

Literaturverzeichnis

- Ärleböck, J. B. (2009). On the use of realistic Fermi problems for introducing mathematical modelling in school. *The Montana Mathematics Enthusiast*, 6(3), 331–364.
- Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W., & Weiber, R. (2016). *Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung*. Berlin Heidelberg: Springer.
- Ball, D. L. (1990). The mathematical understanding that prospective teachers bring to teacher education. *The Elementary School Journal*, 90(4), 449–466.
- Ball, D. L., & McDiarmid, G. W. (1990). The subject matter preparation of teachers. In W. R. Houston (Hrsg.), *Handbook of Research on Teacher Education* (S. 437–449). New York: Macmillan.
- Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching. What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(6), 389–407.
- Barrett, J. E., Cullen, C., Sarama, J., Clements, D. H., Klanderma, D., Miller, A. L., & Rumsey, C. (2011). Children's unit concepts in measurement: a teaching experiment spanning grades 2 through 5. *ZDM Mathematics Education*, 43, 637–650.
- Barrett, J. E., Sarama, J., Clements, D. H., Cullen, C., McCool, J., Witkowski-Rumsey, C., & Klanderma, D. (2012). Evaluating and Improving a Learning Trajectory for Linear Measurement in Elementary Grades 2 and 3: A Longitudinal Study. *Mathematical Thinking and Learning*, 14(1), 28–54.
- Baturo, A., & Nason, R. (1996). Students teachers' subject matter knowledge within the domain of area measurement. *Educational Studies in Mathematics*, 31(3), 235–268.
- Baumert, J. (2006). Was wissen wir über die Entwicklung von Schulleistungen? *Pädagogik*, 58(4), 40–46.
- Baumert, J., Klieme, E., Neubrand, M., Prenzel, M., Schiefele, U., Schneider, W., ... Weiß, M. (Hrsg.). (2001). *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich*. Opladen: Leske + Budrich.
- Baumert, J., & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 469–520.
- Baumert, J., & Kunter, M. (2011a). Das Kompetenzmodell von COACTIV. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss, & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 29–53). Münster: Waxmann.
- Baumert, J., & Kunter, M. (2011b). Das mathematikspezifische Wissen von Lehrkräften, kognitive Aktivierung im Unterricht und Lernfortschritte von Schülerinnen und Schülern. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss, & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 163–192). Münster: Waxmann.
- Baumert, J., & Lehmann, R. (1997). *TIMSS - Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich*. Opladen: Leske + Budrich.
- Benton, S. E. (1986). A summary of research on teaching and learning estimation. In H. L. Schoen & M. J. Zweng (Hrsg.), *Estimation and mental computation (1986 yearbook)* (S. 239–248). Reston, Va: National Council of Teachers of Mathematics.

- Benz, C., Peter-Koop, A., & Grüßing, M. (2015). *Frühe mathematische Bildung*. Heidelberg: Springer.
- Besser, M. (2014). *Lehrerprofessionalität und die Qualität von Mathematikunterricht*. Berlin: Springer-Spektrum.
- Besser, M., Hagena, M., & Leiss, D. (2015). Lehrerlösungsprozesse beim mathematischen Modellieren. In G. Kaiser & H.-W. Henn (Hrsg.), *Werner Blum und seine Beiträge zum Modellieren im Mathematikunterricht. Festschrift zum 70. Geburtstag von Werner Blum* (S. 49–62). Berlin: Springer-Spektrum.
- Besser, M., & Leiss, D. (2012). Von der Leistung zur Lernanregung. Erfahrungen mit der formativen Beurteilung. *mathematik lehren*, 170, 41–46.
- Biccard, P., & Wessels, D. C. J. (2011). Documenting the development of modelling competencies of grade 7 mathematics students. In *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling* (S. 375–385). Dordrecht: Springer.
- Bigelow, J., & Pargetter, R. (1988). Quantities. *Philosophical Studies. An International Journal for Philosophy in the Analytic Tradition*, 54(3), 287–304.
- Bishop, A., Seah, W. T., & Chin, C. (2003). Values in mathematics teaching - the hidden persuaders? In A. Bishop, M. A. K. Clements, C. Keitel-Kreidt, J. Kilpatrick, & F. K.-S. Leung (Hrsg.), *Second international handbook of mathematics education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Blömeke, S., Kaiser, G., & Lehmann, R. (Hrsg.). (2010). *TEDS-M 2008 – Professionelle Kompetenz und Lerngelegenheiten angehender Primarstufenlehrkräfte für die Sekundarstufe I im internationalen Vergleich*. Münster: Waxmann.
- Blomhøj, M., & Jensen, T. H. (2003). Developing mathematical modelling competence: Conceptual clarification and educational planning. *Teaching Mathematics and its Applications*, 22(3), 123–139.
- Blomhøj, M., & Kjeldsen, T. (2011). Students' Reflections in Mathematical Modelling Projects. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, & G. Stillman (Hrsg.), *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling. ICTMA 14* (S. 385–395). New York: Springer.
- Blomhøj, M., & Kjeldsen, T. H. (2006). Teaching mathematical modelling through project work. *ZDM*, 38(2), 163–177.
- Blomhøj, M., & Kjeldsen, T. H. (2013). The use of theory in teachers' modelling projects - experiences from an in-service course. In *CERME 8 - Proceedings of the Eighth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (S. 990–1000). Ankara: Middle East Technical University.
- Bloom, B. S. (1966). Twenty-five years of educational research. *American Educational Research Journal*, 3(3), 211–221.
- Blum, W. (1985). Anwendungsorientierter Mathematikunterricht in der didaktischen Diskussion. *Mathematische Semesterberichte. Zur Pflege des Zusammenhangs zwischen Schule und Universität*, 32(2), 195–232.
- Blum, W. (1996). Anwendungsbezüge im Mathematikunterricht - Trends und Perspektiven. In G. Kadunz, H. Kautschitsch, G. Ossimitz, & E. Schneider (Hrsg.), *Trends und Perspektiven. Beiträge zum 7. Internationalen Symposium zur Didaktik der Mathematik* (S. 15–38). Wien: Tempusky.

- Blum, W. (1998). Ursachen der TIMSS-Ergebnisse und Ansätze der Veränderungen des Mathematikunterrichts. In W. Blum & M. Neubrand (Hrsg.), *TIMSS und der Mathematikunterricht. Informationen, Analysen, Konsequenzen* (S. 11–15). Hannover: Schroedel.
- Blum, W. (2000). Qualitätsentwicklung im Mathematikunterricht. Eine Folge von TIMSS? *Pädagogik*, 12, 23–26.
- Blum, W. (2001). Was folgt aus TIMSS für den Mathematikunterricht und Mathematiklehrer-ausbildung? In E. Klieme, J. Baumert, P. Baptist, W. Blum, W. Bos, J. Doll, ... R. Watermann (Hrsg.), *TIMSS - Impulse für Schule und Unterricht: Forschungsbefunde, Reforminitiativen, Praxisberichte und Video-Dokumente* (S. 75–83). Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).
- Blum, W. (2006). Modellierungsaufgaben im Mathematikunterricht - Herausforderung für Schüler und Lehrer. In S. Büchter, A., Hußmann, S., Prediger (Hrsg.), *Realitätsnaher Mathematikunterricht - vom Fach aus und für die Praxis. Festschrift zum 60. Geburtstag für Hans-Wolfgang Henn* (S. 8–24). Hildesheim: Franzbecker.
- Blum, W. (2007). Mathematisches Modellieren - zu schwer für die Schüler und Lehrer? In *Beiträge zum Mathematikunterricht 2007* (S. 3–12). Hildesheim: Franzbecker.
- Blum, W. (2008). Opportunities and Problems for „Quality Mathematics Teaching“ - the SINUS and DISUM Projects,. In M. Niss (Hrsg.), *Regular Lectures at ICME-10, CD-ROM*. Roskilde: Roskilde University, IMFUFA.
- Blum, W. (2011). Can modelling be taught and learnt? Some answers from empirical research. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, & G. Stillman (Hrsg.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling* (S. 15–30). New York: Springer.
- Blum, W., & Kaiser, G. (1997). *Vergleichende empirische Untersuchungen zu mathematischen Anwendungsfähigkeiten von englischen und deutschen Lernenden*.
- Blum, W., & Leiss, D. (2005). Modellieren im Unterricht mit der „Tanken“-Aufgabe. *mathematik lehren*, 128, 18–21.
- Blum, W., & Leiss, D. (2007). Investigating Quality Mathematics Teaching - the DISUM Project. In C. Bergsten & B. Grevholm (Hrsg.), *Developing and Researching Quality in Mathematics Teaching and Learning, Proceedings of MADIF 5* (S. 3–16). Linköping.
- Blum, W., & Leiß, D. (2003). Diagnose- und Interventionsformen für einen selbstständigkeitsorientierten Unterricht am Beispiel Mathematik. Vorstellung des Projekts DISUM. In *Beiträge zum Mathematikunterricht 2003* (S. 129–132). Hildesheim: Franzbecker.
- Blum, W., & Wiegand, B. (2000). Offene Aufgaben – wie und wozu? *mathematik lehren*, 100, 52–55.
- Böhm, U. (2013). *Modellierungskompetenzen langfristig und kumulativ fördern*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Borko, H. (2004). Professional development and teacher learning: mapping the terrain. *Educational Researcher*, 33(8), 3–15.
- Borromeo Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38, 86–95.
- Borromeo Ferri, R. (2011). *Wege zur Innenwelt des mathematischen Modellierens*. Wiesbaden: Vieweg + Teubner.

- Borromeo Ferri, R., & Blum, W. (2009a). Insight into teachers' unconscious behaviour in modelling contexts. In R. Lesh, P. L. Galbraith, C. Haines, & A. Hurford (Hrsg.), *Modelling students' mathematical modeling competencies ICTMA 13* (S. 423–432). New York: Springer.
- Borromeo Ferri, R., & Blum, W. (2009b). Mathematical Modelling in Teacher Education - Experiences from a Modelling Seminar. In *Proceedings of CERME 6* (S. 2046–2055). Lyon: European Society for Research in Mathematics Education.
- Borromeo Ferri, R., & Kaiser, G. (2008). Aktuelle Ansätze und Perspektiven zum Modellieren in der nationalen und internationalen Diskussion. In A. Eichler (Hrsg.), *ISTRON-Band 12, Materialien für einen realitätsbezogenen Mathematikunterricht* (S. 1–10). Hildesheim: Franzbecker.
- Bortz, J. (2005). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler. Sechste, vollständig überarbeitete und aktualisierte Auflage mit 84 Abbildungen und 242 Tabellen*. Heidelberg: Springer.
- Boulton-Lewis, G. M., Wilss, L. A., & Mutch, S. L. (1996). An Analysis of Young Children's Strategies and Use of Devices for Length Measurement. *Journal of Mathematical Behavior*, 15, 329–347.
- Bragg, P., & Outhred, L. (2000). Students' knowledge of length units: Do they know more than rules about rulers? In T. Nakahara & M. Koyama (Hrsg.), *Proceedings of the 24th PME International Conference* (S. 97–104). Hiroshima: Hiroshima University.
- Bragg, P., & Outhred, L. (2004). A Measure of Rulers. The Importance of Units in A Measure. In M. J. Hoines & A. B. Fuglestad (Hrsg.), *Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (S. 159–166). Bergen: Bergen University College.
- Brand, M., Kalbe, E., Fujiwara, E., Huber, M., & Markowitsch, H. J. (2003). Cognitive estimation in patients with probable Alzheimer's disease and alcoholic Korsakoff patients. *Neuropsychologia*, 41, 575–584.
- Brand, M., Kalbe, E., & Kessler, J. (2002). *Test zum kognitiven Schätzen*. Göttingen: Beltz.
- Brand, S. (2014a). ERMO. Ein empirischer Vergleich zweier Ansätze zum Erwerb von Modellierungskompetenzen. In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014* (S. 233–237). Münster: WTM Verlag.
- Brand, S. (2014b). *Erwerb von Modellierungskompetenzen*. Wiesbaden: Springer.
- Bright, G. W. (1976). Estimation as Part of Learning to Measure. In D. Nelson & R. E. Reys (Hrsg.), *Measurement in school mathematics (1976 Yearbook)* (S. 87–104). Reston, Va: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Bromme, R. (2008). Lehrerexpertise. Teacher's skill. In W. Schneider & M. Hasselhorn (Hrsg.), *Handbuch der Pädagogischen Psychologie* (S. 159–167 (= Handbuch der Psychologie)). Göttingen: Hogrefe.
- Bromme, R., Rheinberg, F., Mindel, B., Winteler, A., & Weidenmann, B. (2006). Die Erziehenden und Lehrenden. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie. Ein Lehrbuch. 5., vollständig überarbeitete Auflage* (S. 269–356). Weinheim/Basel: Beltz.
- Brunner, M., Kunter, M., & Krauss, S. (2006). Welche Zusammenhänge bestehen zwischen dem fachspezifischen Professionswissen von Mathematiklehrkräften und ihrer Ausbildung sowie beruflichen Fortbildung? *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 521–544.
- Brunner, M., Kunter, M., Krauss, S., Klusmann, U., Baumert, J., Blum, W., ... Tsai, Y.-M. (2006). Die professionelle Kompetenz von Mathematiklehrkräften: Konzeptualisierung, Erfassung und

- Bedeutung für den Unterricht. Eine Zwischenbilanz des COACTIV-Projekts. In M. Prenzel & L. Allolio-Näcke (Hrsg.), *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms* (S. 54–82). Münster: Waxmann.
- Büchter, A., Herget, W., Leuders, T., & Müller, J. H. (2011). *Die Fermi-Box. Für die Klassen 8–10*. Stuttgart: Ernst Klett.
- Büchter, A., & Leuders, T. (2011). *Praxisbuch. Mathematikaufgaben selbst entwickeln*. Berlin: Cornelsen.
- Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung. (1997). *Gutachten zur Vorbereitung des Programms „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“*.
- Burkhardt, H. (2006). Modelling in mathematics classroom. Reflections on past developments and the future. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik (ZDM)*, 38, 178–195.
- Busse, A. (2009). *Umgang Jugendlicher mit dem Sachkontext realitätsbezogener Mathematikaufgaben: Ergebnisse einer empirischen Studie*. Hildesheim, Berlin: Franzbecker.
- Carpenter, T. P., & Lewis, R. (1976). The Development of the Concept of a Standard Unit of Measure in Young Children. *Journal for Research in Mathematics Education*, 7(1), 53–58.
- Carpenter, T. P., Coburn, T. G., Reys, R. E., & Wilson, I. W. (1978). Measurement. In *Results from the First Mathematics Assessment of Educational Progress* (S. 91–107). Reston, Va: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Carpenter, T. P., Lindquist, M. M., Brown, C. A., Kouba, V. L., Silver, E. A., & Swafford, J. O. (1988). Results of the Fourth NAEP Assessment of Mathematics. Trends and Conclusions. *The Arithmetic Teacher*, 36(4), 38–41.
- Carter, H. L. (1986). Linking estimation to psychological variables in the early years. In H. L. Schoen & M. J. Zweng (Hrsg.), *Estimation and mental computation (1986 yearbook)* (S. 74–81). Reston: NCTM.
- Chapman, O. (2002). Belief structure and inservice high school mathematics teacher growth. In G. Leder, E. Pehkonen, & G. Törner (Hrsg.), *Beliefs. A hidden variable on mathematics education?* (S. 177–193). Dordrecht.
- Chapman, O. (2007). Mathematical Modelling in High School Mathematics. Teachers' Thinking and Practice. In W. Blum, P. L. Galbraith, H.-W. Henn, & M. Niss (Hrsg.), *Modelling and Applications in Mathematics Education. New ICMI Study* (S. 325–332). Boston, MA: Springer.
- Christiansen, B., & Walther, G. (1986). Task and activity. In B. Christiansen, A. G. Howson, & M. Otte (Hrsg.), *Perspectives on mathematics education* (S. 243–308). Dordrecht: D. Reidel Publishing Company.
- Clements, D. H. (1999). Teaching length measurement: Research Challenges. *School Science and Mathematics*, 99(1), 5–11.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, New Jersey: Erlbaum.
- Colmer, B. (2006). Guess what...? *Australian Primary Mathematics Classroom*, 11(4), 29–32.
- Darling-Hammond, L., Wei, R. C., Andree, A., Richardson, N., & Orphanos, S. (2009). *Professional learning in the learning profession: a status report on teacher development in the United States and abroad*. Dallas, TX: National Staff Development Council.

- De Lange, J. (1989). The teaching, learning and testing of mathematics for the life and social sciences. In W. Blum, J. S. Berry, R. Biehler, I. Huntley, G. Kaiser-Meßmer, & L. Profke (Hrsg.), *Applications and modelling in learning and teaching mathematics* (S. 98–104). Chichester: Ellis Horwood.
- DeCorte, E. (2007). Learning from instruction: the case of mathematics. *Learning Inquiry*, 1(1), 19–30.
- Desimone, L. (2009). Improving impact studies of teachers' professional development: toward better conceptualizations and measures. *Educational Researcher*, 38(3), 181–199.
- Djepaxhija, B., Vos, P., & Fuglestad, A. B. (2015). Exploring grade 9 students' assumption making when mathematizing. In *Ninth Congress of European Research in Mathematics Education* (S. 848–854). Prague.
- Doerr, H. M. (2007). What Knowledge Do Teachers Need for Teaching Mathematics Through Applications and Modelling? In W. Blum, P. L. Galbraith, H.-W. Henn, & M. Niss (Hrsg.), *Modelling and Applications in Mathematics Education. New ICMI Study* (S. 69–78). Boston, MA: Springer.
- Doerr, H. M., & Lesh, R. (2011). Models and Modelling Perspectives on Teaching and Learning Mathematics in the Twenty-First Century. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, & G. Stillman (Hrsg.), *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling* (S. 247–269). Dordrecht: Springer.
- Döring, N., & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. Berlin Heidelberg: Springer.
- Drüke-Noe, C. (2014). *Aufgabenkultur in Klassenarbeiten im Fach Mathematik*. Wiesbaden: Springer.
- Eid, M., Gollwitzer, M., & Schmitt, M. (2010). *Statistik und Forschungsmethoden*. Weinheim/Basel: Beltz.
- Emmrich, A. (2004). Die Größe Gewicht - eine spezielle Problematik oder „Man kann sich nicht jedes Gefühl für jeden einzelnen Gegenstand merken“ (Jakob 4. Schuljahr). In P. Scherer & D. Bönig (Hrsg.), *Mathematik für Kinder. Mathematik von Kindern. Arbeitskreis Grundschule (Band 117)*. (S. 50–62). Hemsbach: Beltz.
- Forrester, M. A., Latham, J., & Shire, B. (1990). Exploring estimation in young primary school children. *Educational Psychology*, 10(4), 282–300.
- Forrester, M. A., & Shire, B. (1994). The influence of Object Size, Dimension and Prior Context on Children's Estimation Abilities. *Educational Psychology*, 14(4), 451–465.
- Franke, M., & Ruwisch, S. (2010). *Didaktik des Sachrechnens in der Grundschule*. Heidelberg: Spektrum.
- Freudenthal, H. (1968). Why to Teach Mathematics So as to Be Useful. *Educational Studies in Mathematics*, 1(1/2), 3–8.
- Freudenthal, H. (1982). Mathematik - Eine Geisteshaltung. *Grundschule*, 4, 140–142.
- Galbraith, P. L., & Stillman, S. (2006). A framework for identifying student blockages during transitions in the modelling process. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik (ZDM)*, 38, 143–162.

- García, F. J., & Ruiz-Higueras, L. (2011). Modifying teachers' practices: The case of a european training course on modelling and applications. In *Trends in teaching and learning of mathematical modelling. ICTMA14* (S. 569–578). Dordrecht: Springer.
- Gellert, U. (1999). Vorstellungen angehender Grundschullehrerinnen von Schülerorientierung. Eine Analyse von Unterrichtskonzeptionen im Kontext universitärer Lehrerbildung. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 20(2/3), 113–137.
- Grassmann, M. (1995). „Da bin ich ja so schwer wie ein Eisenbahnwagen“. *Mathematische Unterrichtspraxis*, 7–11.
- Greefrath, G. (2010). *Didaktik des Sachrechnens in der Sekundarstufe*. Heidelberg: Springer Spektrum.
- Greefrath, G. (2012). Aufgaben zu Teilkompetenzen des Modellierens. In W. Blum, R. Borromeo Ferri, & K. Maaß (Hrsg.), *Mathematikunterricht im Kontext von Realität, Kultur und Lehrerprofessionalität* (S. 129–138). Wiesbaden: Springer-Spektrum.
- Greefrath, G., Kaiser, G., Blum, W., & Borromeo Ferri, R. (2013). Mathematisches Modellieren: Eine Einführung in theoretische und didaktische Hintergründe. In *Mathematisches Modellieren für Schule und Hochschule* (S. 11–39). Wiesbaden: Borromeo Ferri, R. Greefrath, G. Kaiser, G.
- Greenlees, J. (2014). The influence of graphics in mathematics test item design. In S. Oesterle, P. Liljedahl, C. Nicol, & D. Allan (Hrsg.), *Proceedings of the 38th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education and the 36th Conference of the North American Chapter of the Psychology of Mathematics Education* (S. 209–217). Vancouver, Canada: PME.
- Greeno, J. (1991). Number sense as situated knowing in a conceptual domain. *Journal for Research in Mathematics Education*, 22(3), 170–218.
- Griesel, H. (1973). *Die neue Mathematik für Lehrer und Studenten. Band 2. Größen, Bruchzahlen, Sachrechnen*. Hannover: Schroedel.
- Griesel, H. (1981). 20 Jahre moderne Didaktik der Bruchrechnung. *Der Mathematikunterricht*, 27(4), 5–15.
- Griesel, H. (1996). Grundvorstellungen zu Größen. *mathematik lehren*, 78, 15–19.
- Griesel, H. (1997). Zur didaktisch orientierten Sachanalyse des Begriffs Groesse. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 18, 259–284.
- Grund, K. H. (1992). Größenvorstellungen - eine wesentliche Voraussetzung beim Anwenden von Mathematik. *Grundschule*, 24(12), 42–44.
- Hagena, M., Leiss, D., & Schwippert, K. (2017). Using reading strategy training to foster students' mathematical modelling competencies. Results of a quasi experimental control trial. *EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 13(7b), 4057–4085.
- Haines, C., & Crouch, R. (2005). Getting to grips with real world contexts: Developing research in mathematical modelling. In *Proceedings of the 4th European Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (S. 1655–1665). FUNDEMI IQS.
- Haines, C., Crouch, R., & Davis, J. (2000). Understanding students' modelling skills. In J. F. Mattos, W. Blum, K. Houston, & S. Carreira (Hrsg.), *Modelling and mathematics education: ICTMA 9* (S. 366–381). Chichester: Horwood.

- Haines, C., Crouch, R., & Fitzharris, A. (2003). Deconstructing mathematical modelling. Approaches to problem solving. In *Mathematical modelling in education and culture. ICTMA 10* (S. 41–53). Chichester: Horwood.
- Hall, G. G. (1984). The assessment of modelling projects. In J. S. Berry, D. N. Burghes, I. D. Huntley, D. J. G. James, & A. O. Moscardini (Hrsg.), *Teaching and applying mathematical modelling* (S. 143–148). Chichester: Horwood.
- Hart, K., Johnson, D. C., Brown, M., Dickson, L., & Clarkson, R. (1989). *Children's Mathematical Frameworks 8-13. A Study of Classroom Teaching*. Windsor: NFER-Nelson.
- Hartley, A. A. (1977). Mental Measurement in the Magnitude of Estimation of Length. *Journal of Experimental Psychology*, 3(4), 622–628.
- Hasselhorn, M., & Labuhn, A. (2008). Metakognition und selbstreguliertes Lernen. In W. Schneider & M. Hasselhorn (Hrsg.), *Metakognition und selbstreguliertes Lernen* (S. 28–37). Göttingen: Hogrefe.
- Hawkins, W. (2012). *An investigation of primary teachers' mathematical pedagogical content knowledge*. Canberra: University of Canberra.
- Heller, M. A., Bracket, D. D., Salik, S. S., Scroggs, E., & Green, S. (2003). Objects, raised lines, and the haptic horizontal-vertical illusion. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 56(A), 891–907.
- Helmke, A. (2003). *Unterrichtsqualität erfassen, bewerten, verbessern*. Seelze: Kallmeyersche Verlagsbuchhandlung.
- Herget, W., & Torres-Skoumal, M. (2006). Picture (Im)Perfect Mathematis! In W. Blum, P. L. Galbraith, H.-W. Henn, & M. Niss (Hrsg.), *Applications and Modelling in Mathematics Education. New ICMI Studies Series* (S. 379–386). New York: Springer.
- Hiebert, J. (1981a). Cognitive development and learning linear measurement. *Journal for Research in Mathematics Education*, 12, 197–211.
- Hiebert, J. (1981b). Units of Measure: Results and Implications from National Assessment. *The Arithmetic Teacher*, 28(6), 38–43.
- Hiebert, J. (1984). Why Do Some Children Have Trouble Learning Measurement Concepts? *The Arithmetic Teacher*, 31(7), 19–24.
- Hildreth, D. J. (1983). The Use of Strategies in Estimating Measurements. *The Arithmetic Teacher*, 30(5), 50–54.
- Hill, H. C., Blunk, M., Charalambous, C., Lewis, J., Phelps, G., Sleep, L., & Ball, D. L. (2008). Mathematical knowledge for teaching and the mathematical quality of instruction. An exploratory study. *Cognition and Instruction*, 26(4), 430–511.
- Hill, H. C., Rowan, B., & Ball, D. L. (2005). Effects of teachers' mathematical knowledge for teaching on student achievement. *American Educational Research Journal*, 42, 371–406.
- Hirstein, J. J., Lamb, C. E., & Osborne, A. (1978). Student misconceptions about area measure. *The Arithmetic Teacher*, 6, 10–16.
- Hodgson, T., & Harpster, D. (1997). Looking Back in Mathematical Modeling. Classroom Observations and Instructional Strategies. *School Science and Mathematics*, 97(5), 260–267.
- Hogan, T. P., & Brezinski, K. L. (2003). Quantitative Estimation: One, Two, or Three Abilities? *Mathematical Thinking and Learning*, 5(4), 259–280.

- Houston, K., & Neill, N. (2003). Investigating students' modelling skills. In Q. Ye, W. Blum, S. K. Houston, & Q. Jiang (Hrsg.), *Mathematical modelling in education and culture: ICTMA 10* (S. 54–66). Chichester: Horwood.
- Hussy, W., Schreier, M., & Echterhoff, G. (2013). *Forschungsmethoden in Psychologie und Sozialwissenschaften*. Berlin Heidelberg: Springer.
- Jacobse, A. E., & Harstamp, E. (2011). *A Meta-Analysis of the Effects of Instructional Interventions on Students' Mathematics Achievement*. Groningen: GION, Gronings Instituut voor Onderzoek van Onderwijs, Opvoeding en Ontwikkeling, Rijksuniversiteit Groningen.
- Jensen, T. H. (2007). Assessing mathematical Modelling Competency. In S. Haines, C., Galbraith, P., Blum, W., Khan (Hrsg.), *Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering and Economics* (S. 141–148). Chichester: Horwood.
- Johnson, H. C. (1986). Area is a measure. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 17(4), 419–424.
- Jones, M. G., Gardener, G. E., Taylor, A. R., Forrester, J. H., & Andre, T. (2012). Students' Accuracy of Measurement Estimation: Context, Units and Logical Thinking. *School Science and Mathematics*, 112(3), 171–178.
- Jones, M. G., Taylor, A., & Broadwell, B. (2009). Estimating linear size and scale. Body rulers. *International Journal of Science Education*, 31, 1495–1509.
- Jones, M. G., & Taylor, A. R. (2009). Developing a Sense of Scale. Looking Backward. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(4), 460–475.
- Joram, E. (2003a). Benchmarks as Tools for Developing Measurement Sense. In D. H. Clements & G. W. Bright (Hrsg.), *Learning and Teaching Measurement (2003 Yearbook)* (S. 57–67). Reston, Va: National Council of Teachers of Mathematics.
- Joram, E. (2003b). Benchmarks for Measurement Units: Teaching Notes. In D. H. Clements & G. W. Bright (Hrsg.), *Learning and Teaching Measurement (2003 Yearbook)* (S. 15–29). Reston, Va: National Council of Teachers of Mathematics.
- Joram, E., Gabriele, A. J., Bertheau, M., Gelman, R., & Subrahmanyam, K. (2005). Children's Use of the Reference Point Strategy for Measurement Estimation. *Journal for Research in Mathematics Education*, 36(1), 4–23.
- Joram, E., Subrahmanyam, K., & Gelman, R. (1998). Measurement Estimation: Learning to Map the Route from Number to Quantity and Back. *Review of Educational Research*, 68(4), 413–449.
- Kadunz, G., & Strässer, R. (2007). *Didaktik der Geometrie in der Sekundarstufe I*. Hildesheim: Franzbecker.
- Kaiser-Meißner, G. (1986). *Anwendungen im Mathematikunterricht. Band 2 –Empirische Untersuchungen*. Bad Salzdetfurth: Franzbecker.
- Kaiser-Meißner, G. (1993). Reflections on future developments in the light of empirical research. In T. Breiteig, I. Huntley, & G. Kaiser-Meißner (Hrsg.), *Teaching and learning mathematics in context* (S. 213–227). Chichester: Horwood.
- Kaiser, G. (1995). Realitätsbezüge im Mathematikunterricht - Ein Überblick über die aktuelle und historische Diskussion. In W. Blum, W. Henn, M. Klike, J. Maass, & T. Jahnke (Hrsg.), *Materialien für einen realitätsbezogenen Mathematikunterricht Band 2* (S. 66–84). Bad Salzdetfurth: Franzbecker.

- Kaiser, G. (2006). The mathematical beliefs of teacher about application and modelling - results of an empirical study. In J. Novotná, H. Moraová, M. Krátká, & N. Stehliková (Hrsg.), *Proceedings of the 30th conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (S. 393–400). Prague: PME.
- Kaiser, G. (2007). Modelling and modelling competencies in school. In Horwood (Hrsg.), *Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering and Economics* (S. 110–119). Chichester.
- Kaiser, G., Blum, W., Borromeo Ferri, R., & Greefrath, G. (2015). Anwendungen und Modellieren. In *Handbuch der Mathematikdidaktik* (S. 357–383). Heidelberg: Springer.
- Kaiser, G., & Maaß, K. (2007). Modelling in lower secondary mathematics classroom - problems and opportunities. In W. Blum, P. L. Galbraith, H.-W. Henn, & M. Niss (Hrsg.), *Modelling and Applications in Mathematics Education. The 14th ICMI Study* (S. 99–109). New York: Springer.
- Kaiser, G., & Schwarz, B. (2006). Mathematical modelling as bridge between school and university. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(2), 196–208.
- Kaiser, G., & Schwarz, B. (2010). Authentic modelling problems in mathematics education – Examples and experiences. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 31(1), 51–76.
- Kaiser, G., Schwarz, B., & Tiedemann, S. (2010). Future teachers' professional knowledge on modeling. In *Modeling Students' Mathematical Modeling Competence* (S. 433–444). New York: Springer.
- Kaiser, G., & Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(3), 302–310.
- Kellogg, M. (2010). Preservice elementary teachers' pedagogical knowledge related to area and perimeter. A teacher development experimnt investigating anchored instruction with web-based microworlds. These and dissertations. Abgerufen 26. April 2017, von <http://scholarcommons.usf.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2678&context=etd>
- Kirsch, A. (1987). *Mathematik wirklich verstehen. Eine Einführung in ihre Grundbegriffe und Denkweisen*. Köln: Aulis Verlag Deubner.
- Kleickmann, T., & Anders, Y. (2011). Lernen an der Universität. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss, & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 297–305). Münster: Waxmann.
- Klieme, E., Neubrand, M., & Lüdtke, O. (2001). Mathematische Grundbildung. Testkonzeption und Ergebnisse. In *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich* (S. 141–190).
- Klieme, E., Schümer, G., & Knoll, S. (2001). Mathematikunterricht in der Sekundarstufe I. Aufgabenkultur und Unterrichtsgestaltung. In Medienhaus Biering (Hrsg.), *TIMSS. Impulse für Schule und Unterricht. Forschungsbefunde Reforminitiativen, Praxisberichte, Video-Dokumente*. München.
- KMK. (2003). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss*. München: Luchterhand.
- KMK. (2004). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich*. Neuwied: Luchterhand.
- KMK. (2012). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für die Allgemeine Hochschulreife*.

- Krauss, S., Bruckmaier, G., Schmeisser, C., & Brunner, M. (2015). Quantitative Forschungsmethoden in der Mathematikdidaktik. In R. Bruder, L. Hefendehl-Hebeker, B. Schmidt-Thieme, & H.-G. Weigand (Hrsg.), *Handbuch der Mathematikdidaktik* (S. 613–643). Berlin Heidelberg: Springer.
- Krauss, S., Neubrand, M., Blum, W., Baumert, J., Brunner, M., Kunter, M., & Jordan, A. (2008). Die Untersuchung des professionellen Wissens deutscher Mathematik-Lehrerinnen und -Lehrer im Rahmen der COACTIV-Studie. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 29(3/4), 223–258.
- Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S., & Neubrand, M. (2011). *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogrammes COACTIV*. Münster: Waxmann.
- Kunter, M., Dubberke, T., Baumert, J., Blum, W., Brunner, M., Jordan, A., & Tsai, Y.-M. (2006). Mathematikunterricht in den PISA-Klassen 2004. Rahmenbedingungen, Formen und Lehr-Lernprozesse. In *PISA 2003 – Untersuchungen zur Kompetenzentwicklung im Verlaufe eines Schuljahres* (S. 161–194). Münster: Waxmann.
- Kuntze, S. (2014). Flächeninhalt und Volumen. In H.-G. Weigand, A. Filler, R. Hölzl, S. Kuntze, M. Ludwig, J. Roth, ... G. Wittmann (Hrsg.), *Didaktik der Geometrie für die Sekundarstufe I* (S. 157–184). Berlin Heidelberg: Springer Spektrum.
- Larson, C. (2010). Modeling and quantitative reasoning. The summer jobs problem. In R. Lesh, P. L. Galbraith, C. R. Haines, & A. Hurford (Hrsg.), *Modeling Students' Mathematical Modeling Competence (ICTMA 13)* (S. 111–118). New York: Springer.
- Leiss, D. (2007). „Hilf mir es selbst zu tun“. *Lehrerinterventionen beim mathematischen Modellieren*. Hildesheim, Berlin: Franzbecker.
- Leiss, D., & Müller, M. (2008). Offene Aufgaben - auch ein offenes Problem der Bewertung? *Praxis Schule 5–10*, 5.
- Leiss, D., Schukajlow, S., Blum, W., Messner, R., & Pekrun, R. (2010). The role of the situation model in mathematical modelling - task analyses, students competencies, and teacher interventions. *Journal für Mathematikdidaktik*, 31(1), 119–141.
- Lesh, R., & Doerr, H. M. (2003). Foundations of a Models and Modeling Perspective on Mathematics Teaching, Learning and Problem Solving. In *Beyond Constructivism. Models and Modeling Perspectives on Mathematics Problem Solving, Learning, and Teaching* (S. 3–33). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lesh, R., Lester, F. K., & Hjalmarson, M. (2003). A Models and Modeling Perspective on Metacognitive Functioning in Everyday Situations Where Problem Solvers Develop Mathematical Constructs. In R. Lesh & H. Doerr (Hrsg.), *Beyond Constructivism. Models and Modeling Perspectives on Mathematics Problem Solving, Learning, and Teaching* (S. 383–403). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Leuders, T. (2015a). Aufgaben in Forschung und Praxis. In R. Bruder, L. Hefendehl-Hebeker, B. Schmidt-Thieme, & H.-G. Weigand (Hrsg.), *Handbuch der Mathematikdidaktik* (S. 435–461). Berlin Heidelberg: Springer.
- Leuders, T. (2015b). Die Leitidee Messen. In W. Blum, S. Vogel, C. Drüke-Noe, & A. Roppelt (Hrsg.), *Bildungsstandards aktuell. Mathematik in der Sekundarstufe II* (S. 41–51). Braunschweig: Schroedel.
- Levine, S. C., Kwon, M., Huttenlocher, J., Ratliff, K. R., & Dietz, K. (2009). Children's understanding of ruler measurement and units of measure: A training study. In *Proceedings of the 31st Annual Cognitive Science Society*. Amsterdam: Cognitive Science Society.

- Lipowsky, F. (2009). Unterricht. In E. Wild & J. Möller (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 73–102). Berlin: Springer.
- Lipowsky, F. (2010). Lernen im Beruf. Empirische Befunde zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildung. In F. Müller (Hrsg.), *Lehrerinnen und Lehrer lernen. Konzepte und Befunde zur Lehrerfortbildung* (S. 51–70). Münster: Waxmann.
- Lipowsky, F. (2014). Theoretische Perspektiven und empirische Befunde zur Wirksamkeit von Lehrerfort- und -Weiterbildung. In E. Terhart, H. Bennewitz, & M. Rothland (Hrsg.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf* (S. 511–541). Münster: Waxmann.
- Lipowsky, F., Richter, T., Borromeo Ferri, R., Ebersbach, M., & Hänze, M. (2015). Wünschenswerte Erschwernisse beim Lernen. *Schulpädagogik Heute*, 6(11), 1–10.
- Livy, S., Muir, T., & Maher, N. (2012). How do they measure up? Primary pre-service teachers' mathematical knowledge of area and perimeter. *Mathematics Teacher Education and Development*, 14(2), 91–112.
- Lobemeier, K. R. (2005). Welche Leistungen erbringen Viertklässler bei Aufgaben zum Thema Größen? Untersuchungen zur mathematisch-naturwissenschaftlichen Kompetenz im Grundschulalter im Rahmen von IGLU. Abgerufen 26. April 2017, von http://macau.uni-kiel.de/receive/dissertation_diss_1484
- Lowrie, T., Diezmann, C. M., & Logan, T. (2012). A framework for mathematics graphical tasks: the influence of the graphic element on student sense making. *Mathematics Education Research Journal*, 24(2), 169–187.
- Lüdtke, O., Nagy, G., Heinze, A., & Köller, O. (2016). Forschungslinie 5 Methodenforschung und -entwicklung. Abgerufen 8. August 2017, von http://www.ipn.uni-kiel.de/de/forschung/forschungslinien/FP_201620FL5.pdf
- Lunney, G. H. (1970). Using Analysis of Variance with a Dichotomous Dependent Variable: An Empirical Study. *Journal of Educational Measurement*, 7(4), 263–269.
- Maaß, K. (2004). *Mathematisches Modellieren im Unterricht: Ergebnisse einer empirischen Studie*. Hildesheim: Franzbecker.
- Maaß, K. (2005). Modellieren im Mathematikunterricht der Sekundarstufe I. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 26(2), 114–142.
- Maaß, K. (2006). What are modelling competencies? *ZDM*, 38(2), 113–142.
- Maaß, K. (2007a). *Mathematisches Modellieren. Aufgaben für die Sekundarstufe I*. Hildesheim: Franzbecker.
- Maaß, K. (2007b). Modelling tasks for low achieving students - first results of an empirical study. In D. Pitta-Pantazi & G. Philippou (Hrsg.), *Proceedings of CERME 5* (S. 2120–2138).
- Maaß, K. (2009). Bedeutungsdimensionen nützlichkeitsorientierter Beliefs. Ein theoretisches Konzept zu Vorstellungen über die Nützlichkeit von Mathematik und eine erste empirische Annäherung bei Lehramtsstudierenden. *mathematica didactica*, 29(2), 114–138.
- Matos, J. F. (1998). Mathematics Learning and Modelling. Theory and Practice. In P. Galbraith, W. Blum, G. Booker, & I. D. Huntley (Hrsg.), *Mathematical Modelling, Teaching an Assessment in a Technology-Rich World* (S. 21–27). Chichester: Horwood Publishing.
- McKnight, P. E., McKnight, K. M., Sidami, S., & Figueredo, A. J. (2007). *Missing Data. A Gentle Introduction*. New York: The Guilford Press.

- Moser Opitz, E., & Nührenbörger, M. (2015). Diagnostik und Leistungsbeurteilung. In R. Bruder, L. Hefendehl-Hebeker, B. Schmidt-Thieme, & H.-G. Weigand (Hrsg.), *Handbuch der Mathematikdidaktik* (S. 491–513). Berlin Heidelberg: Springer Spektrum.
- Nagy, G., Lüdtkke, O., Köller, O., & Heine, J.-H. (2017). IRT-Skalierung der Tests im PISA-Längsschnitt 2012/2013. Auswirkungen von Testkontexteffekten auf die Zuwachsschätzung. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 20(2), 229–258.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston: NCTM.
- Niss, M. (2001). Issues and problems of research in teaching and learning of applications and modelling. In J. F. Matos, W. Blum, K. Houston, & S. Carreira (Hrsg.), *Modelling and mathematics education* (S. 72–88). Chichester: Horwood.
- Niss, M. (2003). Mathematical competencies and the learning of mathematics: the danish KOM project. In A. Gagatsis & S. Papastavridis (Hrsg.), *Mediterranean Conference on Mathematical Education* (S. 115–124). Athen: 3rd Hellenic Mathematical Society and Cyprus Mathematical Society.
- Niss, M., Blum, W., & Galbraith, P. L. (2007). Introduction. In W. Blum, P. L. Galbraith, H.-W. Henn, & M. Niss (Hrsg.), *Modelling and Applications in Mathematics Education: The 14th ICMI Study* (S. 3–32). New York: Springer.
- Niss, M., Bruder, R., Planas, N., Turner, R., & Villa-Ochoa, J. A. (2016). Survey team on: conceptualisation of the role of competencies, knowing and knowledge in mathematics education research. *ZDM Mathematics Education*, 48, 611–632.
- Niss, M., & Højgaard, T. (2011). *Competencies and mathematical learning. Ideas and inspiration for the development of mathematics teaching and learning in Denmark (Tekster fra IMFUFA, no 485)*. Roskilde.
- Novotná, J. (2004). Modelling the word problem solving process: an instrument to determine places suitable for teacher's intervention. In H.-W. Henn & W. Blum (Hrsg.), *ICMI Study 14: Applications and Modelling in Mathematics Education: Study Conference. Pre-Conference Volume* (S. 193–198). Dortmund.
- Nührenbörger, M. (2001). „Auch Messen will gelernt sein...“ - Ansichten von Kindern der zweiten Klasse zum Messen mit dem Lineal. *Sache - Wort - Zahl*, 30(44), 48–54.
- Nührenbörger, M. (2004a). Children's measurement thinking in the context of length. In *Developments in Mathematics Education in German-speaking Countries. Selected Papers from the Annual Conference on Didactics of Mathematics, Ludwigsburg, March 5-9, 2001* (S. 95–106). Abgerufen von <http://webdoc.sub.gwdg.de/ebook/e/gdm/2001/>
- Nührenbörger, M. (2004b). Das Mess-Denken von Kindern. Herausforderung und Anreiz für den Unterricht. In P. Scherer & D. Böning (Hrsg.), *Mathematik für Kinder. Mathematik von Kindern. Arbeitskreis Grundschule (Band 117)*. (S. 39–49). Hemsbach: Beltz.
- Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric theory*. New York: McGrawHill.
- O'Keefe, M., & Bobis, J. (2008). Primary teachers' perceptions of their knowledge and understanding of measurement. In M. Goos, R. Brown, & K. Makar (Hrsg.), *Navigating currents and charting directions (Proceedings of the 31st annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia)* (S. 391–397). Brisbane: MERGA.
- OECD. (2006). *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy*.

- OECD. (2014a). *PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do - Student Performance in Mathematics, Reading and Science (Volume I, Revised edition)*. OECD Publishing.
- OECD. (2014b). *Test Design and Test Development*.
- Oelkers, J. (2004). *Was müssen gute Lehrerinnen und Lehrer wissen und können? Vortrag vor Praktikumslehrerinnen und Praktikumslehrern in der Pädagogischen Hochschule Zürich am 10. März 2004*.
- Ortlieb, C. P. (2004). Mathematische Modelle und Naturerkenntnis. *mathematica didactica*, 27(1), 23–40.
- Outhred, L., & McPhail, D. (2000). A Framework for Teaching Early Measurement. In J. Bana & A. Chapman (Hrsg.), *Mathematics education beyond 2000. Proceedings of the 23rd annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia* (S. 487–494). Fremantle, WA: MERGA.
- Pause, G. (1970). Merkmale der Lehrerpersönlichkeit. In K. Ingenkamp & E. Parey (Hrsg.), *Handbuch der Unterrichtsforschung Teil II. Zentrale Faktoren in der Unterrichtsforschung* (S. 1353–1526). Weinheim: Beltz.
- Peter-Koop, A. (2001). Authentische Zugänge zum Umgang mit Größen. *Die Grundschulzeitschrift*, 141, 6–15.
- Peter-Koop, A., & Nührenböcker, M. (2007). Größen und Messen. In G. Walther, M. van den Heuvel-Panhuizen, D. Granzer, & O. Köller (Hrsg.), *Bildungsstandards für die Grundschule. Mathematik konkret* (S. 89–117). Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Piaget, J. (1980). *Das Weltbild des Kindes*. Frankfurt am Main: Ullstein.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1967). *The Child's Conception of Space*. New York: W. W. Norton.
- Pizarro, N., Gorgorió, N., & Albarracín, L. (2015). Primary teacher' approach to measurement estimation activities. In *CERME 9 - Ninth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (S. 3227–3233). Prague: Proceedings of the Ninth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education.
- Pollak, H. (2007). Mathematical Modelling - a Conversation with Henry Pollak. In W. Blum, P. Galbraith, H.-W. Henn, & M. Niss (Hrsg.), *Modelling and Applications in Mathematics Education: The 14th ICMI Study* (S. 109–120). New York: Springer.
- Prediger, S., & Krägeloh, N. (2015). Low achieving eight graders learn to crack word problems. A design research project for aligning a strategic scaffolding tool to students' mental processes. *ZDM Mathematics Education*, 47, 947–962.
- Prenzel, M., Baumert, J., Blum, W., Lehmann, R., Leutner, D., Neubrand, M., ... Schiefele, U. (Hrsg.). (2004). *PISA 2003. Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland. Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleiches*. Münster: Waxmann.
- Rahaman, J., Subramaniam, K., & Chandrasekharan, S. (2012). Exploring the connection between multiplicative thinking and the measurement of area. In *Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education* (S. 1964–1973).
- Ramseier, E., & Brühwiler, C. (2003). Herkunft, Leistung und Bildungschancen im gegliederten Bildungssystem. Vertiefte PISA-Analyse unter Einbezug der kognitiven Grundfähigkeiten. *Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften*, 25(1), 23–58.

- Rasch, B., Friese, M., Hofmann, W. J., & Naumann, E. (2010). *Quantitative Methoden. Einführung in die Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler*.
- Reiss, K., Pekrun, R., Kuntze, S., Lindmeier, A., Nett, U., & Zöttl, L. (2007). KOMMA. Ein Projekt zur Entwicklung und Evaluation einer computergeschützten Lernumgebung. *GDM-Mitteilungen*, 83, 16–17.
- Reiss, K., Sälzer, C., Schiepe-Tiska, A., Klieme, E., & Köller, O. (Hrsg.). (2016). Mathematische Kompetenz in PISA 2015. Ergebnisse, Veränderungen und Perspektiven. In *PISA 2015. Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation* (S. 219–247). Münster: Waxmann.
- Reit, X.-R. (2016). *Denkstrukturen in Lösungsansätzen von Modellierungsaufgaben. Eine kognitionspsychologische Analyse schwierigkeitgenerierender Aspekte*. Heidelberg: Springer.
- Rellensmann, J., Schukajlow, S., & Leopold, C. (2017). Make a drawing. Effects of strategic knowledge, drawing accuracy, and type of drawing on students' mathematical modelling performance. *Educational Studies in Mathematics*, 95, 53–78.
- Richter, D., Kunter, M., Klusmann, U., Lüdtke, O., & Baumert, J. (2011). Professional development across the teaching career: teachers' uptake of formal and informal learning opportunities. *Teaching and Teacher Education*, 27, 116–126.
- Roediger, H. L., & Karpicke, J. D. (2006). Test-Enhanced Learning. Taking Memory Tests Improves Long-Term Retention. *Psychological Science*, 17(3), 249–255.
- Roppelt, A., Reiss, K., & Haag, N. (2017). Beschreibung der im Fach Mathematik untersuchten Kompetenzen. In S. P., S. Schipolowski, C. Rjosk, S. Weirich, & N. Haag (Hrsg.), *IQB-Bildungstrend 2016. Kompetenzen in den Fächern Deutsch und Mathematik am Ende der 4. Jahrgangsstufe im zweiten Ländervergleich* (S. 31–45). Münster: Waxmann.
- Rösing, P. (2016). Das sind die größten Schiffe der Welt. Abgerufen 12. Oktober 2017, von <http://www.stern.de/reise/fernreisen/ratgeber-kreuzfahrten/die-besten-schiffe/das-sind-die-groessten-kreuzfahrtschiffe-der-welt-6678974.html>
- Ross, J., & Ross, M. (1986). Fermi problems or how to make the most of what you already know. In H. L. Schoen & M. J. Zweng (Hrsg.), *Estimation and mental computation (1986 yearbook)* (S. 175–181). Reston, Va.
- Rost, J. (2004). *Lehrbuch Testtheorie - Testkonstruktion*. Bern: Hans Huber Verlag.
- Ryan, J., & Williams, J. (2007). *Children's mathematics 4-15. Learning from errors and misconceptions*. Berkshire: McGraw-Hill.
- Sälzer, C. (2016). *Studienbuch Schulleistungsstudien Das Rasch-Modell in der Praxis*. Berlin-Heidelberg: Springer.
- Schafer, J. L., & Graham, W. (2002). Missing data: our view of the state of the art. *Psychological Methods*, 7(2), 147–177.
- Schmidt, B. (2009). *Modellieren in der Schulpraxis - Beweggründe und Hindernisse aus Lehrersicht*. Freiburg: Franzbecker.
- Schmitt, N. (1996). Uses and Abuses of Coefficient Alpha. *Psychological Assessment*, 8(4), 350–353.
- Schnell, R. (1986). *Missing-Data-Probleme in der empirischen Sozialforschung*. Bochum.
- Schukajlow, S. (2011a). *Mathematisches Modellieren. Schwierigkeiten und Strategien von Lernenden als Bausteine einer lernprozessorientierten Didaktik der neuen Aufgabenkultur*. Münster: Waxmann.

- Schukajlow, S. (2011b). Multiple Lösungen in einem selbstständigkeitsorientierten Mathematikunterricht. *Beiträge zum Mathematikunterricht 2011*, 779–781.
- Schukajlow, S., & Blum, W. (2011). Zum Einfluss der Klassengröße auf Modellierungskompetenz, Selbst- und Unterrichtswahrnehmungen von Schülern in selbstständigkeitsorientierten Lehr-Lernformen. *Journal für Mathematikdidaktik*, 32(2), 133–151.
- Schukajlow, S., Kolter, J., & Blum, W. (2015). Scaffolding mathematical modelling with a solution plan. *ZDM Mathematics Education*, 47, 1241–1254.
- Schukajlow, S., Krämer, J., Blum, W., Besser, M., Brode, R., Leiß, D., & Messner, R. (2010). Lösungsplan in Schülerhand. Zusätzliche Hürde oder Schlüssel zum Erfolg? In A. Lindmeier & S. Ufer (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht*. Münster: WTM Verlag.
- Schukajlow, S., & Krug, A. (2014). Do multiple solutions matter? Prompting multiple solutions, interest, competence, and autonomy. *Journal for Research in Mathematics Education*, 45(4), 497–533.
- Schukajlow, S., Krug, A., & Rakoczy, K. (2015). Effects of prompting multiple solutions for modelling problems on students' performance. *Educational Studies in Mathematics*, 89(3), 393–417.
- Schupp, H. (1988). Anwendungsorientierter Mathematikunterricht in der Sekundarstufe I zwischen Tradition und neuen Impusen. *Der Mathematikunterricht*, 34(6), 5–16.
- Schwippert, K., Neumann, A., & Leiss, D. (2016). Das Projekt „Fach-an-Sprache-an-Fach“, Aufbau bildungssprachlicher Prezeduren durch adaptive Aufgaben im Deutsch- und Mathematikunterricht. *Die Deutsche Schule, Beiheft 13*, 82–97.
- Shaw, J., & Puckett-Cliatt, M. (1989). Developing measurement sense. In *New directions for elementary school mathematics (yearbook)* (S. 149–155). Reston: NCTM.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1–22.
- Siegler, R. S., & Booth, J. L. (2004). Development of Numerical Estimation in Young Children. *Child Development*, 75(2), 428–444.
- Siegler, R. S., & Opfer, J. E. (2003). The Development Of Numerical Estimation. Evidence for Multiple Representations of Numerical Quantity. *Psychological Science*, 14(3), 237–243.
- Sowder, J. T. (1992). Estimation and number sense. In D. A. Grouws (Hrsg.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning. A project of the National Council of Teachers of Mathematics* (S. 371–389). New York, NY: Macmillan Publishing Company.
- Sriraman, B., & Lesh, R. (2006). Modeling conceptions revisited. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(3), 248–254.
- Stanat, P., Schipolowski, S., Rjosk, C., Weirich, S., & Haag, N. (Hrsg.). (2017). *IQOB-Bildungstrend 2016. Kompetenzen in den Fächern Deutsch und Mathematik am Ende der 4. Jahrgangsstufe im zweiten Ländervergleich*. Münster: Waxmann.
- Steffe, L. P. (1990). On the Knowledge of Mathematics Teachers. *Journal for Research in Mathematics Education*, 4, 167–184.

- Stender, P. (2016). *Wirkungsvolle Lehrerinterventionsformen bei komplexen Modellierungsaufgaben*. Wiesbaden: Springer.
- Stillman, G. (2011). Applying metacognitive knowledge and strategies in applications and modelling tasks at secondary school. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, & G. Stillman (Hrsg.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling. ICTMA14* (S. 165–180). Dordrecht: Springer.
- Stillman, G., Brown, J., & Galbraith, P. L. (2010). Identifying challenges within transition phases of mathematical modeling activities at year 9. In R. Lesh (Hrsg.), *Modelling students' mathematical modeling competencies* (S. 385–398). New York: Springer.
- Stillman, G., & Galbraith, P. L. (2012). Mathematical Modelling. Some Issues and Reflections. In W. Blum, R. Borromeo Ferri, & K. Maaß (Hrsg.), *Mathematikunterricht im Kontext von Realität, Kultur und Lehrprofessionalität. Festschrift für Gabriele Kaiser* (S. 97–105). Wiesbaden: Springer.
- Tanner, H., & Jones, S. (1995). Developing Metacognitive Skills in mathematical modelling - a socio-constructivist interpretation. In C. Sloyer, W. Blum, & I. Huntley (Hrsg.), *Advances and perspectives in the teaching of mathematical modelling and applications* (S. 61–70). Yorklyn: Water Street Mathematics.
- Thompson, C. S., & Rathmell, E. C. (1989). By way of introduction. *The Arithmetic Teacher*, 36, 2–3.
- Thompson, P. W. (2011). Quantitative reasoning and mathematical modeling. In L. L. Hatfield, S. Chamberlain, & S. Belbase (Hrsg.), *New perspectives and directions for collaborative research in mathematics education* (S. 33–57). Laramie: University of Wyoming.
- Thompson, P. W. (2014). Constructivism in mathematics education. In *Encyclopedia of Mathematics Education* (S. 96–102). Dordrecht: Springer.
- Thompson, T., & Preston, R. V. (2004). Measurement in the middle grades. Insights from NAEP and TIMSS. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 9, 514–519.
- Timperley, H., Wilson, A., Barrar, H., & Fung, I. (2007). *Teacher Professional Learning and Development*. Wellington: Ministry of Education.
- Ufer, S., Heize, A., & Lipowsky, F. (2015). Unterrichtsmethoden und Instruktionsstrategien. In R. Bruder, L. Hefendehl-Hebeker, B. Schmidt-Thieme, & H.-W. Weigand (Hrsg.), *Handbuch der Mathematikdidaktik* (S. 411–435). Berlin Heidelberg: Spektrum.
- Van de Walle, J. A., Karp, K. S., & Bay-Williams, J. M. (2012). *Elementary and middle school mathematics. Teaching developmentally (7th ed.)*. Boston: Pearson Education.
- Van Dooren, W., De Bock, D., & Verschaffel, L. (2013). *How students connect descriptions of real-world situations to mathematical models in different representational modes*. (G. Stillman, G. Kaiser, W. Blum, & J. Brown, Hrsg.) *Teaching Mathematical Modelling: Connecting to Research and Practice*. Dordrecht: Springer.
- Vasilyeva, M., Casey, B. M., Dearing, E., & Ganley, C. M. (2009). Measurement Skills in Low-Income Elementary School Students. Exploring the Nature of Gender Differences. *Cognition and Instruction*, 27(4), 401–428.
- Verschaffel, L., De Corte, B., & Greer, E. (2000). *Making sense of word problems*. Lisse: Swets & Zeitlinger.
- Victor, A., Elsäßer, A., Hommel, G., & Blettner, A. (2010). Wie bewertet man die p-Wert-Flut? Hinweise zum Umgang mit dem multiplen Testen. *Dtsch Arztebl Int*, 104(4), 50–56.

- vom Hofe, R. (1995). *Grundvorstellungen mathematischer Inhalte*. Heidelberg: Spektrum.
- von Glasersfeld, E. (1991). *Radical constructivism in mathematics education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- von Glasersfeld, E. (1995). *Radical constructivism: a way of knowing and learning*. (E. von Glasersfeld, Hrsg.). London: The Falmer Press.
- Weber, E., Ellis, A., Kulow, T., & Özgür, Z. (2014). Six principles for quantitative reasoning and modeling. *Mathematics teacher*, 108(1), 24–30.
- Weeks, M. (2012). *Wie viele Elefanten wiegt ein Blauwal?* Berlin Heidelberg: Springer Spektrum.
- Weinert, F. E. (2001a). Concept of competence: A conceptual clarification. In D. S. Rychen & L. H. Salganik (Hrsg.), *Defining and selecting key competencies* (S. 45–65). Seattle: Hogrefe & Huber Publishers.
- Weinert, F. E. (2001b). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Leistungsmessung in Schulen* (S. 17–31). Weinheim: Beltz.
- Wiegand, B., & Blum, W. (1999). Offene Probleme für den Mathematikunterricht – Kann man Schulbücher dafür nutzen? In *Beiträge zum Mathematikunterricht*. Hildesheim: Franzbecker.
- Winter, H. (1992). *Sachrechnen in der Grundschule*. Frankfurt am Main: Cornelsen Scriptor.
- Winter, H. (1995). Mathematikunterricht und Allgemeinbildung. *Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik*, 61, 37–47.
- Zacks, J. M., Mires, J., Tversky, B., & Hazeltine, E. (2000). Mental spatial transformations of objects and perspective. *Journal of Spatial Cognition and Computation*, 2, 315–332.
- Zöttl, L. (2010). *Modellierungskompetenz fördern mit heuristischen Lösungsbeispielen*. Hildesheim: Franzbecker.
- Zöttl, L., Ufer, S., & Reiss, K. (2010). Modelling with heuristic worked examples in the KOMMA learning environment. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 31, 143–165.

Anhang

Teil B Kapitel 5.3: Aufgabe „Briefmarke“

Bearbeiten Sie bitte die folgende Modellierungsaufgabe.



Die Werbefläche dieser Litfaßsäule soll komplett mit Briefmarken beklebt werden. Wie viele Briefmarken werden dafür benötigt?

Tabelle A1: Bei der Bearbeitung der Aufgabe „Briefmarke“⁴⁶ zu zeigende Fähigkeiten

a) Kompetenzen zum Verständnis eines realen Problems und zum Aufstellen eines realen Modells, d.h. die Fähigkeiten,	
Verstehen:	... zu erkennen, dass im Zuge der Bearbeitung die Anzahl an Briefmarken bestimmt werden muss, die benötigt wird, um die Werbefläche der Litfaßsäule zu plakatieren.

Vereinfachen/Strukturieren:	... Annahmen über die Ausmaße der Litfaßsäule zu treffen (siehe für die als realistisch befundenen Annahmen auch Tabelle 2). ... Annahmen über die Ausmaße einer Briefmarke zu treffen.

Ergänzender Kommentar:	Ob bei der Plakatierung der Litfaßsäule zwischen den einzelnen Briefmarken Freiräume gelassen oder die Briefmarken übereinander geklebt werden, kann vernachlässigt werden.
b) Kompetenzen zum Aufstellen eines mathematischen Modells aus einem realen Modell, d.h. die Fähigkeiten,	
Mathematisieren:	... die Werbefläche als Rechteck zu abstrahieren. ... die mathematischen Algorithmen zu bestimmen, mit denen die Anzahl an benötigten Briefmarken berechnet werden kann.

Ergänzender Kommentar:	Ausgehend von diesen Fähigkeiten sind verschiedene mathematische Modelle denkbar (siehe auch Tabelle 3).

⁴⁶ Fotografin: Claudia Renner, www.claudia-renner.de

c) Kompetenzen zur Lösung mathematischer Fragestellungen innerhalb eines mathematischen Modells, d.h. die Fähigkeiten,	
Mathematisch Arbeiten:	<ul style="list-style-type: none"> ... die innermathematischen Arbeiten mit einem mathematischen Ergebnis abzuschließen. ... die Grundrechenarten und gegebenenfalls erforderlichen Umrechnungen von Längen- und Flächeninhaltsangaben korrekt auszuführen.
d) Kompetenzen zur Interpretation mathematischer Resultate in einem realen Modell bzw. in einer realen Situation, d.h. die Fähigkeiten,	
Interpretieren:	<ul style="list-style-type: none"> ... zu erkennen, dass das mathematische Ergebnis für die Anzahl an benötigten Briefmarken steht. ... das mathematische Ergebnis sinnvoll zu runden.
Ergänzender Kommentar:	In Abhängigkeit von den spezifischen Annahmen und dem spezifischen Modell werden mindestens 2 820 und maximal 181 430 Briefmarken benötigt (siehe auch Tabelle 4).
e) Kompetenzen zur Infragestellung der Lösung und ggf. erneuten Durchführung eines Modellierungsprozesses, d.h. die Fähigkeiten,	
Validieren:	<ul style="list-style-type: none"> ... das Ergebnis in Form der Anzahl an benötigten Briefmarken zu hinterfragen. ... die Annahmen über die Ausmaße der Litfaßsäule und/oder einer Briefmarke, das mathematische Modell sowie die ausgeführten Umrechnungen zu überdenken.

Tabelle A2: Realistische Annahmen Aufgabe „Briefmarke“

Annahmen über	Mindestens	Maximal
die Werbefläche:		
Höhe	2,5 m	3,5 m
Durchmesser	1 m	1,5 m
eine Briefmarke:		
Flächeninhalt	1 cm ²	25 cm ²

Tabelle A3: Mathematische Modelle Aufgabe „Briefmarke“

Variante	Erklärung
Modell 1: $F_{i_1} : F_{i_2}$	Der Flächeninhalt der Werbefläche ($\pi \cdot 2 \cdot r \cdot h$) wird durch den Flächeninhalt einer Briefmarke ($a \times b$) dividiert. Der Quotient ergibt die Anzahl an Briefmarken, die für die Plakatierung der Werbefläche benötigt wird: $F_{i_{\text{Werbefläche}}} : F_{i_{\text{Briefmarke}}} = \text{Anzahl an benötigten Briefmarken}$
Modell 2: $(L_{H1} : L_{H2}) \cdot (L_{B1} : L_{B2})$	Die Höhe beziehungsweise die Breite ($\pi \cdot d$) der Werbefläche wird durch die Höhe beziehungsweise die Breite einer Briefmarke dividiert. Die Quotienten ergeben die Anzahl an Briefmarken, die für die Höhe beziehungsweise die Breite der Werbefläche benötigt werden: $(\text{Höhe}_{\text{Werbefläche}} : \text{Höhe}_{\text{Briefmarke}}) \cdot (\text{Breite}_{\text{Werbefläche}} : \text{Breite}_{\text{Briefmarke}}) = \text{Anzahl an benötigten Briefmarken}$

Tabelle A4: Lösungsintervall Aufgabe „Briefmarke“

Mindestens	Maximal
Annahmen: Durchmesser Litfaßsäule = 1 m Höhe der Werbefläche = 2,5 m Flächeninhalt einer Briefmarke = 25 cm ²	Annahmen: Durchmesser Litfaßsäule = 1,5 m Höhe der Werbefläche = 3,5 m Flächeninhalt einer Briefmarke = 1 cm ²
Modell 1: $F_{i_1} : F_{i_2} = \text{Anzahl an benötigten Briefmarken}$ $(\pi \cdot 1 \text{ m} \cdot 2,5 \text{ m}) : 0,0025 \text{ m}^2 \approx$ 3142 Briefmarken ≈ 2820 Briefmarken unter Berücksichtigung einer Toleranzgrenze von 10 %	Modell 1: $F_{i_1} : F_{i_2} = \text{Anzahl an benötigten Briefmarken}$ $(\pi \cdot 1,5 \text{ m} \cdot 3,5 \text{ m}) : 0,0001 \text{ m}^2 \approx$ 164 934 Briefmarken $\approx 181 430$ Briefmarken unter Berücksichtigung einer Toleranzgrenze von 10 %

Teil B Kapitel 6.3: Aufgabe „Briefmarke“

Tabelle A5: Bewertungsschema Aufgabe „Briefmarke“

	a) Kompetenzen zum Verständnis eines realen Problems und zum Aufstellen eines realen Modells, d.h. die Fähigkeiten,	Kodierung Fähigkeit gezeigt/nicht gezeigt
Verstehen:	... zu erkennen, dass im Zuge der Bearbeitung die Anzahl an Briefmarken bestimmt werden muss, die benötigt wird, um die Werbefläche der Litfaßsäule zu plakativieren.	1/0
Scoring:	Ausgehend von den Kodierungen wird folgendes Scoring vorgenommen: – 1 Punkt diese Fähigkeit gezeigt wird. – 0 Punkte diese Fähigkeit nicht gezeigt wird.	
Vereinfachen/ Strukturieren:	... Annahmen über die Ausmaße der Litfaßsäule zu treffen.	1/0
	... Annahmen über die Ausmaße einer Briefmarke zu treffen.	1/0
Scoring:	Ausgehend von den Kodierungen wird folgendes Scoring vorgenommen: – 1 Punkt wenn beide Fähigkeiten gezeigt werden; – 0,5 Punkte wenn eine der beiden Fähigkeiten gezeigt wird; – 0 Punkte wenn keine der beiden Fähigkeiten gezeigt wird. Annahmen über die Ausmaße der Litfaßsäule und Annahmen über die Ausmaße einer Briefmarke werden separat kodiert, da die Ausmaße der Litfaßsäule aus der Abbildung hergeleitet werden können, während die Ausmaße einer Briefmarke vermutlich unter Rückgriff auf das Weltwissen bestimmt werden.	
b) Kompetenzen zum Aufstellen eines mathematischen Modells aus einem realen Modell, d.h. die Fähigkeiten,		
Mathematisieren:	... die Werbefläche als Rechteck zu abstrahieren.	1/0
	... die mathematischen Algorithmen zu bestimmen, mit denen die Anzahl an benötigten Briefmarken berechnet werden kann.	1/0
Scoring:	Ausgehend von den Kodierungen wird folgendes Scoring vorgenommen: – 1 Punkt wenn beide Fähigkeiten gezeigt werden; – 0,5 Punkte wenn eine der beiden Fähigkeiten gezeigt wird;	

- 0 Punkte wenn keine der beiden Fähigkeiten gezeigt wird.

c) Kompetenzen zur Lösung mathematischer Fragestellungen innerhalb eines mathematischen Modells, d.h. die Fähigkeiten,

Mathematisch Arbeiten: ... die innermathematischen Arbeiten mit einem mathematischen Ergebnis abzuschließen. 1/0

... die Grundrechenarten und gegebenenfalls erforderlichen Umrechnungen von Längen- und Flächeninhaltsangaben korrekt auszuführen. 1/0

Scoring: Ausgehend von den Kodierungen wird folgendes Scoring vorgenommen:
 – 1 Punkt wenn beide Fähigkeiten gezeigt werden;
 – 0,5 Punkte wenn eine der beiden Fähigkeiten gezeigt wird;
 – 0 Punkte wenn keine der beiden Fähigkeiten gezeigt wird.

d) Kompetenzen zur Interpretation mathematischer Resultate in einem realen Modell bzw. in einer realen Situation, d.h. die Fähigkeiten,

Interpretieren: ... zu erkennen, dass das mathematische Ergebnis für die Anzahl an benötigten Briefmarken steht. 1/0

... das mathematische Ergebnis sinnvoll zu runden. 1/0

Scoring: Ausgehend von den Kodierungen wird folgendes Scoring vorgenommen:
 – 1 Punkt wenn beide Fähigkeiten gezeigt werden;
 – 0,5 Punkte wenn eine der beiden Fähigkeiten gezeigt wird;
 – 0 Punkte wenn keine der beiden Fähigkeiten gezeigt wird.

Sinnvoll runden meint in diesem Fall, dass das Ergebnis mindestens auf einen vollen Zehner gerundet wurde. Inwieweit allein anhand der Lösungen geschlussfolgert werden kann, ob die Studierenden ihr Ergebnis gerundet haben, bleibt bei Sichtung der Studierendenlösungen jedoch mehr als fraglich. So führen in den meisten Bearbeitungen die zugrundeliegenden Annahmen und das spezifische mathematische Modell bereits zu einem Ergebnis, welches auf die Zehnerstelle genau „gerundet“ ist.

Teil B, Kapitel 6: Itemtrennschärfe

Tabelle A6: Trennschärfe Items „Figurales Schlussfolgern“

Name des Items	Messzeitpunkt 1	Messzeitpunkt 2	Messzeitpunkt 3
„Figural 1“	.143	----	----
„Figural 2“	-.060	----	----
„Figural 3“	.229	----	----
„Figural 4“	.129	----	----
„Figural 5“	.146	----	----
„Figural 6“	.199	----	----
„Figural 7“	.227	----	----
„Figural 8“	.173	----	----
„Figural 9“	.390	----	----
„Figural 10“	.184	----	----
„Figural 11“	.137	----	----
„Figural 12“	.247	----	----
„Figural 13“	.298	----	----
„Figural 14“	.177	----	----
„Figural 15“	.449	----	----
„Figural 16“	.349	----	----
„Figural 17“	.331	----	----
„Figural 18“	.425	----	----
„Figural 19“	.462	----	----
„Figural 20“	.255	----	----
„Figural 21“	.251	----	----
„Figural 22“	.506	----	----
„Figural 23“	.259	----	----
„Figural 24“	.287	----	----
„Figural 25“	.384	----	----

Tabelle A7: Trennschärfe Items „Wissen über Größenbereiche und Einheiten“

Name des Items	Messzeitpunkt 1	Messzeitpunkt 2	Messzeitpunkt 3
„UL 1: cm in mm“	----	.152	.025
„UL 2: cm in dm“	----	.131	.310
„UL 3: mm in dm“	----	.182	.085
„UF 1: cm ² in m ² “	----	.550	.407
„UL 4: m in km“	----	.175	.135
„UL 5: km in dm“	----	.374	.284
„UF 2: m ² in cm ² “	----	.596	.537
„UF 3: mm ² in dm ² “	----	.642	.486
„UF 4: m ² in dm ² “	----	.672	.653
„UF 5: cm ² in m ² “	----	.631	.638

Tabelle A8: Trennschärfe Items „Grundvorstellungen zu Rechenoperationen mit Größen“

Name des Items	Messzeitpunkt 1	Messzeitpunkt 2	Messzeitpunkt 3
„Div1: 381 m : 3 m“	----	.403	.397
„Div2: 4,80 m : 80“	----	.350	.105
„Div3: 132 cm : 120 mm“	----	.495	.312
„Add1: 26 cm + 102 km“	----	.244	.363
„Div4: 549 cm ² : 9 cm ² “	----	.574	.496
„Sub1: 4,56 km – 661 m“	----	.070	.105
„Div5: 0,561 km : 3 m“	----	.461	.422
„Sub2: 5,75 cm ² – 25 mm ² “	----	.477	.279
„Div6: 126 m ² : 7“	----	.424	.030
„Div7: 120 m ² : 40 dm ² “	----	.540	.544
„Div8: 208 cm ² : 13“	----	.403	.063

Tabelle A9: Trennschärfe Items „Stützpunktvorstellungen“

Name des Items	Messzeitpunkt 1	Messzeitpunkt 2	Messzeitpunkt 3
„Sv 1: 1 cm“	----	.071	.018
„Sv 2: 1 m ² “	----	.126	.414
„Sv 3: 1 m“	----	.090	.144
„Sv 4: 10 m“	----	.269	.070
„Sv 5: 1 cm ² “	----	.400	.049
„Sv 6: 10 m ² “	----	.363	.460
„Sv 7: 100 m ² “	----	.344	.277
„Sv 8: 1 dm ² “	----	.413	.387
„Sv 9: 1 mm“	----	.212	.408
„Sv 10: 1 dm“	----	.516	.347

Tabelle A10: Trennschärfe Items „Fähigkeiten im Messen und Schätzen“

Name des Items	Messzeitpunkt 1	Messzeitpunkt 2	Messzeitpunkt 3
„Spielkarte a“	----	.282	.544
„Spielkarte b“	----	.281	.645
„Reisebus a“	----	.217	.288
„Reisebus b“	----	.205	.117
„Pizza a“	----	.189	-.029
„Pizza b“	----	.369	-.008
„Zelt a“	----	.403	-.002
„Zelt b“	----	.474	.028
„Taschenbuch a“	----	.404	.367
„Taschenbuch b“	----	.479	.454
„Tür a“	----	.521	.283
„Tür b“	----	.463	.283
„Spaghetti a“	----	.409	.149
„Spaghetti b“	----	.425	.211

Tabelle A11: Trennschärfe Items „Übersetzungsprozesse von der Realität in die Mathematik“

Name des Items	Messzeitpunkt 1	Messzeitpunkt 2	Messzeitpunkt 3
„Tank“	----	.105	.288
„Zaun“	----	.085	.142
„Familie Krug“	----	.252	.246
„Flughafen“	----	.266	.446
„Hubschrauber“	----	.359	.446
„Walze“	----	.296	.407
„Fahrrad“	----	.488	.494
„Kleinbus“	----	.436	.153
„Hamster“	----	.410	.456
„Sportplatz“	----	.362	.376
„Spargelfeld“	----	.468	.189
„Öltank“	----	.446	-.015

Tabelle A12: Trennschärfe Items „Innermathematisches Arbeiten“

Name des Items	Messzeitpunkt 1	Messzeitpunkt 2	Messzeitpunkt 3
„Div1: $381 \text{ m} : 3 \text{ m}$ “	----	.332	.314
„Div2: $4,80 \text{ m} : 80$ “	----	.291	-.020
„Div3: $132 \text{ cm} : 120 \text{ mm}$ “	----	.386	.402
„Add1: $26 \text{ cm} + 102 \text{ km}$ “	----	.376	.272
„Div4: $549 \text{ cm}^2 : 9 \text{ cm}^{2\ast}$ “	----	.552	.329
„Sub1: $4,56 \text{ km} - 661 \text{ m}$ “	----	.165	.209
„Div5: $0,561 \text{ km} : 3 \text{ m}$ “	----	.487	.369
„Sub2: $5,75 \text{ cm}^2 - 25 \text{ mm}^{2\ast}$ “	----	.479	.121
„Div6: $126 \text{ m}^2 : 7$ “	----	.401	.053
„Div7: $120 \text{ m}^2 : 40 \text{ dm}^{2\ast}$ “	----	.445	.500
„Div8: $208 \text{ cm}^2 : 13$ “	----	.381	.148

Teil B, Kapitel 6: Lösungshäufigkeiten

Tabelle A13: Lösungshäufigkeiten „Figurales Schlussfolgern“

Name des Items	Messzeitpunkt 1 n = 102		Messzeitpunkt 2		Messzeitpunkt 3	
	1 Punkt	0 Punkte				
„Figural 1“	85 (83.3 %)	17 (16.7 %)	----	----	----	----
„Figural 2“	96 (94.1 %)	6 (5.9 %)	----	----	----	----
„Figural 3“	93 (91.2 %)	9 (8.8 %)	----	----	----	----
„Figural 4“	91 (89.2 %)	11 (10.8 %)	----	----	----	----
„Figural 5“	91 (89.2 %)	11 (10.8 %)	----	----	----	----
„Figural 6“	86 (84.3 %)	16 (15.7 %)	----	----	----	----
„Figural 7“	72 (70.6 %)	30 (29.4 %)	----	----	----	----
„Figural 8“	75 (73.5 %)	27 (26.5 %)	----	----	----	----
„Figural 9“	95 (93.1 %)	7 (6.9 %)	----	----	----	----
„Figural 10“	95 (93.1 %)	7 (6.9 %)	----	----	----	----
„Figural 11“	78 (76.5 %)	24 (23.5 %)	----	----	----	----
„Figural 12“	80 (78.4 %)	22 (21.6 %)	----	----	----	----
„Figural 13“	77 (75.5 %)	25 (24.5 %)	----	----	----	----
„Figural 14“	82 (80.4 %)	20 (19.6 %)	----	----	----	----
„Figural 15“	80 (78.4 %)	22 (21.6 %)	----	----	----	----
„Figural 16“	66 (64.7 %)	36 (35.3 %)	----	----	----	----
„Figural 17“	54 (52.9 %)	48 (47.1 %)	----	----	----	----
„Figural 18“	62 (60.8 %)	40 (39.2 %)	----	----	----	----
„Figural 19“	72 (70.6 %)	30 (29.4 %)	----	----	----	----
„Figural 20“	41 (40.2 %)	61 (59.8 %)	----	----	----	----
„Figural 21“	28 (27.5 %)	74 (72.5 %)	----	----	----	----
„Figural 22“	30 (29.4 %)	72 (70.6 %)	----	----	----	----
„Figural 23“	20 (19.6 %)	82 (80.4 %)	----	----	----	----
„Figural 24“	32 (31.4 %)	70 (68.6 %)	----	----	----	----
„Figural 25“	23 (22.5 %)	79 (77.5 %)	----	----	----	----

Tabelle A14: Lösungshäufigkeiten „Wissen über Größenbereiche und Einheiten“

Name des Items	Messzeitpunkt 1		Messzeitpunkt 2		Messzeitpunkt 3	
			n = 106		n = 43	
			1 Punkt	0 Punkte	1 Punkt	0 Punkte
„UL 1: cm in mm“	----	----	98 (92.5 %)	8 (7.5 %)	39 (90.7 %)	4 (9.3 %)
„UL 2: cm in dm“	----	----	92 (86.8 %)	14 (13.2 %)	40 (93.0 %)	3 (7.0 %)
„UL 3: mm in dm“	----	----	87 (82.1 %)	19 (17.9 %)	32 (74.4 %)	11 (25.6 %)
„UF 1: cm ² in m ² “	----	----	67 (63.2 %)	39 (36.8 %)	22 (51.2 %)	21 (48.8 %)
„UL 4: m in km“	----	----	102 (96.2 %)	4 (3.8 %)	40 (93.0 %)	3 (7.0 %)
„UL 5: km in dm“	----	----	59 (55.7 %)	47 (44.3 %)	33 (76.7 %)	10 (23.3 %)
„UF 2: m ² in cm ² “	----	----	40 (37.7 %)	66 (62.3 %)	18 (41.9 %)	25 (58.1 %)
„UF 3: mm ² in dm ² “	----	----	41 (38.7 %)	65 (61.3 %)	14 (32.6 %)	29 (67.4 %)
„UF 4: m ² in dm ² “	----	----	40 (37.7 %)	66 (62.3 %)	18 (41.9 %)	25 (58.1 %)
„UF 5: cm ² in m ² “	----	----	41 (38.7 %)	65 (61.3 %)	16 (37.2 %)	27 (62.8 %)

Tabelle A15: Lösungshäufigkeiten „Grundvorstellungen zu Rechenoperationen mit Größen“

Name des Items	Messzeitpunkt 1		Messzeitpunkt 2		Messzeitpunkt 3	
			n = 106		n = 43	
			1 Punkt	0 Punkte	1 Punkt	0 Punkte
„Div1: 381 m : 3 m“	----	----	90 (84.9 %)	16 (15.1 %)	40 (93.0 %)	3 (7.0 %)
„Div2: 4,80 m : 80“	----	----	88 (83.0 %)	18 (17.0 %)	37 (86.0 %)	6 (14.0 %)
„Div3: 132 cm : 120 mm“	----	----	68 (64.2 %)	38 (35.8 %)	34 (79.1 %)	9 (20.9 %)
„Add1: 26 cm + 102 km“	----	----	79 (74.5 %)	27 (25.5 %)	38 (88.4 %)	5 (11.6 %)
„Div4: 549 cm ² : 9 cm ² “	----	----	96 (90.6 %)	10 (9.4 %)	39 (90.7 %)	4 (9.3 %)
„Sub1: 4,56 km – 661 m“	----	----	64 (60.4 %)	42 (39.6 %)	37 (86.0 %)	6 (14.0 %)
„Div5: 0,561 km : 3 m“	----	----	69 (65.1 %)	37 (34.9 %)	34 (79.1 %)	9 (20.9 %)

Name des Items	Messzeitpunkt 1		Messzeitpunkt 2 n = 106		Messzeitpunkt 3 n = 43	
			1 Punkt	0 Punkte	1 Punkt	0 Punkte
„Sub2: 5,75 cm ² – 25 mm ² “	----	----	65 (61.3 %)	41 (38.7 %)	32 (74.4 %)	11 (25.6 %)
„Div6: 126 m ² : 7“	----	----	37 (34.9 %)	69 (65.1 %)	38 (88.4 %)	5 (11.6 %)
„Div7: 120 m ² : 40 dm ² “	----	----	56 (52.8 %)	50 (47.2 %)	24 (55.8 %)	19 (44.2 %)
„Div8: 208 cm ² : 13“	----	----	88 (83.0 %)	18 (17.0 %)	27 (62.8 %)	16 (37.2 %)

Tabelle A16: Lösungshäufigkeiten „Stützpunktvorstellungen“

Name des Items	Messzeitpunkt 1		Messzeitpunkt 2 n = 106		Messzeitpunkt 3 n = 43	
			1 Punkt	0 Punkte	1 Punkt	0 Punkte
„Sv 1: 1 cm“	----	----	92 (86.8 %)	14 (13.2 %)	36 (83.7 %)	7 (16.3 %)
„Sv 2: 1 m ² “	----	----	87 (82.1 %)	19 (17.9 %)	29 (91.5 %)	14 (8.5 %)
„Sv 3: 1 m“	----	----	85 (80.2 %)	21 (19.8 %)	34 (76.6 %)	9 (23.4 %)
„Sv 4: 10 m“	----	----	86 (81.1 %)	20 (18.9 %)	32 (55.3 %)	11 (44.7 %)
„Sv 5: 1 cm ² “	----	----	73 (68.9 %)	33 (31.1 %)	33 (93.6 %)	10 (6.4 %)
„Sv 6: 10 m ² “	----	----	57 (53.8 %)	49 (46.2 %)	21 (78.7 %)	22 (21.3 %)
„Sv 7: 100 m ² “	----	----	47 (44.3 %)	59 (55.7 %)	14 (46.8 %)	29 (53.2 %)
„Sv 8: 1 dm ² “	----	----	43 (40.6 %)	63 (59.4 %)	20 (36.2 %)	23 (63.8 %)
„Sv 9: 1 mm“	----	----	48 (45.3 %)	58 (54.7 %)	28 (46.8 %)	15 (53.2 %)
„Sv 10: 1 dm“	----	----	49 (46.2 %)	57 (53.7 %)	26 (40.4 %)	17 (59.6 %)

Tabelle A17: Lösungshäufigkeiten „Fähigkeiten im Messen und Schätzen“

Name des Items	Messzeitpunkt 2 n = 106			Messzeitpunkt 3 n = 43		
	1 Punkt	0.5 Punkte	0 Punkte	1 Punkt	0.5 Punkte	0 Punkte
„Spielkarte a“	69 (65.1 %)		37 (34.9 %)	27 (62.8 %)		16 (37.2 %)
„Spielkarte b“	82 (77.4 %)	19 (17.92 %)	5 (4.7 %)	28 (65.1 %)	12 (27.9 %)	3 (7.0 %)

Name des Items	Messzeitpunkt 2 n = 106			Messzeitpunkt 3 n = 43		
	1 Punkt	0.5 Punkte	0 Punkte	1 Punkt	0.5 Punkte	0 Punkte
„Reisebus a“	72 (67.9 %)		34 (32.1 %)	35 (81.4 %)		8 (18.6 %)
„Reisebus b“	66 (62.3 %)	37 (34.9 %)	3 (2.8 %)	30 (69.8 %)	12 (27.9 %)	1 (2.3 %)
„Pizza a“	36 (34.0 %)		70 (66.0 %)	15 (34.9 %)		28 (65.1 %)
„Pizza b“	80 (75.5 %)	7 (6.6 %)	19 (17.9 %)	36 (83.7 %)	3 (7.0 %)	4 (9.3 %)
„Zelt a“	81 (76.4 %)		25 (23.6 %)	33 (76.7 %)		10 (23.3 %)
„Zelt b“	64 (60.4 %)	34 (32.1 %)	8 (7.5 %)	30 (69.8 %)	13 (30.2 %)	
„Taschenbuch a“	74 (69.8 %)		32 (30.2 %)	27 (62.8 %)		16 (37.2 %)
„Taschenbuch b“	63 (59.4 %)	23 (21.7 %)	20 (18.9 %)	24 (55.8 %)	14 (32.6 %)	5 (11.6 %)
„Tür a“	76 (71.7 %)		30 (28.3 %)	33 (76.7 %)		10 (23.3 %)
„Tür b“	71 (67.0 %)	2 (1.9 %)	33 (31.1 %)	33 (76.7 %)		10 (23.3 %)
„Spaghetti a“	69 (65.1 %)		37 (34.9 %)	31 (72.1 %)		12 (27.9 %)
„Spaghetti b“	76 (71.7 %)	2 (1.9 %)	28 (26.4 %)	36 (83.7 %)	1 (2.3 %)	6 (14.0 %)

Tabelle A18: Lösungshäufigkeiten „Übersetzungsprozesse von der Realität in die Mathematik“⁴⁷

Name des Items	Messzeitpunkt 1		Messzeitpunkt 2 n = 107		Messzeitpunkt 3 n = 46	
			1 Punkt	0 Punkte	1 Punkt	0 Punkte
„Tank“	----	----	85 (79.4 %)	22 (20.6 %)	29 (63.0 %)	17 (37.0 %)
„Zaun“	----	----	63 (58.9 %)	3 (2.8 %)	25 (54.3 %)	1 (2.2 %)
„Familie Krug“	----	----	36 (33.6 %)	17 (15.9 %)	15 (32.6 %)	10 (21.7 %)
„Flughafen“	----	----	74 (69.2 %)	33 (30.8 %)	26 (56.5 %)	20 (43.5 %)
„Hubschrauber“	----	----	19 (17.8 %)	34 (31.8 %)	18 (39.1 %)	12 (26.1 %)
„Walze“	----	----	68 (63.6 %)	39 (36.4 %)	32 (69.6 %)	14 (30.4 %)
„Fahrrad“	----	----	46 (43.0 %)	38 (35.5 %)	24 (52.2 %)	16 (34.8 %)
„Kleinbus“	----	----	29 (27.1 %)	37 (34.6 %)	14 (30.4 %)	9 (19.6 %)

⁴⁷ Die Zwischenstufen, die aufgrund der Vergabe von Teilpunkten entstehen, werden in dieser Übersicht nicht berücksichtigt.

Name des Items	Messzeitpunkt 1		Messzeitpunkt 2 n = 107		Messzeitpunkt 3 n = 46	
			1 Punkt	0 Punkte	1 Punkt	0 Punkte
„Hamster“	----	----	59 (55.1 %)	48 (44.9 %)	30 (65.2 %)	16 (34.8 %)
„Sportplatz“	----	----	13 (12.1 %)	64 (59.8 %)	10 (21.7 %)	20 (43.5 %)
„Spargelfeld“	----	----	36 (33.6 %)	71 (66.4 %)	22 (47.8 %)	24 (52.2 %)
„Öltank“	----	----	13 (12.1 %)	77 (72.0 %)	9 (19.6 %)	29 (63.0 %)

Tabelle A19: Lösungshäufigkeiten „Innermathematisches Arbeiten“

Name des Items	Messzeitpunkt 1		Messzeitpunkt 2 n = 107		Messzeitpunkt 3 n = 46	
			1 Punkt	0 Punkte	1 Punkt	0 Punkte
„Div1: 381 m : 3 m“	----	----	88 (82.2 %)	19 (17.8 %)	43 (93.5 %)	3 (6.5 %)
„Div2: 4,80 m : 80“	----	----	80 (74.8 %)	27 (25.2 %)	35 (76.1 %)	11 (23.9 %)
„Div3: 132 cm : 120 mm“	----	----	61 (57.0 %)	46 (43.0 %)	36 (78.3 %)	10 (21.7 %)
„Add1: 26 cm + 102 km“	----	----	55 (51.4 %)	52 (48.6 %)	28 (60.9 %)	18 (39.1 %)
„Div4: 549 cm ² : 9 cm ² “	----	----	80 (74.8 %)	27 (25.2 %)	41 (89.1 %)	5 (10.9 %)
„Sub1: 4,56 km - 661 m“	----	----	92 (86.0 %)	15 (14.0 %)	36 (78.3 %)	10 (21.7 %)
„Div5: 0,561 km : 3 m“	----	----	63 (58.9 %)	44 (41.1 %)	36 (78.3 %)	10 (21.7 %)
„Sub2: 5,75 cm ² - 25 mm ² “	----	----	52 (48.6 %)	55 (51.4 %)	21 (45.7 %)	25 (54.3 %)
„Div6: 126 m ² : 7“	----	----	66 (61.7 %)	41 (38.3 %)	40 (87.0 %)	6 (13.0 %)
„Div7: 120 m ² : 40 dm ² “	----	----	33 (30.8 %)	74 (69.2 %)	19 (41.3 %)	27 (58.7 %)
„Div8: 208 cm ² : 13“	----	----	57 (53.3 %)	50 (46.7 %)	27 (58.7 %)	19 (41.3 %)

Tabelle A20: Erreichte Punktzahl bei der Bearbeitung der Aufgaben „Backsteinturm“ und „Postkarte“

Erreichte Punktzahl	Aufgabe „Backsteinturm“ n = 98	Aufgabe „Postkarte“ n = 66
0	3	5
0.5	6	4
1.0	5	5
1.5	6	6
2.0	7	6
2.5	7	8
3.0	14	9
3.5	18	4
4.0	11	13
4.5	18	4
5.0	3	2

Tabelle A21: Erreichte Punktzahl Teilprozesse bei der Bearbeitung der Aufgaben „Backsteinturm“ und „Postkarte“

Pkt.	Verstehen	Vereinfachen/Strukturieren	Mathematisieren	Mathematisch Arbeiten	Interpretieren
Aufgabe „Backsteinturm“					
0	17 (17.3 %)	16 (16.3 %)	26 (26.5 %)	42 (42.9 %)	24 (24.5 %)
0.5	42 (42.9 %)	51 (52.0 %)	27 (27.6 %)		23 (23.5 %)
1.0	39 (39.8 %)	31 (31.6 %)	45 (45.9 %)	56 (57.1 %)	51 (52.0 %)

Aufgabe „Postkarte“					
0	17 (25.8 %)	18 (27.3 %)	21 (31.8 %)	46 (69.7 %)	27 (40.9 %)
0.5		37 (56.1 %)			27 (40.9 %)
1.0	49 (74.2 %)	11 (16.7 %)	45 (68.2 %)	20 (30.3 %)	12 (18.2 %)

Teil D Kapitel 2.2: Beispiel für abnehmende Gesamtvarianz bei gleichbleibender Summe der Varianzen

Tabelle A22: Varianzen Subskala „Wissen über Größenbereiche und Einheiten“

Item	Varianz Mzp. 2	Varianz Mzp. 3
„UL 1: cm in mm“	.07	.08
„UL 2: cm in dm“	.12	.08
„UL 3: mm in dm“	.15	.18
„UF 1: cm ² in m ² “	.24	.25
„UL 4: m in km“	.04	.06
„UL 5: km in dm“	.25	.17
„UF 2: m ² in cm ² “	.24	.25
„UF 3: mm ² in dm ² “	.24	.24
„UF 4: m ² in dm ² “	.24	.25
„UF 5: cm ² in m ² “	.24	.25
Summe der Varianzen	1.83	1.81
Gesamtvarianz	5.77	4.99
Cronbachs α	$\alpha = \frac{10}{9} \cdot \left(1 - \frac{1.83}{5.77}\right) = .78$	$\alpha = \frac{10}{9} \cdot \left(1 - \frac{1.81}{4.99}\right) = .71$

Teil D Kapitel 2.3: Prüfung auf Negativ-/Positivselektion Messzeitpunkt 3

Tabelle A23: Prüfung auf Negativ-/Positivselektion Messzeitpunkt 3

	n	emp. Min.	emp. Max.	MW	SD	
Grv (theo. Max. = 45)						
Mzp. 2	63	13.00	43.00	29.60	7.71	$t_{(104)} = -.364,$
Mzp. 2 + 3	43	12.00	40.00	30.13	6.92	$P = .717$

WEG (theo. Max. = 10)						
Mzp. 2	63	2.00	10.00	6.08	2.48	$t_{(104)} = -1.107,$
Mzp. 2 + 3	43	3.00	10.00	6.60	2.27	$P = .271$

	n	emp. Min.	emp. Max.	MW	SD	
GRG						
(theo. Max. = 11)						
Mzp. 2	63	1.00	11.00	7.62	2.80	$t(104) = .341,$
Mzp. 2 + 3	43	2.00	11.00	7.44	2.35	$p = .734$

Sv						
(theo. Max. = 10)						
Mzp. 2	63	2.00	10.00	6.16	2.22	$t(104) = -.776,$
Mzp. 2 + 3	43	2.00	10.00	6.49	2.04	$p = .439$

FiMuS						
(theo. Max. = 14)						
Mzp. 2	63	1.00	14.00	9.74	2.92	$t(104) = .250,$
Mzp. 2 + 3	43	2.00	14.00	9.59	2.95	$p = .803$