

## **Teil II:**

# **Untersuchungen zur Rolle von Überblicksdiagrammen bei der Kohärenzbildung**

### **3 Fragestellungen und methodologische Vorüberlegungen**

#### **3.1 Fragestellungen**

Gegenstand der experimentellen Untersuchungen (Experiment 1 und 2) ist die Rolle von Überblicksdiagrammen bei der Kohärenzbildung. Bei der Kohärenzbildung werden Textsegmente vom Leser propositional codiert und in eine hierarchisch aufgebaute Wissensstruktur überführt (Kintsch & van Dijk, 1978). Leser müssen dazu ihr bereichsspezifisches Vorwissen oder ihr Wissen über den konventionellen Aufbau von Texten aktivieren (siehe Kap. 2.1). Da dies beim Lesen von expositorischen Texten oder Hypertexten nicht immer möglich ist, wird die Information nicht hinreichend ökonomisch organisiert; das Arbeitsgedächtnis der Leser wird überlastet und die Kohärenzbildung erschwert. Deshalb enthalten solche Texte Kohärenzbildungshilfen, mit deren Hilfe die Leser die Wichtigkeit einzelner Propositionen erkennen und Zusammenhänge zwischen Propositionen herstellen können. Eine solche Kohärenzbildungshilfe ist das (hierarchisch aufgebaute) Überblicksdiagramm.

Vor dem Hintergrund allgemeinspsychologischer Modelle und Erklärungen lassen sich Bedingungen spezifizieren, unter denen Überblicksdiagramme die Kohärenzbildung fördern sollten (vgl. Kap. 2.3.3.7):

- Ein Überblicksdiagramm bildet hierarchische Zusammenhänge als Simultanstruktur räumlich ab; aufgrund von Raummetaphern überträgt der Leser konkrete räumliche Beziehungen auf abstrakte Zusammenhänge. Dies erhöht die Verarbeitungseffizienz (Larkin & Simon, 1987).
- Die Kombination von Text- und Bildinformation führt zur dualen Codierung von Information; daraus resultiert ein besseres Verstehen und Behalten (Paivio, 1986).
- Wenn ein Bild einen schwierigen oder schlecht strukturierten Text illustriert, verbessert das Bild die Kohärenzbildung (Bock, 1983b).

- Ein Überblicksdiagramm kann ein „kognitives Werkzeug“ werden, das den Leser anregt bzw. hilft, Textinhalte in einen globalen Zusammenhang zu stellen (Jonassen, 1992; Salomon, 1989).
- Ein Überblicksdiagramm dient der Aktivierung von Information im LZG und dem AG-Management (Glenberg & Langston, 1992)

Bei der Überprüfung des Effektes von Überblicksdiagrammen im praktischen Einsatz konnte jedoch nicht bestätigt werden, daß sie sich generell positiv auf die Kohärenzbildung auswirken: Diagramme werden von Lesern spontan nicht genutzt; offenbar sehen Leser Diagramme nicht als Verstehenshilfen an, oder sind bei der Integration von Text und Diagramm überfordert. Ein positiver Effekt eines Überblicksdiagramm zeigte sich vor allem dann, wenn es nach der Lektüre eines Textes dargeboten wird oder wenn im Text auf das Diagramm verwiesen wird (vgl. Kap. 2.4.3).

### **3.1.1 Experiment 1**

Der Befund, daß Diagramme spontan nicht genutzt werden, läßt sich mit der Annahme der semantischen Diskrepanz von Bock (1983b) erklären: Wenn Diagramme keine Verstehenslücken im Text schließen, dann werden sie nicht positiv bewertet und dementsprechend nicht genutzt. Umgekehrt sollte ein Diagramm insbesondere bei einem schwierigen bzw. schlecht strukturierten Text einen positiven Effekt haben. Diese Annahme wird durch Befunde von Alvermann (1981), Robinson & Kiewra (1995) sowie Guri-Rozenblit (1989) gestützt: Hier wurde ein positiver Effekt eines Überblicksdiagramms bei schwierigen expositorischen Texten festgestellt. Jedoch steht eine experimentelle Prüfung dieser Annahme durch systematische Variation der Textstruktur noch aus. Diese Prüfung wird im Experiment 1 vorgenommen (Kap. 4).

Der Befund, daß Überblicksdiagramme nur bei Texten, in denen durchgängig mittels Verweisen auf das Diagramm hingewiesen wird (vgl. Kap. 2.4.3), einen positiven Effekt haben, läßt sich folgendermaßen erklären: Generell wurde gezeigt, daß selbst durch kurze Unterbrechungen bei der Textverarbeitung das AG überlastet wird und die Memorierung von Kerntopics gestört wird (Lorch, 1995). Die Memorierung von Kerntopics ist nach van Dijk & Kintsch (1983) eine zentrale Verarbeitungsstrategie bei der Kohärenzbildung (vgl. Kap. 2.1). Diagramminspektionen können durch zusätzliche Navigations- oder Suchprozesse Unterbrechungen bei der Memorierung von Kerntopics hervorrufen und die Kohärenzbildung erschweren. Wenn Verweise im Text nur die jeweils relevanten Textteile auf die relevanten Bildteile beziehen, dann wird dadurch die Effizienz der Diagramminspektionen gesteigert und das Arbeitsgedächtnis entlastet. Bisherige Befunde zeigen jedoch, daß Leser spontan meist nur am Anfang oder am Ende der Lektüre auf ein Diagramm zugreifen (vgl. Kap. 2.4.3). Um zu prüfen, an welchen Textstellen Diagramminspektionen mit einer Verbesserung der Kohärenzbildung ein-

hergehen, muß zunächst erfaßt werden, an welchen Textstellen Leser auf ein Diagramm zugreifen. Auch dies wird im Experiment 1 untersucht.

### 3.1.2 Experiment 2

Es läßt sich annehmen, daß die gezielte Hervorhebung jeweils relevanter Ausschnitte im Diagramm ebenfalls die Effizienz der Diagramminspektionen steigert. Die in Kap. 2.4.2 beschriebenen „dynamischen“ Inhaltsverzeichnisse können zu diesem Zweck eingesetzt werden: Wright (1993) und Hasebrook (1994) setzten rechnergestützt Überblicksdiagramme ein, die je nach Position im Text unterschiedlich differenzierte Zusammenhänge wiedergaben. Während Wright (1993) einen positiven Effekt eines solchen Diagramms feststellte, konnte Hasebrook (1994) dies nicht bestätigen. Da hier die Befundlage widersprüchlich ist, wird die Rolle eines „dynamischen Überblicksdiagramms“ einem zweiten Experiment geprüft (Kap. 5). Der Effekt eines „traditionellen“ Überblicksdiagramms wird verglichen mit dem Effekt eines sog. „Fisheye-View“, bei dem das Überblicksdiagramm je nach Textposition nur die für die Kohärenzbildung zentralen Topics zeigt.

Schließlich zeigte sich in der Praxis, daß Überblicksdiagramme bei der Darbietung nach der Lektüre des Textes einen positiven Effekt haben. Dies läßt sich durch das Modell der Kohärenzbildung von van Dijk & Kintsch (1983) erklären: Es wurde dargestellt, daß die Rückschau-Strategie eine zentrale Maßnahme zur Herstellung globaler Kohärenz ist (vgl. Kap. 2.2.2). Daraus folgt, daß Überblicksdiagramme, die während des Lesens zur Rückschau auf bereits gelesene Kerntopics genutzt werden, die Kohärenzbildung fördern. Befunde aus empirischen Untersuchungen zur Anwendung von Überblicksdiagrammen in Lehrtexten bestätigen dies teilweise (z.B. Dee-Lucas & Larkin, 1995; vgl. Kap. 2.4.3). Um den Effekt einer solchen Strategie zu prüfen, wird im Experiment 2 eine Strategieinstruktion variiert: Ein Teil der Versuchsteilnehmer wird vor dem Lesen des Textes instruiert, beim Lesen auf zentrale Topics zurückzuschauen. Der andere Teil der Versuchsteilnehmer erhält keine solche Instruktion.

Im zweiten Experiment wird also geprüft, welchen Effekt einerseits eine Hervorhebung relevanter Topics im Überblicksdiagramm und andererseits die Induktion einer für die Kohärenzbildung wichtigen Strategie der Diagrammnutzung haben; insbesondere eine Untersuchung der Wechselwirkung beider Maßnahmen kann zu Klärung der Frage beitragen, wie ein geeignet gestaltetes Diagramm zum „kognitiven Werkzeug“ werden kann (Salomon, 1989).

## 3.2 Methodologische Vorüberlegungen

Um die Befunde aus experimentellen Untersuchungen zur Kohärenzbildung verallgemeinern zu können, müssen die folgenden vier Faktorengruppen kontrolliert werden: Lesermerkmale, Leseziele, Arten des Materials und die zu erfassenden Kriteriumsmaße (Jenkins, 1979; Salomon, 1989; Fischer & Mandl, 1990). Neben der Erfassung des Verstehens und Behaltens des

Textes anhand von „Produktmaßen“ sind auch prozeßorientierte Messungen erforderlich, um Strategien der Kohärenzbildung erfassen zu können.

Die Versuchsbedingungen sollten ökologisch valide sein, d.h. die Materialien sollten repräsentativ sein, die Versuchssituation sollte naturalistisch sein, und die in der Versuchssituation gegebene Aufgabe sollte von den Versuchsteilnehmern in der Weise wahrgenommen werden, wie sie vom Versuchsleiter intendiert ist (vgl. Heineken, 1984).

### 3.2.1 Produktmaße als Indikatoren der globalen Kohärenzbildung

Die Kohärenzbildung ist ein multidimensionales Konstrukt, das mittels verschiedener quantitativer und qualitativer Verfahren operationalisiert wird; einerseits kann mittels Wiedergabeprotokollen und Satzverifikationsaufgaben die kognitive Repräsentation der codierten Zusammenhänge erfaßt werden. Andererseits beruht Kohärenzbildung auch auf metakognitiver Handlungsregulation (vgl. Kap. 2.2.2), so daß auch subjektive Einschätzungen des Textverstehens (z.B. Bewertung der Verständlichkeit eines Textes) erhoben werden müssen. Subjektive Einschätzungen sind außerdem wichtige phänomenologische „Daten“, mit deren Hilfe die Operationalisierung eines Konstruktes (z.B. Verständlichkeit eines Textes) mit dem Erlebnisbericht der Versuchsteilnehmer (z.B. subjektive Verständlichkeit eines Textes) verglichen werden kann (vgl. Heineken, 1986, 68). Geeignete Skalen zur Erhebung der subjektiven Textverständlichkeit und Textästhetik wurden von Michael Bock in Anlehnung an Berlyne entwickelt (Bock, 1983a; Bock, 1984).

Um die codierten Zusammenhänge zu erfassen, können Wiedergabeprotokolle, d.h. schriftliche oder mündliche Reproduktionen eines Textes, erhoben werden. Wiedergabeprotokolle können mittels einer hierarchischen Topic-Struktur analysiert werden (Meyer, 1985). Das hierarchische Modell ist die Grundlage für die Analyse von Versuchsmaterialien und für die Analyse von qualitativen und quantitativen Maßen der Kohärenzbildung (Tergan, 1986). Ein empirisches Verfahren zur Bestimmung der hierarchischen Struktur bietet sich hier an: Ein Text wird in Abschnitte eingeteilt, deren Kerntopics markiert und dann in einen hierarchischen Zusammenhang gestellt werden (vgl. Kintsch & Vipond, 1979; Kintsch & Franzke, 1995; Ballstaedt, 1997; siehe auch S. 17).

Globale Topics und Subtopics werden also *a priori* festgelegt; sie können dann in Wiedergabeprotokollen ausgezählt werden. Für die Praxis der Erhebung und Analyse von Wiedergabeprotokollen sollten mehrere Probleme beachtet werden:

- Probanden verstehen die Aufgabe, einen Text schriftlich wiederzugeben (Wiedergabeprotokoll), als Aufgabe, eine Zusammenfassung zu schreiben. Dies liegt daran, daß sie dies vom Schulunterricht her gewöhnt sind.

- Beim Schreiben eines Wiedergabeprotokolls fungieren erinnerte Makropropositionen als Abrufreize für die jeweils nächste Makroproposition. Dadurch bewirkt die Abrufmethode eine bessere Wiedergabe der Kerninhalte als der Detailinhalte. Wenn jedoch auch andere Abrufreize vorhanden sind (z.B. selbst erstellte Stichworte oder Notizen), dann werden die Detailinhalte ebenfalls erinnert (van Dam & Brinkerink-Carlier, 1990, s.u.).
- Beim Schreiben von Zusammenfassungen ist das Behalten bzw. die Suche im Langzeitgedächtnis nur ein Teilprozeß; daneben fließen Planungs-, Verschriftungs-, und Überwachungsprozesse in den Schreibprozeß ein, die u.a. auch kommunikative Kompetenz erfordern, z.B. eine Leserorientierung (Hayes & Flower, 1980). Wenn das reine „Behalten“ von Interesse ist, sollten diese anderen Prozesse systematisch ausgeschlossen oder kontrolliert werden. Ein geübter Schreiber wird eine bessere Zusammenfassung schreiben als ein ungeübter Schreiber, selbst wenn er den Text schlechter erinnern kann.
- Der bekannte „Hierarchieeffekt“ nimmt mit der Dauer des Retentionsintervalls zu: Eine Befragung direkt nach dem Lesen begünstigt die Wiedergabe der Mikrostruktur, eine Befragung nach 1 Woche begünstigt die Wiedergabe der Makrostruktur. Um sinnvolle Aussagen über die globale Kohärenzbildung treffen zu können, sollten Kriteriumsmaße mindestens 15 Minuten nach dem Lesen erhoben werden.

Insgesamt haben diese Probleme dazu geführt, daß Wiedergabeprotokolle nur noch selten erhoben werden (Sawyer, 1991; Kieras, 1985, S. 96; Just & Carpenter, 1987). Der Vorteil einer freien Wiedergabe ist jedoch, daß keine vorgegebene Struktur abgefragt wird, sondern Leser ihre eigenen Kategorien bilden können (Mandler, 1967). Dazu können z.B. Sortiertechniken eingesetzt werden<sup>11</sup>. Um ein möglichst genaues Bild über das Behalten des Textes zu bekommen, sollte darüber hinaus nicht nur ein theoretisch begründetes Verfahren der Wissensdiagnostik eingesetzt werden, sondern es müssen auch Strategien bei der Wiedergabe eines Textes berücksichtigt werden.

Van Dam & Brinkerink-Carlier (1990) zeigten, daß allein die Abrufmethode zu starken Unterschieden bei der Wiedergabe eines Textes führen kann. Konkret erprobten sie eine spezielle Abrufstrategie, die sie mit der „normalen“ Textwiedergabe verglichen: Versuchsteilnehmer faßten jeden Absatz eines Textes stichpunktartig zusammen. Diese Stichpunkte wiederum benutzen sie, um danach eine Zusammenfassung zu schreiben. Eine solche Strategie führte dazu, daß der Text wesentlich umfassender wiedergegeben werden konnte als bei „einfacher“ freier Wiedergabe.

Bei der Erhebung von Expertenwissen haben sich Sortiertechniken etabliert, in denen hierarchische Wissensstrukturen indirekt oder direkt erschlossen werden. Chi, Glaser & Rees (1982) ließen Experten und Novizen physikalische Problemlöse-Aufgaben sortieren und dabei eine hierarchische Struktur erstellen.

---

<sup>11</sup> für eine ausführliche methodologische Übersicht siehe Tergan (1986)

In der Untersuchung von Chi, Glaser & Rees (1982) sollten die Versuchsteilnehmer eine Reihe von physikalischen Problemlöseaufgaben (z.B. „Flaschenzug“-Aufgaben) kategorisieren. Die Kategorien sollten sie in einem zweiten Schritt in Unter-Kategorien einteilen. In einem dritten Schritt sollten sie die eingangs erstellten Kategorien zueinander in Beziehung setzen und übergeordnete Strukturen finden. Die Autoren fanden, daß Novizen meist viele Kategorien mit wenigen Elementen erstellten und unterhalb dieser Kategorien keine Differenzierungen vornahmen. Die Kategorien orientierten sich an relativ oberflächlichen Merkmalen, z.B. das physikalische Objekt des Flaschenzugs. Auch bei der Integration der Kategorien konnten sie nur wenige Zuordnungen vornehmen. Insgesamt produzierten die Novizen also relativ „flache“ Hierarchien. Experten hingegen fanden Kategorien, die einerseits jeweils viele Elemente enthielten, und die sich andererseits auch noch weiter differenzieren ließen. Im Gegensatz zu den Kategorien der Novizen bezogen sich die Kategorien der Experten auf Lösungsprinzipien. Auch bei der Zusammenfassung der Kategorien fanden die Experten eher übergeordnete Konzepte. Insgesamt waren die von Experten produzierten Hierarchien also relativ tief und baumartig.

Das von Chi, Glaser & Rees (1982) vorgeschlagene Sortierverfahren besitzt den Vorteil, daß es nicht von präexperimentell formulierten Kategorien ausgeht, sondern die Kategorisierung der Versuchsteilnehmern berücksichtigt. Als hierarchisches Sortierverfahren ist es insbesondere für die Erhebung der Kohärenzbildung geeignet, da die Kohärenzbildung als Topic-Hierarchie modelliert wird (vgl. S. 18). Die einzelnen Topics sind in sich geschlossene Informationseinheiten, die jeweils ausdifferenziert und integriert werden können. Daher bietet sich eine Kombination aus „Brainstorming“ und Strukturierung an: Zunächst geben die Versuchsteilnehmer stichpunktartig wieder, woran sie sich erinnern können. Diese Stichpunkte werden von ihnen dann sortiert. Dabei muß bei dieser Umstrukturierung nicht ausformuliert werden; es genügt, die erinnerten Stichpunkte übergreifenden „Kerninhalten“ zuzuordnen (vgl. Chi, Glaser & Rees, 1982).

Die Reproduktionsleistung sollte durch die Lesezeit relativiert werden, da bei der Kohärenzbildung auch die Verarbeitungseffizienz bedeutsam ist (vgl. Kap. 2.3.3.4); der von Kintsch & van Dijk (1978) vorgeschlagene „Efficiency Score“ (Anzahl erinnelter Propositionen / Lesezeit) ist allerdings problematisch, da mit steigender Lesezeit die Anzahl der erinnerten Propositionen abflacht (Grabowski, 1991). Außerdem ist der „trade-off“ zwischen Lesegeschwindigkeit und Behalten bei strategischen Lesern weniger stark ausgeprägt als bei ungeübten Lesern. Dies hat z.B. die Erforschung der sog. „Schnelleser“ ergeben (vgl. Just & Carpenter, 1987). Es bietet sich daher an, die Lesezeit als Covariable oder als weitere abhängige Variable in einem multivariaten Versuchsdesign einzusetzen (vgl. Kap. 3.2.6).

Geeignete Verfahren der Erfassung des Behaltens von vorgegebenen kategorialen Zusammenhängen sind Satzverifikations- oder Primingaufgaben (Guindon & Kintsch, 1984) bzw. Cloze-Tests. Die Leistung in Satzverifikationsaufgaben ist eher ein Indikator der Wiedererkennung- als der Reproduktionsleistung; es ist daher anzunehmen, daß die Leistung bei Satzverifikationsaufgaben besser ist als bei Wiedergabeprotokollen (Voss, Tyler & Bisanz, 1982). Bei

Satzverifikationsaufgaben muß allerdings darauf geachtet werden, daß nicht der exakte Wortlaut im Text wiederholt wird - in einem solchen Falle würde nicht die globale Kohärenzbildung erfaßt, sondern die Mikrostruktur oder gar das Behalten der Textoberfläche (Glenberg & Langston, 1992, 133). Aus diesem Grunde sind auch eher die Treffer bei der Satzverifikation als die Latenzzeiten für die Erfassung der Kohärenzbildung zentral. Wenn die globale Kohärenzbildung erfaßt werden soll, so werden Zusammenhänge abgefragt, die über die lineare Reihenfolge der Topics hinausgehen. Diese Zusammenhänge sind den Versuchsteilnehmern nicht über die assoziative Aktivationsausbreitung verfügbar, sondern erst durch aufwendige reduktive Inferenzen (Clark, 1975). Latenzzeiten bei Satzverifikationsaufgaben sind deshalb weniger bedeutsame Indikatoren als Trefferquoten (Glenberg & Langston, 1992; vgl. Kap. 2.3.3.6).

### 3.2.2 Der Leseprozeß als Indikator der globalen Kohärenzbildung

Das in Kap. 2.1 beschriebene Modell der Kohärenzbildung ist prozeßorientiert, d.h. es erlaubt nicht nur die Vorhersage der Behaltensleistung nach dem Lesen, sondern auch die Vorhersage von Merkmalen des Leseprozesses. Beim Lesen von Kerninhalten z.B. verlangsamen Menschen ihr Lesen (Just & Carpenter, 1981; Kieras, 1978; Lorch, Puzgles-Lorch & Matthews, 1985). Ein weiterer Parameter für den Leseprozeß ist das Zurückblättern: Wenn Versuchsteilnehmer keine Argumentüberlappung vorfinden und wenn sie die Kohärenzlücke nicht durch wissensbasierte Inferenzen schließen können, dann blicken sie im Text zurück (vgl. Kintsch & van Dijk, 1978).

Verlangsamung und Zurückblättern sind also die primären Strategien, um Kohärenzprobleme zu beseitigen. Umgekehrt signalisiert eine Beschleunigung des Lesens, daß der Prozeß der Kohärenzbildung flüssig verläuft (Kintsch & van Dijk, 1978). Messungen der Lesegeschwindigkeit liefern also wertvolle Indikatoren für die Kohärenzbildung. Deshalb ist eine prozeßorientierte Untersuchung des Lesens unerläßlich. Von der prozeßorientierten Untersuchung des Lesens mittels Blickbewegungs-Protokollen ist man zu computergesteuerten Verfahren übergegangen, z.B. „moving-window“-Techniken (Graesser et al., 1987)<sup>12</sup>. Je kleiner die am Bildschirm dargestellte Textmenge jedoch ist, desto stärker induzieren die Forscher ein Textverstehen auf der Mikrostruktur-Verstehensebene (Whalley, 1982). Für die prozeßorientierte Erfassung von Indikatoren der globalen Kohärenzbildung werden gemeinhin Lesezeiten ganzer Absätze erhoben. Durch die Darbietung am Rechner können Lesezeiten und Navigationen genau erfaßt werden; da elektronische Texte konventionell so gestaltet sind, daß Leser sich durch einen Text „klicken“, können Aktionen der Leser softwaregesteuert in einem „Mausklick-

---

<sup>12</sup> Bei dieser Darbietungsweise wird der Text am Bildschirm durch Leerflächen oder Striche maskiert, und nur jeweils ein Wort oder eine Phrase wird gezeigt. Die Leser können durch Tastendruck nachfolgende Wörter oder Phrasen sichtbar machen, und der bereits gelesene Text wird wieder maskiert. Wenn die Navigationen der Leser rechnergesteuert aufgezeichnet werden, ermöglicht dies eine relativ 'feinkörnige' Erfassung der Lesegeschwindigkeit pro Wort oder Phrase.

Protokoll“ aufgezeichnet werden, ohne daß Leser dies bemerken oder dadurch gestört werden (Wright, 1993).

Prozeßmaße werden erst dann aussagekräftig, wenn sie systematisch mit anderen Variablen verknüpft werden: mit subjektiven Einschätzungen der Leser (Schnotz, 1987) bzw. Erhebungen der metakognitiven Steuerung (Otero & Kintsch, 1992), erinnerten Propositionen oder Variablen des Versuchsmaterials. Um aus Prozeßmaßen die Strategien der Leser ableiten zu können, müssen also auch subjektive Bewertungen der Verständlichkeit und des ästhetischen Reizes eines Textes erhoben werden.

### **3.2.3 Zur Gestaltung von Text- und Bildmaterial**

Methodische Kritik wird häufig an den in der Leseforschung verwendeten „künstlichen“ Texten geübt: kurze Texte mit stark schematisierter Struktur, z.B. Fabeln oder Forschungsberichte (Graesser et al., 1997). Befunde aus solchen Untersuchungen sind u.U. nicht repräsentativ für die Kohärenzbildung bei expositorischen Texten (Lorch, 1995). Ein repräsentativer expositorischer Text ist hierarchisch strukturiert, d.h. er enthält Topics und Subtopics. Ein Zeitungstext hingegen wäre konzeptuell weniger stark hierarchisch strukturiert wie ein Lehrtext, und er enthält oft „verführerische Details“, die die Bildung einer hierarchischen Makrostruktur eher verhindern (Wade, 1992). Ein Lehrtext wiederum verfügt über mehr Struktursignale als eine wissenschaftliche Abhandlung (Schnotz, 1986). Wenn also die globale Kohärenzbildung untersucht werden soll, dann muß die konzeptuelle Struktur des Textes systematisch klassifiziert werden. Als Analysemethoden bieten sich die Verfahren von Kintsch & Vipond (1979) oder Meyer (1985) an (vgl. Kap. 2.2.1).

Die Inhalte sollten relevant für die Leser sein (Schnotz, Ballstaedt & Mandl, 1981; de Beaugrande & Dressler, 1981); idealerweise sollten Leser sogar die Auswahl zwischen verschiedenen Texten besitzen. Gerade wenn strategisches Lesen untersucht werden soll, liegt es nahe, daß das subjektive Interesse an der Thematik einen großen Einfluß auf die Kontrollprozesse beim Lesen ausübt (Bock, 1984).

Auch das Diagramm sollte gewisse Konventionen erfüllen, um repräsentative Befunde zu ermöglichen: Allein der Begriff „Bild“ ist zu unscharf, um einerseits bisherige Forschungsergebnisse anzuwenden und andererseits verallgemeinerbare Ergebnisse zu liefern. Beim Überblicksdiagramm ist die Situation relativ günstig, da es eine festgelegte Struktur und Einsatzform besitzt (siehe Kap. 2.3.1)<sup>13</sup>.

Wenn die Verknüpfung von Text und Bild untersucht werden soll, dann sollte man auch die subjektive Verknüpfung zwischen Text und Bild aus der Sicht der Leser erheben (Bock,

---

<sup>13</sup> was z.B. bei Studien zur Rolle von Illustrationen physikalischer Sachverhalte häufig nicht der Fall ist und deshalb die Generalisierbarkeit solcher Studien stark beeinträchtigt.

1983a; Levin & Mayer, 1992). Auch die Text-Bild-Relation sollte klassifiziert werden, z.B. Redundanz, Komplementarität oder Elaboration (Ballstaedt, 1988); für das Überblicksdiagramm gilt hier, daß es bei kohärentem Text redundant ist (vgl. Kap. 2.3.1).

### 3.2.4 Zur Bedeutung von Personvariablen

Für eine systematische Untersuchung des Leseprozesses und -produktes ist es unerlässlich, das Vorwissen der Leser zum Gegenstand des Textes oder über die konventionelle Textstruktur zu erheben. Bei einer computerunterstützten Versuchsanordnung ist auch die Erfahrung der Versuchsteilnehmer mit elektronischen Medien bedeutsam. Je mehr Vorwissen Leser haben, desto leichter fällt die globale Kohärenzbildung (Schnotz, 1987). Das Vorwissen sollte deshalb konstant gehalten werden; dies gelingt am leichtesten mit Texten, die einen für die Leser relativ unbekanntem Sachverhalt beschreiben. Dies entspricht außerdem der üblichen Lesesituation bei expositorischen Texten (siehe S. 21).

Wichtig sind auch Variablen wie allgemeine Intelligenz bzw. insbesondere verbale und räumliche Fähigkeiten. Eine bedeutsame Personvariable bei der Untersuchung des Lesens von illustrierten Texten ist die Flexibilität der Gestaltbindung oder die Verbalisierer / Visualisierer - Tendenz.

In der Hypertext-Forschung wurde auf das Konzept der Feldunabhängigkeit von Witkin zurückgegriffen (Witkin, Moore, Goodenough & Cox, 1977). Dieser „kognitive Stil“ bezieht sich auf die Tendenz, Gegenstände als „Figuren“ aus einem Wahrnehmungsfeld herauszulösen. Mehrere Untersuchungen haben ergeben, daß feldunabhängige Leser eher dazu in der Lage sind, bei ungeordneten oder thematisch schlecht sequenzierten Texten eine eigene Ordnung zu finden (Lodewijks, 1982; Stanton & Stammers, 1990; Jonassen & Grabowski, 1993). Diese empirischen Befunde täuschen jedoch darüber hinweg, daß es unklar ist, ob die Annahme eines solchen kognitiven Stils theoretisch gerechtfertigt ist. Zumindest sollten Leistungen der Versuchsteilnehmer bei verwandten Tests wie z.B. beim Flexibility of Closure-Test (Flexibilität der Gestaltbindung) von French et al. (1963) als Covariablen erfaßt werden.

Für die Erfassung der Tendenz, mit verbaler oder räumlicher Information umzugehen (Verbalisierer / Visualisierer), hatte Paivio (1971) mit seinem "Way of Thinking"-Fragebogen ein Meßinstrument entwickelt. In einem 15-Item-Fragebogen werden acht Fragen zur visuellen Lernpräferenzen gestellt, und sieben Fragen zu verbalen Lernpräferenzen. Richardson (1977) erweiterte diesen Fragebogen um einige Items, die sich auf die Bildhaftigkeit von Träumen beziehen. Beide Fragebögen sehen "Verbalisierer" und "Visualisierer" als zwei Pole auf einer Dimension an; diese Annahme konnte empirisch nicht bestätigt werden (Edwards & Wilkins, 1981), man geht eher davon aus, daß es sich dabei um zwei unabhängige Personmerkmale handelt. In einem modifizierten Fragebogen von Kirby, Moore & Schofield (1988) wurden zwei unabhängige Personmerkmale faktorenanalytisch nachgewiesen, wobei die "Traum"-Items von Richardson keine Varianz aufklären konnten. Die aktuellste Form des Verbalisierer-Visualisierer-Tests ist also ein 20-Items-Test mit je 10 Fragen zu visuellen und verbalen Präferenzen, der auf jeweils zwei Dimensionen Ausprägungen liefert.

### 3.2.5 Zur Bedeutung von Lesezielen

Leseziele beeinflussen die strategische Informationsverarbeitung bei der Textverarbeitung; das Ziel, einen Text in seinem Kerninhalt zu verstehen, ist nur eines von vielen möglichen Zielen; insbesondere bei expositorischen Texten ist das Spektrum möglicher Leseziele sehr breit. Leser können z.B. das Ziel haben, eine isolierte Information aus einem Text zu entnehmen, ohne den ganzen Text dabei zu beachten; oder sie lesen, um danach einen Text zu verfassen (Flower et al., 1990). Die globale Kohärenzbildung tritt generell eher dann auf, wenn Leser auch das Ziel haben, einen Text zusammenzufassen (Lorch, Klusewitz & Lorch, 1995). Während in Laborexperimenten bei narrativen Texten das Ziel der globalen Kohärenzbildung meist „von selbst“ gesetzt wird (van den Broek, Risden & Husebye-Hartmann, 1995), muß dieses Ziel bei der Untersuchung des Lesens von expositorischen Texten und insbesondere auch von Hypertexten induziert werden (vgl. S. 21). Dazu ist es erforderlich, daß das Lesen in eine kommunikative Situation eingebettet ist (de Beaugrande & Dressler, 1981), d.h. sowohl Autor als auch Leser streben einen Austausch von relevanter Information an. Eine angemessene Lesesituation bei Studierenden als Versuchsteilnehmern besteht beispielsweise darin, daß sie eine Hausarbeit eines Kommilitonen kritisch lesen, um danach eine Zusammenfassung für eine studentische Zeitschrift zu verfassen.

### 3.2.6 Zusammenfassung

Kohärenzbildung wird als Bildung einer hierarchischen Wissensstruktur modelliert. Zur Operationalisierung der Kohärenzbildung können Produkt- und Prozeßmaße erhoben werden. Ein „klassisches“ Produktmaß ist die Leistung im Wiedergabeprotokoll; um methodologische Schwächen dieser Prüfmethode zu vermeiden, bieten sich Stichwort-Sortierungs-Aufgaben (Chi, Glaser & Rees, 1982) eher an als das Schreiben von ausformulierten Wiedergabeprotokollen oder Zusammenfassungen. Die Reproduktionsmethode wird ergänzt durch das gezielte Abfragen hierarchischer Zusammenhänge mittels Satzverifikationsaufgaben, wobei hier jedoch eher die Trefferquote als die Verifikationszeit maßgeblich ist (Glenberg & Langston, 1992). Da auch die Leseeffizienz einzubeziehen ist (vgl. Kap. 2.3.3.4), muß die Lesezeit als Korrelat des Prozesses der Kohärenzbildung berücksichtigt werden. Eine Verlangsamung des Lesens ist als Problem bei der Kohärenzbildung zu interpretieren (Kintsch & van Dijk, 1978).

Die Reproduktion, die Satzverifikation und die Lesezeit sind allesamt Indikatoren für die Kohärenzbildung und daher prinzipiell nicht unabhängig voneinander. Für die Erfassung und Prüfung des multivariaten Konstruktes der Kohärenzbildung sollten daher multivariate statistische Verfahren angewandt werden (vgl. Bortz, 1993, 541ff).

Dem Versuchstext sollte eine hierarchische konzeptuelle Struktur zugrunde liegen, wie dies bei expositorischen Texten meist der Fall ist. Das Diagramm besitzt aufgrund relativ klarer

---

Konventionen eine einheitliche Struktur, die der Topic-Hierarchie entspricht. Um die globale Kohärenzbildung zu untersuchen, sollte der Versuchstext von den Lesern mit der Zielsetzung gelesen werden, daß sie den Text nach dem Lesen zusammenfassen können. Die Untersuchung des Leseverhaltens, insbesondere der Lesestrategien, macht es erforderlich, daß die Untersuchung in einem kommunikativen Kontext stattfindet, d.h. die Leser haben ein Leseziel, und der Autor verfolgt eine kommunikative Mitteilungsabsicht.

## **4 Experiment 1: Einfluß von Textstruktur und Überblicksdiagramm auf die Kohärenzbildung**

### **4.1 Problemstellung und Hypothesen**

Überblicksdiagramme in Texten heben durch graphische Veranschaulichung Kerntopics in ihrem Zusammenhang hervor und sollten dadurch die Bildung einer hierarchischen Wissensstruktur fördern. Insbesondere bei hierarchischen Zusammenhängen, wie sie im Überblicksdiagramm üblich sind, führt die bildliche Darstellungsform zu einer größeren Verarbeitungseffizienz als die verbale Darstellungsform (Larkin & Simon, 1987; Winn, 1987), vor allem dann, wenn die verbale Darstellungsform thematisch schlecht geordnet ist (Bock, 1983b). Überblicksdiagramme sollten also nicht nur generell bei expositorischen Texten mit hierarchischer konzeptueller Struktur die Kohärenzbildung fördern, sondern auch insbesondere bei thematisch diskontinuierlichen Texten, beispielsweise Hypertexten (Kuhlen, 1991).

Um diese Annahme zu prüfen, wurde untersucht, wie Leser bei kontinuierlichem oder diskontinuierlichem Text mit einem Überblicksdiagramm umgehen. Dazu wurde das Lese- und Inspektionsverhalten bei einem abstrakten expositorischen Text erhoben und mit verschiedenen Produktmaßen der globalen Kohärenzbildung korreliert. Eine kontinuierliche oder diskontinuierliche (aber lokal kohärente) Version eines hierarchisch-deduktiven Textes wurde dargeboten; dabei hatten die Leser die Möglichkeit, auf ein hierarchisches Übersichtsdiagramm zurückzugreifen bzw. nur auf eine lineare Abfolge der Oberbegriffe bzw. auf gar kein Diagramm. Das lineare Diagramm diente dazu, mögliche Wiederholungseffekte oder reduktive Verarbeitung durch das Diagramm zu kontrollieren (vgl. Glenberg & Langston 1992). Durch die Durchführung des Versuchs am Rechner konnten die Prozeßmaße der Lesegeschwindigkeit, der Diagrammspektion sowie des Zurückblätterns nicht-reaktiv erhoben werden; daraus lassen sich Rückschlüsse über die Strategien der Versuchsteilnehmer treffen. Als Kontrollvariablen wurden Maße zum Vorwissen der Leser erhoben, zur Erfahrung im Umgang mit elektronischen Medien, zur persönlichen Neigung im Umgang mit Text und Bild (Verbalizer / Visualizer – Tendenz nach Paivio, 1971; vgl. S. 61) und zur Fähigkeit, Gegenstände als „Figuren“ aus einem Wahrnehmungsfeld herauszulösen (Flexibilität der Gestaltbindung, vgl. S. 61).

Im folgenden werden die Annahmen aufgeführt und begründet.

Tabelle 1: Hypothese zur Rolle der Textstruktur bei der Diagrammnutzung.

**Hypothese 1**

a) Ein Überblicksdiagramm wird bei diskontinuierlichem Text häufiger genutzt als bei kontinuierlichem Text

b) Ein Überblicksdiagramm wird bei diskontinuierlichem Text positiver bewertet als bei kontinuierlichem Text

In Kap. 2.3.3.3 wurde dargestellt, daß Überblicksdiagramme bei kontinuierlichem Text häufig nicht genutzt werden, da sie nicht als verstehensnotwendig angesehen werden. Anders bei diskontinuierlichem Text: hier kann ein Überblicksdiagramm eine entscheidende Verständnishilfe sein, da der Text allein nur schwer zu Kohärenzbildung geeignet ist. Es gilt als erwiesen, daß eine zufällige Anordnung von Textteilen die Kohärenzbildung erschwert (Kintsch & van Dijk, 1978; van Dijk & Kintsch, 1983), daß aber gerade die Kohärenzbrüche Leser zum Einsatz von Verstehensstrategien anregen (Kintsch, Mandel & Kozminsky, 1977; Schnotz, 1987; Meyer, Brand & Bluth, 1980; McNamara et al., 1996). Eine mögliche Strategie wäre die Nutzung eines Überblicksdiagramms ( $\Rightarrow$  Hypothese 1a). Um zu erfassen, ob das Diagramm als verstehensnotwendig erachtet wird, wird eine Methodologie von Bock (1983a) übernommen: Auch er variierte die Verstehensnotwendigkeit durch einen gut bzw. schlecht strukturierten Text, und er erhob subjektive Bewertungen von Text, Bild, und deren Kombination. In seinen Untersuchungen erwies sich das Bild nur bei inkohärentem Text als verstehensfördernd; es wurde außerdem positiver bewertet als bei kontinuierlichem Text. Im Anschluß an Bock wird daher angenommen, daß ein Überblicksdiagramm insbesondere bei diskontinuierlichem Text positiv eingeschätzt wird ( $\Rightarrow$  Hypothese 1b).

Tabelle 2: Hypothesen zur Rolle des Diagramms bei der Kohärenzbildung.

**Hypothese 2**

a) Ein Überblicksdiagramm führt zu besserer Kohärenzbildung als ein lineares oder fehlendes Diagramm.

b) Ein Überblicksdiagramm führt insbesondere bei diskontinuierlichem Text zu besserer Kohärenzbildung als ein lineares oder fehlendes Diagramm.

Überblicksdiagramme bilden die hierarchische konzeptuelle Struktur eines Textes explizit und ökonomisch ab (Winn, 1987; Larkin & Simon, 1987; Glenberg & Langston, 1992). Wenn globale Kohärenzbildung als Bildung einer Topic-Hierarchie formalisiert wird, so ergibt sich daraus eine Annahme der kognitiven Plausibilität (siehe S. 47): Ein hierarchisch strukturiertes Überblicksdiagramm sollte bei der Bildung einer hierarchischen Wissensrepräsentation helfen ( $\Rightarrow$  Hypothese 2a). Da die Bildung einer hierarchischen Wissensrepräsentation bei diskontinuierlichem Text erschwert ist (Kintsch & van Dijk, 1978), sollte das Überblicksdiagramm insbesondere bei diskontinuierlichem Text einen positiven Effekt haben ( $\Rightarrow$  Hypothese 2b).

## 4.2 Methode

### 4.2.1 Stichprobe

An der Untersuchung nahmen 60 Studierende verschiedener Fächer teil (37 Frauen und 23 Männer). Das Durchschnittsalter aller Versuchsteilnehmer betrug 24,9 Jahre ( $SD=4,93$ ). Die Versuchsteilnehmer nahmen freiwillig an der Untersuchung teil und wurden den experimentellen Gruppen nach Zufall zugewiesen.

In einer Erhebung vor der eigentlichen Versuchsdurchführung wurde das Vorwissen zum Thema des Versuchstextes und zum Umgang mit elektronischen Texten erhoben<sup>14</sup>. Die Versuchsstichprobe hatte nur wenig Vorwissen zum Thema des Versuchstextes und zum Umgang mit elektronischen Medien.

### 4.2.2 Material

Um den Versuch in einen kommunikativ bedeutsamen Kontext einzubetten (siehe S. 62), wurde als Versuchsmaterial ein authentischer Text benutzt. Es handelt sich um ein allgemeinverständliches Essay eines Bielefelder Studierenden aus der Zeitschrift *Studies*, einer Bielefelder Zeitschrift, in der ausschließlich studentische Hausarbeiten veröffentlicht werden. Der Text wurde auf 1067 Wörter gekürzt und leicht verändert. Er behandelt das Thema Demoskopie aus sozialwissenschaftlicher Perspektive und ist in seiner "Originalform" ein deduktiv-hierarchisch aufgebauter Text (siehe S. 161 im Anhang). In Vorversuchen ( $n=10$ ) haben Versuchsteilnehmer den Text nach der Methode von Kintsch & Vipond (1979) zunächst in Segmente unterteilt und diese jeweils mit einem Oberbegriff versehen. Die Oberbegriffe geben den Kerntopic des auf der jeweiligen Karte aufgeführten Textsegmentes wieder und stehen als Überschrift über dem Text. Außerdem sind sie im Text durch Fettdruck hervorgehoben. Die folgende Abbildung zeigt eine Textkarte, wie sie auf dem Bildschirm erschien.

---

<sup>14</sup> Alle Versuchsteilnehmer gaben vor dem Versuch an, ob sie vor Wahlen auf demoskopische Umfragen achten („Erfahrung“), und ob sie sich schon kritisch mit dem Thema Demoskopie auseinandergesetzt haben („Kritik“). Auf einer Rating-Skala von 1 (nie) bis 7 (intensiv) ergab sich für die Erfahrung mit Demoskopie der Wert  $M=3$ , und für die Kritik ebenfalls  $M=3$ ; beide Verteilungen sind sehr linksschief, d.h. die meisten Versuchsteilnehmer haben die Werte 1 bis 3 angekreuzt.

Um das Vorwissen im Umgang mit Computern bzw. Hypertexten zu erfassen, wurde erhoben, wie häufig sie damit umgehen. Hier gaben die Versuchsteilnehmer meist an, daß sie 1 x pro Woche mit dem Computer arbeiten, und nur 14 Versuchsteilnehmern arbeiteten 1 x pro Woche oder öfter mit Hypertexten; die anderen 46 Versuchsteilnehmer gaben an, noch nie mit Hypertexten gearbeitet zu haben. Diese Versuchsteilnehmer verteilten sich gleichmäßig auf alle Versuchsgruppen; insgesamt kann also davon ausgegangen werden, daß die Versuchsteilnehmer zwar über Grundkenntnisse in der Bedienung graphischer Benutzeroberflächen verfügen, daß aber nur wenige regelmäßig mit elektronischen Texten arbeiten.

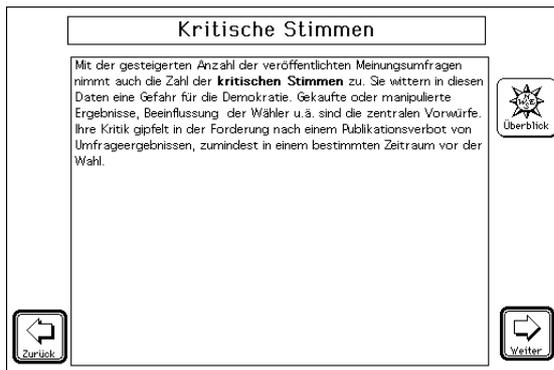


Abbildung 11: Beispiel einer Textkarte mit Navigationsbuttons

Die Probanden hatten jeweils die Möglichkeit, durch Drücken des "Weiter" / "Zurück"-Knopfes die nächste/vorherige Karte zu sehen, und durch Drücken des "Überblicks"-Knopfes ein Überblicksdiagramm zu sehen.

Wenn auf den Überblicks-Knopf gedrückt wurde, dann wurde ein Überblicksdiagramm gezeigt. Je nach Versuchsbedingung war dieses Diagramm hierarchisch oder linear. Die folgenden Grafiken zeigen das hierarchische und das lineare Überblicksdiagramm mit den einzelnen Textsegmenten:

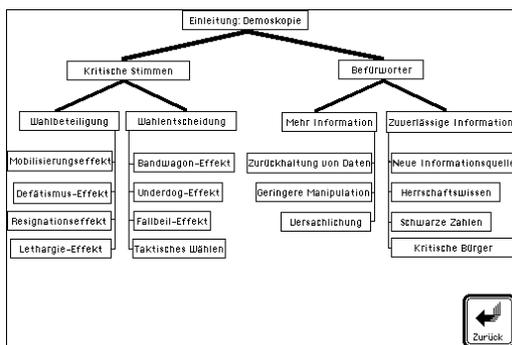


Abbildung 12: Hierarchisches Überblicksdiagramm

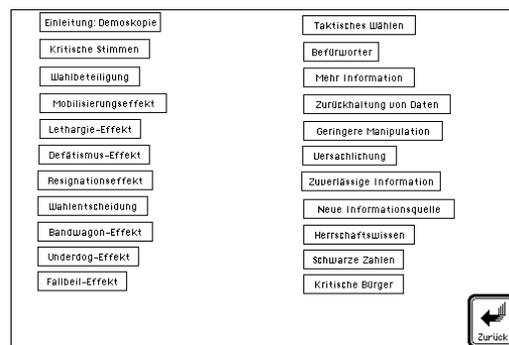


Abbildung 13: Lineares Überblicksdiagramm

Nachdem die Versuchsteilnehmer das jeweilige Diagramm aufgerufen haben, gelangten Sie durch den „Zurück“-Knopf wieder an die Stelle des Textes, an der sie sich zuletzt befanden.

Der Text besteht aus 22 Karten, die nacheinander in vorgegebener Sequenz dargeboten werden. Abbildung 12 verdeutlicht die rhetorische Struktur: Befürworter und Kritiker der Demoskopie werden gegenübergestellt. Im Originaltext versucht der Autor, Vor- und Nachteile abzuwägen, und kommt letztendlich zu dem Fazit, daß Demoskopie ein wichtiges Informationsmittel in der Demokratie darstellt. Der Text behandelt also keine physikalischen Sachverhalte, die mittels einer analogen „Abbildung“ veranschaulicht werden könnten (vgl. Kap. 2.3.1), sondern eine abstrakte Thematik. Das hierarchische Überblicksdiagramm ist ein typischer „Graphic Organizer“: Es stellt die Elemente des Textes in übersichtlicher Formatierung zueinander in Beziehung. Die Art der Beziehungen werden nicht typisiert, aber durch die Lage der einzelnen

„Boxen“ werden Über- und Unterordnungen sichtbar. Das Diagramm enthält allerdings keine Information, die nicht auch im Text enthalten wäre. Der Text wiederum weist in seiner Originalform keine semantischen „Leerstellen“ auf (vgl. Bock, 1983b).

### 4.2.3 Versuchsablauf

Der Versuch wurde rechnergestützt mit einem Macintosh-Computer der Firma Apple durchgeführt (15“-Bildschirm). Das Programm *HyperCard*<sup>15</sup> sequenzierte die einzelnen Versuchsphasen und zeichnet dabei jeden Mausklick des Bedieners in einer Protokolldatei auf. Die Versuchssitzung dauerte ca. 1 1/2-Stunden und wurde im Einzel- oder Gruppenversuch durchgeführt. Der Versuchsablauf gliedert sich in folgende Abschnitte (siehe S. 159ff im Anhang)<sup>15</sup>:

- (I) Instruktion (inkl. Vorstellung der Zeitschrift *Studies*)
  - (II) Beantwortung des *Verbalizer-Visualizer*-Fragebogens von Kirby, Moore & Schofield (1988)
  - (III) Darbietung des Textes
  - (IV) Durchführung des Tests *Versteckte Figuren* von French et al. (1963)
  - (V) Nachtest zur Behaltensleistung
- (I) In der Instruktion wurde die studentische Zeitschrift *Studies* vorgestellt; es wurde gesagt, daß *Studies* demnächst auch elektronisch im WorldWideWeb veröffentlicht werden soll (was tatsächlich beabsichtigt ist) und daß ein Beispieltext aus der letzten Ausgabe in ein elektronisches Dokument umgeformt wurde und nun erprobt werden soll. Die Probanden fungierten also als "Kritiker" einer Hausarbeit eines Kommilitonen, und wurden gebeten, den Text so zu lesen, daß sie nachher bei der Erstellung einer Zusammenfassung helfen können. Um das Ziel der globalen Kohärenzbildung zu induzieren, wurde mehrmals darauf hingewiesen, daß der Text später zusammengefaßt werden soll. Das Lesen des eigentlichen Versuchstextes sollte dadurch in einen kommunikativ bedeutsamen Kontext gestellt werden; dies ist wichtig für die ökologische Validität der Untersuchung (vgl. S. 62).
- (II) Vor der Darbietung des Textes wurde noch gesagt, daß zunächst allgemeine Lesegeohnheiten erfaßt werden sollen. Die Probanden bekamen den *Verbalizer-Visualizer*-Fragebogen von Kirby, Moore & Schofield (1988) dargeboten (siehe S. 61); dann wurden ihnen Fragen zur Computer- und Hypertext-Erfahrung sowie zum Vorwissen zum Thema Demoskopie gestellt (siehe S. 161 im Anhang).

<sup>15</sup> Im Anhang sind die jeweiligen Bildschirmseiten abgedruckt.

Nachdem die Probanden nähere Information zum Studies-Projekt bekommen hatten und sich nebenbei an die Bedienung der Software gewöhnten, wurden die Navigationsbuttons (Vor- und Zurückblättern sowie Diagramminspektion) vorgestellt. Im diesem Zusammenhang konnten die jeweiligen Versuchsgruppen das lineare bzw. hierarchische Überblicksdiagramm einmal sehen; erst wenn die Leser den „Diagramm“-Button einmal angeklickt und das Überblicksdiagramm einmal gesehen hatten, gelangten sie zur nächsten Bildschirmseite. Direkt danach begann der eigentliche Versuchstext. Je nach Faktor "Textsequenzierung" bekamen die Probanden die Karten des Textes in kontinuierlicher oder diskontinuierlicher Reihenfolge. Bei diskontinuierlicher Reihenfolge der Karten war der Text global inkohärent, aber lokal kohärent (Schnotz, 1987). Im Zuge des Lesens konnten die Versuchsteilnehmer sich wahlweise die jeweils nächste oder vorherige Karte oder je nach Versuchsbedingung auch das Überblicksdiagramm zeigen lassen. Zum Schluß erhielten sie die Möglichkeit, den Text noch einmal von Anfang an zu lesen.

(III) Danach wurde der Test "Versteckte Figuren"<sup>16</sup> durchgeführt. Durch die Trennung von Textdarbietung und Textabfrage mittels einer völlig anders gearteten Aufgabe sollte im Hinblick auf den Nachtest vor allem oberflächliche und kurzfristige Erinnerung an Textelemente verhindert werden. Die Leser sollten vor dem Nachtest die Gelegenheit haben, "Abstand" zum Versuchstext zu bekommen.

(IV) Im Nachtest wurden Produktdaten in der folgenden Reihenfolge erhoben:

1. Eine Angabe darüber, um welchen *Texttyp* es sich bei dem Text handelt. Zur Auswahl gegeben wurden die 5 rhetorischen Prädikate von Meyer (1985): Problem / Lösung, Vergleich / Kontrast, Beschreibung, Zusammenstellung, Verursachung. Die ausgewählte Relation wurde im Hinblick auf die subjektive Sicherheit auf einer siebenstufigen Skala eingeschätzt.
2. *Aussageabsicht*. Eine Angabe darüber, welche Meinung der Autor selbst von Demoskopie hat (pro/contra). Auch hier wurde wieder die Sicherheit auf einer siebenstufigen Skala eingeschätzt.
3. *Freie Wiedergabe*: Die Probanden sollten stichpunktartig in den Computer eingeben, woran sie sich im Text erinnern konnten.

---

<sup>16</sup> Ein Faktor, der den Konzepten der räumlichen Denkfähigkeit sowie der Feldunabhängigkeit verwandt ist, ist die "Flexibilität der Gestaltbildung" ("Closure"), die in dem Test "Versteckte Figuren" von Gottschaldt (1926, zit. in French et al., 1963) erfaßt wird. Dieses Konzept ist Teil der Intelligenztheorien von Thurstone ("flexibility of closure"), Guilford ("adaptive flexibility") und Cattell ("restructuring closure"); der Test wurde von French et al. (1963) in einem "Hidden Figures Test" neu aufbereitet. Er wurde ebenfalls am Bildschirm durchgeführt. Beim Hidden-Figures-Test haben die Probanden die Aufgabe, eine geometrische Figur in einem komplexeren Gebilde wiederzuerkennen.

4. Eine subjektive Bewertung des Textes bzgl. seiner *Verständlichkeit*<sup>17</sup>.
5. Eine subjektive Bewertung des *ästhetischen Reizes* des Textes<sup>18</sup>.
6. Eine Bewertung des Diagramms analog zu 4. und 5.
7. Eine Bewertung der Kombination von Diagramm und Bild auf den Dimensionen: keine Verbindung (1) - enge Verbindung (7) sowie eine Einschätzung, wie oft beim Lesen an das Diagramm gedacht wurde: nie (1) - häufig (7).
8. Entwurf eines *Inhaltsverzeichnisses*: Die Probanden sollten eine Inhaltsangabe mit Kapitelüberschriften entwerfen.
9. *Stichwort-Sortierung*: Im Anschluß daran wurden ihnen ihre Stichpunkte gezeigt, und sie hatten die Aufgabe, die Stichpunkte den Kapitelüberschriften zuzuordnen. Technisch wurde das dadurch umgesetzt, daß sie ihre Stichpunkte und Überschriften mittels Popup-Buttons in ein Textfenster kopieren konnten. Die Stichpunkte waren dabei nach rechts eingerückt, so daß ein hierarchisches Outline erstellt werden konnte.
10. *Satzverifikationsaufgaben*: 15 Aussagen mußten verifiziert werden. Dabei bezogen sich 10 Aussagen auf hierarchiehohe Inhalte des Textes (siehe Abbildung 15 unten) und 5 Distraktoraussagen auf hierarchieniedrige Einzeldetails<sup>19</sup>. Die Aussagen waren in gleichen Anteilen positiv bzw. negativ, d.h. von den 10 Aussagen zum Kerninhalt war bei 5 Aussagen „richtig“ die korrekte Antwort (positive Items), und bei 5 Aussagen war „falsch“ die richtige Antwort (negative Items). Die Sequenz der Items war über die Itemart und die Hierarchieebene hinweg randomisiert. Gemessen wurden Latenzzeit und Anzahl richtiger Lösungen. Um die Latenzzeiten der einzelnen Items vergleichbar zu machen, wurden sie auf die Anzahl der Wörter der zu verifizierenden Aussage relativiert. Der Koeffizient für die Latenzzeit beschreibt also die Geschwindigkeit bei der Satzverifikation.

#### 4.2.4 Versuchsdesign und Variablenaggregation

Es handelt sich bei diesem Versuch um einen zweifaktoriellen Versuchsplan mit unabhängigen Stichproben für jeden Faktor. Der eine Faktor, *Textstruktur*, ist zweifach abgestuft (kontinuierlich / diskontinuierlich), der andere Faktor, die *Diagrammdarbietung*, ist dreifach abgestuft (mit hierarchischem Diagramm / mit linearem Diagramm / kein Diagramm).

Die folgende Tabelle zeigt den Versuchsplan:

---

<sup>17</sup> Im Anschluß an Bock (1983) wurden siebenstufige Skalen von Berlyne verwandt: schwer verständlich (1) - leicht verständlich (7); kompliziert (1) - einfach (7); unstrukturiert (1) - strukturiert (7); unausgewogen (1) - ausgewogen (7); unbestimmt (1) - klar (7).

<sup>18</sup> auf den Dimensionen: unerfreulich (1) - erfreulich (7); häßlich (1) - schön (7); unangenehm (1) - angenehm (7); schlecht (1) - gut (7); kein Vergnügen (1) - größtes Vergnügen (7) (ebenfalls nach Berlyne, vgl. Bock, 1983b).

<sup>19</sup> z.B. „Beim ‘taktischen Wählen’ kommt es vor, daß nur zuverlässige Informationsquellen, nicht aber Demoskopie genutzt werden. - wahr-falsch“

Tabelle 3: Versuchsdesign von Experiment 1

Textstruktur	Diagrammdarbietung		
	Hierarch. Diagramm	Lineares Diagramm	Kein Diagramm
Kontinuierlich	n= 10	n= 10	n= 10
Diskontinuierlich	n= 10	n= 10	n= 10

Es ergaben sich sechs Versuchsgruppen, denen die Versuchsteilnehmer zufällig zugeteilt wurden. Als Covariablen wurden erhoben:

- die Flexibilität der Gestaltbindung (Anzahl der richtig gelösten Aufgaben des Tests "Versteckte Figuren" in 15 Minuten)
- die Ausprägung auf den Dimensionen "Verbalisierer / Visualisierer", die sich aus den Items des Fragebogens von Kirby, Moore & Schofield (1988) ergeben.
- Erfahrung im Umgang mit Computern und Hypertexten (je auf einer vierstufigen Skala)
- Vorwissen zum Thema Demoskopie (auf einer vierstufigen Skala) und kritische Auseinandersetzung mit der Thematik (auf einer vierstufigen Skala).

Die Kohärenzbildung wurde durch die Lesezeit, die Reproduktion von Kerninhalten und die Satzverifikation von Kernaussagen operationalisiert. Die folgende Tabelle faßt zusammen, welcher Aspekt der Kohärenzbildung mittels welcher Erfassungsmethode operationalisiert wurde:

Tabelle 4: Dimensionen des Textverstehens und deren Operationalisierung

Verstehensdimension	Erfassungsmethode
Lesezeit	Computergesteuertes Mouseklick-Protokoll
Reproduktion der Makrostruktur	Reproduktion: hierarchisches Sortierverfahren nach Chi, Glaser & Rees (1982)
Behalten von zentralen Zusammenhängen	Satzverifikationsaufgaben (bzgl. der Kernzusammenhänge); vgl. Glenberg & Langston (1992)

Außerdem wurden subjektive Bewertungen und weitere Strategiemasse erhoben. Als abhängige Variablen wurden insgesamt zwei Variablengruppen erfaßt: Prozeßmaße und Produktmaße:

#### Prozeßmaße:

- Variation der Lesegeschwindigkeit pro Karte bzw. Textteil
- Anzahl, Dauer und Position der Diagramminspektion
- Anzahl und Position der lokalen Wiederholungen (Zurückblättern)
- Anzahl der globalen Wiederholungen (Text mehrmals lesen)

Die Prozeßmaße sind Indikatoren für Strategien der Kohärenzbildung. Insbesondere die Lesegeschwindigkeit ist ein Maß für die Kohärenzbildung (vgl. Kap. 3.2.2).

### Produktmaße:

Wie in Kap. 3.2.1 dargelegt, umfaßt die Kohärenzbildung das Wissen um die Kerninhalte eines Textes und deren Zusammenhang. Dieses Wissen wird einerseits durch Reproduktion via Stichwort-Sortierung erfaßt und andererseits durch Verifikation von Aussagen zu den Kernzusammenhängen im Text.

Die einzelnen Stichworte bei der Wiedergabe wurden blind<sup>20</sup> vom Versuchsleiter wie folgt ausgewertet: Es wurde beurteilt, ob das Stichwort den Kerninhalt der Karte wiedergibt (d.h. ob sich das Stichwort wörtlich oder in paraphrasierter Form mit der Kartenüberschrift deckt). Die Stichworte wurden dann den Kartennummern zugeordnet, wobei Wiederholungen eines Stichwortes nicht gezählt wurden. Es ergab sich also ein numerisch codiertes, hierarchisches Wiedergabeprotokoll. Da die Textkarten in ihrer idealen Folge eine hierarchische Struktur besitzen, wurden die Wiedergaben dann einzelnen Hierarchieebenen zugeordnet. Die folgenden Abbildungen zeigen, welche Karte welcher Ebene zugeordnet wurde.

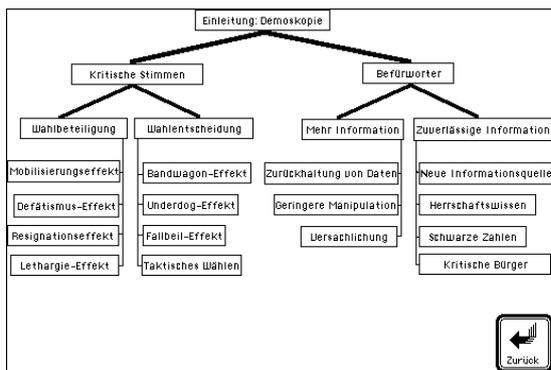


Abbildung 14: Hierarchischer Textzusammenhang

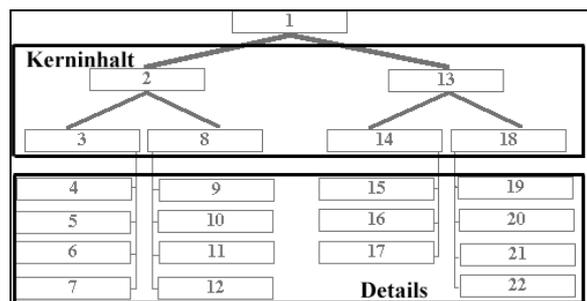


Abbildung 15: Zuordnung von Karten zu Kerninhalten oder Details

Auf der obersten Ebene befinden sich die Einheiten "Kritische Stimmen" (Karte 2) und "Befürworter" (Karte 13). Auf der nächsten Ebene befinden sich die vier Karten mit den Unterkapiteln (Karte 3,8,14,18). Beide Ebenen (6 Karten) zusammen ergeben den Kerninhalt des Textes. Für jeden Versuchsteilnehmer wurde der Prozentwert der Wiedergabe von Kerninhalten (d.h.  $\text{Recall} = \frac{\text{Kernstichworte}}{6} * 100$ ) berechnet, und diese Prozentwerte wurden für jede Versuchsgruppe gemittelt.

<sup>20</sup> Die Rohdaten wurden mit Hilfe des Macintosh-Programm HyperCard in einen softwarebasierten Ergebnis-"Karteikasten" übertragen. In diesem Karteikasten erhielt jeder Pb eine Karte, auf der die wichtigsten Daten enthalten waren. Im Programm gibt es die Möglichkeit, die Karten über deren Nummer und über deren ID-Nummer anzusteuern. Die ID-Nummer stellt eine 4- bis 5 stellige Zufallszahl dar, die keinerlei Zuordnung zur einzelnen Versuchsgruppe erlaubte. Zur Analyse wurden die Karten als Bericht ausgedruckt, auf dem nur die Karten-ID und die einzelnen Stichworte ausgegeben wurden. Der Auswerter (D.Q.) wußte also nicht, welcher Versuchsgruppe ein Wiedergabeprotokoll angehörte.

Bei den Satzverifikationsaufgaben wurde als abhängige Variable die Trefferquote (in %) und, um eine Verzerrung durch „Ausreißer“ auszuschließen, der Median der Latenzzeiten eingesetzt.

Diese „Performanz“-Maße wurden durch subjektive Bewertungen ergänzt: Leser schätzten die Verständlichkeit und den ästhetischen Reiz von Text und Diagramm ein. Außerdem bewerteten sie die Verknüpfung von Text und Bild, den Texttyp und die Aussageabsicht des Autors. Diese Erhebungen sind aus zwei Gründen unerlässlich. Zum einen können mit ihrer Hilfe die Prozeßmaße im Hinblick auf die metakognitive Steuerung interpretiert werden (vgl. Kap. 3.2.1). Zum anderen ist die subjektive Einschätzung eines Textes Teil einer umfassenderen Textrepräsentation, des mentalen und kommunikativen Modells eines Textes sowie die Repräsentation des konventionellen Texttyps (Graesser et al., 1997).

### 4.3 Ergebnisse

Alle Versuchsteilnehmer besaßen relativ wenig Vorwissen zum Thema des Versuchstextes und wenig Erfahrung im Umgang mit Hypertexten. Bzgl. der Dimensionen der Verbalisierer / Visualisierer sowie der Flexibilität der Gestaltbindung zeigten sich größere Streuungen; keine der Covariablen stand jedoch in signifikantem Zusammenhang zu den abhängigen Variablen, so daß im folgenden nur die Effekte der experimentellen Bedingungen auf die Kohärenzbildung beschrieben werden. Danach werden Befunde zur subjektiven Bewertung und zum strategischen Vorgehen der Versuchsteilnehmer dargestellt. Im Anschluß daran wird das Vorgehen der Versuchsteilnehmer zur Kohärenzbildung in Beziehung gesetzt.

#### 4.3.1 Effekt von Textstruktur und Diagrammdarbietung auf die Kohärenzbildung

Insgesamt mußten 8 Versuchsteilnehmer aufgrund nicht auswertbarer Ergebnisse bei der Stichwort-Sortierung ausgeschlossen werden. Es ergab sich somit eine Stichprobe von  $n = 52$  Versuchsteilnehmern. In der Bedingung diskontinuierlicher Text / kein Diagramm waren nur 6 von 10 Wiedergabeprotokollen auswertbar. Ansonsten verteilten sich die Ausfälle gleichmäßig auf alle Versuchsgruppen.

Der Effekt der Diagrammdarbietung und der Textstruktur auf die drei abhängigen Variablen in dieser Untersuchung, die Lesezeit, die Wiedergabe der Kerninhalte und die Trefferquote bei der Satzverifikation, wurden mittels einer multivariaten Varianzanalyse überprüft. Zunächst wurden die abhängigen Variablen auf Unabhängigkeit geprüft. Die folgende Tabelle zeigt die Produkt-Moment-Korrelation zwischen den abhängigen Variablen über alle Versuchsbedingungen hinweg.

Tabelle 5: Interkorrelation der abhängigen Variablen (n=58)

	<b>Lesezeit</b>	<b>Reproduktion</b>
<b>Lesezeit</b>		
<b>Reproduktion</b>	0,275	
<b>Satzverifikation</b>	0,015	0,166

Keine der Korrelationen ist signifikant; die Verstehenskriterien sind also statistisch unabhängig. In einer MANOVA über beide Faktoren zeigten sich folgende Effekte:

Tabelle 6: Hotelling Lawley MANOVA für die Effekte der Faktoren Diagrammdarbietung, Textstruktur und deren Wechselwirkung.

<b>Effekt</b>	<b>F-Wert</b>	<b>p</b>
Textstruktur	F[3,44] = 1,896	0,1442
Diagrammdarbietung	F[6,86] = 0,397	0,8791
Textstruktur * Diagrammdarbietung	F[6,86] = 3,384	0,0048

Es zeigte sich eine signifikante Wechselwirkung zwischen Textstruktur und Diagrammdarbietung. Ein Effekt der Textstruktur deutete sich ebenfalls an, erwies sich jedoch nicht als signifikant.

Im folgenden werden die Effekte der experimentellen Bedingungen für jede abhängige Variable einzeln berichtet. Einzelne Mittelwertunterschiede wurden durch Paarvergleiche geprüft.

Um die Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen zu prüfen, wurden t-Tests für unabhängige Stichproben berechnet. Bei sechs Versuchsgruppen ergaben sich 15 Mittelwertvergleiche. Nach der  $\alpha$ -Adjustierung von Bonferroni (vgl. Bortz, 1993) ergab sich dabei ein Signifikanzniveau von  $p = 0,003$ .

Zunächst werden die Befunde zur **Inspektionszeit** dargestellt. Die durchschnittliche Lesezeit betrug über alle Versuchsbedingungen hinweg  $X = 820,01$  Sek. ( $SD = 364,29$ ), d.h. ca. 14 Minuten. Die folgende Grafik zeigt die Lesezeit in Abhängigkeit von Diagrammdarbietung und Strategieinstruktion.

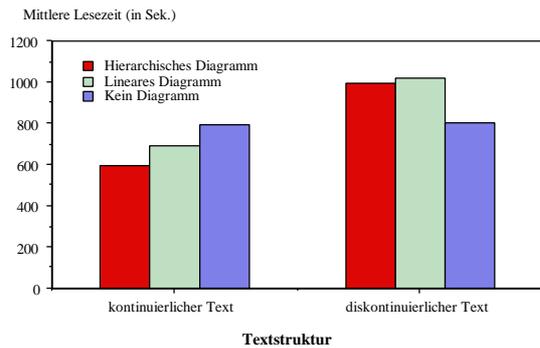


Abbildung 16: Effekt von Textstruktur und Diagrammdarbietung auf die Lesezeit

Keiner der Mittelwertsunterschiede erwies sich bei t-Tests mit korrigiertem Signifikanzniveau als signifikant. Bei kontinuierlichem Text und hierarchischem Diagramm wurde tendenziell schneller gelesen als bei diskontinuierlichem Text mit hierarchischem Diagramm ( $t[18]=-1,452$ ;  $p = 0,1637$ ).

Im folgenden werden die Befunde zur **Reproduktion** der Kerninhalte bei der Stichwort-Sortierung dargestellt. Im Schnitt brauchten die Versuchsteilnehmer für diese Aufgabe 1278,604 Sek. ( $SD = 703,372$ ), d.h. ungefähr 21 Minuten. Es wurden durchschnittlich  $X=16,08$  Stichworte wiedergegeben, davon  $X = 7,528$  Kernstichworte. Die Wiedergabequote betrug im Schnitt  $X = 38,99\%$ , d.h. von den wiedergegebenen Stichworten war jedes Dritte ein Kerninhalt. Die Mittelwertsunterschiede für die Faktoren Textstruktur und Diagrammdarbietung werden in der folgenden Abbildung dargestellt:

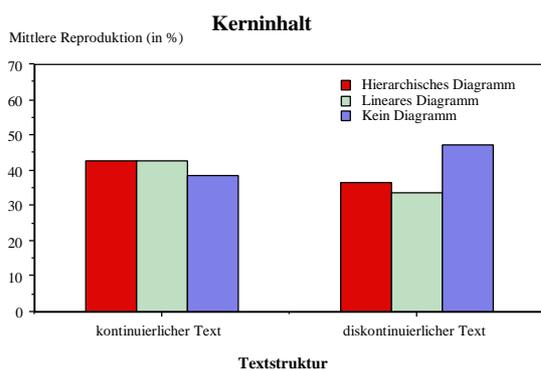


Abbildung 17: Durchschnittlicher Anteil reproduzierter Kerninhalte bei kontinuierlichem und diskontinuierlichem Text

Insgesamt hatte weder die Textstruktur noch die Diagrammdarbietung einen Effekt auf die Reproduktion des Textes.

Es zeigt sich, daß mit Diagrammdarbietung bei kontinuierlichem Text schneller gelesen wurde als bei diskontinuierlichem Text. Wenn kein Diagramm dargeboten wurde, unterscheiden sich die Gruppen mit jeweils kontinuierlichem und diskontinuierlichem Text nicht.

Die Abbildung zeigt, daß tendenziell bei diskontinuierlichem Text und fehlendem Diagramm der größte Anteil von Kerninhalten reproduziert wurde; allerdings waren in dieser Gruppe nur 6 von 10 Wiedergabeprotokollen auswertbar. Keiner der einzelnen Mittelwertsunterschiede erwies sich als signifikant.

Um den Effekt der Textstruktur und der Diagrammdarbietung auf die **Verifikation** zu prüfen, wurden die Trefferquoten als abhängige Variablen eingesetzt, wobei die positiven und negativen Items (siehe S. 70) summiert wurden und auf die maximal mögliche Trefferquote (10) relativiert wurden<sup>21</sup>. Die folgende Abbildung illustriert den Effekt:

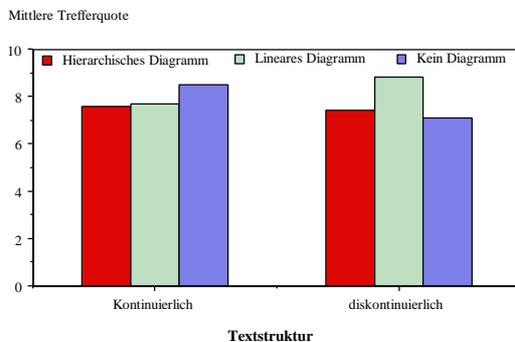


Abbildung 18: Effekt von Textstruktur und Diagrammdarbietung auf die Verifikationsleistung

Es zeigt sich, daß bei kontinuierlichem Text insbesondere bei fehlendem Diagramm die höchsten Leistungen erzielt wurden. Bei diskontinuierlichem Text hingegen wurden die höchsten Leistungen bei linearem Diagramm erzielt.

Auf dem korrigierten Signifikanzniveau war nur der Mittelwertsunterschied zwischen linearem und fehlendem Diagramm bei diskontinuierlichem Text signifikant ( $t[17] = 3,525$ ;  $p = 0,0026$ ). Die anderen in der Wechselwirkung dargestellten Effekte sind demnach nur als Tendenzen zu verstehen.

Das hierarchische Diagramm führte also weder bei kontinuierlichem Text noch bei diskontinuierlichem Text zu besseren Verifikationsleistungen. Bei kontinuierlichem Text war tendenziell eher die Bedingung Kein Diagramm, und bei diskontinuierlichem Text die Bedingung Lineares Diagramm die günstigste Darbietungsform.

Die Diagrammdarbietung hatte also nicht den erwarteten Effekt: Das hierarchische Diagramm unterstützte die Kohärenzbildung nicht. Der fehlende Effekt der Diagrammdarbietung kann auch darauf zurückzuführen sein, daß das Diagramm innerhalb der Versuchsbedingungen unterschiedlich oft genutzt wurde. Deshalb wird im folgenden zunächst die subjektive Bewertung von Text und Bild dargestellt, und dann wird die tatsächliche Nutzung des Diagramms beschrieben. Diese Daten werden dann mit der Kohärenzbildung korreliert (Abschnitt 4.3.4).

### 4.3.2 Subjektive Bewertung von Text und Diagramm

**Bewertung des Textes.** Die Verständlichkeit und der ästhetische Reiz des Textes wurde mittels eines Verständlichkeits- und Ästhetik-Fragebogens von Bock (1983b) erfragt. Die Versuchsteilnehmer konnten jeweils auf einer siebenstufigen Skala einschätzen, wie verständlich /

<sup>21</sup> Weder die Itemart (Positiv / Negativ) noch die Geschwindigkeit bei der Satzverifikation wird bei diesen Analysen berücksichtigt, da keine Annahmen damit verbunden waren und da keine signifikanten Ergebnisse gefunden wurden.

kompliziert / strukturiert / ausgewogen / klar sie den Text fanden. Dieser Wert wurde für jeden Versuchsteilnehmer als allgemeiner Verständlichkeitsindex summiert. Außerdem konnten die Versuchsteilnehmer angeben, wie erfreulich / schön / angenehm / gut / vergnüglich sie den Text fanden. Diese Werte wurden zu einem Index für den ästhetischen Reiz summiert.

Für die Probanden mit kontinuierlichem Text betrug der Verständlichkeitsindex  $M = 26$ , bei diskontinuierlichem Text  $M = 23$ ; dieser Unterschied ist nicht signifikant (Mann-Whitney:  $U = 346$ ;  $p = 0,18$ ). Der Text wurde unabhängig von der Textstruktur als verständlich bewertet. Nur auf der Dimension der Strukturiertheit ergaben sich signifikante Unterschiede: Der diskontinuierliche Text ( $M = 4$ ) wurde als unstrukturierter bewertet als der kontinuierliche Text ( $M = 6$ ; Mann-Whitneys  $U = 238,5$ ;  $p < 0,01$ ).

Es trat kein Effekt der Diagrammdarbietung auf die subjektive Bewertung der Textverständlichkeit auf (Kruskal-Wallis'  $H[2] = 0,662$ ;  $p = 0,7184$ ).

Der ästhetische Reiz des Textes wurde im Schnitt als relativ neutral beurteilt; die beiden Textstrukturen haben sich nicht unterschiedlich auf die Beurteilung ausgewirkt. Dies wurde durch einen direkten Vergleich bzgl. der Dimensionen und durch Summierung der Dimensionen geprüft und bestätigt: Der ästhetische Reiz des kontinuierlichen Textes ( $M = 20$ ) war gleich dem des diskontinuierlichen Textes ( $M = 18,5$ ; Mann-Whitneys  $U = 342$ ;  $p = 0,31$ ). Auch die Diagrammdarbietung hatte keinen Effekt ( $H[2] = 0,367$ ;  $p = 0,8324$ ).

Insgesamt wurde also der Versuchstext unabhängig von seiner Struktur als verständlich und von mittlerem ästhetischen Reiz beurteilt. Der diskontinuierliche Text wurde überraschenderweise verständlich bewertet; nur bzgl. seiner Strukturiertheit gaben die Versuchsteilnehmer hier niedrigere Bewertungen ab als bei kontinuierlichem Text.

**Bewertung des Diagramms.** Wie bei der Bewertung des Textes ist die Bewertung des Diagramms in den jeweiligen experimentellen Gruppen, d.h. je nach Textstruktur und Diagrammdarbietung von Interesse. Die Ausprägungen auf den jeweiligen Dimensionen wurden mittels des U-Tests nach Mann-Whitney auf systematische Unterschiede zwischen den experimentellen Bedingungen geprüft.

Die folgende Tabelle zeigt die Wechselwirkung zwischen Diagrammdarbietung und Textstruktur.

Tabelle 7: Mittlere Einschätzung (Median) der Verständlichkeit und des ästhetischen Reizes des Diagramms in Abhängigkeit von Diagrammdarbietung und Textstruktur

Diagramm	Subjektive Verständlichkeit des Diagramms		Subjektiver ästhetischer Reiz des Diagramms	
	Textstruktur		Textstruktur	
	kontinuierlich	diskontinuierlich	kontinuierlich	diskontinuierlich
Hierarchisch	28	23	19	19
Linear	22	24	17	18,5

Die Tabelle zeigt, daß sich die subjektiven Bewertungen der Verständlichkeit und des ästhetischen Reizes des Diagramms nicht unterscheiden. Der auffallende Unterschied zwischen der Bewertung der Verständlichkeit von kontinuierlichem bzw. diskontinuierlichem Text bei hierarchischem Diagramm ist nicht signifikant ( $U = 32,5$ ;  $p = 0,185$ ). Da sich nicht nur der grobe Wert für die Textverständlichkeit als aussagekräftig erwiesen hatte, sondern insbesondere die Dimension der „Strukturiertheit“, wurde im Anschluß daran geprüft, ob sich die Beurteilung der Strukturiertheit des Diagramms ändert.

Tabelle 8: Mittlere Einschätzung der Strukturiertheit des Diagramms (Median) in Abhängigkeit von Diagrammdarbietung und Textstruktur

<b>Diagramm</b>	<b>Kontinuierlicher Text</b>	<b>Diskontinuierlicher Text</b>
Hierarchisch	6	5,5
Linear	4	4,5

Die Tabelle verdeutlicht, daß das hierarchische Diagramm als strukturierter bewertet wurde als das lineare Diagramm ( $U=86,5$ ;  $p = 0,003$ ); dieser Unterschied ist bei kontinuierlichem Text deutlicher. Die Strukturiertheit des Diagramms wurde demnach bei kontinuierlichem Text aufgewertet; bei diskontinuierlichem Text ist diese Tendenz weniger ausgeprägt. Dies entspricht nicht den Erwartungen: Es wurde angenommen, daß vor allem bei diskontinuierlichem Text das Diagramm aufgewertet wird, da es hier eine gute Hilfe bei der Kohärenzbildung bietet. Dies wiederum deutet darauf hin, daß das Diagramm bei diskontinuierlichem Text nicht als hilfreich empfunden wurde. Offenbar gelang es den Versuchsteilnehmern hier nicht, Text und Diagramm konsequent aufeinander zu beziehen.

Die gleichen Analysen wurden bzgl. des ästhetischen Reizes des Diagramms durchgeführt. Tabelle 7 (s.o.) zeigt, daß der ästhetische Reiz des Diagramms insgesamt als neutral beurteilt wurde; die beiden Diagrammdarbietungen hatten dabei keinen Effekt auf die Beurteilung. Dies wurde durch einen direkten Vergleich bzgl. der Dimensionen und durch Summierung der Dimensionen geprüft und bestätigt: Der ästhetische Reiz des hierarchischen Diagramms entsprach dem des linearen Diagramms (Mann-Whitneys  $U = 149$ ;  $p = 0,25$ ).

**Bewertung der Kombination von Text und Diagramm.** Im Zuge der subjektiven Bewertung machten die Versuchsteilnehmer auch Angaben zur Kombinierung von Text und Bild. Sie konnten auf einer Skala von 1 bis 7 jeweils angeben, wie eng sie die Verbindung von Text und Diagramm einschätzten, und wie oft sie beim Lesen an das Diagramm gedacht haben. Die erste Dimension *Subjektive Verbindung* richtet sich eher auf die Bewertung des Verhältnisses zwi-

schen beiden Darstellungsformen, und die zweite Dimension *Subjektive Nutzung* thematisiert die Verknüpfung von Text und Diagramm im Handlungsvollzug.

Zunächst beträgt die Rangkorrelation zwischen beiden Dimensionen über alle Versuchsbedingungen hinweg  $r = 0,589$  ( $p < 0,001$ ). Die beiden Dimensionen hängen demnach eng zusammen.

Die folgende Tabelle zeigt die mittleren Einschätzungen für jede Versuchsbedingung:

Tabelle 9: Mittlere Einschätzung der Kombinierung von Text und Diagramm (Median) in Abhängigkeit von Diagrammdarbietung und Textstruktur

	Subjektive Verbindung Text - Diagramm (1=keine; 7=eng)		Subjektive Nutzung des Diagramms (1=nie; 7=häufig)	
	<i>Textstruktur</i>		<i>Textstruktur</i>	
<b>Diagramm</b>	kontinuierlich	diskontinuierlich	kontinuierlich	diskontinuierlich
Hierarchisch	6	5	2,5	4,5
Linear	4	3,5	4	3

Die dargestellten Mittelwertsunterschiede erwiesen sich nicht als signifikant. Die experimentellen Bedingungen wirkten sich also nicht auf die subjektive Beurteilung der Verbindung von Text und Diagramm aus.

Insgesamt zeigen die subjektiven Bewertungen, daß der diskontinuierliche Text zwar als unstrukturierter, nicht aber als unverständlicher bewertet wurde als der kontinuierliche Text. Ebenso wurde das lineare Diagramm als unstrukturierter, nicht aber als unverständlicher als das hierarchische Diagramm bewertet. Obwohl eine relativ starke Verbindung zwischen Text und Diagramm gesehen wurde, liegen die Angaben für die subjektive Nutzung eher niedrig. Die Versuchsteilnehmer haben das Diagramm also subjektiv wenig genutzt. Im folgenden wird die tatsächliche Nutzung des Diagramms beschrieben.

#### 4.3.3 Effekt von Textstruktur und Diagrammdarbietung auf die Diagrammnutzung

Das Leseverhalten, d.h. die einzelnen Mausklicks zum Weiter / Zurück / Diagrammknopf sowie die Lesezeiten wurden vom Computer protokolliert und mittels eines Programms für die statistische Analyse aufbereitet. Bevor die Diagrammnutzung beschrieben wird, wird zunächst auf die lokale und globale Wiederholung als „textbasierte“ Maßnahmen eingegangen.

**Lokale Wiederholung.** Lokale Wiederholungen wurden definiert als Zurückblättern von einer Karte zur vorherigen. Über alle Versuchsbedingungen wurde im Schnitt  $X = 4,62$  mal zurückgeblättert. Insgesamt ist die Verteilung der lokalen Wiederholungen extrem linksschief, d.h. sehr viele Pbn haben gar nicht wiederholt, und wenige Pbn haben dafür umso mehr wiederholt. Systematische Effekte je nach Versuchsbedingung zeigten sich nicht.

**Globale Wiederholung.** Nach dem ersten Lesen des Textes hatten die Pbn die Möglichkeit, den Text noch einmal zu lesen. Diese "globale Wiederholung" wurde erfaßt, und die Stichprobe wurde nach dem Merkmal "Text einmal gelesen / Text mehrmals gelesen" dichotomisiert.

Tabelle 10: Absolute Häufigkeiten der globalen Wiederholungen bei kontinuierlichem bzw. diskontinuierlichem Text

	Text einmal gelesen	Text mehrmals gelesen	Summe
Kontinuierlicher Text	15	13	28
Diskontinuierlicher Text	10	17	27
Summe	25	30	55

Die Tabelle zeigt, daß tendenziell bei diskontinuierlichem Text öfter global wiederholt wurde als bei kontinuierlichem Text. Dieser Unterschied ist allerdings nicht signifikant ( $\chi[1]= 1,52$ ;  $p= 0,22$ ). Je nach Diagrammtyp zeigten sich ebenfalls keine Unterschiede bzgl. der globalen Wiederholung. Jeder zweite Proband hat also unabhängig von seiner Versuchsbedingung den Text mehrmals gelesen. In der Exploration erklärten viele Probanden, daß sie Texte generell mehrmals lesen. Diese Gewohnheit sich hier bestätigt.

Die nun folgenden Analysen beziehen sich auf die Anzahl, Dauer und Position von Diagrammspektionen in den jeweiligen experimentellen Bedingungen<sup>22</sup>.

**Häufigkeit und Dauer der Diagrammspektionen.** Insgesamt sind sowohl die Häufigkeiten als auch die Dauer der Diagrammspektionen sehr gering. Die meisten Versuchsteilnehmer, denen die Diagrammnutzung gemäß Versuchsbedingung möglich war, haben das Diagramm nur einmal angeklickt (Median = 1). Die folgende Abbildung zeigt, wie häufig das Diagramm von wie vielen Versuchsteilnehmern genutzt wurde:

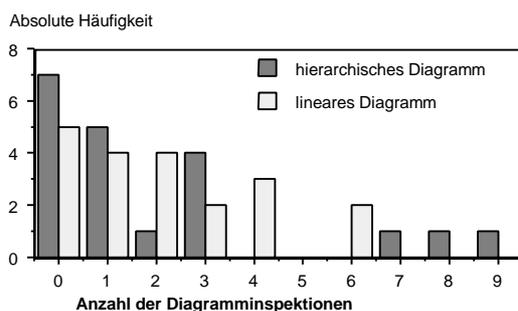


Abbildung 19: Häufigkeitsverteilung der Diagrammspektionen je nach Diagrammdarbietung.

Wie die Abbildung verdeutlicht, haben 7 von 20 Versuchsteilnehmern das hierarchische Diagramm gar nicht genutzt. Gleichzeitig haben 3 Versuchsteilnehmer es mehr als sieben mal genutzt. Bei linearem Diagramm ist ebenfalls eine linksschiefe Verteilung erkennbar.

Es wurde geprüft, wie häufig und wie lange das Diagramm in den jeweiligen Bedingungen der Textstruktur und der Diagrammdarbietung angeschaut wurde. Die folgenden Abbildungen zeigen den Befund:

<sup>22</sup> Für die Analysen in diesem Abschnitt wurden die Probanden, die gar kein Diagramm dargeboten bekommen haben, ausgeschlossen.

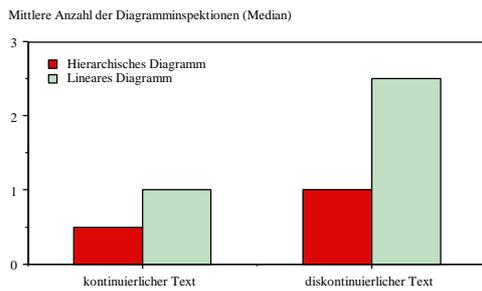


Abbildung 20: Mittlere Anzahl der Diagramminspektionen nach Textstruktur und Diagrammdarbietung.

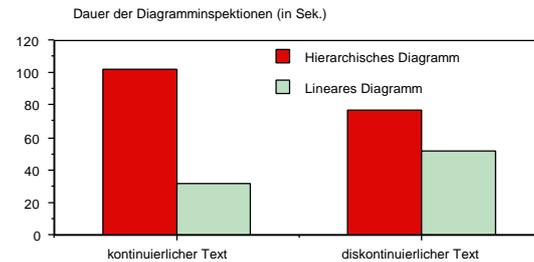


Abbildung 21: Dauer der Diagramminspektionen nach Textstruktur und Diagrammdarbietung (für Versuchsteilnehmer, die das Diagramm überhaupt genutzt haben).

Da die Voraussetzungen für die Varianzanalyse bei der Häufigkeit der Diagramminspektionen nicht gegeben waren, läßt sich lediglich die Tendenz vermerken, daß unabhängig vom Diagrammtypen häufiger bei diskontinuierlichem Text auf das Diagramm geklickt wurde als bei kontinuierlichem Text (Mann-Whitneys  $U = 142,5$ ;  $p = 0,1117$ ). Um die Verteilung an die Normalverteilung anzugleichen, wurden für den Vergleich der Inspektionszeiten nur die Versuchsteilnehmer in die Analyse aufgenommen, die überhaupt auf das Diagramm zugegriffen hatten ( $n = 28$ ). Die Mittelwerte sind in Abbildung 21 dargestellt: Hier zeigten sich Unterschiede bzgl. der Dauer der Inspektionen: Wenn überhaupt ein Diagramm genutzt wurde, dann wurde das hierarchische Diagramm ( $X = 86,07$  Sek.) unabhängig von der Textstruktur doppelt so lange angeschaut wie das lineare Diagramm ( $X = 42,05$ ). Dieser Unterschied war jedoch nicht signifikant ( $F[1,24] = 4,215$ ;  $p = 0,0511$ ).

Insgesamt wurde das Diagramm also von allen Probanden sehr wenig genutzt, egal welche Versuchsbedingung vorlag. Wenn es allerdings genutzt wurde, dann wurde das hierarchische Diagramm tendenziell länger angeschaut als das lineare Diagramm.

**Position der Diagramminspektion.** Der Position der Diagramminspektion liefert wichtigen Aufschluß darüber, an welchen Textstellen die Versuchsteilnehmer versucht haben, die Inhalte mittels Überblicksdiagramms zu organisieren und sich zu orientieren. Die folgenden Abbildungen zeigen, bei welcher Textkarte wie viele Diagramminspektionen aufgetreten sind.

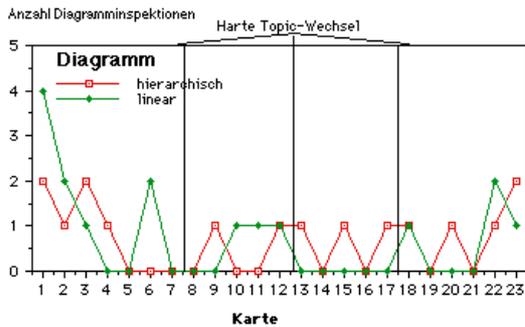


Abbildung 22: Anzahl der Diagramminspektionen pro Textkarte bei kontinuierlichem Text, aufgeteilt nach Diagrammdarbietung.

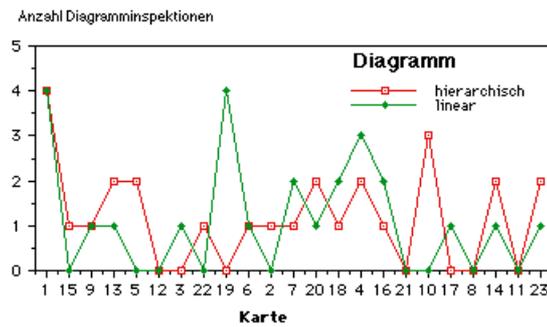


Abbildung 23: Anzahl der Diagramminspektionen pro Textkarte bei diskontinuierlichem Text, aufgeteilt nach Diagrammdarbietung.

Bei kontinuierlichem Text wurde das Diagramm häufiger am Anfang des Textes angeklickt. Dieser Effekt ist jedoch aufgrund der niedrigen Häufigkeiten nur tendenziell ausgeprägt.

Bei diskontinuierlichem Text verlaufen die Diagramminspektionen gleichmäßiger über die einzelnen Textkarten: Das Diagramm wurde auch in der Mitte des Textes angeklickt.

Um zu prüfen, ob tatsächlich Diagramminspektionen bei kontinuierlichen Textaufbau eher am Anfang oder am Ende des Textes auftraten als bei diskontinuierlichen Textaufbau, wurden die Inspektionen auf die jeweilige Textposition relativiert. Analog zur Analyse der Lesegeschwindigkeit wurde der Text in vier Abschnitte aufgeteilt<sup>23</sup>. Die mittlere Anzahl der Diagramminspektionen pro Textteil ging als Meßwiederholungsfaktor in das Versuchsdesign ein. Für diese Analyse wurden nur die Versuchsteilnehmer einbezogen, die das Diagramm überhaupt genutzt haben ( $n=28$ ). Es erwies sich kein Effekt als signifikant; tendenziell wird jedoch deutlich, daß im ersten Textteil häufiger auf das Diagramm geklickt wurde als in späteren Textteilen ( $F[3,72] = 2,219$ ;  $p = 0,093$ ). Die folgende Abbildung illustriert diesen Verlauf:

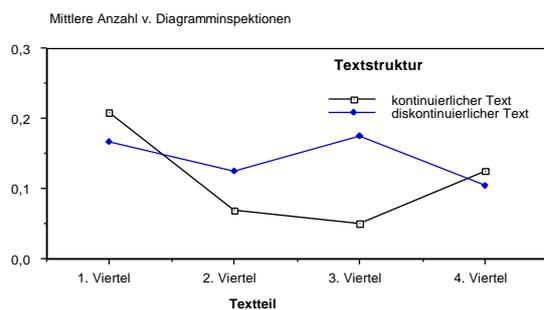


Abbildung 24: Anzahl v. Diagramminspektionen pro Textteil, aufgeteilt nach Textstruktur.

Die Abbildung zeigt, daß die Anzahl von Diagramminspektionen im mittleren Textteil insbesondere bei kontinuierlichem Text abnimmt, während sie bei diskontinuierlichem Text eher konstant bleibt. Dieser Effekt ist allerdings nicht signifikant ( $F[3,72] = 1,917$ ;  $p = 0,1345$ ).

Zusammenfassend hat sich gezeigt, daß nur wenige Diagramminspektionen vorgenommen wurden; Textstruktur und Diagrammdarbietung hatten dabei keinen Einfluß auf die Häufigkeit der Diagramminspektion. Es läßt sich lediglich die Tendenz vermerken, daß ein hierarchisches Diagramm länger angeschaut wurde als ein lineares Diagramm. Bei kontinuierlichem Text traten Diagramminspektionen tendenziell eher am Anfang des Textes auf, und bei diskontinuierlichem Text verteilten sich die Diagramminspektionen gleichmäßig auf die Textkarten. Da das Diagramm jedoch insgesamt sehr selten genutzt wurde, sind diese Effekte nur beschränkt aussagekräftig.

#### 4.3.4 Zusammenhänge zwischen Diagrammnutzung und Kohärenzbildung

Im folgenden werden Zusammenhänge zwischen Diagrammnutzung und Kohärenzbildung aufgezeigt. Dabei werden die Dimensionen der Kohärenzbildung, d.h. die Lesezeit, die Reproduktion und die Satzverifikation, getrennt aufgeführt.

##### 4.3.4.1 Diagrammnutzung und Lesezeit

Zunächst wurde der Zusammenhang zwischen Diagrammnutzung und Lesezeit untersucht. Wenn das Diagramm die Kohärenzbildung unterstützt, dann müßte ein signifikanter negativer Zusammenhang zwischen Diagrammnutzung und Lesezeit bestehen. Dies ist jedoch nicht der Fall. Die folgenden Abbildungen zeigen den Befund.

Korrelation der Anzahl der Diagramminspektionen und Lesezeit

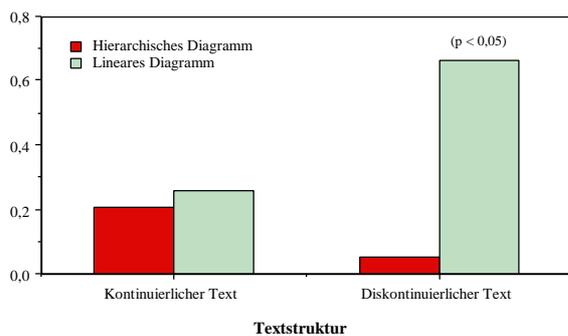


Abbildung 25: Effekt von Textstruktur und Diagrammdarbietung auf die Korrelation von Diagrammnutzung und Lesezeit

Korrelation Dauer der Diagrammnutzung und Lesezeit

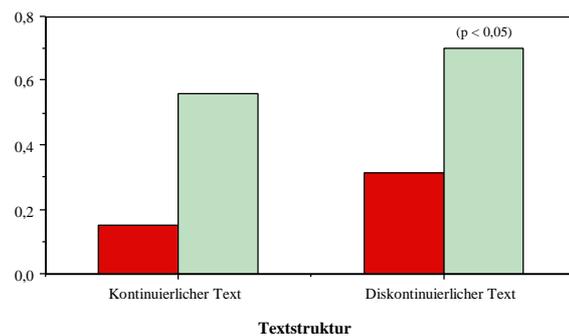


Abbildung 26: Effekt von Textstruktur und Diagrammdarbietung auf die Korrelation von Dauer der Diagrammnutzung und Lesezeit

In keinem Fall traten negative Korrelationen auf. Bei linearem Diagramm und diskontinuierlichem Text waren sogar positive Korrelationen zwischen Diagrammnutzung bzw. Dauer der

<sup>23</sup> Konkret wurde für das erste Viertel die Anzahl der Diagramminspektionen bei den ersten 6 Karten für jeden Pb gemittelt, für das zweite Viertel aus den Karten 7-12, für das dritte Viertel aus den Karten 13-17, und

Diagramminspektionen und der Lesezeit zu verzeichnen; bei diskontinuierlichem Text geht also die stärkere Nutzung des linearen Diagramms mit langsamerem Lesen einher. Dies deutet darauf hin, daß das lineare Diagramm, obwohl es insbesondere bei diskontinuierlichem Text häufig genutzt wurde (vgl. Kap. 4.3.3), nicht die Kohärenzbildung gefördert hat.

#### 4.3.4.2 Diagrammnutzung und Reproduktion

Um herauszufinden, ob die Diagrammnutzung die Wiedergabe des Kerninhalts des Textes fördert, wurde die Anzahl und Dauer der Diagramminspektionen mit der Anzahl der reproduzierten Kerninhalte bei der Stichwort-Sortierung korreliert. Hier ergaben sich signifikante Zusammenhänge für das hierarchische Diagramm. Die folgenden Abbildungen zeigen das Ergebnis:

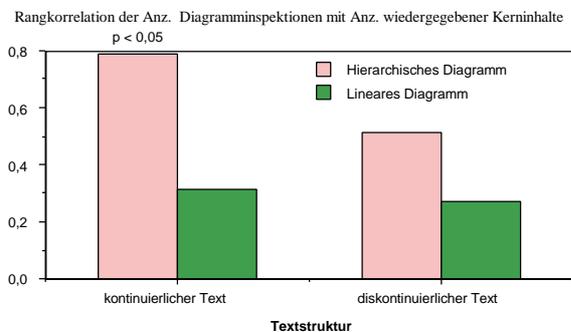


Abbildung 27: Spearman-Korrelation zwischen Diagrammnutzung und Wiedergabe von Kerninhalten, aufgeteilt nach Textstruktur und Diagrammdarbietung.

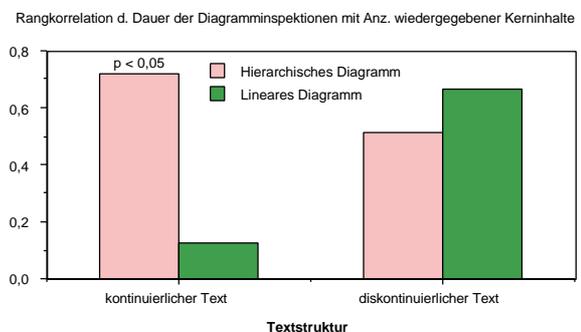


Abbildung 28: Spearman-Korrelation zwischen Dauer der Diagrammnutzung und Wiedergabe von Kerninhalten, aufgeteilt nach Textstruktur und Diagrammdarbietung.

Die Reproduktion der Kerninhalte korreliert bei kontinuierlichem Text signifikant mit der Nutzung des hierarchischen Diagramms ( $r = 0,79$ ;  $p < 0,05$ ) und mit der Dauer der Diagramminspektionen ( $r = 0,72$ ;  $p < 0,05$ ). Bei linearem Diagramm oder diskontinuierlichem Text hingegen waren die Zusammenhänge nicht signifikant.

Es läßt sich also feststellen, daß die Nutzung des hierarchischen Diagramms hoch mit der Wiedergabe der differenzierten Textstruktur korreliert. Offenbar war das hierarchische Diagramm also eine gute Abrufhilfe für die differenziertere Textstruktur, wenn der Text kontinuierlich dargeboten wurde.

---

für das letzte Viertel aus den Karten 18-22. Es resultierte eine mittlere Häufigkeit der Diagramminspektionen für jeden Textteil bei jeder Person.

#### 4.3.4.3 Diagrammnutzung und Satzverifikation

Um zu prüfen, ob die Diagrammnutzung beim Lesen die Leistung bei der Satzverifikation fördert, wurden zunächst die Häufigkeiten der Diagramminspektionen mit der Trefferquote bei der Satzverifikation korreliert. Es ergab sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen Diagrammnutzung und Trefferquote (Spearman's rho = 0,35;  $p < 0,05$ ). Die folgende Abbildung zeigt die Zusammenhänge, aufgeteilt nach Textstruktur und Diagrammdarbietung:

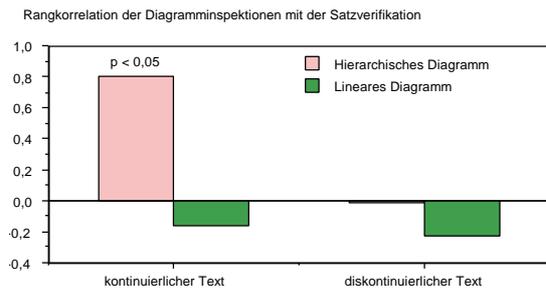


Abbildung 29: Spearman-Korrelation zwischen Anzahl der Diagramminspektionen und Trefferquote, aufgeteilt nach Textstruktur und Diagrammdarbietung<sup>24</sup>.

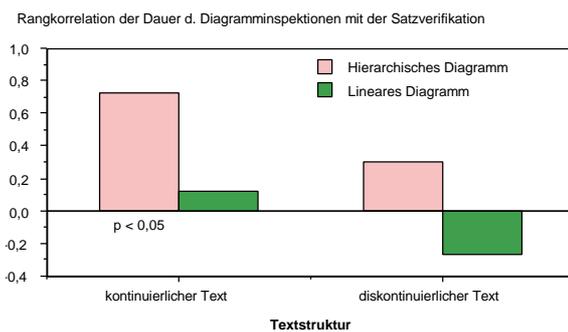


Abbildung 30: Spearman-Korrelation zwischen Dauer der Diagrammnutzung und Trefferquote, aufgeteilt nach Textstruktur und Diagrammdarbietung.

Wie die linke Abbildung verdeutlicht, ergab sich ein positiver Zusammenhang zwischen der Nutzung des hierarchischen Diagramms und Trefferquote, wenn der Text kontinuierlich war ( $r = 0,8$ ;  $p < 0,05$ ); die rechte Abbildung zeigt, daß auch die Dauer der Diagramminspektionen nur bei kontinuierlichem Text mit der Trefferquote korreliert ( $r = 0,73$ ;  $p < 0,05$ ). Bei diskontinuierlichem Text fand sich kein Zusammenhang. Die Nutzung des linearen Diagramm stand also in keinem Zusammenhang mit der Satzverifikation, wenn der Text diskontinuierlich war.

#### 4.3.4.4 Diagrammnutzung und subjektive Bewertung

**Bewertung des Textes.** Eine subjektive Abwertung der Textverständlichkeit könnte sich im Verhalten zeigen, indem häufiger auf das Diagramm zugegriffen wird. Um dies zu prüfen, wurde die Diagrammnutzung mit der Bewertung der allgemeinen Verständlichkeit in Beziehung gesetzt. Die folgende Tabelle zeigt das Ergebnis für die Versuchsbedingungen.

<sup>24</sup> Anm: bei diskontinuierlichem Text und hierarchischem Diagramm betrug die Korrelation  $r=0$ .

Tabelle 11: Spearman-Korrelation zwischen Diagrammnutzung und subjektiver Textverständlichkeit, aufgeteilt nach Diagrammdarbietung und Textstruktur.

	<b>Kontinuierlicher Text</b>	<b>Diskontinuierlicher Text</b>
Hierarchisches Diagramm	0,519	-0,674*
Lineares Diagramm	-0,076	-0,127

\*p &lt; 0,05

Nur bei diskontinuierlichem Text stand die Nutzung des hierarchischen Diagramms in signifikantem Zusammenhang zur Beurteilung der Textverständlichkeit; der negative Zusammenhang zeigt, daß der Text als unverständlicher beurteilt wurde, wenn das Diagramm häufiger genutzt wurde. Umgekehrt bedeutet dies: Je weniger verständlich der Text erscheint, desto häufiger wird ein Diagramm bei diskontinuierlichem Text genutzt.

In einem weiteren Schritt wurde auch die Bewertung des ästhetischen Reizes des Textes mit der Diagrammnutzung in Beziehung gesetzt. Die folgende Tabelle zeigt den Befund:

Tabelle 12: Spearman-Korrelation zwischen Diagrammnutzung und subjektiver Textästhetik, aufgeteilt nach Diagrammdarbietung und Textstruktur.

	<b>Kontinuierlicher Text</b>	<b>Diskontinuierlicher Text</b>
Hierarchisches Diagramm	0,441	-0,805*
Lineares Diagramm	-0,412	0,464

\*p &lt; 0,05

Wieder wurde die Bewertung des Textes bei häufiger Nutzung des hierarchischen Diagramms herabgesetzt, wenn der Text diskontinuierlich dargeboten wurde. Das hierarchische Diagramm wurde also offenbar dem schlecht strukturierten Text gegenübergestellt. Umgekehrt geht eine Abwertung des ästhetischen Reizes eines Textes mit höherer Diagrammnutzung einher, wenn der Text diskontinuierlich ist.

**Bewertung des Diagramms.** Die Bewertung der Verständlichkeit und des ästhetischen Reizes wurden ebenfalls mit der Diagrammnutzung in Beziehung gesetzt. Die folgende Tabelle zeigt den Befund:

Tabelle 13: Spearman-Korrelation zwischen Diagrammnutzung und subjektiver Verständlichkeit des Diagramms, aufgeteilt nach Diagrammdarbietung und Textstruktur.

	<b>Kontinuierlicher Text</b>	<b>Diskontinuierlicher Text</b>
Hierarchisches Diagramm	0,66*	-0,289
Lineares Diagramm	-0,411	-0,5

\*p &lt; 0,05

Nur bei kontinuierlichem Text spiegelt sich die Bewertung der Verständlichkeit des Diagramms in der tatsächlichen Nutzung des Diagramms wieder; in den anderen Versuchsbedingungen ergab sich kein signifikanter positiver Zusammenhang.

Tabelle 14: Spearman-Korrelation zwischen Diagrammnutzung und ästhetischem Reiz des Diagramms, aufgeteilt nach Diagrammdarbietung und Textstruktur.

	<b>Kontinuierlicher Text</b>	<b>Diskontinuierlicher Text</b>
Hierarchisches Diagramm	0,694*	-0,753*
Lineares Diagramm	-0,608	-0,293

\*p &lt; 0,05

Auch die Bewertung des ästhetischen Reizes des hierarchischen Diagramms steht in signifikantem Zusammenhang zu seiner tatsächlichen Nutzung: Bei kontinuierlichem Text ging eine hohe Bewertung des ästhetischen Reizes des Bildes mit hoher Nutzung einher. Bei diskontinuierlichem Text hingegen ist das Gegenteil der Fall: Je niedriger der subjektive ästhetische Reiz, desto häufiger wurde das Diagramm genutzt. Die Versuchsteilnehmer haben also bei diskontinuierlichem Text versucht, das Diagramm zu nutzen, es hat sich jedoch offenbar nicht als verständnisfördernd erwiesen.

**Diagrammnutzung und subjektive Verknüpfung von Text und Diagramm.** Folgender Zusammenhang zeigt sich bei der Korrelation zwischen subjektiver Verbindung bzw. Nutzung und der tatsächlichen Nutzung des Diagramms:

Tabelle 15: Spearman-Korrelation zwischen Diagrammnutzung und subjektiver Verbindung von Text und Diagramm, aufgeteilt nach Diagrammdarbietung und Textstruktur.

	<b>Kontinuierlicher Text</b>	<b>Diskontinuierlicher Text</b>
Hierarchisches Diagramm	0,722*	-0,077
Lineares Diagramm	-0,081	0,064

\*p &lt; 0,05

Tabelle 16: Spearman-Korrelation zwischen Diagrammnutzung und subjektiver Nutzung des Diagramms, aufgeteilt nach Diagrammdarbietung und Textstruktur.

	<b>Kontinuierlicher Text</b>	<b>Diskontinuierlicher Text</b>
Hierarchisches Diagramm	0,916**	0,376
Lineares Diagramm	0,821*	0,729*

\*p &lt; 0,05; \*\* p &lt; 0,01

Zunächst wird deutlich, daß nur bei hierarchischem Diagramm und kontinuierlichem Text die Diagrammnutzung hoch mit der subjektiven Verbindung zwischen Text und Bild korreliert. In den anderen Fällen schlägt sich eine hohe Bewertung der Verbindung zwischen Text und Bild nicht in der tatsächlichen Nutzung nieder. Umgekehrt wird aus Tabelle 16 deutlich, daß die tatsächliche Diagrammnutzung mit der subjektiven Diagrammnutzung übereinstimmt, es sei denn, der Text ist diskontinuierlich und das Diagramm ist hierarchisch: In diesem Fall läßt sich kein Zusammenhang verzeichnen. Dies bedeutet, daß das Diagramm hier zwar genutzt wurde, daß es aber nicht als verständnisfördernd bewertet wurde. Insgesamt zeigt dies, daß das hierar-

chische Diagramm nur bei kontinuierlichem Text realistisch eingeschätzt und genutzt werden kann. Bei diskontinuierlichem Text ist kein Zusammenhang ersichtlich.

#### 4.3.4.5 Zusammenfassung: Diagrammnutzung und Kohärenzbildung

Zusammenfassend hat sich gezeigt, daß die Nutzung des hierarchischen Diagramms zwar mit den Produktmaßen der Kohärenzbildung korreliert, nicht aber mit dem Prozeßmaß „Lesezeit“. Bzgl. der Produktmaße ergaben sich jeweils für kontinuierlichen und diskontinuierlichen Text unterschiedliche Muster, die im folgenden beschrieben werden:

**Kontinuierlicher Text.** Bei kontinuierlichem Text korreliert die Nutzung des hierarchischen Diagramms hoch mit der Wiedergabe des Kerninhalts und mit der Verifikationsleistung. Auch die Bewertung des Diagramms war bei häufigerer Nutzung positiver.

Insgesamt gaben die Versuchsteilnehmer bei kontinuierlichem Text an, daß sie einen engen Bezug zwischen Text und Diagramm sahen und daß sie das Diagramm subjektiv häufiger genutzt haben; diese Einschätzungen stimmten relativ gut mit der tatsächlichen Diagrammnutzung überein. Die rein korrelativen positiven Zusammenhänge zwischen Diagrammnutzung und Performanz bei Wiedergabe und Satzverifikation werden also von den subjektiven Bewertungen der Versuchsteilnehmer gestützt.

**Diskontinuierlicher Text.** Die Nutzung des hierarchischen Diagramms steht in keinem Zusammenhang mit der Reproduktion des Kerninhalts und mit der Satzverifikation. Sie steht außerdem in negativem Zusammenhang zu subjektiven Verstehenskriterien. Mit einer häufigeren Diagrammnutzung ging einher, daß

- der Text als subjektiv unverständlicher beurteilt wird
- der Text als subjektiv unästhetischer beurteilt wird
- das Diagramm als subjektiv unästhetischer beurteilt wird.

Die Diagrammnutzung führte also zu einer entschiedeneren Abwertung der subjektiven Einschätzung: Mit hierarchischem Diagramm erschien der Text den Versuchsteilnehmern vage, unverständlich und ohne ästhetischen Reiz. Da es sich dabei um korrelative Zusammenhänge handelt, kann auch der umgekehrte Fall vorliegen: Je unverständlicher, unklarer und weniger ästhetisch ein Text eingeschätzt wurde, desto häufiger wurde das hierarchische Diagramm genutzt. In jedem Fall half das Diagramm, den diskontinuierlichen Text als solchen zu erkennen; bei diskontinuierlichem Text verbesserte die Diagrammnutzung also nicht die Reproduktion und das Behalten der zentralen Zusammenhänge, wohl aber die Übereinstimmung der subjektiven Bewertung mit den tatsächlichen Gegebenheiten.

Das lineare Diagramm wurde bei diskontinuierlichem Text öfter angeklickt, jedoch wurde es meist nur kurz angeschaut. Stattdessen stieg bei häufigerer Nutzung des linearen Diagramms die Lesezeit des Textes an. Keine Zusammenhänge bestanden zwischen Nutzung des linearen Diagramms und der Reproduktion bzw. der Satzverifikation.

#### 4.3.5 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Kohärenzbildung wurde durch Darbietung eines hierarchischen Überblicksdiagramms nicht verbessert. Die Diagrammdarbietung *per se* hatte keinen Effekt auf die Lesezeit, Reproduktion und Satzverifikation. Ein Haupteffekt des Faktors Diagrammdarbietung auf die Kohärenzbildung trat also nicht auf; nur die Wechselwirkung zwischen Textstruktur und Diagrammdarbietung erwies sich als signifikant. Der Befund wies jedoch in eine andere Richtung als erwartet: Nicht das hierarchische Überblicksdiagramm führte bei diskontinuierlichem Text zu besserer Kohärenzbildung, sondern das lineare Diagramm. Das hierarchische Diagramm führte hier lediglich zu einer Abwertung des Textes. Auch die tatsächliche Nutzung des hierarchischen Diagramms bei diskontinuierlichem Text steht in keinem Zusammenhang zur Kohärenzbildung. Die subjektive Bewertung der Verbindung zwischen Text und Diagramm half, dies zu erklären: Die Versuchsteilnehmer konnten den diskontinuierlichen Text nicht sinnvoll mit dem hierarchischen Diagramm verbinden. Demensprechend konnten sie es auch nicht beim Lesen nutzen. Anstatt mit Hilfe des Diagramms ein ordnendes Textschema zu bilden, haben sie den Text mehrmals gelesen.

Bei kontinuierlichem Text hingegen zeigte sich, daß die tatsächliche Nutzung des hierarchischen Diagramms mit höheren Reproduktions- und Verifikationsleistungen sowie mit positiverer subjektiver Bewertung korreliert. Die Zusammenhänge zwischen Diagrammnutzung und subjektiver Verknüpfung von Text und Diagramm bestätigen dies. Allerdings haben nur wenige Versuchsteilnehmer das Diagramm in dieser Weise genutzt. Dementsprechend haben wenige Versuchsteilnehmer insgesamt gute Leistungen bei der Reproduktion und bei der Satzverifikation geliefert. Obwohl diese Zusammenhänge nur korrelativer Natur sind, kann aufgrund der subjektiven Bewertungen der Versuchsteilnehmer bzgl. der Nutzung des hierarchischen Diagramms geschlossen werden, daß die häufige Nutzung des hierarchischen Diagramms tatsächlich einen positiven Effekt auf die Kohärenzbildung ausgeübt hat.

Insgesamt folgt daraus, daß ein Überblicksdiagramm eine schlechte Textstruktur höchstens bewußt machen kann – es kann sie nicht kompensieren. Die häufige Nutzung eines hierarchischen Diagramms geht nur bei kontinuierlichem Text mit besserer globaler Kohärenzbildung einher.

## 4.4 Diskussion

Die folgende Tabelle zeigt die Befunde zur Hypothese 1:

Tabelle 17: Hypothese zur Rolle der Textstruktur bei der Diagrammnutzung.

<b>Hypothese 1</b>	<b>Beibehalten?</b>
a) Ein Überblicksdiagramm wird bei diskontinuierlichem Text häufiger genutzt als bei kontinuierlichem Text	Nein
b) Ein Überblicksdiagramm wird bei diskontinuierlichem Text positiver bewertet als bei kontinuierlichem Text	Nein

Hypothese 1a kann nicht beibehalten werden. Zwar zeigte sich tendenziell, daß das Diagramm bei diskontinuierlichem Text häufiger angeklickt wurde als bei kontinuierlichem Text, jedoch erwies sich dieser Effekt nicht als signifikant. Außerdem zeigten die Befunde zur Dauer der Diagrammnutzung, daß das Überblicksdiagramm bei kontinuierlichem Text länger genutzt wurde als bei diskontinuierlichem Text. Insgesamt wurde das Überblicksdiagramm in allen Versuchsbedingungen nur wenig genutzt.

Die Befunde zum Zusammenhang von subjektiver Bewertung und Diagrammnutzung helfen, diesen Befund zu erklären: Es wurde gezeigt, daß Versuchsteilnehmer bei häufigerer Nutzung des hierarchischen Überblicksdiagramms die Verständlichkeit des diskontinuierlichen Textes abwerten (vgl. Kap. 4.3.4.4). Durch das Diagramm wurde den Lesern bei diskontinuierlichem Text die (Un-) Verständlichkeit des Textes eher bewußt. So kann auch Hypothese 1b nicht beibehalten werden.

Das Überblicksdiagramm wurde bei kontinuierlichem Text erwartungsgemäß selten genutzt; wenn es jedoch aufgerufen wurde, dann wurde es relativ lange angeschaut; außerdem korreliert die Bewertung der Bildverständlichkeit und Bildästhetik hoch mit der Häufigkeit der Diagrammspektionen. Die Versuchsteilnehmer, die auf das Diagramm zugegriffen haben, haben es auch positiv bewertet. Das Muster, das also gemäß der Arbeitshypothese für diskontinuierlichen Text vorhergesagt wurde, hat sich stattdessen bei kontinuierlichem Text gezeigt.

Im folgenden werden die Befunde zur Rolle des Diagramms bei der Kohärenzbildung dargestellt:

Tabelle 18: Befunde zur Rolle des Diagramms bei der Kohärenzbildung

<b>Hypothese 2</b>	<b>Lesezeit</b>	<b>Reproduktion</b>	<b>Satzverifikation</b>
a) Ein Überblicksdiagramm führt zu besserer Kohärenzbildung als ein lineares oder fehlendes Diagramm.	Nein	Nein	Nein
b) Ein Überblicksdiagramm führt insbesondere bei diskontinuierlichem Text zu besserer Kohärenzbildung als ein lineares oder fehlendes Diagramm.	Nein	Nein	Nein

Das Überblicksdiagramm förderte entgegen der Erwartung nicht die Kohärenzbildung, insbesondere auch nicht bei diskontinuierlichem Text. Die Befunde zum Zusammenhang von Diagrammnutzung und Kohärenzbildung sowie zur subjektiven Bildverständlichkeit helfen, diesen Befund zu erklären. Häufige Diagrammnutzung bei diskontinuierlichem Text führte nicht zu einer Verbesserung der Kohärenzbildung, sondern zur Abwertung der Textverständlichkeit. Stattdessen war ein kontinuierlicher Text eine günstigere Bedingung für die Diagrammnutzung: Hier wurde das Überblicksdiagramm positiver bewertet, und die Kohärenzbildung gelang bei häufigerer Diagrammnutzung besser. Das Diagramm wurde bei diskontinuierlichem Text nicht als Verstehenshilfe angesehen. Offenbar kann es keine Verständnislücken füllen, weil es nicht relevantes Vorwissen aktivieren kann. Anders als die Bilder in den Untersuchungen von Bock (1983a) sind Überblicksdiagramme vermutlich nur in Kombination mit einem kontinuierlichen Text verständlich.

Offenbar ist ein kontinuierlicher Text also eine notwendige Bedingung für die Anwendung eines Überblicksdiagramms; dieser Befund steht im Einklang mit Befunden, in denen ein Überblicksdiagramm insbesondere als Rückschau auf bereits gelesenen Text einen positiven Effekt hat (vgl. Moore & Readence, 1984; Alvermann, 1988; Dee-Lucas & Larkin, 1995; Hasebrook, 1994). Im Modell von Schnotz (1996) wurde ebenso postuliert, daß propositionale Kohärenz bei 'durchschnittlichen' Lesern die Verstehensgrundlage für die sinnvolle Anwendung eines Diagramms ist. Auch der Befund, daß das lineare Diagramm bei diskontinuierlichem Text zu besserer Kohärenzbildung führte als das fehlende Diagramm, bestätigt dies: Das Diagramm sollte die Sukzession der aufgenommenen Textkarten zumindest teilweise widerspiegeln und nicht semantische Relationen, die der Sukzession widersprechen.

Festzuhalten bleibt jedoch, daß insgesamt nur wenige Versuchsteilnehmer bei kontinuierlichem Text überhaupt auf ein Diagramm zugegriffen haben. Viele Versuchsteilnehmer haben stattdessen den Text mehrmals gelesen. Offenbar verfügen die meisten Leser nicht über angemessene Strategien der Bildverarbeitung, und sie sind sich des Nutzens von Überblicksdiagrammen überhaupt nicht bewußt. Dieser Befund steht ebenfalls im Einklang mit empirischen Befunden und mit dem Modell von Salomon (1989): Wenn ein Bild einen positiven Effekt ha-

ben soll, dann muß es entsprechende Verarbeitungsstrategien auslösen. Bisher war unklar, welche Strategie konkret bei der Nutzung von Überblicksdiagrammen in Texten eingesetzt werden kann; die Befunde in dieser Untersuchung deuten darauf hin, daß ein Diagramm gut zur Rückschau auf bereits gelesenen Text geeignet ist. Eine Prüfung dieser Annahme steht jedoch aus.

## 4.5 Zusammenfassung

Es wurde die Nutzung und Funktion von Überblicksdiagrammen für die Kohärenzbildung beim Lesen von thematisch geordneten bzw. thematisch ungeordneten Texten untersucht. Der generellen Annahme, daß Überblicksdiagramme in Texten das Verstehen und Behalten von Zusammenhängen in Texten verbessern, steht die Aussage von Bock (1983b) gegenüber, gemäß derer Diagramme nur dann einen Effekt haben, wenn sie eine sinnvolle Ergänzung zum (ohne Diagramm schwer verständlichen) Text darstellen und wenn sie ästhetisch positiv bewertet werden. Nach Bock würde ein Überblicksdiagramm die Kohärenzbildung also nur bei thematisch ungeordnetem Text fördern. Um diese Annahme zu prüfen, wurde ein Experiment durchgeführt.

60 Studierende lasen einen expositorischen Text am Computer. Der Text wurde als Sequenz von 22 "Karten" dargeboten, die jeweils eine thematische Kernaussage des Textes enthielten. Die Probanden hatten die Möglichkeit, durch Anklicken verschiedener Schalter die jeweils nächste bzw. vorherige Karte oder ein Überblicksdiagramm aufzurufen. Variiert wurde die Sequenzierung der Karten (kontinuierlicher bzw. diskontinuierlicher Text). Unter jeder der beiden Sequenzierungsbedingungen konnte ein Drittel der Versuchsteilnehmer auf ein hierarchisch aufgebautes Überblicksdiagramm und ein Drittel auf ein linear aufgebautes Überblicksdiagramm zugreifen. Ein weiteres Drittel hatte keine Möglichkeit, sich an einem Überblicksdiagramm zu orientieren. Es wurden unter anderem Prozeßmaße (Lesegeschwindigkeit, Diagrammnutzung, wiederholter Kartenaufruf) und Behaltensmaße (Wiedergabe, Satzverifikation) erfaßt.

Es zeigte sich, daß die verfügbaren Überblicksdiagramme von den Lesern zwar generell wenig genutzt wurden. Signifikante korrelative Zusammenhänge zwischen Diagrammnutzung und Kohärenzbildung belegen allerdings, daß die Beachtung eines Diagramms dann der Kohärenzbildung dient, wenn das Diagramm hierarchisch aufgebaut und der Text kontinuierlich ist. Bei diskontinuierlichem Text wird das hierarchische Diagramm nicht positiv bewertet, und die Nutzung steht in keinem Zusammenhang zur Kohärenzbildung. Bei thematisch geordnetem Text wurde das Überblicksdiagramm in den Anfangsabschnitten häufiger aufgerufen als in späteren Abschnitten.

Insgesamt zeigte sich, daß ein Überblicksdiagramm nicht bei diskontinuierlichem Text sinnvoll angewandt werden kann, sondern nur bei kontinuierlichem Text.

## **5 Experiment 2: Förderung der Kohärenzbildung durch Fisheye-View und Rückschau-Strategie**

### **5.1 Problemstellung und Hypothesen**

Im ersten Experiment zeigte sich, daß die Kohärenzbildung bei einem „kartenweise“ dargebotenen expositorischen Text nicht durch ein Überblicksdiagramm verbessert wird, vor allem nicht bei diskontinuierlichem Text. Das Diagramm wurde insgesamt nur von wenigen Versuchsteilnehmern genutzt, bzw. die Versuchsteilnehmer konnten das Diagramm bei diskontinuierlichem Text gar nicht sinnvoll anwenden. Bei kontinuierlichem Text ging jedoch eine häufigere und längere Nutzung des Baumdiagramms mit besserer Kohärenzbildung einher (korrelativer Zusammenhang), d.h. die Versuchsteilnehmer, die das Baumdiagramm bei kontinuierlichem Text genutzt haben, waren auch bei der Kohärenzbildung erfolgreicher. Für die Mehrheit der Versuchsteilnehmer war jedoch offensichtlich einerseits das Text-Bild-Design unzureichend, und andererseits fehlten ihnen entsprechende Strategien, um das Überblicksdiagramm zu nutzen (Salomon, 1989).

In einem zweiten Experiment wurde untersucht, wie die Kohärenzbildung durch entsprechende Hilfen gefördert werden kann. Diese Hilfen betreffen einerseits das Text- bzw. Bild-Design und andererseits das Verhalten der Leser. Beide Maßnahmen werden im folgenden beschrieben.

#### **5.1.1 Integrierte Text–Diagramm-Darbietung durch Fisheye-Views**

Wenn Leser, wie in Experiment 1 berichtet, auf ein potentiell nützliches Diagramm kaum zugreifen, so kann dies darauf zurückzuführen sein, daß die Darbietung von Text und Diagramm verbessert werden muß. Es bietet sich z.B. eine integrierte Text-Diagramm-Darbietung an; um Text und Diagramm aufeinander zu beziehen, können im Text Verweise auf das Diagramm angeboten werden (Guri-Rozenblit, 1989; Bernard, 1990b), oder Text und Diagramm werden immer gleichzeitig dargeboten. Durch die Simultaneität von Text- und Bilddarbietung wird die Aufmerksamkeitsbelastung, die mit Navigationsentscheidungen und visuellen Suchprozessen verbunden ist, reduziert. Außerdem unterstützt die gleichzeitige Bilddarbietung die Hervorhebung der kognitiven Funktion des Diagramms (Salomon, 1989), nämlich die Widerspiegelung der Kerninhalte des Textes. Die Leser sollen angeregt werden, die Topics einzelner Textpassagen zu anderen Topics im Text in Beziehung zu setzen. Um dies zu fördern, wird während des Lesens die aktuelle Textposition im Diagramm markiert. Das Diagramm hebt also je nach Textposition den relevanten Topic hervor. Dies betont gleichzeitig den Werkzeug-Charakter des Diagramms (Salomon, 1988).

Um den Effekt der gleichzeitigen Text-Bild-Darbietung zu untersuchen, wurde das Bildesign folgendermaßen variiert: Ein Teil der Versuchsteilnehmer sah während des Lesens ständig über dem Text ein hierarchisches Diagramm wie in Experiment 1, ein anderer Teil sah während des Lesens ständig ein dynamisches Überblicksdiagramm in Form eines *Fisheye-Views*. Ein Fisheye-View zeigt gleichzeitig sowohl den lokalen Kontext als auch den jeweiligen globalen Kontext.

Der graphische Fisheye-View wurde von dem Informatiker George Furnas (1986) entwickelt und speziell auf das Bildschirmdesign übertragen. Der Ausgangspunkt seiner Überlegungen war das Problem, die kleine Bildschirmfläche so zu füllen, daß nicht nur die jeweiligen Details angezeigt werden, sondern neben den Details auch die übergeordnete, hierarchiehöhere Struktur. Bei der Lösung ging er von einem psychologisch interessanten Phänomen aus: In einer informellen Befragung bat er Versuchsteilnehmer, möglichst viele amerikanische Präsidenten aufzuzählen. Er stellte fest, daß die Versuchsteilnehmer zuerst die Präsidenten der jüngsten Vergangenheit (Carter, Reagan) aufzählten und dann große Sprünge in die Vergangenheit machten. Sie nannten nur noch die bekannten und wichtigsten Präsidenten, z.B. Washington oder Lincoln. Er verglich dieses Gedächtnisphänomen mit einer Fisheye-Perspektive: Das Unmittelbare wird scharf gesehen, der globale Kontext wird nur sehr unscharf gesehen. Je weiter etwas vom Fokus entfernt ist, desto größer muß es sein, um wahrgenommen zu werden.

Furnas (1986) entwickelte eine abstrakte formalisierte Anleitung zur Bildschirmgestaltung. Die darzustellende Information muß aus einem hierarchisch strukturierten Informations-„Baum“ bestehen. Aus dieser Baumstruktur lassen sich zwei Werte ableiten, die Distanz  $D$  und die Wichtigkeit  $API$ :

Zunächst werden Distanzmatrizen errechnet, d.h. die Entfernung jedes Knotens von allen anderen Knoten wird manuell oder rechnerisch festgelegt. Es resultiert für jeden Knoten eine Distanz  $D$  von allen anderen Knoten.

Dann wird die Entfernung jedes Knotens vom hierarchiehöchsten Knoten berechnet. Der resultierende Wert beschreibt die Wichtigkeit  $API$  („a priori importance“) eines Knotens.

Aus diesen Werten ergibt sich für jeden Knoten ein „Grad des Interesses“ (Degree of Interest) aller anderen Knoten. Die Formel lautet

$$DOI(x|y) = -(D(x,y) + API(x))$$

Für einen Knoten  $y$  ergibt sich für alle anderen Knoten  $x$  ein DOI-Wert, der wiederum bestimmt, ob die Knoten  $x$  überhaupt angezeigt werden sollen oder nicht. Dies wird mit Hilfe eines Schwellenwertes entschieden: Knoten  $x$  mit einem DOI, der kleiner als dieser Schwellenwert ist, werden ausgeblendet.

Im folgenden soll der Rechenweg illustriert werden:

Angenommen, man liest in einem Text über Mineralien eine Textkarte zum Topic „Blei“; der aktuelle Fokus befindet sich also an der entsprechenden Stelle im Diagramm; sie ist im Überblicksdiagramm grau hervorgehoben:

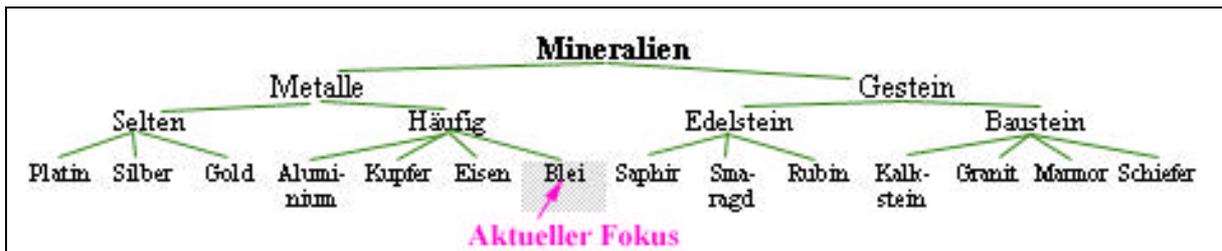


Abbildung 31: Hierarchisches Überblicksdiagramm mit Fokus

Zunächst wird eine Distanzmatrix für diesen Fokus errechnet; für jeden Knoten wird die Distanz vom aktuellen Punkt berechnet; die Distanz wird berechnet aus der Anzahl der Hierarchieebenen, die übersprungen werden:

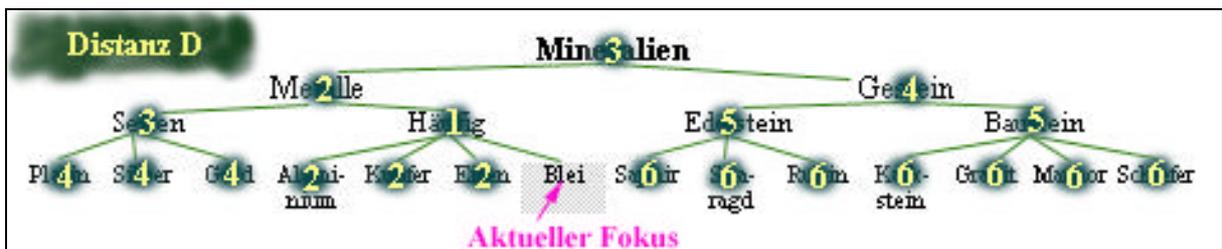


Abbildung 32: Distanz D der Knoten vom aktuellen Fokus

Außerdem wird für jede Karte die jeweilige Wichtigkeit API berechnet, d.h. die Hierarchiehöhe. Die Karte im aktuellen Fokus besitzt eine niedrige Wichtigkeit, sie ist ein Detail und hat den Wert 3; die übergeordneten Karten haben eine höhere Wichtigkeit, die nebengeordneten Karten haben die gleiche Wichtigkeit.

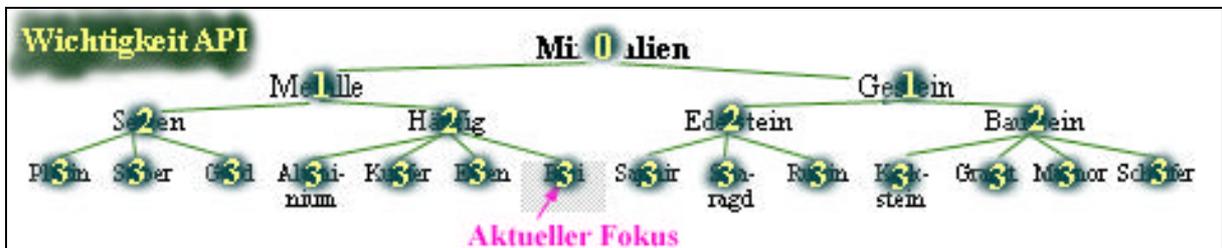


Abbildung 33: Wichtigkeit (A priori importance) der Knoten unabhängig vom aktuellen Fokus

Aus den Werten für die Wichtigkeit und aus der Distanzmatrix läßt sich nach der Formel von Furnas für jede Karte ein Interessen-Wert (DOI) berechnen. Dieser Wert zeigt, wie „interessant“ eine Karte jeweils vom aktuellen Fokus aus ist.

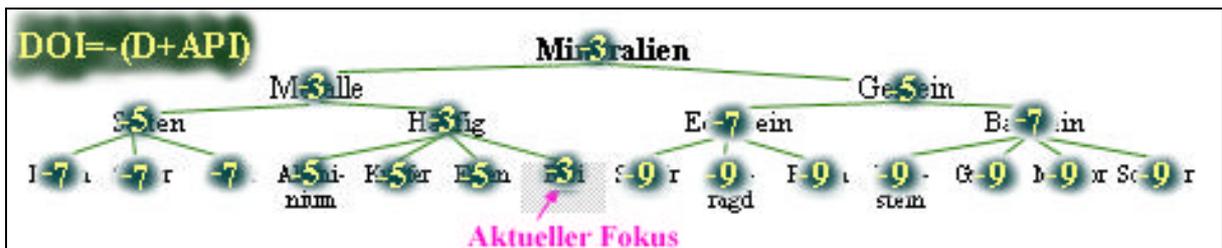


Abbildung 34: Interessantheit aller Knoten (Degree of Interest) vom aktuellen Fokus aus

Nun werden je nach einem vorgegebenen Schwellenwert  $k$  all die Karten ausgeblendet, die eine Interessantheit unterhalb des Schwellenwertes besitzen. Wenn z.B. der Schwellenwert  $-3$  ist, dann wird nur der aktuelle „Ast“ gezeigt. Alle anderen Karten besitzen eine niedrigere Interessantheit und werden ausgeblendet. Dies nennt Furnas einen Fisheye-View nullter Ordnung.

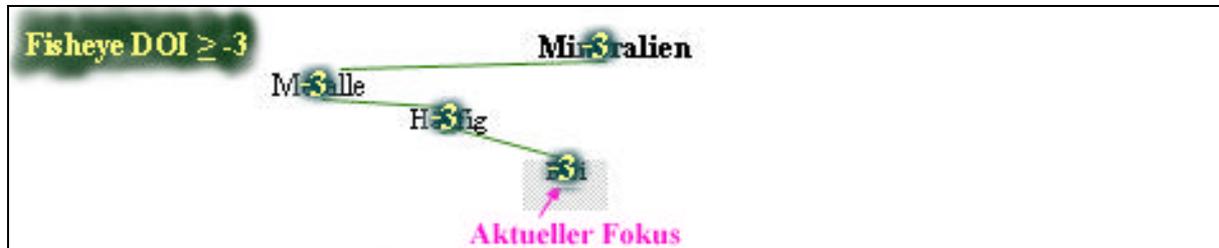


Abbildung 35: Fisheye-View nullter Ordnung

Wenn ein niedrigerer Schwellenwert vorgegeben wird, dann werden mehr Karten dargestellt. Beim Fisheye-View erster Ordnung werden alle Karten gezeigt, deren Interessantheit  $= -5$  ist.

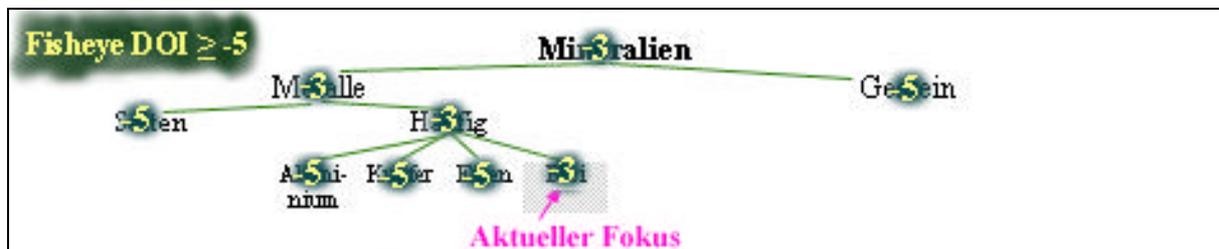


Abbildung 36: Fisheye-View erster Ordnung

Bei einem Fisheye-View zweiter Ordnung würden noch mehr Karten gezeigt:



Abbildung 37: Fisheye-View zweiter Ordnung

Ein Fisheye-View dritter Ordnung würde alle Karten zeigen.

Beim Fisheye-View nullter bzw. erster Ordnung würden die hierarchiehoheren Karten insgesamt häufiger im Diagramm dargestellt als die jeweiligen Detail-Karten. Wenn der Text also ganz gelesen wird, sieht man die jeweils relevanten übergeordneten Topics häufiger als die irrelevanten Details.

Furnas hat dieses Design ursprünglich für die Bedienoberfläche eines Programmiereditors implementiert, aber er wollte dies ausdrücklich auf alle möglichen hierarchischen Informationsquellen, u.a. auch Texte übertragen wissen. Im Zusammenhang mit der globalen Kohärenzbildung kann ein Fisheye-View den Werkzeug-Charakter des Überblicksdiagramms stärker her-

vorheben: Es modelliert external-visuell die globale Kohärenzbildung im Zuge des Lesens. Anders als ein statisches Überblicksdiagramm paßt sich das Diagramm an die aktuelle Position im Text an. Damit ist ein Fisheye-View im Sinne von Salomon (1988) ein geeignetes „kognitives Werkzeug“, um eine Orientierungsgrundlage zu entwickeln. In kognitionspsychologischer Hinsicht handelt es sich um Fokussierung der Aufmerksamkeit auf wichtige Information; eine Prüfung dieses Designs steht allerdings noch aus<sup>25</sup>. Erste software-ergonomische Realisierungen im Hypertext-Bereich sind vielversprechend (Gloor, 1991; Aßfalg & Hammwöhner, 1992; Landauer et al., 1993; Fairchild et al., 1988).

### **5.1.2 Förderung des AG-Management durch Strategieinstruktion**

In Kap. 2.2.2 wurde dargestellt, daß die Rückschau auf Kernpropositionen eine zentrale Strategie der Kohärenzbildung darstellt. Schon im „klassischen“ Modell von Kintsch & van Dijk (1978) wurde diese Strategie hervorgehoben. Ohne Memorierung von Kerntopics bzw. ohne Rückschau auf Kerntopics können keine (hierarchischen) Zusammenhänge encodiert werden. Die Kohärenzbildung ist demnach eine Doppelaufgabe (Hacker & Osterland, 1995), bei der während der Lektüre jeweils relevante Topics zur rechten Zeit reaktiviert werden müssen. Dies nennen Glenberg & Langston (1992) AG-Management (vgl. Kap. 2.3.3.6). Dementsprechend zeigen Leser mit gutem AG-Management - wie es z.B. durch die Lesespanne erhoben wird - bessere Leistungen bei der Kohärenzbildung als Leser mit schlechtem AG-Management, insbesondere bei schwierigen Texten (Daneman & Carpenter, 1980). Da die Memorierung von Kerntopics bei fremden Texten schwierig ist, bietet sich die Rückschau während des Lesens als effiziente Strategie des AG-Management an – und genau dies wird durch ein Überblicksdiagramm erleichtert. Allerdings kann ein Überblicksdiagramm als räumlich-visueller Zusatz-“Stimulus“ auch zu einer Überforderung der Verarbeitungskapazität führen (Dee-Lucas & Larkin, 1995). Beide Erwägungen werden durch die bisherigen Befunde gestützt, wonach Überblicksdiagramme insbesondere bei Darbietung nach dem Lesen zu besserer Kohärenzbildung führen (vgl. Kap. 2.4.3).

Kohärenzbildung erfordert also ein AG-Management, und dies kann durch ein Überblicksdiagramm gefördert, aber auch beeinträchtigt werden. Nur wenn das Diagramm zur Rückschau auf Kerntopics genutzt wird, wären demnach positive Effekte durch Überblicksdiagramme zu erwarten. Da dieses Verhalten, wie im ersten Experiment dargelegt wurde, kaum von Versuchsteilnehmern spontan gezeigt wird, ist eine entsprechende Strategieinstruktion unerlässlich. Um dies zu prüfen, wurde eine Rückschau-Strategie experimentell variiert: Mittels Instruktion wurde das Verhalten der Leser dahingehend beeinflusst, daß vor dem Lesen eine Rückschau-Strategie (deklarativ) vorgestellt und (prozedural) eingeübt wurde. Im Sinne von Salomon

---

<sup>25</sup> „In this way, the topical part of the information base could be foregrounded, whereas other parts remain in the background although they are still accessible to the learner. To date, very little is known, however, about

(1979) wurde anhand von einer Animation modelliert, wie während des Lesens mittels Diagramm auf Kerninhalte zurückgeschaut wird und wie dadurch übergreifende Zusammenhänge erkannt werden. Die Modellierung zeigt also die richtige Anwendung des „kognitiven Werkzeugs“ Überblicksdiagramm. Die Animation war eingebettet in die Vorstellung der Zeitschrift *Studies*, d.h. sie wurde im Kontext der Versuchssituation vorgestellt und eingeübt. Durch diese situierte Instruktion wurde erwartet, daß ein Transfer auf den eigentlichen Versuchstext gefördert wird. Vor dem Hintergrund der Modelle der „cognitive tools“-Bewegung (vgl. Kap. 2.3.3.5) sollte also eine solche Strategieinstruktion die Kohärenzbildung fördern.

### 5.1.3 Hypothesen

Auf der einen Seite können also Maßnahmen der integrierten Text-Diagramm-Darbietung die Kohärenzbildung fördern und auf der anderen Seite eine kognitionspsychologisch fundierte Schulung der Leser. Beide Maßnahmen sind bisher nur spärlich untersucht. Autoren wie Schnotz (1994a) nehmen an, daß ein Fisheye-View gleichzeitig lokale und globale Orientierung bietet und deshalb die Kohärenzbildung fördert. Empirische Befunde bzw. Evaluationen sind jedoch rar. Ungeklärt ist vor allem, an welchen Textstellen dieses Angebot genutzt wird - vor oder nach dem Lesen, oder durchgängig. Da der Fisheye-View ein dynamisches Überblicksdiagramm ist, das sich an die jeweilige Textposition anpaßt, müßte er durchgängig während des Lesens genutzt werden.

Auch die Rückschau-Strategie ist bisher nur selten explizit untersucht worden – dies ist überraschend, wird sie doch im Modell von Kintsch & van Dijk (1978) als zentrale Strategie der Kohärenzbildung beschrieben. Offenbar ist die Strategie erst durch gleichzeitig sichtbare Überblicksdiagramme tatsächlich einsetzbar - wenn Leser ohne Diagramm bzw. Outline im Text zurückschauen würden, wäre dies sehr aufwendig. Bei expositorischen Texten ist die Memorierung von Kernpropositionen ein Problem (van Dijk & Kintsch, 1983) – häufig müssen diese Texte mehrmals gelesen werden (Britton, Glynn & Smith, 1985). So läßt sich annehmen, daß die Darbietung eines Überblicksdiagramms bei Einsatz einer Rückschau-Strategie zu besserer Kohärenzbildung führt als ohne Einsatz dieser Strategie.

Von besonderem Interesse ist die Kombination beider Kohärenzbildungshilfen: Man kann annehmen, daß ein Fisheye-View besonders gut für die Rückschau-Strategie geeignet ist, da er immer den jeweiligen Kontext zeigt. Durch systematische Ausblendung „irrelevanter“ Information im Diagramm beschleunigt sich diese Rückschau, und die Zusammenhänge können schneller und effizienter hergestellt werden. Der Fisheye-View ist also ein „kognitives Werkzeug“, und die Strategieinstruktion liefert Anleitungen zur richtigen Anwendung dieses Werkzeugs (Salomon, 1988). Außerdem minimiert der Fisheye-View bei der Rückschau die visuellen Suchprozesse im Diagramm; er hebt die für die Kohärenzbildung relevanten Topics hervor

und trägt so zu einem besseren AG-Management bei. Daher wird auch angenommen, daß der Fisheye-View den Einsatz einer Rückschau-Strategie fördert und daß dies in besserer Kohärenzbildung resultiert.

In dem folgenden Experiment wurde also einerseits die Diagrammdarbietung variiert und andererseits der Einsatz einer Rückschau-Strategie. Bzgl. der Diagrammdarbietung gab es drei Versuchsbedingungen: Eine Gruppe sah während des Lesens ein „traditionelles“ hierarchisches Überblicksdiagramm über dem Text, eine andere Gruppe sah einen Fisheye-View dieses Überblicksdiagramms. Einer dritten Gruppe wurde kein Diagramm dargeboten. Bzgl. der Rückschau-Strategie gab es eine Gruppe mit Strategieinstruktion und eine Kontrollgruppe ohne Strategieinstruktion.

Dem Experiment liegen die folgenden Hypothesen zugrunde:

Tabelle 19: Hypothesen zur Kohärenzbildung

<b>Hypothesen</b>	
1 )	Mit Überblicksdiagramm ist die Kohärenzbildung besser als ohne Überblicksdiagramm
1a)	Insbesondere mit Fisheye-View ist die Kohärenzbildung besser als ohne Überblicksdiagramm
2)	Mit Strategieinstruktion und Überblicksdiagramm ist die Kohärenzbildung besser als ohne Strategieinstruktion
2a)	Insbesondere beim Fisheye-View ist die Kohärenzbildung mit Strategieinstruktion besser als ohne Strategieinstruktion

## 5.2 Methode

### 5.2.1 Stichprobe

An der Untersuchung nahmen 61 Versuchsteilnehmer verschiedener Studienrichtungen teil (31 Frauen und 30 Männer). Das Durchschnittsalter aller Versuchsteilnehmer betrug 24,21 Jahre ( $SD=4,78$ ) und reichte von 19 bis 36 Jahren. Die Versuchsteilnehmer wurden in Kursen oder auf dem Campus angesprochen, ob sie Interesse hätten, an einer Untersuchung zum Lesen mit elektronischen Texten teilzunehmen.

Bei einer Erhebung des Vorwissens durch Rating-Skalen zeigte sich, daß die Versuchsteilnehmer mittlere Erfahrung mit demoskopischen Umfragen hatten ( $M = 4$ ), aber die meisten hatten sich noch nicht kritisch damit auseinandergesetzt ( $M = 2$ ). Wie im ersten Experiment arbeiten die Versuchsteilnehmer durchschnittlich 1 x pro Woche mit dem Computer, und nur wenige von ihnen hatten Erfahrung mit Hypertexten: 17 von 61 Versuchsteilnehmern arbeiten

1 x pro Woche oder öfter mit Hypertexten. Diese Versuchsteilnehmer verteilten sich gleichmäßig auf alle Versuchsbedingungen.

Insgesamt verfügte die Stichprobe also über Grundkenntnisse im Umgang mit Computern, aber nur wenig Vorerfahrung mit elektronischen Texten. Die Versuchsteilnehmer hatten kein spezielles Vorwissen zum Inhalt des Textes.

### 5.2.2 Material

Als Versuchsmaterial wurde der Versuchstext aus Experiment 1 verwendet. Der Unterschied zu Experiment 1 bestand zunächst darin, daß Überblicksdiagramm und Text immer gleichzeitig dargeboten wurden. Die Diagrammdarbietung wurde dabei auf drei Arten variiert: als hierarchisches Überblicksdiagramm, als Fisheye-View und ohne Diagramm. Die Bildschirmoberfläche bei hierarchischem Überblicksdiagramm ist in der folgenden Abbildung beispielhaft dargestellt:

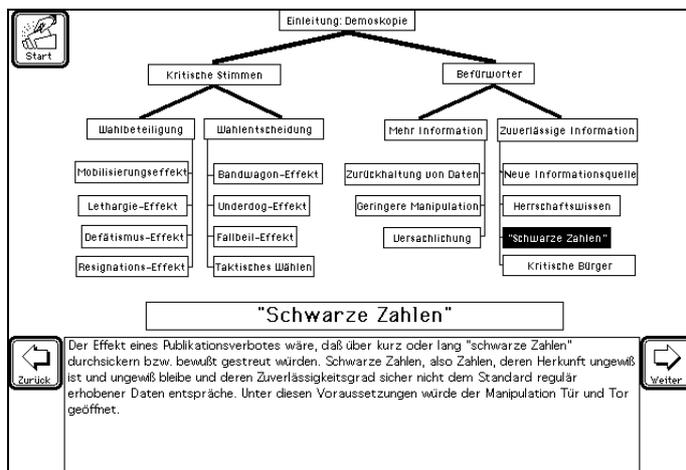


Abbildung 38: Gleichzeitige Darbietung von hierarchischem Überblicksdiagramm und Text

In der Abbildung sieht man das Überblicksdiagramm des Versuchstextes, und darunter den Inhalt der Textkarte „Schwarze Zahlen“, die wiederum im Diagramm durch Invertierung hervorgehoben ist. Im Unterschied zu Experiment 1 waren Diagramm und Text immer gleichzeitig sichtbar.

In einer anderen Versuchsbedingung sahen die Versuchsteilnehmer nur ausgewählte Teile des Diagramms. Der Algorithmus von Furnas (1986) wurde auf das hierarchische Modell des Textes angewandt (vgl. Kap. 5.1). Es wurde als Eingangsparameter ein Fisheye-View 1. Ordnung gewählt, d.h. die Leser sahen bei jeder Textkarte im Diagramm nur die jeweils zwei Stufen höhere und niedrigere Hierarchieebene.

Wenn z.B. der Text der hierarchiehöchsten Karte gezeigt wird, so sind nur die zwei nächsten Hierarchiestufen von Interesse. In der rechten Abbildung sieht man also nur den Text der ersten Karte mit einem Diagramm der hierarchiehöchsten Struktur.

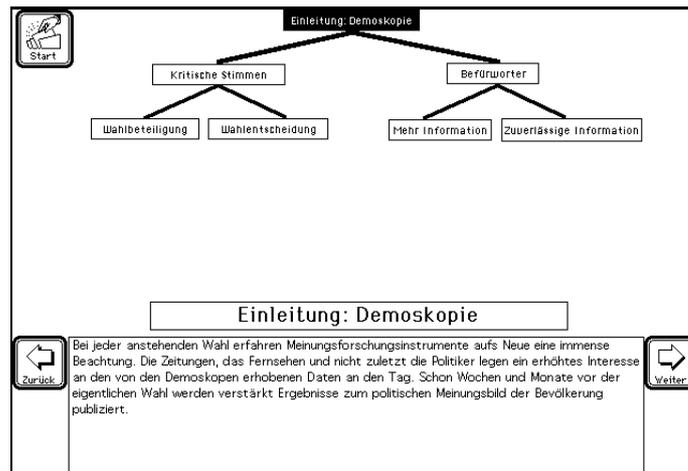


Abbildung 39: Fisheye-View auf hierarchiehöchster Stelle.

Wandert man nun z.B. auf den Knoten 3, so befindet man sich auf einer hierarchieniedrigeren Stufe, und die jeweils untersten Knoten werden ebenfalls gezeigt. Dafür werden die hierarchieniedrigeren Elemente auf der rechten Seite ausgeblendet.

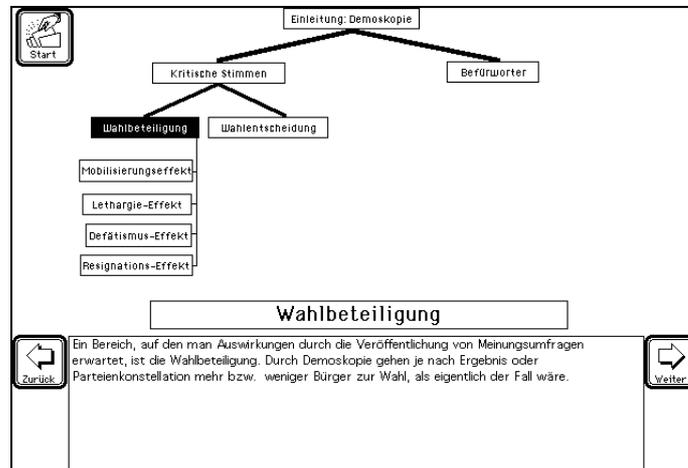


Abbildung 40: Fisheye-View aus der Perspektive von Karte 3

Diese Art des dynamischen Überblicksdiagramms gewährleistet, daß der aktuelle Kontext eines Knotens, d.h. die Einordnung in die hierarchiehöhere- und niedrigere Struktur, angezeigt wird; es wird also immer der lokale Kontext innerhalb des globalen Zusammenhangs dargestellt. Die Bildschirmdarstellung anderer Knoten ist sehr restriktiv, so daß es sich gleichzeitig um ein ausgesprochen ökonomisches Design handelt.

Bei der Versuchsgruppe ohne Diagramm wurde nur der Text im unteren Teil des Bildschirms dargeboten.

Alle weiteren Materialien zum Nachtest wurden vom Experiment 1 übernommen. Der Programmabschnitt zur Zuordnung von Stichpunkten zum Inhaltsverzeichnis wurde verbessert, da im ersten Experiment einige Versuchsteilnehmer mit dem Popup-Button nicht arbeiten konnten. Die folgende Abbildung zeigt ein Beispielarrangement:

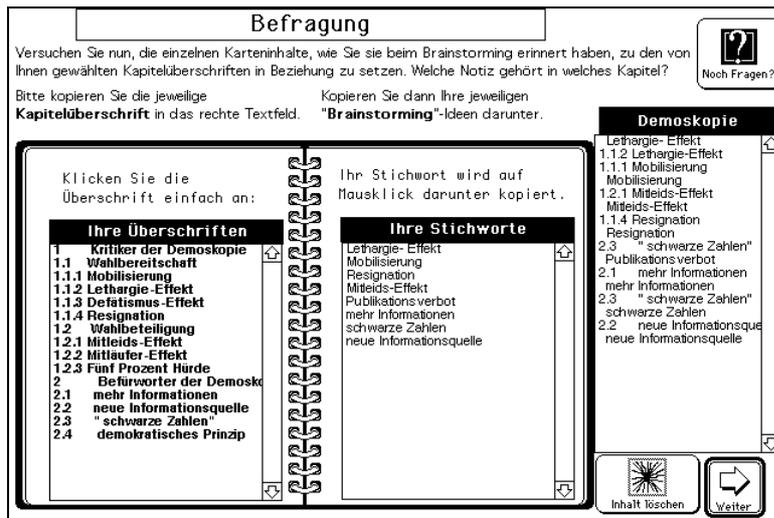


Abbildung 41: Beispiel einer Stichwort-Sortierung von Versuchsteilnehmer Nr. 10

Die Stichpunkte und das Inhaltsverzeichnis wurden übersichtlich in zwei Fenstern nebeneinander gezeigt, und es genügte ein Tastendruck auf das jeweilige Stichwort, um es in die rechte Spalte des Zielfensters zu kopieren.

Durch diese übersichtliche Anordnung konnten die Versuchsteilnehmer bis zu 26 Stichworte und Überschriften ohne Scrolling zusammenstellen; dies wurde als ausreichend erachtet, da im Experiment 1 im Schnitt nur  $X=16,08$  Stichworte zugeordnet wurden.

### 5.2.3 Versuchsablauf

Die Probanden arbeiteten wie im Experiment 1 in einer ca. 1 1/2-stündigen Sitzung mit einem Macintosh-Computer. Der Versuch wurde ausschließlich im Einzelversuch durchgeführt. Der Versuchsablauf gliedert sich in folgende Abschnitte:

1. Instruktion (inkl. Vorstellung der Zeitschrift *Studies*)
2. Strategieinstruktion (in den entsprechenden experimentellen Gruppen)
3. Darbietung des Textes
4. Durchführung des Tests "Versteckte Figuren"
5. Nachtest zur Behaltensleistung

Der Ablauf entspricht dem in Experiment 1, außer daß in den Versuchsgruppen mit Strategieinstruktion vor der Darbietung des Textes einige Karten zur Lesestrategie der Rückschau gezeigt wurden. Die Versuchsteilnehmer erhielten mittels Diagrammen und Erläuterungstexten eine Rückschau auf die Karten, die sie bei der Vorstellung der Zeitschrift *Studies* gelesen hatten. Durch dieses Beispiel sollte die Instruktion im aktuellen Kontext beschrieben und eingeübt werden.

Die folgenden Abbildungen zeigen die Abfolge der Karten:

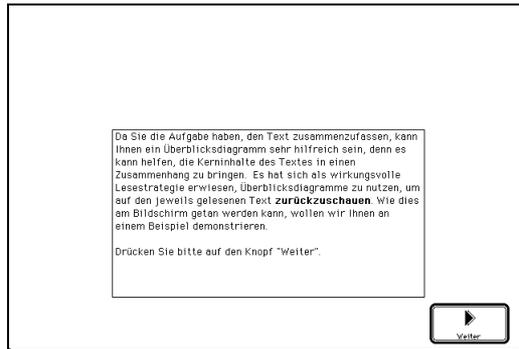


Abbildung 42: Einführung zur Rückschau-Strategie

Zunächst wurde die Strategie der Rückschau allgemein vorgestellt.

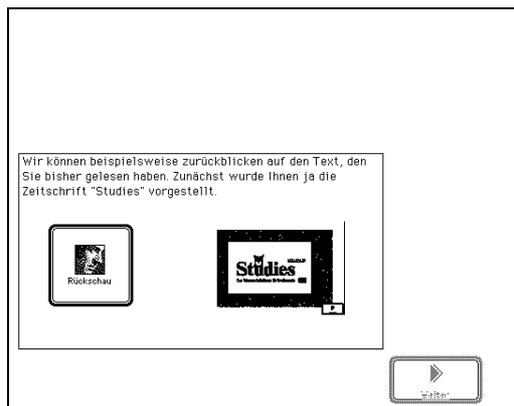


Abbildung 43: Die Versuchsteilnehmer werden an bereits gelesenen Text erinnert.

Im Anschluß daran wurde gesagt, daß diese Strategie anhand des bisher gelesenen Textes illustriert werden soll. Die Versuchsteilnehmer sahen dazu noch einmal zur Erinnerung das anfangs gezeigte Titelbild der Zeitschrift Studies. Nun mußten die Versuchsteilnehmer auf den Knopf „Rückschau“ drücken, weil es keine andere Möglichkeit gab (der „Weiter“-Button wurde hier und in den folgenden Karten deaktiviert).



Abbildung 44: Erster expliziter Verweis auf bereits Gelesenes

Sobald die Versuchsteilnehmer auf den Knopf Rückschau gedrückt hatten, erschien ein Dialogbutton, bei dem gesagt wurde, daß sie zunächst das Titelbild der Zeitschrift Studies gesehen hatten. Gleichzeitig erschien links über der Erläuterung eine kleine Box mit der Inschrift „Titelbild“.

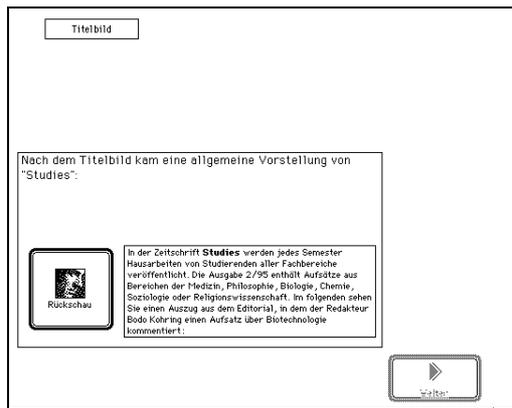


Abbildung 45: Wörtliche Wiederholung einer Karte

Analog wurde dann in der Erläuterungsbox der Text der Karte nach dem Titelbild noch einmal gezeigt. Hier hatten die Versuchsteilnehmer eine allgemeine Vorstellung von Studies gelesen. Durch die Wiederholung der ersten Sätze wurden sie daran erinnert.

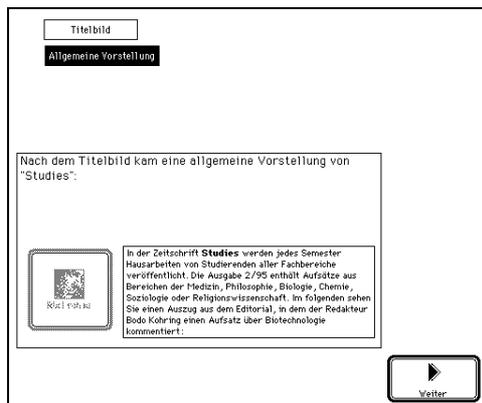


Abbildung 46: Der zweite Rückbezug

Auch hier wurde nach dem Drücken des Rückschau-Knopfes eine Box mit dem Titel „Allgemeine Vorstellung“ gezeigt. Über der Erläuterungs-Box entstand also nach und nach ein Überblicksdiagramm.

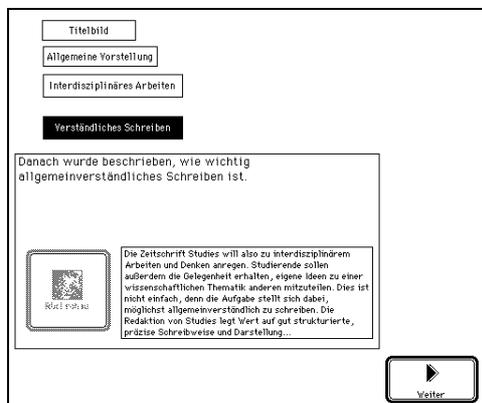


Abbildung 47: Der vierte Rückbezug

Dieses Überblicksdiagramm bildete sich weiter heraus. Es wurden noch zwei Karten wiederholt und im Diagramm abgebildet.

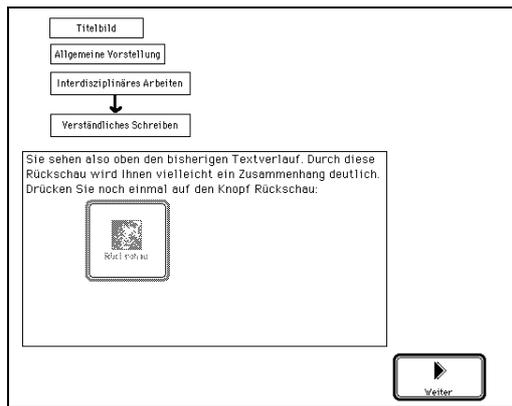


Abbildung 48: Zusammenhänge zwischen bisher Gelesenem werden aufgezeigt.

Bei der vierten Karte wurde zusätzlich noch gezeigt, daß diese Karte aus den ersten drei Karten folgt. Durch den Pfeil wird der Zusammenhang zwischen den Karten bildlich dargestellt. Die vierte Karte ist somit eine Schlußfolgerung aus den oberen drei Karten.

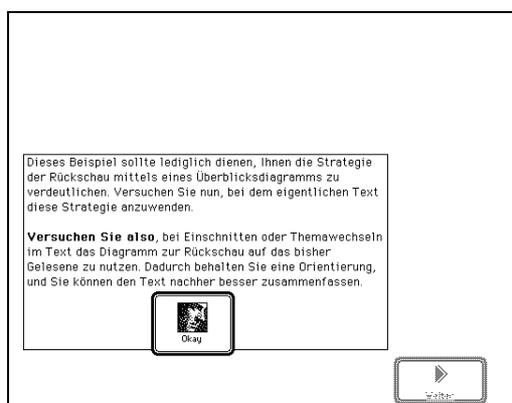


Abbildung 49: Aufforderung zur Anwendung der Rückschau-Strategie auf den eigentlichen Versuchstext.

Abschließend wurde explizit darauf hingewiesen, daß diese Strategie im folgenden angewandt werden soll. Es wurden außerdem handlungsnahe Instruktionen zur Diagrammnutzung beim Lesen gegeben.

Die Versuchsteilnehmer ohne Strategieinstruktion sahen keine dieser Karten. Auch sie wurden vor dem Lesen darauf hingewiesen, daß sie ein Überblicksdiagramm sehen werden und daß sie die Aufgabe haben, den Text nach dem Lesen zusammenzufassen. Die Versuchsteilnehmer ohne Diagramm mit Strategieinstruktion sahen die gleiche Instruktion, jedoch wurde vor und nach der Instruktion nicht mehr explizit auf die Nutzung des Diagramms im eigentlichen Versuchstext hingewiesen.

Der restliche Ablauf des Experiments entspricht dem Ablauf von Experiment 1 (siehe S. 68ff).

#### 5.2.4 Versuchsdesign

Es handelt sich bei diesem Versuch um einen multivariaten zweifaktoriellen Versuchsplan mit unabhängigen Stichproben für jeden Faktor. Der eine Faktor, *Diagrammdarbietung*, ist dreifach abgestuft (Hierarchisches Diagramm / Fisheye-View / Kein Diagramm), der andere Faktor, die *Strategieinstruktion*, ist zweifach abgestuft (mit Instruktion / ohne Instruktion). Es ergaben sich sechs Versuchsgruppen, die vom Programm je nach Versuchsnummer zufällig

zugeteilt wurden. Erhoben wurde u.a. die Lesezeit, die Wiedergabe der Kerninhalte und die Trefferquote bei der Satzverifikation.

Die Covariablen und die Variablenaggregation waren identisch mit Experiment 1 (siehe S. 71); lediglich die Verbalisierer / Visualisierer- Tendenz wurde nicht erhoben, da dieses Meßinstrument sich in Experiment 1 als unbedeutsam herausgestellt hatte.

### 5.3 Ergebnisse

Insgesamt mußten 3 Versuchsteilnehmer aufgrund nicht auswertbarer Stichwort-Sortierungen ausgeschlossen werden. Es ergab sich somit eine Stichprobe von  $n = 58$  Versuchsteilnehmern. Da die Flexibilität der Gestaltbindung in keiner signifikanten Korrelation zu den abhängigen Variablen stand, wird im folgenden nicht mehr darüber berichtet.

#### 5.3.1 Effekt von Diagrammdarbietung und Strategieinstruktion auf die Kohärenzbildung

Der Effekt der Diagrammdarbietung und der Strategieinstruktion auf die drei abhängigen Variablen in dieser Untersuchung, die Lesezeit, die Wiedergabe der Kerninhalte und die Trefferquote bei der Satzverifikation, wurden mittels einer multivariaten Varianzanalyse überprüft. Zunächst wurden die abhängigen Variablen auf Unabhängigkeit geprüft. Die folgende Tabelle zeigt die Produkt-Moment-Korrelation zwischen den abhängigen Variablen.

Tabelle 20: Interkorrelation der abhängigen Variablen (n=58)

	<b>Lesezeit</b>	<b>Reproduktion</b>
Lesezeit		
Reproduktion	0,141	
Satzverifikation	-0,189	0,092

Keine der Korrelationen erwies sich als signifikant; die Verstehenskriterien sind also statistisch unabhängig. In einer MANOVA über beide Faktoren und für die Wechselwirkung zeigen sich folgende Effekt:

Tabelle 21: Hotelling Lawley MANOVA für die Effekte der Faktoren Diagrammdarbietung, Strategieinstruktion und deren Wechselwirkung.

<b>Effekt</b>	<b>F-Wert</b>	<b>p</b>
Diagrammdarbietung	F[6,98] = 2,432	0,0311
Strategieinstruktion	F[3,50] = 2,048	0,1190
Diagrammtyp * Strategieinstruktion	F[6,98] = 4,528	0,0004

Es zeigte sich ein signifikanter Haupteffekt der Diagrammdarbietung und eine signifikante Wechselwirkung zwischen Diagrammdarbietung und Strategieinstruktion. Ein Effekt der Strategieinstruktion deutete sich ebenfalls an, erwies sich jedoch nicht als signifikant.

Im folgenden werden die Effekte der experimentellen Bedingungen für jede abhängige Variable einzeln berichtet. Dabei werden wie im Experiment 1 Mittelwertvergleiche aufgeführt; nach einer  $\alpha$ -Adjustierung gemäß Bonferroni (vgl. Bortz, 1993) wurde das Signifikanzniveau von  $p = 0,05$  (zweiseitig) auf  $p = 0,003$  (zweiseitig) gesenkt, da sich insgesamt bei sechs Versuchsgruppen 15 Mittelwertvergleiche ergaben.

Zunächst werden die Befunde zur **Inspektionszeit** dargestellt. Die durchschnittliche Lesezeit betrug über alle Versuchsbedingungen hinweg  $X = 857,97$  Sek. ( $SD = 416,743$ ), d.h. ca. 15 Minuten. Mit Fisheye-View wurde langsamer gelesen ( $X = 974,789$ ) als mit hierarchischem Diagramm ( $X = 806,612$  Sek.) oder ohne Diagramm ( $X = 864,91$  Sek.). Eine Überprüfung dieses Unterschieds mittels Scheffé-Test ergab keine Signifikanz. Die folgende Grafik zeigt die Lesezeit in Abhängigkeit von Diagrammdarbietung und Strategieinstruktion<sup>26</sup>.

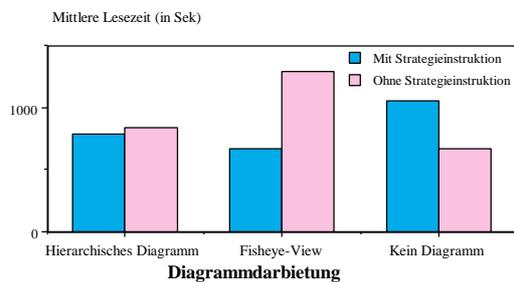


Abbildung 50: Effekt von Diagrammdarbietung und Strategieinstruktion auf die Lesezeit

Es zeigt sich, daß die Strategieinstruktion insbesondere beim Fisheye-View entscheidend ist: Ohne Strategieinstruktion lasen die Versuchsteilnehmer mit Fisheye-View wesentlich langsamer als mit Strategieinstruktion. Dieser Effekt ist beim hierarchischen Diagramm nicht erkennbar, und bei fehlendem Diagramm ist sogar das Gegenteil der Fall.

Um die einzelnen Mittelwertsunterschiede zu prüfen, wurden Paarvergleiche vorgenommen. Hier zeigte sich, daß die Gruppe beim Fisheye-View ohne Strategieinstruktion langsamer gelesen hat als fast alle anderen Versuchsbedingungen.

Die folgende Tabelle zeigt die einzelnen Mittelwertsunterschiede, die in der Nähe des korrigierten Signifikanzniveaus lagen.

<sup>26</sup> Innerhalb der Bedingungskonstellationen deckten sich die Werte für arithmetisches Mittel und Median.

Tabelle 22: Mittelwertsvergleiche beim Effekt von Diagrammdarbietung und Strategieinstruktion auf die Lesezeit

Kombination	df	t-Wert	p
Hierarch. Diagramm / Strategieinstruktion vs Fisheye-View / ohne Strategieinstruktion	18	-2,673	0,0155
Hierarch. Diagramm / ohne Strategieinstruktion vs Fisheye-View / ohne Strategieinstruktion	18	-2,131	0,0471
Fisheye-View / ohne Strategieinstruktion vs Kein Diagramm / ohne Strategieinstruktion	19	3,893	0,001*
Fisheye-View / Strategieinstruktion vs Fisheye-View / ohne Strategieinstruktion	18	-3,719	0,002*

Beim Fisheye-View wurde also mit Strategieinstruktion signifikant schneller gelesen als ohne Strategieinstruktion. Außerdem wurde bei Fisheye-View ohne Strategieinstruktion signifikant langsamer gelesen als bei fehlendem Diagramm ohne Strategieinstruktion.

Alle anderen Mittelwertsunterschiede waren nicht signifikant.

Im folgenden werden die Befunde zur **Reproduktion** der Kerninhalte dargestellt. Um den Effekt der experimentellen Bedingungen auf das Behalten der Kerninhalte zu prüfen, wurde wie im Experiment 1 für jeden Versuchsteilnehmer eine Reproduktionsrate für Kerninhalte ermittelt (siehe S. 72). Diese prozentualen Werte wurden für jede Versuchsbedingung gemittelt. Mit Fisheye-View wurden mehr Kerninhalte reproduziert ( $X = 60\%$ ) als mit hierarchischem Diagramm ( $X = 48,246\%$ ) oder keinem Diagramm ( $X = 28,947\%$ ). Eine Prüfung dieser Unterschiede mittels Scheffé-Test ergab, daß beim Fisheye-View mehr reproduziert wurde als bei fehlendem Diagramm ( $p = 0,0043$ ), und tendenziell wurde auch bei hierarchischem Diagramm mehr reproduziert als bei fehlendem Diagramm ( $p = 0,1116$ ). Der Fisheye-View führte also unabhängig von der Strategieinstruktion zur besten Reproduktionsleistung.

Die folgende Abbildung illustriert die Wechselwirkung zwischen Diagrammdarbietung und Strategieinstruktion:

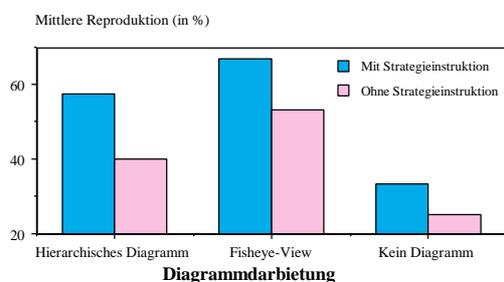


Abbildung 51: Effekt von Diagrammdarbietung und Strategieinstruktion auf die Reproduktion von Kerninhalten

Insgesamt wurden bei fehlendem Diagramm die wenigsten Kerninhalte wiedergegeben; bei den Gruppen mit hierarchischem Diagramm und mit Fisheye-View wird deutlich, daß ohne Strategieinstruktion weniger Kerninhalte wiedergegeben wurden als mit Strategieinstruktion.

Auch hier wurden paarweise Mittelwertvergleiche durchgeführt. Im folgenden werden nur die Unterschiede aufgeführt, bei denen die Irrtumswahrscheinlichkeit in der Nähe des Signifikanzniveaus  $p = 0,003$  (zweiseitig) lag.

Tabelle 23: Mittelwertunterschiede zwischen Versuchsgruppen

Unterschied	df	t-Wert	p
Hierarchisches Diagramm, Strategieinstruktion / Kein Diagramm, Strategieinstruktion	16	1,843	0,0839
Hierarchisches Diagramm, Ohne Strategieinstruktion / Fisheye-View, Strategieinstruktion	18	2,228	0,0388
Fisheye-View, Strategieinstruktion / Kein Diagramm, Strategieinstruktion	17	2,646	0,017
Fisheye-View, Strategieinstruktion / Kein Diagramm, Ohne Strategieinstruktion	18	4,16	0,0006*
Fisheye-View, Ohne Strategieinstruktion / Kein Diagramm, Ohne Strategieinstruktion	18	2,193	0,0417
Fisheye-View, Strategieinstruktion / Fisheye-View, Ohne Strategieinstruktion	18	0,91	0,375

Die Gruppe unter der Bedingung mit Fisheye-View / mit Strategieinstruktion erwies sich als signifikant erfolgreicher als die Bedingung Kein Diagramm / Ohne Strategieinstruktion. Die anderen Mittelwertsunterschiede zeigen tendenziell (n.s.), daß mit Diagramm mehr Kerninhalte als ohne Diagramm reproduziert wurden, insbesondere wenn auch eine Strategieinstruktion gegeben wurde. Der Unterschied zwischen Fisheye-View mit und ohne Strategieinstruktion ist nicht signifikant.

Um den Effekt der Strategieinstruktion und des Diagramms auf die **Satzverifikation** zu prüfen, wurden die Trefferquoten als abhängige Variablen eingesetzt<sup>27</sup>. Wenn eine Strategieinstruktion gegeben wird, dann liegen die Trefferquoten tendenziell höher ( $X = 78,571\%$ ) als ohne Strategieinstruktion ( $X = 74\%$ ). Die Mittelwerte je nach Diagrammdarbietung unterschieden sich nicht. Signifikant war die Wechselwirkung zwischen beiden Faktoren. Die folgende Abbildung illustriert den Effekt:

<sup>27</sup> Der zusätzlich eingefügte Faktor Itemart (positiv / negativ) hatte keinen Effekt auf die Trefferquote: unabhängig von der Formulierung wurden gleich viele Items korrekt verifiziert ( $F[1,55] = 0,826$ ;  $p = ,3674$ ). Da dieser Faktor auch in Wechselwirkung mit den Faktoren Diagrammdarbietung und Strategieinstruktion keine Varianz aufklärte, wurden die nachfolgenden Analysen unabhängig von der Itemart durchgeführt. Auch die Verifikationszeiten unterschieden sich nicht systematisch: die mittlere Geschwindigkeit bei der korrekten Verifikation bzw. Falsifikation war nicht signifikant ( $F[2,52] = 0,197$ ;  $p = 0,8215$ ). Hier war lediglich tendenziell erkennbar, daß mit Strategieinstruktion schneller verifiziert wurde als ohne Strategieinstruktion ( $F[1, 52] = 1,31$ ;  $p = 0,2925$ ).

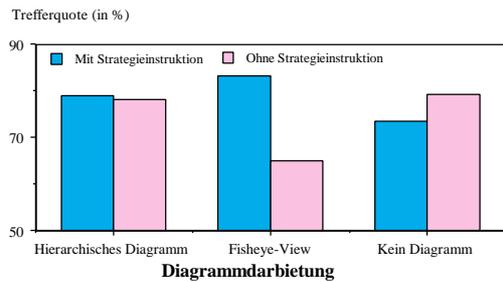


Abbildung 52: Trefferquote bei der Verifikation von Kernaussagen in Abhängigkeit von Diagrammdarbietung und Strategieinstruktion

Wie die linke Abbildung zeigt, wurde beim Fisheye-View mit Strategieinstruktion die höchste Trefferquote erzielt; beim Fisheye-View ohne Strategieinstruktion wurde die niedrigste Trefferquote erzielt. Bei hierarchischem oder fehlendem Diagramm bewirkte die Strategieinstruktion keinen Unterschied.

Um die Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen zu prüfen, wurden Paarvergleiche vorgenommen. Die folgende Tabelle zeigt die Mittelwertsunterschiede in der Nähe des korrigierten Signifikanzniveaus von  $p = 0,003$ :

Tabelle 24: Mittelwertvergleiche beim Effekt von Diagrammdarbietung und Strategieinstruktion auf die Satzverifikation

Kombination	df	t-Wert	p
Hierarch. Diagramm / Strategieinstruktion vs Fisheye-View / ohne Strategieinstruktion	18	2,133	0,0469
Hierarch. Diagramm / ohne Strategieinstruktion vs Fisheye-View / ohne Strategieinstruktion	18	1,677	0,1109
Fisheye-View / ohne Strategieinstruktion vs Kein Diagramm / ohne Strategieinstruktion	19	-1,792	0,0891
Fisheye-View / Strategieinstruktion vs Fisheye-View / ohne Strategieinstruktion	18	2,68	0,0153

Keiner der Mittelwertsunterschiede ist bei korrigiertem  $\alpha$  signifikant. Nur beim Fisheye-View zeigt sich die Tendenz, daß mit Strategieinstruktion eine höhere Trefferquote erzielt wurde als ohne Strategieinstruktion.

Insgesamt deuten die Befunde zur Satzverifikation an, daß ein Fisheye-View ohne Strategieinstruktion die Kohärenzbildung verschlechtert. In den Gruppen ohne Diagramm bzw. mit hierarchischem Diagramm machte die Strategieinstruktion keinen Unterschied.

Zusammenfassend zeigte sich, daß das Überblicksdiagramm *per se* nicht die Kohärenzbildung förderte; lediglich die Reproduktion des Kerninhaltes verbesserte sich durch das Überblicksdiagramm, insbesondere durch den Fisheye-View. Auf die anderen Maße der Kohärenzbildung (Lesezeit, Satzverifikation) hatte die Diagrammdarbietung keinen Effekt. Die Darbietung eines Fisheye-View ohne gleichzeitige Strategieinstruktion verschlechterte sogar die Kohärenzbildung: Die Leser lasen langsamer, gaben weniger Kerninhalte wieder und zeigten die schlechtesten Ergebnisse bei der Satzverifikation.

Die Strategieinstruktion wiederum hatte nur in Kombination mit einem Diagramm (egal ob hierarchisches Überblicksdiagramm oder Fisheye-View) einen, wenn auch nur tendenziellen, positiven Effekt, insbesondere auf die Reproduktion. Wenn eine Strategieinstruktion ohne Diagramm gegeben wird, dann verlangsamt sich das Lesen.

### 5.3.2 Reproduktion und Lesestrategien – weitere Analysen

Da die experimentellen Bedingungen einen unterschiedlichen Effekt auf die Reproduktion und auf die Lesegeschwindigkeit hatten, wurden ergänzende Analysen zu diesen abhängigen Variablen durchgeführt.

#### 5.3.2.1 Quantitative und qualitative Unterschiede bei der Reproduktion

In Kap. 5.3.1 wurde dargestellt, daß mit Diagrammdarbietung, insbesondere bei Darbietung eines Fisheye-View, verhältnismäßig mehr Kernstichworte reproduziert wurden als ohne Diagrammdarbietung, d.h. von den wiedergegebenen Stichworten waren bei Diagrammdarbietung mehr Inhalte Kerntopics als ohne Diagrammdarbietung. Um diesen Effekt näher zu analysieren, wurden die Stichwort-Sortierungen nach dem Verfahren von Chi et al. (1982) quantitativ und qualitativ ausgewertet. Als quantitative Maße wurden erhoben

1. Anzahl der Stichworte

1. Anzahl der Kategorien (i.e. Überschriften), die mindestens ein Stichwort enthalten (vgl. Lorch & Puzgles-Lorch, 1995).

1. Anzahl der Hierarchieebenen (i.e. Einrückungen in der Stichwort-Sortierung)

1. Benötigte Zeit für die Wiedergabe

Über diese Maße wird zunächst berichtet:

**Anzahl der Stichworte.** In allen Gruppen konnten durchschnittlich  $X=7,89$  ( $SD= 4,648$ ) Kernstichworte bzw. Kerninhaltsverzeichniseinträge zugeordnet werden. Es zeigte sich, daß beim Fisheye-View mehr Inhalte genannt wurden ( $X = 9,600$ ) als bei hierarchischem Diagramm ( $X = 7,947$ ) oder keinem Diagramm ( $6,053$ ). Dieser Effekt ist allerdings nicht signifikant ( $F[2,52] = 2,857$ ;  $p = 0,0665$ ). Andere Effekte zeigten sich nicht.

**Anzahl der Kategorien.** Die Wiedergabeprotokolle enthielten im Schnitt  $X = 5,13$  Kategorien ( $SD = 3,973$ ). Der Faktor Diagrammtyp war nicht signifikant. Die Strategieinstruktion hatte einen signifikanten Effekt auf die Anzahl der wiedergegebenen Kategorien: Mit Strategieinstruktion wurden  $X = 6,357$  Kategorien wiedergegeben, während ohne Strategieinstruktion  $X = 3,893$  Kategorien reproduziert wurden ( $F[1,50] = 6,180$ ;  $p = 0,0163$ ). Tendenziell zeigte sich außerdem, daß die Strategieinstruktion insbesondere beim Fisheye-View einen positiven Effekt hatte ( $F[2,50]= 2,498$ ;  $p = 0,0925$ ). Die folgende Abbildung zeigt den Zusammenhang:

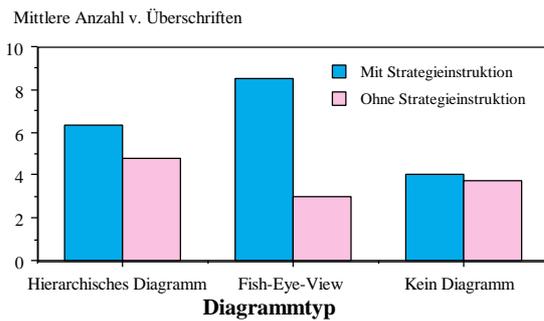


Abbildung 53: Effekt von Strategieinstruktion und Diagrammtyp auf die Anzahl wiedergegebener Kategorien

**Anzahl der Hierarchieebenen.** Die Versuchsteilnehmer gaben im Schnitt  $X=2,196$  Hierarchieebenen wieder ( $SD = 0,483$ ). Die Versuchsgruppen unterschieden sich auch hier signifikant: Mit Strategieinstruktion wurden mehr Hierarchieebenen ( $X = 2,357$ ) als ohne Strategieinstruktion ( $X = 2,036$ ) reproduziert ( $F[1,50] = 7,237$ ;  $p = 0,0097$ ). Ebenso zeigte sich tendenziell, daß mit Fisheye-View oder mit hierarchischem Diagramm mehr Hierarchieebenen als ohne Diagramm reproduziert wurden ( $F[2, 50] = 2,697$ ;  $p = 0,0772$ ). Die folgende Abbildung illustriert den Zusammenhang:

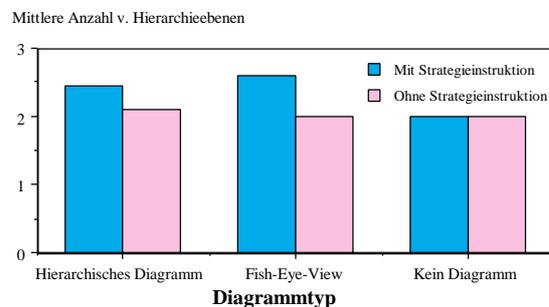


Abbildung 54: Effekt von Strategieinstruktion und Diagrammtyp auf die Anzahl wiedergegebener Hierarchieebenen

In der linken Abbildung ist die Wechselwirkung erkennbar: Beim Fisheye-View mit Strategieinstruktion werden tendenziell die meisten Kategorien wiedergegeben, während bei Fisheye-View ohne Strategieinstruktion nur wenige Kategorien reproduziert werden.

Die linke Abbildung zeigt den Haupteffekt des Diagrammtyps: Bei fehlendem Diagramm wurden weniger Hierarchieebenen wiedergegeben als bei den Bedingungen mit Diagramm. Die Wechselwirkung von Diagrammtyp und Strategieinstruktion erwies sich nicht als signifikant ( $F[2,50] = 2,191$ ;  $p = 0,1224$ ). Tendenzuell ist jedoch sichtbar, daß die Strategieinstruktion insbesondere beim Fisheye-View einen positiven Effekt hatte.

Insgesamt förderte also die Strategieinstruktion in Kombination mit einem Diagramm die differenzierte Wiedergabe des Textes. Tendenzuell wird deutlich, daß die Strategieinstruktion insbesondere beim Fisheye-View einen positiven Effekt hatte.

**Benötigte Zeit für die Reproduktion.** Im Schnitt brauchten die Versuchsteilnehmer für die Wiedergabe des Textes 1004,065 Sek. ( $SD = 511,192$ ), d.h. ungefähr 16 Minuten. Die hohe Streuung deutet auf eine hohe Fehlervarianz hin, die sich in einer Varianzanalyse bestätigte:

Die Versuchsgruppen unterschieden sich auch hier nicht systematisch. Tendenziell zeigte sich lediglich ein Effekt des Diagrammtyps ( $F[2,51] = 2,763$ ;  $p = 0,0726$ ): Mit hierarchischem Diagramm ( $X = 1004,094$ ) bzw. insbesondere mit Fisheye-View ( $X = 1196,818$ ) benötigten die Versuchsteilnehmer länger für die Wiedergabe als ohne Diagramm ( $X = 811,283$ ).

Insgesamt konnten also quantitative Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen festgestellt werden. Die Reproduktion einer differenzierten Makrostruktur gelang tendenziell mit Diagramm besser als ohne Diagramm, und mit Strategieinstruktion besser als ohne Strategieinstruktion. Dies gilt insbesondere für die Gruppe mit Fisheye-View.

Bei der Reproduktion des Textes wurden neben rein quantitativen Auswertungen auch qualitative Auswertungen durchgeführt. Hierbei wurden die Wiedergaben einzelnen Karten zugeordnet, sofern die Wiedergabe den Kerninhalt einer Karte betraf (z.B. die Überschrift jeder Karte). Danach wurde die Reproduktionswahrscheinlichkeit von jeder einzelnen Karte berechnet.

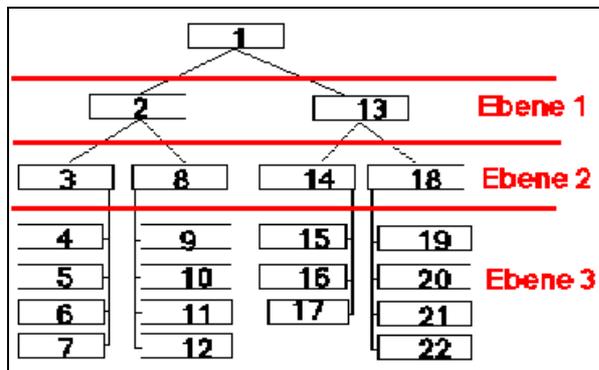


Abbildung 55: Konzeptuelle hierarchische Struktur des Versuchstextes

Die Kartennummern lassen sich den Hierarchieebenen zuordnen: Auf oberster Ebene wird die Pro-Contra-Struktur wiedergegeben (Karte 2 für Contra, Karte 13 für Pro), auf der zweiten Ebene die differenzierten Argumente. Die Karten auf Ebene 3 sind die Details. Die hierarchische inhaltliche Struktur diente als Vorlage, um die Position jeder Karte in der Hierarchie einzuschätzen.

Im folgenden werden die tatsächlichen Reproduktionen für jede Versuchsgruppe der „Originalstruktur“ gegenübergestellt. Die Breite der schwarzen Balken signalisiert die Reproduktionswahrscheinlichkeit, d.h. die Anzahl der Reproduktionen relativiert auf die Anzahl der Versuchsteilnehmer jeder Versuchsgruppe. Wenn eine Reproduktionswahrscheinlichkeit kleiner als 0,25 war, ist der schwarze Balken nicht eingezeichnet. Im folgenden werden zunächst die Befunde zu den Gruppen mit Strategieinstruktion dargestellt.

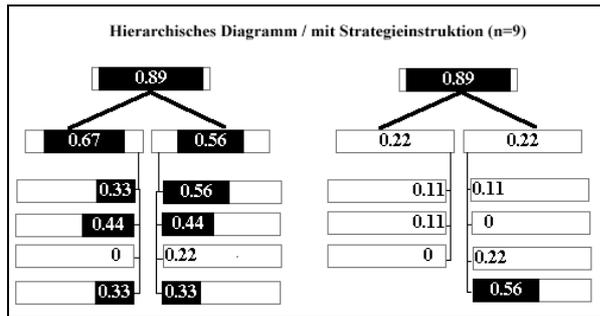


Abbildung 56: Reproduktionswahrscheinlichkeit pro Karte bei hierarchischem Diagramm und mit Strategieinstruktion

Bei hierarchischem Diagramm und mit Strategieinstruktion wurden relativ viele Kerninhalte wiedergegeben. Allerdings zeigte sich, daß generell die erste Hälfte des Textes besser wiedergegeben wurde als die zweite Hälfte (Pro-Argumente).

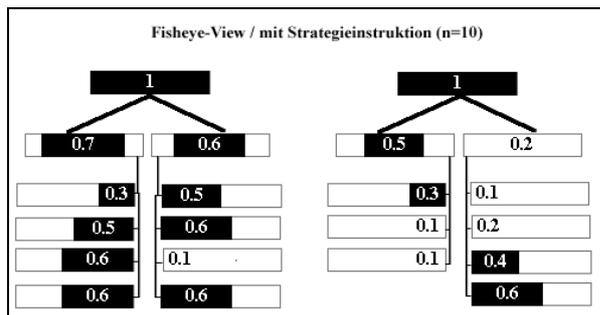


Abbildung 57: Reproduktionswahrscheinlichkeit pro Karte beim Fisheye-View und mit Strategieinstruktion

Beim Fisheye-View und mit Strategieinstruktion ist der gleiche Befund wie beim hierarchischen Diagramm feststellbar: Insbesondere die Contra-Argumente werden relativ differenziert wiedergegeben.

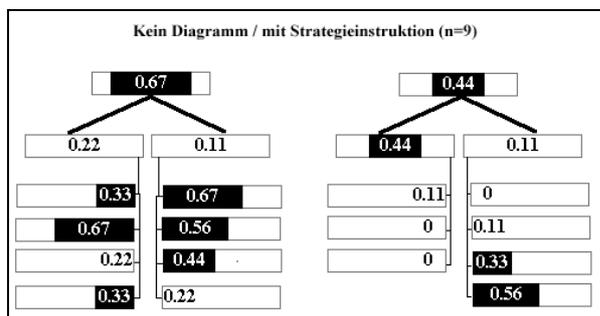


Abbildung 58: Reproduktionswahrscheinlichkeit pro Karte für die Gruppe ohne Diagramm und mit Strategieinstruktion

Wenn kein Diagramm dargeboten wurde, liegen die Reproduktionsraten generell niedriger als bei den anderen Gruppen - es wurde also eine weniger reichhaltige Struktur wiedergegeben. Meist überwiegen Details der Contra-Argumentation. Hierarchiehohe Inhalte wurden weniger häufig reproduziert.

Insgesamt läßt sich bzgl. der Strategieinstruktion feststellen, daß die Pro-Contra-Argumentation des Textes erkannt wurde, und daß insbesondere bei der Contra-Position viele Kategorien und Details wiedergegeben wurden.

Im folgenden werden die Befunde zur Reproduktion ohne Strategieinstruktion aufgeführt:

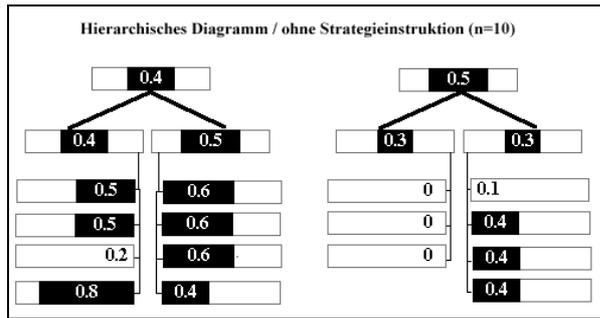


Abbildung 59: Reproduktionswahrscheinlichkeit pro Karte bei hierarchischem Diagramm und ohne Strategieinstruktion

Bei hierarchischem Diagramm und ohne Strategieinstruktion wurde eine reichhaltige Struktur wiedergegeben, allerdings tendenziell mehr Details als Kerninhalte. Wieder überwiegen Inhalte der Contra-Position.

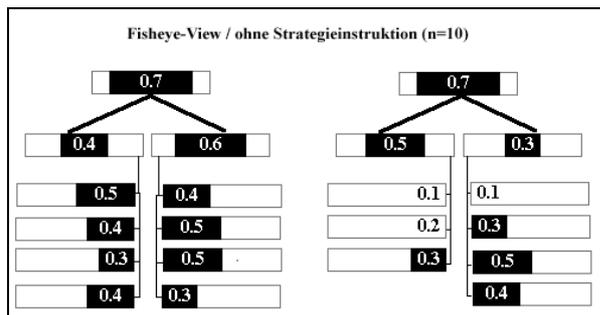


Abbildung 60: Reproduktionswahrscheinlichkeit pro Karte beim Fisheye-View und ohne Strategieinstruktion

Beim Fisheye-View wurden sowohl Kerninhalte als auch Details gleichermaßen wiedergegeben. Wie in den anderen Gruppen wurden relativ viele Argumente der Contra-Seite reproduziert.

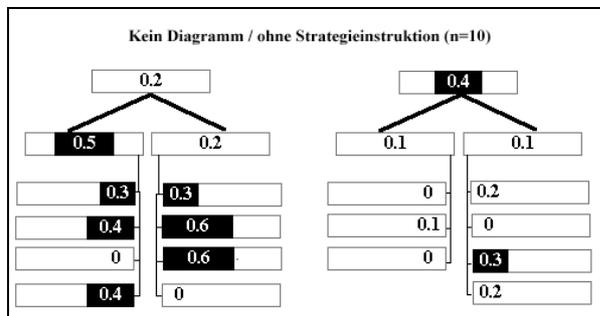


Abbildung 61: Reproduktionswahrscheinlichkeit pro Karte bei der Gruppe ohne Diagramm und ohne Strategieinstruktion.

Wenn weder Diagramm noch Strategieinstruktion gegeben wurde, lag die Reproduktionsrate auf allen Ebenen unter der der anderen Gruppen. Vornehmlich wurden Details der Contra-Struktur wiedergegeben.

Insgesamt erzielten die Gruppen mit Strategieinstruktion und mit Diagramm (egal ob hierarchisches Diagramm oder Fisheye-View) die besten Reproduktionswerte - sowohl Kerninhalte als auch Details wurden in diesen Bedingungen gleichermaßen reproduziert. In den Gruppen ohne Strategieinstruktion lag insbesondere die Leistung der Bedingung ohne Diagramm niedriger.

Zusammenfassend bestätigen die quantitativen und qualitativen Auswertungen die Analysen zur relativen Anzahl der wiedergegebenen Kerninhalte (vgl. S. 109): Wurden die Versuchsteilnehmer mit Diagramm zur Rückschau-Strategie angeleitet, so gelang ihnen eine differenziertere Reproduktion (Anzahl der Kategorien, Anzahl der Hierarchieebenen). Mit Diagramm, insbe-

sondere mit Fisheye-View, wurde eine differenziertere Textstruktur reproduziert als ohne Diagramm.

### 5.3.2.2 Strategien der Probanden

Das Leseverhalten, d.h. die einzelnen Mausklicks zum Weiter / Zurück -Knopf sowie die Lesezeiten wurden wie im Experiment 1 vom Computer protokolliert und mittels eines Programms für die statistische Analyse aufbereitet. Folgende Parameter wurden ausgewertet:

- Dauer des Lesens einzelner Karten
- Anzahl und Position der Wiederholungen einzelner Karten bzw. des ganzen Textes.

**Lesegeschwindigkeit.** Im Kap. 5.3.1 wurde bereits beschrieben, daß der Strategiehinweis insbesondere beim Fisheye-View entscheidend war: Ohne Strategieinstruktion lasen die Versuchsteilnehmer mit Fisheye-View wesentlich langsamer als mit Strategieinstruktion. Dieser Effekt ist beim hierarchischen Diagramm nicht erkennbar, und bei fehlendem Diagramm ist sogar das Gegenteil der Fall. Um zu prüfen, ob sich die Lesegeschwindigkeiten bei speziellen Textteilen unterschieden, wurden auch die Lesezeiten pro Karte in jeder Versuchsbedingung untersucht. Wie bei der Reproduktion diente die hierarchische Struktur als Vorlage, um das Lesetempo bei jeder Karte im Hinblick auf die Hierarchieebene einzuschätzen. Die Breite der schwarzen Balken signalisiert die Lesegeschwindigkeit (in Wörtern pro Sek). Wenn eine Lesegeschwindigkeit kleiner als 0,8 war, ist der schwarze Balken nicht eingezeichnet. Im folgenden werden für jeden Diagrammtypen die jeweiligen Gruppen mit und ohne Strategieinstruktion gegenübergestellt:

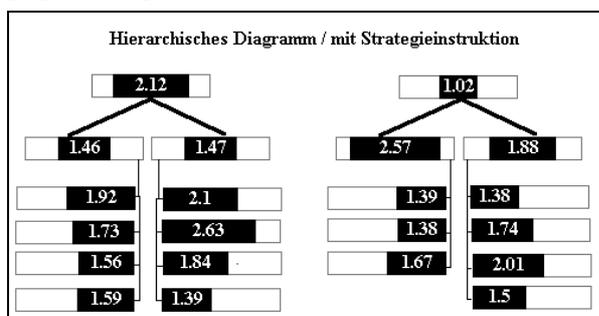


Abbildung 62: Mittlere Lesegeschwindigkeit (Median) pro Karte bei hierarchischem Diagramm und mit Strategieinstruktion

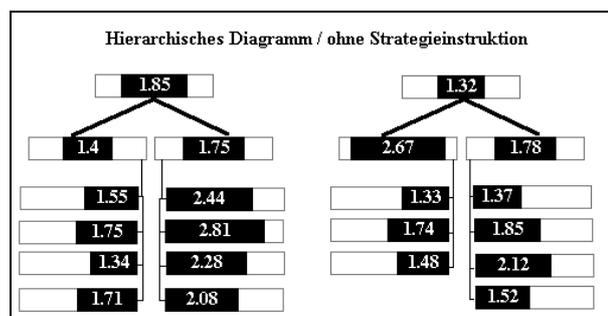


Abbildung 63: Mittlere Lesegeschwindigkeit (Median) pro Karte bei hierarchischem Diagramm und ohne Strategieinstruktion

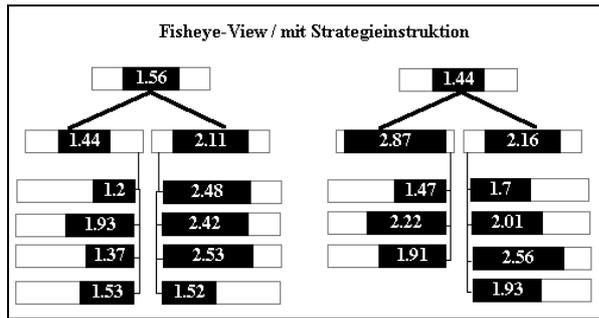


Abbildung 64: Mittlere Lesegeschwindigkeit (Median) pro Karte beim Fisheye-View und mit Strategieinstruktion

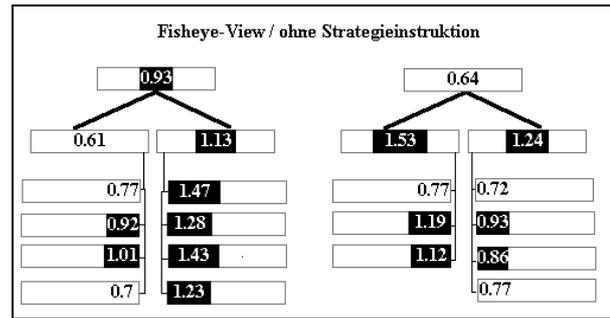


Abbildung 65: Mittlere Lesegeschwindigkeit (Median) pro Karte beim Fisheye-View und ohne Strategieinstruktion

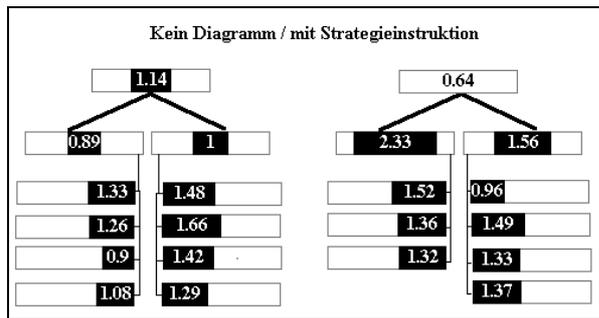


Abbildung 66: Mittlere Lesegeschwindigkeit (Median) pro Karte für die Gruppe ohne Diagramm und mit Strategieinstruktion

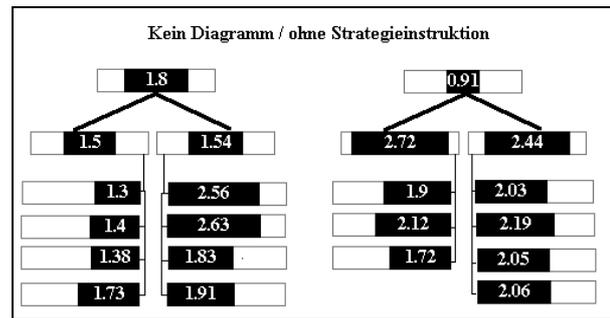


Abbildung 67: Mittlere Lesegeschwindigkeit (Median) pro Karte bei der Gruppe ohne Diagramm und ohne Strategieinstruktion.

Die Abbildung 65 zeigt, daß beim Fisheye-View ohne Strategieinstruktion langsamer gelesen wurde als unter allen anderen Bedingungen. Ähnlich langsam wurde bei fehlendem Diagramm mit Strategieinstruktion gelesen (hier insbesondere die erste Texthälfte). In allen anderen Bedingungen sind höhere Lesegeschwindigkeiten zu verzeichnen. Bei den Gruppen mit Diagramm (egal ob Fisheye-View oder hierarchisches Diagramm) wurde insbesondere auf den hierarchiehöheren Ebenen schneller gelesen, wenn auch eine Strategieinstruktion gegeben wurde. Eine hohe Lesegeschwindigkeit auf den hohen Hierarchieebenen findet sich auch bei fehlendem Diagramm ohne Strategieinstruktion. Alle Abbildungen zeigen außerdem, daß häufig jeweils der rechte „Ast“ bzw. Textteil innerhalb der globalen Pro-Contra-Abschnitte (in Abbildung 55 die Karten 8-12 und 18-22) schneller gelesen wurden als die Karten vom jeweils linken „Ast“, d.h. die zuerst gelesenen Karten einer Sinneinheit wurden langsamer gelesen als die danach gelesenen.

Um diese Effekte genauer zu analysieren, wurden die Lesezeiten bei je zwei Karten nach einem Topic-Wechsel geprüft.

Die linke Abbildung zeigt noch einmal die hierarchische Struktur des Textes und seine Topic-Wechsel. Die Karten nach einem Topic-Wechsel sind dementsprechend hervorgehoben. Die Inspektionszeiten bei diesen Karten wurden summiert und als abhängige Variable in die Varianzanalyse eingesetzt.

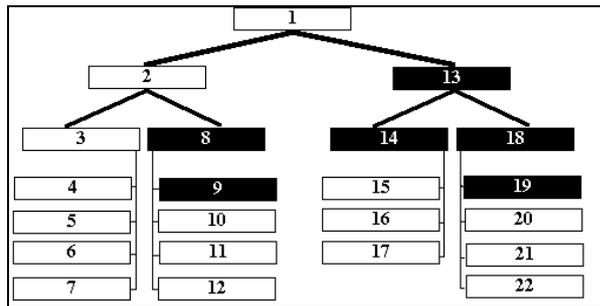


Abbildung 68: Die Karten nach einem harten Topic-Wechsel: 8,9,13,14,18,19

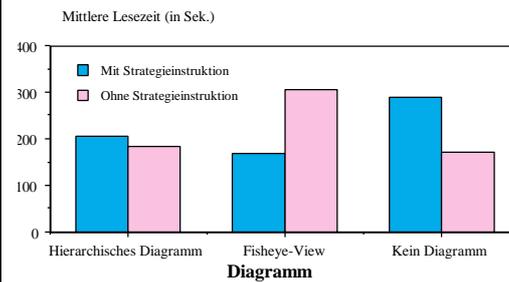


Abbildung 69: Summierte Inspektionszeit bei den Karten 8,9,13,14,18,19, in Abhängigkeit von Diagrammtyp und Strategieinstruktion

Es ergab sich eine signifikante Wechselwirkung zwischen Diagrammtyp und Strategieinstruktion ( $F[2,55] = 9,812$ ;  $p = 0,0002$ ). Wie die rechte Abbildung verdeutlicht, wurde insbesondere bei Fisheye-View ohne Strategieinstruktion lange auf die jeweilige Karte geschaut, während bei fehlendem Diagramm die Strategieinstruktion zur Verlangsamung führte. Mit Strategieinstruktion hingegen führte der Fisheye-View zu einer höheren Lesegeschwindigkeit als das hierarchische Diagramm.

Zusätzlich wurde noch die Varianz der Lesegeschwindigkeiten pro Karte geprüft; hier ergaben sich keine Unterschiede. Offensichtlich hat sich also beim Fisheye-View eine Strategieinstruktion dahingehend ausgewirkt, daß der Text nach Topic-Wechslen schneller verarbeitet werden konnte.

Um Aufschluß darüber zu erhalten, wie schnell am Anfang, in der Mitte oder am Ende des Textes gelesen wurde, wurden für die jeweiligen Textteile Mittelwerte aus den Lesegeschwindigkeiten gebildet<sup>28</sup>. Diese Werte wurden als Meßwiederholungsfaktor in das Versuchsdesign aufgenommen und überprüft. Es ergab sich ein signifikanter Haupteffekt des Textteils: In allen Bedingungen wurde das erste Viertel des Textes langsamer gelesen als die anderen Viertel ( $F[3,165] = 7,026$ ;  $p = 0,0002$ ). Die folgenden Abbildungen illustrieren den Zusammenhang:

<sup>28</sup> Konkret wurde für das erste Viertel die Lesegeschwindigkeit bei den Karten 2-6 für jeden Pb gemittelt, für das zweite Viertel aus den Karten 7-12, für das dritte Viertel aus den Karten 13-17, und für das letzte Viertel aus den Karten 18-22. Es resultierte eine mittlere Lesegeschwindigkeit für jeden Textteil bei jeder Person.

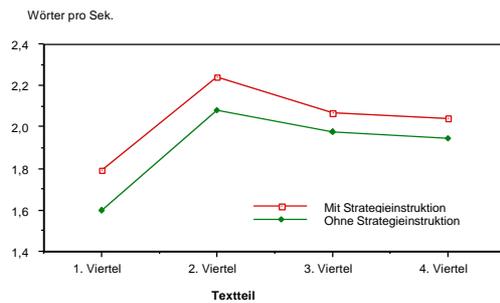


Abbildung 70: Durchschnittliche Lesegeschwindigkeit pro Textteil, aufgeteilt nach Strategieinstruktion.

Es wird deutlich, daß das erste Viertel langsamer gelesen wurde als die späteren Textteile. Dies gilt unabhängig vom Diagrammtyp und von Strategieinstruktion.

Zusammenfassend zeigte sich, daß die Lesegeschwindigkeiten systematisch variierten: Beim Fisheye-View wurde langsamer gelesen, wenn keine Strategieinstruktion gegeben wurde. Bei fehlendem Diagramm wurde langsamer gelesen, wenn eine Strategieinstruktion gegeben wurde. In beiden Gruppen trat die Verlangsamung insbesondere direkt nach Topic-Wechseln auf. Die Analysen bestätigen also den Befund zur Lesegeschwindigkeit beim gesamten Text (vgl. S. 108). Auch bei hierarchischem Diagramm führte die Strategieinstruktion zu schnellerem Lesen, insbesondere bei Kerninhalten. Bei den Topic-Wechseln war jedoch kein Unterschied zu verzeichnen.

**Lokale Wiederholung.** Lokale Wiederholungen wurden definiert als Zurückblättern von einer Karte zur vorherigen. Über alle Versuchsbedingungen hinweg wurde durchschnittlich  $X = 8,86$  ( $SD = 11,412$ ) mal zurückgeblättert. Insgesamt ist die Verteilung der lokalen Wiederholungen extrem linksschief, d.h. sehr viele Versuchsteilnehmer ( $n = 18$ ) haben gar nicht wiederholt, und wenige Versuchsteilnehmer haben dafür umso mehr wiederholt. Die folgende Abbildung zeigt die mittlere Anzahl (Median) der gesamten Wiederholungen in Abhängigkeit von der Strategieinstruktion und vom Diagrammtyp:

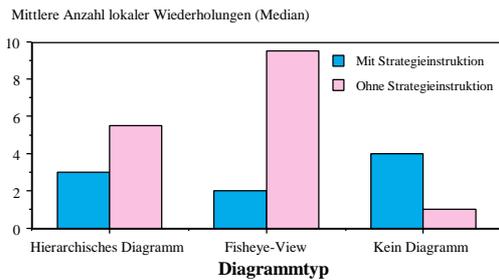


Abbildung 71: Lokale Wiederholungen in Abhängigkeit von Diagrammtyp und Strategieinstruktion

Die linke Abbildung verdeutlicht, daß Versuchsteilnehmer mit Fisheye-View und ohne Strategieinstruktion häufiger zurückgeblättert haben ( $M = 9,5$ ) als die Versuchsteilnehmer der anderen Gruppen. Tendenziell wird außerdem deutlich, daß bei fehlendem Diagramm ohne Strategieinstruktion am wenigsten ( $M = 1$ ) wiederholt wurde.

Da die Verteilungen nicht normalverteilt sind, konnte keine Varianzanalyse durchgeführt werden. Die bisherigen Analysen zu den lokalen Wiederholungen lassen also keine statistisch abgesicherten Schlußfolgerungen zu. Die Verteilungen sind sehr linksschief, und die Unterschiede sind deshalb nur als Tendenzen zu verstehen. Dennoch wird deutlich, daß insbesondere beim Fisheye-View ohne Strategieinstruktion zurückgeblättert wurde. Diese Tendenz entspricht den Befunden zu den Lesezeiten (siehe S. 108). In Explorationsgesprächen sagten mehrere Versuchsteilnehmer zum Fisheye-View, daß sie öfters zurückgeblättert hatten, um andere Teile des durch den Fisheye-View versteckten Teil des Diagramms noch einmal zu sehen. Es ist daher nicht überraschend, daß dieses Verhalten insbesondere in der Gruppe ohne Strategieinstruktion aufgetreten ist.

Um zu überprüfen, an welcher Stelle des Textes häufiger zurückgeblättert wurde, wurden die Wiederholungen auf die jeweilige Textposition relativiert (zum Verfahren siehe S. 82).

Diese Werte wurden als Meßwiederholungsfaktor in das Versuchsdesign aufgenommen und überprüft. Aus der Stichprobe ausgeschlossen wurden Versuchsteilnehmer, die überhaupt nicht lokal wiederholt hatten. Dies ergab eine Stichprobengröße von  $n=43$ . Es ergab sich eine Wechselwirkung zwischen Textteil und Diagrammtyp, die allerdings nicht signifikant ist ( $F[6, 111]=2,058$ ;  $p = 0,0638$ ). Die folgende Abbildung zeigt, wie häufig im jeweiligen Textteil bei hierarchischem Diagramm ( $n= 12$ ), beim Fisheye-View ( $n=16$ ) und bei fehlendem Diagramm ( $n=15$ ) wiederholt wurde, wenn eine Strategieinstruktion gegeben wurde (linke Abbildung) und wenn keine Strategieinstruktion gegeben wurde (rechte Abbildung):

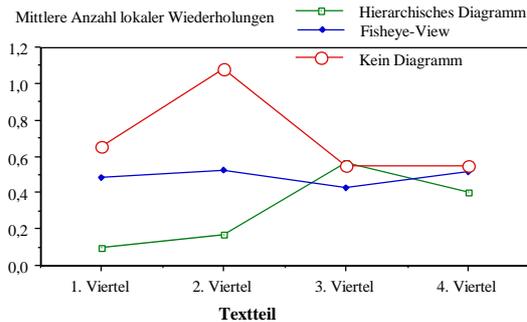


Abbildung 72: Mittlere Anzahl lokaler Wiederholungen pro Textteil bei Strategieinstruktion, aufgeteilt nach Diagrammtyp.

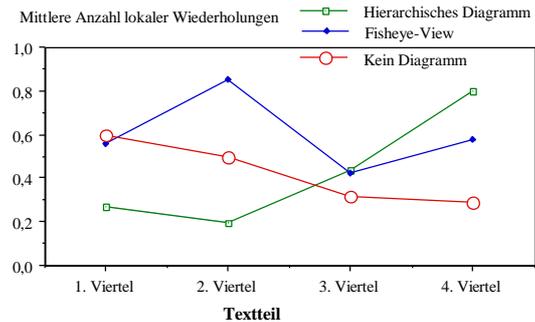


Abbildung 73: Mittlere Anzahl lokaler Wiederholungen pro Textteil ohne Strategieinstruktion, aufgeteilt nach Diagrammtyp.

Wie die Abbildungen verdeutlichen, traten beim Fisheye-View ohne Strategieinstruktion und bei fehlendem Diagramm mit Strategieinstruktion in der ersten Hälfte des Textes mehr lokale Wiederholungen auf als in der zweiten Hälfte. In der zweiten Hälfte des Textes unterscheiden sich die Mittelwerte zwischen den experimentellen Gruppen kaum.

Von den Versuchsteilnehmern, die lokal wiederholt haben, traten die Wiederholungen je nach Diagrammtyp an unterschiedlichen Stellen im Text auf: Beim Fisheye-View und beim fehlendem Diagramm wurde häufiger im ersten Textteil wiederholt als in späteren Textteilen. Bei hierarchischem Diagramm ist dieser Effekt umgekehrt: Hier wiederholten die Versuchsteilnehmer eher in der zweiten Hälfte des Textes.

Zusammenfassend zeigte sich, daß lokale Wiederholungen generell viel häufiger auftraten ( $X = 8,86$ ;  $SD = 11,412$ ) als im Experiment 1 ( $X = 4,618$ ;  $SD = 7,740$ ). Insbesondere beim Fisheye-View ohne Strategieinstruktion wurde häufig lokal wiederholt, während beim Fisheye-View mit Strategieinstruktion sehr wenig wiederholt wurde. Offenbar hat die Darbietung eines Fisheye-View also bei der Strategieinstruktion den Effekt gehabt, daß die Versuchsteilnehmer kein Zurückblättern mehr benötigten.

**Globale Wiederholung.** Die Anzahl der Wiederholungen des gesamten Textes, die "globale Wiederholung", wurde nach dem Merkmal "Text einmal gelesen / Text mehrmals gelesen" dichotomisiert und nonparametrisch geprüft. Die folgende Tabelle zeigt den Effekt des Diagrammtyps:

Tabelle 25: Absolute Häufigkeiten der globalen Wiederholungen bei hierarchischem Diagramm und Fisheye-View

	Text einmal gelesen	Text mehrmals gelesen	Summe
Hierarchisches Diagramm	12	8	20
Fisheye-View	9	11	20
Kein Diagramm	10	11	21
Summe	31	30	55

Die Tabelle zeigt, daß sich die Versuchsteilnehmer je nach Diagrammtyp nicht unterscheiden ( $\chi[1]= 1,032$ ;  $p = 0,5971$ ). Je nach Strategieinstruktion zeigten sich ebenfalls keine Unterschiede bzgl. der globalen Wiederholung ( $\chi[1]= 0,407$ ;  $p = 0,5233$ ). Jeder zweite Proband hat also unabhängig von seiner Versuchsbedingung den Text mehrmals gelesen. Dies entspricht dem Befund im Experiment 1.

Insgesamt hatten die experimentellen Bedingungen einen signifikanten Einfluß auf das Leseverhalten der Probanden; bei einem Fisheye-View führt ein Topic-Wechsel bei den darauf folgenden Karten zu einer Verlangsamung des Lesens und zu mehr lokalen Wiederholungen, wenn keine Strategieinstruktion gegeben wurde; außerdem führte die Strategieinstruktion bei fehlendem Diagramm zu langsamerem Lesen und häufigerem Zurückblättern.

Umgekehrt zeigte sich, daß Topic-Wechsel für Versuchsteilnehmer, die eine Strategieinstruktion und ein Diagramm bekommen hatten, keine Erschwerung des Lesens darstellte. Sie haben an diesen Stellen flüssig weitergelesen. Die Strategieinstruktion führte also nur bei gleichzeitiger Diagrammdarbietung zu effizienter Kohärenzbildung. Dies gilt insbesondere für den Fisheye-View.

#### 5.4 Diskussion

Aufgrund der Befunde im Experiment 1 und aufgrund anderer empirischer Befunde wurde angenommen, daß ein Überblicksdiagramm die Kohärenzbildung fördert, wenn es gleichzeitig mit dem Text dargeboten wird und daß dies insbesondere für ein Fisheye-View gilt. Außerdem wurde angenommen, daß eine Rückschau-Strategie die Nutzung eines Überblicksdiagramms verbessert. Die folgende Tabelle zeigt die Befunde zu den Hypothesen:

Tabelle 26: Hypothesen und Befunde zur Kohärenzbildung

Hypothesen	Lesezeit	Reproduktion	Satzverifikation
1) Mit Überblicksdiagramm ist die Kohärenzbildung besser als ohne Überblicksdiagramm	Nein	Ja*	Nein
1a) Insbesondere mit Fisheye-View ist die Kohärenzbildung besser als ohne Diagramm	Nein	Ja	Nein
2) Mit Strategieinstruktion und Überblicksdiagramm ist die Kohärenzbildung besser als ohne Strategieinstruktion	Nein	Ja*	Nein
2a) Insbesondere beim Fisheye-View ist die Kohärenzbildung mit Strategieinstruktion besser als ohne Strategieinstruktion	Ja	Ja*	Ja

\* nur tendenziell, nicht signifikant

Insgesamt zeigte sich, daß ein Überblicksdiagramm *per se* nicht die Kohärenzbildung fördert. Zwar erhöht die Diagrammdarbietung, insbesondere die Darbietung eines Fisheye-Views, den Anteil der reproduzierten Kerninhalte, jedoch verbessern sich weder die Lesezeit noch die Leistungen bei der Satzverifikation. Die hohen Reproduktionsraten bei Fisheye-View werden dadurch relativiert, daß unter dieser Bedingung auch am langsamsten gelesen wurde. Die Hypothesen 1 und 1a) können also nicht beibehalten werden.

Außerdem wurde angenommen, daß die Strategieinstruktion den Effekt eines Überblicksdiagramms verstärkt; mit Strategieinstruktion und Überblicksdiagramm sollten also bessere Resultate erzielt werden als ohne Strategieinstruktion (Hypothese 2). Diese Hypothese kann ebenfalls nicht beibehalten werden – nur für die Reproduktion zeigte sich tendenziell der erwartete Effekt.

Stattdessen zeigte sich eine signifikante Wechselwirkung zwischen Fisheye-View und Strategieinstruktion: Wenn ein Fisheye-View ohne Strategieinstruktion dargeboten wurde, dann verschlechterte sich die Kohärenzbildung: Es wurde langsamer gelesen, weniger reproduziert, und es wurden niedrigere Trefferquoten bei der Satzverifikation erzielt als ohne Strategieinstruktion. Umgekehrt zeigte sich, daß die Versuchsteilnehmer mit Fisheye-View von einer Strategieinstruktion am stärksten profitierten. Die Annahme 2a) kann also beibehalten werden.

Offenbar erleichtert der Fisheye-View den Einsatz einer Rückschau-Strategie. Dies kann mit dem Modell von Glenberg & Langston (1992) erklärt werden: Der Fisheye-View hebt die jeweils relevanten Zusammenhänge hervor, und dadurch wird die Belastung des AG bei dem Einsatz der Rückschau-Strategie reduziert. Zwei weitere Befunde bestätigen dies: Zum Einen führten Topic-Wechsel beim Fisheye-View mit Strategieinstruktion nicht zu einer Verlangsamung des Lesens, und zum Anderen hatte die Strategieinstruktion bei fehlendem Diagramm sogar einen negativen Effekt auf die Lesezeit. Wenn eine Rückschau-Strategie ohne Überblicksdiagramm eingesetzt wird, dann verlangsamt sich das Lesen. Bereits Kintsch & van Dijk (1978) machten darauf aufmerksam, daß die Rückschau auf bereits gelesenes Material im Text äußerst aufwendig ist und das Lesen verlangsamt. Gleichzeitig betonen sie die Wichtigkeit der Memorierung von Kernpropositionen als zentrale Kohärenzbildungsstrategie (van Dijk & Kintsch, 1983; Otero & Kintsch, 1992). Das Diagramm, insbesondere der Fisheye-View, erwies sich als geeignet, um diese Rückschau zu erleichtern. Es zeigt übergeordnete Topics auf einen Blick und erhöhte demnach im Sinne von Larkin & Simon (1987) die Verarbeitungseffizienz. Die Memorierung von Kernpropositionen ist insbesondere bei expositorischen Texten oder Hypertexten problematisch, da ein Leser die Textinhalte nur schwer vorhersagen kann (vgl. van Dijk & Kintsch, 1983); somit könnte bei expositorischen Texten oder Hypertexten ein Haupteinsatzgebiet der Rückschau mit Hilfe eines Fisheye-View liegen. Ohne strategische Schulung der Leser ist der Fisheye-View jedoch wenig erfolgversprechend.

---

Für den Fisheye-View zeigte sich, daß dieser Diagrammtyp zwar generell zu einer Verbesserung der Reproduktion des Kerninhaltes führte; jedoch führte er nur bei Induktion einer Rückschau-Strategie zu besserer Kohärenzbildung (Lesezeit, Satzverifikation).

In diesem Experiment erwies sich die Schulung der Leser durch die auf dem Supplantations-Prinzip (Salomon, 1979) beruhende Strategieinstruktion als sehr wirkungsvoll. Ein Fisheye-View besitzt im Sinne von Salomon (1989) ein Potential, das erst bei richtiger Anwendung zu den besten Ergebnissen führt – ansonsten verschlechtert sich die Kohärenzbildung sogar. Ursprünglich sollten die Verarbeitungsstrategien bei Salomon (1979) allein durch eine Animation modelliert werden; in dieser Untersuchung zeigt sich jedoch, daß eine Kopplung von Animation, expliziter Instruktion und situierter Übung angemessener ist, um eine Verarbeitungsstrategie zu vermitteln. Dies ist im Sinne von Salomon, wie folgendes Zitat zeigt: „sheer exposure to a tool without being actively controlled by the learner cannot suffice for internalization to take place“ (Salomon, 1988, 128). Es bleibt zu prüfen, wie diese Strategieinstruktion in umfangreicheren Texten eingesetzt werden kann. Doch gerade bei umfangreichen Texten bzw. Hypertexten ist das Potential eines mit einer Rückschau-Strategie gekoppelten Fisheye-View-Designs vielversprechend.

### 5.5 Zusammenfassung

Es wurde untersucht, ob ein Überblicksdiagramm die Kohärenzbildung beim Lesen eines expositorischen Textes fördert, wenn es nach dem Fisheye-Algorithmus von Furnas (1986) nur die an der jeweiligen Textstelle relevanten Topics und deren Zusammenhang abbildet. Um diesen Effekt zu prüfen, lasen Versuchsteilnehmer einen Text und sahen gleichzeitig entweder ein Baumdiagramm, einen Fisheye-View oder kein Diagramm. Außerdem wurde eine Strategieinstruktion variiert, bei der die Versuchsteilnehmer zur Rückschau auf bereits gelesene Textstellen mittels eines Überblicksdiagramms angeleitet wurden. Es wurde angenommen, daß ein Fisheye-View, eine Strategieinstruktion und insbesondere deren Kombination die Kohärenzbildung verbessert.

61 Versuchsteilnehmer wurden zufällig auf sechs Versuchsgruppen verteilt. Als Maße für die Kohärenzbildung wurden Lesegeschwindigkeit, Reproduktion des Kerninhalts und Satzverifikationsaufgaben eingesetzt. In einer zweifaktoriellen MANOVA erwies sich der Faktor Diagrammtyp und die Wechselwirkung zwischen Diagrammdarbietung und Strategieinstruktion als signifikant. Der Fisheye-View bewirkte bessere Reproduktionsleistungen als die Bedingung ohne Diagramm. Der Faktor Diagrammdarbietung hatte jedoch keinen Effekt auf die Lesegeschwindigkeit und die Leistungen bei den Satzverifikationsaufgaben. Der Fisheye-View wiederum bewirkte eine signifikante Verschlechterung der Lesegeschwindigkeit, der Reproduktion und der Satzverifikation, wenn keine Strategieinstruktion gegeben wurde. Die Strategieinstruktion verlangsamte das Lesen, wenn kein Diagramm dargeboten wurde.

Die Befunde zeigen, daß weder der Diagrammtyp noch die Strategieinstruktion allein die Kohärenzbildung fördern. Der Fisheye-View wirkt sich zwar generell positiv auf die Reproduktion des Kerninhalts aus; eine gleichzeitige Verbesserung der Lesegeschwindigkeit und der Satzverifikation zeigte sich nur bei Instruktion einer Rückschau-Strategie. Umgekehrt ist für den sinnvollen Einsatz einer Rückschau-Strategie ein Überblicksdiagramm notwendig. Dies zeigt, daß ein Überblicksdiagramm ein geeignetes „kognitives Werkzeug“ werden kann, wenn Leser zur Rückschau auf Kerntopics angeleitet werden.

## 6 Gesamtdiskussion

Es wurde die Rolle von Überblicksdiagrammen bei der Kohärenzbildung untersucht. Ausgehend von der Überlegung, daß ein hierarchisches Diagramm die Kernzusammenhänge eines Textes übersichtlich und ökonomisch abbildet, wurde angenommen, daß ein Überblicksdiagramm die Kohärenzbildung fördert. Ein solches Bild erhöht die Effizienz der Verarbeitung, (Larkin & Simon, 1987), und es fungiert als 'Gedächtnisstütze', um die Zusammenhänge encodieren und abrufen zu können (Paivio, 1986; Glenberg & Langston, 1992). Außerdem kann es zum kognitiven Werkzeug werden, das diejenigen Leser zur globalen Kohärenzbildung anregt, die dies ohne Diagramm nicht tun würden (Salomon, 1989). Darüber hinaus wurde angenommen, daß ein Überblicksdiagramm insbesondere bei diskontinuierlichem Text einen positiven Effekt hat, weil es als verstehensnotwendig wahrgenommen wird und dementsprechend häufiger genutzt wird (Bock, 1983b). Da die Befunde aus der Praxis der Anwendung von Überblicksdiagrammen in Lehrtexten diese Aussagen nicht bestätigen, wurden zwei Experimente durchgeführt. Im ersten Experiment sollte die Annahme von Bock (1983b) geprüft werden, daß Diagramme nur in diskontinuierlichen Texten als Verstehenshilfe bewertet werden und die Kohärenzbildung fördern. Außerdem sollte erfaßt werden, wie Leser spontan beim Lesen eines Textes auf das Diagramm zugreifen.

Insgesamt hatte die Darbietung eines Überblicksdiagramms keinen positiven Effekt auf die Kohärenzbildung. Das Überblicksdiagramm wurde bei thematisch geordnetem Text kaum genutzt; tendenziell wurde es bei diskontinuierlichem Text im Sinne von Bock (1983a) häufiger genutzt und länger betrachtet, aber weder wurde es als verstehensnotwendig bewertet, noch förderte es die Kohärenzbildung. Der von Bock (1983b) festgestellte Effekt der „semantischen Diskrepanz“ von Text und Bild trat nicht ein. Die Daten zu den subjektiven Bewertungen deuten jedoch an, daß das Diagramm bei diskontinuierlichem Text keine Verständnislücken „füllen“ konnte, da es nicht sinnvoll mit dem Text verknüpft werden konnte. Offenbar aktivierte das Überblicksdiagramm kein relevantes Vorwissen.

Der positive Effekt des Überblicksdiagramms, der für den diskontinuierlichen Text vorhergesagt wurde, zeigte sich stattdessen bei dem kontinuierlichen Text: Hier ging häufige Diagrammnutzung mit positiver subjektiver Bewertung und besserer Kohärenzbildung einher. Hiernach ist eine effektive Nutzung des Überblicksdiagramms als Kohärenzbildungshilfe nur bei kontinuierlichem Text möglich. In Anlehnung an Schnotz (1996) läßt sich dies darauf zurückführen, daß Diagramme in Texten nur dann einen positiven Effekt auf die Kohärenzbildung haben, wenn die Leser über ausreichendes Vorwissen verfügen oder wenn dies durch eine geeignete „propositionale Grundlage“, d.h. einen kontinuierlichen Text aktiviert wird. Diese Erklärung steht im Einklang mit empirischen Ergebnissen, in denen insbesondere die Dia-

grammdarbietung nach dem Lesen einen positiven Effekt hatte (Moore & Readence, 1984; Hasebrook, 1994; vgl. Kap. 2.4.3).

Die Befunde aus dem ersten Experiment zeigen außerdem, daß die meisten Leser nicht über angemessene Strategien der Nutzung eines Überblicksdiagramms in Texten verfügen. Wenn das Diagramm überhaupt genutzt wurde, dann wurde es meist nur am Anfang der Lektüre genutzt. Dieses Verhalten wurde in mehreren empirischen Untersuchungen beobachtet (siehe Kap. 2.4.2).

Diese Beobachtung belegt einerseits, daß Leser im Sinne von Salomon (1989) durch ein kognitives Werkzeug angeregt werden sollten, das Diagramm zur globalen Kohärenzbildung zu nutzen. Eine mögliche Verarbeitungsstrategie besteht darin, mit Hilfe des Diagramms auf die Kerntopics zurückzuschauen; die Rückschau ist nach van Dijk & Kintsch (1983) eine zentrale Strategie der Kohärenzbildung (siehe S. 13), und ein Diagramm könnte dies erleichtern (Alvermann, 1988; Dee-Lucas & Larkin, 1995).

Andererseits deuten die Diagramminspektionen im ersten Experiment an, daß Leser bei gleichzeitigem Zugriff auf Text und Diagramm überlastet sind – ein Effekt, der mit der begrenzten Kapazität des AG erklärt wird (Glenberg & Langston, 1992; Moore & Scevack, 1994). Trifft dies zu, so sollte ein Diagramm, in dem die Topics hervorgehoben sind, die im jeweils aktuellen Kontext für die Kohärenzbildung wichtig sind (ein sog. „dynamisches Überblicksdiagramm“), die Kohärenzbildung eher fördern als ein Überblicksdiagramm, das ständig alle Topics zeigt.

Um zu untersuchen, ob eine Rückschau mittels Überblicksdiagramm oder eine Darbietung eines „dynamischen Überblicksdiagramms“ einen positiven Effekt auf die Kohärenzbildung mit Text und Diagramm hat, wurde ein zweites Experiment durchgeführt. Variiert wurde die Art des dargebotenen Überblicksdiagramms (hierarchisches Überblicksdiagramm / dynamisches Überblicksdiagramm in Form eines Fisheye-Views / kein Diagramm) und die Art der Instruktion (Induktion einer „Rückschau-Strategie“ / Keine Induktion). Bei der Rückschau wurden die Versuchsteilnehmer instruiert, mittels eines Überblicksdiagramms während des Lesens auf bereits gelesene Kerntopics zurückzuschauen. Eine Kontrollgruppe erhielt keine Strategieinstruktion.

Es wurde erwartet, daß die gleichzeitige Darbietung von Text und Überblicksdiagramm, insbesondere aber die gleichzeitige Darbietung von Text und Fisheye-View, die Kohärenzbildung fördert. Außerdem wurde angenommen, daß die Strategieinstruktion den Effekt des Überblicksdiagramms noch verstärkt. In der durchgeführten multivariaten Varianzanalyse erwiesen sich der Haupteffekt der Diagrammdarbietung und die Wechselwirkung zwischen Diagrammdarbietung und Strategieinstruktion als signifikant.

- **Haupteffekt Diagrammdarbietung:** Ein Fisheye-View verbessert die Encodierung und Reproduktion der Kerninhalte des Textes

- **Wechselwirkung Diagrammdarbietung und Strategieinstruktion:** Ein Fisheye-View ohne Strategieinstruktion führt zu niedrigerer Lesegeschwindigkeit, schlechterer Satzverifikation und tendenziell auch zu schlechterer Reproduktion als ein Fisheye-View mit Strategieinstruktion.

Die Befunde zeigen, daß die Kohärenzbildung bei einer Kombination von Strategieinstruktion und Fisheye-View am stärksten gefördert wurde. Bei dieser Bedingung waren hohe Leistungen bei der Reproduktion verbunden mit relativ hoher Lesegeschwindigkeit und hoher Trefferquote bei der Satzverifikation.

Insgesamt zeigt der im Vergleich zum ersten Experiment relativ starke Haupteffekt der Diagrammdarbietung auf die Reproduktion der Kerninhalte, daß allein die gleichzeitige Text-Bild-Darbietung (insbesondere mit Fisheye-View) das Behalten der zentralen Topics verbessert. Dies kann durch die Annahme von Paivio (1986) erklärt werden, daß Bild und Text besser behalten werden als Text allein, wenn zwischen beiden Darstellungsformen eine Verknüpfung hergestellt wird. Der starke Bildeffekt bei gleichzeitiger Text-Bild-Darbietung im Gegensatz zum fehlenden Bildeffekt bei getrennter Text-Bild-Darbietung im Experiment 1 deutet darauf hin, daß diese Verknüpfung bereits bei der Encodierung, d.h. während des Lesens, stattfindet. Dieser Befund und das Ergebnis, daß insbesondere der Fisheye-View einen Bildeffekt bewirkte, steht wiederum im Einklang mit der Annahme, daß der Effekt der dualen Codierung auf Verarbeitungsprozesse im Arbeitsgedächtnis zurückzuführen ist (Mayer, 1994; Kulhavy et al., 1993; Glenberg & Langston, 1992).

Die Wechselwirkung zwischen Diagrammdarbietung und Strategieinstruktion drückt sich in zwei Effekten aus: Der Einsatz einer Rückschau-Strategie wird durch ein Fisheye-View erleichtert, und umgekehrt verbessert die Rückschau die Nutzung eines Fisheye-Views. Der erste Effekt läßt sich am besten durch das Modell von Glenberg & Langston (1992) erklären. Nach Glenberg & Langston (1992) fördert ein Überblicksdiagramm die Kohärenzbildung, da die Encodierung von Zusammenhängen zwischen Textelementen im AG durch Nutzung der räumlich-visuellen Schleife unterstützt wird. Die Rückschau-Strategie führt zu einer kognitiven „Doppelaufgabe“, und da das AG eine begrenzte Kapazität besitzt, wird das AG beim ‘traditionellen’ Überblicksdiagramm und insbesondere bei Rückschau ohne jegliches Diagramm überlastet. Ein Fisheye-View hingegen entlastet das AG, da die jeweils relevanten Zusammenhänge im Diagramm stets hervorgehoben werden. Durch Fokussierung der jeweils relevanten Zusammenhänge wird das von Glenberg & Langston (1992) geforderte „AG-Management“ erleichtert.

Der zweite Effekt, daß ein Fisheye-View nur durch eine Rückschau angemessen genutzt werden kann, steht im Einklang mit der Annahme von Salomon (1989), daß eine Kohärenzhilfeshilfe nicht ‘automatisch’ zu besserer Kohärenzbildung führt, sondern erst dann, wenn Leser entsprechende Verarbeitungsstrategien einsetzen. Wenn Leser Kohärenzhilfen

wie Diagramme nicht angemessen nutzen, bzw. wenn sie von sich aus andere Strategien einsetzen (z.B. mehrmaliges Lesen als textbasierte Strategie), dann können diese Kohärenzbildungshilfen sogar einen negativen Effekt haben. Die Induktion der Rückschau-Strategie mit Hilfe des Supplantations-Prinzips von Salomon (1979; vgl. Kap. 2.3.3.5) erwies sich als geeignet. Nach einer kurzen Instruktionsphase konnten die Versuchsteilnehmer die Strategie erfolgreich einsetzen. Die Rückschau führte dabei nicht, wie vielleicht anzunehmen wäre, zu einer Verlangsamung des Lesens - im Gegenteil: Mit Diagramm und Rückschau-Strategie wurde eher schneller gelesen, insbesondere nach Topic-Wechseln. Wenn Überblicksdiagramm und Rückschau-Strategie kombiniert werden, dann steigt neben der Lesegeschwindigkeit auch die Reproduktionsleistung und somit auch die Leseeffizienz.

Abschließend machen die Untersuchungen deutlich, daß Überblicksdiagramme allein nicht geeignet sind, die Kohärenzbildung zu fördern. Diagramme müssen vom Leser genutzt werden können, um Zusammenhänge zwischen Topics herzustellen. Versuche, Diagramme durch designtechnische Maßnahmen zu verbessern, dienen nur dann der Kohärenzbildung, wenn das Design dem Leser hilft, die Diagramme besser zu nutzen. Andernfalls, so zeigen die Befunde zur Rolle des Fisheye-View ohne Strategieinstruktion, kann sich die Kohärenzbildung sogar verschlechtern.