

„Dynamisches Problemlösen als fachübergreifende Kompetenz:**Entwicklung eines individualdiagnostischen Facettendiagnostikums“**

vorgetragen von Dipl.-Psych. Andreas Fischer

1 Forschungshintergrund & Stand der Forschung

Die Forschung zu komplexen Problemen¹ und ihrer Lösung hat in Europa eine nahezu 30-jährige Tradition. Bereits in den wegweisenden Pionierarbeiten von Dörner (vgl. 1981, 1989) wurden aus der Bearbeitung von computersimulierten komplexen Szenarien erste Rückschlüsse auf grundlegende Facetten menschlicher Problemlösekompetenz im Umgang mit komplexen dynamischen Systemen gezogen und empirisch überprüft. Ein prominentes Beispiel für ein hochkomplexes Problem stellt die Computersimulation des Städtchens Lohhausen dar (vgl. Dörner, 1989), das von Versuchspersonen zur Zufriedenheit der Bürger verwaltet werden sollte. Komplex ist dieses Problem insofern, als die Zufriedenheit der Bürger als Zielvariable von einer Vielzahl an Variablen abhängig ist (insgesamt gingen über 2000 Variablen in die Berechnungen ein), die einander auf vielfältige und teilweise undurchsichtige Weise dynamisch beeinflussen. Zur Erfassung komplexer Problemlösekompetenz wurden verschiedentlich interessante Vorschläge gemacht, die z.B. bei Klieme, Funke, Leutner, Reimann und Wirth (2001) nachgelesen werden können. Allen diesen Ansätzen ist jedoch gemein, dass sie erhebliche Mängel in der theoretischen Fundierung aufweisen - sei es, dass sie auf eine theoretische Anbindung gänzlich verzichten, oder diese behaupten ohne sie empirisch zu prüfen. Darüber hinaus werden Schlussfolgerungen über die Problemlösekompetenz im Rahmen dieser Szenarien lediglich aus der Bearbeitung einzelner zeitaufwändiger Items abgeleitet (sog. „One-Item-Testing“) – wobei einzelne Arbeitsschritte einer problemlösenden Person von sämtlichen vorangegangenen Entscheidungen und von der durchgängig unveränderten Systemstruktur und –dynamik abhängen. Auch wenn zu diesen Systemen teilweise mehrere Items vorgegeben werden (z.B. Klieme et al., 2001; Kluge, 2008), oder mehrere unabhängige Teilsysteme innerhalb eines übergeordneten Systems unterschieden werden (z.B. Müller, 1993; Wagener, 2001), konnte die aus der gemeinsamen Struktur des zugrundeliegenden Systems resultierende Dependenz der einzelnen Antworten bisher nicht umgangen werden. Seit auch im Rahmen internationaler Large Scale Assessments wie PISA ein gesteigerter Bedarf an testtheoretisch fundierten Möglichkeiten zur Messung dynamischen Problemlösens zu konstatieren ist, der auch in Folgestudien der nächsten Jahre, wie z.B. PIAAC, anhalten wird (Reeff, Zabal & Blech, 2006), sind intensive Forschungsbemühungen um individualdiagnostisch verwertbare Instrumente zur Messung komplexer Problemlösekompetenz zu verzeichnen (z.B. Kluge, 2008). Im Rahmen der nationalen Erweiterung zu PISA 2000 konnte komplexes Problemlösen (erfasst über den in Heidelberg entwickelten finiten Automaten HEIFI; vgl. Wirth & Klieme, 2003) eigenständige Beiträge zur Varianzaufklärung der Schülerleistung über klassische Intelligenzmaße hinaus liefern (Klieme et al., 2001) und sich in ergänzenden Analysen auch empirisch von fachspezifischen Kompetenzen, analytischem Problemlösen und Schulnoten abgrenzen. Aufbauend auf den ersten Erfolg des finiten Automaten HEIFI konnte von Greiff und Funke (2009) zwei computerbasierte Testsysteme im formalen Rahmen finiter Automaten (Testsystem „MicroFIN“) und linearer Strukturgleichungsmodelle (Testsystem „MicroDYN“) entwickelt werden, die den oben genannten Schwierigkeiten bei der Messung von Problemlösekompetenz im Umgang mit komplexen dynamischen Situationen Rechnung tragen.

¹ Weitgehend synonym zum Begriff des „komplexen Problems“ findet in der einschlägigen Forschungsliteratur auch der Begriff des „dynamischen Problems“ Verwendung. Das Problemlösen im Umgang mit besagten Problemen wird auch als „komplexes Problemlösen“ oder „dynamisches Problemlösen“ bezeichnet –wobei diese Begriffe neben der Komplexität und/oder Dynamik der Probleme in manchen neueren Arbeiten auch die Komplexität und/oder Dynamik des Problem/ösungsprozesses ansprechen (vgl. Greiff, Wüstenberg & Funke, submitted).

MicroDYN und MicroFIN (vgl. auch Greiff & Funke, 2010, June) stellen computerbasierte Testsysteme dar, die vor dem theoretischen Hintergrund von Dörners Konzept einer *operativen Intelligenz* (Dörner, 1986) eine differenzierte Facettendiagnostik komplexer Problemlösekompetenz auf Basis *multipler Items* erlauben.

Dabei wurde besonders Wert gelegt auf eine theoretisch fundierte Ableitung (zu unseren theoretischen Weiterentwicklungen von Dörners eher vage formulierter Theorie vgl. Kapitel 3 „aktueller Forschungsstand“), sowie eine empirische Überprüfung relevanter Facetten der Problemlösekompetenz im Umgang mit komplexen dynamischen Problemen.

Die charakteristischen Anforderungen, die komplexe Probleme nach Dörner (1989) an Problemlösende stellen, stehen dabei in engem Zusammenhang mit der Definition komplexer Probleme: Komplexe Probleme umfassen eine Vielzahl vernetzter Elemente. Die Variablen, die für jedes Item in Hinblick auf die Beurteilung der Zielerreichung in Betracht gezogen werden müssen, sind (a) entsprechend zahlreich („*Polytelie*“ des Problems), und (b) von einer Vielzahl anderer Variablen abhängig („*Komplexität*“ der Strukturgleichungen). Einzelne Eingriffe haben (c) eine Vielzahl an Fern- und Nebenwirkungen („*Vernetztheit*“ der exogenen Variablen), wobei es in der Natur von Problemen liegt, dass (d) Zielzustand, oder Ausgangszustand bzw. anzuwendende Operatoren, dem Problemlösenden zu Beginn verborgen sind („*Intransparenz*“ der Situation). Darüber hinaus sind (e) Systemzustände eines Items unter Umständen abhängig von früheren Systemzuständen („*Dynamik*“ des Systems).

Aus diesen charakteristischen Anforderungen (vgl. auch Dörner, 1986) lassen sich relevante Facetten der Problemlösekompetenz auf Individuenseite im Umgang mit komplexen dynamischen Problemen ableiten:

Am Beginn der Problemlösung steht aufgrund der Intransparenz die Beschaffung fehlender, aber für die Problemlösung notwendiger Informationen (zu d: *Informationsgenerierung*); Die Informationen über das Problem sind aufgrund der Vernetztheit möglicher Eingriffe in ein Situationsmodell zu integrieren, welches die Elemente und Zusammenhänge des Problems adäquat abbildet (zu c: *Modellbildung*); Aufgrund der Systemdynamik sind abhängig von vergangenen Systemzuständen und bereits getroffener Maßnahmen sowie dem aktuellen Systemzustand zukünftige Entwicklungen abzusehen und die Nützlichkeit eigener Eingriffsoptionen zu bedenken (zu e: *Prognose*); Da die Abhängigkeiten in komplexen Systemen naturgemäß zahlreich sind, ist Sparsamkeit in der Modellbildung unerlässlich (zu b: *Informationsreduktion*); Bzgl. der Zielsetzung ist zu bewerten, welche Variablen relevante Kriterien darstellen, wobei insbesondere bei interferierenden Teilzielen Prioritätensetzungen nötig sein können (zu a: *Bewertung*). Die fünf genannten Anforderungen werden im Rahmen von MicroDYN und MicroFIN als theoretischer Ausgangspunkt eines Kompetenzstrukturmodells verstanden mit quantitativen Fähigkeitsunterschieden innerhalb jeder Dimension, die auch kriterienorientiert als Kompetenzniveaus beschrieben werden können. Den ersten Beitrag zur theoretisch und empirisch fundierten Testentwicklung leisteten Greiff und Funke (2009). Mit dem von ihnen eingeführten MicroDYN-Ansatz wird der Forderung nach (1) theoretischer Anbindung, (2) Multiple-Item-Testing und (3) psychometrischer Überprüfbarkeit nachgekommen. Als bislang einziges empirisch überprüftes Facettendiagnostikum der Problemlösekompetenz im Umgang mit komplexen dynamischen Systemen dient MicroDYN als Grundlage und Ausgangspunkt dieses Promotionsprojekts.

Um den Missstand des oben angeführten „One-Item-Testing“ zu beheben, werden bei MicroDYN anstelle sehr komplexer aber zeitaufwendiger Systeme Items minimaler Komplexität vorgegeben, die ein Mindestmaß an Komplexität erfüllen, zugleich aber so einfach wie möglich bleiben, um eine Bearbeitung in begrenzter Zeit zu ermöglichen. Durch eine Begrenzung auf fünf Minuten werden bei MicroDYN ca. 10 vollständig unabhängige Probleme (Multiple-Item-Testing) bei einer Testzeit von insgesamt etwa einer Stunde vorgegeben.

In MicroDYN finden als Items dynamische lineare Strukturgleichungsmodelle Verwendung (vgl. Abbildung 1). Einige Variablen können von der zu testenden Person aktiv variiert werden („exogene Variablen“), andere Variablen werden nicht aktiv variiert, aber von anderen Variablen beeinflusst („endogene Variablen“).

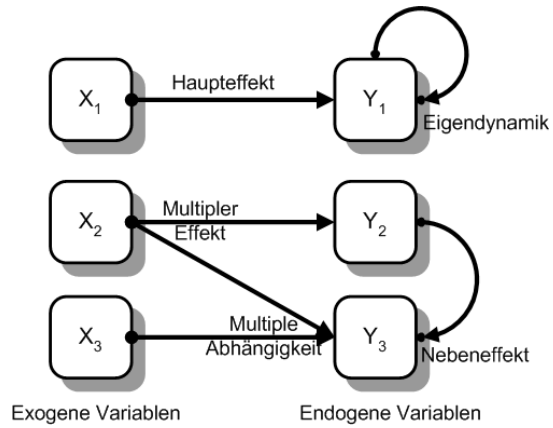


Abbildung 1:
Struktur eines MicroDYN-Items
mit 3 exogenen und
3 endogenen Variablen und
den 5 Effektqualitäten.

Denkbare Verknüpfungen zwischen den Variablen sind Haupteffekte, multiple Effekte, multiple Abhängigkeiten, Eigendynamiken und Nebeneffekte. *Haupteffekte* beschreiben kausale Relationen einer exogenen auf eine endogene Variable. Wirkt eine exogene Variable auf mehrere endogene, so ist dies ein *multipler Effekt*. Wird umgekehrt eine endogene Variable von mehreren exogenen beeinflusst, wird dies *multiple Abhängigkeit* genannt. Diese drei Effekte können aktiv manipuliert werden. Wirkt eine endogene Variable auf andere endogene, ist dies ein *Nebeneffekt*. Wirkt sie hingegen auf sich selbst (mit einem Gewicht $\neq 1$) wird dieser Spezialfall eines Nebeneffektes *Eigendynamik* (als Wachstums- oder Schrumpfungsprozess) genannt. Nebeneffekt und Eigendynamik können nicht aktiv manipuliert, aber über die Verwendung adäquater Strategien entdeckt werden. Abbildung 1 zeigt ein typisches MicroDYN-Item, in dem alle Effekte illustriert werden. Die freie Skalierbarkeit hinsichtlich der Quantität und Qualität dieser Effekte (sowie anderer Systemmerkmale; vgl. Greiff & Funke, under revision) und die damit verbundene Kompetenzmessung auf unterschiedlichen Fähigkeitsniveaus sind ein entscheidender Vorteil formaler Systeme (Funke, 2001) in der rationalen Entwicklung von Items unterschiedlicher Schwierigkeit. Erste empirische Befunde zu Systemmerkmalen und deren Einfluss auf die Itemschwierigkeit sowie Implikationen für die Kompetenzmessung liegen bereits vor (Greiff & Funke, under revision).

Die folgenden drei Gleichungen beschreiben mathematisch die in Abbildung 1 illustrierten Abhängigkeiten der Outputvariablen (Y_1 , Y_2 & Y_3) von den Inputvariablen (X_1 , X_2 & X_3) und den Outputvariablen:

$$\begin{aligned} \text{Gleichung 1:} & \quad Y_1(t) = a_1 * X_1(t-1) + a_2 * Y_1(t-1) \\ \text{Gleichung 2:} & \quad Y_2(t) = a_3 * X_2(t-1) \\ \text{Gleichung 3:} & \quad Y_3(t) = a_4 * X_2(t-1) + a_5 * X_3(t-1) + a_6 * Y_2(t-1) \end{aligned}$$

Die Aktivität jeder Outputvariable (zum Zeitpunkt t) wird also über je eine Gleichung bestimmt als eine Funktion der gewichteten Aktivitäten der übrigen Variablen (zum Zeitpunkt $t-1$), wo bei das System zeitdiskret getaktet ist. Die Faktoren a_1 bis a_6 in den drei Gleichungen beschreiben beliebig wählbare Gewichtungen der einzelnen Effekte.

Jedes Item wird in drei aufeinander folgenden *theoretisch fundierten* Phasen bearbeitet:

- In einer *Explorationsphase* ist es die Aufgabe der Person, das System/Item/Problem kennenzulernen und sich ein Bild von den Zusammenhängen zu machen. Hierfür lassen sich die Ausprägungen der exogenen Variablen verändern und die Auswirkung der Variation auf die Visualisierung der endogenen Variablen beobachten (=Informationsgenerierung).
- In einer *Modellbildungsphase* wird die Person aufgefordert, die Beziehungen zwischen den Variablen, die sie zuvor exploriert hatte, aus dem Gedächtnis zu rekonstruieren bzw. einzuzeichnen. Geprüft wird also ihre *explizite Repräsentation* der Problemsituation (=Modellbildung).
- In einer *Steuerungsphase* soll die Person für jede der endogenen Variablen vorgegebene Soll-Werte über eine zweckdienliche Variation der exogenen Variablen erreichen. Geprüft wird also ihre *implizite/prozedurale Repräsentation* der Problemsituation, bzw. die Fähigkeit zur Wissensanwendung (=Prognose).

Die erfolgreiche Bearbeitung dieser drei Phasen stellt vorrangig Anforderungen an *drei* der oben ausgeführten fünf Facetten der Problemlösekompetenz: Gefordert wird (1) die Beantwortung der Frage, wie die beteiligten Systemvariablen zusammenhängen (*Modellbildung*) und (2) die Klärung der Frage, durch welche Eingriffe man gewünschte Zielzustände des Systems im Rahmen der gegebenen Systemdynamik erreichen kann (*Prognose*). Zusätzlich lässt sich (3) über eine Bewertung der Eingriffsstrategien in Anlehnung an Vollmeyer, Burns und Holyoak (1996) sowie Rollett (2008) der Aspekt der Beschaffung von Informationen (*Informationsgenerierung*) beurteilen. Diese drei der fünf Anforderungen sensu Dörner können im Rahmen von MicroDYN bereits erfolgreich getestet und empirisch voneinander abgegrenzt werden (Greiff, Wüstenberg & Funke, submitted).

Für die beiden verbleibenden Anforderungen an den Problemlöser (*Informationsreduktion* und *Bewertung*) existieren bislang weder Messansätze noch adäquate Indikatoren.

Die Binnenstruktur des bisher drei Facetten erhebenden Diagnostikums konnte empirisch bestätigt werden, und auch die ersten Untersuchungen zur Konstruktvalidität verliefen vielversprechend, wobei MicroDYN sich auch herkömmlichen Instrumenten wie dem finiten Automaten HEIFI gegenüber als überlegen erwies (Greiff, Wüstenberg & Funke, submitted).

2 Ziele und Fragestellungen des Promotionsvorhabens

Ziel meines Promotionsprojekts ist es, Zugänge zu den diagnostisch noch nicht erfassbaren Teilkompetenzen *Informationsreduktion* und *Bewertung* zu gewinnen und MicroDYN auf alle fünf Dörner'schen Facetten zu erweitern. Darüber hinaus wird eine Konstruktvalidierung der Problemlösekompetenz im Umgang mit komplexen dynamischen Systemen vorgenommen und Geschlechterdifferenzen untersucht. Dies soll im Rahmen von Drei Arbeitspaketen geschehen:

- 1) In Arbeitspaket 1 werden Kompetenzniveaus für die Dimensionen Informationsreduktion und Bewertung rational-theoretisch abgeleitet. Entsprechende Maße werden empirisch getestet, um die fünfdimensionale Struktur des Messverfahrens zu vervollständigen. Zusätzlich ist für die bereits erfassbare Dimension Informationsgenerierung ein verfeinertes Maß zu entwickeln, das auf seine psychometrischen Eigenschaften im Vergleich zur bisherigen Indizierung bewertet werden soll.
- 2) In Arbeitspaket 2 wird die Beziehung der Problemlösekompetenz im Umgang mit komplexen dynamischen Systemen zu anderen Konstrukten ermittelt (Konstruktvalidität). Von besonderem Interesse sind dabei die kognitiven Leistungskonstrukte (fluide) Intelligenz und Schulleistung sowie Persönlichkeitsvariablen wie die Big-5-Persönlichkeitsfaktoren (Extraversion, Offenheit für neue Erfahrungen, Neurotizismus, Verträglichkeit und Gewissenhaftigkeit), der metakognitive Denkstil und die aufgabenbezogene Motivation.
- 3) In Arbeitspaket 3 werden Geschlechterdifferenzen in der Problemlösekompetenz im Umgang mit komplexen dynamischen Systemen auf Konstrukt- und Itemebene erforscht und Korrelate für diese gesucht. Im Vordergrund steht dabei die Klärung der Frage, ob sich männliche Probanden aufgrund von breiterer Computererfahrung, spezifischerem Vorwissen und erhöhter Risikofreudigkeit im Vergleich zu weiblichen Probanden einen Vorteil in bisherigen Studien zur dynamischen Problemlösekompetenz verschaffen konnten.

Daten zu den drei Bereichen sollen durch Individualtestungen an 14- bis 16-jährigen Schülern sowie an studentischen Gelegenheitsstichproben erhoben werden.

3 Methodisches Vorgehen

Im Rahmen der Bearbeitung der drei Arbeitspakete sind drei Studien angesetzt: Zwei Studien, um Kompetenzmodelle für die verbleibenden Anforderungen (1) Informationsreduktion und (2) Bewertung zu untersuchen sowie (3) eine weitere Erhebung zur Überprüfung der fünf-dimensionalen Binnenstruktur, zur Konstruktvalidierung sowie zur Testung der Geschlechterdifferenzen.

Studie 1 und 2 zur Erfassung von Informationsreduktion und Bewertung

Versuchsdesign: Für Studie 1 werden zehn MicroDYN-Systeme mit Informationsreduktionsphasen verschiedener Schwierigkeit entwickelt, um diese Kompetenz erstmalig erfassbar zu machen. Analog werden für Studie 2 zehn Systeme mit polytelischen Steueraufgaben unterschiedlicher Schwierigkeit konstruiert, um den Umgang mit gegenläufigen Zielen individualdiagnostisch zu erfassen. Die Systeme werden im Rahmen eines Messwiederholungsdesigns von allen Probanden bearbeitet.

Stichprobe: In Studie 1 und 2 werden studentische Gelegenheitsstichproben mit je $n = 200$ untersucht, um adäquate Teststärke (unter der Annahme mittlerer Effektstärken) zu sichern.

Analyse: Als Analysetools dienen vorrangig AN(C)OVAs, um auf Systemebene die Schwierigkeit unterschiedlicher Informationsreduktions- und Bewertungsaufgaben zu quantifizieren. Ergänzend helfen erste Skalierungsversuche mittels Rasch-Modellen und Mischverteilungsmodellen sowie exploratorische Faktorenanalysen unter Berücksichtigung der limitierten Zahl an Datenpunkten die Dimensionalität der beiden Teilfacetten zu verstehen und in das Gesamtkonstrukt einzugliedern.

Studie 3 zur Untersuchung der Binnenstruktur, Konstruktvalidierung und Geschlechterdifferenzen

Versuchsdesign: Die dritte Studie zielt auf die Beantwortung dreier Fragestellungen. Um die (1) Binnenstruktur von MicroDYN zu validieren, werden alle fünf Facetten zeitgleich erfasst. Hierzu werden 15 minimal komplexe Items entwickelt: fünf Items mit der bereits eingeführten dreigestuften Phasentrennung sowie je fünf weitere mit entweder einer vorgeschalteten Informationsreduktionphase oder mit polytelischen Steueraufgaben (mit inkompatiblen Zielwerten) anstelle der gewöhnlich direkt lösbaren Steueraufgaben. Zur (2) Konstruktvalidierung werden fluide Intelligenz, Schulnoten, die Big-5-Persönlichkeitsfaktoren, metakognitiver Denkstil und Motivation erfasst. Um den (3) Zusammenhang zwischen Geschlechterdifferenzen im Problemlösen und Risikofreudigkeit, spezifischem Vorwissen sowie Computererfahrung zu untersuchen, werden Risikopräferenz und semantischer Kontext der minimal komplexen Systeme variiert und die Computererfahrung (über Selbstauskunft) erhoben, um neben der grundsätzlichen Frage nach bestehenden Geschlechterdifferenzen in MicroDYN auch möglichen Korrelaten dieser Differenzen nachgehen zu können.

Stichprobe: Um eine hinreichende Stichprobengröße zu gewährleisten sollen in Studie 3 $n = 300$ 14- bis 16-jährige Schüler untersucht werden. Kontakte zu Schulen sind vorhanden.

Analyse: Die Datenanalyse erfolgt für die Arbeitspakete 2 und 3 durchgängig auf latenter Ebene. Neben probabilistischen Testmodellen (z.B. 1-PL-Modelle, mehrdimensionale 1-PL-Modelle für zwei- und mehrstufige Items oder Mischverteilungsmodelle) werden Strukturgleichungsmodelle (z.B. CFA & CFA mit IR-Modellen als Messmodell), Multigruppenvergleiche (für Geschlecht mit Kovariaten), DIF-Analysen (Effekte der Gruppenzugehörigkeit auf die Lösungswahrscheinlichkeit unter Kontrolle des Fähigkeitsniveaus) oder IR-Regressionsmodelle auf latenter Ebene als Analysetools herangezogen.

4 Literaturverzeichnis

- Dörner, D. (1981). Über die Schwierigkeiten menschlichen Umgangs mit Komplexität. *Psychologische Rundschau*, 32, 163-179.
- Dörner, D. (1986). Diagnostik der operativen Intelligenz. *Diagnostica*, 32, 290-308.
- Dörner, D. (1989). *Die Logik des Mißlingens. Strategisches Denken in komplexen Situationen*. Hamburg: Rowohlt.
- Funke, J. (2001). Dynamic systems as tools for analysing human judgement. *Thinking and Reasoning*, 7, 69-89.
- Greiff, S., & Funke, J. (under revision). MicroDYN: Ein psychometrisch orientierter Ansatz zur Erfassung dynamischer Problemlösefähigkeit. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*.
- Greiff, S. & Funke, J. (2009). Measuring Complex Problem Solving - The MicroDYN approach. In F. Scheuermann (Ed.), *The Transition to Computer-Based Assessment - Lessons learned from large-scale surveys and implications for testing*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Greiff, S. & Funke, J. (2010, June). Measuring dynamic problem solving: Recent developments in MicroDYN and MicroFIN. Invited Speech at the PISA Problem Solving Expert Group Meeting, Boston, USA, 22.06.2010.
- Greiff, S. Wüstenberg, S., & Funke, J. (submitted). Dynamic Problem Solving: The struggle for a genuine assessment position. *Applied Psychological Measurement*.
- Klieme, E., Funke, J., Leutner, D., Reimann, P., & Wirth, J. (2001). Problemlösen als fächerübergreifende Kompetenz. Konzeption und erste Resultate aus einer Schulleistungsstudie. *Zeitschrift für Pädagogik*, 47, 179-200.
- Kluge, A. (2008). Performance assessment with microworlds and their difficulty. *Applied Psychological Measurement*, 32(2), 156-180.
- Müller, H. (1993). *Komplexes Problemlösen: Reliabilität und Wissen*. Bonn: Holos.
- Wagener, D. (2001). *Psychologische Diagnostik mit komplexen Szenarios. Taxonomie, Entwicklung, Evaluation*. Lengerich: Pabst Science Publishers.
- Reeff, J.-P., Zabal, A., & Blech, C. (2006). *The assessment of problem solving competencies. A draft version of a general framework*. Bonn: Deutsches Institut für Erwachsenenbildung (Dokument aus dem Internetservice texte.online).
- Rollett, W. (2008). *Strategieinsatz, erzeugte Information und Informationsnutzung bei der Exploration und Steuerung komplexer dynamischer Systeme*. Münster: LIT.
- Vollmeyer, R., Burns, B. D., & Holyoak, K. J. (1996). The impact of goal specificity on strategy use and the acquisition of problem structure. *Cognitive Science*, 20, 75-100.
- Wirth, J., & Klieme, E. (2003). Computer-based assessment of problem solving competence. *Assessment in Education: Principles, Policy, & Practice*, 10, 329-345.

5 Anhang: Zeitplan

	Jahre Quartal	2010				2011				2012				2013			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Arbeitspaket 1																	
Studie 1:	Planung			X	X												
	Durchführung					X											
	Auswertung						X										
	Publikation							X									
Studie 2:	Planung									X							
	Durchführung										X						
	Auswertung											X					
	Publikation											X					
Arbeitspakete 2+3																	
Studie 3:	Planung												X				
	Durchführung													X			
	Auswertung														X		
	Publikation														X	X	