkte im Internet geschrieben?

Deshalb sollten Texte und deren Auswertung auch im Mathematikunterricht behandelt werden. Dabei können Texte für verschiedene Themen des Lehrplans als Datengrundlage verwendet werden. Schließlich basiert auch ChatGPT auf der statistischen Analyse riesiger Textmengen.

Im Folgenden möchten wir die Möglichkeiten der Textanalyse im Mathematikunterricht anhand der Lernsituation eines Praktikums in der Marketingabteilung des fiktiven Sportartikelherstellers *TurboKick*¹ aufzeigen:

Lernsituation: Sie absolvieren ein Praktikum beim Sportartikelhersteller TurboKick und haben die Aufgabe bekom-

¹ Der Name wurde mithilfe von ChatGPT erstellt.