



Medienvielfalt im *Mathematikunterricht*

Forschungsprojekt des
Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kultur
bm:bwk

Medienvielfalt im Mathematikunterricht

SUMMARY

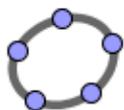
verfasst von

Mag. Irma Bierbaumer
Mag. Gabriele Bleier
Dr. Anita Dorfmayr
Dr. Franz Embacher
Dr. Helmut Heugl
Mag. Klaus Himpsl

Dr. Markus Hohenwarter
Mag. Gabriele Jauck
Mag. Walter Klinger
Mag. Andreas Lindner
Mag. Evelyn Stepancik
Mag. Walter Wegscheider

in Zusammenarbeit mit Dr. Thomas Himmelbauer, Mag. Petra Oberhuemer, Dr. Edeltraud Schwaiger, Dr. Hildegard Urban-Woldron und den Testlehrerinnen und Testlehrern

Hollabrunn, Dezember 2006



GeoGebra



Eine Galerie multimedialer Lernhilfen

mathe online

für Schule, Fachhochschule,
Universität und Selbststudium

Medienvielfalt im Mathematikunterricht

gemeinsames Projekt von ACDCA, mathe online und GeoGebra

Kurzbericht

Gefördert vom Bundesministerium für
Bildung, Wissenschaft und Kultur
und vom
Pädagogischem Institut des
Bundes in Niederösterreich, Abt. AHS

Oktober 2006

Im Rahmen des Projekts *Medienvielfalt im Mathematikunterricht* wurden exemplarisch Perspektiven für einen technologisch zeitgemäßen und schülerInnenzentrierten Mathematikunterricht aufgezeigt. Die entwickelten Materialien (Lernpfade) wurden im praktischen Unterrichtseinsatz getestet und einer Evaluation unterzogen. Sie stehen allen interessierten LehrerInnen (und auch SchülerInnen) unter <http://www.austromath.at/medienvielfalt/> zur Verfügung.

Ausgangslage

Innovationen im Mathematikunterricht fanden im letzten Jahrzehnt vor allem auf zwei Ebenen statt: auf der Ebene der „Neuen Medien“ und auf der Ebene der „Neuen Lernkultur“:

- Einerseits stehen zahlreiche technologische und mediale Werkzeuge sowie eine große Anzahl unterschiedlich aufbereiteter Lehr- und Lernmaterialien zu mathematischen Themen zur Verfügung. Von interaktiven Visualisierungen (Applets) und Tests über dynamische Geometrie bis zur Computeralgebra werden zahlreiche Ressourcen angeboten, die im Unterricht eingesetzt werden können.
- Andererseits finden Konzepte schülerInnenzentrierter Lernformen (Stationenbetriebe, Lernspiralen, eigenverantwortliches Arbeiten,...) in zunehmenden Ausmaß Eingang in den Unterricht und in die LehrerInnenfortbildung.

Für viele KollegInnen an den Schulen stellten sich diese technologischen, medialen und pädagogischen Ansätze (die zum Teil mit konkreten Initiativen wie ACDCA und mathe online verbunden waren) bis vor kurzem als voneinander getrennte „Lösungen für den Unterricht“ dar, und oft wurde eine Entscheidung für *einen* Weg getroffen.

Projektziele

In dem von den Initiativen ACDCA (<http://www.acdca.ac.at/>), mathe online (<http://www.mathe-online.at/>) und GeoGebra (<http://www.geogebra.at/>) initiierten Projekt *Medienvielfalt im Mathematikunterricht* wurden Wege aufgezeigt, wie diese Aufspaltung überwunden werden kann. Die zentralen Ziele des Projekts waren die Entwicklung von Konzepten für eine ideale Medien- und Methoden-Kombination unter Integration der zur

Verfügung stehenden Technologien. In dem im Juni 2004 eingereichten Proposal wurden als die wichtigsten Ziele angegeben:

- Entwicklung innovativer Einsatzszenarien für Web-basierte Technologien bei ständiger Verfügbarkeit des Werkzeugs CAS.
- Gemeinsame Entwicklung von exemplarischen Lernpfaden unter Nutzung von Computeralgebrasystemen und Web-basierten Technologien ggf. im Zusammenspiel mit LMS / CMS (Learning Management Systemen / Content Management Systemen).
- Aufbau von Kommunikations- und Kooperationsabläufen zwischen EntwicklerInnen und Lehrenden in der Unterrichtspraxis.
- Einsatz der entwickelten Produkte in der LehrerInnenfortbildung. Untersuchung der Auswirkungen des Einsatzes neuer Lehr-/Lernmedien auf das Lehren und Lernen (Konsequenzen für die didaktische Aufbereitung des Unterrichtsstoffes, Lernerfolg, Möglichkeit zur individuellen Lernprozessgestaltung).

Die erzeugten Materialien sollen LehrerInnen angesichts der Vielfalt der bestehenden Angebote als Hilfestellung dienen und Impulse für kommende Standard- und Lehrplanentwicklungen geben können.

Das Projekt wurde in den Jahren 2004 – 2006 durchgeführt. Seine wichtigsten Strukturen, Aktivitäten und Phasen werden im Folgenden kurz zusammengefasst.

Projektorganisation

Das Projektteam bestand zu Beginn aus 14, am Projektende aus 12 Personen. Insgesamt fanden 10 Projekttreffen des gesamten Teams statt. Die organisatorische Detailplanung, die Vorbereitung der Infrastruktur, die Entwicklung der Detailkonzepte und Materialien sowie die technische Umsetzung fanden in kleineren Arbeitsgruppen bzw. in Einzelarbeit statt. Insgesamt waren etwa 100 derartige Treffen zu verzeichnen. Zur Unterstützung der Kommunikation wurden ein Wiki (zur gemeinsamen Arbeit an Planungsdokumenten) und eine Mailingliste eingesetzt.

Entwicklung von Konzepten und Materialien

Als gemeinsame äußere Form der entwickelten Materialien wurde das Konzept des *Lernpfades* gewählt. Ein Lernpfad ist eine Sequenz kleinerer Lerneinheiten (Visualisierungen, dynamischen Arbeitsblättern, Texten, Aufgabenstellungen,...), die am Web abrufbar ist und direkt von den SchülerInnen (innerhalb einer oder mehrerer Unterrichtsstunden) bearbeitet werden soll.

Mit jedem Lernpfad sind ausführliche methodisch-didaktische Erläuterungen verbunden, die sich an die LehrerInnen richten und konkrete Vorschläge zur Unterrichtsmethodik (vor allem betreffend die Wahl der Lern- und Sozialformen) darstellen.

Medienvielfalt
im **Mathematikunterricht**

Eine Kooperation der Mathematikinitiativen:

Eine Galerie multimedialer Lernhilfen
mathe online für Schule, Fachhochschule,
Universität und Selbststudium

CDCCA Center for Diagnostics of Computer Algebra

GeoGebra

Testversion Lernpfade
Jänner 2006
Unterstützt durch das **bm:bwk**

Zusatzangebote auf der CD: Unterrichtsmaterialien und Software der drei Initiativen

Um die Breite innovativen Medieneinsatzes aufzuzeigen, wurden 14 Lernpfade für alle Schulstufen ab der 2. Klasse Unterstufe entwickelt:

- Geometrie (2. Klasse)
 - **Koordinatensystem** und geometrische Grundbegriffe
 - **Kongruenz** - vermuten, erklären, begründen
 - **Dreiecke - Merkwürdige Punkte**
- Satz von Pythagoras (3. /4. Klasse)
 - **Pythagoras** (3. Klasse)
 - **Pythagoras im Raum** (4. Klasse)
- Beschreibende Statistik (4. Klasse)
 - **Beschreibende Statistik**
- Zylinder - Kegel - Kugel (4. Klasse)
 - **Zylinder - Kegel - Kugel**
- Funktionen (5. Klasse)
 - **Funktionen - Einstieg**
- Vektorrechnung (5. / 6. Klasse)
 - **Vektorrechnung in der Ebene, Teil 1**
 - **Vektorrechnung in der Ebene, Teil 2**
- Wahrscheinlichkeitsrechnung (6. / 7. Klasse)
 - **Einführung in die Wahrscheinlichkeitsrechnung**
- Differentialrechnung (7. Klasse)
 - **Einführung in die Differentialrechnung**
- Integralrechnung (8. Klasse)
 - **Einführung in die Integralrechnung**
- Kryptographie (WPG)
 - **RSA-Algorithmus: Asymmetrische Verschlüsselung**

Die Lernpfade sind für den Einsatz in AHS, BHS und APS geeignet (wobei sich die angegebene Klassenzuordnung am Lehrplan der AHS orientiert). Sie stehen unter <http://www.austromath.at/medienvielfalt/> frei zur Verfügung.

Die Bedeutung der Verbindung elektronischer Medien mit Neuer Lernkultur wuchs im Laufe der Entwicklungsarbeiten (und kommt daher in den Lernpfaden stärker zum Ausdruck als noch vor Projektbeginn im Proposal formuliert). Vom gegenwärtigen Standpunkt aus betrachtet kann diese Verbindung als *der* zentrale innovative Ansatzpunkt des Projekts angesehen werden. Insbesondere wurde jeder Lernpfad so gestaltet, dass er sich zur Unterstützung einer oder mehrerer Lernformen, etwa

- als Lernspirale (im Sinn von eigenverantwortlichem Arbeiten),
- als Stationenbetrieb mit Pflicht- und Wahlaufgaben oder
- als eLearning-Sequenz, ggf. unter Einbeziehung einer Lernplattform

eignet. Ein weiterer innovativer Aspekt des Projekts besteht in der engen Verbindung von CAS-Techniken mit dem Einsatz von Visualisierungen und dynamischer Geometrie. Weiters finden sich in den Lernpfaden zahlreiche Aufgabenstellungen, die sich als Standardaufgaben eignen. Davon wurden einige gemäß dem österreichischen Kompetenzmodell kategorisiert und sollten in den öffentlichen Orientierungspool für Standardaufgaben aufgenommen werden.

Die Testversion der Lernpfade wurde im Dezember 2005 freigegeben und (um auch den Einsatz im Offline-Betrieb zu ermöglichen) für TestlehrerInnen und TeilnehmerInnen der Medienvielfalt-Fortbildungsveranstaltungen auf CD zur Verfügung gestellt.

Evaluation der Materialien im Mathematikunterricht

Um die Materialien im konkreten Unterrichtseinsatz unter möglichst unterschiedlichen Bedingungen zu testen, erging ein Aufruf an die österreichischen AHS- und BHS-LehrerInnen, sich an einer umfangreichen Evaluation zu beteiligen. Insgesamt haben sich ca. 140 LehrerInnen und ca. 2500 SchülerInnen im Zeitraum November 2005 – März 2006 für die Testphase angemeldet. Als Evaluationsinstrumente wurden je ein Online-Fragebogen für LehrerInnen und SchülerInnen verwendet.

Rückmeldungen der SchülerInnen

(1) Allgemeine Angaben

An der externen Evaluation nahmen 1538 Schüler/innen aus 88 Klassen teil, davon waren 36 aus der Unterstufe und 52 aus der Sekundarstufe II (AHS und BHS). 49% waren männliche Schüler und 51% weibliche Schülerinnen. 57% der Schüler/innen gaben an (vergleiche die Zahlen bei TIMSS und PISA!), dass Mathematik ein Fach ist, das sie gerne mögen.

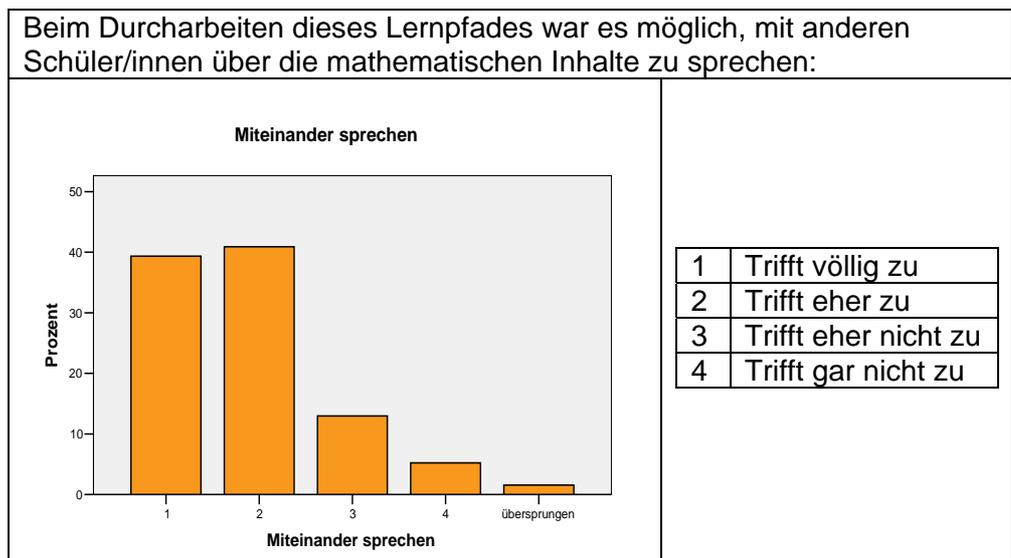
(2) Angaben zu den Lernpfaden:

Die Gestaltung der Lernpfade wurde von den Schüler/innen sehr positiv beurteilt. 69% gaben an, dass ihnen das Layout der Lernpfade sehr gut gefallen hat. Die in den Lernpfaden verwendete Sprache war für 79% der Schüler/innen „zur Gänze“ bzw. „größtenteils“ verständlich. Die am häufigsten verwendete Software bei der Bearbeitung der Lernpfade war GeoGebra, gefolgt von Excel und Derive.

Über 60% der Schüler/innen gaben an, dass die interaktiven Übungen in den Lernpfaden beim Verständnis der Lerninhalte geholfen haben. Wiederum mehr als die Hälfte der Schüler/innen – nämlich 65% - bejahten die Frage, ob sie wieder mit einem Lernpfad im Mathematikunterricht arbeiten möchten.

Die Hypothese, dass die Erarbeitung von Lernpfaden auch die **kommunikativen Kompetenzen** fördert, wurde durch folgende Ergebnisse unterstützt.

Für 81% der Schüler/innen traf es völlig bzw. eher zu, dass es beim Durcharbeiten des Lernpfades möglich war, mit anderen Schüler/innen über die mathematischen Inhalte zu sprechen. Mehr als die Hälfte der Schüler/innen meinen, dass sie beim Erlernen der mathematischen Inhalte mit dem Lernpfad allein oder mit anderen gemeinsam Ideen und Argumente austauschen konnten. Gegenseitiges Helfen und gemeinsames Arbeiten wurde durch diese Lernpfade bzw. deren methodische Umsetzung in erfreulichem Ausmaß umgesetzt.



Ein Ziel von Lernpfaden ist die Steigerung und Bewusstmachung der **Eigenverantwortlichkeit** von Schüler/innen für den eigenen Lernprozess. 85% der Schüler/innen stimmten der Aussage: „Beim Erlernen der Inhalte mit diesem Lernpfad war ich selbst für meinen Lernfortschritt und Lernprozess verantwortlich“, zu. Daraus resultierend sollten die Schüler/innen befähigt werden, die Inhalte besser zu erfassen. Die Frage nach dem **Verständnis** von Sinn und Bedeutung der neu erlernten Begriffe wird von rund 70% der Schüler/innen bejaht. Lernpfade haben das Ziel, die **Motivation** zu erhöhen. Viele Schüler/innen – rund 60% - haben diesen Lernpfad mit Neugier, Engagement sowie Lust am Denken und mathematischen Tun absolviert. Im Bereich der Unterstufe werden hier deutlich bessere Ergebnisse erzielt. Die allgemeine Zufriedenheit mit den Lernpfaden war auf Seiten der Schüler/innen sehr hoch.

Rückmeldungen der LehrerInnen:

(1) Allgemein:

An der externen Evaluation nahmen 74 Lehrer/innen teil, wobei manche auch mit zwei oder drei Klassen teilnahmen, so dass sich 88 ausgefüllte Fragebögen ergaben. Bei der Frage nach der Teilnahme an besonderen Projekten der betreffenden Schulen zeigte sich, dass erwartungsgemäß relativ viele Kolleg/innen von Schulen mit E-Learning-Schwerpunkten (eLSA, eLC) teilnahmen. Im einzelnen wurden genannt: eLSA: 23x, eLC: 5x, IMST: 22x, TEOS: 3x, ... - andere: EU-Projekte: 6x.

Bei der Frage nach den Vorerfahrungen bzgl. Neuer Lernkultur und E-Learning ergab sich ein recht erfreuliches Bild. Keine Vorerfahrungen mit Lernspiralen hatten nur 30%, mit Stationenbetrieben 23%, mit Lernsequenzen nur 14%, und mit Lernplattformen 40%.

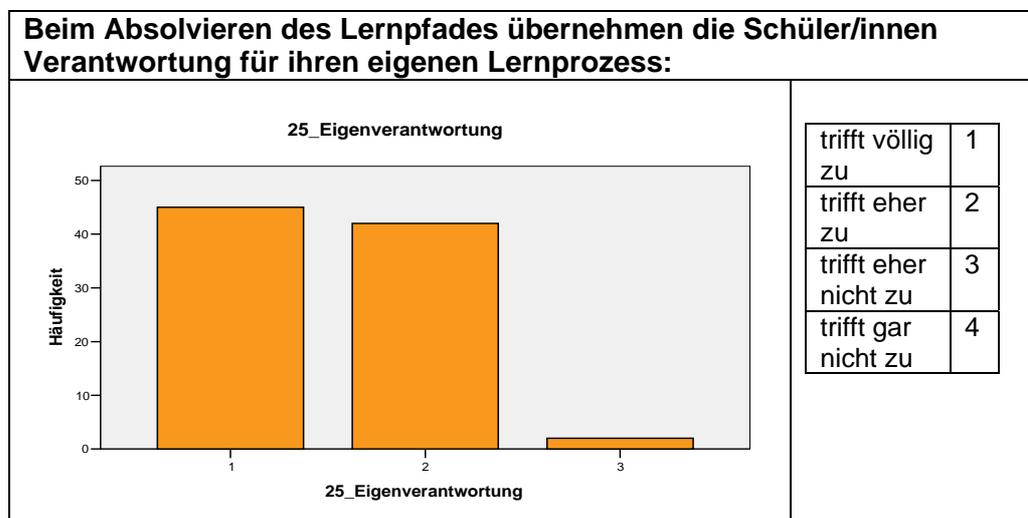
(2) Zu den Lernpfaden:

Die dabei vorgeschlagene Anzahl von Unterrichtseinheiten konnten 64% der Kolleg/innen einhalten. Mit 73% hielten sich die meisten Lehrer/innen an die methodischen Anweisungen. Die Fragen, ob die genannten Vorkenntnisse in inhaltlicher, methodischer und technischer Hinsicht ausreichend gewesen seien, wurden sehr positiv bewertet und mit 99%, 96% und 96% mit „Ja“ beantwortet.

Die Stärkung der **Kommunikation** und **Eigenverantwortung** der Schüler/innen wurde von den Lehrer/innen noch stärker wahrgenommen. Dies widerlegt das weit verbreitete Vorurteil, dass E-Learning schweigende Einzelbeschäftigung mit dem Computer sei.

87% der Lehrer/innen waren der Meinung, dass die vorgeschlagene Unterrichtsmethode die Kommunikation der Schüler/innen untereinander eher fördere.

Die positive Erwartung der Autor/innen, dass die Lernpfade die Eigenverantwortung der Schüler/innen fördern, wurde mit 98% Zustimmung („trifft völlig zu“ oder „trifft eher zu“) voll bestätigt. Die Rubrik „trifft gar nicht zu“ wurde nicht ausgewählt.



Bei den Abschlussmitteilungen, die in offener Frageform gegeben werden konnten, war der Grundtenor ebenfalls positiv. Jedoch wurden auch etliche kritische Anmerkungen gemacht, die aber überwiegend konstruktiv waren.

Interne Evaluation

Neben der externen Evaluation wurde ein internes Begutachtungsverfahren (innerhalb des Projektteams) durchgeführt, um eine optimale Basis für eine mögliche weitere Überarbeitung zu schaffen.

Öffentlichkeitsarbeit

Um die im Rahmen des Projekt entwickelten Konzepte und Materialien an KollegInnen weiterzugeben, wurden, neben der Produktion der bereits oben erwähnten CD, folgende Wege beschritten:

- In Kooperation mit Pädagogischen Instituten wurde eine Reihe von Bundesseminaren zur Medienvielfalt organisiert. Einige dieser Seminare wurden gleichzeitig dazu genutzt, die TestlehrerInnen des Projekts kennen zu lernen, ihnen die entwickelten Materialien vorzustellen und eine erste Feedbackschleife in Gang zu setzen.
- Im Jahr 2006 wurde in jedem österreichischen Bundesland ein *Medienvielfaltstag* abgehalten, an denen 221 LehrerInnen teilgenommen haben. Diese Aktivitätsschiene sprach erfahrungsgemäß ein weiteres Segment von LehrerInnen an und soll auch in den kommenden Jahren beibehalten werden. Die Medienvielfaltstage sollen weiter fortgesetzt werden.
- Die Inhalte des Projekts wurden auf nationalen und internationalen Tagungen vorgestellt (Deutschland - Dresden, Finnland, Guatemala, Medientage in Wels, Schulmathematik-Tage in Wien, Bildung Online in Hall, Interpädagogika 2005, ÖMG-Tagung, ...).

Insgesamt lässt sich als Resümee eine erstaunliche Breitenwirkung des Projekts und ein großes Interesse seitens der KollegInnen an den Schulen feststellen.

Finanzmittel

Die zur Verfügung gestellten Finanzmittel wurden zum Großteil zur Abgeltung der Fahrt- und Unterkunfts-Kosten (10 Gesamt-Projekttreffen und viele Arbeitstreffen zur Entwicklung der Lernpfade) sowie für die Organisation und Durchführung der Medienvielfaltstage und die Produktion der CD aufgewendet.

Erfahrungen der ProjektteilnehmerInnen

Die Arbeit an Konzepten und Beispielen für das Zusammenspiel einer Vielfalt von Medien, Werkzeugen und Methoden stellte nicht nur einen Schritt zur Erweiterung der Einsatzmöglichkeiten elektronischer Lernhilfen dar, sondern brachte auch eine Erweiterung des persönlichen Horizonts der ProjektteilnehmerInnen mit sich. Besonders erfreulich wurde die problemlose Kooperation von KollegInnen empfunden, die ursprünglich aus verschiedenen Initiativen und „Richtungen“ kamen.

Ausblick

Mit dem Abschluss des Projekts kommen die Aktivitäten zur Weiterentwicklung des Mathematikunterrichts der drei Initiativen nicht zum Stillstand.

- Bereits zur Laufzeit des Projekts wurden Überlegungen zu einem Nachfolgeprojekt angestellt, in dessen Rahmen einzelne Aspekte, denen in der nahen Zukunft eine herausragende Bedeutung zukommen wird, vertieft werden sollen:
 - Vertiefung der Verbindung elektronischer Medien mit Neuer Lernkultur.
 - Elektronische Medien in der exaktifizierenden und vernetzenden Lernphase
 - Konzipierung eines Längsschnitts von der 1. bis zur 8. Klasse AHS.
 - Untersuchungen zur Nachhaltigkeit
 - Einsatz von Lernplattformen und Social Software im Mathematikunterricht.
 - Gender-Aspekte
- Die erfolgreichen Traditionen der Medienvielfaltstage und der Kooperation mit nationalen Bildungsinstitutionen zur Abhaltung von MultiplikatorInnenseminaren sollen weitergeführt werden.
- Überarbeitung der bestehenden Lernpfade
- Im September 2006 wurde eine internationale Kooperation begonnen: In einem Treffen mit KollegInnen der Initiative *Pentagrammgruppe* aus Deutschland, die von Hans-Georg Weigand und Jürgen Roth initiiert wurde und das Konzept der Lernpfade aufgegriffen hat, wurde eine künftige Zusammenarbeit zu den Themen
 - Qualitätskriterien für Lernpfade
 - Möglichkeiten für die Testung des Lernzuwachses und der Nachhaltigkeit des im Lernpfad-Einsatz erworbenen Wissens
 - Möglichkeiten der „Individualisierung“ webbasierter Lernpfaden durch LehrerInnen für einzelne Klassenvereinbart.

Weitere Informationen zum Projekt *Medienvielfalt und Mathematikunterricht* und seinen Ergebnissen sind dem unter <http://www.austromath.at/medienvielfalt/> zur Verfügung stehenden ausführlicheren Endbericht zu entnehmen.

Projektteam:

Mag. Irma Bierbaumer
Mag. Gabriele Bleier
Dr. Anita Dorfmayr
Dr. Franz Embacher
Dr. Helmut Heugl
Mag. Klaus Himpsl
Dr. Markus Hohenwarter
Mag. Gabriele Jauck
Mag. Walter Klinger
Mag. Andreas Lindner
Mag. Petra Oberhuemer
Mag. Evelyn Stepancik
Mag. Walter Wegscheider