

A Anhang

A.1 Beispielklausur

Aufgabe 1



Der Colonius in Köln wurde im Jahr 1981 erbaut und galt zu dieser Zeit als eines der technisch modernsten Gebäude weltweit. 1992 wurde die Spitze des Turmes aus Modernisierungsgründen um eine 14m lange rot-weiße Antenne verlängert. Wie viele Treppenstufen hätte eine Treppe, die bis in die Spitze des Turmes führt?

1. Bestimmen Sie eine mögliche Lösung der Aufgabe. Erklären Sie ihre Arbeitsschritte!
2. Diskutieren Sie auf der Basis der bekannten Eigenschaften von Aufgabentypen, weshalb diese Sachaufgabe Schülerinnen und Schüler ansprechen könnte.
3. Stellen Sie einen idealisierten Lösungsprozess dieser Aufgabe mit dem Modellierungskreislauf von Blum dar. Erklären Sie, weshalb man von *idealisiert* spricht.
4. Worin unterscheiden sich die Modellierungskreisläufe von Blum und Borromeo Ferri?
5. Kann die *Colonius-Aufgabe* als Schätzaufgabe eingestuft werden? Falls ja, um welche Art von Schätzaufgabe handelt es sich?

Aufgabe 2

1. Nennen und erklären Sie die von Heinrich Winter eingeführten Funktionen des Sachrechnens.
2. Welche dieser Funktionen steht bei der Colonius-Aufgabe (siehe Aufgabe 1) im Vordergrund?
3. Gegeben sind die unten abgedruckten Sachaufgaben. Ordnen Sie die Aufgaben den klassischen Aufgabentypen *eingekleidete Aufgabe*, *Textaufgabe* oder *Sachproblem* zu.

- (1) Peter möchte sich einen DVD-Rekorder für 255 € kaufen. 189 € hat er schon gespart.
- (2) Das Ehepaar Klein und ihr 11-jähriger Sohn wollen im August am Meer Urlaub machen. Mehr als 1500 € stehen nicht zur Verfügung.
- (3) Bei Erdarbeiten für den Straßenbau benötigen 6 Bagger 12 Tage. Nach 3 Tagen fallen 2 Bagger aus. Um wie viele Tage verzögern sich die Erdarbeiten?

(4) Klaus will sich ein Mofa kaufen. Für ihn kommen nur noch eine *Honda Silver* oder eine *Zündapp 2000* in Frage. Bei seiner Entscheidung will er neben den Anschaffungskosten auch die laufenden Kosten in Betracht ziehen.

Aufgabe 3

1. Skizzieren Sie die Stufen im didaktischen Stufenmodell zur Behandlung von Längen.
2. Ordnen Sie die folgende Aufgabe in das Stufenmodell von Aufgabenteil 1. ein.

Hüpfwettbewerb

*Bastelt Faltfrösche aus Papier.
Lasst dann eure Frösche von einer
Startlinie aus hüpfen und misst
die Strecken. Vergleicht anschließend.*

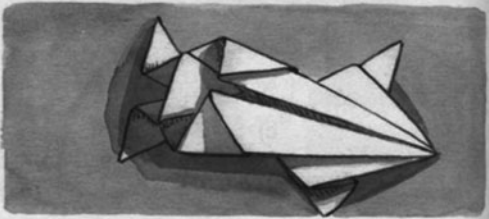


Abb. A.1 Aufgabenbeispiel (Fuchs, Hissnauer, Käpnick, Peterßen, & von Witzleben, 2004)

Aufgabe 4

- „Ein tropfender Wasserhahn kann pro Tag bis zu 100 Liter Wasser verschwenden“ – kann das stimmen?

Ob Regen oder Trockenheit – Wasser sparen ist das ganze Jahr über sinnvoll

Angesichts der letzten Regenfälle denken viele, wir könnten wieder zum alltäglichen Wasserverbrauch übergehen. Aber egal, wie das Wetter ist, es ist immer sinnvoll unseren Umgang mit der wertvollen Ressource Wasser zu ändern. „Wasser ist eine begrenzten Ressource und wir haben nur eine gewisse Menge davon auf der Erde,“ erklärt Kim Henken von der University of Kentucky. „Außerdem ist es teuer, Wasser zu reinigen und zu verteilen, also ist es auch schon finanziell sinnvoll, Wasser zu sparen“

*Von Haven Miller
LEXINGTON (13.07.2000)*



Ein tropfender Wasserhahn kann pro Tag bis zu 100 Liter Wasser verschwenden!

Abb. A.2 Aufgabenbeispiel (Büchter, Herget, Leuders, & Müller, 2006)

1. Erklären Sie den Begriff Fermi-Aufgabe.
2. Zur eindeutigen Klassifizierung von Sachaufgaben wird vorgeschlagen, sie wie folgt einzuteilen: *Modellierungsaufgabe*, *Problemlöseaufgabe*, *Fermi-Aufgabe*, *Schätzaufgabe*. Beurteilen Sie am Beispiel der obigen Aufgabe, ob sich Sachaufgaben auf diese Weise sinnvoll klassifizieren lassen.
3. Geben Sie zwei Kategoriensysteme für Sachaufgaben mit ihren jeweiligen Ausprägungen an.
4. Das Modellieren wird in den Lehrplänen des Landes Nordrhein-Westfalen durch die drei Teilkompetenzen *Mathematisieren*, *Realisieren* und *Validieren* ausgewiesen. Erklären Sie die drei Kompetenzen mit Hilfe der obigen Beispielaufgabe.
5. Geben Sie zwei weitere Teilkompetenzen an, die durch das Modellieren gefördert werden, und erklären Sie diese an geeigneten Beispielen.

Aufgabe 5

Die Firma *Leipzig* ist bekannt für ihre Raufasertapeten. Auf der Verpackung ist angegeben, dass eine Rolle 60 cm breit und ca. 10,50 m lang ist. Das bedeutet: Die Länge der Rolle schwankt zwischen 10,45 m und 10,55 m.

1. Schätzen Sie den absoluten Fehler der Tapetenfläche auf einer Rolle mit Hilfe einer Doppelrechnung und mit Hilfe einer Fragezeichenrechnung.
2. Bestimmen Sie allgemein den relativen Fehler der Tapetenfläche auf einer Rolle mit fester Breite und fehlerbehafteter Länge.

Aufgabe 6

1. Geben Sie zwei Definitionen von *Sachrechnen* an, und begründen Sie, welcher Definition Sie sich anschließen würden.

Wilhelm von Humboldt schrieb in seinen *Ideen zu einem Versuch, die Grenzen der Wirksamkeit des Staates zu bestimmen*: „Der wahre Zweck des Menschen [. . .] ist die höchste und proportionirlichste Bildung seiner Kräfte zu einem Ganzen. Zu dieser Bildung ist Freiheit die erste und unerläßliche Bedingung. Allein außer der Freiheit erfordert die Entwicklung

der menschlichen Kräfte noch etwas andres, obgleich mit der Freiheit eng verbundenes, Mannigfaltigkeit der Situationen.“

2. Beurteilen Sie, ob Humboldt ein Befürworter oder Gegner von Sachaufgaben im Schulunterricht gewesen wäre.

A.2 Schieberegler in Excel

Zum Einfügen eines Schiebereglers (bzw. einer Bildlaufleiste) in Excel 2007 klicken Sie auf die Schaltfläche *Microsoft Office* (oben links) und anschließend auf Excel-Optionen.

Aktivieren Sie ggf. in der Kategorie *Häufig verwendet* unter *Die am häufigsten verwendeten Optionen bei der Arbeit mit Excel* das Kontrollkästchen Registerkarte 'Entwicklertools' in der Multifunktionsleiste anzeigen, und klicken Sie dann auf OK.

Klicken Sie auf der Registerkarte *Entwicklertools* in der Gruppe *Steuerelemente* auf *Einfügen*, und klicken Sie dann unter *Formularsteuerelemente* auf *Bildlaufleiste*.

Die Bildlaufleiste kann nun auf dem Tabellenblatt an einer beliebigen Stelle platziert werden und mit der rechten Maustaste eingestellt werden.

Literatur

- Abel, M. et al. (2006). *Kompetenzorientierte Diagnose. Aufgaben für den Mathematikunterricht.* (L. f. Schule, Hrsg.) Stuttgart: Klett.
- Affolter, W., Beerli, G., Hurschler, H., Jaggi, B., Jundt, W., Krummenacher, R., et al. (2004). *mathbu.ch 7. Mathematik im 7. Schuljahr für die Sekundarstufe I.* Zug: Klett und Balmer.
- Affolter, W., Beerli, G., Hurschler, H., Jaggi, B., Jundt, W., Krummenacher, R., et al. (2006). *mathbu.ch 9+. Mathematik im 9. Schuljahr. Erhöhte Anforderungen.* Zug: Klett und Balmer.
- Affolter, W., Beerli, G., Hurschler, H., Jaggi, B., Jundt, W., Krummenacher, R., et al. (2003). *mathbu.ch 8. Mathematik im 8. Schuljahr für die Sekundarstufe I.* Zug: Klett und Balmer.
- Ahrens, W. (2002). *Scherz und Ernst in der Mathematik.* Hildesheim: Olms-Weidmann.
- Aits, D., Aits, U., Berkemeier, H., Hecht, W., Heske, H., Koullen, R., et al. (2006). *Mathematik konkret 2.* Berlin: Cornelsen.
- Backhaus, K., Wiese, B., & Nienaber, C. (1925). *Rechenbücher von Backhaus und Wiese. 5. Heft Brüche, Dezimalbrüche, bürgerliche Rechnungsarten.* Hannover: Carl Meyer (Gustav Prior).
- Behnen, K., & Neuhaus, G. (1984). *Grundkurs Stochastik.* Stuttgart: Teubner.
- Bern, M., & Graham, R. (1996). Das Problem des kürzesten Netzwerks. In G. Faltings (Hrsg.), *Moderne Mathematik, Beiträge aus Spektrum der Wissenschaft* (S. 52–58). Heidelberg: Spektrum.
- Blankenagel, J. (1994). *Elemente der angewandten Mathematik.* Mannheim: Bibliographisches Institut.
- Blankenagel, J. (1985). *Numerische Mathematik im Rahmen der Schulmathematik.* Mannheim, Wien, Zürich: Bibliographisches Institut.
- Blum, W. (1996). Anwendungsbezüge im Mathematikunterricht – Trends und Perspektiven. In *Schriftenreihe Didaktik der Mathematik, Bd. 23, Trends und Perspektiven.* Hölzner-Pichler-Tempsky.
- Blum, W. (1985). Anwendungsorientierter Mathematikunterricht in der didaktischen Diskussion. *32* (2), S. 195–232.

- Blum, W. (2007). Mathematisches Modellieren – zu schwer für Schüler und Lehrer? *Beiträge zum Mathematikunterricht*, S. 3–12.
- Blum, W. (2006). Modellierungsaufgaben im Mathematikunterricht – Herausforderung für Schüler und Lehrer. In A. Büchter, H. Humenberger, S. Hußmann, & S. Prediger (Hrsg.), *Realitätsnaher Mathematikunterricht – vom Fach aus und für die Praxis* (S. 8–23). Hildesheim: Franzbecker.
- Blum, W., & Leiß, D. (2005). Modellieren im Unterricht mit der "Tanken"-Aufgabe. *mathematik lehren* (128), S. 18–21.
- Blum, W., & Wiegand, B. (2000). Offene Aufgaben – wie und wozu? *mathematik lehren*, 100, S. 52–55.
- Blum, W., Drücke-Noe, C., Hartung, R., & Köller, O. (2006). *Bildungsstandards Mathematik: konkret. Sekundarstufe I: Aufgabenbeispiele, Unterrichts Anregungen, Fortbildungsideen*. Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Böer, H. (1993). Extremwertproblem Milchtüte. In W. Blum (Hrsg.), *Anwendungen und Modellbildung im Mathematikunterricht*. Hildesheim: Franzbecker.
- Böer, H., Kietzmann, U., Kliemann, S., Pongs, R., Puscher, R., Schmidt, W., et al. (2003). *mathe live 10 Erweiterungskurs*. Stuttgart: Klett.
- Böer, H., Kietzmann, U., Kliemann, S., Pongs, R., Schmidt, W., Vernay, R., et al. (2002). *mathe live 9*. Stuttgart: Klett.
- Böer, H., Kliemann, S., Mallon, C., Puscher, R., Segelken, S., Schmidt, W., et al. (2007). *mathe live 7. Mathematik für die Sekundarstufe I*. Stuttgart: Klett.
- Bolzen, M. (2007). Oh wie schön ist Kanada!? *Praxis der Mathematik in der Schule*, 14, S. 34–39.
- Bönig, D. (2003). 'Das ungefähre der richtigen Antwort'. Zur Bedeutung des Schätzens beim Umgang mit Größen. *Die Grundschulzeitschrift*, 141, S. 43–45.
- Borromeo Ferri, R. (2003). Mathematische Denkstile – visuell, analytisch, konzeptuell und ihre Präferenzen bei Jugendlichen am Ende der Sekundarstufe. *Beiträge zum Mathematikunterricht*, S. 141–144.
- Borromeo Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38, S. 86–95.
- Borromeo Ferri, R. (2004). Vom Realmodell zum mathematischen Modell - Analyse von Übersetzungsprozessen aus der Perspektive mathematischer Denkstile. *Beiträge zum Mathematikunterricht*, S. 109–112.
- Böttner, J., Maroska, R., Olpp, A., Pongs, R., Stöckle, C., Wellstein, H., et al. (2005). *Schnittpunkt 3. Mathematik für Realschulen Baden-Württemberg*. Stuttgart: Klett.
- Brandt, D., & Reinelt, G. (2007). *Lambacher Schweizer. Mathematik für Gymnasien. Gesamtband Oberstufe mit CAS*. Stuttgart: Klett.

- Breidenbach, W. (1969). *Methodik des Mathematikunterrichts in Grund- und Hauptschulen*. Hannover: Schroedel.
- Bronstein, I. N., & Semendjajew, K. A. (1989). *Taschenbuch der Mathematik*. Thun: Harri Deutsch.
- Bruder, R. (2000). Akzentuierte Aufgaben und heuristische Erfahrungen. Wege zu einem anspruchsvollen Mathematikunterricht für alle. In L. Flade, & W. Herget, *Mathematik lehren und lernen nach TIMSS: Anregungen für die Sekundarstufen*. Berlin: Volk und Wissen.
- Bruder, R. (2003). Konstruieren – auswählen – begleiten. Über den Umgang mit Aufgaben. *Friedrich Jahresheft 2003*, S. 12–15.
- Büchter, A., & Leuders, T. (2005). *Mathematikaufgaben selbst entwickeln. Lernen fördern – Leistung überprüfen*. Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Büchter, A., Herget, W., Leuders, T., & Müller, J. H. (2006). *Die Fermi-Box. Lebendige Mathematik für Alle*. Seelze: Friedrich.
- Burscheid, H. (1980). Beiträge zur Anwendung der Mathematik im Unterricht. Versuch einer Zusammenfassung. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 12, S. 63–69.
- Cai, J. (1994). A Protocol-Analytic Study of Metacognition in Mathematical Problem Solving. *Mathematics Education Research Journal*, 6 (2), S. 166–183.
- Carlson, T. (1913). Über Geschwindigkeit und Grösse der Hefevermehrung in Würze. *Biochemische Zeitschrift*, 57, S. 313–334.
- Corbin, J., & Strauss, A. (1996). *Grounded Theory: Grundlagen Qualitativer Sozialforschung*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Dankwerts, R., & Vogel, D. (2001). Milchtüte und Konservendose – Modellbildung im Unterricht. *Der Mathematikunterricht*, 47, S. 22–31.
- Davis, P., & Hersh, R. (1986). *Erfahrung Mathematik*. Basel, Boston, Stuttgart: Birkhäuser Verlag.
- Dockhorn, C. (2000). Schulbuchaufgaben öffnen. *mathematik lehren*, 100, S. 58–59.
- Ebenhöh, W. (1990). Mathematische Modellierung – Grundgedanken und Beispiele. *Der Mathematikunterricht*, 36 (4), S. 5–15.
- Eichler, A., & Vogel, M. (2009). *Leitidee Daten und Zufall. Von konkreten Beispielen zur Didaktik der Stochastik*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner.
- Emde, C., Kliemann, S., Pelzer, H.-J., Schäfer, U., & Schmidt, W. (1998). *Mathe live 5 für Gesamtschulen*. Stuttgart: Klett.
- Fischer, R., & Malle, G. (1985). *Mensch und Mathematik*. Mannheim, Wien, Zürich: Bibliographisches Institut.

- Förster, F. (2002). Vorstellungen von Lehrerinnen und Lehrern zu Anwendungen im Mathematikunterricht – Darstellung und erste Ergebnisse einer qualitativen Fallstudie. *Der Mathematikunterricht*, 48 (4–5), S. 45–72.
- Förster, F., Henn, H.-W., & Meyer, J. (2000). *Materialien für einen realitätsbezogenen Mathematikunterricht*. Hildesheim: Franzbecker.
- Franke, M. (2003). *Didaktik des Sachrechnens in der Grundschule*. Berlin: Spektrum.
- Freudenthal, H. (1978). *Vorrede zu einer Wissenschaft vom Mathematikunterricht*. Oldenbourg: München & Wien.
- Freudigmann, H., Reinelt, G., Stark, J., Zinser, M., Schermuly, H., Taetz, G., et al. (2000). *Lambacher Schweizer Analysis Grundkurs*. Stuttgart: Klett.
- Fricke, A. (1984). Der Punkt kleinster gewichteter Entfernungssumme von gegebenen Punkten. *Der Mathematikunterricht*, 6, S. 22–37.
- Fricke, A. (1987). *Sachrechnen. Das Lösen angewandter Aufgaben*. Stuttgart: Klett.
- Fuchs, M., Hissnauer, G., Käpnick, F., Peterßen, K., & von Witzleben, R. (2004). *Mathehaus 3*. (M. Fuchs, & F. Käpnick, Hrsg.) Berlin: Cornelsen.
- Führer, L. (2007). „Dreisatz“ oder Wie viel Volksbildung darf's denn sein? *Beiträge zum Mathematikunterricht*, S. 791–794.
- Galbraith, P. L., & Clatworthy, N. J. (1990). Beyond standard Models – Meeting the Challenge of Modelling. *Educational Studies in Mathematics*, 21, S. 137–163.
- Garofalo, J., & Lester, F. K. (1985). Metacognition, cognitive monitoring, and mathematical performance. *Journal for Research in Mathematics Education*, 16 (3), S. 163–176.
- Gerthsen, C., Kneser, H. O., & Vogel, H. (1989). *Physik. Ein Lehrbuch zum Gebrauch neben Vorlesungen*. Berlin: Springer.
- Gialamas, V., Karaliopoulou, M., Klaoudatos, N., Matrozos, D., & Papastavridis, S. (1999). Real Problems in School Mathematics. In O. Zaslavsky (Hrsg.), *Proceedings of the 23rd Conference of the International Group of the Psychology of Mathematics Education*. Israel Institute of Technology.
- Graf, D. (2001). Welche Aufgabentypen gibt es? *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 54 (7), S. 422–425.
- Greefrath, G. (2008). Die Wirklichkeit entdecken – mathematische Erfahrungen in der Realität sammeln. *Karlsruher Pädagogische Beiträge*, 69, S. 84–92.
- Greefrath, G. (2009). Messwerte mit Funktionen approximieren. *Praxis der Mathematik in der Schule*, 28, S. 33–37.
- Greefrath, G. (2008). Modellieren im Mathematikunterricht – Diagnose einer prozessbezogenen Kompetenz. In S. Hußmann, A. Liegmann, E. Nyssen, K.

- Racherbäumer, & C. Walzebug (Hrsg.), *individualisieren – differenzieren – vernetzen. Tagungsband zur Auftaktveranstaltung des Projektes indivi* (S. 91–98). Hildesheim: Franzbecker.
- Greefrath, G. (2007). *Modellieren lernen mit offenen realitätsnahen Aufgaben*. Köln: Aulis.
- Greefrath, G. (2004). Offene Aufgaben mit Realitätsbezug. Eine Übersicht mit Beispielen und erste Ergebnisse aus Fallstudien. *mathematica didactica*, 2 (27), S. 16–38.
- Greefrath, G. (2009). Unscharfe Aufgaben – selbst herstellen. *Praxis der Mathematik in der Schule*, 26, S. 39–42.
- Greefrath, G. (2008). Untersuchung von Modellbildungs- und Problemlöseprozessen. *Beiträge zum Mathematikunterricht 2008*.
- Greefrath, G. (2008). Vertrauen ist gut – Kontrolle ist besser. Mathematische Modelle eines Öltanks analysieren. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 61 (8), S. 463–468.
- Greefrath, G., & Laakmann, H. (2007). Günstig tanken – nur wo? – Die Suche nach dem optimalen Modell. *Praxis der Mathematik in der Schule*, 14, S. 15–22.
- Greefrath, G., & Leuders, T. (2009). Nicht von ungefähr. Runden – Schätzen – Nähern. *Praxis der Mathematik*, 51 (28), S. 1–6.
- Greefrath, G., Leuders, T., & Pallack, A. (2008). Gute Abituraufgaben – (ob) mit oder ohne Neue Medien. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, S. 79–83.
- Griesel, H. (2005). Modelle und Modellieren – eine didaktisch orientierte Sachanalyse, zugleich ein Beitrag zu den Grundlagen einer mathematischen Beschreibung der Welt. In H.-W. Henn, & G. Kaiser (Hrsg.), *Mathematikunterricht im Spannungsfeld von Evolution und Evaluation. Festschrift für Werner Blum* (S. 61–70). Hildesheim: div.
- Grigutsch, S., Raatz, U., & Törner, G. (1998). Einstellungen gegenüber Mathematik bei Mathematiklehrern. *Journal für Mathematikdidaktik*, 19 (1), S. 3–45.
- Hartmann, B. (1913). *Der Rechenunterricht in der deutschen Volksschule vom Standpunkte des erziehenden Unterrichts*. Leipzig: Kesselring.
- Henn, H.-W. (2004). Computer-Algebra-Systeme – Junger Wein oder neue Schläuche? *Journal für Mathematik-Didaktik*, 25 (4), S. 198–220.
- Henn, H.-W. (2002). Mathematik und der Rest der Welt. *mathematik leben*, 113, S. 4–7.
- Henn, H.-W. (2007). Mathematik und der Rest der Welt. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 5, S. 260–265.
- Henn, H.-W. (1995). Volumenbestimmung bei einem Rundfass. In G. Graumann, T. Jahnke, G. Kaiser, & J. Meyer (Hrsg.), *Materialien für einen realitätsbezogenen Mathematikunterricht Bd. 2* (S. 56–65). Hildesheim: Franzbecker.

- Henn, H.-W., & Maaß, K. (2003). Standardthemen im realitätsbezogenen Mathematikunterricht. In *Materialien für einen realitätsbezogenen Mathematikunterricht. Bd. 8. (ISTRON)*. Hildesheim: Franzbecker.
- Herget, W. (2006). Typen von Aufgaben. In W. Blum, C. Drüke-Noe, R. Hartung, & O. Köller (Hrsg.), *Bildungsstandards Mathematik: konkret* (S. 178–193). Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Herget, W., & Klika, M. (2003). Fotos und Fragen. Messen, Schätzen, Überlegen – viele Wege, viele Ideen, viele Antworten. *Mathematik lehren, 119*, S. 14–19.
- Herget, W., & Scholz, D. (1998). *Die etwas andere Aufgabe aus der Zeitung*. Seelze: Kallmeyer.
- Herget, W., Jahnke, T., & Kroll, W. (2001). *Produktive Aufgaben für den Mathematikunterricht in der Sekundarstufe I*. Berlin: Cornelsen.
- Herling, J., Kuhlmann, K.-H., & Scheele, U. (2008). *Mathematik 7*. Braunschweig: Westermann.
- Hinrichs, G. (2008). *Modellierung im Mathematikunterricht*. Heidelberg: Springer.
- Hollenstein, A. (1996). Schreibenanlässe im Mathematikunterricht. *Beiträge zum Mathematikunterricht*, S. 190–193.
- Humenberger, H. (1997). Anwendungsorientierung im Mathematikunterricht – erste Resultate eines Forschungsprojekts. *Journal für Mathematikdidaktik, 18*, S. 3–50.
- Humenberger, H. (2003). Dreisatz einmal anders: Aufgaben mit überflüssigen bzw. fehlenden Angaben. In H.-W. Henn, & K. Maaß (Hrsg.), *Materialien für einen realitätsbezogenen Mathematikunterricht. Band 8* (S. 49–64). Franzbecker.
- Humenberger, H. (1995). Über- und unterbestimmte Aufgaben im Mathematikunterricht. *Praxis der Mathematik, 37*, S. 1–7.
- Humenberger, H., & Reichel, H.-C. (1995). *Fundamentale Ideen der Angewandten Mathematik*. Mannheim, Leipzig, Wien, Zürich: BI Wissenschaftsverlag.
- Hußmann, S., & Leuders, T. (2006). Ausgerechnet: Costa Rica! Wie man mit Mitteln der Wahrscheinlichkeitsrechnung den Fußballweltmeister voraussagen kann. *Praxis der Mathematik, 9*, S. 19–29.
- Hußmann, S., & Leuders, T. (2007). Können Hunde Mathematik? *Praxis der Mathematik in der Schule, 14*, S. 23–29.
- Hußmann, S., & Lutz-Westphal, B. (2007). *Kombinatorische Optimierung erleben*. Wiesbaden: Vieweg.
- Jahner, H. (1985). *Methodik des mathematischen Unterrichts. Begründet von Walther Lietzmann*. Heidelberg u. Wiesbaden: Quelle & Meyer.

- Jordan, A., Krauss, S., Löwen, K., Blum, W., Neubrand, M., Brunner, M., et al. (2008). Aufgaben im COACTIV-Projekt: Zeugnisse des kognitiven Aktivierungspotentials im deutschen Mathematikunterricht. *Journal für Mathematikdidaktik*, S. 83–107.
- Kaiser, G. (1984). Zur Realisierbarkeit von Zielen eines anwendungsorientierten Mathematikunterrichts. Einige Ergebnisse von Fallstudien. *mathematica didactica*, 7 (2), S. 71–86.
- Kietzmann, U., Kliemann, S., Pongs, R., Schmidt, W., Segelken, S., Vernay, R., et al. (2004). *mathe live 8*. Stuttgart: Klett.
- Kirsch, A. (1970). *Elementare Zahlen- und Größenbereiche*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Klein, F. (1907). *Vorträge über den mathematischen Unterricht an den höheren Schulen. Teil 1*. Leipzig: Teubner.
- Kliemann, S., Puscher, R., Segelken, S., Schmidt, W., & Vernay, R. (2006). *mathe live 5. Mathematik für die Sekundarstufe I*. Stuttgart: Klett.
- Klix, F. (1971). *Information und Verhalten*. Bern: Huber.
- KMK. (2005). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Hauptschulabschluss*. München: Wolters Kluver.
- KMK. (2004). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Bildungsabschluss*. München: Wolters Kluver.
- KMK. (2005). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich*. München: Wolters Kluver.
- Kohorst, H., & Portscheller, P. (1999). Wozu Hefe alles gut ist. Vom exponentiellen zum logistischen Wachstum. *Mathematik lehren*, 97, S. 54–59.
- Körner, H. (2003). Modellbildung mit Exponentialfunktionen. In H.-W. Henn, & K. Maaß (Hrsg.), *Materialien für einen realitätsbezogenen Mathematikunterricht Bd. 8. (ISTRON)* (S. 155–177). Hildesheim: Franzbecker.
- Koullen, R. (2008). *Mathematik konkret 6*. Berlin: Cornelsen.
- Koullen, R. (1993). *Mathematik real 9*. Berlin: Cornelsen.
- Krauthausen, G., & Scherer, P. (2007). *Einführung in die Mathematikdidaktik*. München: Elsevier.
- Kuchling, H. (1985). *Physik*. Leipzig: VEB Fachbuchverlag.
- Kühnel, J. *Neubau des Rechenunterrichts*. Leipzig: Klinkhardt.
- Kurth, H., & Petit, H. (1903). *Illustriertes Kochbuch für die Bürgerliche und feine Küche*. Breslau: Trewendt & Granier.

- Kuypers, W., Lauter, J., & Wuttke, H. (1995). *Mathematik 5. Schuljahr Gymnasium Baden-Württemberg*. Berlin: Cornelsen.
- Leuders, T. (2006). Kompetenzorientierte Aufgaben im Unterricht. In W. Blum, C. Drüke-Noe, R. Hartung, & O. Köller (Hrsg.), *Bildungsstandards Mathematik: konkret* (S. 81–95). Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Leuders, T. (2003). Problemlösen. In T. Leuders (Hrsg.), *Mathematikdidaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II* (S. 119–135). Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Leuders, T. (2001). *Qualität im Mathematikunterricht der Sekundarstufe I und II*. Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Leuders, T. (2006). Reflektierendes Üben mit Plantagenaufgaben. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 5, S. 276–284.
- Leuders, T., & Leiß, D. (2006). Realitätsbezüge. In W. Blum, C. Drüke-Noe, R. Hartung, & O. Köller (Hrsg.), *Bildungsstandards Mathematik: konkret* (S. 194–206). Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Leuders, T., & Maaß, K. (2005). Modellieren – Brücken zwischen Welt und Mathematik. *Praxis der Mathematik*, 47 (3), S. 1–7.
- Lewe, H. (2001). Sachsituationen meistern. *Grundschulmagazin*, 7–8, S. 8–11.
- Maaß, J. (2007). Ethik im Mathematikunterricht? Modellierung reflektieren! In G. Greefrath, & J. Maaß (Hrsg.), *Materialien für einen realitätsbezogenen Mathematikunterricht. Band 11. Unterrichts- und Methodenkonzepte*. Hildesheim: Franzbecker.
- Maaß, K. (2002). Handytarife. *mathematik lehren*, 113, S. 53–57.
- Maaß, K. (2004). *Mathematisches Modellieren im Unterricht. Ergebnisse einer empirischen Studie*. Hildesheim: Franzbecker.
- Maaß, K. (2007). *Mathematisches Modellieren. Aufgaben für die Sekundarstufe I*. Berlin: Cornelsen.
- Maaß, K. (2005). Modellieren im Mathematikunterricht der Sekundarstufe I. *Journal für Mathematikdidaktik*, 26, S. 114–142.
- Maaß, K. (2003). Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zur Mathematik und ihre Veränderung durch Modellierung. *Der Mathematikunterricht*, 49 (3), S. 30–53.
- Maier, H., & Schubert, A. (1978). *Sachrechnen. Empirische Befunde, didaktische Analysen, methodische Anregungen*. München: Ehrenwirth.
- Mathematik real 9*. (1993). Berlin: Cornelsen.
- Maull, W., & Berry, J. (2001). An investigation of student working styles in a mathematical modelling activity. *Teaching Mathematics and its Applications*, 20 (2).

- Ministerium für Schule NRW. (2007). *Abituraufgabe Grundkurs Mathematik 2007 (HT 2)*. Abgerufen am 26. August 2009 von [http://www.standardsicherung.nrw.de/abitur-gost/fach.php?fach=2](http://www.standardsicherung.nrw.de: http://www.standardsicherung.nrw.de/abitur-gost/fach.php?fach=2)
- Ministerium für Schule NRW. (2004). *Kernlehrplan für die Gesamtschule – Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen*. (M. f. NRW, Hrsg.) Frechen: Ritterbach.
- Ministerium für Schule NRW. (2008). *Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen*. Frechen: Ritterbach.
- Müller, G., & Wittmann, E. (1984). *Der Mathematikunterricht in der Primarstufe*. Braunschweig Wiesbaden: Vieweg.
- Neunzert, H., & Rosenberger, B. (1991). *Schlüssel zu Mathematik*. Econ.
- Nitzsche, M. (2005). *Graphen für Einsteiger*. Wiesbaden: Vieweg.
- Padberg, F. (2009). *Didaktik der Bruchrechnung*. Heidelberg: Spektrum.
- Pehkonen, E. (2001). Offene Probleme: Eine Methode zur Entwicklung des Mathematikunterrichts. *Der Mathematikunterricht*, 6, S. 60–72.
- Peter-Koop, A., & Nührenbörger, M. (2007). Struktur und Inhalt des Kompetenzbereichs Größen und Messen. In G. Walther, M. van den Heuvel-Panhuizen, D. Granzer, & O. Köller (Hrsg.), *Bildungsstandards für die Grundschule* (S. 89–117). Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Picker, B. (1987). Der Aufbau des Größenbereichs als Grundlegung des Sachrechnens. Teil 1. *Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe*, 11, S. 492–494 u. 503–505.
- Picker, B. (1987). Der Aufbau des Größenbereichs als Grundlegung des Sachrechnens. Teil 2. *Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe*, 12, S. 554–559.
- Pollak, H. O. (1977). The Interaction between Mathematics and Other School Subjects (Including Integrated Courses). In H. Athen, & H. Kunle (Hrsg.), *Proceedings of the Third International Congress on Mathematical Education* (S. 255–264). Karlsruhe.
- Polya, G. (1964). Die Heuristik. Versuch einer vernünftigen Zielsetzung. *Der Mathematikunterricht*, 1, S. 5–15.
- Polya, G. (1949). *Schule des Denkens. Vom Lösen mathematischer Probleme*. Tübingen und Basel: Francke.
- Radatz, H., & Schipper, W. (1983). *Handbuch für den Mathematikunterricht an Grundschulen*. Hannover: Schroedel.
- Revuz, A. (1965). *Moderne Mathematik im Schulunterricht*. Freiburg: Herder.
- Ries, A. (1522). *Rechnung auf der Linien und Federn...* Erfurt: Magistrat der Stadt Erfurt, Nachdruck 1991.
- Ruwisch, S. (2003). 'Gute' Aufgaben für die Arbeit mit Größen – Erkundung zum Größenverständnis von Grundschulkindern als Ausgangsbasis. In A. Peter-Koop

- (Hrsg.), *Gute Aufgaben im Mathematikunterricht der Grundschule* (S. 211–227). Offenburg: Mildenerger.
- Scheid, H., & Schwarz, W. (2008). *Elemente der Arithmetik und Algebra*. Heidelberg: Spektrum.
- Scherer, P. (1999). Mathematiklernen bei Kindern mit Lernschwächen. Perspektiven für die Lehrerbildung. In C. Selter, & G. Walther (Hrsg.), *Mathematikdidaktik als design science. Festschrift für Erich Christian Wittmann*. Stuttgart: Klett.
- Schneider, H., Stindl, W., & Schönthaler, I. (2006). *Mathematik konkret 2*. (R. Koullen, Hrsg.) Berlin: Cornelsen.
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Orlando: Academic Press.
- Schriftenreihe der ISTRON-Gruppe. *Materialien für einen realitätsbezogenen Mathematikunterricht*. Hildesheim: Franzbecker.
- Schröder, M., Wurl, B., & Wynands, A. (2000). *Maßstab 10 B. Mathematik Hauptschule*. Hannover: Schroedel.
- Schütte, S. (1994). *Mathematiklernen in Sachzusammenhängen*. Stuttgart: Klett.
- Schulz, W. (2000). Innermathematisches Problemlösen mit Hilfe offener Aufgaben. *Beiträge zum Mathematikunterricht*.
- Schumann, H. (2001). Rekonstruktives Modellieren in Dynamischen Geometriesystemen. *mathematica didactica*, 26 (2), S. 21–41.
- Schupp, H. (1988). Anwendungsorientierter Mathematikunterricht in der Sekundarstufe I zwischen Tradition und neuen Impulsen. *Der Mathematikunterricht*, 34 (6), S. 5–16.
- Schupp, H. (2000). Thema mit Variationen. *mathematik lehren*, 100, S. 11–14.
- Silver, E. A. (1995). The nature and use of open problems in mathematics education: Mathematical and pedagogical perspectives. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 27 (2), S. 67–72.
- Sonar, T. (2001). *Angewandte Mathematik, Modellbildung und Informatik*. Braunschweig: Vieweg.
- Spiegel, H., & Selter, C. (2006). *Kinder & Mathematik – Was Erwachsene wissen sollten*. Seelze: Kallmeyer.
- Stöffler, H. (Hrsg.) (um 1942). *Rechenbuch für Volksschulen Baden 8. Schuljahr*. Bühl.
- Straub, F. W. (1949). *Lebensvolles Rechnen. 7. Schuljahr*. Offenburg.
- Strehl, R. (1979). *Grundprobleme des Sachrechnens*. Freiburg: Herder.
- Sundermann, B., & Selter, C. (2006). *Beurteilen und Fördern im Mathematikunterricht. Gute Aufgaben. Differenzierte Arbeiten. Ermutigende Rückmeldungen*. Berlin: Cornelsen Scriptor.

- Swan, M. (1982). The Teaching of Functions and Graphs. *Conference on functions. Conference report Pt. I*, (S. 151–165).
- Tietze, U.-P. (1986). *Der Mathematiklehrer in der Sekundarstufe II – Bericht aus einem Forschungsprojekt*. Hildesheim: Franzbecker.
- Toepell, M. (2003). Rückbezüge des Mathematikunterrichts und der Mathematikdidaktik in der BRD auf historische Vorausentwicklungen. *ZDM*, 35 (4), S. 177–181.
- Vollrath, H.-J. (2003). *Algebra in der Sekundarstufe*. Heidelberg: Spektrum.
- Westermann, B. (2003). Anwendungen und Modellbildung. In T. Leuders (Hrsg.), *Mathematikdidaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II* (S. 148–162). Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Wiegand, B., & Blum, W. (1999). Offene Probleme für den Mathematikunterricht – Kann man Schulbücher dafür nutzen? *Beiträge zum Mathematikunterricht*, S. 590–593.
- Wikipedia. (2009). *Internationales Einheitensystem*. Abgerufen am 20. Juni 2009 von http://de.wikipedia.org/wiki/SI-Basiseinheit#Meterkonvention.2C_BIPM_und_CGPM
- Wikipedia. (2009). *Rute*. Abgerufen am 20. Juni 2009 von [http://de.wikipedia.org/wiki/Rute_\(Einheit\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Rute_(Einheit))
- Wikipedia. (2009). *Ziegenproblem*. Abgerufen am 27. August 2009 von <http://de.wikipedia.org/wiki/Ziegenproblem#Problem>
- Winter, H. (1991). Anwenden und Entdecken – Probleme des Sachrechnens in der Grundschule. *Die Grundschulzeitschrift*, 42, S. 28–35.
- Winter, H. (1984). Begriff und Bedeutung des Übens im Mathematikunterricht. *mathematik lehren*, S. 4–16.
- Winter, H. (1981). Der didaktische Stellenwert des Sachrechnens im Mathematikunterricht der Grund- und Hauptschule. S. 666–674.
- Winter, H. (2004). Die Umwelt mit Zahlen erfassen: Modellbildung. In G. H. Müller, H. Steinbring, & E. C. Wittmann (Hrsg.), *Arithmetik als Prozess*. Kallmeyer.
- Winter, H. (1989). *Entdeckendes Lernen im Mathematikunterricht*. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg.
- Winter, H. (2003). Mathematikunterricht und Allgemeinbildung. In H.-W. Henn, & K. Maaß (Hrsg.), *Materialien für einen Realitätsbezogenen Mathematikunterricht, Band 8* (S. 6–15). Hildesheim: Franzbecker.
- Winter, H. (1994). Modelle als Konstrukte zwischen lebensweltlichen Situationen und arithmetischen Begriffen. *Grundschule*, 3, S. 10–13.
- Winter, H. (2003). *Sachrechnen in der Grundschule*. Berlin: Cornelsen Scriptor.

- Winter, H. (1994). Über Wachstum und Wachstumsfunktionen. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 47 (6), S. 330–339.
- Winter, H. (1980). Zur Durchdringung von Algebra und Sachrechnen in der Hauptschule. In H.-J. Vollrath, *Sachrechnen. Didaktische Materialien für die Hauptschule* (S. 80–123). Stuttgart: Klett.
- Winter, H., & Ziegler, T. (1969). *Neue Mathematik 5*. Hannover: Schroedel.
- Wynands, A. (2006). Intelligentes Üben. In W. Blum, C. Drüke-Noe, R. Hartung, & O. Köller (Hrsg.), *Bildungsstandards Mathematik: konkret*. Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Zais, T., & Grund, K.-H. (1991). Grundpositionen zum anwendungsorientierten Mathematikunterricht bei besonderer Berücksichtigung des Modellierungsprozesses. *Der Mathematikunterricht*, 37 (5), S. 4–17.
- Zech, F. (1998). *Grundkurs Mathematikdidaktik*. Weinheim und Basel: Beltz.

Index

A

Abkühlen von Kaffee 172
Abnahme
 beschränkte exponentielle 174
Abnahmeprozesse 166
Abschätzen 215
Abzählen 216
Additivität 134
Algebraisieren 225
Antiproportionalität 142
anwendbare Mathematik 36
Anwendung von Mathematik 43
Anzahl 103
Arbeiten mit Größen 120
Aufgabentypen 69

B

Bakterienwachstum 166
Begriff des Sachrechnens 5
Beurteilen 52
Bildungsstandards 19
Breidenbach 31

C

Computereinsatz 222

D

Darstellungsformen 131
Diagnoseaufgaben 90
Dichte 113
Differenzialgleichung 178

digitale Speicherkapazität 105
direkter Vergleich 116
Doppelrechnung 220
Dreisatz 138

E

eingekleidete Aufgaben 83
Einkaufsmodell 163
Entsprechung 43
Erfahrungen sammeln 116
Experimentieren 222
exponentielles Wachstum 171

F

Fallstudie 64
Fehlerfortpflanzung 217
Fermi-Aufgaben 80
Flatrate-Modell 164
Fragezeichenrechnung 220
Funktionen 12, 127
 additive 128
 Einführung 126
 lineare 163
 monotone 128
 multiplikative 128

G

Geld 107
Geschichte 23
Geschwindigkeit 113
Gewicht 105
Größen 100

Mathematisieren 108
Umrechnen 118
Vorstellungen 118
Zuordnungen 125
Größenbereich 122
Grunderfahrungen 1
Grundgrößen 100
Grundwert 151

H

Hefewachstum 174
Heizölmodell 165
Hilfen 206

I

indirekter Vergleich 117
Interpretieren 52
isolierte Wirklichkeit 42
ISTRON 41

K

Kapital 159
klassische Aufgabentypen 83
Kommensurabilität 124
Komplexaufgabe 31
Kühnel
 Johannes 28

L

Lernprinzip 13
Lernstoff 13
Lernziel 13
logistisches Wachstum 180
Lösungshilfen 201
Lösungsplan 207, 208

M

Mathematik
 anwendbare 36
 klassische Angewandte 36

mathematisches Modell 42, 43
Mathematisieren 52
Melzak-Algorithmus 191
Meraner Reform 29
Messen 215
Messgenauigkeit 217
Mittelwertseigenschaft 134
Modell
 mathematisches 47
Modellbildungskreislauf 37, 45
 Computer 228
Modelle
 deskriptive 44, 94
 deterministische 45
 diskrete 189
 explikative 45
 funktionale 183
 normative 44, 94
 probabilistische 45
Modellieren 35, 41
 einfaches 36
 Teilkompetenzen 52
Motivation 13

N

Nationalsozialismus 29
Neue Mathematik 30

O

offene Aufgaben 73
Optimierung
 mit Funktionen 183
 mit Graphen 189
 mit Tabellen 193
 von Funktionen 185
 von Graphen 190
Optimierungsprobleme 182

P

Parkhausmodell 165

Pestalozzi
 Johann Heinrich 25
 Polya 206
 Problemlösekreislauf 60
 Problemlösen 41, 58
 Problemlösestrategien 63
 Proportionalität 132
 Prozentangabe 151
 Prozentrechnung 151
 Prozentsatz 151
 Prozentwert 151
 prozessorientierte Aufgaben 89

Q

Quotientengleichheit 134

R

Raten 215
 Realisieren 52
 Rechenbaum 34
 Recherchieren 226
 Rechnen 52
 Ries
 Adam 23
 Runden 216

S

Sachkunde 15
 Sachprobleme 85
 Sachrechnen
 Definitionen 9
 Entwicklung 23
 Funktionen 16
 heute 37
 Neues 35
 systematisches 31, 38
 Schätzaufgaben 76
 Schätzen 215
 Schwierigkeiten 201
 Simplexaufgabe 31
 Simulieren 223

Statistik 195
 Stochastik 195
 Strommodell 164
 Stufenmodell 111
 Modellbildungskreislauf 115
 subjektive Kriterien 87
 Summeneigenschaft 134

T

Teilbarkeitseigenschaft 124
 Temperatur 103
 Textaufgaben 84
 Transitivität 110

U

Üben 211
 überbestimmte Aufgaben 76
 Umwelterschließung 13
 Ungenauigkeit 214
 unterbestimmte Aufgaben 76
 Unterrichtformen 57
 Untersuchungsergebnisse
 empirische 54

V

Validieren 52
 Veranschaulichung 13
 Vereinfachen 52
 Vereinfachung 42
 Verhältnisgleichheit 133
 Visualisieren 224

W

Wachstum
 allometrisches 200
 Wachstum
 exponentielles 171
 logistisches 180
 Wachstumsfunktionen 199
 Wachstumsmodell 168

Z

Ziele 16

 allgemeine 18

 inhaltsorientierte 16

 prozessorientierte 17

Zinsen 159

Zinsrechnung 151

Zinssatz 159

Zuordnungen 127