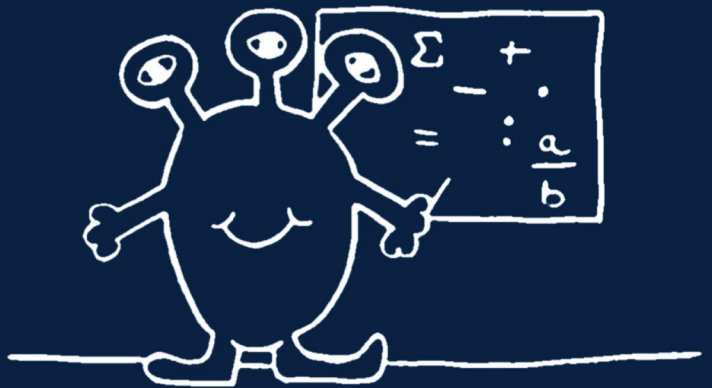


Hanna Gärtner

DIE IMPLEMENTIERUNG EINES FORSCHEND-ENTDECKENDEN UNTERRICHTSANSATZES

Am Beispiel von Mathe.Forscher:
Entdecke Mathematik in deiner Welt



Die Implementierung eines forschend-entdeckenden Unterrichtsansatzes

Hanna Gärtner

Die Implementierung eines forschend-entdeckenden Unterrichtsansatzes

Am Beispiel von Mathe.Forscher:

Entdecke Mathematik in deiner Welt

Um aus dieser Publikation zu zitieren, verwenden Sie bitte diesen DOI Link:
<https://doi.org/10.22602/IQ.9783745870640>

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über
dnb.dnb.de abrufbar.



PubliQation – Wissenschaft veröffentlichen

Ein Imprint der [Books on Demand GmbH](#), In de Tarpen 42, 22848 Norderstedt

© 2022 Hanna Gärtner

Umschlagdesign, Herstellung und Verlag: BoD – [Books on Demand GmbH](#),
In de Tarpen 42, 22848 Norderstedt

ISBN Print 978-3-7458-7061-9

ISBN ePDF 978-3 7458-7064-0

Danksagung

Die vorliegende Arbeit ist am Institut für Didaktik der Mathematik und Informatik der Goethe-Universität Frankfurt/Main in der Arbeitsgruppe von Herrn Prof. Dr. Matthias Ludwig entstanden.

An dieser Stelle möchte ich zuallererst meinem Doktorvater Prof. Dr. Matthias Ludwig danken, der mir das Entstehen der vorliegenden Arbeit ermöglichte. Seine Betreuung während meiner Zeit an der Goethe-Universität trieb die Weiterentwicklung der Arbeit unter anderem durch seinen unermüdlichen Ideenreichtum stets voran. Außerdem gab er mir über diese Zeit die Möglichkeit zu nationalem und internationalem Austausch mit Fachkolleginnen und -kollegen. Dafür gebührt ihm mein ausdrücklicher Dank.

Des Weiteren möchte ich mich bei Prof. Dr. Stefan Zehetmeier für sein Interesse an dieser Arbeit und seine hilfreichen Ideen bedanken. Seine konstruktiven Impulse bereicherten diese Arbeit sowohl während des Entstehungsprozesses als auch in der Überarbeitungsphase.

Ein ganz besonderer Dank gilt Prof. Dr. Jens-Holger Lorenz und Sabine Harbauer, die mir innerhalb und außerhalb der Entstehung dieser Dissertation stets mit Rat und Tat zur Seite standen.

Ohne die Gemeinschaft und den Austausch in der Arbeitsgruppe MATIS I mit Philipp, Xenia, Adi, Iwan, Jörg und Simone wäre diese Arbeit nicht so geworden, wie sie letztendlich wurde. Danke dafür.

Danke außerdem an Dr. Björn Walter, der geduldig all meine Fragen bezüglich Auswertungsmethodik und Statistik beantwortete.

Daneben danke ich der Stiftung Rechnen und allen Lehrkräften, die mich durch ihre Bereitschaft, gemeinsam mit ihren Schülerinnen und Schülern an der Studie teilzunehmen, unterstützten.

Und zuletzt ein großes und herzliches DANKE für sämtlichen Rückhalt, jedwede Ermutigung und jegliche Unterstützung an diejenigen, die sehr genau wissen, dass sie gemeint sind.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung.....	5
1 Einleitung.....	11
1.1 Problemstellung.....	11
1.2 Strukturierung der Arbeit	16
Teil I – Grundlage der Studie.....	23
2 Theoretischer Hintergrund.....	24
2.1 Forschendes und entdeckendes Lernen	24
2.1.1 Forschende und entdeckende Unterrichtskonzepte	30
2.1.2 Forschendes und entdeckendes Lernen im Mathematikunterricht	34
2.1.3 Zusammenfassung	40
2.2 Lehrerfortbildungen und ihre Wirkung	43
2.2.1 Lehrerfortbildungen im Fach Mathematik	43
2.2.2 Wirksamkeit von Lehrerfortbildungen	45
2.2.3 Kriterien effektiver Fortbildungen	56
2.2.4 Zusammenfassung	62
2.3 Einstellungen gegenüber Mathematik	64
2.3.1 Einstellungen, Beliefs, Weltbilder, Attitudes... ..	64
2.3.2 Einstellungen gegenüber Mathematik und Mathematikunterricht	69
2.3.3 Zusammenfassung	75
3 Forschungsgegenstand: Mathe.Forscher	79
3.1 Ziele von Mathe.Forscher.....	79
3.1.1 Freude vermitteln und Bezüge herstellen	82
3.1.2 Forschend-entdeckendes Lernen verankern	83

3.1.3	Transfermöglichkeiten bieten	84
3.2	Beispiele zweier Mathe.Forscher-Einheiten.....	85
3.3	Bausteine von Mathe.Forscher	92
3.3.1	Vernetzung	94
3.3.2	Begleitung.....	97
3.3.3	Fortbildung	103
3.4	Entstehungsgeschichte.....	104
3.5	Forschend-entdeckendes Lernen in Mathe.Forscher	108
3.6	Wirkungen von Mathe.Forscher	111
Teil II – Die Studie		117
4	Fragestellungen	118
4.1	Forschungsfrage 1: Lehrende	122
4.2	Forschungsfrage 2: Lernende	123
5	Forschungsmethodik	126
5.1	Untersuchungsdesign.....	126
5.1.1	Untersuchungsdurchführung	127
5.1.2	Beschreibung der Ausgangsstichprobe.....	130
5.2	Messinstrumente	134
5.2.1	Pilotstudie	135
5.2.1.1	Fragebögen der Lehrenden	135
5.2.1.2	Fragebögen der Lernenden	147
5.2.1.3	Interviews der Lernenden	153
5.2.2	Hauptuntersuchung.....	160
5.2.2.1	Fragebögen	160
5.2.2.2	Interviews	162
5.3	Bildung und Beschreibung der Analysestichproben.....	163
5.3.1	Übersicht aller Teilnehmenden.....	163
5.3.2	Gruppeneinteilung der Stichprobe.....	165

5.4	Auswertungsverfahren.....	168
5.5	Verwendete Programme	172
Teil III – Ergebnisse der Studie		175
6	Ergebnisse.....	176
6.1	Ergebnisse zu Forschungsfrage 1	176
6.1.1	Hypothese 1.1: Statische Sicht auf Mathematik und Mathematikunterricht	177
6.1.2	Hypothese 1.2: Dynamische Sicht auf Mathematik und Mathematikunterricht	185
6.1.3	Hypothese 1.3: Zustimmung zu den Mathe.Forscher-Dimensionen	190
6.1.4	Zusammenfassung	200
6.2	Ergebnisse zu Forschungsfrage 2	201
6.2.1	Hypothese 2.1: Einstellungen der Lernenden.....	201
6.2.2	Hypothese 2.2: Verknüpfung von Mathematik	211
6.2.3	Hypothese 2.3: Freude.....	216
6.2.4	Zusammenführung der Ergebnisse von H2.2 und H2.3	218
6.2.5	Zusammenfassung	221
7	Diskussion der Ergebnisse.....	223
7.1	Wirkung auf die Lehrenden.....	223
7.2	Wirkung auf die Lernenden.....	231
8	Reflexion, Empfehlungen, Ausblick und Fazit	235
8.1	Kritische Reflexion der Untersuchung	235
8.1.1	Untersuchungsdesign und -durchführung.....	235
8.1.2	Stichprobe.....	238
8.1.3	Messwerkzeuge	240
8.2	Fazit	242
8.3	Empfehlungen	245
8.4	Ausblick	249

9	Zusammenfassung.....	256
10	Verzeichnisse und Anhang.....	263
	Literaturverzeichnis	264
	Tabellenverzeichnis	285
	Abbildungsverzeichnis.....	291
A	Anhang	293
A.1	Fragebögen	293
A.1.1	Fragebögen der Lehrenden	293
A.1.2	Faktorenanalyse und Reliabilitäten der Lehrendenfragebögen (Teil A)	310
A.1.3	Faktorenanalyse und Reliabilitäten der Lehrenden-Fragebögen (Teil B)	314
A.1.4	Varianzanalysen Lehrende	317
A.1.5	Fragebögen der Lernenden	338
A.1.6	Faktorenanalysen und Reliabilitäten Pilotierung Lernende.....	346
A.1.7	Varianzanalysen Lernende	349
A.1.8	Kovarianzanalyse Lernende (Gender)	358
A.1.9	MC-Item (McNemar-Test)	363
A.1.10	F-ML (Chi-Quadrat-Test).....	365
A.2	Interviews	367
A.2.1	Interviewleitfaden Lernende.....	367
A.2.2	Transkriptionsanweisung.....	369
A.2.3	Kodierleitfäden Lernende	373
A.2.4	Übersichtstabelle der Codes nach laufender Nummer.....	380

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Forschend-entdeckendes Lernen erfreut sich seit Jahren immer größerer Beliebtheit. Zählt man die Tagungsbeiträge der deutschen Jahrestagung für Didaktik der Mathematik anhand des Vorkommens dieses Unterrichtskonzept in den Überschriften, so steigt die Anzahl von zwei Beiträgen im Jahr 2005 (GDM, 2005) auf sieben Beiträge im Jahr 2015 (Caluori, Linneweber-Lammerskitten, & Streit, 2015). Auch auf europäischer Ebene wird dieser Anstieg deutlich. Im englischsprachigen Raum bezeichnet *inquiry-based-learning* das forschend-entdeckende Lernen. In den Veröffentlichungen des Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME) war 2005 nur eine Überschrift mit Bezug zum *inquiry-based-learning* (IBL) zu finden (Bosch, 2006). Die Anzahl dieser Beiträge in den CERME-Proceedings stieg bis 2019 auf zehn Beiträge an (Jankvist, 2019). Auf internationaler Ebene wird dieser Trend ebenfalls beobachtet und in der Literatur beschrieben (vgl. u.a. Artigue & Blomhøj, 2013).

Argumente dafür, warum der forschend-entdeckende Unterrichtsansatz Einzug in die Klassenzimmer finden sollte, finden sich unter anderem in den verschiedenen Lerntheorien. Betrachtet man zum Beispiel die Selbstbestimmungstheorie nach Deci & Ryan (2004) genauer, so stehen

hier die drei Grundbedürfnisse des Menschen nach Kompetenz, Autonomie und sozialer Eingebundenheit als unterstützende Faktoren zur Förderung von Motivation, Leistung und Wohlbefinden (Ryan & Deci, 2004, S. 27). Forschendes Lernen begünstigt diese Aspekte in besonderer Weise. Auch konstruktivistische Theorien geben Anhaltspunkte auf den Vorteil von forschend-entdeckendem Lernen. Das individuelle Erkennen eines Sinns hinter Gelerntem überzeugt und motiviert mehr als von außen gesetzter Sinn (Reich, 2008, S. 95). Die Selbstbestimmung und auch die Selbsttätigkeit – zwei Kerninhalte des forschend-entdeckenden Lernens – spielen dabei eine große Rolle (Reich, 2008, S. 138, 140). Klafki benennt forschend-entdeckendes Lernen als Grundvoraussetzung beim kritisch-konstruktiven Lernen (Klafki, 1991).

Um forschend-entdeckendes Lernen im Unterricht zu verankern und damit bestehendes unterrichtliches Verhalten zu ändern, bedarf es allerdings Anleitung und Unterstützung. Im Rahmen von Fortbildungskonzepten können Verhaltensweisen der Lehrenden nachhaltig geändert werden. Erfolgreiche Fortbildungen erfüllen in der Regel bestimmte Kriterien wie Langfristigkeit (Barzel & Selter, 2015) und Kooperationsanregung (Törner, 2015). Erst damit bietet ein Fortbildungsprogramm die Möglichkeiten auf die am Programm Teilnehmenden zu wirken – auf die Lehrkräfte und auch auf die Schülerinnen und Schüler.

Das Programm „Mathe.Forscher - Entdecke Mathematik in deiner Welt“ der Stiftung Rechnen hat sich genau dies zum Ziel gesetzt: Durch forschend-entdeckendes Lernen im Mathematikunterricht soll Kindern

und Jugendlichen die Möglichkeit gegeben werden, selbstständig Bezüge zwischen deren Lebenswelt und der Mathematik zu entdecken.

Mögliche Wirkungen von forschend-entdeckendem Lernen sollen am Beispiel des Programms Mathe.Forscher untersucht werden.

Die am Programm teilnehmenden Schülerinnen und Schüler sollen durch die Verankerung von forschend-entdeckendem Lernen im Regelunterricht einen eigenen Zugang zu Mathematik erleben, der ihnen einerseits Freude am Fach und andererseits die Bedeutung des Fachs vermittelt. Das Hierzu soll das Unterrichtskonzept des forschend-entdeckenden Lernens von den am Programm beteiligten Lehrerinnen und Lehrern zunächst angeleitet in den Unterrichtsalltag implementiert werden. Es wurden Mathe.Forscher-Dimensionen entwickelt, anhand derer die Lehrenden überprüfen können, ob ihre Mathe.Forscher-Planungen im Sinne des Programms sind. Langfristig angestrebt ist, den Schülerinnen und Schülern aufzuzeigen, dass Mathematik nicht nur ein Auswendiglernen von Formeln darstellt, sondern sich in der Welt, im Alltag der Schülerinnen und Schüler wiederfinden lässt. Es sollte dabei für die Lehrenden nicht nur um die Entwicklung alternativer Konzepte gehen, sondern gerade die Bedingungen für deren Einbettung in den praktischen Unterricht stellen die eigentliche Herausforderung dar.

Am Beispiel des Programms Mathe.Forscher soll in der hier vorliegenden Arbeit untersucht werden, welche Auswirkung die schrittweise Implementierung forschend-entdeckenden Lernens in den Regelunterricht haben kann.

Die durchgeführte Untersuchung hat zwei Aufgaben.

Zunächst soll ein Instrument entwickelt werden, das eine qualitativ hochwertige und statistisch abgesicherte Beantwortung der Forschungsfragen erlaubt und die oben erläuterten Mathe.Forscher-Dimensionen statistisch darauf überprüft, ob sie als aussagefähige Leitlinien der Mathe.Forscher-Idee Bestand haben können.

In einem zweiten Schritt versucht sich diese Arbeit an der Beantwortung der Frage, ob Wirkungen dieses Fortbildungsprogramms, das sich auf forschend-entdeckendes Lernen fokussiert, festgestellt werden können – sowohl auf Lehrenden- als auch auf Lernenden-Seite.

In einer Metastudie haben Lipowsky und Rzejak zusammengetragen, auf welchen Ebenen Fortbildungserfolge erfasst werden können und welche Bedingungen dafür Voraussetzung sind (Lipowsky & Rzejak, 2012). Lehrerfortbildungen wirken zunächst auf die Lehrerinnen und Lehrer, die erlernte Inhalte dann bei positiver Reaktion auf (Teil-)Aspekte der Fortbildung in ihrem Unterricht umsetzen und damit den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit bieten können, beispielsweise mehr Lebensweltbezug durch forschend-entdeckendes Lernen in ihrem Mathematikunterricht erkennen zu lassen. Lipowsky und Rzejak formulieren in diesem Zusammenhang auch, dass bezüglich der Schülerinnen und Schüler vielfach positive Effekte auf deren Lernleistung nachgewiesen werden konnten. Die Untersuchungen von Wirkungen auf deren affektiv-motivationale Entwicklung dagegen sind uneinheitlich und deutlich seltener (Lipowsky & Rzejak, 2012). Törner, der Bedingungsfaktoren von

Lehrerfortbildungen im Fach Mathematik diskutiert, zeigt auf, dass die Forschung zu Lehrerfortbildungen längst nicht erschöpft ist, und betont die Wichtigkeit der Betrachtung von Einstellungsänderungen, die nicht leicht zu erreichen seien (Törner, 2015).

Die nachfolgende Arbeit konkretisiert sich in diesem Kontext auf die Diskussion der Wirkung des Programms Mathe.Forscher sowohl auf die Lehrenden als auch auf die Lernenden. Insgesamt sollen die beiden Fragen „Wirkt das Programm Mathe.Forscher auf die Einstellung der Lehrerinnen und Lehrer gegenüber Mathematik und Mathematikunterricht?“ und „Wie wirkt das Programm Mathe.Forscher auf die Schülerinnen und Schüler?“ beantwortet werden.

Eine Kombination aus standardisierten Fragebögen bezüglich der Einstellungen beider Gruppen und Mathe.Forscher-Dimensionsfragen, die auf das forschend-entdeckende Lernen abzielen, erheben Wirkungen auf die Lehrenden und Lernenden. Die Ziele des Programms Mathe.Forscher orientieren sich an den Schülerinnen und Schülern, die durch die Teilnahme neue Zugänge zum Mathematikunterricht und mehr Freude daran erleben sollen. Die Lernenden werden deshalb zudem mittels Interviews bezüglich der Freude an Mathematik und zu Querbezügen zu anderen Kontexten befragt.

Abschließend soll mit dieser Studie im Mixed-Methods-Design erklärt werden, ob die Implementierung des forschend-entdeckenden Lernens im Regelunterricht im Fach Mathematik – hier bezogen auf das Programm Mathe.Forscher – Auswirkungen hat, die sich in Bezug auf die Lehrkräfte

durch die Zustimmung zu Programminhalten und Einstellungsänderungen zeigen und in Bezug auf die Entwicklung der Schülerinnen und Schüler durch gesteigerte Freude und außermathematische Kontextbezüge.

Zur Beantwortung der Fragen wurde nach der Pilotierung 2015 zwischen Januar 2016 und Juli 2017 eine Case-Study im Pre-Post-Design durchgeführt, die nachfolgend ausführlich erläutert wird.

Der Aufbau der Arbeit ist folgendermaßen strukturiert.

1.2 Strukturierung der Arbeit

Die Kapitel 2 bis 9 werden in drei Abschnitte gegliedert (vgl. Abb. 1.1): Die Grundlage der Studie, die Studie selbst und deren Ergebnisse. Jedes der Kapitel wird am Anfang kurz zusammengefasst und gibt einen Überblick, wie die Unterkapitel in das Gesamtkapitel eingebettet sind.

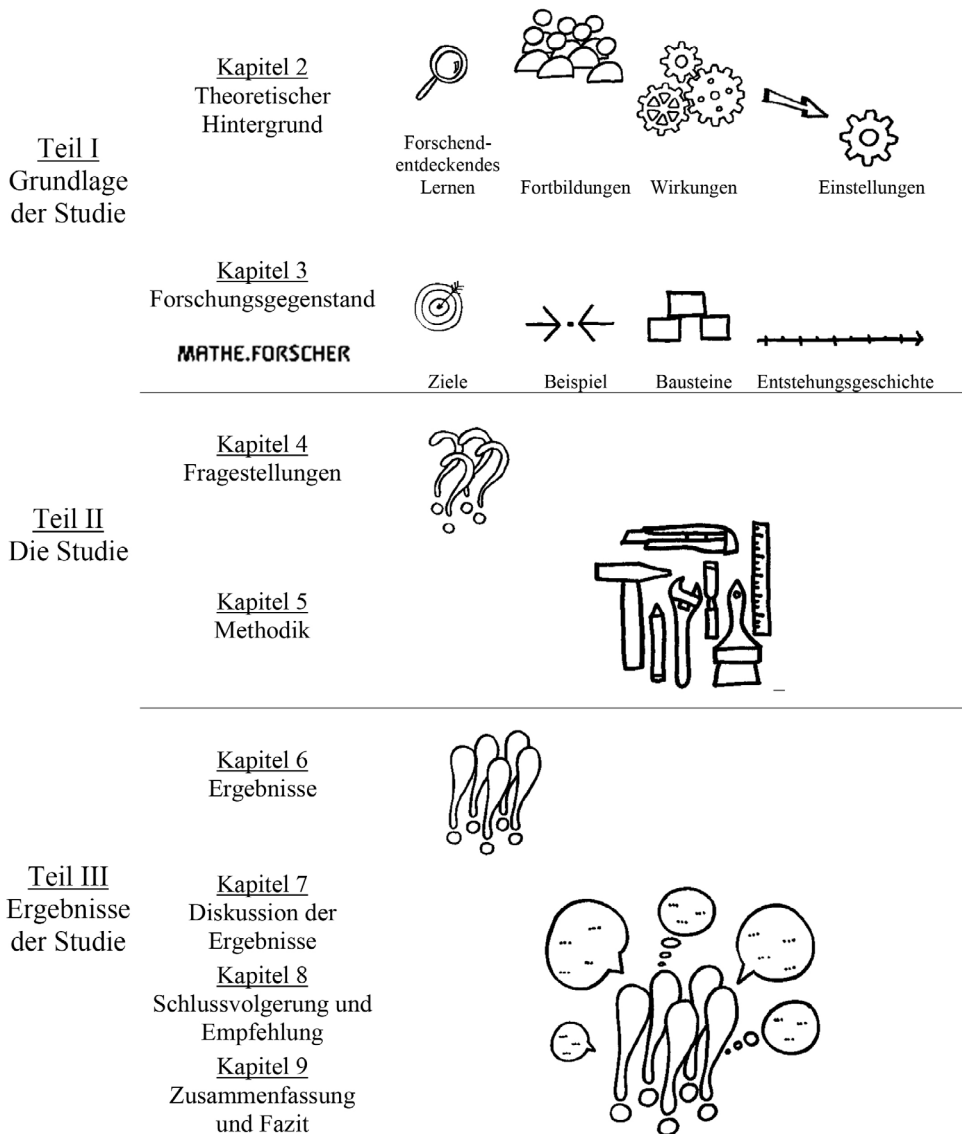


Abb. 1.1: Strukturierung der Arbeit

Teil I: Die Grundlage der Studie

Der erste Abschnitt umfasst die theoretische Basis, auf der die hier durchgeführte Studie fußt. Forschungsgegenstand ist das Programm Mathe.Forscher, ein Lehrerfortbildungskonzept für den Mathematikunterricht, das den Hauptfokus auf die Implementierung von forschend-entdeckendem Lernen in den Regelunterricht legt.

Kapitel 2 erläutert zunächst den Begriff des forschend-entdeckenden Lernens. Danach wird die allgemeine Struktur von Lehrerfortbildungskonzepten vorgestellt und anschließend auf Wirkungen von Fortbildungen eingegangen. Dabei wird deutlich, dass Wirkungen bezüglich drei Aspekten möglich sind: Wissen, Einstellungen und Unterrichtspraxis. In der vorliegenden Studie wird dem Aspekt der Einstellungen besondere Beachtung geschenkt, weshalb dieser Aspekt in einem eigenen Unterkapitel genauer beleuchtet wird.

Kapitel 3 stellt das Programm Mathe.Forscher der Stiftung Rechnen vor. Zunächst werden die Ziele des Programms erläutert. Die nachfolgenden Beispiele im Kapitel orientieren sich an diesen Zielen. Die einzelnen Bausteine des Programms (Vernetzung, Begleitung und Fortbildung) werden anhand der vorgestellten Beispiele verdeutlicht. Es folgt eine kurze Beschreibung der Entstehungsgeschichte des Programms. Abschließend werden die Hauptpunkte des theoretischen Hintergrunds (forschend-entdeckendes Lernen, Lehrerfortbildungen und ihre Wirkungen, Einstellungen gegenüber Mathematik) bezüglich des Programms Matheforscher konkretisiert.

Teil II: Die Studie

Der zweite Abschnitt befasst sich mit dem Kern der Studie, also den Fragestellungen und der Methodik.

Kapitel 4 konkretisiert daher die theoretischen Grundlagen aus Teil I in zwei Forschungsfragen. Forschungsfrage 1 beschäftigt sich mit den Lehrenden, Forschungsfrage 2 nimmt die Schülerinnen und Schüler in den Fokus.

Kapitel 5 erläutert die Forschungsmethodik. Nach der Vorstellung des Untersuchungsdesigns wird die Entwicklung der Messinstrumente aufgeführt. Anschließend werden die Analysestichprobe und die Auswertungsverfahren genauer beschrieben.

Teil III: Ergebnisse der Studie

Der dritte und letzte Teil der hier vorliegenden Arbeit befasst sich mit den Ergebnissen der durchgeführten Studie. Sie werden auf Grundlage des theoretischen Hintergrunds diskutiert, über diesen hinaus erläutert und in einem abschließenden Fazit zusammengefasst.

Kapitel 6 führt dabei die Ergebnisse der Studie auf, die durch die in Kapitel 5.4 erläuterten Auswertungsverfahren gewonnen wurden.

Kapitel 7 diskutiert die gewonnen Ergebnisse auf Basis der in Teil I vorgestellten theoretischen Grundlagen der Studie.

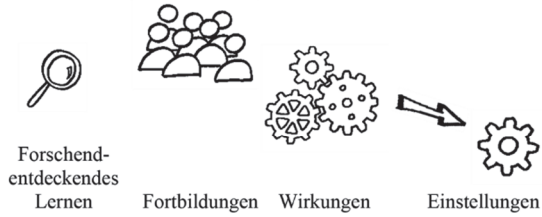
Kapitel 8 beschäftigt sich mit Schlussfolgerungen auf Basis der Ergebnisse. Die Erläuterungen gehen hier über die in Teil I vorgestellten theoretischen Grundlagen hinaus, geben eine Empfehlung zum weiteren Umgang damit und einen Ausblick.

Kapitel 9 fasst die vorangegangenen Kapitel zusammen und schließt mit einem Fazit.

Am Ende der Arbeit finden sich die Verzeichnisse und der Anhang.

Teil I
Grundlage
der Studie

Kapitel 2
Theoretischer
Hintergrund



Kapitel 3
Forschungsgegenstand

MATHE.FORSCHER



Teil II
Die Studie

Kapitel 4
Fragestellungen



Kapitel 5
Methodik



Teil III
Ergebnisse
der Studie

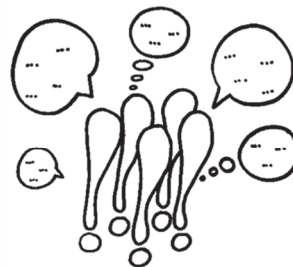
Kapitel 6
Ergebnisse



Kapitel 7
Diskussion der
Ergebnisse

Kapitel 8
Schlussfolgerung und
Empfehlung

Kapitel 9
Zusammenfassung
und Fazit



Teil I – Grundlage der Studie

2 Theoretischer Hintergrund

Zunächst befasst sich dieses Kapitel mit dem forschend-entdeckenden Lernen (Kapitel 2.1, S. 24). Durch Fortbildungen kann dieses Unterrichtskonzept vermehrt in den Mathematikunterricht integriert werden. Das nächste Kapitel widmet sich deshalb der generellen Struktur und möglicher Wirkungen von Fortbildungen (Kapitel 2.2, S. 43). Wirkungen des Programms sind auf unterschiedlichen Ebenen und unter verschiedenen Gesichtspunkten zu erwarten. So wirken sie unter anderem auf die Lehrenden oder die Lernenden, auf unterrichtliches Handeln oder Einstellungen der Beteiligten gegenüber Mathematik und Mathematikunterricht. Diese Einstellungen sind ein in der Wissenschaft sehr breit diskutiertes Feld. Im Fokus der vorliegenden Arbeit steht der Aspekt der Einstellungen gegenüber Mathematik und Mathematikunterricht, in Kapitel 2.3 (S. 64) wird deshalb auf den Begriff der Einstellungen eingegangen.

2.1 Forschendes und entdeckendes Lernen

Bevor der Begriff des forschend-entdeckenden Lernens (internationale Literatur beschäftigt sich diesbezüglich mit dem inquiry-based-learning IBL) näher erläutert werden soll, wird zunächst der Begriff des Lernens allgemein beleuchtet.

Lernen ist von verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen wie im Nachfolgenden am Beispiel der Hirnforschung und der Pädagogischen Psychologie dargestellt unterschiedlich konzeptualisiert.

Aus der Perspektive der Hirnforschung werden von Roth fünf wichtige Faktoren bezüglich Lehren und Lernen herausgestellt (Roth G. , 2009). Lehrerinnen und Lehrer senden unterbewusst sowohl ihre Motiviertheit als auch ihre Kompetenz und Identifikation mit dem Thema aus. Lernende wiederum stellen beides schnell und zunächst unbewusst fest. Dieser erste Faktor wird als Motiviertheit und Glaubhaftigkeit des Lehrenden zusammengefasst (1). Aus dem zweiten Faktor, den individuellen kognitiven und emotionalen Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler (2), resultiert, dass die Lehrkräfte den Stoff vielgestaltig präsentieren sollten, da nicht alle Lernenden über die sprachliche Ebene lernen können. Neben den Lernvoraussetzungen sind auch die Lernbereitschaft und allgemeine Motiviertheit der Lernenden wichtig (3). Während des Lernens entwickeln Schülerinnen und Schüler oft Belohnungserwartungen. Deren Erfüllung bedeutet dann Lernbereitschaft und Motiviertheit, Enttäuschung das Gegenteil. Lernen muss also positiv anstrengend und herausfordernd sein. Interesse und Motiviertheit resultieren aus leichtem positiven Erwartungsstress, Neugier, Belohnungserwartung, gezielter Aufmerksamkeit und Konzentration. Was einen Lernenden interessiert, variiert stark. Je vernetzter alles Gelernte und zu Erlernende wird, desto eher bleibt es im Gedächtnis und desto zugänglicher und abrufbereiter bleibt es für den Lernenden vom Inhalt her. Den vierten Faktor bilden somit die spezielle Motiviertheit der

Lernenden für einen bestimmten Stoff, das Vorwissen und der aktuelle emotionale Zustand (4). Der letzte Faktor bezieht sich auf den spezifischen Lehr- und Lernkontext (5). Jeder Inhalt, der gelernt wird, wird abgespeichert mit der Lehrperson, der Zeit und dem Ort (Quellen-, Orts- und Zeitgedächtnis). Alles drei kann mitsamt den dabei empfundenen Gefühlen mitentscheidend für Lernerfolg sein. Diese fünf Faktoren zusammenfassend sind die aktive Aneignung des Lernstoffs und die Verknüpfung kognitiver und exekutiver Prozesse entscheidend für den Lernerfolg des Einzelnen. Roth beschreibt abschließend: „Hohe kognitive Leistungen finden im Gehirn des Lehrenden ebenso wie des Lernenden immer nur dann statt, wenn die grundlegende emotional-motivationale Frage positiv beantwortet wird: ‚Welches ist *für mich* der Sinn dessen, was ich gerade tue?‘ “ (Roth G. , 2009, S. 71). Erkennt der Lernende den Sinn und übernimmt, erweitert oder verändert ihn für sich selbst, so ist der Grundstein für nachhaltiges Lernen gelegt (Vollstedt & Vorhölter, 2008; Mank, 2011; Deci & Ryan, 1987).

In der Pädagogischen Psychologie gibt es verschiedene Definitionen, was genau Lernen ist bzw. was einen Lernprozess ausmacht. Allen gemein ist die folgende Kernaussage: Lernen ist ein Prozess, bei dem es zu überdauernden Änderungen im Verhaltenspotenzial als Folge von Erfahrungen kommt. Im Gegensatz zu anderen Veränderungsprozessen, wie zum Beispiel dem Reifungsprozess, ist der Prozess des Lernens unmittelbar an Erfahrungen gebunden. Über das Lernen gibt es vier sich unterscheidende, grundlegende Auffassungen (ausführlich dargestellt u. a. in Hasselhorn & Gold, 2009). Erstens, dass Lernen durch die Bildung von

Assoziationen zwischen Sinneseindrücken und Handlungsimpulsen oder zwischen Reizinformationen zustande kommt; zweitens, dass Lernen im Wesentlichen als Verhaltensänderung auf der Basis der operanten Konditionierungsgesetze zu beschreiben sei; drittens, dass Lernen im Wesentlichen als Erwerb deklarativen (was?), prozeduralen (wie?) und konditionalen (warum?) Wissens als Folge von Verarbeitungsprozessen im menschlichen Informationsverarbeitungssystem charakterisierbar sei; und viertens, dass sich Lernen am besten als eine individuelle Konstruktion von Wissen infolge des Entdeckens, Transformierens und Interpretierens komplexer Informationen durch den Lernenden selbst beschreiben lässt.

Lernen ist ein sehr individueller Prozess, bei dem zwei Faktoren ausschlaggebend sind: Die Herausforderung und das Verstehen (Müller, 2009). Lernen muss auf der Stufe der Herausforderung stattfinden, die für jeden Lernenden individuell anders abgegrenzt ist und zwischen Überforderung und Unterforderung liegt. Lernen auf der richtigen Stufe geht im Klassenverband also nur, wenn Schule so gestaltet wird, dass sie individuelle Herausforderungssituationen schafft. Ein weiterer wichtiger Faktor für Lernen ist Verstehen. „Wer versteht, macht aus etwas Fremdem etwas Eigenes.“ (Müller, 2009) Verstehen ist der Übergang von Information zu Bedeutung, ein ebenfalls sehr individueller Prozess. Der Lehrende muss somit zum Lerncoach werden, da sonst kein individuelles und eigenaktives Lernen möglich ist.

Der Konstruktivismus, bei dem die Eigenaktivität der Lernenden und der Kontextbezug im Vordergrund stehen, liefert Begründungen für das

Konzept des forschenden und entdeckenden Lernens. Klafki (1991) formuliert fünf Thesen, die er als allgemeine Voraussetzung eines Unterrichtsplanungskonzepts im Sinne kritisch-konstruktiver Didaktik sieht. Neben Selbstbestimmungsfähigkeit, Interaktion, Lehr-Lern-Verknüpfung und Sozialerziehungsaspekten schreibt er konstruktivem Lernen als Voraussetzung zu, dass dieses Lernen nur entdeckend, sinnhaft und verstehend sein kann (Klafki, 1991, S. 12). Das forschend-entdeckende Lernen ist in besonderem Maß dazu geeignet, individuelle und selbstgesteuerte kognitive Prozesse bei den Lernenden in Gang zu setzen, sofern dafür geeignete Lernumgebungen durch die Lehrenden geschaffen werden. Die Lernenden nehmen dabei eine aktive Rolle beim Lernen als ein konstruktiver und situativer Prozess ein, während die Lehrenden geeignete Problemsituationen und „Werkzeuge“ zur Verfügung stellen und im Lernprozess in einer reaktiven Rolle unterstützen, anregen und beraten (Reinmann & Mandl, 2006). Der Wunsch zu entdecken, auszuprobieren, zu verstehen und zu wissen liegt in der Natur des Menschen. Selbst erkannter Sinn eines Lerngegenstandes und selbst aufgestellte Regeln überzeugen und motivieren mehr, als es von außen gesetzt oder von Unverstandenen möglich wäre (Reich, 2008, S. 95). Je kontrollierter die Lernumgebungen werden, desto mehr verlieren die Lernenden ihre intrinsische Motivation und ihr Selbstwertgefühl. Unterricht muss demnach so gestaltet werden, dass Lernende selbstständig entdecken, erforschen und lernen können (Deci & Ryan, 1987). Forschendes Lernen bedeutet Selbstbestimmung. Selbstbestimmung bedeutet Motivation und substanzielle Lernerfolge (Ulm, 2009).

Betrachten wir die Selbstbestimmungstheorie nach Deci und Ryan genauer. Die Selbstbestimmungstheorie nach Deci & Ryan (2004) beschreibt drei Grundbedürfnisse des Menschen: Kompetenz, Autonomie und soziale Eingebundenheit (Ryan & Deci, 2004, S. 7-8). Werden diese Grundbedürfnisse erfüllt, wird dem Menschen Motivation, Leistung und Wohlbefinden ermöglicht (Ryan & Deci, 2004, S. 27).

Im pädagogischen Kontext bringt die Selbstbestimmungstheorie zwei Vorteile. Zum einen begründet die Selbstmotivation von Schülerinnen und Schüler ihre Bereitschaft am Unterricht aktiv teilzunehmen, erlaubt positive Gefühle gegenüber Schule und Unterricht, ermöglicht die Entstehung von kreativen Schülerprodukten. Zum anderen profitieren Schülerinnen und Schüler, wenn ihre Autonomie von den Lehrenden unterstützt wird, da der Selbstmotivation hier besonders Raum gegeben wird (Reeve, 2004). Laut Deci & Ryan fördert intrinsische Motivation das Lernen und das konzeptuelle Verständnis. Da allerdings nicht alle nötigen Lerninhalte intrinsisch interessant sind, braucht es extrinsische Anregungen der Lerngegenstände (Deci & Ryan, 1987). Eine Möglichkeit hierzu bietet das forschend-entdeckende Lernen. Die Lehrkraft ermöglicht den Schülerinnen und Schülern autonom zu arbeiten, intrinsische Motivation wird ermöglicht, Freude an Schule kann erlebt werden. Forschendes Lernen begünstigt damit die Erfüllung der Grundbedürfnisse im Sinne der Selbstbestimmungstheorie in besonderer Weise.

Was ist eigentlich gemeint mit „forschendem Lernen“? Was mit „entdeckendem Lernen“? Gibt es Unterschiede? Nachfolgend sollen diese Begriffe erklärt werden.

2.1.1 Forschende und entdeckende Unterrichtskonzepte

Messner definiert forschendes Lernen wie folgt: „Als forschendes Lernen können schulische Arbeitsformen dann bezeichnet werden, wenn sie dem Suchen und Finden von Erkenntnissen dienen, die für die Lernenden neu sind, und in Haltung und Methode analog den Einstellungen und dem systematischen Vorgehen erfolgen, wie es für wissenschaftliches Arbeiten charakteristisch ist.“ (Messner, 2009, S. 23) Laut Messner ist forschendes Lernen in allen Altersstufen möglich. Der Unterricht muss zunächst problemorientiert organisiert sein und das selbstständige Lernen der Schülerinnen und Schüler fokussieren. Die Lehrpersonen müssen dafür eine das forschende Lernen fördernde Atmosphäre schaffen, indem sie nach und nach forschende Arbeitstechniken vermitteln, als Lernbegleiter mehr und mehr die Eigenständigkeit der Lernenden in den Fokus stellen und kooperative Lernformen als Standard anstreben. Voraussetzung sind für die Lernenden attraktive Unterrichtsinhalte, die einen hohen Realitäts- und Sinnbezug, gesellschaftliche Relevanz und Möglichkeiten der Interdisziplinarität aufweisen. Messner beschreibt, dass jeder einzelne Schüler und jede einzelne Schülerin Schüler forschendes Lernen braucht, wozu Schule die Zeit und den Raum schaffen muss (Messner, 2009).

Aepkers fügt hinzu, dass die Lehrkräfte das forschende Lernen als aktiven, produktiven und selbstbestimmten Lernprozess selbst zuvor erlebt haben müssen. Nur dann ist forschendes Lernen unter Voraussetzungen wie ausreichend Zeit, außerschulischem Arbeiten und

unkonventionellen Organisationsformen gewinnbringend für die Schülerinnen und Schüler (Aepkers, 2002).

Für das entdeckende Lernen gibt es dagegen keine einheitliche Definition. Der Begriff wird eher von verschiedenen Autoren umschrieben, wobei sich die meisten Umschreibungen nur in Kleinigkeiten unterscheiden. Der Ursprung entdeckenden Lernens liegt bezogen auf Schule in den USA. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts entwickelten John Dewey und sein Schüler Kilpatrick die Projektmethode. Die Methode war geprägt von Eigenaktivität der Lernenden, von zielgerichteter Planung, von zielgerichteter Ausführung eines Produkts (Skiera, 2010, S. 394). Frey entwickelte die Projektmethode weiter, indem er unter anderem regelmäßige Reflexionsphasen hinzufügte (Frey, 2002). Die Grundideen der Projektmethode nach Dewey und Kilpatrick fanden sich im Entdeckenden Lernen wieder. Bruner, der in Zusammenhang mit entdeckendem Lernen oft zitiert wird, sprach sich in den 60ern dafür aus, Schülerinnen und Schüler selbst Sachverhalte erkunden und entdecken zu lassen, anstatt diese von den Lehrenden zu übermitteln. Die Lernenden würden lernen durch Handeln, nicht indem ausschließlich über Sachverhalte gesprochen wird (Bruner, 1961). Einigkeit besteht über folgende auf das entdeckende Lernen bezogene Punkte: Die Lernenden setzen sich handelnd und reflektierend mit neuen Sachverhalten auseinander. Es entstehen individuelle Lernwege und Lernprozesse. Lerngegenstände werden von der Lehrkraft in der gesamten Komplexität präsentiert, die Lernenden können weiterführende Fragestellungen und Vorgehensweisen daraus entwickeln. Jeder Lernende lernt für sich selbst (Liebig, 2002). Verglichen mit dem

forschenden Lernen ist beim entdeckenden Lernen das wissenschaftliche Vorgehen nicht so stark ausgeprägt. Es kann daher als eine Art Vorstufe des forschenden Lernens gesehen werden (Messner, 2009, S. 24). Das projektartige Lernen dagegen, aus dem sich das entdeckende Lernen entwickelt hat, zielt auf Ergebnisse praktischer Art, eher selten stehen hier spezifische Erkenntnisziele wie beim forschenden Lernen im Vordergrund (Messner, 2009, S. 24).

Zusammenfassend bedeutet forschend-entdeckendes Lernen für die Lernenden das (Nach-) Erfahren von Prozessen, die auch Forschende in der Wissenschaft durchleben: Die Schülerinnen und Schüler gehen Forschungsfragen nach, die sie nach Möglichkeit selbst aufstellen, sie stellen Hypothesen auf, überprüfen diese und sie interpretieren und präsentieren ihre Ergebnisse.

Forschendes und entdeckendes Lernen muss sich dabei der Kritik stellen, dass Schülerinnen und Schülern durch zu hohe Erwartungen der Lehrkräfte und ungeübte Selbstständigkeit überfordert würden und der Zeitaufwand durch selbstständige Entdeckungen unverträglich sei (Liebig, 2002; Kirschner, Sweller, & Clark, 2006). Furtak et al. bewerteten in ihrer Meta-Studie 37 Untersuchungen über Effekte von IBL-Reformen im naturwissenschaftlichen Unterricht zwischen 1996 und 2006 bezüglich der Lernwirksamkeit beim forschenden Lernen und dem Ausmaß der von der Lehrkraft gegebenen Unterstützung (Furtak, Seidel, Iverson, & Briggs, 2012). Sie fanden heraus, dass besonders bei einer Verknüpfung von forschenden Aspekten mit sozialen Interaktionen stärkere Lerneffekte festgestellt werden konnten. Außerdem konnten höhere Effektstärken

erreicht werden, wenn die Schülerinnen und Schüler nicht komplett auf sich gestellt waren, sondern gezielte Unterstützung der Lehrkraft erhielten. Die Meta-Studie von Lazonder und Harmsen untersuchte 72 Studien über Unterstützungsangebote beim forschenden Lernen auf ihre Wirksamkeit (Lazonder & Harmsen, 2016). Auch sie kamen zu dem Schluss, dass gezielte Unterstützungsangebote positive Auswirkungen auf Lernerfolg und Lernleistung der Schülerinnen und Schüler haben. Hiermit wird deutlich, dass forschendes Lernen nicht bedeuten kann, dass die Schülerinnen und Schüler auf sich gestellt sind. Die gezielte Unterstützung der Lernenden beim Entdecken und Forschen durch die Lehrkraft ist für einen ertragreichen Lernerfolg unverzichtbar und muss Teil der Vorbereitung und des Prozesses sein.

Entdeckendes und forschendes Lernen kann nicht aus dem Nichts und ohne Anleitung im Unterricht umgesetzt werden. Dass forschendes und entdeckendes Lernen zunächst schrittweise eingeübt werden muss, ist bereits oben beschrieben. Zudem kann forschendes oder entdeckendes Lernen nicht als alleinige Lernform im schulischen Kontext bestehen. Ein Lösungsansatz, mit der beschriebenen Kritik umzugehen, ist die Gestaltung integrierter Lernumgebungen als Kombination aus Instruktion und Konstruktion. Die Instruktion übernimmt dabei die Aufgabe des Erwerbs einer Wissensbasis. Die Konstruktion dient der Entwicklung individueller Bedeutungen (Reinmann & Mandl, 2006). Die Phase der Konstruktion kann wie oben dargestellt durch entdeckendes und forschendes Lernen im Unterricht umgesetzt werden.

2.1.2 Forschendes und entdeckendes Lernen im Mathematikunterricht

Auch in der Mathematikdidaktik erfreut sich das forschende, entdeckende und projektbasierte Lernen sowohl an Schulen als auch an Hochschulen und Universitäten immer größerer Beliebtheit. Auf internationalen Konferenzen nimmt das inquiry-based learning (IBL) mehr und mehr Raum ein, und auch im deutschsprachigen Raum beschäftigen sich Mathematikdidaktiker verstärkt mit dem forschend-entdeckenden Unterrichtsansatz.

Bei einem Vergleich der Überschriften von Tagungsbeiträgen der deutschen Jahrestagung für Didaktik der Mathematik zwischen 2005 und 2015 so wird deutlich, dass die Anzahl von zwei Beiträgen bezgl. Forschend-entdeckendem Lernen im Jahr 2005 (GDM, 2005) auf sieben Beiträge im Jahr 2015 (Caluori, Linneweber-Lammerskitten, & Streit, 2015). Auch auf europäischer Ebene wird dieser Anstieg bei den Tagungsbeiträgen zum Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME) deutlich: War 2005 nur eine Überschrift in den CERME-Proceedings mit Bezug zu inquiry-based-learning (IBL) zu finden (Bosch, 2006), so stieg die Anzahl der Beiträge bis 2019 auf zehn Beiträge an (Jankvist, 2019). Und auch auf internationaler Ebene wird dieser Trend beobachtet und in der Literatur beschrieben (vgl. u.a. Artigue & Blomhoj, 2013).

Internationale Studien zeigen, dass forschend-entdeckende Unterrichtsansätze im Mathematikunterricht Lernen verbessern und Freude gegen-

über Mathematikunterricht erhöhen (Lerman, 2002, S. 236). Die Implementierung dieses Unterrichtsansatzes ist trotz der positiven Ergebnisse schwierig. Das europäische Projekt PRIMAS zum Beispiel strebt an, forschend-entdeckende Unterrichtsansätze im mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht zu verankern. Darauf bezogene Studien ergaben, dass die Implementierung länderspezifisch und nach wie vor schwer umsetzbar ist, sofern das jeweilige Schulsystem und Schulcurricula diesbezüglich wenig Freiraum bieten (Engeln, Euler, & Maass, 2013). Das österreichische Projekt IMST strebt ebenfalls eine Implementierung von forschend-entdeckendem Unterricht an. Auch hier wurde deutlich, dass zur Implementierung innovativer neuer Konzepte Schule, Forschung und Politik zusammenarbeiten müssen (Krainer & Zehetmeier, 2013).

Schauen wir uns entdeckendes, forschendes und projektartiges Lernen im Mathematikunterricht deutscher Schulen genauer an.

Einen gelungenen tabellarischen Überblick (vgl. Tab. 2.1) über Gemeinsamkeiten und Unterschiede beim entdeckenden, forschenden und projektbasierten Lernen im Mathematikunterricht gibt Ludwig (Ludwig, 2013, S. 102).

Tab. 2.1: Gemeinsamkeiten und Unterschiede der drei Unterrichtskonzepte (Ludwig, 2013, S. 102)

	Entdeckendes Lernen	Forschendes Lernen	Projektbasiertes Lernen
Lehrerrolle	Zu entdeckendes Lernziel wird vorgegeben. Beraterrolle, strategische Hilfen	Der Ausgangspunkt wird vorgegeben. Eventuell eine Ausgangsfrage.	Der Lehrer gibt den Beschäftigungskern vor und entwickelt Rahmengruppen,

			an denen sich die Schülerinnen und Schüler orientieren können.
Schülerrolle	Er/sie soll sich einen passenden Weg zum vorgegebenen Ziel suchen.	Ziele bzw. Fragen werden von den Schülerinnen und Schülern selbst festgelegt und verfolgt.	Schülerinnen und Schüler sind an der Weg- und Zielsuche beteiligt. Sie suchen sich aus den verschiedenen Zielen eines aus.
Offenheit	Ziel festgelegt, Weg offen	Ausgangspunkt festgelegt, Ziel offen, Weg offen	Zielrichtung vorgegeben
Fächerübergreif	Es werden Fragestellungen meist nur innerhalb der Mathematik bearbeitet.	Es werden auch Forscherfragen von außerhalb zugelassen, wobei der Schwerpunkt auf der Mathematik liegt.	Mathematik ist der Kristallisationspunkt der Rahmengruppen. Es werden sich aber in aller Regel weitere Fächer anlagern.
Abschluss	Erkenntnis eines mathematischen Zusammenhangs	In der Regel eine Präsentation	Produkt, Präsentation, Aufführung
Dokumentation	Entdeckerbuch	Forscherbuch	Projekttagbuch

Winter, der Ende der 80er die Vorteile des entdeckenden Lernens bezogen auf den Mathematikunterricht herausstellt, bezeichnet eigenaktive Entdeckungen als den effektiveren Weg des Lernens verglichen mit anderen Ansätzen (Winter, 1989).

Heymann postuliert 1996 fünf Thesen zur Veränderung des Mathematikunterrichts, die er basierend auf den seiner Meinung nach zentralen Aufgaben allgemeinbildender Schulen im Rahmen fächerübergreifender Allgemeinbildung formuliert (Heymann, 1996). Laut Heymann soll neuer Mathematikunterricht...

- ...die Lebensnützlichkeit mathematischer Alltagsaktivitäten stärker berücksichtigen.
- ...die Verbindung von Mathematik und außermathematischer Kultur stärker herausstellen.
- ...Erfahrungen zur Deutung und Modellierung, zum besseren Verständnis und zur Beherrschung primär nicht mathematischer Phänomene ermöglichen.
- ...den Schülerinnen und Schülern ermöglichen, ihren eigenen Verstand fragend, konstruierend und analysierend benutzen, um Mathematik und mathematische Anwendungen zu durchschauen.
- ...eine Unterrichtskultur entwickeln, die Raum gibt für die subjektiven Sichtweisen der Schülerinnen und Schüler, für Umwege, alternative Deutungen, Ideenaustausch, spielerischen Umgang mit Mathematik und eigenverantwortliches Tun.

Betrachtet man diese Thesen genauer, so fallen direkt Parallelen zu Kernpunkten forschend-entdeckenden Lernens auf. Das Lösen realitätsnaher Aufgaben im Mathematikunterricht bietet eine breite Basis für die Umsetzung von forschend-entdeckendem Lernen im Unterricht (Artigue & Blomhøj, 2013, S. 805).

Laut Ulm, der sich mit forschendem Lernen im Mathematikunterricht beschäftigt, verfolgt die Mathematikdidaktik den kognitionsorientierten Begriff des Lernens: Lernen ist Veränderung kognitiver Strukturen. Die beiden Hauptmerkmale forschenden Lernens sind die Eigenständigkeit der Lernenden (1) an neuen und komplexen Themenfeldern (2). Da im Mathematikunterricht nicht nur die mathematischen Inhalte im Vorder-

grund stehen, sondern auch die Weiterentwicklung der Denkfähigkeit der Lernenden eine große Rolle spielen, bietet sich das Forschende Lernen hier besonders an, da es ausreichend Freiraum für individuelle Denkprozesse der Schülerinnen und Schüler bietet. Forschendes Lernen fördert Teamfähigkeit, Präsentations- und Kommunikationsfähigkeiten, Selbstständigkeit und Eigenverantwortlichkeit. Diese allgemeinen Schlüsselkompetenzen seien für angemessene gesellschaftliche Teilhabe und berufliche Erfolge unermesslich. Ulm zählt folgende drei Charakteristika für forschendes Lernen im Mathematikunterricht auf: Zunächst müssen die Aufgaben offen (1) genug gestellt sein, um zu selbstständigem Forschen und Entdecken an mathemathhaltigen Situationen einzuladen und eine Beschäftigung mit Mathematik in vielerlei Richtungen anzubieten. Der mathematische Gehalt der Aufgabe muss ausreichend reichhaltig und ergiebig (2) sein, dass sich eine längere Beschäftigung damit zeitgleich als sinnvoll, notwendig und ertragreich erweist. Initialaufgaben zum forschenden Lernen müssen außerdem Einstiege und Beschäftigung auf unterschiedlichen Niveaus zulassen, um eine differenzierte Erschließbarkeit (3) zu ermöglichen (Ulm, 2009, S. 97 ff.).

Viele Beispiele von gelungenem forschendem Lernen im Mathematikunterricht laufen in vier ähnlichen Phasen ab, die Roth und Weigand untergliedern in: (1) die Untersuchung eines Themenfeldes und das Entwickeln von Fragen, (2) die Strukturierung des Themenfeldes mittels Einordnen in ein Wissensnetz, (3) das Festhalten und Präsentieren der Ergebnisse und (4) das Reflektieren und Weiterfragen (Roth & Weigand, 2014).