

Inhaltsverzeichnis

A THEORETISCHE FUNDIERUNG	1
1 NEUROWISSENSCHAFTLICHE GRUNDLAGEN DES LERNENS	3
1.1 Der Begriff „Lernen“ aus neurowissenschaftlicher Sicht	3
1.2 Chancen und Risiken der Übertragung neurowissenschaftlicher Befunde auf den Unterricht	5
1.3 Der Aufbau des Gehirns	6
1.3.1 Makroskopische Strukturierung.....	6
1.3.2 Mikroskopische Strukturierung.....	8
1.3.3 Funktionsweise.....	9
1.4 Extreme Anpassungsfähigkeit als Charakteristikum des menschlichen Gehirns	11
1.4.1 Anpassungsfähigkeit als Evolutionsvorteil in der Entwicklungsgeschichte	11
1.4.2 Abhängigkeit des Menschen von seinem Umfeld	14
1.4.3 Lernen als genetische, als kulturelle und als individuelle lebenslange Entwicklung.....	15
1.4.4 Anpassung durch individuelle Ausreifung des Gehirns	16
1.5 Gehirnentwicklung als Wechselspiel zwischen Erfahrung und Reifung	20
1.5.1 Theorien zur wechselseitigen Beeinflussung von Erfahrung und Reifung	21
1.5.2 Das Gehirn – ein Sozialorgan	23
1.6 Fazit: Lernen ist ein individueller Prozess	23
1.7 Das Gelingen von Beziehungen als wichtiges Ziel menschlicher Motivation	24
1.8 Wahrnehmung als Fenster zur Außenwelt	26
1.8.1 Grundlegende Filterung des Inputs durch den Entwicklungsstand des Gehirns	27
1.8.2 Aufmerksamkeit als weiterer Filter der Wahrnehmung	27
1.8.3 Bedingungen für die bewusste Wahrnehmung von Reizen.....	29
1.8.4 Metarepräsentationen als Hilfe und als Hindernis bei der Wahrnehmung	31

IV

1.9	Genauere Analyse unterschiedlicher Lernprozesse	32
1.9.1	Konsolidierung.....	33
1.9.2	Deklaratives (explizites) Lernen.....	34
1.9.3	Prozedurales (implizites) Lernen.....	35
1.9.4	Erlernen allgemeiner Strukturen anhand von Beispielen.....	36
1.9.5	Die Rolle von Emotionen im Lernprozess.....	38
1.10	Fazit: Neurowissenschaftliche Erkenntnisse über das Lernen	40
2	FOLGERUNGEN FÜR DEN MATHEMATIKUNTERRICHT	43
2.1	Konsequenzen aus den neurophysiologischen Befunden	43
2.1.1	Auf den Entwicklungsstand des Schülers Rücksicht nehmen.....	43
2.1.2	Mathematisches Denken fördern.....	45
2.1.3	Die gesamte Lernumgebung gestalten.....	46
2.1.4	Die angeborene Neugierde als Chance nutzen.....	47
2.1.5	Angst und Stress reduzieren.....	50
2.1.6	Konzentration auf das Wesentliche anregen.....	53
2.1.7	Individuelle Lernwege ermöglichen.....	54
2.1.8	Sicheres Grundwissen aufbauen und Fehlvorstellungen berichtigen.....	54
2.1.9	Kooperation fördern.....	56
2.1.10	Übung macht den Meister.....	56
2.1.11	Zusammenfassung.....	57
2.2	Weitere Theorien guten Unterrichts	59
2.2.1	Die allgemeinen Unterrichtsprinzipien nach Wiater.....	60
2.2.2	Die SINUS-Module zur Weiterentwicklung des Mathematikunterrichts.....	60
2.2.3	Parallelen zwischen den Kriterienkatalogen für guten Unterricht.....	62
2.3	Was bedeutet „Mathematik lernen“?	64
2.3.1	Entwickeln von Kompetenzen im Mathematikunterricht.....	64
2.3.2	Mensch und Stoff treten in Dialog.....	66
2.4	Lernwege individuell begleiten	67
2.4.1	Hindernisse individueller Lernwege im Schulalltag.....	68
2.4.2	Forschend-entdeckendes Lernen anregen.....	71
2.4.3	Erweiterte Betreuung der Lernenden.....	75
2.4.4	Fazit.....	76

3 RÜCKMELDUNGEN AN SCHÜLER ALS EIN ZENTRALES ELEMENT EFFEKTIVEN UNTERRICHTS	77
3.1 Definition der Begriffe „Rückmeldung“ und „Feedback“	77
3.2 Forschungsergebnisse zur Gestaltung sinnvoller Rückmeldungen	78
3.2.1 Passende Rahmenbedingungen schaffen	79
3.2.2 Kriterien für gutes Feedback.....	81
3.3 Zwei Modelle sinnvollen Feedbacks	86
3.3.1 Tutorielles Feedback	86
3.3.2 Evaluatives Feedback.....	95
3.4 Mögliche Auswirkungen von Feedback auf das Lernen der Schüler	101
3.4.1 Primäre Auswirkungen.....	102
3.4.2 Sekundäre Auswirkungen	103
3.4.3 Gedanken zum Umgang mit Feedback	106
3.5 Die konkrete Gestaltung von Feedback in der Praxis	107
3.5.1 Die Rolle des Tutors.....	108
3.5.2 Gestaltung von tutoriellem Feedback	109
3.5.3 Gestaltung von evaluativem Feedback	110
3.6 Das Übermitteln von Feedback als wichtige Aufgabe der Lehrkraft	112
3.7 Internes Feedback und Selbststeuerung	113
3.8 Fazit: Was gutes Feedback bewirken kann	115
B UMSETZUNG IN DER UNTERRICHTSPRAXIS	117
4 TUTORIELLES FEEDBACK IN LERTANDEMS	121
4.1 Vorüberlegungen zur Rollenverteilung im Lerntandem.....	122
4.1.1 Die Sozialform Partnerarbeit	122
4.1.2 Ein Schüler als Tutor – Probleme und Chancen	123
4.1.3 Die Rolle des Lernenden im Lerntandem	129
4.2 Vorüberlegungen zur Planung der Unterrichtssequenz.....	130
4.2.1 Kann ich das Lerntandem in meiner Klasse durchführen?	130
4.2.2 Welche Schüler sollen miteinander arbeiten?	131

4.2.3	Welche Inhalte können in Lerntandems erarbeitet werden?	132
4.2.4	Gedanken zur Formulierung und Übermittlung des Feedbacks	133
4.3	Gestaltung und Durchführung der Unterrichtssequenz in der Praxis.....	134
4.3.1	Auswahl der mathematischen Inhalte	134
4.3.2	Auswahl geeigneter Aufgaben	135
4.3.3	Ermittlung des Kompetenzniveaus der Schüler	136
4.3.4	Einteilung der Tandems	138
4.3.5	Individuelle Zuteilung von Trainingsaufgaben.....	138
4.3.6	Einführung der Methode im Unterricht	139
4.3.7	Durchführung des Trainings	140
4.4	Evaluation	143
4.4.1	Analyse der Qualität des Feedbacks im Lerntandem.....	144
4.4.2	Analyse der Auswirkungen des Trainings auf Lernverhalten und Lernerfolg.....	154
4.5	Fazit	163
5	TUTORIELLES FEEDBACK IM SCHRIFTLICHEN LERNDIALOG	165
5.1	Vorüberlegungen zur Durchführung des Lerndialogs.....	166
5.1.1	Wahl von Sozial- und Kommunikationsform.....	166
5.1.2	Auswahl geeigneter Aufgaben	168
5.1.3	Gestaltung des Feedbacks im Lerndialog	168
5.2	Praktische Umsetzung des Lerndialogs im Unterricht.....	170
5.2.1	Einordnung in die Unterrichtssequenz.....	170
5.2.2	Analyse der gestellten Aufgabe	170
5.3	Evaluation	173
5.3.1	Beispiele für Schriftliche Lerndialoge	173
5.3.2	Auswirkungen der Methode auf das Lernen	178
5.3.3	Weitere Beobachtungen	179
5.4	Möglichkeiten der Optimierung und weiterführende Ideen.....	180
6	EVALUATIVES FEEDBACK DURCH DIE SCHRIFTLICHE KOMPETENZANALYSE MIT INDIVIDUELLER LERNUNTERSTÜTZUNG (SKIL)	182
6.1	Konzeption der Kurztests	182

6.2	Konzeption der evaluativen Rückmeldung.....	184
6.2.1	Erweiterte Korrekturzeichen in der Schülerarbeit	185
6.2.2	Gestaltung des Rückmeldebogens	185
6.2.3	Gestaltung des Feedbacks im Rückmeldebogen.....	186
6.3	Einsatz der SKiL in der Praxis	188
6.3.1	Analyse der behandelten mathematischen Inhalte (Beispiel)	188
6.3.2	Praktische Umsetzung der Überlegungen	191
6.4	Evaluation	198
6.4.1	Qualität des Feedbacks in der SKiL.....	198
6.4.2	Akzeptanz und Nutzung der SKiL	199
6.4.3	Defizitorientierung – Gefahr und Chance zugleich	203
6.4.4	Zur emotionalen Bedeutung der Rückmeldungen für die Schüler	204
6.4.5	Auswirkungen der SKiL auf Lernverhalten und Lernerfolg	205
6.5	Ideen für eine Weiterentwicklung der Methode	215
6.5.1	Ausweitung der Einsatzmöglichkeit auf offenere Aufgabenformen ...	215
6.5.2	Schüler geben sich selbst Feedback	216
7	SCHLUSSBEMERKUNG.....	218