

Informelle Test entwickelt von Studierenden im Studium

WPO – Word Problems – Mathematische Textaufgaben erstellt mit Hilfe von regelbasierter Itemkonstruktion

**Beschreibung der Testkonstruktion sowie der Items des Tests WPO in
deutscher Sprache**

Habermann Jacob, Schwanke Dominik

Betreuer:innen: Prof. Dr. Markus Gebhardt, Dr. Stephanie Lutz

Lernbehindertenpädagogik einschließlich inklusiver Pädagogik
Fakultät Humanwissenschaften
Universität Regensburg

Version 1.0 – Stand Juli 2022

Dieses Dokument und die Rechenoperationstests inkl. aller Items erscheinen unter der
Creative-Commons-Lizenz CC-BY-NC-SA 4.0.

Zusammenfassung

Dieser informelle Textaufgabentest wurde für die sonderpädagogische Berufsschule entwickelt. Das Lösen von Textaufgaben in der Mathematik ist nicht nur von der mathematischen, sondern auch der sprachlichen Kompetenz der/des Getesteten beeinflusst. Daher wurde ein Word problem-Test entwickelt, dessen Testdesign spezifische Regeln für die Item-Konstruktion von Textaufgaben im berufsschulbezogenen Kontext umfasst. Dazu gehören u. a. die Einhaltung von klar strukturierten Textformaten, um eine verständliche und einheitliche Darstellung der Aufgabenstellung zu gewährleisten. Es werden Aufgaben zu den Rechenoperationen Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division angeboten, die jeweils in zwei Platzhalter-Kategorien eingeteilt werden und sich auf den Zahlenraum bis 1000 begrenzt sind.

Schlagwörter: Sprachliche Kompetenz, mathematische Kompetenz, word problems, Textaufgaben, regelbasierte Itemkonstruktion

Hintergrund

Im Rahmen des Seminars "Diagnostik, Testtheorie und Förderdiagnostik" im dritten Semester der Pädagogik im sonderpädagogischen Schwerpunkt Lernen an der Universität Regensburg wurde von Studierende ein eigener Test konstruiert, durchgeführt und verbessert ([Gebhardt, 2023](#)). Schüler:innen mit einem sonderpädagogischen Förderbedarf haben auch nach der 9. Klasse (Gebhardt et al., 2015) und in der Berufsschule Schwierigkeiten mit mathematischen Basiskompetenzen (Lutz et al., 2023). Aus diesem Grund wurde ein informeller Test mit Textaufgaben verwendet, der für Screening und Prozessdiagnostik verwendet werden soll. Hierbei wurde die Form der Testkonstruktion von Levumi.de (Gebhardt, Diehl & Mühling, 2016) übernommen, um später in die Plattform integrierbar zu sein. Die leitende Fragestellung ist, ob die Lösungswahrscheinlichkeit von Textaufgaben im Vergleich zu reinen Platzhalteraufgaben unterschiedlich ist. Der Test wurde an einer Berufsschule zur sonderpädagogischen Förderung mit einer Stichprobe von $N = 74$ Schüler:innen im Alter von 15 bis 23 Jahren durchgeführt.

Ergebnisse bei der Testerprobung

Im Experiment wurden den Teilnehmenden die gleichen 24 Aufgaben sowohl als Textaufgaben mit festgelegten Regeln für die Item-Konstruktion als auch als reine Platzhalteraufgaben vorgelegt. Durch diesen Ansatz war es möglich, Unterschiede in der Lösungswahrscheinlichkeit zu identifizieren. Der Median der Bearbeitungszeit der Textaufgaben durch die Schülerinnen und Schüler betrug insgesamt 23 Minuten.

Zudem konnte entgegen der Erwartungen festgestellt werden, dass die Lösungswahrscheinlichkeit für reine Platzhalteraufgaben nur geringfügig höher war. Die Textaufgaben wurden mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,55 korrekt beantwortet, während die reinen Platzhalteraufgaben mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,56 korrekt beantwortet wurden.

Schwierigkeiten beim Lösen von mathematischen Textaufgaben (Word Problems)

Nach Verschaffel (2000) sind „Word Problems“, wörtliche Beschreibungen von Problemsituationen im schulischen Kontext. Dabei werden eine oder mehr Fragen gestellt, wobei die Antwort durch das Anwenden von Rechenoperationen auf den dargestellten und herausgearbeiteten Inhalt erhalten werden kann. Verschiedene Studien haben sich mit den Schwierigkeiten beim Lösen von Textaufgaben durch Schülerinnen und Schüler befasst. Die Arbeiten von Verschaffel (1994) und Cummins et al. (1988) belegen, dass Textaufgaben mit einer deutlich geringeren Wahrscheinlichkeit richtig gelöst werden.

Doppelreiter (2017) teilt die Erklärungsversuche in drei Kategorien ein. Erstens die logisch-mathematische Hypothese, die besagt, dass das mathematische Verständnis die Lösungswahrscheinlichkeit beeinflusst. Zweitens die linguistisch-semantische Hypothese, die betont, dass Sprach- und Lesekompetenz eine entscheidende Rolle spielen. Drittens die

linguistisch-handlungsorientierte Hypothese, die beide vorherigen Hypothesen miteinander verknüpft und betont, dass Textverständnis und mathematische Modellierung gleichermaßen wichtig sind. Es scheint oft schwer feststellbar zu sein, ob Fehler auf ein fehlerhaftes Anwenden mathematischer Modelle oder ein fehlerhaftes Textverständnis zurückzuführen sind. Die sprachliche Kompetenz der Schülerinnen und Schüler spielt eine nicht zu vernachlässigende Rolle bei der Lösung von Textaufgaben.

Lehrplanbezug

Das Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung (2023) erkennt den hohen Stellenwert von Textaufgaben im Mathematikunterricht an, denn „die Bewältigung von Alltagssituationen wird auch durch die Grunderfahrungen und das anwendungsbereite mathematische Wissen und Können ermöglicht.“ Deshalb wird im LehrplanPlus des Bundeslandes Bayern für das Fach Mathematik gefordert, dass Herangehensweisen zur Lösung „lebensweltlicher“ Probleme vermittelt werden sollen. Auch wenn diese im Fachprofil nicht direkt genannt werden, wird hierbei offensichtlich auf die Verwendung von Textaufgaben im Mathematikunterricht verwiesen. Spezifisch wird in den Kompetenzerwartungen des Fachlehrplans Mathematik für die Jahrgangsstufen fünf bis neun der Förderschule Lernen gefordert, dass „Schülerinnen und Schüler mathematisieren und [...] Sachprobleme aus Lebens- und Berufswelt [lösen].“ (Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung, 2023)

Testdesign inkl. veränderter Items

Für die Item-Konstruktion der Textaufgaben im berufsschulbezogenen Kontext, spezifisch für Schülerinnen und Schüler aus den Bereichen Logistik und Verkauf, wurden die hier folgenden Regeln definiert:

- Jedes Item besteht aus drei einfachen Sätzen, die in der Reihenfolge Aussage, Aussage und Frage aufgebaut sind.
- Für jede Rechenoperation wurden bestimmte Signalwörter verwendet.
 - o Addition: *dazukommen*
 - o Subtraktion: *verringern*
 - o Multiplikation: *vervielfachen*
 - o Division: *teilen*
- Der Zahlenraum der Aufgaben begrenzt sich auf 1000.
- Die Aufgaben beinhalten keine 10er Übergänge.
- Multiplikations- und Divisionsaufgaben begrenzen sich auf das kleine 1x1.
- Jede Zahl hat eine Einheit bspw. Reifen, Paletten.

Durch diese Struktur soll eine klare und verständliche Darstellung der Aufgabenstellung gewährleistet werden.

Die 24 Aufgaben wurden in zwei Kategorien eingeteilt je nach Position des Platzhalters. Der Platzhalter befindet sich entweder an erster oder dritter Stelle. Für beide Kategorien

wurden für jede Grundrechenart jeweils drei Aufgaben gebildet. Es werden bewusst keine Ablenkungen oder irreführenden Informationen (Distraktoren) verwendet.

Auflistungen der verwendeten Testitems

Addieren und Subtrahieren

1. Platzhalter hinten:

- a. Im Lagerbestand eines Zulieferers für Bauteile befinden sich 320 Dachziegel. Bei der nächsten Lieferung sollen 200 Dachziegel **dazukommen**. Wie viele Dachziegel befinden sich dann im Lager?
($320 + 200 = _$)
- b. Das Lager einer Druckerei hat eine Kapazität von 300 Paletten Papier. Durch das Umstellen der Regale sind Lagermöglichkeiten für weitere 120 Paletten Papier **dazugekommen**? Wie hoch ist die Kapazität für Paletten jetzt?
($300 + 120 = _$)
- c. Auf einer Großbaustelle waren 110 Mitarbeiter beschäftigt. Um den Zeitplan einzuhalten, **kamen** noch weitere 80 Mitarbeiter **dazu**. Wie viele Mitarbeiter sind jetzt dort beschäftigt?
($110 + 80 = _$)

2. Platzhalter vorne:

- a. Zu einem Bestand in einem Lagerhaus **kommen** 60 Reifen **dazu**. Insgesamt lagern dort dann 300 Reifen. Wie viele Reifen waren anfangs im Lager?
($_ + 60 = 300$)
- b. Im Lagerbestand eines Baumarkts befanden sich im Winter noch 70 Gartenstühle. In der kommenden Sommersaison wollen sie 400 verkaufen. Wie viele Gartenstühle müssen noch **dazukommen**?
($_ + 70 = 400$)
- c. Für einen Auftrag wurden bereits gestern Computer verpackt und heute **kamen** noch weitere 130 Computer **dazu**. Die Bestellung von insgesamt 190 Computern wurde nach dem Ende der Schicht abgeholt. Wie viele Computer wurden bereits gestern verpackt?
($_ + 130 = 190$)

3. Platzhalter hinten:

- a. In einem Autoteilelager wurden 400 Felgen eingelagert. Durch eine Lieferung **verringerte** sich der Bestand um 180 Felgen. Wie viele Felgen befinden sich jetzt noch im Lager?
($400 - 180 = _$)
- b. Für einen Reparaturauftrag wurden 500 Dachziegel im Lager bereitgestellt. Es wurden nur 370 Dachziegel benötigt. Um wie viele Dachziegel hat sich der Bestand **verringert**?
($500 - 370 = _$)

- c. In einem Baumarkt lagern 280 Fensterscheiben. Nachdem ein Mitarbeiter ein Regal mit einem Gabelstapler umstößt, hat sich der Bestand um 60 Fensterscheiben **verringert**. Wie viele Fensterscheiben hat der Baumarkt jetzt im Bestand?
($280 - 60 = _$)
4. Platzhalter vorne:
- a. Bei einem Auftrag wird der Bestand einer Druckerei um 120 Paletten Papier **verringert**. Nach dem Auftrag sind noch 40 Paletten Papier im Lager. Wie viele Paletten Papier waren vor diesem Auftrag im Lager?
($_ - 120 = 40$)
- b. Im Lager einer Baufirma befinden sich nach einem Auftrag 400 Ziegelsteine weniger. Der Lagerbestand **verringerte** sich auf 350 Ziegelsteine. Wie viele Ziegelsteine befanden sich vor dem Auftrag im Lagerbestand?
($_ - 400 = 350$)
- c. Der Bestand eines Modehauses **verringerte sich**, denn sie haben in dieser Saison 500 T-Shirts verkauft. Der Bestand beträgt jetzt 330 T-Shirts. Wie viele T-Shirts waren vor der Saison im Bestand?
($_ - 500 = 330$)

Multiplizieren und Dividieren

5. Platzhalter hinten:
- a. Eine Schreinerbetrieb hat 20 Mitarbeiter. Für einen Großauftrag **verdreifachte** sich die Zahl der Mitarbeiter. Wie viele Mitarbeiter hat der Betrieb jetzt?
($20 * 3 = _$)
- b. Für ein Dach wurden bereits 410 Dachziegel verlegt. Für die Fertigstellung muss die Menge an Dachziegeln noch **verdoppelt** werden. Wie viele Dachziegel werden insgesamt benötigt?
($410 * 2 = _$)
- c. Eine Autowerkstatt hat eine Lagerkapazität für 100 Reifen. Nach einem Umbau **versechsfacht** sich die Lagerkapazität. Wie viele Reifen können nach dem Umbau dort eingelagert werden?
($100 * 6 = _$)
6. Platzhalter vorne:
- a. Nachdem sich die Anzahl der Filialen eines Modehauses **verdreifacht** hat, arbeiten dort auch mehr Angestellte. Jetzt arbeiten in allen Filialen insgesamt 120 Angestellte. Wie viele Angestellte arbeiteten davor im Modehaus?
($_ * 3 = 120$)
- b. Nach einem Umzug **verdoppelte** sich die Lagerkapazität einer Brauerei. Jetzt können dort 840 Paletten Bier eingelagert werden. Wie viele Paletten konnten vor dem Umzug eingelagert werden?
($_ * 2 = 840$)
- c. Im Sommer wird in einem Supermarkt **viermal** so viel Grillfleisch verkauft als im Winter. Im Sommer werden täglich 200 kg Grillfleisch verkauft. Wie viel kg

Grillfleisch werden dann täglich im Winter verkauft?

$$(_ * 4 = 200)$$

7. Platzhalter hinten:

- a. Ein Bauunternehmen hat 28 Angestellte. Der Chef möchte diese in 7 gleiche Gruppen **einteilen**. Wie viele Angestellte sind in jeder Gruppe?
($28 : 7 = _$)
- b. Ein Autoteilelager erhält eine Lieferung von 330 Felgen. Ein Mitarbeiter soll diese gleichmäßig auf die 3 freien Regale **verteilen**. Wie viele Felgen sind dann in jedem Regal?
($330 : 3 = _$)
- c. Bei einer Inventur müssen Waren aus 48 Regalen gescannt werden. Ein Mitarbeiter allein schafft es in einer Schicht 6 Regale zu scannen. Wie viele Mitarbeiter müssen **eingeteilt** werden, um diese Aufgabe in einer Schicht zu erledigen.
($48 : 6 = _$)

8. Platzhalter vorne:

- a. In einer Schreinerei lagern Bretter gleichmäßig auf 10 Regale **verteilt**. In jedem Regal werden 50 Bretter gelagert. Wie viele Bretter lagert die Schreinerei ein?
($_ : 10 = 50$)
- b. Ein kleiner Supermarkt **verteilt** vor jedem Tag das Wechselgeld gleichmäßig auf 3 Kassen. In jede Kasse werden 300 Euro gelegt. Wie viel Wechselgeld verteilt der Supermarkt insgesamt?
($_ : 3 = 300$)
- c. Eine Brauerei **verteilt** für eine Lieferung die mit Bierkästen beladenen Paletten gleichmäßig auf 4 LKW. Jeder LKW wird mit 40 Paletten beladen. Wie viele Paletten werden bei dieser Lieferung insgesamt ausgeliefert?
($_ : 4 = 40$)

Durchführung

Der Test kann sowohl in Einzelsituationen als auch in Gruppen durchgeführt werden. Es gibt keine festgelegte Zeitbegrenzung für den Test. Vor Beginn des Tests sollten den Teilnehmenden die Regeln des Tests erklärt werden: Die Teilnehmenden haben die Möglichkeit, Aufgaben zu überspringen, wenn sie diese nicht lösen können oder möchten. Es ist nicht erforderlich, einen Antwortsatz zu formulieren, jedoch sollte das Ergebnis der Aufgabe deutlich gemacht werden. Hinweise oder Hilfsmittel jeglicher Art sind während des Tests nicht gestattet.

Literaturverzeichnis

- Cummins, D., Kintsch, W., Reusser, K., Weimer, R. (1988). The role of understanding in solving word problems. In: *Cognitive Psychology* 20 (4), S. 405–438. DOI: 10.1016/0010-0285(88)90011-4.
- Doppelreiter, J. (2017). Sprach- bzw. Lesekompetenz und das Lösen von Textaufgaben im Mathematikunterricht / vorgelegt von Julia Doppelreiter. Diplomarbeit. Karl-Franzens-Universität, Graz. Online verfügbar unter <http://unipub.uni-graz.at/obvugrhs/1952433>.
- Gebhardt, M. (2023). *Pädagogische Diagnostik. Leistung, Kompetenz und Entwicklung messen, bewerten und interpretieren für individuelle Förderung*. Universität Regensburg
- Gebhardt, M., Diehl, K. & Mühling, A. (2016). Online Lernverlaufsmessung für alle SchülerInnen in inklusiven Klassen. www.LEVUMI.de. *Zeitschrift für Heilpädagogik*, 67(10), 444-454.
- Gebhardt, M., Sälzer, C., Mang, J., Müller, K. & Prenzel, M. (2015). *Performance of Students with Special Educational Needs in Germany. Findings from PISA 2012*. *Journal of Cognitive Education and Psychology*, 14(3). 343-356. <https://doi.org/10.1891/1945-8959.14.3.343>
- Lutz, S.; Ebenbeck, N. Gebhardt, M. (2023). Mathematical skills of students with special educational needs in the area of learning (SEN-L) in pre-vocational programs in Germany - In: *International journal for research in vocational education and training* 10 (1), S. 1-23. DOI: 10.25656/01:26298
- Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung (2023). LehrplanPLUS - Mittelschule - Mathematik - Fachprofile. Online verfügbar unter <https://www.lehrplanplus.bayern.de/fachprofil/mittelschule/mathematik>, zuletzt aktualisiert am 23.04.2023, zuletzt geprüft am 23.04.2023.
- Verschaffel, L. (1994). Using Retelling Data to Study Elementary School Children's Representations and Solutions of Compare Problems. In: *JRME* 25 (2), S. 141–165. DOI: 10.5951/jresmetheduc.25.2.0141.
- Verschaffel, L., Greer, B., Corte, E., (2000). *Making sense of word problems*. Exton, PA: Swets & Zeitlinger Publishers (contexts of learning).

Textaufgaben zu den Grundrechenarten

Berechne die Textaufgaben.

**Schreibe den Lösungsweg auf.
Ein Antwortsatz ist nicht nötig.**

**Wenn du eine Aufgabe nicht lösen kannst,
rechne die nächste Aufgabe.**

Geschlecht: männlich weiblich divers

Klasse: _____

Alter: _____

Eine Brauerei verteilt für eine Lieferung die mit Bierkästen beladenen Paletten
gleichmäßig auf 4 LKW.

Jeder LKW wird mit 40 Paletten beladen.

Wie viele Paletten werden bei dieser Lieferung insgesamt ausgeliefert?

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Auf einer Großbaustelle waren 110 Mitarbeiter beschäftigt.

Um den Zeitplan einzuhalten, kamen noch weitere 80 Mitarbeiter dazu.

Wie viele Mitarbeiter sind jetzt dort beschäftigt?

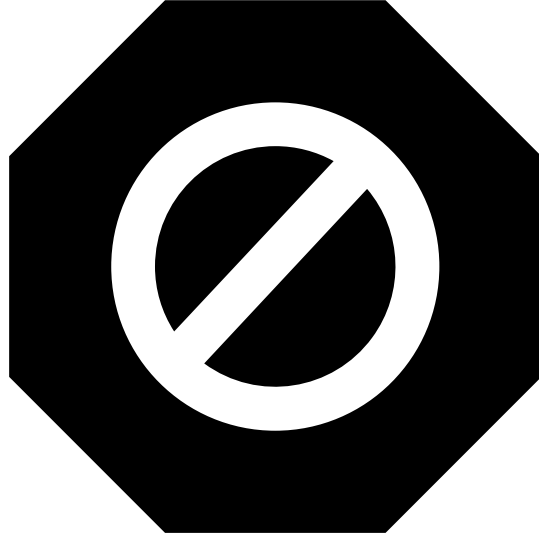
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Nachdem sich die Anzahl der Filialen eines Modehauses verdreifacht hat, arbeiten
dort auch mehr Angestellte.

Jetzt arbeiten in allen Filialen insgesamt 120 Angestellte.

Wie viele Angestellte arbeiteten davor im Modehaus?

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



Fertig!

Melde dich leise.

Berechne den Platzhalter

| | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| $110 + 80 = \underline{\quad}$ | $\underline{\quad} - 500 = 330$ | $\underline{\quad} : 3 = 300$ |
| $400 - 180 = \underline{\quad}$ | $330 : 3 = \underline{\quad}$ | $410 \cdot 2 = \underline{\quad}$ |
| $\underline{\quad} \cdot 4 = 200$ | $28 : 7 = \underline{\quad}$ | $500 - 370 = \underline{\quad}$ |
| $\underline{\quad} - 400 = 350$ | $300 + 120 = \underline{\quad}$ | $\underline{\quad} + 130 = 190$ |
| $100 \cdot 6 = \underline{\quad}$ | $280 - 60 = \underline{\quad}$ | $\underline{\quad} - 120 = 40$ |
| $48 : 6 = \underline{\quad}$ | $320 + 200 = \underline{\quad}$ | $20 \cdot 3 = \underline{\quad}$ |
| $\underline{\quad} : 10 = 50$ | $\underline{\quad} \cdot 2 = 340$ | $\underline{\quad} \cdot 3 = 120$ |
| $\underline{\quad} + 70 = 400$ | $\underline{\quad} + 60 = 300$ | $\underline{\quad} : 4 = 40$ |

Platzhalteraufgaben zu den Grundrechenarten