## 3 Der Einfluß der Gestaltung einer Route auf die Distanzkognition

Über die Bedeutung von Gestaltungsmerkmalen einer Route auf die Distanzkognition sind zwei unterschiedliche Hypothesen formuliert worden, die Feature-Akkumulationshypothese und die Routen-Segmentierungshypothese. Nach der Feature-Akkumulationshypothese bestimmt die Anzahl der Features auf einer Strecke die Distanzkognition. Hierbei ist es von geringer Bedeutung, welche Rolle die Features entlang der Route einnehmen. Anders ist dies bei der Routen-Segmentierungshypothese. Zunächst ist die Segmentierung einer Strecke auch ein Feature, wobei dem Feature jedoch eine besondere Rolle bzw. Funktion zugesprochen wird: Die Routen-Segmentierungshypothese besagt, daß die geschätzte Distanz zwischen zwei ausgegliederten, durch Segmentierungen getrennten Einheiten größer ist als eine objektiv gleich lange Distanz zwischen zwei Punkten innerhalb jeder dieser Einheiten.

Die anschauliche Gliederung einer Route kann jedoch nicht nur durch die Existenz eines bestimmten Features bestimmt sein, sondern auch durch die Gruppierung vorhandener Features. Wenn eine Strecke durch ein bestimmtes Feature gegliedert wird, werde ich von einer Gliederung sprechen, die durch eine Segmentierung bzw. durch ein segmentierendes Feature induziert wird. Daneben gibt es noch die durch die Gruppierung von Features bestimmte Gliederung.

Die Features im allgemeinen und die zur Gliederung beitragenden Features, d.h. die segmentierenden Features, entlang der Route bestimmen immer auch einen Ort. Örter können dabei zum einen durch visuell wahrnehmbare Features, z.B. "der Ort an der ersten Querstraße oder am zweiten Haus", zum anderen aber auch durch andere Markierungen bestimmt sein, z.B. "da, wo sich die Richtung des Weges ändert" (vgl. Herrmann et al., 1997). Gerade die vorangehend dargestellten Experimente haben deutlich belegt, daß die Örter, die durch ein Merkmal bestimmt sind, einen Einfluß auf die Distanzkognition haben: Ein Weg mit mehr Richtungsänderungen wird länger geschätzt als ein gleich langer Weg mit weniger Richtungsänderungen.

Dieses Ergebnis steht im Einklang zu Befunden von Allen und Kirasic (1985). Sie konnten ebenfalls zeigen, daß Örter, die eine Route segmentieren, die Distanzkognition beeinflussen: In einem ersten Experiment wurden die Probanden aufgefordert zu beurteilen, an welchen Stellen eines ihnen

unbekannten Straßenzuges sie Gliederungen vornehmen würden. Ein 1000 Meter langer Weg, der durch eine abwechslungsreiche städtische Gegend führte, wurde den Versuchspersonen anhand einer automatischen Projektion von 60 Dias dargeboten. Die Probanden sahen Segmentgrenzen an den Stellen, die sich landschaftlich voneinander unterschieden oder an denen sich entlang des Weges Örter befanden, die durch markante Objekte auffielen (z. B. durch eine Querstraße). In einem zweiten Experiment sollten die Probanden die relativen Entfernungen verschiedener Örter entlang des Weges zu einem Referenzort bestimmen. Mittels der Methode der Größenverhältnisschätzung und dem Vergleich der Nähe zweier Örter zu einem Referenzort wurden die Distanzschätzungen verlangt. Dabei handelte es sich um Schätzungen von Strecken innerhalb von Segmenten (intra-segmentale Schätzung) und über Segmentgrenzen (inter-segmentale Schätzung) hinweg, wobei die unterschiedlichen Entfernungsverhältnisse von dem Referenzort zu den Vergleichsörtern variiert wurden. Es zeigte sich, daß die inter-segmentale Schätzung größer als die intra-segmentale Schätzung war. In einem dritten Experiment sah eine andere Versuchspersonengruppe dieselbe Diafolge. Die Distanzschätzung in diesem Experiment erfolgte von einem Referenzort am Anfang des Weges zu einem jeweils festgelegten Ort entlang des Weg. Es zeigte sich, daß Strecken über Segmentgrenzen hinweg um so länger geschätzt wurden, je mehr Segmentgrenzen die Strecken enthielten. Auch Sadalla und Staplin (1980b) untersuchten den Einfluß der Anzahl von abgehenden Querstraßen bzw. Kreuzungen auf die Distanzkognition. Sie konnten zeigen, daß ein Weg, der mehr Kreuzungen enthielt, länger geschätzt wurde als ein Weg mit weniger Kreuzungen. Dies ließ sich sowohl in einer laborexperimentellen als auch in einer feldexperimentellen Anordnung feststellen, wobei in der feldexperimentellen Untersuchung eine größere Anzahl von Kreuzungen mit einer größeren Menge an Information in Form erhöhten Verkehrs, kommerzieller Gebäude, Ampeln etc. verbunden war. Der Einfluß der Anzahl von Kreuzungen war in der laborexperimentellen Anordnung unabhängig davon, wie viele Wege jeweils an einer Kreuzung abgingen. Sadalla und Staplin (1980b) diskutierten ihre Befunde im Rahmen der Routen-Segmentierungshypothese und Feature-Akkumulationshypothese: Bei der Diskussion der Ergebnisse im Rahmen der Routen-Segmentierungshypothese wird davon ausgegangen, daß stark segmentierte Wege länger geschätzt werden als weniger segmentierte; die Erklärung der Befunde im Rahmen der Feature-Akkumulationshypothese und unter Berücksichtigung des Informationsspeicherungsmodells von Milgram (1973) stützt sich auf die Annahme, daß ein Weg mit einer größeren Anzahl von Kreuzungen aufgrund des größeren Informationsgehaltes länger geschätzt wird als ein Weg mit geringem Informationsgehalt. Beide Hypothesen können zur Erklärung der Befunde herangezogen werden: eine größere Anzahl von Kreuzungen bringt eine höhere Segmentierung und einen höheren Informationsgehalt mit sich. Der Befund, daß die Anzahl abgehender Wege an einer Kreuzung keinen Einfluß auf die Schätzung der Länge des gesamten Weges hat, deutet darauf hin, daß die Segmentierung und nicht die Informationsmenge von hervorragender Bedeutung ist. Hierbei muß jedoch die Frage gestellt werden, ob diese zusätzliche Information -Anzahl der abgehenden Wege an den Kreuzungen - von den Versuchspersonen wahrgenommen und mental repräsentiert wurde.

Im Laufe der Darstellung ist mit dem Begriff "Feature" auch immer gleichzeitig der durch das Feature bestimmte bzw. markierte Ort gemeint gewesen. An die Studie von Sadalla und Staplin (1980b) anknüpfend stellt sich jetzt die Frage, weshalb ein Feature die Distanzkognition beeinflußt: Aufgrund seiner Funktion, die Route bzw. Strecken entlang der Route zu gliedern oder allein aufgrund des durch seine Existenz bestimmten Informationsgehaltes? Die Rolle, die verschiedene Arten von Features auf die mentale Repräsentation des Weges und insbesondere auf die Distanzkognition spielen, wird in den folgenden Experimenten untersucht.

# 3.1 Der Einfluß verschiedenartiger Features auf die Distanzkognition

Ziel ist es zu ermitteln, ob allein Features, die die Route anschaulich gliedern oder auch Features, die die Route "nur" füllen, aber nicht gliedern bzw. segmentieren, die Distanzkognition beeinflussen können. Montello geht z.B. davon aus, daß "… features effect subjective distance primarily by segmenting routes" (Montello, 1995, S. 43), wobei er zugesteht, daß "no research has yet been done to contrast them [the feature-accumulation hypothesis and the route-segmentation hypotheses] directly" (Montello, 1995, S. 35).

Die in diesem Kapitel dargestellten Versuche haben demnach zum Ziel, eine Entscheidung über die Gültigkeit der Feature-Akkumulationshypothese bzw. der Routen-Segmentierungshypothese treffen: Gemäß der Feature-Akkumulationshypothese bezogen auf die Schätzung einer Streckenlänge entlang eines Weges ist zu erwarten, daß die Distanz zwischen zwei benachbarten Features kleiner geschätzt wird als die Distanz zwischen zwei Features über ein weiteres Feature hinweg. Darüber hinaus ist anzunehmen, daß die geschätzte Distanz zwischen zwei Features über ein Feature hinweg, welches die Strecke segmentiert, größer geschätzt wird als die Distanz zwischen zwei benachbarten Features (Routen-Segmentierungshypothese). Die Frage, ob sich die geschätzten Distanzen zwischen zwei Features unterscheiden, wenn zwischen den beiden Features ein füllendes bzw. segmentierendes Feature liegt, ist Gegenstand der experimentellen Untersuchung. Die Untersuchungen finden in virtuellen Umgebungen statt. Da bislang wenig über den Einfluß der Art und Weise, wie eine virtuelle Umgebung erfahren wird, bekannt ist, wird in diesem Experiment die Art der Exploration variiert. Ein Teil der Versuchspersonen bewegt sich mit einem Joystick entlang eines Straßenzuges, den anderen Probanden wird ein Film, der den Weg entlang dieses Straßenzuges zeigt, auf einer Leinwand präsentiert.

Aus den theoretischen Annahmen lassen sich folgende Befunderwartungen ableiten:

- 1. Die geschätzte Länge einer Strecke, die ein füllendes Feature enthält (gefüllte Strecke), ist länger als die geschätzte Länge einer gleich langen Strecke, die kein Feature enthält (leere Strecke) (Feature-Akkumulationshypothese)
- 2. Die geschätzte Länge einer Strecke, die ein segmentierendes Feature enthält (segmentierte Strecke), ist länger als die geschätzte Länge einer gleich langen Strecke, die kein Feature enthält (leere Strecke) (Routen-Segmentierungshypothese).
- 3. Darüber hinaus bleibt zu ermitteln, ob sich die geschätzten Längen gleich langer Strecken unterscheiden, je nachdem, ob es sich um gefüllte oder segmentierte Strecken handelt (Feature-Akkumulationshypothese vs. Routen-Segmentierungshypothese).

Es wurden drei Versuche durchgeführt. In dem ersten Versuch wurde untersucht, welchen Einfluß verschiedenartige Features, füllende oder segmentierende, auf die Distanzkognition haben. In den beiden folgenden Versuchen wurde untersucht, welchen Einfluß verschiedenartige segmentierende (Versuch 2) bzw. verschiedenartig füllende Features (Versuch 3) auf die Distanzkognition haben.

### 3.1.1 Methode

**Versuchspersonen:** An dem **ersten** Versuch nahmen 30 Studierende der Gerhard-Mercator-Universität Duisburg teil, 15 weibliche (Durchschnittsalter: 24,34 Jahre) und 15 männliche (Durchschnittsalter: 30,94 Jahre), an dem **zweiten** Versuch 60 Studierende - dabei wurden die Daten von 30 Studierenden des ersten Versuches

verwendet - 28 weibliche (Durchschnittsalter: 24,68 Jahre) und 32 männliche (Durchschnittsalter: 28,91 Jahre) und an dem **dritten** Versuch 30 Studierende, 15 männliche (Durchschnittsalter: 25,27 Jahre) und 15 weibliche (Durchschnittsalter: 23,6 Jahre). Je nach Art der Exploration fanden die Versuche in Gruppensitzungen oder Einzelsitzungen statt.

Versuchsmaterial: Das Versuchsmaterial bestand in allen Versuchen aus einem auf einem Monitor bzw. auf einer Leinwand dargebotenen geraden virtuellen Straßenzug, der mit dem Softwareprogramm Superscape VRT 4.00 der Firma VRT GmbH konstruiert wurde. Der Straßenzug bestand aus einer durch Straßenmarkierungen und gepflasterten Bürgersteigen gekennzeichneten Straße. Auf jeder Straßenseite standen jeweils in derselben Höhe 9 gleiche Häuser. Entlang des Straßenzuges befanden sich Bäume, am Himmel Wolken, die den "virtuellen Straßenzug" realistischer gestalteten.

Abbildung 15 gewährt einen Einblick in die Gestaltung des Straßenzuges.



Abb. 15: Gestaltung des virtuellen Straßenzuges

Bei dem Straßenzug handelte es sich um einen virtuellen Umgebungsraum. Die Anzahl aller Häuser und Kreuzungen waren für die Versuchspersonen nicht vom Anfang der Route aus einsehbar.

Die neun Häuser auf jeder der beiden identischen Straßenseiten standen in unterschiedlichen Abständen zueinander. Eine Überblickskarte (Abb. 16) verdeutlicht dies.

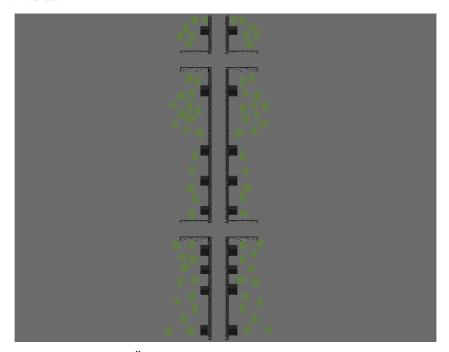


Abb. 16: Überblickskarte des virtuellen Straßenzuges

Die Abbildung 16 zeigt den virtuellen Straßenzug mit Querstraßen. Die schwarzen Kästen stellen die Häuser dar. Die beiden Querstraßen befinden sich nach dem vierten bzw. achten Haus. Die Features entlang des Weges werden durch die Häuser oder durch die Querstraßen - im ersten und zweiten Versuch - bestimmt. Dabei läßt sich zwischen den die Strecken "füllenden" und "segmentierenden" Features unterscheiden. Die "füllenden" Features sind durch ein Haus, die "segmentierenden" Features durch eine Querstraße bestimmt. Der Begriff "füllend" wird hier für ein Feature gewählt, das sich nicht von dem Großteil anderer Features abhebt, im Gegensatz zu einem die Strecke segmentierenden Feature, welches zu einer anschaulichen Gliederung der gleichmäßigen Struktur des Straßenzuges führt.

Die phänomenale Gliederung in diesem Experiment wird durch den Gestaltfakor der durchgehenden Kurve (Geraden) induziert: "Ein geradliniger - durchlaufender oder punktierter - Linienzug hat keine Teile; mit anderen Worten, in Winkel von 180 Grad aneinanderstoßende Abschnitte desselben sind gegeneinander nicht abgegrenzt. Doch erfolgt, wenn er Kreuzungs- oder Abzweigungsstellen aufweist, eine etwaige auffassungsmäßige Unterteilung in "Abschnitte" bevorzugt an diesen Stellen" (Metzger, 1966, S. 706). Darüber hinaus wird die Gliederung noch durch den Figur-Grund-Faktor der Konvexität induziert.

Die Distanzschätzungen werden für bestimmte Strecken ermittelt, wobei unter einer Strecke der Weg von einem bestimmten Haus zu einem anderen verstanden wird. Am Beispiel des Straßenzuges mit Querstraßen wird ein Überblick über die für die Untersuchungen bedeutsamen Strecken gegeben (Abbildung 17):

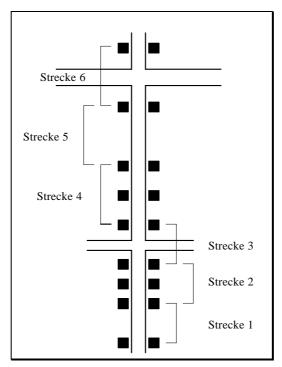


Abb. 17: Überblickskarte des Straßenzuges mit Einzeichnung der verschiedenen Strecken

Abbildung 17 verdeutlicht, daß die Strecken sich aufgrund ihrer objektiven Länge und ihrer Art unterscheiden. Dieser Zusammenhang ist Tabelle 3 verdeutlicht:

Tabelle 3: Darstellung der einzelnen Strecken entlang des Weges

Art der Strecke	Länge der Strecke				
	Kurze Strecke (12 Einheiten)	Lange Strecke (20 Einheiten)			
leere Strecke	Strecke 1 (Haus 1 - Haus 2)	Strecke 5 (Haus 7 - Haus 8)			
gefüllte Strecke	Strecke 2 (Haus 2 - Haus 4)	Strecke 4 (Haus 5 - Haus 7)			
segmentierte Strecke	Strecke 3 (Haus 4 - Haus 5)	Strecke 6 (Haus 8 - Haus 9)			

Bei den Strecken 1 und 5 handelt es sich um sogenannte leere Strecken, da sich keine weiteren Features zwischen den beiden Häusern befinden, die Strecken 2 und 4 sind

Strecken über ein füllendes Feature hinweg, sie werden als **gefüllte** Strecken bezeichnet. Bei den Strecken 3 und 6 handelt es sich um Strecken über ein die Strecke segmentierendes Feature, eine Querstraße, hinweg, sie werden als **segmentierte** Strecken bezeichnet.

Wird z.B. von der Schätzung der gefüllten langen Strecke gesprochen, ist die geschätzte Distanz von Haus 5 zu Haus 7 gemeint. Dies gilt analog für die Schätzung der übrigen in Tabelle 3 dargestellten Strecken.

In dem **zweiten** Versuch wurden die segmentierten Strecken in einer Versuchsbedingung durch eine Querstraße und durch eine Polizeisirene bestimmt. Dabei dauerte das Geräusch so lange an, wie die Versuchsperson benötigte, die Querstraße zu "überqueren". In der anderen Versuchsbedingung wurde diese Strecke nur durch eine Querstraße bestimmt.

Daß das Feature, welches eine Strecke "objektiv" segmentiert, auch wirklich zu einer Gliederung in der Anschauung der Versuchspersonen führt, wurde in einer Voruntersuchung sichergestellt. In Anlehnung an die Studie von Allen und Kirasic (1985) sahen 10 Versuchspersonen in einer Voruntersuchung dreimal hintereinander den Film des virtuellen Straßenzuges mit abgehenden Querstraßen mit und ohne Ton. Nach der Betrachtung des Films wurden sie aufgefordert, sich an den Straßenzug zu erinnern, seine einzelnen Abschnitte und die dazu beitragenden gliedernden Merkmale zu benennen. 9 der 10 Versuchspersonen sagten, daß das Auftreten der Querstraße bzw. der Querstraße und des Tons dazu geführt hat, den Straßenzug zu gliedern. Sie gaben an, sich an drei Routenabschnitte zu erinnern, so beurteilten sie den ersten Routenabschnitt bis zur ersten Querstraße, den zweiten Routenabschnitt bis zur zweiten Querstraße und den dritten Abschnitt nach der zweiten Querstraße. Die Ergebnisse zeigen, daß ein Feature, welches durch eine abgehende Querstraße bestimmt ist, ein wichtiges gliederndes Merkmal ist.

In dem **dritten** Versuch wurden die in den vorangegangenen Versuchen segmentierten Strecken durch gefüllte Strecken ersetzt. Dabei wurden diese Strecken nicht durch ein Haus ausgefüllt, sondern durch das Auftreten einer Polizeisirene. Die gefüllten Strecken waren damit entweder durch ein auditives Merkmal markiert oder durch ein visuell wahrnehmbares Objekt bestimmt.

Die Experimente wurden durch einen 120 MHz Pentium Computer gesteuert. Dabei wurde entweder das Computerbild mit einem Lite-Pro-Projektor an eine 150 cm

große Leinwand projiziert, vor welchem die Versuchspersonen in einem Abstand von 200 cm saßen, oder das Computerbild wurde auf einem 17-Zoll Monitor dargeboten, vor welchem die Versuchspersonen im Abstand von ca. 50 cm saßen.

In der Abrufphase der Distanzschätzung wurde ein Protokollbogen verwendet, auf welchem eine vertikale Linie gezeichnet war. Am Anfang der vertikalen Linie befand sich am unterem Ende des Protokollbogens eine horizontale Linie, die den Anfang der vertikalen Linie markierte.

Versuchsablauf: Die jeweils 20 Minuten dauernden Versuche fanden je nach Art und Weise, wie der virtuelle Straßenzug erfahren wurde, in Gruppen unterschiedlicher Personenanzahl oder in Einzelsitzungen statt. In der Erwerbsbedingung der "passiven Exploration" nahmen die Versuchspersonen in Gruppen vor der Leinwand Platz, wobei darauf geachtet wurde, daß allen Versuchspersonen das Gefühl vermittelt wurde, entlang des virtuellen Straßenzuges geführt zu werden. In der Erwerbsbedingung der "aktiven Exploration" nahmen die Versuchspersonen in Einzelsitzungen vor dem Monitor Platz. Nachdem sie Angaben zur Person abgegeben hatten, wurden sie entweder instruiert, den Film, der dreimal hintereinander gezeigt wurde, aufmerksam zu betrachten oder dreimal hintereinander mittels des Joysticks entlang des Straßenzuges zu navigieren. Dabei wurden sie gebeten, den Joystick bis zum Anschlag zu drücken, so daß die Geschwindigkeit, mit der sie den Straßenzuge explorierten, konstant gehalten wurde.

In der anschließenden Testphase sollten die Versuchspersonen auf dem Protokollbogen entlang der vertikal vorgezeichneten Linie mit neun Pfeilen die Position der neun Häuser, die auf einer der beiden Straßenseiten standen, markieren. Sie wurden auf die Bedeutsamkeit der richtigen Wiedergabe der genauen Abstände aufmerksam gemacht. Der Anfang der Strecke war vorgegeben, das Ende konnte frei gewählt werden.

Abbildung 18 verdeutlicht an einem Beispiel die Markierung der neun Häuser mittels Pfeilen auf einem Protokollbogen.

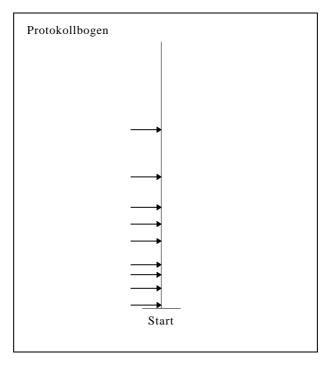


Abb. 18: Protokollbogen mit möglicher Markierung der neun Häuser

Im ersten Versuch schloß sich für die Versuchspersonen, die den Straßenzug aktiv exploriert hatten, eine weitere Aufgabe an. Ihnen wurde die in Abbildung 16 dargestellte **Überblickskarte** des Straßenzuges eine Minute lang auf dem Monitor präsentiert. Sie wurden gebeten, diese Karte aufmerksam zu betrachten. Nach dem Betrachten wurden sie wiederum aufgefordert, die Positionen der einzelnen Häuser entlang einer vertikalen Linie auf einem Protokollbogen (Abb.18) einzuzeichnen.

Versuchsplan: Dem ersten Versuch liegt ein dreifaktorieller Mischversuchsplan mit den Faktoren A "Art der Strecke" (A1: leer, A2: gefüllt, A3: segmentiert), B "Länge der Strecke" (B1: kurz - 12 Einheiten, B2: lang - 20 Einheiten), C "Art der Exploration" (C1: aktiv, C2: passiv) zugrunde. Den Gruppen (G1 und G2) des Faktors "Art der Exploration" gehörten jeweils 15 Versuchspersonen an. Die abhängige Variable ist die geschätzte Länge der jeweiligen Strecken.

Das Versuchsdesign ist in Tabelle 4 verdeutlicht.

Tab. 4: Versuchsdesign Versuch 1

	A (Art der Strecke) / B (Länge der Strecke)						
C (Art der	leer		gefüllt		segmentiert		
Exloration)	kurz	lang	kurz	lang	kurz	lang	
aktiv	G1	G1	G1	G1	G1	G1	
passiv	G2	G2	G2	G2	G2	G2	

Hinsichtlich der Faktoren A (Art der Strecke) und B (Länge der Strecke) lagen Wiederholungsmessungen vor, dem Faktor C (Art der Exploration) wurden die Versuchspersonen per Zufall zugeteilt.

Dem **zweiten** Versuch liegt ein dreifaktorieller Versuchsplan mit den Faktoren B "Länge der Strecke" (B1: kurz, B: lang) und C "Art der Exploration" (C1: aktiv, C2: passiv) und D "Markierung der segmentierten Strecke durch ein akustisches Feature" (D1: ohne, D2: mit) zugrunde. Die abhängige Variable ist die geschätzte Länge der segmentierten Strecken in Differenz zur geschätzten Länge der leeren Strecken. Die Versuchspersonen wurden den Faktoren C und D dem Zufall zugeordnet, auf dem Faktor B lagen Wiederholungsmessungen vor.

Dem **dritten** Versuch liegt ein dreifaktorieller Mischversuchsplan mit den Faktoren B "Länge der Strecke" (B1: kurz, B: lang), C "Art der Exploration" (C1: aktiv, C2: passiv) und E "Modalität des füllenden Feature (E1: visuell, E2: auditiv) zugrunde. Die abhängige Variable ist die geschätzte Länge der gefüllten Strecken in Differenz zur geschätzten Länge der leeren Strecken. Den Faktoren B und E lagen Wiederholungsmessungen vor, den Stufen des Faktors C wurden die Versuchspersonen nach dem Zufall zugeordnet.

## 3.1.2 Ergebnisse

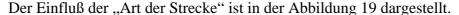
#### Versuch 1

## Einfluß von füllenden und segmentierenden Features auf die Distanzkognition

Die geschätzte Länge einer bestimmten Strecke (vgl. Tabelle 3) wurde im Verhältnis zur Gesamtlänge der Route in Prozent berechnet. Dabei wurden zunächst die Abstände zwischen den an der vertikalen Linie auf dem Protokollbogen eingezeichneten Pfeilen 1-2, 2-4, 4-5, 5-7, 7-8, 8-9 in Millimetern gemessen und durch die Gesamtlänge (berechnet durch die Distanz zwischen dem ersten und neunten Pfeil) dividiert.

Es zeigte sich, daß die Faktoren "Art der Strecke" ( $F_{(2,56)} = 12,16$ , p<.001) und "Länge der Strecke" ( $F_{(1,28)} = 19,91$ , p<.001) einen signifikanten Effekt auf die geschätzten Längen der Strecken haben. Eine Interaktion zwischen den Faktoren "Art der Exploration" und "Art der Strecke" zeigte sich in der Tendenz ( $F_{(2,56)} = 2,7$ , p=.076).

Der Einfluß der "Länge der Strecke" zeigt, daß in einer virtuellen Umgebung objektiv lange Strecken länger geschätzt werden als objektiv kurze Strecken. Dies bringt zum Ausdruck, daß auch in einer virtuellen Umgebung erfahrene Strecken zumindestens ordinal (länger - kürzer) erhalten werden.



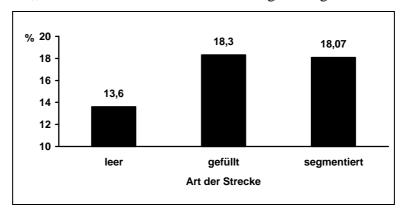


Abb. 19: Mittelwerte der geschätzten Länge der Strecken in Relation zur geschätzten Gesamtlänge der Route in % und Abhängigkeit von der Art der Strecken.

In der Abbildung 19 wird ersichtlich, daß gefüllte und segmentierte Strecken länger als leere Strecken geschätzt werden. Dieser Einfluß ist unabhängig von der objektiven Länge der Strecke. Da der Mittelwert des relativ objektiven Anteils der kurzen und langen Strecken 16,67% der Route beträgt, wird aus der Abbildung 19 auch ersichtlich, daß die leeren Strecken eher unterschätzt, die gefüllten und segmentierten Strecken eher überschätzt werden.

Betrachtet man die Schätzungen der Strecken im Verhältnis zu ihrem objektiven Anteil an der gesamten Route gesondert für die kurzen und langen Strecken - der relative objektive Anteil der kurzen Strecken beträgt jeweils 12,5% der Route, der der langen Strecken jeweils 20,83% - zeigt sich eine Überschätzung der langen Strecken und eine Unterschätzung der kurzen Strecken.

Abbildung 20 verdeutlicht die Über- bzw. Unterschätzung der Streckenlänge zur objektiven Streckenlänge in % zur Gesamtlänge der Route in Abhängigkeit von der Art der einzelnen Strecken:

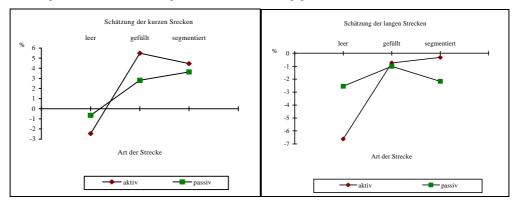


Abb. 20: Unter- bzw. Überschätzung der Streckenlänge zur objektiven Streckenlänge in % zur Gesamtlänge der Route. Angabe der Mittelwertunterschiede für die Schätzung der kurzen bzw. langen Strecken in Abhängigkeit von der Art der Strecke und der Erwerbsart.

In Abbildung 20 wird ersichtlich, daß die objektiv kurzen gefüllten Strecken ( $t_{(15)} = 4,61$ , p<.001 bei aktiven und  $t_{(15)} = 3,29$ , p<.005 bei passiven Erwerb) und die segmentierten Strecken ( $t_{(15)} = 2,54$ , p<.05 bei aktiven und  $t_{(15)} = 3,88$ , p<.005 bei passiven Erwerb) im Vergleich zu ihrer physikalischen Länge überschätzt werden. Darüber hinaus zeigt sich bei aktivem Wissenserwerb noch eine Unterschätzung der leeren Strecken ( $t_{(15)} = 2,55$  p<.05 für die objektiv kleine Strecke und  $t_{(15)} = 4,44$ , p<.001 für die objektiv große Strecke).

Die sich bei der Varianzanalyse andeutende systematische Interaktion zwischen den Faktoren "Erwerbsart" und "Art der Strecke" zeigt Abbildung 21:

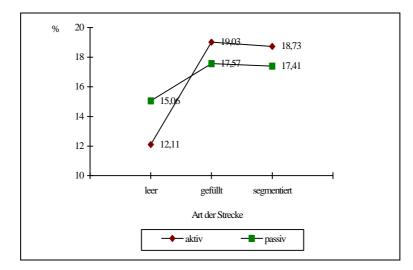


Abb. 21: Geschätzte Streckenlänge in Relation zur geschätzten Gesamtlänge der Route in %. Mittelwerte in Abhängigkeit von der Art der Strecke und der Erwerbsart.

Die Abbildung 21 verdeutlicht, daß bei aktiver Navigation die gefüllten und segmentierten Strecken signifikant länger geschätzt werden als die leeren Strecken (Wilcoxon-Test Z=3,20, p<.005 bzw. Wilcoxon-Test Z=2,4, p<.005). Der Unterschied zwischen der Schätzung der gefüllten bzw. segmentierten Strecken und der leeren Strecke bei passiver Navigation zeigt sich nur in der Tendenz (Wilcoxon-Test Z=1,5, p=.07 bzw. Wilcoxon-Test Z=1,67, p=.051).

Bzgl. der leeren Strecken zeigt sich, daß die Distanzschätzung bei aktiver Navigation signifikant geringer ist als bei passiver Navigation ( $t_{(15)} = 2,53$ , p<.05). Die Schätzungen der gefüllten und segmentierten Strecken unterscheiden sich nicht aufgrund der variierten Erwerbsart.

Bei der Darbietung der **Überblickskarte** zeigte sich, daß die Faktoren "Art der Strecke" ( $F_{(2,28)} = 8,73$ , p=.001) und "Länge der Strecke" ( $F_{(1,14)} = 18,32$ , p=.001) einen signifikanten Einfluß auf die geschätzten Distanzen haben.

Der Einfluß des Faktors "Länge der Strecke" bringt zum Ausdruck, daß auch bei dem Erlernen der auf dem Monitor präsentierten Überblickskarte die kategorialen Längenverhältnisse erhalten bleiben: Objektiv lange Strecken werden auch länger geschätzt als objektiv kurze Strecken.

Der Einfluß des Faktors "Art der Strecke" ist in der Abbildung 22 veranschaulicht.

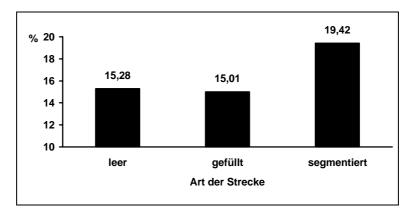


Abb. 22: Mittelwerte der geschätzten Länge der Strecken in Relation zur geschätzten Gesamtlänge der Route in % und in Abhängigkeit von der Art der Strecke bei der Darbietung der Überblickskarte und vorheriger aktiver Exploration des Umgebungsraumes.

Die Abbildung 22 verdeutlicht, daß bei der Darbietung der Überblickskarte, d.h. bei der simultanen Darbietung der Struktur des Straßenzuges, die leere und gefüllte Strecke kürzer als die segmentierte Strecke geschätzt werden und daß die gefüllte Strecke gleich lang der leeren Strecke geschätzt wird. Damit zeigt sich, daß die beim Erwerb von Kartenwissen durch die Darbietung einer Überblickskarte wahrgenommenen pictorialen Distanzen allein durch segmentierende Features beeinflußt werden. Features, die keine anschauliche Gliederung des Straßenzuges induzieren, beeinflussen die Schätzung pictorialer Distanzen nicht.

Darüber hinaus zeigt sich bzgl. des relativen objektiven Anteils der Strecken entlang der Route - 16,67% gemittelt für die objektiv kurzen und langen Strecken - daß die segmentierten Strecken stark überschätzt werden, die leeren und gefüllten Strecken hingegen annähernd ihrer objektiven Länge geschätzt werden.

# Versuch 2 Einfluß verschiedenartiger segmentierender Features auf die Distanzkognition

Das vorangegangene Experiment hat gezeigt, daß die segmentierten Strecken gegenüber den leeren Strecken überschätzt werden. In diesem Versuch steht die Untersuchung des Einflusses verschiedenartiger segmentierender Features auf die Distanzkognition im Mittelpunkt des Interesses. Hierbei wird für jede Versuchsperson der Differenzwert zwischen der Schätzung der segmentierten (mit

bzw. ohne Ton) und der objektiv gleich langen leeren Strecke berechnet. Diese Schätzungen werden wiederum in Relation zur geschätzten Gesamtlänge der Route in Prozent berechnet.

Bei der dreifaktoriellen Varianzanalyse zeigte sich ein signifikanter Einfluß des Faktors "Art der Exploration" ( $F_{(1/56)} = 9,11$ , p<.005) und eine Interaktion der Faktoren "Länge der Strecke" und "Markierung der segmentierten Strecke durch ein akustisches Feature" ( $F_{(1/56)} = 11,93$ , p=.001). Die Abbildung 23 verdeutlicht den Einfluß der Art der Exploration.

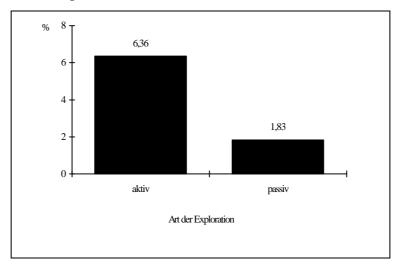


Abb. 23: Differenz der geschätzten Länge der segmentierten und leeren Strecken in Relation zur geschätzten Gesamtlänge der Route in %.

Mittelwerte in Abhängigkeit von der Art der Exploration.

Die Abbildung 23 zeigt zunächst durch das Auftreten der positiven Differenzwerte, daß die segmentierten Strecken länger als die leeren Strecken geschätzt werden. Dabei ist diese Überschätzung bei aktiver Navigation signifikant größer als bei passiver Navigation.

Die Abbildung 24 veranschaulicht die Interaktion der Faktoren "Länge der Strecke" und "Markierung der segmentierten Strecke durch ein akustisches Feature":

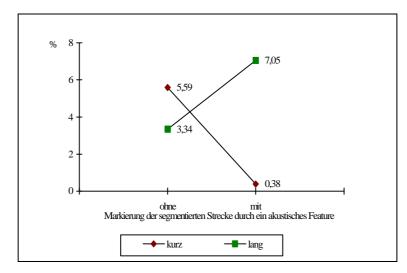


Abb. 24: Differenz der geschätzten Länge der segmentierten und leeren Strecke in Relation zur geschätzten Gesamtlänge der Route in %. Mittelwerte in Abhängigkeit von der Länge der Strecke und der Markierung der segmentierten Strecke durch ein akustisches Feature.

Die Abbildung 24 zeigt, daß die Überschätzung der segmentierten Strecke, die nicht durch ein akustisches Feature markiert ist, unabhängig von der objektiven Länge der Strecke ist. Ist die segmentierte Strecke jedoch noch durch einen Ton markiert, beeinflußt die objektive Länge der Strecke die Distanzschätzungen: Die kurze segmentierte und durch ein akustisches Feature markierte Strecke wird annähernd gleich der kurzen leeren Strecke geschätzt; die lange segmentierte und durch ein akustisches Feature markierte Strecke wird gegenüber der langen leeren Strecke stark überschätzt.

# Versuch 3 Einfluß verschiedenartiger füllender Features auf die Distanzkognition

Gemessen wurde die Schätzung der einzelnen sechs Streckenlängen in cm. Da die Ergebnisse des ersten Versuches gezeigt haben, daß die gefüllten Strecken im Verhältnis zu den leeren Strecken überschätzt werden, wird für jede Versuchsperson der Differenzwert zwischen der Schätzung der gefüllten (visuell bzw. auditiv) und der objektiv gleich langen leeren Strecke berechnet. Abschließend werden die Mittelwerte der Differenzwerte bzgl. der Schätzungen der kurzen und langen Strecken bei aktiver und passiver Navigation berechnet.

Die dreifaktorielle Varianzanalyse ergab allein einen Einfluß des Faktors "Modalität des füllenden Feature" ( $F_{(1/28)}=3.87$ , p=.059), der sich in der Tendenz zeigte: Die Differenz zwischen der Längenschätzung der gefüllten und leeren Strecke ist höher, wenn die gefüllte Strecke ein visuell wahrnehmbares Feature ( $\bar{x}=0.49cm$ ) als wenn sie ein auditves Feature ( $\bar{x}=0.32cm$ ) enthält. Es zeigte sich auch eine signifikante Interaktion zwischen dem Faktor "Modalität des füllenden Features" und dem Faktor "Länge der Strecke" ( $F_{(1/28)}=6.36$ , p<.05), welche in Abbildung 25 dargestellt ist.

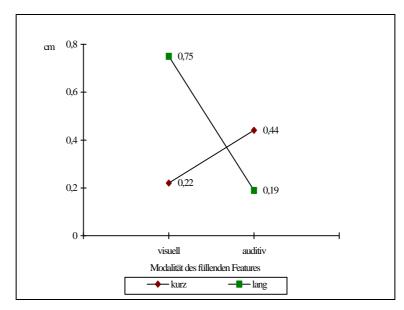


Abb. 25: Differenz zwischen der Schätzung der gefüllten und leeren Strecken in cm.

Mittelwerte in Abhängigkeit von der Modalität des füllenden Features

und der Länge der Strecke.

Aufgrund der positiven Differenzwerte ist in Abbildung 25 zu erkennen, daß die gefüllten Strecken im Verhältnis zu den leeren Strecken generell überschätzt werden. Dabei zeigt sich ein Einfluß der Modalität des die gefüllte Strecke füllenden Features in Abhängigkeit von der Länge der zu schätzenden Strecke: Nur bei der objektiv langen Strecke führt die Existenz eines auditiven Features dazu, daß diese kürzer als die gleich lange Strecke über ein visuelles Feature geschätzt wird ( $t_{(29)} = 2,67$ , p<.05).

### 3.1.3 Diskussion

Die in der virtuellen Umgebung erhobenen Befunde zeigen, daß Strecken, die objektiv gleich lang sind, nicht gleich lang geschätzt werden; ein Ergebnis, das konform zu den Ergebnissen aus vielen Studien ist, die in realen Umgebungen durchgeführt wurden:

Die geschätzte Länge einer gefüllten Strecke (in dem ersten Experiment durch ein Haus bestimmt) ist länger als die geschätzte Länge einer objektiv gleich langen leeren Strecke. Die Ergebnisse stehen mit der Feature-Akkumulationhypothese im Einklang und bestätigen dahingehend die oben formulierte Befunderwartung (1).

Dabei konnte jedoch gezeigt werden, daß die Modalität des Features und die objektive Länge der zu schätzenden Strecken eine bedeutsame Rolle spielt: Bei den objektiv langen Strecken wird die gefüllte Strecke über ein Haus hinweg signifikant länger als die mit dem Geräusch der Polizeisirene gefüllte Strecke geschätzt. Das auditive Feature hat damit für die Distanzkognition eine andere Rolle als das visuell wahrnehmbare Feature - es akzentuiert die gefüllte Strecke nicht in demselben Maße wie ein visuell wahrnehmbares Feature. Da die Route hauptsächlich visuell wahrgenommen wird, wird ihre visuelle Organisation auch eher durch ein visuell als durch ein auditiv wahrnehmbares Feature bestimmt. Hier stellt sich die Frage, welchen Einfluß auditive Features dann haben, wenn entlang der Route viele Geräusche und keine visuellen Features in Form von Häusern, etc. wahrgenommen werden können. Es bleibt zu untersuchen, ob dieser Befund auch für andere Features entlang des Straßenzuges gewonnen werden kann. So stellt sich z.B. die Frage nach dem Einfluß eines durch ein olfaktorisches Merkmal ("dort, wo es nicht gut riecht") oder durch ein Ereignis ("dort, wo der Unfall passiert ist") bestimmten Ortes auf die Kognition von Distanzen entlang eines Weges.

Zudem zeigt sich, daß eine segmentierte Strecke länger geschätzt wird als eine gleich lange leere Strecke. Dieses Ergebnis steht zunächst im Einklang mit der Routen-Segmentierungshypothese und bestätigt die oben formulierte Befunderwartung (2). Darüber hinaus ist dieses Ergebnis für die Schätzung der objektiv langen Strecken unabhängig davon, ob die durch eine Querstraße segmentierte Strecke zusätzlich durch einen Ton markiert wird oder nicht.

In dem ersten Versuch wurde zwischen füllenden und segmentierenden Features unterschieden; die füllenden Features waren durch ein Haus, die segmentierenden durch eine Querstraße bestimmt. Es zeigt sich, daß ein Feature in der Anschauung

der Versuchspersonen nicht als gliedernd erlebt werden muß, um die geschätzte Distanz zu vergrößern, allein sein Vorhandensein reicht aus<sup>11</sup>: So läßt sich allgemein sagen, daß Strecken, die durch visuell wahrnehmbare Features gefüllt sind, im Verhältnis zu objektiv gleich langen leeren Strecken überschätzt werden.

Dabei ist für diese Überschätzung allein die Existenz der die Strecke füllenden Features von Bedeutung. Die Formulierung einer Routen-Segmentierungshypothese für die Untersuchung der Kognition von Umgebungsdistanzen erweist sich zumindestens als redundant; sie ist sogar falsch, wenn sie als eine Hypothese verstanden wird, die sich allein auf eine funktionale Ebene derart bezieht, daß **nur** Gliederungen die Distanzkognition beeinflussen, so wie es Montello (1995) vermutet.

Die phänomenale Gliederung der Route wurde in diesen Experimenten durch die Gestaltfaktoren der durchgehenden Kurven (Geraden) und des Figur-Grund-Faktors der Konvexität induziert. Darüber hinaus stellt sich die Frage, ob auch bei den leeren Strecken der Gestaltfaktor der Nähe wirkt und zu einer Gruppierung der gefüllten Strecken führt. Hierauf wird gesondert im nächsten Experiment eingegangen (vgl. Teil II, Kapitel 3.2).

Die Routen-Segmentierungshypothese bestätigt sich nur dann, wenn die Kognition pictorialer oder auch geographischer Distanzen untersucht wird. So konnte in dem Versuch zum Erwerb des Kartenwissens gezeigt werden, daß nur die segmentierten Strecken, nicht die gefüllten, im Verhältnis zu den leeren Strecken überschätzt werden, wenn die Versuchspersonen den Straßenzug als Überblickskarte am Monitor erlernen. In dieser Überblicksansicht wird die Figur-Grund Gliederung simultan für die Versuchspersonen wahrnehmbar, die sich innerhalb der Figur befindenden Features werden als nah beieinander erlebt. Der Einfluß von Unterbrechungen bzw. Begrenzungen auf die Perzeption und Kognition von pictorialen Distanzen wurde bereits u.a. von Cohen, Baldwin und Sherman(1978), Kosslyn, Pick und Fariello (1974) und McNamara (1986) nachgewiesen (vgl. Seite 40). Die Ergebnisse können im Zusammenhang zu Untersuchungen des geographischen Wissen gesehen werden, bei welchem es zu Fehleinschätzungen bei der Lokalisation von Städten aufgrund

<sup>&</sup>lt;sup>11</sup> Vgl. auch zur Erklärung der Befunde im Rahmen der kognitiven Modellierung FEATURE, Berendt & Jansen-Osmann (1997)

ihrer geographischen Lage oder ihrer politischen Zugehörigkeit kommt (vgl. Heineken, 1991; Stevens & Coupe, 1978).

Damit wird auch der Sinn einer Differenzierung in verschiedene psychologische Räume deutlich: Die Faktoren, die den räumlichen Wissenserwerb beeinflussen, hängen von der Art des Raumes ab, in welchem das räumliche Wissen erworben wurde.

Dabei muß sicherlich auch diskutiert werden, ob die Route beim Abruf des Distanzwissens überhaupt von den Versuchspersonen gegliedert wird: Obwohl die Voruntersuchung (vgl. Seite 104) und die Untersuchungen von Allen und Kirasic (1985) und Allen (1981) gezeigt haben, daß Segmentierungen in Form von z. B Querstraßen zu einer phänomenalen Gliederung der Strecke führen, zeigte sich in der vorliegenden Arbeit, daß die Gliederung der Strecke keinen Einfluß auf die Distanzkognition hat. Hier stellt sich die Frage, inwieweit je nach der von den Versuchsleitern verlangten Aufgabe eine Quasi-simultan-Repräsentation des erlebten Straßenzuges vorliegt, während bei der Schätzung der Umgebungsdistanzen eine derartige Simultan-Repräsentation nicht vorliegt.

Der Einfluß von Features auf die Kognition von Umgebungsdistanzen zeigt sich weitgehend unabhängig von der Art der Exploration des virtuellen Straßenzuges. Nur bei der Untersuchung des Einflusses verschiedenartiger segmentierender Features zeigt sich ein stringent systematischer Einfluß dahingehend, daß beim passiven Betrachten eines Films des zu lernenden Weges, die segmentierten Strecken gering länger als die leeren Strecken geschätzt werden, während bei aktiver Exploration die segmentierten Strecken bedeutend länger als die leeren Strecken geschätzt werden. Bislang gibt es m. W. keine Untersuchung zum Einfluß der Erwerbsart in virtuellen Umgebungen auf die Distanzkognition. In entferntem Zusammenhang kann die Untersuchung von Péruch, Vercher und Gauthier (1995) gesehen werden. Die Autoren konnten den Einfluß der Erwerbsart in einer virtuellen Umgebung auf die Aufgabe, Objekte zu lokalisieren, nachweisen: Die Versuchspersonen, die Objektlokalisationen durch eine vorgegebene Videosequenz lernten, benötigten eine längere Zeit, um diese Objekte aufzusuchen, als diejenigen Personen, die die Aktualisierung der Bildsequenz durch ihre "aktive" Eingabe erwarben.

Weitere Untersuchungen, die sich mit der aktiven bzw. passiven Exploration des Umgebungsraumes in einer virtuellen Umgebung befassen, müssen folgen.

Alle Strecken sind nicht nur durch ihre Art, sondern auch durch ihre Position entlang der Route bestimmt. Dabei ist auszuschließen, daß die erhöhte Schätzung einer gefüllten bzw. einer segmentierten Strecke im Verhältnis zu einer leeren Strecke aufgrund der Position der Strecke entlang der Route und nicht aufgrund der Existenz des Features basiert. Zudem muß der Einfluß der objektiven Länge einer Strecke unabhängig von der Position der objektiv kurzen oder langen Strecken untersucht werden.

Um dies empirisch abzusichern, wurde der Einfluß der Position einer Strecke entlang einer Route in zwei weiteren Nachuntersuchungen geprüft: Im ersten Versuch wurden zunächst die segmentierten Strecken entlang des virtuellen Straßenzuges durch leere Strecken ersetzt. 15 Versuchspersonen explorierten den Straßenzug aktiv und schätzten analog zum ersten Versuch des vorangegangenen Experimentes die verschiedenen Strecken. Dabei zeigte sich, daß die leeren Strecken unabhängig von ihrer Position gleich lang und darüber hinaus kürzer als die gefüllten Strecken geschätzt wurden. Somit ist anzunehmen, daß die Überschätzung der segmentierten Strecke im vorangegangenen Versuch auf die Existenz des Features, nicht aber auf die Position der Strecke entlang der Route zurückzuführen ist. In einem weiteren Experiment wurde die Position der objektiv kurzen bzw. langen Strecke entlang des virtuellen Straßenzuges variiert; am Anfang der Route befanden sich nun die objektiv langen Strecken, am Ende die objektiv kurzen. Die Reihenfolge der Strecken stellte sich damit wie folgt dar: gefüllte lange Strecke, leere lange Strecke, segmentierte lange Strecke, leere kurze Strecke, gefüllte kurze Strecke und segmentierte kurze Strecke. 10 Studierende explorierten diesen virtuellen Straßenzug aktiv. Die Ergebnisse bestätigten den in den vorangegangenen Experimenten gewonnen Befund, daß leere Strecken gegenüber gefüllten und segmentierten Strecken unterschätzt werden. Dabei zeigte sich wiederum kein Unterschied zwischen den Längenschätzungen der gefüllten und segmentierten Strecken. Darüber hinaus konnte in diesem Experiment kein Unterschied zwischen der Schätzung der objektiv langen Strecken, die sich am Anfang des Straßenzuges befanden, und der sich am Ende des Straßenzuges befindenden kurzen Strecken ermittelt werden. Geht man davon aus, daß der Referenzpunkt der Schätzung der Anfang der Route ist, steht dieser Befund im Widerspruch zum Referenzpunkt-Effekt (vgl. Holyoak und Mah, 1982). Aufgrund des sukzessiven Kennenlernens eines Weges ist demnach anzunehmen, daß es beim Abruf von Distanzen nicht nur einen Referenzpunkt, sondern mehrere gibt. Zum einen kann der Referenzpunkt durch den Anfang der Route bestimmt sein, zum anderen können jedoch lokale Referenzpunkte existieren, worunter man dann den Ort versteht, der den Anfang der zu schätzenden Strecke markiert. Unter der Annahme der Existenz lokaler Referenzpunkte bestände jedoch bei der bisher angewendeten Prüfmethode ein methodisches Problem

dahingehend, daß die Schätzung der gefüllten Strecken von der Versuchsleiterin inferiert wurde. Dieses methodische Artefakt konnte jedoch in dem in Kapitel 4 (Teil II) dargestellten Experiment und in einer weiteren Nachuntersuchung, in welchem die Rekonstruktionsmethode angewendet wurde, ausgeschlossen werden: 10 Versuchspersonen bewegten sich mittels eines Joysticks dreimal hintereinander durch den in Experiment 3.1 dargestellten Straßenzug. In der Testphase wurden sie aufgefordert, mit kleinen Bauklötzen die neun Häuser an einer auf einem weißen Papiertischtuch eingezeichneten geraden Straße so anzuordnen, wie sie meinten, daß sie gestanden haben. Sie wurden darauf hingewiesen, daß sie ihre Entscheidung korrigieren konnten. Die Rekonstruktion der Häuser sollte bei einem vorgegebenen Anfang der Straße beginnen, das Ende konnte frei gewählt werden. Der Papierbogen wurde nach Abzeichnen der Häuserumrisse durch die Versuchsleiterin als Protokoll für die von der Versuchsperson hergestellte räumliche Rekonstruktion benutzt und nach jedem Versuch durch einen neuen Bogen ersetzt. Zur Auswertung der Modellrekonstruktion wurden Videoaufzeichnungen gefilmt. Die Ergebnisse zeigten wiederum, daß die leeren Strecken kürzer als die gefüllten und segmentierten Strecken geschätzt werden. Die Auswertung der Videoaufzeichnungen ergab, daß die Hälfte der Versuchspersonen ihre Rekonstruktion der Häuser mittels Holzblöcken nicht korrigierte, die übrigen 5 korrigierten im Durchschnitt 10,6 (s=2,77) mal. Bei dem Vergleich der Rekonstruktion der Versuchspersonen, die korrigierten und denen, die nicht korrigierten, zeigt sich kein Unterschied in der Schätzung der Streckenlängen. Die Probanden hatten bei der Rekonstruktionsaufgabe die Möglichkeit, ihre Rekonstruktion zu überdenken und durch häufiges Verschieben eine befriedigende Annäherung an die Relationen in der virtuellen Umgebung herzustellen. Dabei werden bei Divergenz zwischen den rekonstruierten und mental repräsentierten Häusern immer wieder zusätzliche Transformationsprozesse nötig. Es wird davon ausgegangen, daß die Versuchspersonen bei der Rekonstruktion der Häuser jeden einzelnen rekonstruierten Abstand "ernst meinten".

Somit kann zum einen jedes Haus ein Referenzpunkt für die Schätzung einer Distanz zu einem anderen Haus gewesen sein, zum anderen kann aber auch der Anfang der Route der Referenzpunkt der Schätzung gewesen sein.

# 3.2 Der Einfluß der Gruppierungen von Features auf die Distanzkognition

Die Gliederung eines Weges ist von den Gestaltfaktoren abhängig. In den vorangegangenen Versuchen wurde durch den Faktor der durchgehenden Kurve (Gerade) und durch den Faktor der Konvexität eine Gliederung der Route induziert. In diesem Versuch wird der Faktor der Gleichheit und der Nähe als Gliederungsfaktor verwendet. Dies führt zu einer Gruppierung von Features entlang des Weges.

Um sicherzustellen, daß die Kognition von Umgebungsdistanzen nur durch ein Feature, und nicht durch die Rolle, die es entlang der Route einnimmt, beeinflußt wird, soll in einem weiteren Experiment die Gliederung einer Route durch die Gruppierung von Features induziert werden. Zeigt sich kein Einfluß der Gruppierung, ist dies ein weiterer Hinweis dafür, daß die induzierte Gliederung einer Route keinen Einfluß auf die Kognition von Umgebungsdistanzen hat. Damit würde auf eindringliche Weise die Gültigkeit der Feature-Akkumulationshypothese belegt werden.

### 3.2.1 Methode

**Versuchspersonen:** An dem Versuch nahmen 15 Studierende der Gerhard-Mercator-Universität Duisburg teil, 10 weibliche (Durchschnittsalter 20,4 Jahre) und 5 männliche (Durchschnittsalter 24,4 Jahre).

Versuchsmaterial: Als Versuchsmaterial diente der virtuelle Straßenzug aus den vorangegangenen Experimenten, wobei er keine Querstraßen enthielt und die neun Häuser farbig gestaltet waren, so daß sich farbig gleichgestaltete Häuser durch die Wirkung der Gruppierungsfaktoren der Nähe und der Gleichheit gruppierten. Ein Überblick des virtuellen Straßenzuges mit gruppierten Häusern ist in der Abbildung 26 dargestellt:

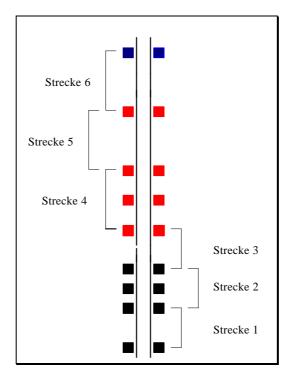


Abb. 26: Überblickskarte über den virtuellen Straßenzug mit Häusern, die sich aufgrund der Gestaltfaktoren der Gleichheit und der Nähe gruppieren

Die Abbildung 26 zeigt, daß es sich bei den Strecken 1 und 5 um solche Strecken handelt, die durch die Wirkung des Gruppierungsfaktors der Nähe segmentiert werden, so daß die Strecken 2 und 4 zusammengefaßt erlebt werden; bei den Strecken 2 und 4 handelt es sich um gefüllte Strecken, d.h. zwischen den Randgliedern der Reihe liegt ein weiteres Feature, und bei den Strecken 3 und 6 handelt es sich um Strecken, die durch die Wirkung des Faktors der Gleichheit segmentiert werden.

Die Strecken 1 und 5 wurden im vorangegangenem Experiment als leere Strecken bezeichnet. Dabei stand im Mittelpunkt des Interesses der Einfluß von Features auf die Distanzkognition. Da in diesem Experiment auf einer anderen Betrachtungsebene die Bedeutung der Wirkung von Gliederungsfaktoren untersucht wird, wird der Begriff der "leeren Strecke" nun nicht mehr verwendet.

Versuchsablauf: Die Versuchspersonen nahmen vor dem Monitor Platz und wurden gebeten, dreimal hintereinander mittels Joystick den Straßenzug zu explorieren. Danach schloß sich die in den vorangegangenen Experimenten dargestellte Distanzschätzaufgabe an.

Versuchsplan: Dem Versuch liegt ein zweifaktorieller Versuchsplan mit Wiederholungsmessungen auf den Faktoren A "Art der Strecke" (A1: segmentiert aufgrund des Gruppierungsfaktors der Nähe, A2: gefüllt, A3: segmentiert aufgrund des Gruppierungsfaktors der Gleichheit) und B "Länge der Strecke" (B1: kurz, B2: lang) zugrunde. Die abhängige Variable ist die geschätzte Länge der jeweiligen Strecken.

## 3.2.2 Ergebnisse

Es zeigt sich ein statistisch bedeutsamer Einfluß des Faktors "Art der Strecke" ( $F_{(2/28)}$  = 7,37, p<.005) und ein Einfluß des Faktors "Länge der Strecke" ( $F_{(1/14)}$  = 3,92, p=.068) in der Tendenz.

Objektiv lange Strecken werden in der Tendenz länger geschätzt als objektiv kurze Strecken



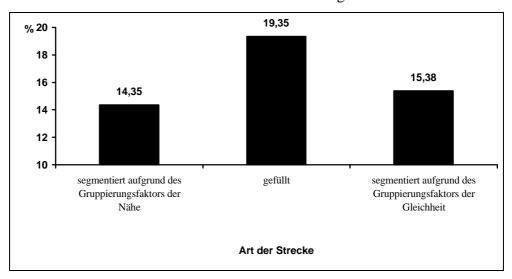


Abb. 27: Mittelwerte der geschätzten Länge der Strecken in Relation zur geschätzten Gesamtlänge der Route in % und in Abhängigkeit von den durch Gestaltfaktoren induzierten Gliederungsverhältnissen.

Die Abbildung 27 zeigt, daß die gefüllte Strecken länger geschätzt werden als die Strecken, die aufgrund der Gruppierungsfaktoren der Nähe bzw. der Gleichheit segmentiert werden. Die Schätzungen der Längen der Strecken, die durch den Faktor der Gleichheit bzw. der Nähe segmentiert sind, unterscheiden sich nicht.

Vergleicht man die Schätzung der Streckenlängen mit der für die langen und kurzen Strecken gemittelten relativen objektiven Streckenlänge (16,67%) so zeigt sich eine hohe Überschätzung der gefüllten Strecken und eine Unterschätzung der durch die Gruppierungsfaktoren der Nähe und Gleichheit segmentierten Strecken.

### 3.2.3 Diskussion

Die Ergebnisse haben gezeigt, daß gefüllte Strecken im Vergleich zu Strecken, die durch Gruppierungsfaktoren segmentiert sind, überschätzt werden. Damit ist für die Überschätzung einer gefüllten Strecke gegenüber einer leeren Strecke das Vorhandensein eines Features, nicht aber die Segmentierung von entscheidender Bedeutung. Die Routen-Segmentierungshypothese erweist sich somit für die Schätzung von Umgebungsdistanzen als redundant; allein die Feature-Akkumulationshypothese behält ihre Gültigkeit.

Daß die Gruppierung gleicher Häuser zu einer Unterschätzung der Distanzen innerhalb einer Gruppierung im Verhältnis zu Distanzen zwischen Häusern über Gruppierungen hinweg führte, konnte Gehrke (1998) bei der Untersuchung der Kognition pictorialer Distanzen zeigen. Er ließ seine Versuchspersonen vor einer Leinwand eine landkartenartige Anordnung von Häusern lernen. Die Häuser konnten sich entweder hinsichtlich exogener Faktoren (wie z.B. Farbe oder Form) oder endogener Faktoren (Verknüpfung verschiedener Handlungen, die einer Gruppe von Häusern zugeordnet wurden) unterscheiden. Gemessen wurden Distanzschätzungen und Reaktionszeiten bei der Verifikation von Objektrelationen, wobei die Anordnung (Wahrnehmungsbedingung) entweder sichtbar oder nicht sichtbar (Gedächtnisbedingung) war. Die Ergebnisse zeigen den Einfluß der Gruppierung durch endogene bzw. exogene Faktoren sowohl in der Wahrnehmungs- als auch in der Gedächtnisbedingung bei den Distanzschätzungen und den Verifikationsaufgaben.

Diese Befunde machen wiederum auf die Bedeutung des Einflusses der sukzessiven vs. simultanen Präsentation räumlicher Information aufmerksam, bislang ist jedoch wenig über den Einfluß der Art der Präsentation auf die Distanzkognition bekannt. Der Einfluß der Präsentationsart wurde nur bei

speziellen Rekonstruktionsaufgaben untersucht, bei welchen auf einer Karte gelernte Objekte zu den jeweilig gelernten Lokalisationen zugeordnet werden mußten. Die Leistung, die Objekte am jeweils richtigen Ort zu rekonstruieren, war dann schlechter, wenn die Objekte in der Lernphase sukzessiv und nicht simultan dargeboten wurden. Die Leistungen nach sukzessiver und simultaner Darbietung unterschieden sich jedoch nicht, wenn die Objekte vor der Rekonstruktion bekanntgegeben wurden. Somit ist anzunehmen, daß, so lange das Behalten der Identität von Objekten erforderlich ist sich die Verfügbarkeit des Gesamtmusters positiv auf das Behalten räumlicher Information auswirkt (vgl. Schumann-Hengsteler, 1995).

Gliederungen in Form von Gruppierungen und Segmentierungen haben demnach ihren Einfluß auf die Distanzkognition, wenn die räumliche Information simultan repräsentiert wird. Es ist anzunehmen, daß sie bei sukzessiver Präsentation nur dann einen Einfluß haben, wenn sie über einen gewissen Zeitraum hinweg quasi-simultan repräsentiert sind.

## 3.3 Zusammenfassung

In den dargestellten Experimenten konnte gezeigt werden, daß die durch Gestaltfaktoren (durchgehenden Kurve, Konvexität, Gleichheit und Nähe) induzierte Gliederung einer Route keinen Einfluß auf die Distanzkognition hat. Dahingegen wird die Kognition einer Umgebungsdistanz zwischen zwei Örten entlang einer Route von der Anzahl der auf der Route liegenden Features bestimmt. Damit behält allein die Feature-Akkumulationshypothese zur Erklärung der Distanzkognition in Umgebungsräumen ihre Gültigkeit.

Die Routen-Segmentierungshypothese gilt jedoch für den Fall, daß die räumliche Konfiguration in ihrer "Gänze" repräsentiert ist.