

Frischemeier, Daniel

Förderung von Data Literacy im Mathematikunterricht der Primarstufe : unterrichtspraktische Umsetzungsideen und empirische Befunde

In:

Steinweg, Anna Susanne (Hrsg.), Schule im Wandel – Mathematikunterricht im Wandel:
Tagungsband des AK Grundschule in der GDM 2024, Bamberg: University of Bamberg Press, S.
25-40. 2024. DOI: 10.20378/irb-104036

Beitrag im Sammelwerk - Verlagsversion

DOI des Beitrags: 10.20378/irb-105102

Datum der Veröffentlichung: 29.11.2024

Rechtehinweis:

Dieses Werk ist durch das Urheberrecht und/oder die Angabe einer Lizenz geschützt. Es steht Ihnen frei, dieses Werk auf jede Art und Weise zu nutzen, die durch die für Sie geltende Gesetzgebung zum Urheberrecht und/oder durch die Lizenz erlaubt ist. Für andere Verwendungszwecke müssen Sie die Erlaubnis der Rechteinhaberinnen und Rechteinhaber einholen.

Für dieses Dokument gilt die **Creative-Commons-Lizenz CC BY**.




Die Lizenzinformationen sind online verfügbar:

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Förderung von Data Literacy im Mathematikunterricht der Primarstufe – unterrichtspraktische Umsetzungsideen und empirische Befunde

von Daniel Frischemeier

 0000-0002-8957-7660

Daten spielen eine zentrale Rolle in Entscheidungsprozessen und sind in den Medien allgegenwärtig. Um den Anforderungen einer zunehmend datenorientierten Welt gerecht zu werden, ist die Förderung von Data Literacy von entscheidender Bedeutung. Dies erfordert innovative Ansätze, um Lernenden bereits frühzeitig Kompetenzen im Umgang mit Daten zu vermitteln. Zu diesen Ansätzen gehören unter anderem das Arbeiten mit realen Daten im Rahmen eines Datenanalysezyklus, das frühzeitige Erlernen grundlegender Datenoperationen sowie der Einsatz digitaler Werkzeuge zur Datenexploration. In diesem Beitrag werden Umsetzungsideen sowie empirische Befunde zu diesen Ansätzen zur Förderung von Data Literacy für den Mathematikunterricht in der Primarstufe vorgestellt.

Schlüsselwörter: Data Literacy, Statistisches Denken, digitale Werkzeuge, Mathematikunterricht in der Primarstufe

1 Einleitung

Zahlreiche Entscheidungsprozesse im Alltag, beispielsweise in der Politik, der Wirtschaft oder der Medizin, beruhen auf Daten. Um diese Prozesse zu verstehen und aktiv daran teilnehmen zu können, benötigen mündige Bürger:innen eine fundierte statistische Allgemeinbildung sowie die Fähigkeit, Daten kompetent zu nutzen (Ridgway, 2016). Diese Entwicklung führt zu einem wachsenden Bedarf an Data Literacy, welche mittlerweile als wesentlicher Bestandteil der Allgemeinbildung angesehen wird (Schüller, 2019). Data Literacy umfasst die Fähigkeit, Daten zu verstehen, zu interpretieren und zu nutzen – dies befähigt Schüler:innen, fundierte Entscheidungen zu treffen, indem sie Daten aus ihrem Alltag und ihrer Umgebung kritisch bewerten.

Bei dem Konstrukt Data Literacy werden die Fähigkeiten, „Daten auf kritische Art und Weise zu sammeln, zu managen, zu bewerten und anzuwenden“ (Schüller et al., 2021, S. 1) in den Vordergrund gestellt. Mit Data Literacy wird damit auch „die Urteilsfähigkeit, Selbstbestimmtheit und das Verantwortungsbewusstsein gestärkt und die gesellschaftliche und wirtschaftliche Teilhabe von uns allen in einer durch Digitalisierung geprägten Welt gefördert.“ (Schüller et al., 2021,

S. 2). Eine entsprechende Data Literacy Charta formuliert fünf Leitprinzipien als Grundlage zur Gestaltung von Bildungsprozessen zu dieser Schlüsselkompetenz des 21. Jahrhunderts - u.a., dass Data Literacy allen Menschen zugänglich sein muss (Schüller et al., 2021).

Auch im aktuellen Positionspapier der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik zur Mathematischen Bildung und Digitalisierung (Bescherer et al., 2024) wird betont, dass sich Anforderungen an mathematische Kompetenzen beständig verändern – insbesondere durch die Digitalisierung – und somit gefordert, dass „statistisches Denken [...] digital verstanden werden [muss], wenn es als Kernkompetenz des 21. Jahrhunderts verstanden werden soll“ (Bescherer et al., 2024, S. 9).

Mit Blick auf die Durchgängigkeit im Lernprozess (Holzäpfel et al., 2024) sollte Data Literacy und darauf aufbauend statistisches Denken bereits früh und im Primarbereich gefördert und gefordert werden. Auch wenn die Entwicklung einer Data Literacy sicherlich nicht das zentrale Ziel des Mathematikunterrichts der Primarstufe ist, gibt es dennoch zahlreiche Beispiele, wie Lerngelegenheiten zur Förderung von Data Literacy im Mathematikunterricht der Primarstufe aufgegriffen werden können.

In diesem Beitrag sollen daher an exemplarischen Aspekten Möglichkeiten und Potentiale aufgezeigt werden, wie Data Literacy bereits im Mathematikunterricht der Primarstufe gefördert werden kann, welche unterrichtspraktischen Ideen bereits existieren und welche empirischen Erkenntnisse vorliegen, um Data Literacy im Mathematikunterricht der Primarstufe zu entwickeln.

2 Data Literacy im Mathematikunterricht in der Primarstufe

Bereits seit über 20 Jahren besteht in der Stochastikdidaktik-Community (siehe z.B. Ben-Zvi und Garfield, 2004) Einigkeit bei der Ausdifferenzierung verschiedener Konstrukte zum Lernen statistischer Inhalte, wie z.B. Statistical Literacy, Statistical Reasoning und Statistical Thinking. Doch ist damit weder eine Stufung (z. B. der Begriffsentwicklung), noch generell eine Trennung zwischen den Konstrukten gemeint (Ruwisch, 2021). Das Konstrukt der Data Literacy ist aus der Sta-

tistical Literacy erwachsen – ein Konstrukt, welches 1993 durch Wallman geprägt und durch konzeptionelle Überlegungen – insbesondere von Gal (2002) – z.B. um dispositionelle Elemente erweitert worden ist.

Mit Blick auf eine tragfähige Data Literacy schlägt Gould (2017) eine erweiterte („augmented“) Definition von Statistical Literacy vor, die um spezifische Datenkompetenz wie das Wissen, wie man grundlegende deskriptive Darstellungen von Daten erstellt, um reale Prozesse zu verstehen, ergänzt wird.

In der deutschen Bildungslandschaft und insbesondere im Hochschulsektor haben Schüller et al. (2021) den Begriff der Data Literacy geprägt (siehe oben). In den aktuellen Bildungsstandards finden sich im Inhaltsbereich „Daten und Zufall“ für die Primarstufe auch bereits wesentliche Aspekte von Data Literacy (siehe Barzel et al., 2022) – insbesondere spiegeln diese Aspekte auch die einzelnen Phasen des Datenanalysezyklus (PPDAC) nach Wild und Pfannkuch (1999) oder Franklin and Bargagliotti (2020) wider.

Im Datenanalysezyklus nach Wild und Pfannkuch (1999) geht alles von der statistischen Fragestellung (**P**roblem) aus, für dessen datenbasierte Beantwortung eine Datenerhebung geplant werden (**P**lan) und Daten erhoben werden müssen (**D**ata). Dies kann auf verschiedene Weisen realisiert werden: per Umfrage, Experiment oder Beobachtung. Schließlich müssen die Daten analysiert (**A**nalysis) und dann interpretiert werden, so dass die anfänglich aufgestellte Fragestellung mit den Daten beantwortet werden kann (**C**onclusions). Mit Blick auf die heutigen Anforderungen rund um Big Data und Data Science ist dieser Zyklus mit seinen Phasen neu zu denken und auszubauen (Ridgway, 2016) – für den Mathematikunterricht der Primarstufe bietet er aber ein großes Potential, die Durchführung statistischer Projekte zu begleiten und zu strukturieren und somit für eine unterrichtliche Transparenz sorgen.

3 Exemplarische Aspekte zur Förderung einer frühen Data Literacy im Mathematikunterricht der Primarstufe

Empfehlungen zur unterrichtlichen Förderung von Data Literacy finden sich vor allem in Neubert (2012) und Sill and Kurtzmann (2019)

aus nationaler sowie beispielsweise in Leavy et al. (2018) und Leavy et al. (2023) aus internationaler Perspektive. Einen umfassenden Überblick über den Stand empirischer Forschung bietet das Handbuch von Ben-Zvi et al. (2018) sowie der Handbuchartikel von Biehler et al. (2023). Fünf wesentliche Ideen der Förderung einer frühen Data Literacy lassen sich dabei insgesamt herauskristallisieren:

- Der Entwicklung statistischer Fragestellungen Aufmerksamkeit schenken und den Kindern die Möglichkeit geben, den Datenanalysezyklus selbst mitzugestalten;
- Fundamentale Datenoperationen früh und auf verschiedenen Repräsentationsebenen kennenlernen;
- Digitale Werkzeuge zur Unterstützung und Exploration umfangreicher Daten einsetzen;
- Ein Denken in Verteilungen anbahnen und Zusammenhänge zwischen Variablen untersuchen;
- Kontexte aus der Lebenswirklichkeit der Kinder nutzen und kritisches Denken anregen.

Dieser Beitrag stellt eine kurze Reise durch die ersten drei Aspekte vor – dabei wird zunächst eine kurze fachliche und fachdidaktische Konkretisierung des jeweiligen Aspekts im Vordergrund vorgenommen bevor auf ausgewählte praktische Umsetzungsideen für den Unterricht sowie Erkenntnisse aus empirischen Studien eingegangen wird. Wesentliche Grundlage für die folgenden Ausführungen ist dabei Frischemeier und Biehler (2024).

3.1 Der Entwicklung statistischer Fragestellungen Aufmerksamkeit schenken und den Kindern die Möglichkeit geben, den Datenanalysezyklus selbst mitzugestalten

Statistische Fragestellungen sind grundlegend für die Datenexploration und somit für ein sinnstiftendes Erleben des Datenanalysezyklus PPDAC von zentraler Bedeutung (Franklin & Bargagliotti, 2020). Fragestellungen können in der Stochastik sehr variantenreich sein – insbesondere lassen sich die Aspekte *Intention*, *Komplexität* und *Qualität* einer statistischen Fragestellung unterscheiden (Frischemeier & Biehler, 2024). Nehmen wir als Beispiel drei ausgewählte Fragen, die im

Rahmen von Unterrichtsprojekten aufgeworfen worden sind, um uns diese drei Aspekte *Intention*, *Komplexität* und *Qualität* einer statistischen Fragestellung klar zu machen:

- Anna: Haben die Viertklässler:innen mehr Spiele auf dem Tablet als die Drittklässler:innen?
- Ben: Wie unterscheiden sich die Jungen und die Mädchen in ihrer Freizeitgestaltung?
- Chris: Wie groß bist du?

Bei der Frage von Anna, „Haben die Viertklässler:innen mehr Spiele auf dem Tablet als die Drittklässler:innen?“, handelt es sich beispielsweise um eine statistische Fragestellung im Sinne einer Forschungsfrage. Diese Forschungsfrage enthält zwei Merkmale (*Klassenstufe* und *Anzahl Spiele auf dem Tablet*) und kann mit „Ja“ oder „Nein“ beantwortet werden. Die Frage von Ben, „Wie unterscheiden sich die Jungen und die Mädchen in ihrer Freizeitgestaltung?“, ist ebenfalls eine statistische Fragestellung im Sinne einer Forschungsfrage. Auch hier sind zwei Merkmale (*Geschlecht*, *Freizeitgestaltung*) enthalten. Im Vergleich zur Frage von Anna ist diese Frage allerdings offener und komplexer – zum einen reicht eine Antwort in Form von „Ja“/„Nein“ nicht aus, die Frage erfordert vielmehr eine elaborierte und differenziertere Antwort (Unterschiede zwischen Gruppen). Darüber hinaus muss das Merkmal *Freizeitgestaltung* auch weiter operationalisiert werden – Was meint Freizeitgestaltung? Was ist darunter zu verstehen? Sowohl die Frage von Anna als auch die Frage von Ben haben gemeinsam, dass sie nicht auf eine einzelne Person, also einzelne Merkmalsträger:innen, sondern auf eine Stichprobe abzielen. Die Frage von Chris, „Wie groß bist du?“, hingegen spricht nur eine spezifische Person an – und ist im statistischen Sinne keine Forschungsfrage, sondern viel mehr eine Frage, die zur Datenerhebung (z. B. in einem Interview oder in einem Fragebogen) genutzt werden kann.

Empirische Studien zeigen, dass es generell wichtig ist, Schüler:innen beim Generieren adäquater statistischer Fragen zu unterstützen, wie beispielsweise von Allmond and Makar (2010) betont wird. Die Fähigkeit, passende Fragestellungen für statistische Projekte zu formulie-

ren, stellt jedoch unabhängig vom Alter der Lernenden eine Herausforderung dar. Dies wird durch vielfältige Schwierigkeiten deutlich, die sowohl bei Schüler:innen der Primarstufe (Watson & English, 2017), als auch bei Schüler:innen der Sekundarstufe I (Arnold & Franklin, 2021) auftreten. Der Verlauf und der Erfolg statistischer Projekte hängen eng mit der Qualität der formulierten Fragestellungen zusammen, wie z.B. Frischemeier und Leavy (2020) feststellten. Daher ist es zunächst entscheidend, zwischen statistischen Fragestellungen und Fragebogenfragen (Fragen zur Datenerhebung, siehe oben) zu unterscheiden (Arnold & Franklin, 2021). Um die Unterscheidung zwischen statistischen Fragestellungen und Fragebogenfragen zu fördern, sollten Lerngelegenheiten geschaffen werden, die es den Schüler:innen ermöglichen, diese Unterschiede zu erkennen (Arnold & Franklin, 2021). Mit Blick auf die Überarbeitung der Fragestellung hinsichtlich der Aspekte *Komplexität* und *Qualität* wird empfohlen, bereits Grundschüler:innen im Alter von 9 bis 10 Jahren durch Peer-Feedback Möglichkeiten zu bieten, ihre statistischen Fragestellungen zu überarbeiten (Allmond & Makar, 2010). Unterstützungsmaterialien, Fragebogenfragen und statistische Fragestellungen zu unterscheiden, oder die *Qualität* der statistischen Fragestellungen für den Mathematikunterricht in der Primarstufe weiterzuentwickeln, finden sich z. B. in Frischemeier und Walter (2021).

3.2 Fundamentale Datenoperationen früh und auf verschiedenen Repräsentationsebenen kennenlernen und ein Denken in Verteilungen anbahnen

Eine weitere wichtige fundamentale Voraussetzung – auch mit Blick auf die Durchgängigkeit im Lernprozess – für den Ausbau einer tragfähigen Data Literacy sind das souveräne Ausführen grundlegender Datenoperationen sowie das Anbahnen eines Denkens in Verteilungen. Generell lässt sich sagen, dass Verteilungen eine zentrale fundamentale Idee in der Statistik darstellen und somit ein zentrales Ziel des Stochastikunterrichts darin besteht, ein Denken in Verteilungen zu entwickeln (Biehler, 2007).

Auf einer ersten Stufe ist es dabei wichtig, zwischen Verteilungen kategorialer (wie Lieblingstier, Fortbewegungsmittel zur Schule, etc.)

und numerischer Merkmale (wie Körpergröße, Anzahl der Fotos auf dem Smartphone, etc.) zu unterscheiden und, dass grundlegende Datenoperationen wie Klassifizieren (Trennen) und Anordnen zur visuellen Analyse (Stapeln) auf verschiedenen Ebenen und in spiralförmigen Lernprozessen erfahrbar gemacht und weiterentwickelt werden.

3.2.1 Verteilungen kategorialer Merkmale

Bei Verteilungen kategorialer Merkmale spielen Säulendiagramme als Darstellungsform eine zentrale Rolle. Diese Diagramme sind von der Primarstufe (English, 2012) über die Sekundarstufe I bis hin zur Sekundarstufe II und darüber hinaus DAS Darstellungsmittel für Verteilungen kategorialer Merkmale. Die Arbeit mit Datenkarten (Billion, 2023) kann den Prozess zur Erstellung von Säulendiagrammen in den Vordergrund rücken, dabei grundlegende Datenoperationen wie *Trennen* und *Stapeln* zugänglich machen und außerdem Lernende dazu motivieren, komplexere Auswertungen im Sinne einer bi- oder multivariaten Datenanalyse vorzunehmen. Mithilfe von Datenkarten können bereits junge Lernende die Eigenschaften konventioneller Säulen- oder Balkendiagramme erfassen (Frischemeier & Biehler, 2024).

Um ein Denken in Verteilungen bereits in der Primarstufe anzubahnen, wird ein spiralcurricularer Ansatz entlang verschiedener Repräsentationsebenen empfohlen. Die oben erwähnten Datenoperationen wie das *Trennen* und *Stapeln* von Daten(karten) sollten dabei erlernt werden. Diese ersten Sortier- und Kategorisierungsübungen können dazu beitragen, dass Lernende statistische Konzepte und Datenoperationen besser verstehen. Materialien wie Steckwürfel, Bauklötze und Datenkarten können in einer frühen Phase der Datenexploration als Repräsentanten für Merkmalsträger:innen dienen, wobei zunächst einfache (zwei Ausprägungen) und später komplexere Varianten (mehr als zwei Ausprägungen) untersucht werden. Darauf aufbauend (siehe 3.3) können dann digitale Werkzeuge die Exploration umfangreicher Datensätze unterstützen.

Wir stellen das durchgängige Erleben der Datenoperationen *Trennen* und *Stapeln* kurz exemplarisch dar. Im Elementarbereich können Piktogramm-Datenkarten (Frischemeier & Kuzu, 2024), die Informationen über Merkmalsträger:innen wie z.B. Lieblingstier, Lieblingshobby

etc. enthalten und bildlich dargestellt sind, genutzt werden, um erste Datenoperationen zu erleben. Insbesondere können die Kinder Merkmalsträger:innen nach bestimmten Merkmalen – wie z. B. Lieblingstier – trennen oder kategorisieren. Stapelt man die Piktogramm-Datenkarten in den einzelnen Kategorien übereinander, so kann bereits die Vorstufe zu einem Säulendiagramm zur Verteilung der kategorialen Variable *Lieblingstier* erzeugt werden. Eine Abstraktion auf einer weiteren Stufe (mit denselben Konsequenzen) kann dann durch die Nutzung von Steckwürfeln oder Bauklötzen angebahnt werden. Schließlich können – auch zum Anbahnen einer multivariaten Datenanalyse – Datenkarten in Form von Klebezetteln genutzt werden, um Merkmalsträger:innen durch diese zu repräsentieren. Jede:r Schüler:in kann zu gegebenen Merkmalen die individuellen entsprechenden Eigenschaften (z. B. *Lieblingstier*) und Merkmalsausprägungen (z. B. *Hund*) auf einem Klebezettel notieren. Die gesammelten Datenkarten einer Klasse können dann zunächst ungeordnet an der Tafel gesammelt und unter einer Forschungsfrage (beispielsweise „Wie sieht die Verteilung des Merkmals *Lieblingstier* bei uns in der Klasse aus?“) ausgewertet werden. Durch die Datenoperation *Trennen* werden die Datenkarten nach Ausprägungen (z. B. Hund, Katze, Kaninchen, etc.) getrennt. Im weiteren Prozess entsteht durch das *Stapeln* ein Datenkarten-Säulendiagramm und schließlich ein konventionelles Säulendiagramm zur Verteilung des Merkmals *Lieblingstier* in der Klasse. Ein nächster, weiterführender Schritt – insbesondere mit Blick auf die Anbahnung einer bi- oder sogar multivariaten Datenanalyse – kann dann die Untersuchung des Zusammenhangs zweier Merkmale (z. B. mithilfe einer Forschungsfrage wie „(Wie) Unterscheiden sich die Jungen und Mädchen bei der Wahl ihres Lieblingstiers?“) sein.

3.2.2 Verteilungen numerischer Merkmale

Das Konzept der Verteilung numerischer Daten und auch die Darstellung dieser als gestapeltes Punktdiagramm ist sehr anspruchsvoll und beinhaltet wesentliche grundlegende statistische Ideen wie Darstellung und Variabilität – diese Ideen können jedoch informell in für junge Kinder zugänglichen Kontexten begreifbar gemacht werden (Makar, 2018). Verschiedene Studien zeigen, dass junge Lernende be-

reits in der Lage sind, Informationen aus numerischen Daten abzuleiten unter anderem durch das individuelle Identifizieren von zentralen Häufungsbereichen in Verteilungen (z.B. Fielding-Wells, 2018; Makar & Allmond, 2018). Während Bakker und Gravemeijer (2004) zwischen einer lokalen Sicht („Daten als einzelne Punkte“) und einer globalen Sicht („Daten als Gesamtheit“) auf Daten und Verteilungen unterscheiden, differenzieren Konold et al. (2015) vier nicht-hierarchische Perspektiven auf Daten (*data as pointer*, *data as case value*, *data as classifier* sowie *data as aggregate*). Bei der Perspektive *data as case value* fokussieren sich Lernende auf einzelne Datenpunkte (z. B. Extremwerte von einzelnen Merkmalsträger:innen, die besonders auffallen), bei *data as aggregate* werden die Daten als eine Gesamtheit betrachtet und Charakteristika wie Form, Zentrum oder Streuung erkannt, die aus einzelnen Datenwerten nicht abzulesen sind. Unabhängig von den verschiedenen Kategorisierungen ist die Entwicklung einer aggregierten Sichtweise relativ selten und insbesondere für junge Schüler:innen schwierig (u.a. Konold et al., 2015). Im letzten Jahrzehnt gab es daher zahlreiche Forschungsstudien zu den Datenexplorationsprozessen und der Entwicklung des frühen statistischen Denkens junger Lernender. Ein besonderer Fokus lag dabei unter anderem auf den Interpretationen, Erfahrungen und dem Verständnis junger Schüler:innen hinsichtlich der Variation und Variabilität (z. B. Watson et al., 2020) oder auf ihren informellen inferentiellen Denkprozessen (z. B. Makar & Rubin, 2018). Die unterrichtliche Umsetzung der Grundidee des *Trennens* und *Stapelns* ist nicht nur für die Exploration der Verteilung kategorialer Variablen fundamental, sondern kann auch für die Exploration der Verteilung numerischer Variablen und für die Erstellung gestapelte Punktdiagramme eingesetzt werden. Alternativ können gestapelte Punktdiagramme auch ausgehend von Wertebalkendiagrammen erzeugt werden. Die oben angesprochenen zentralen Häufungsbereiche können Lernenden helfen, Verteilungen numerischer Merkmale und gestapelte Punktdiagramme zu beschreiben und zu interpretieren. Weitere Ideen zur Thematisierung von Verteilungen numerischer Variablen im Mathematikunterricht der Primarstufe finden sich in Frischemeier und Biehler (2024).

3.3 Digitale Werkzeuge zur Unterstützung und Exploration umfangreicher Daten einsetzen

Die Exploration von Datensätzen kann durch digitale Werkzeuge vereinfacht werden und die Arbeit mit Datenkarten ausbauen. Digitale Werkzeuge ermöglichen es den Schüler:innen, größere Datenmengen selbstständig zu analysieren und zu visualisieren und zwischen verschiedenen Visualisierungen sowie der Untersuchung verschiedener Fragestellungen zu switchen.

Eine erste Frage für Lehrkräfte ist, wie man an umfangreiche und reale Datensätze kommt. Für die Unterrichtspraxis gibt es da zwei Möglichkeiten: entweder können die Daten selbst durch ein Onlinetool (z. B. Google forms) erhoben werden oder man nutzt bereits erhobene Datensätze wie den Datensatz *Grundschüler:innen NRW 2017*, der 809 reale Fälle von Grundschüler:innen zum Medien- und Freizeitaktivitäten beinhaltet (siehe auch Frischemeier & Biehler, 2024).

Eine zweite Frage, die sich stellt, ist die Auswahl des digitalen Werkzeugs. Zwei digitale Werkzeuge, die geeignete Potentiale nach Walter (2018) für den Einsatz digitaler Werkzeuge im Mathematikunterricht der Primarstufe aufweisen, sind TinkerPlots (www.tinkerplots.com) und CODAP (concord.codap.org).

TinkerPlots wurde auf Grundlage aktueller Erkenntnisse der Stochastikdidaktik entwickelt und für den Einsatz in den Klassenstufen 3 bis 8 konzipiert. Die Software zielt darauf ab, Schüler:innen einen frühen Zugang zu statistischen und probabilistischen Denkweisen zu ermöglichen (Biehler et al., 2013). Ein besonderes Merkmal von TinkerPlots ist die Anknüpfung an das Arbeiten mit Datenkarten, was eine intuitive Einführung in statistische Prozesse bietet. Die Erstellung von Graphiken erfolgt mittels drei grundlegender Datenoperationen: *Trennen*, *Ordnen* und *Stapeln*. Diese Operationen bieten Lernenden die Möglichkeit, auch umfangreiche Datensätze zu analysieren und somit an komplexeren statistischen Projekten zu arbeiten. Konkret ermöglicht TinkerPlots es, Denk- und Arbeitsprozesse umzulagern, indem Datenoperationen wie *Trennen* und *Stapeln* auf größere Datensätze übertragen werden (Frischemeier & Biehler, 2024). Dies erleichtert das Erstellen konventioneller Diagramme, selbst bei der Analyse größerer Datenmengen. Durch die Strukturierung von Darstellungen mittels der

Funktionen *Trennen*, *Ordnen* und *Stapeln* bietet TinkerPlots eine didaktisch wertvolle Unterstützung im Stochastikunterricht, die nahtlos an die Operationen mit den Materialien (Piktogramm-Datenkarten, Steckwürfel, Datenkarten, etc.) anschließt. Darüber hinaus ermöglicht die Software, verschiedene Darstellungsformen gleichzeitig anzuzeigen und somit Darstellungen miteinander zu vernetzen, was das Verständnis komplexer statistischer Zusammenhänge fördert.

Das Tool CODAP stellt eine vereinfachte Version von TinkerPlots dar. Sie ermöglicht es Lernenden, Daten auf vielfältige Weise zu analysieren und zu manipulieren, indem sie diese – ebenfalls wie in TinkerPlots – nach selbst gewählten Fragestellungen „drehen und wenden“ können. Ein besonderes Merkmal von CODAP ist, dass die Software kostenfrei und browserbasiert ist, was einen schnellen Einstieg ermöglicht. Lehrkräfte können eine digitale Datenexploration in CODAP leicht vorbereiten (z. B. durch das Importieren von Datensätzen), sodass sie problemlos im Unterricht eingesetzt werden kann.

Beide digitalen Werkzeuge bieten wertvolle Potentiale (siehe Walter 2018) für den Einsatz im Mathematikunterricht der Primarstufe:

- Denk- und Arbeitsprozesse auslagern: beide Tools erleichtern das Übertragen von grundlegenden Datenoperationen auf größere Datensätze. Dies ermöglicht es den Lernenden, mit umfangreichen Datenmengen umzugehen und konventionelle Diagramme zu erstellen. Besonders hilfreich ist dabei die schnelle und flexible Analyse von Daten.
- Darstellungen strukturieren: beide Tools unterstützen das Strukturieren von Darstellungen, indem sie die Daten sortieren, trennen und stapeln. Dies schafft eine klare und verständliche Visualisierung der Daten.
- Darstellungen vernetzen: ein weiteres Potenzial liegt in der gleichzeitigen Abbildung verschiedener Darstellungsformen, wie Datenkarten, Tabellen und Graphen/Diagrammen. Dies ermöglicht es den Lernenden, unterschiedliche Perspektiven auf die Daten einzunehmen und Zusammenhänge zu erkennen.

Schließlich lässt sich sagen, dass der Einsatz dieser digitalen Werkzeuge zur Entwicklung einer tragfähigen Data Literacy bei Lernenden über alle Altersstufen hinweg beiträgt (u. a. Ben-Zvi, Gravemeijer & Ainley, 2018; Johansen, 2024).

4 Fazit

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass für die Förderung einer frühen Data Literacy zentral ist, dass Lernende (und Lehrkräfte!) statistische Fragestellungen ernst nehmen und den Kindern die Möglichkeit geben, den Datenanalysezyklus mit realen, lebensweltbezogenen Daten zu erleben. Damit einhergehend sollte es den Kindern in diesem Kontext auch ermöglicht werden, durch konkrete Erfahrungen spiralförmig und durchgehend ein Verständnis für fundamentale Datenoperationen wie *Trennen* und *Stapeln* zu entwickeln. Die Einbindung digitaler Werkzeuge eröffnet neue Möglichkeiten zur individuellen und tiefergehenden Exploration größerer Datensätze.

Auch wenn es nicht Teil dieses Beitrags war, möchte ich dennoch abschließend ganz kurz auf den fünften wichtigen Aspekt zur Förderung einer frühen Data Literacy eingehen: der Kontext, aus dem die Daten stammen, muss ernst genommen werden und im Lebensweltbezug der Kinder verortet sein. Insbesondere muss eine Integration aus Kontextwissen und Erkenntnissen aus den Daten bei der Interpretation der Daten und der anschließenden Argumentation initiiert werden (auch als Teil der Analyse und Interpretation von Ergebnissen, Analyse und Conclusions innerhalb von PPDAC). Dies kann realisiert werden, in dem z.B. vorgegebene Aussagen (Schlagzeile einer Pressemitteilung) oder aus den Daten abgeleitete Argumente hinterfragt und kritisch reflektiert werden (Birk, 2024).

Abschließend bleibt zu bemerken, dass schließlich die Umsetzung dieser Forderungen und eine adäquate Implementierung im Mathematikunterricht der Primarstufe eine entsprechende Aus- und Weiterbildung von Mathematiklehrkräften zwingend voraussetzt.

Literatur

Allmond, S., & Makar, K. (2010). Developing primary students' ability to pose questions in statistical investigations. *Proceedings of the 8th international conference on teaching statistics*. Voorburg, The Netherlands: International Statistical Institute.

Arnold, P., & Franklin, C. (2021). What makes a good statistical question? *Journal of Statistics and Data Science Education*, 29(1), 122–130. <https://doi.org/10.1080/26939169.2021.1877582>

Bakker, A., & Gravemeijer, K. (2004). Learning to reason about distributions. In D. Ben-Zvi & J. Garfield (Eds.), *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking* (pp. 147–168). Kluwer Academic Publishers. https://doi.org/10.1007/1-4020-2278-6_7

Barzel, B., Gasteiger, H., Greefrath, G., Maritzen, N., Nührenböcker, M., & Stanat, P. (2022). Weiterentwicklung der Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich und die Sekundarstufe I. *Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung*, 30(3), 208–211. <https://doi.org/10.1515/dmvm-2022-0066>

Ben-Zvi, D., & Garfield, J. (2004). *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking*. Kluwer Academic Publishers. <https://doi.org/10.1007/1-4020-2278-6>

Ben-Zvi, D., Gravemeijer, K., & Ainley, J. (2018). Design of statistics learning environments. In D. Ben-Zvi, K. Makar, & J. Garfield (Eds.), *International handbook of research in statistics education* (pp. 473–502). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66195-7_16

Ben-Zvi, D., Makar, K., & Garfield, J. (2018). *International handbook of research in statistics education*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-66195-7>

Bescherer, C., Büscher, C., Lengnink, K., Pinkernell, G., Reinhold, F., Schacht, F., Schreiber, C., & Walter, D. (2024). Mathematische Bildung und Digitalisierung: Strategiepapier der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik (GDM). *Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik*(117), 6–14.

Biehler, R. (2007). Denken in Verteilungen - Vergleichen von Verteilungen. *Der Mathematikunterricht*, 53(3), 3–11.

Biehler, R., Ben-Zvi, D., Bakker, A., & Makar, K. (2013). Technology for Enhancing Statistical Reasoning at the School Level. In M. A. Clements, A. J.

Bishop, C. Keitel-Kreidt, J. Kilpatrick, & F. K.-S. Leung (Eds.), *Third International Handbook of Mathematics Education* (pp. 643-689). Springer Science + Business Media. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4684-2_21

Biehler, R., Engel, J., & Frischemeier, D. (2023). Stochastik: Leitidee Daten und Zufall. In R. Bruder, A. Büchter, H. Gasteiger, B. Schmidt-Thieme, & H.-G. Weigand (Eds.), *Handbuch der Mathematikdidaktik* (pp. 243-278). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-66604-3_8

Billion, L. (2023). A Semiotic Perspective on Learning Mathematics with Digital and Analogue Material: Primary School Children Acting on Statistical Diagrams. *Statistics Education Research Journal*, 22(2). Article 8. <https://doi.org/10.52041/serj.v22i2.420>

Birk, L. (2024). Kann man das so sagen? Förderung kritischen Denkens zwischen Schlagzeile und Daten. *Grundschulmagazin*, 2024(2), 21–26.

English, L. D. (2012). Data modelling with first-grade students. *Educational Studies in Mathematics*, 81(1), 15-30. <https://doi.org/10.1007/s10649-011-9377-3>

Franklin, C., & Bargagliotti, A. (2020). Introducing GAISE II: A guideline for precollege statistics and data science education. *Harvard Data Science Review*, 2(4), 1–9. <https://doi.org/10.1162/99608f92.246107bb>

Fielding-Wells, J. (2018). Dot plots and hat plots: supporting young students emerging understandings of distribution, center and variability through modeling. *ZDM – Mathematics Education*, 50(7), 1125–1138. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0961-1>

Frischemeier, D. (2024). Daten handlungsorientiert und mediengestützt unterrichten: Frühes statistisches Denken im Mathematikunterricht der Primarstufe entwickeln. *Grundschulmagazin*, 2024(2), 2–6.

Frischemeier, D., & Biehler, R. (2024). *Daten-Spürnasen auf Spurensuche: Datenanalyse in der Grundschule mit digitalen Werkzeugen*. Klett/Kallmeyer.

Frischemeier, D., & Kuzu, T. E. (2024). Datenexploration mit Piktogramm-Datenkarten. *Grundschulmagazin*, 2024(2), 7–12.

Frischemeier, D., & Leavy, A. (2020). Improving the quality of statistical questions posed for group comparison situations. *Teaching Statistics*, 42(2), 58–65. <https://doi.org/10.1111/test.12222>

Frischemeier, D., & Walter, D. (2021). Daten für Kinder: Anregungen für das Sammeln, Darstellen und Interpretieren. *Fördermagazin Grundschule*, 2021(4), 29–36.

Gal, I. (2002). Adults' Statistical Literacy: Meanings, Components, Responsibilities. *International Statistical Review* 70(1), 1–51. <https://doi.org/10.2307/1403713>

Holzäpfel, L., Prediger, S., Götze, D., Rösken-Winter, B., & Selter, C. (2024). Qualitätvoll Mathematik unterrichten: Fünf Prinzipien. *mathematik lehren*, 2024(242), 2–9.

Johansen, S. G. (2024). Students' Tool-Shaped Conceptualisation of the Idea of Statistical Distributions: The Case of Frida. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 1–30. <https://doi.org/10.1007/s40751-024-00138-9>

Konold, C., Higgins, T., Russell, S. J., & Khalil, K. (2015). Data seen through different lenses. *Educational Studies in Mathematics*, 88(3), 305–325. <https://doi.org/10.1007/s10649-013-9529-8>

Leavy, A., Meletiou-Mavrotheris, M., & Paparistodemou, E. (2018). *Statistics in Early Childhood and Primary Education: Supporting Early Statistical and Probabilistic Thinking*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-1044-7>

Leavy, A., Meletiou-Mavrotheris, M., Paparistodemou, E., & Frischemeier, D. (2023). Research on Early Statistical and Probabilistic Thinking. *Statistical Education Research Journal*, 22(2). <https://doi.org/10.52041/serj.v22i2>

Makar, K. (2018). Theorising links between context and structure to introduce powerful statistical ideas in the early years. In A. Leavy, M. Meletiou-Mavrotheris & E. Paparistodemou (Eds.), *Statistics in early childhood and primary education: Supporting early statistical and probabilistic thinking* (pp. 3–20). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-1044-7_1

Makar, K., & Allmond, S. (2018). Statistical modelling and repeatable structures: purpose, process and prediction. *ZDM – Mathematics Education*, 50(7), 1139–1150. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0956-y>

Makar, K., & Rubin, A. (2018). Learning about Statistical Inference. In D. Ben-Zvi, K. Makar, & J. Garfield (Eds.), *International Handbook of Research in Statistics Education* (pp. 261–294). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66195-7_8

Neubert, B. (2012). Leitidee: *Daten, Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit: Aufgabenbeispiele und Impulse für die Grundschule*. Mildenerger.

Ridgway, J. (2016). Implications of the Data Revolution for Statistics Education. *International Statistical Review*, 84(3), 528–549. <https://doi.org/10.1111/insr.12110>

Ruwisch, S. (2021). Statistisches Denken in der Grundschule: Alles nur Zufall?. In A.S. Steinweg (Hg.), *Tagungsband des AK Grundschule in der GDM 2021*. University of Bamberg Press. <https://doi.org/10.20378/irb-59254>

Schüller, K. (2019). Ein framework für data literacy. *AStA Wirtschafts-und Sozialstatistisches Archiv*, 13(3-4), 297–317. <https://doi.org/10.1007/s11943-019-00261-9>

Schüller, K., Koch, H., & Rampelt, F. (2021). *Data-Literacy-Charta*. Stifterverband, Berlin.

Sill, H.-D., & Kurtzmann, G. (2019). *Didaktik der Stochastik in der Primarstufe*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-59268-7>

Walter, D. (2018). *Nutzungsweisen bei der Verwendung von Tablet-Apps*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-19067-5>

Watson, J. M., & English, L. D. (2017). Statistical problem posing, problem refining, and further reflection in grade 6. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 17, 347–365. <https://doi.org/10.1080/14926156.2017.1380867>

Watson, J., Fitzallen, N., English, L., & Wright, S. (2020). Introducing statistical variation in year 3 in a STEM context: Manufacturing licorice. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 51(3), 354-387. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2018.1562117>

Wild, C. J., & Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223–248. <https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.1999.tb00442.x>

Prof. Dr. Daniel Frischemeier
Universität Münster
Institut für grundlegende und inklusive mathematische Bildung
Johann-Krane-Weg 39
48149 Münster
dfrische@uni-muenster.de