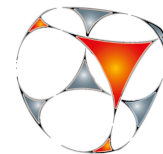


Das war GeodiKon

Der Versuch einer kompakten Zusammenfassung



Günter Maresch, Thomas Müller, Klaus Scheiber

Motivation

Die ursächliche Motivation für die Durchführung des Forschungsprojekts GeodiKon war einerseits der Wunsch, LehrerInnen der Neuen Mittelschulen, die laut NMS-Curriculum (Beilage zu GZ 20.020/0009-I/7/2012) im Mathematikunterricht die Grundzüge des Geometrischen Zeichnens unterrichten müssen, mit spezifischen Lernmaterialien zu unterstützen und andererseits neuartige Erkenntnisse über die Förderung des Raumvorstellungsvermögens zu gewinnen. Nach Einreichung des Projektantrages wurde GeodiKon („Entwicklung eines didaktischen Konzepts für den Einsatz von zeitgemäßen Lernmaterialien im Geometrieunterricht der Sekundarstufe I mit speziellem Fokus auf die individualisierte Förderung des Raumvorstellungsvermögens durch Schulung der Faktoren der Raumintelligenz und durch Bewusstmachung eines breiten Strategierepertoires zur Lösung von raumgeometrischen Aufgaben“) im Oktober 2012 mit Schreiben GZ. BMUKK-20.040/0012-I/7/2012 des Bildungsministeriums genehmigt und somit die Durchführung und Finanzierung für die Jahre 2013 und 2014 gesichert.

Durchführung

Während der ersten Phase des Projekts (Jänner bis September 2013) wurden vom Projektteam (Projektmitwirkende aus folgenden Institutionen: PH Salzburg, KPH Wien/Krems, PH Steiermark, Universität Salzburg, Universität Innsbruck, TU Wien und Arbeitsgemeinschaft Didaktische Innovation für Geometrie) spezielle Lernmaterialien für 12 Wochen Geometrieunterricht zusammengestellt. Das strukturierte Modell der „Vier Strategiepaare zur Lösung von Raumvorstellungsaufgaben“ wurde entwickelt und die Testbatterie (mit Unterstützung der Universität Wien und der TU Wien) zusammengestellt.

Die zweite Phase (September 2013 bis Februar 2014) war die Test- und Lernphase an den Schulen. Das gesamte Projekt wurde im Pretest-Posttest-Design durchgeführt. Im September und Oktober 2013 fanden die Pretests statt. Danach schloss direkt die Lernphase an, in der die entwickelten Lernmaterialien im Unterricht eingesetzt wurden und die Schulung des Strategierepertoires erfolgte. Im Jänner und Februar 2014 wurden die Posttests an den Schulen durchgeführt.

Danach erfolgte in der dritten Phase des Projekts (März bis Dezember 2014) die Auswertung der Daten, die Analyse und Aufbereitung der Ergebnisse, die Zusammenstellung der Strategieinformationen

und der Lernmaterialien zu einer Handreichung für Lehrende der Sekundarstufe sowie die Dissemination der Ergebnisse und Lernmaterialien im Rahmen von Tagungen, Workshops und mittels Publikationen.

Die Testbatterie der Pre- und Posttests bestand aus vier Raumvorstellungstests – Dreidimensionaler Würfeltest (3DW-Test; Gittler, 1984), Differential Aptitude Test (DAT; Bennett, Seashore, Wesman, 1973), Mental Rotation Test (MRT; Peters, Laeng, Latham, Jackson, Zaiyouna, Richardson, 1995) und Spatial Orientation Test (SOT; Hegarty, Waller, 2004) – sowie Fragebögen, welche Fragen zu den verwendeten Strategien, abgeleitet vom Modell der vier Strategiepaare zur Lösung von Raumvorstellungsaufgaben enthielten und Informationen über Geschlecht, Alter und Interessen erheben sollten.

Wer hat teilgenommen und mitgewirkt?

Anstelle von ursprünglich geplanten 12 Klassen nahmen aufgrund der großen Nachfrage der Schulen 46 Klassen aller österreichischen Schultypen der Sekundarstufe I – Hauptschule (HS), Neue Mittelschule (NMS) sowie Allgemeinbildende Höhere Schule (AHS) – in den drei Bundesländern Niederösterreich, Salzburg und Steiermark mit insgesamt 903 SchülerInnen im Alter von 12 bis 14 Jahren am Projekt teil. Insgesamt lagen Anmeldungen zu Projektbeginn für die Teilnahme von ca. 2000 SchülerInnen vor. Dabei ist umso erfreulicher, dass diese große Anzahl von ProbandInnen ermöglicht hat, weit mehr (Detail-)Erkenntnisse als erwartet aus GeodiKon zu gewinnen. Sämtlichen 903 teilnehmenden SchülerInnen wurde zu Ostern 2014 eine detaillierte Rückmeldung über die Leistung beim Pretest und beim Posttest zugesandt. Die Rückmeldung enthielt zudem detaillierte Informationen zur individuellen Leistungssteigerung und zum fairen Vergleich mit anderen SchülerInnen des gleichen Schultyps. Die teilnehmenden KlassenlehrerInnen erhielten ebenfalls einen eigens zusammengestellten Rückmeldebogen für ihre jeweilige Klasse und hier wiederum mit Informationen zur Leistungssteigerung und zum fairen Vergleich.

60 Personen waren in diversen Rollen (wissenschaftlicher Beirat, Bundeslandkoordinator, Testleiter, TestklassenlehrerIn, DateneingabeIn, Datenauswerter, ...) in den Bundesländern Niederösterreich, Salzburg und Steiermark aktiv am Projekt beteiligt.

Erkenntnisse

Die zahlreichen Erkenntnisse und Hinweise für die differenzierte, ausgewogene und geschlechtersensible Förderung des Raumvorstellungsvermögens wurden aus den erhobenen Projektdaten gewonnen, aufbereitet und in den unten aufgelisteten Publikationen zu GeodiKon veröffentlicht. Die Resultate beziehen sich auf folgende große Felder: Generelle Leistungssteigerung des Raumvorstellungsvermögens von Jugendlichen, differenzierte Verwendung von unterschiedlichen Strategien bei der Lösung von Raumvorstellungsaufgaben, erfolgversprechende Strategien, Unterricht im Gegenstand Geometrisches Zeichnen, geschlechterspezifische Effekte, Klassen-/LehrerInnen-Effekte, raumintelligenzfördernde Freizeitaktivitäten, lern-typabhängige Effekte und Peilgenauigkeit von Individuen.

Aus der großen Menge der aus GeodiKon resultierenden Ergebnisse seien im Folgenden beispielhaft drei Aspekte herausgegriffen, kompakt dargestellt und deren Auswirkungen auf den Unterricht skizziert.

1. Hochsignifikante Steigerung der SchülerInnen bei allen Tests

SchülerInnen aller drei Testgruppen (35 Klassen) und selbst auch der Kontrollgruppe (11 Klassen) steigerten sich vom Pretest zum Posttest hochsignifikant. D.h. alle Klassen der 12- bis 14-jährigen SchülerInnen hatten eine weit überdurchschnittliche Steigerung ihres Raumvorstellungsvermögens. Dieses hochsignifikante Wachstum bestätigt die Potentialkurve von Thurstone (1955), welcher festhält, dass das Raumvorstellungsvermögen bei Jugendlichen vor allem im Alter zwischen 4 und 14 Jahren ein überdurchschnittlich großes Steigerungspotential hat. Diese bei GeodiKon verifizierte Potentialkurve für die Raumintelligenz liefert unter

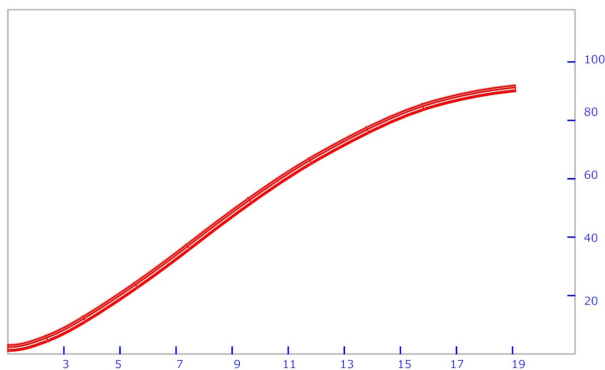


Abb. 1: Grafik zum Entwicklungspotential des grundlegenden Intelligenzfaktors Raumvorstellung; die horizontale Achse gibt das Lebensalter an und die vertikale Achse weist die Prozente der Entwicklung des Raumvorstellungsvermögens aus. (nachgestaltet aus Thurstone, L. L., 1955. The differential growth of mental abilities. Chapel Hill, North Carolina: Univ. of North Carolina Psychometrie Laboratory, No. 14.)

anderem die Erkenntnis für den Unterricht, dass es sich gerade in diesem Alterssegment der 4- bis 14-jährigen Jugendlichen im Besonderen lohnt, die Raumintelligenz zu schulen und zu fördern.

2. Geschlechterspezifische Auswertungen

Die Detailauswertungen hinsichtlich der beiden Geschlechter in jenen Testgruppen, die mit den Lernmaterialien gearbeitet haben, lassen sehr deutlich erkennen, dass Mädchen und Burschen unterschiedliche grundsätzliche **Stärken** hinsichtlich des Raumvorstellungsvermögens haben. Burschen weisen in den drei Bereichen Visualisierung/räumliche Veranschaulichung (getestet durch den 3DW-Test (Gittler, 1984)), mentale Rotation (getestet durch den MRT (Peters, Laeng, Latham, Jackson, Zaiyouna, Richardson, 1995)) und räumliche Orientierung (getestet durch den SOT (Hegarty, Waller, 2004)) größere grundsätzliche Stärken auf. Der Bereich räumliche Beziehungen (getestet durch den DAT (Bennett, Seashore, Wesman, 1973)) ist geschlechterneutral, d.h. Burschen und Mädchen arbeiten in diesem Bereich gleich erfolgreich.



Abb. 2: Geschlechterspezifische Stärken bei den vier Faktoren der Raumintelligenz

Die Detailauswertungen hinsichtlich der beiden Geschlechter in jenen Testgruppen, die mit den Lernmaterialien gearbeitet haben, zeigen sehr deutlich auf, dass Mädchen und Burschen unterschiedliches **Steigerungspotential** hinsichtlich des Raumvorstellungsvermögens haben. Mädchen steigern sich wesentlich mehr als Burschen, wenn es um Visualisierung/räumliche Veranschaulichung geht, ebenso im Bereich der räumlichen Beziehungen. Auch bei der mentalen Rotation zeigt sich der gleiche Trend: Mädchen weisen eine größere Leistungsverbesserung auf als Burschen. Im Bereich räumliche Orientierung steigern sich hingegen Burschen deutlich mehr als Mädchen.

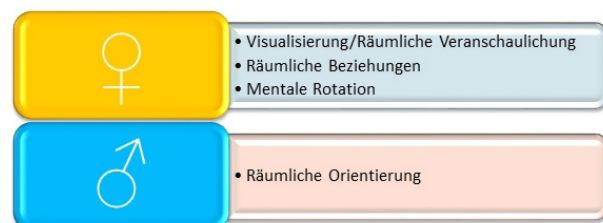


Abb. 3: Geschlechterspezifische Leistungssteigerungen bei den vier Faktoren der Raumintelligenz

Für den Unterricht empfiehlt sich daher eine ausgewogene Schulung aller vier Faktoren des Raumvorstellungsvermögens (Visualisierung/Räumliche Veranschaulichung, Räumliche Beziehungen, Mentale Rotation und Räumliche Orientierung), um beide Geschlechter im gleichen Maße zu fordern und zu fördern.

3. Strategien zur Bearbeitung und Lösung von Raumvorstellungsaufgaben

Aus den Untersuchungen lässt sich klar erkennen, dass SchülerInnen unterschiedliche Strategien zur Bearbeitung von Raumvorstellungsaufgaben einsetzen. Die Ergebnisse zeigen, dass Jugendliche gleiche Aufgaben mit deutlich unterschiedlichen Strategien bearbeiten, d.h. im Unterricht können LehrerInnen nicht davon ausgehen, dass SchülerInnen mit gleichartigen Überlegungen Beispiele bearbeiten und lösen. Es empfiehlt sich daher das aktive Ansprechen von geometrischen Überlegungen und damit das Erweitern des Strategierepertoires der SchülerInnen im Unterricht. Des Weiteren zeigen die Detailauswertungen, dass SchülerInnen mit wachsender Routine für gleiche Aufgaben andere (effizientere) Strategien einsetzen. Aus diesem Ergebnis folgt, dass es sich lohnt, im Unterricht zentral Themenfelder bis zu einer ausreichenden Tiefe durchzunehmen, so dass SchülerInnen in diesen Bereichen nicht bei anfänglichen Überlegungen/Strategien verbleiben, sondern im Laufe der eingehenden Beschäftigung mit dem jeweiligen Themenfeld neue, effizientere und routiniertere Strategien entwickeln und einsetzen.



Abb. 4: Die vier Paare von unterschiedlichen Strategien zur Lösung von Raumvorstellungsaufgaben

Publikationen, Vorträge, Workshops und weitere öffentliche Aktivitäten

23 Publikationen wurden seit 2013 gezielt zum Forschungsprojekt GeodiKon veröffentlicht. Die Beiträge liegen in deutscher und englischer Sprache vor (siehe nachstehende Liste). Dazu kommen mehrere Kurzberichte über das Projekt, etwa im Newsletter des Onlinecampus Virtuelle PH oder in Aussendungen an die Community des Fachbereiches Raumgeometrie.

Das Buch „GeodiKon. Die Lernmaterialien – Praktische Raumvorstellungsübungen für den Geome-

trie- und Mathematikunterricht mit Lösungen“, welches die Lernmaterialien von GeodiKon und didaktische Hinweise beinhaltet, wurde im Juli 2014 speziell für die Zielgruppe der LehrerInnen fertiggestellt, produziert und im Studienverlag veröffentlicht. Somit ist es auch auf dem Wege der gedruckten Literatur möglich, dass interessierte LehrerInnen von den Ergebnissen des Forschungsprojekts profitieren können.

Vier Bachelorarbeiten an der KPH Wien/Krems wurden bisher auf Basis von GeodiKon verfasst, zwei weitere sind derzeit in Arbeit.

Lange Nacht der Forschung: GeodiKon hatte eine Station bei der Langen Nacht der Forschung, die am 4. April 2014 von 17:00 bis 23:00 Uhr an vielen Standorten in ganz Österreich zahlreiche interessierte BesucherInnen anlockte.

Tag der Forschung: Bei dem am 14. März 2014 von der KPH Wien/Krems veranstalteten Tag der Forschung wurden drei Vorträge zu Detailbetrachtungen von GeodiKon gehalten: „Geometrieunterricht und Raumvorstellung – Gilt die Genderneutralität?“, „Geometrieunterricht und Raumvorstellung – Zusammenhang mit Mathematik und Deutschnoten?“ und „Geometrieunterricht und Raumvorstellung – Zusammenhang mit der Orientierungsfähigkeit im Sportunterricht?“

Radiobeitrag: Am 16. Mai 2014 wurden in der Zeit von 06:00 bis 09:00 Uhr mehrmals Teile des Radiointerviews zu den Ergebnissen des Forschungsprojekts GeodiKon im ORF Radio Salzburg gesendet.

GeodiKon in der Presse: Mehrere Lokalausgaben der Salzburger Nachrichten informierten im Juni 2014 unter dem Titel „GeodiKon: die Geometrie und ihre Erforschung“ in einem ausführlichen Beitrag über Ablauf und erste Ergebnisse des Projekts.

Vorträge bei österreichischen und internationalen Tagungen (siehe nachstehende Liste) ermöglichten bereits während der Projektdurchführung das Weitertragen des entwickelten pädagogischen Konzepts und der Erkenntnisse aus dem Projekt. Weitere Seminare, Vorträge und Workshops folgten auch nach Projektende.

Verzeichnis der Vorträge, Workshops und Posterpräsentationen

23.9.2013 GeodiKon – Entwicklung eines didaktischen Konzepts für den Geometrieunterricht (Maresch G.; Poster-Präsentation), Symposium der Österreichischen Gesellschaft für Fachdidaktik (ÖGFD), Universität Klagenfurt

7.11.2013 Das Forschungsprojekt GeodiKon (Maresch G.; Vortrag), 34. Geometrietagung, Strobl am Wolfgangsee

5.-7.11.2013 Das Forschungsprojekt GeodiKon (Poster), 34. Geometrietagung, Strobl am Wolfgangsee

13.3.2014 Erfolgreiche Strategien zur Lösung

von Raumvorstellungsaufgaben (Forschungsprojekt GeodiKon) (Maresch G.; Vortrag), Tagung der GDM, Universität Koblenz-Landau (D)

6.8.2014 The Educational Research Project GeodiKon (Maresch G.; Vortrag), The 16th International Conference on Geometry and Graphics, Universität Innsbruck

12.9.2014 Raumvorstellungsvermögen – Bearbeitungsstrategien, Geschlechterunterschiede, Lernmaterialien und mehr – Erste Befunde aus dem Forschungsprojekt GeodiKon (Maresch G.; Vortrag), Tagung des GDM-Arbeitskreises für Geometrie, Universität Saarbrücken (D)

4.11.2014 Ergebnisse zum Forschungsprojekt GeodiKon (Maresch G.; Vortrag), 35. Geometrietagung, Strobl am Wolfgangsee

5.11.2014 GeodiKon. Die Lernmaterialien zum Forschungsprojekt (Maresch G., Müller Th., Scheiber K.; Workshop), 35. Geometrietagung, Strobl am Wolfgangsee

6.11.2014 Zusatzauswertungen zu GeodiKon (Müller Th.; Vortrag), 35. Geometrietagung, Strobl am Wolfgangsee

27.1.2015 Raumvorstellungsvermögen – Bearbeitungsstrategien, Geschlechterunterschiede, Lernmaterialien und mehr – Erste Befunde aus dem Forschungsprojekt GeodiKon (Maresch G.; Vortrag), Mathematisch-didaktisches Kolloquium, Universität Gießen (D)

3.3.2015 Raumintelligenz und Mathematikunterricht (Müller Th.; Vortrag), Tagung der ARGE Mathematik an AHS in Niederösterreich, St. Pölten

12.3.2015 Wie kann das Raumvorstellungsvermögen gefördert werden? (Maresch G.; Vortrag), 10. Tagung der Deutschen Gesellschaft für Geometrie und Grafik, Universität Karlsruhe (D)

16.3.2015 Aspekte zur Förderung des Raumvorstellungsvermögens (Maresch G.; Vortrag), Fortbildung für LehrerInnen der ARGE GZ/DG in Niederösterreich, Melk

16.3.2015 Wie kann ich die unterschiedlichen Gehirnareale der Raumvorstellung fördern und fördern? (Maresch G.; Workshop), Fortbildung für LehrerInnen der ARGE GZ/DG in Niederösterreich, Melk

1.4.2015 Wie kann ich strukturiert die Raumvorstellung fördern? (Maresch G.; Vortrag), MNU-Bundeskongress 2015, Universität Saarbrücken (D)

10.4.2015 Arbeitsblätter zur Raumvorstellungskompetenz aus dem Projekt GeodiKon (Weiß H., Workshop), Fortbildung für LehrerInnen in der Steiermark, Graz

15.4.2015 Das Forschungsprojekt GeodiKon (Maresch G.; Vortrag und Workshop), Tag der Geometrie, Technische Universität Graz

Verzeichnis der Publikationen zu GeodiKon (Stand April 2015)

Maresch G. (2013). *Raumintelligenz – Die Phasen der Raumintelligenzforschung*. In: *Informationsblätter der Geometrie (IBDG)*, Jahrgang 32, Heft 1. Innsbruck.

Maresch G., Svecnik, E. (2013). *Strategien und geschlechtsspezifische Effekte beim Raumvorstellungsvermögen*. In: *Informationsblätter der Geometrie (IBDG)*, Jahrgang 32, Heft 2. Innsbruck.

Maresch G. (2013). *Spatial Ability – The Phases of Spatial Ability Research*. In: *Journal for Geometry and Graphics*, Volume 17.

Maresch G. (2014). *Erfolgreiche Strategien zur Lösung von Raumvorstellungsaufgaben (Forschungsprojekt GeodiKon)*. In: *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014*, Band 2, 791-794. WTM Verlag, Münster.

Maresch G., Müller Th., Scheiber K. (2014). *Die Lernmaterialien des Projekts GeodiKon – Einschätzung durch die TestklassenlehrerInnen*. In: *Informationsblätter der Geometrie (IBDG)*, Jahrgang 33, Heft 1. Innsbruck.

Maresch G. (2014). *Strategien für die Bearbeitung von Raumvorstellungsaufgaben*. In: *Informationsblätter der Geometrie (IBDG)*, Jahrgang 33, Heft 1. Innsbruck.

Maresch G. (2014). *Strategies for Assessing Spatial Ability Tasks*. In: *Journal for Geometry and Graphics*, Volume 18.

Maresch G., Müller Th., Scheiber K. (Hrsg.) (2014). *GeodiKon. Die Lernmaterialien – Praktische Raumvorstellungsübungen für den Geometrie- und Mathematikunterricht mit Lösungen*. Studienverlag, Innsbruck-Wien-Bozen.

Fischer J. (2014). *Räumliche Intelligenz und Schulnoten. Bachelorarbeit; Kirchliche Pädagogische Hochschule Wien/Krems, Campus Krems-Mitterau*.

Lechner J. (2014). *Koordinative Fähigkeiten und Raumvorstellung. Bachelorarbeit; Kirchliche Pädagogische Hochschule Wien/Krems, Campus Krems-Mitterau*.

Jukic A. (2014). *Raumvorstellung – eine Frage des Geschlechts? Bachelorarbeit; Kirchliche Pädagogische Hochschule Wien/Krems, Campus Krems-Mitterau*.

Pöhacker M. (2014). *Raumvorstellung und Leistungsfeststellung. Bachelorarbeit; Kirchliche Pädagogische Hochschule Wien/Krems, Campus Krems-Mitterau*.

Maresch G. (2014). *GeodiKon – Entwicklung eines didaktischen Konzepts für den Geometrieunterricht der Sekundarstufe I mit speziellem Fokus auf die Faktoren der Raumvorstellung und unterschiedliche Strategien zur Lösung von geometrischen Aufgaben*. In: *phresearch*. Salzburg.

Müller Th. (2014). *Was hat die Raumvorstellung mit dem Geschlecht, den Schulnoten, der Orientierungsfähigkeit im Sportunterricht und der Mitarbeit im Unterricht zu tun? Ergebnisse von Begleituntersuchungen im Rahmen des GeodiKon-Projekts*. In: *Informationsblätter der Geometrie (IBDG)*, Jahrgang 33, Heft 2. Innsbruck.

Maresch, G. (2014). *The Educational Research Project GeodiKon: Pointing Accuracy, Strategies and Gender-Specific Effects*. In: *Hans-Peter Schröcker and Manfred Husty, editors, Proceedings of the 16th International Conference on Geometry and Graphics*, pages 301-309. Innsbruck University Press, Innsbruck.

Maresch G. (eingereicht 2014). *How to develop spatial ability? Factors, Strategies and Gender-specific Findings*. In: *Journal for Geometry and Graphics*.

Maresch G. (2015). *Wie kann die Raumintelligenz gefördert werden? Faktoren, Strategien und geschlechtsspezifische Befunde*. In: *Mathematik im Unterricht*, Ausgabe 6. Salzburg.

Maresch G. (2015). *Raumvorstellungsvermögen: Beiträge des Geometrieunterrichts und Genauigkeit der Richtungsanzeige*. In: *Tagungsband 2014 des Arbeitskreises Geometrie in der GDM*. Berlin.

Hirsch M. (2015). *Wer denkt räumlicher? Zocker oder Sportler?* Diplomarbeit; Universität Salzburg.

Müller Th. (2015). *Gender, Schulnoten und Orientierungsfähigkeit – Untersuchungen im Rahmen des Projekts Geodikon*. In: Lindner D., Krobath Th. (Hrsg.)

(2014). *Schriften der Kirchlichen Pädagogischen Hochschule Wien/Krems, Band 10: Vielfalt(en) erforschen*. Wien.

Müller Th. (2015). *Über die Effektstärke der GeodiKon-Materialien nach John Hattie*. In: *Informationsblätter der Geometrie (IBDG)*, Jahrgang 34, Heft 1. Innsbruck.

Jarnot J. (2015). *Das räumliche Vorstellungsvermögen – Ausgewählte Raumvorstellungsaufgaben und Lösungsstrategien in Hinblick auf das GeodiKon-Projekt*. Vorwissenschaftliche Arbeit; Konrad Lorenz Gymnasium, Gänserndorf.

Maresch G., Müller Th., Scheiber K. (2015). *Das war GeodiKon – Der Versuch einer kompakten Zusammenfassung*. In: *Informationsblätter der Geometrie (IBDG)*, Jahrgang 34, Heft 1. Innsbruck.