

Wahrnehmungslernen im peripheren Gesichtsfeld: Sensorische Schwelle bei Nonius-Reizen

Semesterarbeit

Fachbereich Psychologie und Sportwissenschaften
Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von Melanie Hoerr

Betreuer: Prof. Dr. W. Skrandies

Gießen, Oktober 2005

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	Seite 3
Theoretischer Hintergrund.....	Seite 4
Methode.....	Seite 6
Ergebnisse.....	Seite 10
Diskussion.....	Seite 20
Literaturverzeichnis.....	Seite 23
Anhang A.....	Seite 24

Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurde untersucht, ob die Wahrnehmungsschwelle für peripher dargebotene Reize durch wiederholte Präsentation beeinflusst wird. Außerdem wurde geprüft, ob Wahrnehmungslernen stimuluspezifisch ist und ob es an den Ort des Gesichtsfelds gebunden ist.

Eine Gruppe von 27 Erwachsenen trainierte Nonius-Reize, die in zwei verschiedenen Exzentrizitäten vorlagen. Eine Reizexzentrizität wurde trainiert, wobei die untrainierte Reizexzentrizität als Kontrollreiz in den Kontrolldurchgängen vor und nach dem Training verwendet wurde. Dabei trainierten 19 Personen die kleine Exzentrizität, 8 Probanden die große Exzentrizität. Das Reizmaterial waren 8 kreisförmig um einen Fixationspunkt vertikal angeordnete Balken. Ein Balken, welcher der zu erkennende Stimulus war, war in zwei Hälften geteilt, die gegeneinander verschoben (Nonius) waren. Das Training mit Nonius-Reizen führte zu einer deutlichen Erhöhung der Sensitivität für trainierte Reize. Bei der großen sowie auch bei der kleinen Exzentrizität wurde die Wahrnehmungsschwelle während des Trainings signifikant herabgesetzt. Die Verbesserung der Diskriminationsfähigkeit war jedoch stimuluspezifisch, der jeweils vor und nach dem Training durchgeführte Kontrolldurchgang, in dem entsprechend der untrainierte Stimulus dargeboten wurde, wies generell keine signifikante Leistungsverbesserung auf.

Theoretischer Hintergrund

Die Verbesserung der menschlichen Wahrnehmungsleistung durch Training ist ein seit Langem erforschtes wissenschaftliches Teilgebiet, das in den letzten Jahren wieder zunehmend dem Interesse der Forschung unterlag. Wahrnehmungslernen wird nun zusätzlich in Zusammenhang mit der beim Lernen veränderten elektrischen Hirnaktivität und plastischen Veränderungen des ZNS bei Erwachsenen untersucht (Skrandies, 2001). Eine Verbesserung der Wahrnehmungsleistung findet nicht nur während den ersten Lebensmonaten bzw. Lebensjahren statt. Mehrere Studien, die die Sehleistung in psychophysischen Experimenten untersuchen, bestätigen, dass sich die menschliche Diskriminationsleistung ebenso bei

Erwachsenen verbessern kann. Eine Verbesserung der Leistung bzw. ein Herabsetzen der Wahrnehmungsschwelle wurde nach wiederholter Darbietung eines foveal präsentierten Stimulus bewiesen (Skrandies und Fahle, 1994). Bei folgenden visuellen Funktionen wurde ebenfalls eine Leistungsverbesserung durch Übung gezeigt: bei der peripheren Sehschärfe (Beard et al., 1995; Saugstad und Lie, 1994), der visuellen Unterscheidungsfähigkeit (Shiu und Pashler, 1992; Vogels und Orban, 1985), bei der Textursegmentation (Karni und Sagi, 1993; Sireteanu und Rettenbach, 1996), der Entdeckung von eingebetteten Figuren (Ludwig und Pieper, 1999) sowie bei der dreidimensionalen Wahrnehmung (Skrandies und Jedynek, 1999). Eine Leistungsverbesserung bei peripheren Reizen resultierte ebenfalls beim Erlernen von Nonius-Reizen (Crist et al., 1997; Fahle et al., 1995). In der Studie von Crist et al. (1997) ergab sich eine deutliche Reduktion der visuellen Wahrnehmungsschwelle nach mehreren Wochen Training. Es wurde außerdem der Frage nachgegangen, ob die Verbesserung der Leistung in einer visuellen Diskriminationsaufgabe generell zu guter Leistung in einer anderen Art von Diskriminationsaufgabe führt. Der Proband trainierte in einer Aufgabenstellung während des Trainings, wobei in der Kontrolle vor und nach dem Training die Schwelle für die trainierte sowie auch für die untrainierte Aufgabenstellung gemessen wurde. Der Lernerfolg in einer Aufgabenstellung konnte nicht auf den Stimulus in der anderen Aufgabenstellung übertragen werden. Des Weiteren ergab sich eine Spezifizierung des Lernens auf die visuelle Lokalisierung sowie die räumliche Anordnung und Ausrichtung des Stimulus. Im Gegensatz zu dieser eben genannten Studie untersuchten Fahle et al. (1995) das Wahrnehmungslernen in Zeiträumen von weniger als einer Stunde. Darüber hinaus untersuchten sie die Frage, ob ein Transfer von einem trainierten Auge zum anderen untrainierten Auge stattfinden kann. Dieser Transfer konnte nur teilweise beobachtet werden. Um weiter zu überprüfen, ob das Lernen vom Ort des Gesichtsfelds abhängig ist, wurde die Leistung mit Nonius-Reizen an acht verschiedenen Stellen im Gesichtsfeld gemessen. Die Probanden trainierten in täglich einstündigen Durchgängen jeweils eine Position bis alle acht Positionen von den Probanden trainiert waren. Es stellte sich heraus, dass das Lernen an den Ort im Gesichtsfeld gebunden ist.

Wahrnehmungslernen findet generell implizit, d.h. unbewusst statt im Gegensatz zum intentionellen Lernen, das eher bei der Aufnahme und Wiedergabe von Wissen angewandt wird. Skrandies et al. (1996) wiesen ebenfalls nach, dass das sensorische Training stimuluspezifisch, bzw. an den Ort der Retina gebunden, ist. Der Lernerfolg des trainierten Stimulus konnte in dieser Untersuchung nicht auf eine Abänderung des Stimulus, eine Drehung um neunzig Grad, transferiert werden.

Auf der Grundlage dieser Ergebnisse und Fakten sowie zur Überprüfung der Replizierbarkeit vorangegangener Studien wurde die folgende Studie durchgeführt. Es wurde untersucht, ob und inwiefern die wiederholte Präsentation eines Nonius-Reizes in peripheren Bereichen der Netzhaut, auf den die Aufmerksamkeit der Person nicht direkt gelenkt war, die psychophysische Wahrnehmungsschwelle beeinflusst. Es ist anzunehmen, dass die Wahrnehmungsschwelle durch sensorisches Training herabgesetzt wird.

Eine erneut zu klärende Frage dieser Studie ist, ob das Lernen an den Reiz gebunden ist oder ob ein Transfer zwischen zwei Reizarten stattfindet. Hier wird angenommen, dass das Lernen stimulusspezifisch ist.

Des Weiteren wird berücksichtigt, ob der Lernerfolg im sensorischen Training von anderen Faktoren abhängt wie dem Ausgangsniveau durch die Anzahl der richtigen Antworten im Kontrolldurchgang, dem Visus, dem Alter sowie auch dem Geschlecht. Es wird erwartet, dass ein positiver Zusammenhang zwischen dem Lernerfolg und dem Ausgangsniveau der richtigen Antworten im Kontrolldurchgang, sowie auch dem Visus besteht. Aufgrund abnehmender Sehleistung mit dem Alter wird zwischen der Variable Lernerfolg und dem Alter ein tendenziell negativer Zusammenhang erwartet.

Ein weiterer zu beachtender Aspekt ist, ob zwischen lernenden und nicht lernenden Probanden ein Unterschied besteht im Zusammenhangsmuster zwischen dem Lernerfolg und den oben genannten weiteren Faktoren.

Methode

Versuchspersonen

Von den insgesamt 55 gesunden Probanden nahmen 28 am Versuch mit 3D-Reizen und 27 am Nonius-Experiment teil, überwiegend solche Versuchspersonen, die Schwierigkeiten mit dem 3D-Reiz im Stereo-Versuch hatten. Beide Versuche fanden parallel im Rahmen einer Semesterarbeit im Fachbereich Psychologie und Sportwissenschaften an der Justus-Liebig-Universität Giessen statt. Auf die Teilstichprobe der Probanden, die am Stereo-Versuch teilnahmen wird in dieser Studie nicht weiter eingegangen. Im Folgenden werden nun die Teilnehmer am Nonius-Experiment genauer beschrieben. Alle 27 Versuchspersonen verfügten über ein normales, 15 Personen ein durch Sehhilfen korrigiertes Sehvermögen. Jene Probanden mit korrigiertem Sehvermögen benutzten ihre Sehhilfe während des Versuchs. Ein

Visus von weniger als 0.8 war ein Ausschlusskriterium, neben einer evtl. früheren Teilnahme an diesem Wahrnehmungs-Experiment. Die Teilnahme war freiwillig und die Psychologie-Studierenden wurden mit 2 Versuchspersonenstunden belohnt.

Das Alter der Probanden lag zwischen 19 und 44 Jahre, mit einem Durchschnitt von 24.5 Jahren. Die Stichprobe bestand neben einer Pädagogik-Studentin nur aus Psychologie-Studenten, wobei 3 Probanden männlichen Geschlechts und 24 Personen weiblichen Geschlechts waren. Ihr Visus lag zwischen 0.8 und 2.0 und hatte einen Mittelwert von 1.3. Unter Ihnen befand sich eine Linkshänderin, 9 Personen bevorzugten das linke Auge. Weitere Daten befinden sich in Tabelle 1 im Anhang A.

Reizmaterial und Apparatur

Reizmaterial. Das Reizmaterial bestand aus 8 kreisförmig um einen Fixationspunkt angeordneten vertikalen Balken, von denen einer ab der Hälfte seitlich verschoben war (Nonius), welcher der zu erkennende Stimulus war. Es wurden zwei verschiedene Reizexzentrizitäten präsentiert, die einen Sehwinkel von $1^{\circ}8'48''$ (kleine Exzentrizität) und $2^{\circ}17'34''$ (große Exzentrizität) hatten. Der Fixationspunkt hatte eine konstante Größe von 15 Sehwinkelminuten. Während eines Durchgangs wurde die Reizgröße sowie die Darbietungsdauer und das Ausmaß des Versatz des Nonius konstant gehalten. Eine Abbildung des Stimulus sowie der Antwortbox ist nachfolgend in Abbildung 1 und 2 dargestellt.

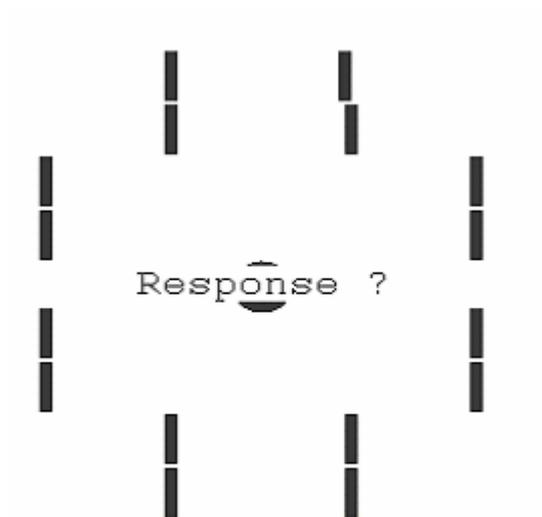


Abbildung 1. Das Reizmaterial bestand aus 8 Balken, die kreisförmig, vertikal um einen Fixationspunkt angeordnet waren. Der zu erkennende Reiz war ein Balken, dessen Hälften gegeneinander verschoben waren. Der Schriftzug „Response?“ erschien erst nachdem der Reiz präsentiert wurde.

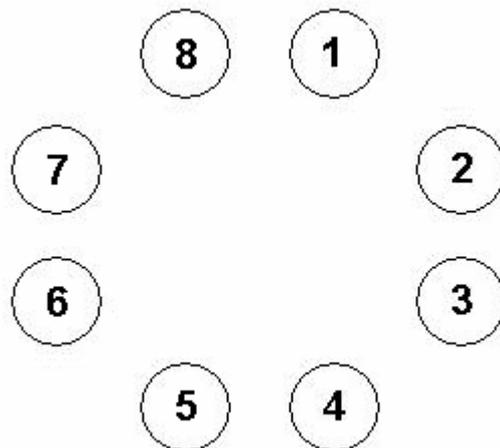


Abbildung 2. Die Antwortbox bestand aus 8 Auswahlknöpfen, die entsprechend den 8 Balken (Abbildung 1) kreisförmig angeordnet waren. Der Auswahlknopf, der in seiner Position dem Zielreiz entsprach, musste gedrückt werden um ein positives Feedback zu erhalten.

Apparatur. Die Präsentation der Reize wurde vom PC aus gesteuert. Die visuellen Stimuli wurden auf einem Video Monitor (Elsa Ecomo 24H96, Deutschland) dargeboten, von dem die Versuchspersonen 1,10 Meter entfernt saßen. Der Monitor ergab einen Sehwinkel von $20^{\circ}27' \times 13^{\circ}7'$. Durch die Auflösung von 2048 x 1280 Pixel resultierte der Sehwinkel eines Pixels von $38'' \times 38''$. Die große (kleine) Reizexzentrizität hatte somit einen Sehwinkel von $2^{\circ}17'34''$ ($1^{\circ}8'48''$). Die Dauer der Stimulus-Präsentation variierte zwischen 112 ms (8 frames) und 616 ms (44 frames). Die Probanden saßen an einem in der Höhe verstellbaren Tisch, an dem eine Kopfstütze angebracht war. Vor der sitzenden Versuchsperson lag ein Schalter mit 8 Auswahlknöpfen, die entsprechend den Reizen auf dem Bildschirm im Kreis angeordnet waren (Abbildung 2).

Versuchsplan und Durchführung

Vor Beginn des eigentlichen Experiments wurde zunächst das Sehvermögen der Versuchspersonen geprüft mittels eines konventionellen Sehschärfe-Tests (Polatest: Landolt-Ringe). Im Anschluss wurden die Schwellen des 3D-Sehens mit den TNO-Tafeln (1972) getestet. Weitere Daten wie Händigkeit (Oldfield, 1971), Bericht über chronische Krankheiten und frühere Augenoperationen wurden in einem Fragebogen erfasst.

Anschließend wurde der Proband in den Versuchsraum gebeten, und angewiesen die Instruktion zu lesen. Falls es noch Fragen gab, wurden diese von der Versuchsleiterin beantwortet. Außerdem wurde der Proband angewiesen Pausen einzulegen sobald es ihm notwendig erschien, er wurde jedoch spätestens nach dem 5. Trainingsdurchgang von der Versuchsleiterin dazu aufgefordert. Die Versuchsperson setzte sich an den Tisch mit der angebrachten Kopfstütze, der in der Höhe so angepasst wurde, dass die Person bequem saß. 21 Teilnehmern wurde zunächst der Stereo-Versuch präsentiert, er wurde jedoch spätestens nach 5 bis 6 Durchgängen mit jeweils 16 Reizdarbietungen aufgrund niedriger Erfolgsquote und fehlendem ersichtlichen Leistungszuwachs beendet. Den restlichen sechs Versuchspersonen wurde der Nonius-Versuch gleich zu Beginn dargeboten. Zwischen den Probanden, denen zunächst Stereo-Reize dargeboten wurde und denjenigen, die sofort mit dem Nonius-Versuch begannen ergaben sich keine signifikanten Leistungsunterschiede. Der Teilnehmer konnte die Versuchsdurchgänge mit dem Drücken des Auswahlknopfs mit der Nummer 1 selbst initiieren. Unmittelbar nach dem Drücken erschien der erste Stimulus. Nachdem der Reiz präsentiert wurde drückte die Versuchsperson den Auswahlknopf, der in der Position dem Zielreiz entsprach. Die Antwortzeit war unbegrenzt. Unmittelbar nachdem

der Proband einen Knopf gedrückt hatte bekam er eine positive oder negative Rückmeldung durch einen hohen Klang bzw. ein tiefes Geräusch. Danach wurde der nächste Reiz präsentiert. Die ersten Testdurchgänge enthielten jeweils 16 Reizdarbietungen. In diesen Durchgängen konnte sich die Versuchsperson mit dem Stimulus vertraut machen, daneben wurde die ideale Einstellung der Präsentationsdauer und der Disparität (Versatz des Nonius) gesucht, so dass sich eine Erfolgsquote von 40 bis 65% ergab. Mit dieser für den Probanden nicht zu einfachen aber auch nicht zu schweren Einstellung sollte ein späterer Leistungszuwachs im Trainingsdurchgang ermöglicht werden. Die Einstellung der Darbietungsdauer sollte gleich für die großen Reize sowie auch für die kleinen Reize gewählt werden, lediglich die Disparität konnte sich innerhalb der Reizgrößen um einen Pixel unterscheiden. Diese Testphase war in der Regel nach 5 bis 6 Durchgängen abgeschlossen. Darauf folgte der erste Kontrolldurchgang mit 40 Darbietungen. Zwischen der ersten und der zweiten Kontrolle lag ein Training mit 10 Durchgängen à 40 Darbietungen. Das Training dauerte etwa zwanzig Minuten. In den Kontrolldurchgängen wurde stets die Reizart dargeboten, die nicht während des Trainings verwendet wurde. Wurde beispielsweise in den Kontroll-Messungen die große Reizexzentrizität präsentiert, so wurde im Training die kleine Reizexzentrizität dargeboten.

Fragestellungen und Hypothesen

1) Wird die Wahrnehmungsleistung durch sensorisches Training beeinflusst?

Hypothese: Die Wahrnehmungsleistung verbessert sich durch sensorisches Training.

2) Ist das Lernen an den Reiz gebunden oder kann ein Transfer zwischen zwei Reizarten stattfinden?

Hypothese: Das Lernen findet stimuluspezifisch statt.

3) Gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Lernerfolg im sensorischen Training und weiteren Faktoren wie dem Ausgangsniveau der richtigen Antworten im Kontrolldurchgang, dem Visus oder dem Alter?

Hypothesen:

- Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen dem Lernerfolg im sensorischen Training und dem Ausgangsniveau der richtigen Antworten im Kontrolldurchgang.
- Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen dem Lernerfolg und dem Visus.
- Es besteht ein tendenziell negativer Zusammenhang zwischen dem Lernerfolg und dem Alter der Probanden.

4) Bestehen für lernende und nicht lernende Probanden Unterschiede in den Zusammenhängen zwischen Lernerfolg und weiteren Faktoren wie dem Ausgangsniveau der richtigen Antworten im Kontrolldurchgang, dem Visus oder dem Alter?

Ergebnisse

Die folgenden statistischen Ergebnisse wurden mit dem Statistikprogramm SPSS, Version 11.5, errechnet.

Sensorisches Training: Wahrnehmungsschwelle und Stimulusspezifität

Die Hypothese, dass die Wahrnehmungsschwelle im Verlauf des sensorischen Training sinkt und damit der Lernerfolg zunimmt bzw. dass das Lernen stimulusspezifisch ist wurde mit einer 2 (Reizarten: Kontrolle vs. Training) x 2 (Zeitpunkte: 1. Kontroll-/ und Trainingsdurchgang vs. 2. bzw. 10. Kontroll-/und Trainingsdurchgang) faktoriellen Varianzanalyse gerechnet. Abhängige Variable war der Lernerfolg. Lernen wird in der vorliegenden Studie als Leistungszuwachs zwischen dem ersten und dem letzten Trainingsdurchgang definiert, die Variable Lernerfolg errechnet sich so aus der Differenz der relativen Häufigkeit der richtigen Antworten zwischen dem ersten und dem letzten Trainingsdurchgang. Die Varianzanalyse wurde, bei gleich bleibenden Faktoren, für die Gesamtstichprobe, sowie einzeln für das Training mit der großen und der kleinen Reizexzentrizität berechnet. Es zeigte sich ein signifikanter Haupteffekt des Faktors Zeit ($F(1,26) = 11.45, p = .00$) auf den Lernerfolg. Die Hypothese, dass der Lernerfolg im Laufe des Trainings steigt bleibt beizubehalten. Außerdem ergab sich eine signifikante Interaktion

zwischen den Faktoren Reizart in Kontrolle und Training und den Zeitpunkten erster Kontroll-/und Trainingsdurchgang und zweiter bzw. zehnter Kontroll-/ und Trainingsdurchgang ($F(1,26) = 20.6, p = .00$). Diese Interaktion ist in der nachfolgenden Abbildung 3 graphisch dargestellt. Das Zusammenwirken der Faktoren Reizbedingung und Zeit belegt den im Zeitverlauf zunehmenden Lernerfolg sowie auch die Stimulusspezifität des Lernens bzw. das Ausbleiben eines Transfers des Wahrnehmungslernens zwischen den Reizarten.

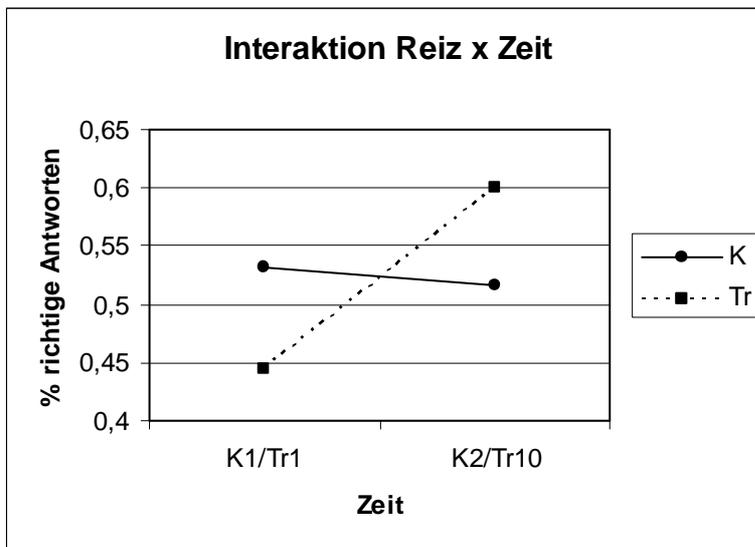


Abbildung 3. Mittlerer Lernerfolg in Abhängigkeit der Reizart (Kontrolle (K) vs. Training (Tr)) und des Zeitpunkts (erster Kontroll-/Trainingsdurchgang (K1/Tr1) vs. zweiter bzw. zehnter Kontroll-/ Trainingsdurchgang (K2/Tr10))

In den Varianzanalysen, die für das Training mit der großen und der kleinen Reizexzentrizität jeweils einzeln gerechnet wurden ergaben sich die gleichen Haupteffekte und Interaktionen: Beim Training mit der großen Reizexzentrizität zeigte sich ein signifikanter Haupteffekt des Faktors Zeit auf den Lernerfolg ($F(1,18) = 5.48, p < .03$), sowie eine signifikante Interaktion zwischen den Faktoren Reizbedingung und Zeit ($F(1,18) = 11.9, p < .003$). Beim Training mit der kleinen Reizexzentrizität ergab sich ebenfalls ein signifikanter Haupteffekt des Faktors Zeit auf den Lernerfolg ($F(1,7) = 7.47, p < .027$) sowie eine signifikante Interaktion zwischen den Faktoren Reizbedingung und Zeit ($F(1,7) = 26.53, p = .00$). Die Hypothesen, dass der Lernerfolg Trainingsverlauf ansteigt bzw. dass das Wahrnehmungslernen

stimulusspezifisch ist werden auch in einzelner Betrachtung des Trainings mit der kleinen bzw. großen Reizexzentrizität bestätigt.

Zusammenhang zwischen Lernerfolg und weiteren Faktoren

Die Hypothese, dass ein positiver Zusammenhang zwischen dem Lernerfolg und dem Ausgangsniveau der richtigen Antworten im Kontrolldurchgang, sowie auch dem Visus besteht, wurde mittels Pearson-Produkt-Moment Korrelation berechnet. Zwischen der Variable Lernerfolg und der Häufigkeit der richtigen Antworten im ersten Kontrolldurchgang ergab sich eine Korrelation von $r = -.09$ ($p < .66$). Die Korrelation ist nicht signifikant. Zwischen Lernerfolg und Visus (beide Augen) liegt die Korrelation bei $r = .16$ ($p < .42$), was ebenfalls nicht signifikant ist. Die Hypothese, dass der Lernerfolg positiv mit dem Ausgangsniveau und dem Visus korreliert ist abzulehnen.

Die Annahme, dass zwischen dem Lernerfolg und dem Alter ein negativer Zusammenhang besteht wurde ebenfalls mit der Pearson-Produkt-Moment Korrelation berechnet. Zwischen Lernerfolg und Alter lag die Korrelation bei $r = .23$ ($p < .25$), was als tendenziell positiver Zusammenhang anzusehen ist. Die Hypothese, dass das Alter mit dem Lernerfolg einen negativen Zusammenhang ergibt, wird abgelehnt. Der außerdem noch betrachtete Zusammenhang zwischen Lernerfolg und Geschlecht ergab einen nicht signifikanten Korrelationswert von $r = .12$ ($p < .56$). Die Teilnehmer männlichen Geschlechts haben durchschnittlich einen höheren Lernerfolg erzielt als die weiblichen Teilnehmer ($M = .19$ bzw. $M = .13$). Aufgrund der Zusammensetzung der Stichprobe, in der neben 24 Frauen nur 3 Männer sind, ist in dieser Studie ein Vergleich allerdings nicht sinnvoll. Die Korrelationen zwischen dem Lernerfolg und den oben angeführten Variablen sind ebenfalls einzeln für das Training mit der großen Reizexzentrizität sowie das Training mit der kleinen Reizexzentrizität berechnet worden und befinden sich nachfolgend in den Tabellen 2 und 3. Hierbei ergaben sich keine signifikanten Zusammenhänge.

Tabelle 2

Korrelationen für das Training mit der großen Reizexzentrizität zwischen dem Lernerfolg und den Variablen Häufigkeit der richtigen Antworten im ersten Kontrolldurchgang, Visus, Alter und Geschlecht.

		Lernerfolg (% richtige Antworten)
richtige Antworten Kontrolle	Korrelation nach Pearson	-.130
	Signifikanz (2-seitig)	.595
	N	19
Visus (beide Augen)	Korrelation nach Pearson	.258
	Signifikanz (2-seitig)	.287
	N	19
Alter	Korrelation nach Pearson	.272
	Signifikanz (2-seitig)	.259
	N	19
Geschlecht	Korrelation nach Pearson	.206
	Signifikanz (2-seitig)	.397
	N	19

Tabelle 3

Korrelationen für das Training mit der kleinen Reizexzentrizität zwischen der Lernerfolg und den Variablen Häufigkeit der richtigen Antworten im ersten Kontrolldurchgang, Visus, Alter und Geschlecht.

		Lernerfolg (% richtige Antworten)
richtige Antworten Kontrolle	Korrelation nach Pearson	-.104
	Signifikanz (2-seitig)	.807
	N	8
Visus (beide Augen)	Korrelation nach Pearson	-.295
	Signifikanz (2-seitig)	.478
	N	8
Alter	Korrelation nach Pearson	.024
	Signifikanz (2-seitig)	.955
	N	8
Geschlecht	Korrelation nach Pearson	-.336
	Signifikanz (2-seitig)	.416
	N	8

Zusammenhänge zwischen Lernerfolg und weiteren Faktoren: Differenzen bei lernenden und nicht lernenden Probanden

Um die Gesamtstichprobe in lernende und nicht lernende Probanden zu unterteilen, wurde der Lernerfolg jedes Einzelnen betrachtet. Die Versuchspersonen, bei denen sich eine positive Differenz der richtigen Antworten zwischen dem letzten und dem ersten Trainingsdurchgang ergab, wurden den Lernenden zugeteilt. Diejenigen, bei denen sich eine Differenz von null oder eine negative Differenz ergab, zählten zu den nicht Lernenden. Von den insgesamt 27 Versuchspersonen waren 21 lernende und 6 nicht lernende Personen.

Um die Frage zu klären, ob Unterschiede in den Zusammenhängen zwischen Lernerfolg und weiteren Faktoren wie dem Ausgangsniveau der richtigen Antworten im Kontrolldurchgang, dem Visus oder dem Alter bestehen, wurden Korrelationen mittels Pearson-Produkt-Moment Korrelation getrennt für Lernende und nicht Lernende gerechnet. Zwischen dem Lernerfolg und der Variable Ausgangsniveau der Leistung im Kontrolldurchgang ergab sich bei den Lernenden keine Korrelation ($r = .04$, $p < .86$), während bei den nicht Lernenden die Korrelation einen Wert von $r = -.59$ ($p < .22$) ergab, was als tendenziell negativ jedoch nicht signifikant anzusehen ist. Auch zwischen dem Lernerfolg und den weiteren Faktoren Visus und Alter sowie auch dem Geschlecht ergaben sich für die Gruppe der Lernenden sowie auch der nicht Lernenden keine signifikanten Zusammenhänge. Der Lernerfolg ist nicht auf den Einfluss der Faktoren Ausgangsniveau richtiger Antworten, Visus, Alter oder Geschlecht zurückzuführen. Die für die Gruppen Lernende und nicht Lernende getrennt berechneten Korrelationen sind zur genaueren Betrachtung in Tabelle 4 und 5 aufgelistet.

Tabelle 4

Korrelationen in der Gruppe der lernenden Probanden zwischen dem Lernerfolg und den Variablen Häufigkeit der richtigen Antworten im ersten Kontrolldurchgang, Visus, Alter und Geschlecht.

		Lernerfolg (% richtige Antworten)
richtige Antworten Kontrolle	Korrelation nach Pearson	.041
	Signifikanz (2-seitig)	.860
	N	21
Visus (beide Augen)	Korrelation nach Pearson	-.003
	Signifikanz (2-seitig)	.988
	N	21
Alter	Korrelation nach Pearson	.254
	Signifikanz (2-seitig)	.266
	N	21
Geschlecht	Korrelation nach Pearson	.154
	Signifikanz (2-seitig)	.505
	N	21

Tabelle 5

Korrelationen in der Gruppe der nicht lernenden Probanden zwischen dem Lernerfolg und den Variablen Häufigkeit der richtigen Antworten im ersten Kontrolldurchgang, Visus, Alter und Geschlecht.

		Lernerfolg (% richtige Antworten)
richtige Antworten 1.Kontrolle	Korrelation nach Pearson	-.590
	Signifikanz (2-seitig)	.281
	N	6
Visus (beide Augen)	Korrelation nach Pearson	.166
	Signifikanz (2-seitig)	.753
	N	6
Alter	Korrelation nach Pearson	.102
	Signifikanz (2-seitig)	.847
	N	6
Geschlecht	Korrelation nach Pearson	.266
	Signifikanz (2-seitig)	.611
	N	6

Lernkurven

Training der Gesamtstichprobe. In der nachfolgenden Abbildung 4 ist der signifikante Leistungszuwachs in Abhängigkeit der Präsentationsdauer als Lernkurve grafisch dargestellt. Das Anfangsniveau der richtigen Antworten im Training liegt bei ungefähr 45%. Zwischen dem ersten und dem letzten Trainingsdurchgang ist eine konstante Zunahme der richtigen Antworten von etwa 15% ersichtlich, wobei das Leistungsniveau im Kontrolldurchgang nach dem Training deutlich zurückfällt. Der Mittelwert der richtigen Antworten im zweiten Kontrolldurchgang liegt sogar noch etwas unterhalb dem Ausgangsniveau der richtigen Antworten im ersten Kontrolldurchgang. Offensichtlich konnte das Lernen nicht vom trainierten auf den untrainierten Stimulus transferiert werden. Das Verhältnis der richtigen Antworten zu den beiden Kontrolldurchgängen und dem Training ist in Abbildung 4 in einer Lernkurve dargestellt für die Gesamtstichprobe. Zwischen den Messpunkten liegt etwa ein Zeitraum von 2 Minuten.

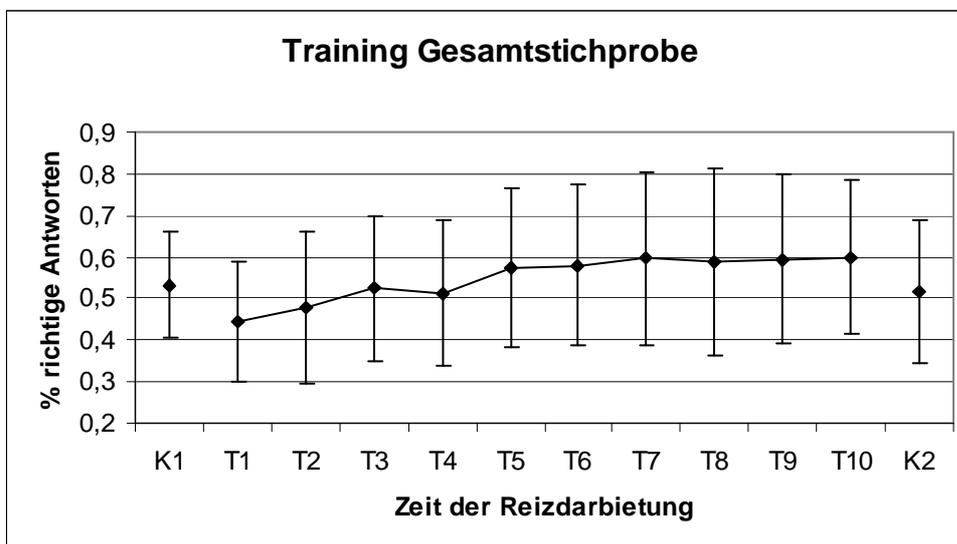


Abbildung 4. Mittelwert und Standardabweichung der relativen Häufigkeit der richtigen Antworten in der Gesamtstichprobe in Abhängigkeit der 10 Trainingsdurchgänge (T1 bis T10) und der beiden Kontrolldurchgänge vor und nach dem Training (K1 bzw. K2).

Die auf den Seiten 10 und 11 beschriebenen Ergebnisse der Varianzanalyse werden weiter mit T-Tests untersucht: Der Leistungszuwachs im Training und der fehlende Transfer vom

Training auf den zweiten Kontrolldurchgang werden durch Mittelwertsvergleiche in T-Tests für gepaarte Stichproben rechnerisch belegt für das Training der Gesamtstichprobe sowie auch einzeln für das Training mit der großen bzw. kleinen Reizexzentrizität.

Um den Einfluss des Trainings auf die Wahrnehmungsleistung zu untersuchen stellten die relative Häufigkeit der richtigen Antworten des ersten und zweiten Kontrolldurchgangs sowie des ersten und des letzten Trainingsdurchgangs die gepaarten Variablen im T-Test dar. Es ergab sich bei der Gesamtstichprobe ein signifikanter Unterschied der richtigen Antworten zwischen dem ersten und dem letzten Trainingsdurchgang ($t(26) = -6.08, p = .00$). Der Mittelwert des ersten Trainingsdurchgangs betrug .45, der Mittelwert des letzten Durchgangs lag bei .60. Im letzten Trainingsdurchgang gab es also signifikant mehr richtige Antworten. Die Hypothese, dass das sensorische Training die Wahrnehmungsleistung verbessert wird bestätigt. Die Mittelwerte der richtigen Antworten zwischen dem ersten Kontrolldurchgang ($M = .53$) und dem zweiten ($M = .52$) waren jedoch nicht signifikant unterschiedlich, es war kein Anstieg der richtigen Antworten nachzuweisen ($t(26) = .56, p < .58$). Das Lernen wurde hier nicht vom trainierten auf den untrainierten Stimulus übertragen. Die Hypothese, dass Lernen stimulusspezifisch ist, ist beizubehalten.

Training der großen Reizexzentrizität. Bei der Teilstichprobe der 19 Versuchspersonen, die die große Reizexzentrizität trainierten ergab sich eine ähnliche Lernkurve. Das Training wurde mit einem Ausgangsniveau der richtigen Antworten von 40% begonnen. Im Laufe des Trainings gibt es einen fast stetigen Anstieg des Lernerfolgs um ungefähr 15%, wobei der Lernerfolg nicht auf den zweiten Kontrolldurchgang transferiert werden konnte. Das Leistungsniveau des zweiten Kontrolldurchgangs liegt wieder etwas unterhalb des ersten Kontrolldurchgangs. Auch bei der alleinigen Betrachtung des Trainings der großen Reizexzentrizität gab es offensichtlich keine Übertragung des Lernens vom trainierten auf den untrainierten Stimulus. Die mittlere relative Häufigkeit der richtigen Antworten im Training mit der großen Reizexzentrizität in Abhängigkeit zu den Kontrolldurchgängen und zum Training ist in Abbildung 5 graphisch dargestellt.

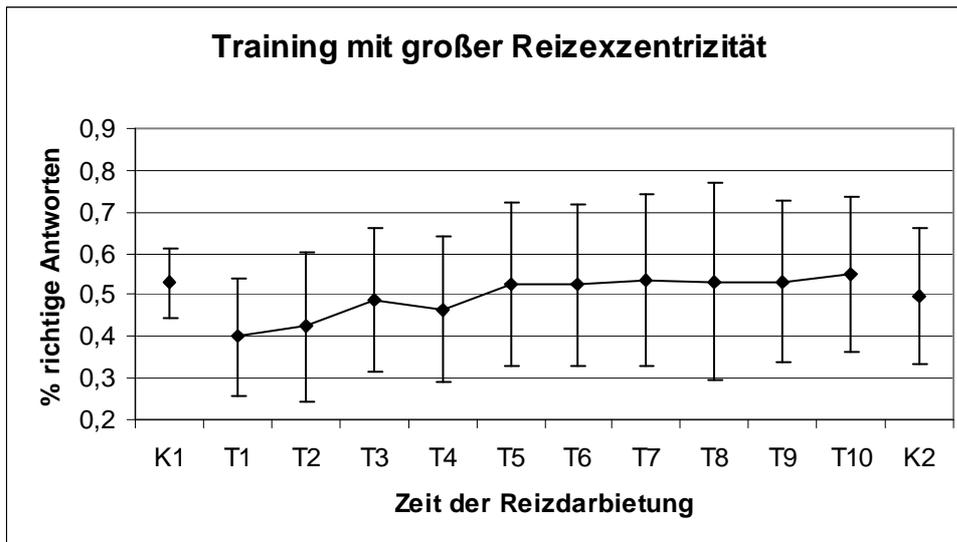


Abbildung 5. Mittelwert und Standardabweichung der relativen Häufigkeit der richtigen Antworten im Training mit der großen Reizexzentrizität in Abhängigkeit der 10 Trainingsdurchgänge (T1 bis T10) und der beiden Kontrolldurchgänge vor und nach dem Training (K1 bzw. K2).

Die Überprüfung auf signifikante Mittelwertsunterschiede zwischen den Kontrolldurchgängen sowie dem ersten und letzten Trainingsdurchgang erfolgt auch im Training der großen Reizexzentrizität mit T-Tests für gepaarte Stichproben. Zwischen dem ersten und dem letzten Trainingsdurchgang war ein signifikanter Anstieg der relativen Häufigkeit der richtigen Antworten ($t(18) = -4.57, p < .00$). Im letzten Durchgang ($M = .55$) gab es mehr richtige Antworten als im ersten Durchgang ($M = .40$). Die Hypothese, dass sich die Wahrnehmungsleistung der Probanden durch das sensorische Training verbessert wird damit auch für das Training mit der großen Reizexzentrizität bestätigt. Im Gegensatz dazu war zwischen dem ersten und zweiten Kontrolldurchgang ($M = .53$ bzw. $M = .50$) kein signifikanter Anstieg der richtigen Antworten ersichtlich ($t(18) = .75, p < .46$). Somit ist belegt, dass kein Transfer von der trainierten, großen Reizexzentrizität auf die kleine Exzentrizität stattfand. Die Annahme der Stimuluspezifität ist beizubehalten.

Training der kleinen Reizexzentrizität. Ähnlich sieht auch die Lernkurve der 8 Personen aus, die die kleine Reizexzentrizität trainierten. Im Training gibt es eine fast durchgehend konstante Zunahme der richtigen Antworten. Im zweiten Kontrolldurchgang fiel das Leistungsniveau wieder auf das des ersten Kontrolldurchgangs zurück. Auch nach dem Training mit der kleinen Reizexzentrizität gab es keinen Transfer auf den Kontrollreiz. Ein

Unterschied zu den Lernkurven der Gesamtstichprobe und der Teilstichprobe mit der trainierten großen Reizexzentrizität besteht im unterschiedlichen Ausgangsniveau der richtigen Antworten im Training. Im Gegensatz zur Gesamtstichprobe und der Teilstichprobe mit dem Training der großen Reizexzentrizität, wo die Quote der richtigen Antworten zwischen 40 und 45% liegt, befindet sich die Quote im Training der kleinen Reizexzentrizität zu Beginn des Trainings schon bei 55%. Dadurch konnte Quote der richtigen Antworten auf bis zu 72% weiter ansteigen, während im Training der großen Reizexzentrizität die höchste Quote bei nur 55% liegt.

Die relative Häufigkeit der richtigen Antworten im Training mit der kleinen Reizexzentrizität in Abhängigkeit zu den Kontrolldurchgängen und dem Training sehen Sie graphisch dargestellt in Abbildung 6.

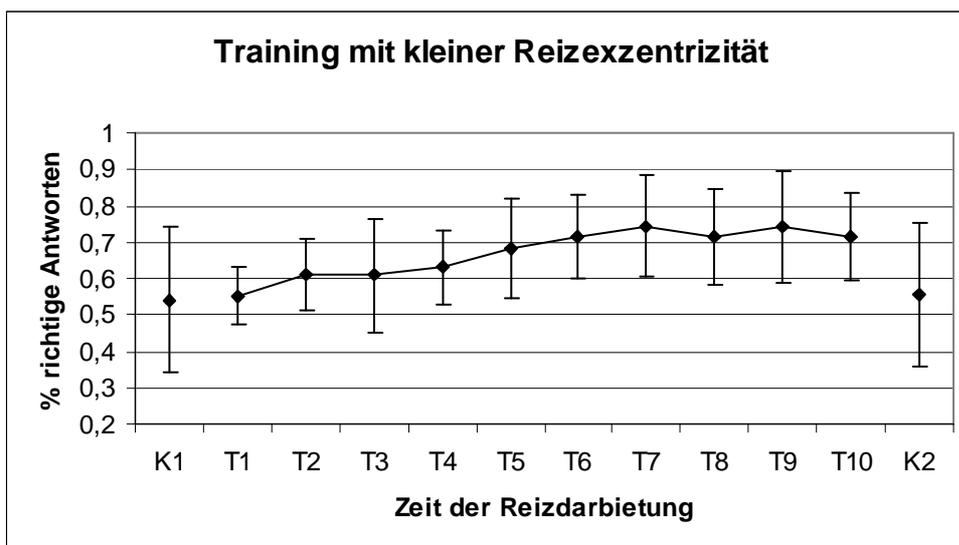


Abbildung 6. Mittelwert und Standardabweichung der relativen Häufigkeit der richtigen Antworten im Training mit der kleinen Reizexzentrizität in Abhängigkeit der 10 Trainingsdurchgänge (T1 bis T10) und der beiden Kontrolldurchgänge vor und nach dem Training (K1 bzw. K2).

Die Überprüfung auf signifikante Mittelwertsunterschiede zwischen den Kontrolldurchgängen sowie dem ersten und dem letzten Kontrolldurchgang wurde auch im Training der kleinen Reizexzentrizität mit T-Tests für gepaarte Stichproben durchgeführt. Zwischen dem ersten und dem letzten Trainingsdurchgang war ein signifikanter Anstieg der relativen Häufigkeit der richtigen Antworten ($t(7) = -4.37, p < .003$). Im letzten Durchgang ($M = .72$) gab es mehr

richtige Antworten als im ersten Durchgang ($M = .55$). Die Hypothese, dass das sensorische Training die Wahrnehmungsleistung verbessert wird damit ebenfalls für das Training mit der kleinen Reizexzentrizität bestätigt. Zwischen dem ersten und dem zweiten Kontrolldurchgang ($M = .54$ bzw. $M = .56$) war hingegen kein signifikanter Anstieg der richtigen Antworten ersichtlich ($t(7) = .48, p < .65$). Somit ist bestätigt, dass auch von der kleinen Reizexzentrizität kein Transfer auf die untrainierte, große Reizexzentrizität stattfand. Die Hypothese der Stimuluspezifität wird auch im Training der kleinen Reizexzentrizität bestätigt.

Obwohl es zwischen den Trainingsbedingungen der großen und kleinen Reizexzentrizität unterschiedliche Erfolgsquoten zu Beginn des Trainings gab, und ein wesentlicher Unterschied in den erzielten Erfolgsquoten im Training besteht, unterscheidet sich der Lernerfolg zwischen den beiden Trainingsbedingungen nicht signifikant ($t(25) = .49, p < .63$). Die Überprüfung auf signifikante Mittelwertsunterschiede zwischen den Kontrolldurchgängen sowie dem ersten und letzten Trainingsdurchgang wurde beim Training der kleinen Reizexzentrizität ebenfalls mit T-Tests für gepaarte Stichproben durchgeführt. Die relative Häufigkeit der richtigen Antworten zwischen den Kontrolldurchgängen unterschied sich nicht signifikant ($t(8) = -.28, p < .79$), während zwischen dem ersten und dem letzten Trainingsdurchgang ein signifikanter Unterschied bestand ($t(8) = -4.47, p < .00$). Beim Training der kleinen Reizexzentrizität gab es signifikant mehr richtige Antworten im letzten Trainingsdurchgang ($M = .71$) als im ersten Trainingsdurchgang ($M = .56$). Die Hypothese, dass sich die Wahrnehmungsleistung durch wiederholte Darbietung des Stimulus verbessert gilt auch für das Trainieren der kleinen Reizexzentrizität. Die fast unveränderten Mittelwerte des ersten und des zweiten Kontrolldurchgangs $M = .536$ bzw. $M = .544$ veranschaulichen, dass das Lernen nicht von der kleinen Reizexzentrizität auf die große Reizexzentrizität transferiert wurde. Die Annahme, dass Lernen stimuluspezifisch ist, ist auch in diesem Fall beizubehalten.

Diskussion

Die vorliegende Studie wurde unter anderem zur Überprüfung der Replizierbarkeit vorangegangener Studien durchgeführt. Es sollte untersucht werden ob und in welchem Ausmaß das sensorische Training von peripheren Reizen (Nonius-Reizen) die Wahrnehmungsleistung beeinflusst. Darüber hinaus wurde geprüft, ob das Wahrnehmungslernen stimulusspezifisch ist bzw. ob es vom Ort des Gesichtsfelds abhängt. Die Annahme, dass mit zunehmender Darbietung der Stimuli die Wahrnehmungsleistung zunimmt und der Lernerfolg steigt konnte sowohl für das Training mit der großen Exzentrizität als auch für das Training mit der kleinen Reizexzentrizität bestätigt werden. Eine Erklärung dafür ist möglicherweise die Anweisung an die Versuchspersonen Pausen einzulegen, sobald sie Ermüdungsanzeichen wahrnehmen, jedoch spätestens nach dem fünften Trainingsdurchgang. So wurden Verzerrungen der Ergebnisse durch sich während des Trainings verschlechternde Versuchspersonen vermieden. Dieses Ergebnis wurde ebenfalls in den bereits erwähnten Studien von Crist et al. (1997) und Fahle et al. (1995) bestätigt. Ein Merkmal dieser Studien im Gegensatz zur vorliegenden Studie sind die längeren Trainingsphasen von mehreren Wochen bzw. mehreren Tagen. In der vorliegenden Studie wurde gezeigt, dass auch schon in Zeiträumen von weniger als 30 Minuten eine Verbesserung der Wahrnehmungsleistung festgestellt werden kann.

Weiterhin wurde Stimulusspezifität des Lernens nachgewiesen, da kein Transfer vom trainierten Reiz auf den in zweiten Kontrolldurchgang verwendeten untrainierten Reiz stattfand. Der Grund dafür ist sehr wahrscheinlich, dass der im zweiten Kontrolldurchgang präsentierte untrainierte Stimulus auf ebenfalls untrainierte Netzhautstellen fällt, an den sich die Versuchsperson nun erst gewöhnen muss bevor sie ihre Leistung steigern kann. Auch diese Hypothese wurde in der Studie von Crist et al. (1997) bestätigt, in der, wie bereits erwähnt, die Reize über mehrere Wochen trainiert werden. Die vorliegende Studie beweist, dass die Verbesserung der Leistung sowie auch die Stimulusspezifität des Wahrnehmungslernens Effekte sind, die bereits in kurzen Zeiträumen beobachtbar sind. Die zunehmende Wahrnehmungsleistung durch sensorisches Training sowie die Stimulusspezifität des Lernens sind also Effekte, die sowohl über kurze als auch über lange Zeiträume stattfinden und nachweisbar sind.

Weiterhin konnte die Hypothese, dass der Lernerfolg positiv mit dem Ausgangsniveau der richtigen Antworten im ersten Kontrolldurchgang korreliert nicht belegt werden. Dieser nicht

vorhandene Zusammenhang könnte darin begründet sein, dass sich die vorher, durch Veränderungen der Einstellung, herbeigeführte Erfolgsquote und somit auch der Lernerfolg im ersten Trainingsdurchgang durch diese Manipulation nur einen begrenzten Spielraum hat. Aufgrund der geringen Variabilität des Ausgangsniveaus konnte kein Zusammenhang mit dem Lernerfolg hergestellt werden.

Den Zusammenhang zwischen Visus und Lernerfolg kann als tendenziell positiv ansehen. Da man den Zusammenhang zwischen der individuellen Sehfähigkeit und der Steigerung der Wahrnehmungsleistung eigentlich als eine etwas höhere Korrelation erwartet, kann man zu der Annahme kommen, dass weitere Faktoren wie die Tagesform und die Motivation der Versuchspersonen sowie ihre Konzentrationsfähigkeit die Sehfähigkeit und das Lernen beeinflussen. Tatsächlich entstand während der Untersuchung bei mehreren Versuchspersonen der Eindruck, dass sie eher weniger motiviert waren am Versuch teilzunehmen oder erfolgreich zu sein. Vielmehr waren sie wahrscheinlich darauf aus, den Versuch sobald wie möglich irgendwie zu beenden und die versprochenen Versuchspersonenstunden zu erhalten. So kann man davon ausgehen, dass ein Teil des Lernerfolgs vielleicht auf den Faktor Motivation zurückgeht. Um den Mangel an Motivation zu beheben könnte man deswegen in zukünftigen Untersuchungen eine Belohnung für gute Leistung als Anreiz geben. Ein weiterer interessanter Aspekt für weitere Untersuchungen wäre auch inwiefern die Leistung durch Faktoren wie Tagesform, Motivation und Konzentrationsfähigkeit beeinflusst wird.

Allerdings scheint es in Anbetracht der Ergebnisse bereits erwähnter Studien (z.B. Crist et al., 1997; Fahle et al., 1995; Skrandies, 2001) durchaus nicht ungewöhnlich, dass ein gewisser Anteil von Versuchspersonen, ca. 20 bis 30 %, keinen Leistungszuwachs im Laufe des Versuchs erzielen. In der vorliegenden Studie zeigten 22 % der Probanden keinen Lernerfolg. Es können allerdings keine Rückschlüsse vom fehlenden Lernerfolg auf weitere Faktoren gemacht werden, da keine signifikanten Zusammenhänge resultieren nachdem die Korrelationen einzeln für nicht Lernende gerechnet wurden. Offensichtlich stehen die für die Korrelationen mit dem Lernerfolg ausgewählten Faktoren wie Ausgangsniveau und Alter nicht in Beziehung zum Lernerfolg. Daher kann man wieder auf die Vermutung schließen, dass der Lernerfolg auf weitere, in dieser Studie nicht berücksichtigte, Faktoren zurückgeht, wie beispielsweise die individuelle Tagesform, die Motivation oder die allgemeine Fähigkeit sich zu konzentrieren.

Weiter ergab sich bei der Betrachtung der Gesamtstichprobe keine negative Korrelation zwischen Alter und Lernerfolg. Der Grund dafür liegt in der relativ jungen Stichprobe mit

einem Altersdurchschnitt von 24,5 Jahren. Um einen negativen Zusammenhang zwischen diesen Faktoren zu erreichen müsste das Alter der Versuchspersonen gleichmäßig über mehrere Lebensdekaden verteilt sein.

Zwischen den Variablen Lernerfolg und Geschlecht zeigte sich eine tendenzielle Korrelation. Der Anteil der Teilnehmer männlichen Geschlechts ist jedoch zu klein um eine wahrheitsgemäße Behauptung über den Zusammenhang zwischen Geschlecht und Lernerfolg machen zu können.

In der vorliegenden Studie wurden zwei von vier Hypothesen bestätigt. Jene Annahmen, die nicht bestätigt wurden könnten auf Mängel an der Stichprobe zurückzuführen sein. Deshalb ist es für eine zukünftige Replizierung der Studie essentiell, dass die Stichprobe ausgeglichen ist bezüglich Alters- und Geschlechtsverteilung sowie bezüglich der Darbietung der verschiedenen Reizarten. Außerdem wäre es interessant Persönlichkeitsfaktoren, wie beispielsweise die Motivation, genauer im Zusammenhang mit dem Lernerfolg zu betrachten.

Literaturverzeichnis

- Beard, B.L., Levi, D.M., Reich, L.N., 1995. Perceptual learning in parafoveal vision. *Vision Research* 35, 1679-1690.
- Crist, R.E., Kapadia, M.K., Westheimer, G., Gilbert, C.D., 1997. Perceptual learning of spatial localization: specificity for orientation, position and context. *Journal of Neurophysiology* 78, 2889-2894.
- Fahle, M., Edelman, S., Poggio, T., 1995. Fast perceptual learning in hyperacuity. *Vision Research* 35, 3003-3013.
- Haubensak, G., Eisenhauer, M., Lachnit, H., Müller, B., & Pieper, W., 2004. *Experimentalpsychologisches Praktikum II: Lernen und Denken*. Giessen: Justus-Liebig-Universität.
- Karni, A., Sagi, D., 1993. The time course of learning a visual skill. *Nature* 365, 250-252.
- Oldfield, R.C., 1971. The assessment and analysis of handedness, the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia* 9, 97 – 113.
- Pieper, W., Ludwig, I., 2003. *Experimentalpsychologisches Praktikum I: Wahrnehmung*. Giessen: Justus-Liebig-Universität.
- Saugstad, P., Lie, I., 1964. Training of peripheral visual acuity. *Scandinavian Journal of Psychology* 5, 218-224.
- Shiu, L.-P., Pashler, H., 1992. Improvement in line orientation discrimination is retinally local but dependent on cognitive set. *Perception and Psychophysics* 52, 582-588.
- Sireteanu, R., Rettenbach, R., 1996. Textsegmentierung und visuelle Suche: Entwicklung, Lernen und Plastizität . *Klinische Monatsblätter der Augenheilkunde* 208, 3-10.
- Skrandies, W., Fahle, M., 1994. Neurophysiological correlates of perceptual learning in the human brain. *Brain Topography* 7, 163-168.
- Skrandies, W., Jedynek, A., 1999. Learning to see 3-D: Physiological thresholds and electrical brain topography. *Neuroreport* 10, 249-253.
- Skrandies, W., Lang, G., Jedynek, A., 1996. Sensory thresholds and neurophysiological correlates of human perceptual learning. *Spatial Vision* 9, 475- 489.
- Skrandies, W., 2001. Human perceptual learning in the peripheral visual field: sensory thresholds and neurophysiological correlates. *Biological Psychology* 59, 187-206.
- Vogels, R., Orban, G.A., 1985. The effect of practice on the oblique effect in line orientation judgements. *Vision Research* 25, 1679-1687.

Anhang A

Tabelle 1

Mittelwert (M), Minimum (Min), Maximum (Max) und Standardabweichung (S) des Visus (beide Augen, rechts, links), der Disparität (crossed, uncrossed) und der Dioptrien (rechts, links) sowie Anzahl der Sehhilfenträger der Gesamtstichprobe. Nur 11 von 15 Sehhilfenträgern konnten während des Versuchs die genaue Stärke ihrer Sehhilfe in Dioptrien angeben.

	N	Min	Max	M	S
Visus beide Augen	27	1	2	1,3	0,48
Visus links	27	1	2	1,46	0,34
Visus rechts	27	0,8	2	1,69	0,31
Disparität crossed	26	30	180	54,23	32,87
Disparität uncrossed	25	30	120	45	32,87
Sehhilfenträger	15				
Dioptrien rechts	11	-0,5	6,75	2,14	2,43
Dioptrien links	11	-0,5	7,5	2,23	2,55