

Computerprotokolle in der Schreibprozeßforschung

Der Gebrauch von *Keytrap* als Beobachtungsinstrument

Luuk van Waes und Liesbet van Herreweghe
UFSIA – Universität Antwerpen und Erasmushogenschol Brüssel

A computer is not only a very useful tool for writing, but also offers a lot of new possibilities for studying writing processes. In this article we describe a program for automatic keystroke registration, called *Keytrap*. This program enables us to precisely and completely reconstruct the writing process from the first letter typed to the last revision made. Also, information about the pauses during the writing process can be registered in the log file. The first part of the article situates the program among other observation methods, giving examples of other log programs developed as well. In the following paragraphs we describe the program, the output facilities and the application areas. We show for instance how the data obtained by the *Keytrap* program, can be used both to describe writing processes in great detail and to compare writing processes on a meso or macro level. Although the method does not provide direct information about cognitive processes, the log data provide a solid basis for inferring information about the pausing and revision behaviour of writers.

1. Einführung

Die Schreibforschung hat sich in den letzten 20 Jahren in mancher Hinsicht neu orientiert. Charakterisierend hierfür war vor allem der Perspektivwechsel vom *Schreibprodukt* zum *Textherstellungsprozeß* Ende der 70er Jahre. Allerdings fand nicht nur eine inhaltliche Akzentverschiebung statt, sondern es wurden auch methodologische Veränderungen festgestellt.

So haben sich im Rahmen prozeßbezogener Untersuchungen einige für die Schreibforschung neue Forschungsmethoden durchgesetzt (siehe u. a. den Überblicksbeitrag von Durst 1990; Krings 1992). Insbesondere die Arbeiten von Flower/Hayes und der Forschungsgruppe der Carnegie-Mellon-Universität in Pittsburgh beeinflussten in hohem Maße die einschlägige Forschung. In ihren Untersuchungen verfolgten sie das Ziel, einen größeren Einblick in die kognitiven Prozesse, die die verschiedenen Schreibtätigkeiten charakterisieren, zu gewinnen. Hierbei wurde vor allem eine Beschreibung des Pausen- und Revisionsverhaltens beabsichtigt.

Um dieses Ziel zu erreichen, wurden Forschungsmethoden der Kognitionspsychologie und der Soziologie in der Schreibforschung übernommen (Flower/Hayes, 1981). So wurden z. B. das Verfahren des *Lauten Denkens* und die *Protokollanalyse*

se bald zu maßgeblichen Bestandteilen des Methodeninventars der Schreibprozeßforschung.

Mit dem sich immer mehr verbreitenden Einsatz des Computers als Schreibmedium („Medium“ hier verstanden im Sinne von „Werkzeug“) wurde die Beantwortung der Frage, ob und wie der Computer in die Schreibprozesse eingreife, zu einer wichtigen Zielsetzung der Schreibprozeßforschung (siehe u. a. die Überblicksbeiträge von Daiute 1986, Hawisher 1989, Hill et al. 1991 und Bangert-Downs 1993). Darüber hinaus wurde der *Computer* bald auch als Forschungsinstrument gebraucht, und zwar als Hilfsmittel zur Datendokumentation.

Die Entwicklung dieser neuen Forschungsmethoden ereignete sich vor dem Hintergrund einer wachsenden Diskussion über die Zuverlässigkeit und Einsatzfähigkeit des Verfahrens des Lauten Denkens und anderer Instrumente zur Datenerhebung kognitiver Prozesse. Zu dieser Diskussion verweisen wir auf Janssen et al. (1994) und Smagorinsky (1994).

In diesem Rahmen wurde an der Antwerpener Universität das Programm *Keytrap* entwickelt, bei dem der Computer als Datendokumentationsinstrument eingesetzt wird (van Waes 1988; 1991a; 1991b). Eine kurze Erläuterung im voraus: Während der Textproduzent am Computer schreibt, speichert *Keytrap* alle aufeinanderfolgenden Betätigungen der Tastatur ab, einschließlich der jeweiligen Pausenlängen zwischen den Tastenbetätigungen. Dadurch, daß *Keytrap* zusammen mit jedem IBM-kompatiblen Textverarbeitungsprogramm eingesetzt werden kann, wird der Schreibprozeß nicht beeinträchtigt, denn die Versuchspersonen können mit einem Programm arbeiten, mit dem sie vertraut sind. Hinzu kommt, daß sie am Computer schreiben, ohne sich des Einsatzes von *Keytrap* bewußt zu sein.

Im ersten Teil dieses Artikels geben wir eine Klassifizierung der üblichsten Beobachtungsmethoden in der Schreibprozeßforschung. Dabei erklären wir, wie und wo *Keytrap* hier eingeordnet werden kann. Für einen ausführlichen Überblick verweisen wir auf Krings (1992), einen Beitrag über die Fragen, Methoden und Ergebnisse von rund 50 empirischen schreibprozeßbezogenen Untersuchungen und damit über den aktuellen Forschungsstand unter Einschluß des deutschen Sprachraumes in diesem Bereich. Im zweiten Teil beschreiben wir das Computerprogramm *Keytrap* im Detail. Im dritten Teil gehen wir näher auf die Möglichkeiten von *Keytrap* ein, Schreibprozesse zu beschreiben. Im vierten und letzten Teil erläutern wir die Anwendungsbereiche von *Keytrap*: z. B. in der Schreibprozeßforschung, in der methodologischen Forschung und in der Schreibdidaktik.

2. Klassifizierung von Beobachtungsmethoden in der Schreibprozeßforschung

Für die Erforschung kognitiver Prozesse während des Schreibens wurden in den letzten Jahren mehrere Beobachtungsmethoden und -instrumente eingesetzt. In den nachfolgenden Abschnitten beschreiben wir, wie *Keytrap* anderen Beobachtungs-

instrumenten gegenüber einzuordnen ist und auf welche Weise das Programm uns ermöglicht, Informationen über die kognitiven Tätigkeiten zu sammeln, die den Verlauf des Schreibprozesses bestimmen.

2.1 Allgemeine Klassifizierung

In der nachfolgenden Matrix unterscheiden wir zwei Achsen. Auf der waagerechten Achse geben wir an, ob die Beobachtungsmethode auf eine direkte oder auf eine indirekte Weise zu den kognitiven Prozessen während des Schreibens Zugang findet. Auf der senkrechten Achse unterscheiden wir zwischen synchronen und asynchronen Methoden, d. h. Methoden, die Prozeßdaten während des Schreibens bzw. erst hinterher sammeln. In den Zellen [1] bis [4] geben wir an, welche Informationen gesammelt werden. Diese Informationen dienen als Grundlage für die jeweilige Analyse der kognitiven Prozesse.

	direkte Beobachtung	indirekte Beobachtung
synchrones Sammeln von Information	[1] simultane Protokolle	[2] Daten über Prozeßmerkmale (z. B. Anzahl Pausen, Pausenlänge, Anzahl von Revisionen, Art von Revisionen usw.)
asynchrones Sammeln von Information	[3] retrospektive Protokolle	[4] Daten über Produktmerkmale (z. B. Anzahl Wörter im Endtext, Schreibzeit usw.)

Abb. 1: Klassifizierung von Methoden für die Beobachtung kognitiver Schreibprozesse

Direkte Beobachtungsmethoden

- [1] *Simultane Protokolle* sind das Ergebnis von Untersuchungen, bei denen das Laute Denken als direkte Beobachtungsmethode eingesetzt wird. Die Versuchsperson (im folgenden: VP) bringt während des Schreibens alles, was ihr durch den Kopf geht, verbal zum Ausdruck. Hinterher können auf der Grundlage der verbalen Protokolle Aussagen über die (bewußten) kognitiven Prozesse getroffen werden. Der Versuchsleiter ist jedoch von der Menge und der Art der Information, die die VP verbal ausdrückt, abhängig, da sie nicht selbst lenken kann.
- [2] *Retrospektive Protokolle* entstehen bei einer vom Versuchsleiter gelenkten Konfrontation der VP mit einer Registrierung ihres Textes, nachdem sie ihren Text oder ihr Textfragment geschrieben hat. Diese Protokolle geben also eine gezielte Posthocreflexion des Schreibenden über seine kognitiven Tätigkeiten wieder. Zur Diskussion über den Gebrauch und die Möglichkeiten der retrospektiven Protokolle verweisen wir auf den Beitrag von Greene/Higgins (1994).

Indirekte Beobachtungsmethoden

- [3] Synchron-indirekte Beobachtungsmethoden haben als Ziel, anhand sorgfältig ausgewählter Variablen (wie z. B. Pausen als Indikatoren für Planungs- und Revisionsprozesse) Informationen über den *Ablauf des Schreibprozesses* zu sammeln. Auf der Grundlage dieser Variablen werden Merkmale der kognitiven Schreibtätigkeiten hergeleitet.¹
- [4] Weiterhin können auf der Grundlage einer Textanalyse *Produktmerkmale* herangezogen werden, um kognitive Prozesse zu erschließen. Dabei werden Endtexte aus verschiedenen Perspektiven beschrieben. Parameter können z. B. Strukturmerkmale, Strukturentwicklungen und Streichungen sein.

In dieser Klassifizierung können wir das *Keytrap*-Verfahren deutlich einordnen: Es gehört zu den synchronen-indirekten Beobachtungsmethoden.

Im folgenden gehen wir näher auf die wichtigsten Methoden zur Datengewinnung ein, die der Gruppe der synchronen-indirekten Beobachtungsmethoden angehören.

2.2 Synchron-indirekte Beobachtungsmethoden

In diesem Abschnitt beschreiben wir sechs Beispiele synchroner-indirekter Beobachtungsmethoden. Die letzten drei sind nur anwendbar für die Erhebung von Schreibprozeßdaten, bei denen ein Computer als Schreibmedium eingesetzt wird; die ersten drei sind allgemein anwendbar.

- *Unsichtbares Schreiben*: Der Versuchsleiter läßt die Versuchsperson z. B. mit unsichtbarer Tinte auf Durchschlagpapier schreiben. So kann die VP nicht rekursiv in den bereits realisierten Text eingreifen, der Forscher verfügt jedoch über einen linearen Niederschlag des Schreibprozesses (siehe u. a. Britton et al. 1975, Gould 1980, Blau 1983).
- *Beobachtungsprotokolle*: Der Beobachter notiert auf einem Beobachtungsformular die Handlungen der VP während des Schreibens, z. B. Körpersprache, Gebrauch von Hilfsmitteln usw. (siehe u. a. Matsuhashi 1981; 1982).
- *Video-Beobachtung*: Idem, aber das Kodieren der Handlungen der VP kann hinterher durchgeführt werden. Dadurch wird auch eine genauere Registrierung und Analyse ermöglicht, z. B. Aufnahme des Computerbildschirmes während des Schreibens, Aufnahme der Augenbewegungen, Analyse der Pausenzeiten (Matsuhashi 1987).

1. Beim Wählen zwischen Methoden für die Beobachtung kognitiver Schreibprozesse ist es wichtig, daß wir uns der gemachten Kompromisse bewußt sind. So ist es bei direkten Beobachtungsmethoden unvermeidbar, irgendwie in den natürlichen Ablauf des Schreibprozesses einzugreifen. Bei indirekter Beobachtung dagegen stören wir kaum oder gar nicht den natürlichen Ablauf, allerdings wird der Inferenzschritt vom observierten Schreibverhalten zum kognitiven Aspekt größer. Dies bedeutet zum Beispiel, daß wir die Dauer und die Länge der Pausen als Veräußerlichung bestimmter kognitiver Prozesse interpretieren. Einen Halt für solche Interpretationen bieten uns u. a. die Theorien von Matsuhashi (1981) und Garman (1990).

- *Bildschirmregistrierung mit Hilfe von Hardware*: Eine im Computer eingebaute Videokarte ermöglicht das Weitersenden des Bildschirmsignals zu einem Videorecorder. Auf dem Videoband registriert man auf diese Art und Weise eine ‚realtime‘ graphische Kopie des Bildschirms (Jansen 1994).
- *Bildschirmregistrierung mit Hilfe von Software*: Eine Software unterbricht in regelmäßigen Abständen den Datenverarbeitungsprozeß und macht eine graphische Kopie des Bildschirms. Diese Kopie wird in einer Datei gespeichert. Indem hinterher die verschiedenen Intervallkopien miteinander verbunden werden, bekommt man eine Art von Zeichentrickfilm-Rekonstruktion des Schreibprozesses am Computer (Bridwell et al. 1984).
- *Registrierung der Tastenbetätigung*: Eine Software – in ein Textverarbeitungsprogramm integriert oder nicht – fängt jede Tastenbetätigung ab, kopiert und speichert diese Information in einer Datei. Indem man diese Datei später wieder als Input für das Textverarbeitungsprogramm verwendet, wird eine genaue Rekonstruktion des Schreibprozesses möglich, Buchstabe für Buchstabe, Revision für Revision.

Das Programm *Keytrap* (van Waes 1988) ist ein Beispiel eines solchen Programms zur Registrierung der Tastenbetätigung.

Ende der 80er Jahre wurden auch andere vergleichbare Programme entwickelt. Im folgenden Abschnitt beschreiben wir kurz einige dieser Programme.

2.3 Beispiele von Computerprogrammen zur Registrierung der Tastenbetätigung

Folgende Registrierungsprogramme wurden für Apple Macintosh entwickelt:

Im Rahmen des *Gateway Writing Project* hat *Flinn* (1987) ein für Lehrzwecke entwickeltes Textverarbeitungsprogramm, *Milliken Word Processor*, mit einem Programm zur Registrierung der Tastenbetätigung erweitert. Dies ist das erste uns bekannte Programm, das dem Forscher ermöglicht, alle Teilschritte des Schreibprozesses in ihrer originalen Reihenfolge am Bildschirm erneut sichtbar zu machen.

Severinson Eklundh und *Kollberg* (1993) entwickelten ein Programm zur Registrierung der Tastenbetätigung für Apple Macintosh am Royal Institute for Technology in Schweden. Dieses Programm, *JEdit*, ist ein Textverarbeitungsprogramm mit den gängigen Basismöglichkeiten (Cut, Copy, Paste usw.) und überdies mit einigen Registrierungsmöglichkeiten. Das Programm registriert alle Textbearbeitungshandlungen und speichert auch ständig die genaue Cursor-Position in Pixel-Koordinaten ab. Außerdem wurde ein Notierungssystem (‚S-notation‘) ausgearbeitet, um die Lesbarkeit der chronologischen Protokolle zu optimieren. Dieses Notierungssystem geht vom System von *Matsuhashi* (1987) für die Darstellung von ‚pen and paper‘-Protokollen aus.

Beispiel (Fragment eines Protokolls mit ‚S-notation‘):

I am writing a {short}¹ text. ||₁ It will [probably]² ||₃ be revised [somewhat]³ later. ||₂ Now [I am]⁴ ||₄ it is finished.

Legende

- ||_x Stelle im (chronologischen) Text, an der der Textproduzent sich entschließt, eine Revision durchzuführen. Hinter diesem Zeichen steht eine Zahl in Tiefstellung, die auf eine entsprechende Zahl in Hochstellung verweist (siehe unten);
- ^x eine Zahl in Hochstellung deutet die Stelle im Text an, an der die Revision tatsächlich durchgeführt wird;
- {..} Hinzufügung im Text;
- [..] Auslassung von Wörtern usw.

Erläuterung

In diesem Fragment sehen wir, wie sich der Textproduzent am Ende des ersten Satzes (“I am writing a text.”) entschließt, das Wort “short” vor dem Substantiv “text” einzufügen, also nachdem der Satz bereits formuliert war (= erste Revision). Eine zweite Revision wird nach dem zweiten Satz durchgeführt: Das Wort “probably” wird gestrichen, usw.

In Deutschland entwickelte Börner (1989) ebenfalls ein Programm zur Registrierung der Tastenbetätigung. Auch hier handelt es sich um ein Registrierungsprogramm, das zu einem ursprünglich nur für Sprachlehrzwecke entwickelten Textverarbeitungsprogramm, *Didaktischer EdiTor (DET)*, gehört. Mit diesem Programm „kann die Entstehung des Textes von Anfang bis Ende auf dem Bildschirm simuliert werden, exakt so als ob er gerade geschrieben würde, mit Cursorbewegungen, Löschen, Einfügen, Blättern, Fensterwechsel, Formatieren, Hilfesuche usw.“ (Börner 1989, 46). Börner nutzt diese Echo-Funktion hauptsächlich zur Erhebung retrospektiver verbaler Daten (Interviews) im Bereich der fremdsprachlichen Textproduktion.

Aus diesen Beschreibungen wird deutlich, daß all diese Programme als integriertes Modul in einem selbstentwickelten Textverarbeitungssystem funktionieren. Hieraus folgt u. a., daß die Forscher in der Untersuchung die kommerziellen Textverarbeitungsprogramme (z. B. Word oder WordPerfect) nicht gebrauchen können und daß die Vpn dadurch gezwungen werden, in einer künstlichen – für viele von ihnen nicht vertrauten – Schreibsituation zu arbeiten. Krings (1992) sagt dazu:

Der einzige Nachteil des Systems [i. e. *DET*, LVW/LVH] besteht darin, daß die Echo-Funktion nur im Rahmen des selbst erstellten Texteditors funktioniert. Wünschbar wäre demgegenüber ein Programm, das diese Funktion auch mit jedem beliebigen kommerziellen Textverarbeitungsprogramm verbinden kann, so daß das ganze Spektrum normaler Textverarbeitungsprozesse in die Untersuchung einbezogen werden könnte und die Versuchspersonen mit einem Programm arbeiten könnten, an das sie gewöhnt sind (Krings 1992, 63).

Das Programm *Keytrap*, für MS-DOS (Windows) entwickelt, entspricht diesen Kriterien. Es wird nämlich unabhängig vom jeweils verwendeten Textverarbeitungsprogramm eingesetzt. Dadurch wird es möglich, bei empirischen Untersuchungen mit Textverarbeitungsprogrammen zu arbeiten, mit denen die Vpn vertraut sind. Die große Bedeutung von Vertrautheit und Erfahrung zeigt sich übrigens

u. a. in den Überblicksbeiträgen von Bridwell et al. (1984), Hawisher (1989) und Bangert-Downs (1993). Im folgenden Abschnitt beschreiben wir kurz, wie *Keytrap* technisch funktioniert.

3. Beschreibung des Programms *Keytrap*

Keytrap läuft unter DOS. Es ist ein ‚TSR‘-Programm, ein ‚terminate and stay resident‘ Programm, d. h. es kann mit jedem Textverarbeitungsprogramm eingesetzt werden, ohne dessen normalen Gebrauch zu behindern. *Keytrap* kann aktiviert und deaktiviert werden, ohne das Textverarbeitungsprogramm verlassen zu müssen. Der Schreibende merkt also gar nicht, ob das residente *Keytrap*-Programm aktiviert ist oder nicht. Mehr noch, die VP braucht gar nicht zu wissen, daß im Hintergrund des Textverarbeitungsprogramms noch ein anderes Programm (*Keytrap*) aktiv ist. Dadurch, daß *Keytrap* zusammen mit jedem IBM-kompatiblen Textverarbeitungsprogramm eingesetzt werden kann, können die Vpn mit dem Programm arbeiten, an das sie gewöhnt sind.

Durch diese beiden Merkmale von *Keytrap* können wir behaupten, daß der natürliche Schreibprozeß des Schreibenden in keiner Weise von der Untersuchungsmethode beeinflußt wird. In unseren Untersuchungen setzten wir *Keytrap* zusammen mit WordPerfect ein. Wie bereits erwähnt, ist dies auch mit anderen IBM-kompatiblen Textverarbeitungsprogrammen möglich.

Technisch funktioniert das Programm wie folgt (siehe Abbildung 2, S. 42): *Keytrap* fängt die Informationen auf der ‚BIOS‘-Ebene ab. Sie werden während des Schreibexperiments vorläufig im RAM (Random Access Memory = Direktzugriffsspeicher) gesichert und erst nach Ende des Experiments in einer Datei gespeichert. Diese Datei hat eine 8-Bit-Struktur. Vier Bits werden zur Identifikation der Tasten, die betätigt werden, benötigt. Die anderen vier Bits geben den genauen Zeitpunkt der Tastenbetätigung an, so daß es möglich wird, die genaue Zeitangabe zwischen zwei Tastenbetätigungen, d. h. die Pausen, zu berechnen.²

2. Beispiel einer Datei mit einer 8-Bit-Struktur (Fragment in hexadezimaler Wiedergabe)

Status	Scan	Pause a	Pause b				
22	10	80	6A	==>	‚Shift‘	+ a = A	ZP 1
20	10	D8	6A	==>	‚Normal‘	+ a = a	ZP 2

Die ersten vier Bits jeder Zeichenkette werden zur Identifikation der betätigten Tasten, die gespeichert werden, benötigt. Hierzu wird der Status (z. B. Shift, Alt, Ctrl usw.) und der Scancode der Taste erfaßt. So hat z. B. der Buchstabe *a* den Scancode 16 (= HEX 10), der ‚normale‘ Status den Kode 32 (= HEX 20) oder ‚Shift‘ den Kode 34 (= HEX 22).

Die anderen vier Bits werden gebraucht, um den genauen Zeitpunkt (Abk.: ZP) der Tastenbetätigung zu speichern. Die Zeitangabe ist bis auf 1/18.2 Sekunden (Taktabstandeinstellung des Computers) korrekt. Indem man den Zeitpunkt der einen Tastenbetätigung von der vorigen subtrahiert, erhält man die genaue Zeitangabe zwischen zwei Tastenbetätigungen (= Pause).

Im Beispiel:

$$D8\ 6A - 80\ 6A = 216 / 106 - 128 / 106 = 88 \text{ (multipliziert mit } 1/18.2 \text{ sec} = 4.83 \text{ sec)}$$

In unseren Untersuchungen betrug die Meßschwelle, ab der Pausen gespeichert wurden, eine bis drei Sekunden, je nach Fragestellung bzw. Untersuchungsziel. Dadurch blieben Pausen, die rein durch die Bedienung der Tastatur entstehen, weitgehend unberücksichtigt.³

Schematisch können wir das Funktionieren des Programms wie folgt darstellen:

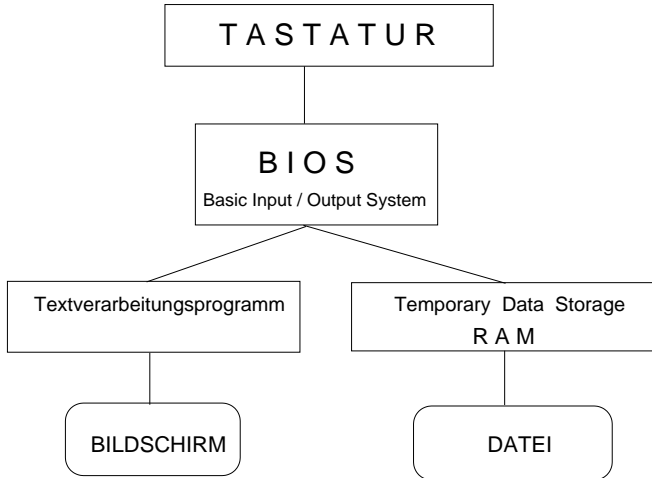


Abb. 2: Das Funktionieren des *Keytrap*-Programms

4. Von der Registrierung zum Output

Wie aus dem obenstehenden Schema deutlich wird, enthält die Grunddatei eine rein technische Datenkette von Zeitangaben und Tastaturcodes. Eine solche Datenform macht eine Interpretation des Ablaufs und der Merkmale des Schreibprozesses jedoch fast unmöglich. Wollen wir eine geeignete Beschreibungs- und Folgeungsgrundlage schaffen, müssen wir diese Grunddatei in lesbare Protokolle

3. Aus der Analyse von Pausendatenprotokollen ergibt sich, daß mehrere Pausen auch innerhalb einer Worteinheit vorkommen und/oder rein durch die Bedienung der Tastatur entstehen (z. B. Suchen von bestimmten Funktionstasten usw.). Bei der Analyse von Pausen bemühen wir uns darum, vor allem kognitive Pausen zu isolieren (siehe dazu die Pausenklassifizierung von Gorman (1990), der vier Ursachen für Pausen nennt: kommunikative Ursachen, physische Ursachen, sozial-psychologische Ursachen und kognitive Ursachen).

Auch Börner (1989) bemerkt, „daß im unteren Pausenbereich die Fähigkeit zur Bedienung der Tastatur, die im Prinzip nichts mit der kognitiv begründeten Schreibflüssigkeit zu tun hat, über die Schreibgeschwindigkeit mitentscheidet“ (Börner 1989, 46-47). In den in seinem Beitrag referierten Untersuchungen wurden die Pausen in ganzen Sekunden gemessen, und zwar mit einem Schwellenwert von 2 Sekunden. Sein Programm erlaubt jedoch auch andere Meßbereiche.

konvertieren. Dabei werden, je nach Fragestellung der Untersuchung, an die Protokolle andere Anforderungen gestellt.

In diesem Paragraphen beschreiben wir kurz verschiedene Konvertierungsmöglichkeiten, die im Rahmen eigener (Teil-)Untersuchungen entwickelt worden sind. In den verschiedenen Untersuchungen haben wir unsere Vpn jedesmal mit dem ihnen vertrauten Textverarbeitungsprogramm WordPerfect für MS-DOS arbeiten lassen.

Wir gehen nacheinander auf folgende Möglichkeiten ein:

- Konvertierung zu Papierprotokollen;
- Konvertierung zu Bildschirmprotokollen;
- Konvertierung für eine statistische Auswertung.

Zur Illustration der Konvertierungsmöglichkeiten geben wir jeweils ein Beispiel aus einem Schreibexperiment. Dabei kann selbstverständlich nicht auf die Zielsetzung und die Ergebnisse der Experimente eingegangen werden. Die Beispiele haben eine rein illustrative Funktion.

4.1 Konvertierung zu Papierprotokollen

Als erstes sollte es gelingen, die Protokolle in lesbarer Form auszudrücken, damit sie für Analysen zugänglich werden. Dafür wurde ein Konverter⁴ eingesetzt, der die binären Codes aus der Grunddatei in eine Datei umwandelt, die über die WordPerfect Makrosprache (WPM) auf Papier lesbar und interpretierbar ist. Diese Makrosprache ermöglicht eine geeignete Konvertierung der Funktionstasten zu lesbaren Funktionsangaben und bietet umfassende Edit-Erleichterungen.

Das Ergebnis ist eine chronologische Darstellung der Buchstaben- und Funktionstastenbetätigungen, inklusive der Angabe über die Pausenlänge.

Nachstehender Ausschnitt eines Protokolls mag als verdeutlichendes Beispiel einer solchen Konvertierung dienen.

Wir befinden uns in diesem Fragment im vierten Intervall der Schreibaufgabe: Etwa 32 Minuten (1950 sec) sind bereits vorbei. Die VP eröffnet den fünften Absatz mit: „Die Gewerkschaften wollen diese Rolle weiter ausbreiten, aber sie sind nicht bereit über Tarifen zu sprechen“ (sic).⁵

Beispiel (Fragment eines WPM-Protokolls)

-
4. Alle Konvertierungsprogramme wurden in Turbo Pascal geschrieben. Wir danken Herrn H. Pauwels (CCS/UFSIA – Universität Antwerpen) für die verschiedenen Programme (und Versionen), die er für diese Forschungsprojekte entwickelte.
Zur Zeit ist *Keytrap* ausschließlich als (nicht kommerziell verwertete) Arbeitsversion für gleichartige Untersuchungen verfügbar. Interessenten können sich jederzeit mit den Autoren in Verbindung stellen.
 5. Kurze Beschreibung der Schreibsituation:
Unsere VP, ein BWL-Student mit Deutsch als 3. Fremdsprache, wurde gebeten, am Computer einen Artikel zum Thema „Arbeitslosigkeit“ (DER SPIEGEL 36/1993) zusammenzufassen. Die Zusammenfassung durfte etwa anderthalb Seiten lang sein; er hatte maximal 2 Stunden zur Verfügung. Die Schreibsituation wurde auch von 2 Videokameras festgehalten.

- <1950> Die-Ge[3.86]werkschaften-wollen-diese-Rolle-weiter-ausbreiten,-abter-
{4x Backspace}er-sie-[19.95]
- <1980> sind-nicht-beri{Backspace}eit-u{Backspace}über-Tarif[7.69]en-zu-sprechen..
[23.41]
- <2010> ANd{2x Backspace}ndere[6.98]
- <2040> ,-unter-denen{13x Backspace}-(dazu-gehört-aich-{4x Backspace}uch-der-Wirys
{2x Backspace}tschaftsminister-Rexrod
- <2070> t)-[3.02]meinen-mann-m[4.07]übte-die-Löhne-[6.59]sinken-damit-
- <2100> die-[9.29]Leute-[16.32]motiviert-sind-[7.14]
- <2130> so-{3x Backspace}um-schnell-wie-möglich-aus-dem-[11.54]{9x
Backspace}-ins-
- <2160> {3x Backspace}m-Arbeitsmarkt-beschäftigt-{3x Backspace}gt-zu-wer-
den.[25.49]
- <2190> {Enter}{Enter}[65.49]
- <2220>
- <2250> {5x Oben}{45x Rechts}Sie-fürs{Backspace}chten-[13.79]
- <2280> den-Zusammenbruch-des-gesamt[4.34]te-{3x Backspace}e-Tarifsystems..
{Unten}{11x Links}
- <2310> {2x Rechts},{Unten}{Oben}[5.27]{Unten}{8x Rechts}so-{Unten}{Rechts}
{Links}..[23.30]
- <2340> {Enter}{Enter}

Anhand der Beschreibung der ersten vier Zeilen dieses Protokollfragmentes erklären wir das genutzte Notierungssystem.

Im Protokoll sehen wir, daß im ersten Satz drei mal pausiert wird (siehe Angaben in den eckigen Klammern). Aus der Videoregistrierung wird deutlich, daß die VP während dieser Pausen auf dem Bildschirm bzw. im Originaltext nachliest. Eine Pause von acht Sekunden treffen wir z. B. innerhalb des Wortes „Tarifen“ an: Scheinbar zweifelt die VP an der Endung des Wortes und liest im Originaltext nach. Hier findet sie „Tarifen“, allerdings nach der Präposition „zu“. Später, während der Revisionsphase, wird sie das „n“ löschen, und sich somit doch noch für einen Akkusativ nach „über“ entscheiden.

Es gibt drei Revisionen im ersten Satz: Sie beziehen sich auf Korrekturen von Tippfehlern, z. B. wird „abter“ bis auf „ab“ gelöscht (4x Backspace) und dann zu „aber“ ergänzt.

Auf dieselbe Art und Weise treffen wir an anderen Stellen im Protokoll Pausen und Revisionen an, aus denen auf Information in bezug auf Erwägungen auf Wort-, Satz- und Absatzebene geschlossen werden kann.

4.2 Konvertierung zu Bildschirmprotokollen

Wie aus dem obenstehenden Beispiel deutlich hervorgeht, ermöglicht ein Papierprotokoll zwar eine sehr detaillierte Beschreibung des Schreibprozesses, seine Lesbarkeit ist jedoch nicht immer optimal. Vor allem können Kodierungen für weitere Analysen nur auf sehr aufwendigem Weg in dieses Protokoll integriert werden. Die Konvertierung zu einem Bildschirmprotokoll ist eine interessante komplementäre Outputmöglichkeit. Diese Konvertierung macht es nämlich möglich, den Schreib-

prozeß in all seinen Teilschritten vollständig und systematisch am Computerbildschirm zu rekonstruieren.

Dabei können wir zwischen verschiedenen Rekonstruktionsmöglichkeiten wählen: mit exakten Pausen, ohne Pausen oder schrittweise, d. h. wir können das ‚playback‘-Programm nach jeder längeren Pause bzw. Revision pausieren lassen. Eine solche Rekonstruktion ist nicht nur praktisch für den Forscher beim Kodieren (z. B. des Revisionsverhaltens), sondern schafft auch die Möglichkeit bei retrospektiven Interviews, die Vpn mit ihrem Schreibprozeß schrittweise zu konfrontieren.

4.3 Konvertierung für eine statistische Auswertung

Mit dieser dritten Konvertierungsmöglichkeit können wir selektiv Informationen aus der Grunddatei in Dateien konvertieren, die z. B. als Input für statistische Programme wie SAS und SPSS gebraucht werden können. Der wesentliche Vorteil im Vergleich zu anderen Beobachtungsmethoden ist dabei, daß die Daten, unmittelbar nachdem *Keytrap* deaktiviert wurde, für andere EDV-Programme, z. B. statistische Programme, direkt lesbar und ohne weiteres verwendbar sind. Bei anderen Beobachtungsmethoden dagegen ist die Erhebung von Pausendaten sehr umständlich und meistens weniger exakt. So muß der Versuchsleiter, z. B. bei Video-Beobachtungen, jede einzelne Schreibunterbrechung mit Hilfe einer Stoppuhr messen und diese Information in eine Datei eingeben.

In einem der Schreibexperimente haben wir u. a. untersucht, ob die Bildschirmgröße den Ablauf des Schreibprozesses beeinflußt (van Waes 1991c). Dabei haben wir 20 Schreibprozesse an einem 66-Zeilen-Bildschirm (A4) mit 20 Schreibprozessen derselben Vpn an einem regulären 24-Zeilen-Bildschirm miteinander verglichen. Beim Versuch, die Unterschiede im Pausenverhalten festzustellen, haben wir u. a. eine Datei geschaffen, in der pro VP und pro Schreibaufgabe alle Pausendaten und Zeitangaben abgespeichert wurden. Diese kombinierte Datei schuf die Möglichkeit, auf verschiedenen Ebenen den Einfluß der beiden Bildschirmmodi auf das Pausenverhalten statistisch zu prüfen.

VP	Aufgabe	Schirmmodus	Intervall	Zeitabschnitt	Zeitangabe	Pausenlänge
5	2	1	2	4	2451	13.2
5	2	1	2	4	2473	5.4
5	2	1	2	4	2484	7.1
5	2	1	2	4	2499	2.5

Abb. 3: Beispiel einer Pausendatei (Fragment)

Jede Zeile dieses Fragmentes enthält folgende Angaben (hier anhand der ersten Zeile erläutert): Kode für die VP (5), Kode für die Schreibaufgabe (2), Kode für den gebrauchten Schirmmodus (1 = 66-Zeilen Bildschirm), Bezeichnung des Intervalls (2 = wir befinden uns im 2. Zehntel der gesamten Schreibprozeßzeit), Be-

zeichnung des Zeitabschnittes (4 = in der Zeitspanne zwischen 40 und 50 Minuten), Zeitangabe, an dem die Pause beginnt (2451 sec) und schließlich die Pausenlänge (13.2 sec).

Wenn wir solche Daten verschiedener Vpn in verschiedenen Schreibsituationen zusammenfügen und als Input für eine SPSS-Datei gebrauchen, ergibt die statistische Verarbeitung z. B. nachstehende Tabelle (Abbildung 4).

Vergleich der durchschnittlichen Länge von Pausen zwischen den unterschiedlichen Absätzen eines Textes beim Gebrauch eines 24-Zeilen-Bildschirms vs. 66-Zeilen-Bildschirm:

	24-Zeilen-Schirm	66-Zeilen-Schirm	Sign. ^o
1. Hälfte des Schreibprozesses	29.73 sec	30.06 sec	0.743
2. Hälfte des Schreibprozesses	18.54 sec	24.30 sec	0.021*
Gesamte Pausenlänge	25.31 sec	27.56 sec	0.501

^o p-Wert des ‚Wilcoxon Matched-pairs Signed-ranks‘ Tests auf der Grundlage der durchschnittlichen Pausenlänge pro Person
* Signifikanzniveau festgelegt bei $p < 0.05$

Abb. 4: Beispiel eines statistischen Output (SPSS)

Die Tabelle zeigt an, ob es bedeutsame Unterschiede in der Pausenlänge beim Gebrauch eines 24-Zeilen-Bildschirms gegenüber dem Gebrauch eines 66-Zeilen-Bildschirms gibt. In der Tabelle vergleichen und prüfen wir auch die Unterschiede zwischen den Pausenlängen in der ersten Hälfte (Intervall 1-5) und in der zweiten Hälfte des Schreibprozesses. Aus dieser Tabelle geht z. B. hervor, daß der allgemeine Vergleich der Pausenlänge zwischen beiden Bildschirmmodi keine bedeutsamen Unterschiede zeigt. Andererseits sehen wir, daß, wenn wir das Pausenverhalten in der zweiten Hälfte des Schreibprozesses vergleichen, der größere Bildschirm zu längeren Pausen Anlaß gibt.

Derartige Daten können auch als Input für Grafikprogramme verwendet werden. Die nachstehende Graphik zeigt, wie die Pausenlänge und die Anzahl der Pausen im Ablauf des Schreibprozesses variieren.

Abbildung 5 zeigt in detaillierter Weise, wie eine VP bei einer Schreibaufgabe mit dem Computer vs. eine Schreibaufgabe mit ‚pen and paper‘ die Pausen und deren Länge über den Schreibprozeß verteilt.

Verteilung der Anzahl der Pausen und der Pausenlänge (sec) pro Intervall bei derselben VP in zwei Schreibmodi: Computer und ‚pen & paper‘ (Abk.: p&p)

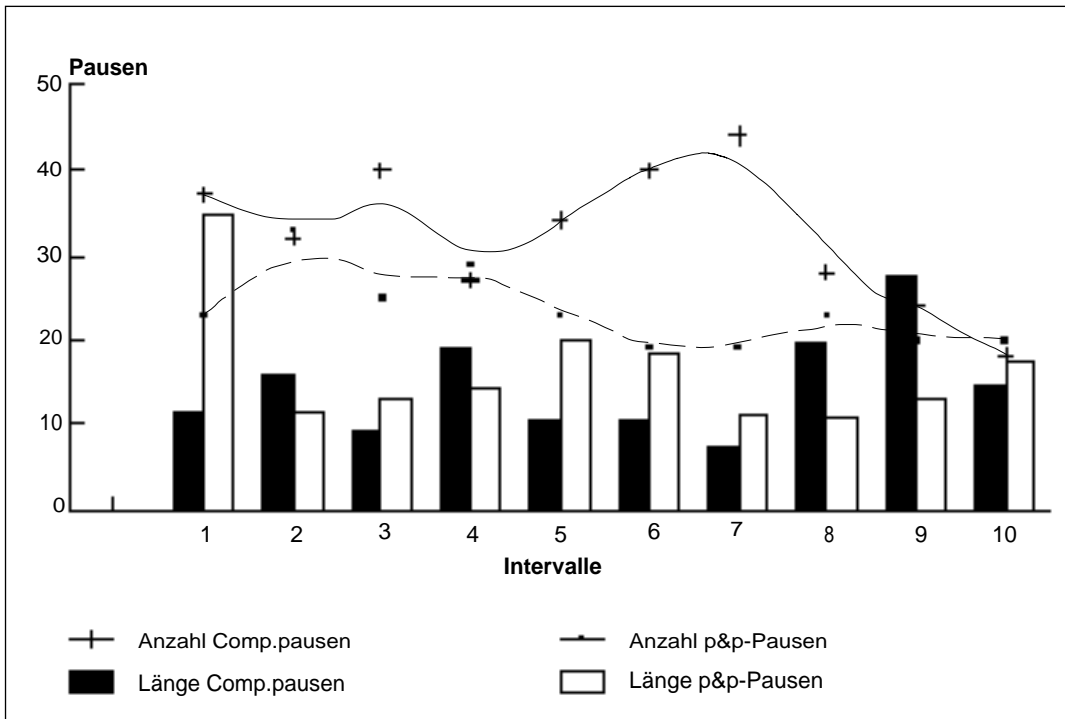


Abb. 5: Beispiel eines graphischen Output (Harvard Graphics)

Anhand der Kurven in Abbildung 5 können wir u. a. feststellen, daß es im gesamten Schreibprozeß einen konstanten Trend gibt, im Computermodus öfter als im p&p-Modus zu pausieren.⁶ Die deutlichsten Unterschiede bei dieser VP treten in den Intervallen 6 und 7 auf: Hier gehen die Kurven am weitesten auseinander. Im Computerschreibprozeß nimmt die Anzahl der Pausen in diesen Intervallen zu; im p&p-Schreibprozeß dagegen sinkt die Anzahl der Pausen im selben Zeitabschnitt. Der wesentliche Unterschied ist folgender: Im Computermodus wird in diesem Zeitabschnitt die erste Version des Textes beendet; im p&p-Modus befindet sich die VP zum gleichen Zeitpunkt in einer Phase, in der die erste Version bearbeitet und kopiert wird.

6. Wir entschieden uns dafür, die Anzahl der Pausen und die Pausenlänge in einer Abbildung zusammenzubringen. Das hat jedoch zur Folge, daß wir die Y-Achse als doppelte Maßangabe gebrauchen. Einerseits gibt sie die Anzahl der Pausen an (Zählung der Pausen für die Kurven), andererseits gibt sie die Anzahl der Sekunden an (Pausenlänge für das Histogramm).

5. Anwendungsbereiche

In diesem Abschnitt beschreiben wir einige Anwendungsbereiche, in denen *Keytrap* einsetzbar ist. Es handelt sich dabei selbstverständlich ausschließlich um die Beobachtung von Vpn, die am Computer arbeiten.

Anwendungsbereiche:

- deskriptive Schreibprozeßforschung (mikro – meso – makro);
- methodologische Schreibprozeßforschung;
- Schreibdidaktik.

Der erste Anwendungsbereich ist die *deskriptive Schreibprozeßforschung*. Die *Keytrap*-Beobachtung ermöglicht nämlich die sehr detaillierte Beschreibung beobachteter Schreibprozesse. Vor allem in quantitativ orientierter Forschung ist es möglich, – durch die on-line-Verfügbarkeit der Daten – auf schnellstem Wege Zeit-, Pausen- und Revisionsdaten zu sammeln und zu verarbeiten.

Einige Beispiele: Beschreibung von Revisionsstrategien erfahrener und weniger erfahrener Schreiber (= Schreibforschung auf Mikro-Ebene), Klassifizierung von Schreibern in Schreibprofilen mit Hilfe einer Clusteranalyse (= Meso-Ebene), Vergleich des Pausenverhaltens in deskriptiven und persuasiven Texten (= Makro-Ebene).⁷

Auch für die *methodologische Schreibprozeßforschung* ist die *Keytrap*-Beobachtung einsetzbar. Dadurch, daß *Keytrap* auf keinerlei Weise den Ablauf des Schreibprozesses beeinflusst, ist es möglich, diese Untersuchungsmethode zusammen mit anderen Methoden einzusetzen. Hierdurch wird die Möglichkeit geschaffen, den Einfluß bestimmter Untersuchungsmethoden auf den Schreibprozeß zu prüfen.

So haben wir z. B. eine empirische Untersuchung durchgeführt, bei der die zentrale Frage war: Auf welche Art und Weise beeinflusst das Verfahren des Lauten Denkens den Ablauf des Schreibprozesses (Janssen et al. 1994)? In dieser Untersuchung beauftragten wir 20 Vpn, zwei Texte in zwei verschiedenen Situationen zu schreiben: in einer ‚stummen Schreibsituation‘, bei der die Beobachtung mit Hilfe des *Keytrap*-Programms durchgeführt wurde, und in einer ‚Schreibsituation des Lauten Denkens‘, bei der die *Keytrap*-Beobachtung mit der Tonbandaufnahme eines LD-Protokolls kombiniert wurde. Die *Keytrap*-Beobachtung war somit die Konstante, die es ermöglichte, den Ablauf des Schreibprozesses in den zwei Schreibsituationen zu vergleichen. Dazu wurde der Schreibprozeß in Pausen- und Revisionsvariablen operationalisiert.

Schließlich ist das *Keytrap*-Programm auch für *schreibdidaktische Zwecke* einsetzbar. Trotz der überzeugenden Plädoyers, sich auch in der Schreibdidaktik auf den

7. In Untersuchungen, die den Gebrauch des Textverarbeitungsprogrammes an sich analysieren möchten, ist *Keytrap* ebenfalls einsetzbar. So ist es z. B. möglich, die (ergonomische) Qualität einer Schnittstelle oder den Gebrauch von Funktionstasten beim Editieren mit Hilfe von *Keytrap* zu untersuchen.

Schreibprozeß an sich zu konzentrieren, sind didaktische Schreibmethoden noch immer überwiegend produktorientiert. Es ist in der Praxis nämlich sehr schwierig, den Prozeßcharakter des Schreibens didaktisch anwendbar umzusetzen.

Keytrap bietet hier jedoch eine Reihe von Möglichkeiten. So ist es z. B. möglich, beim Schreibunterricht in einem Computerklassenzimmer während einer Schreibübung das Programm an einigen Computern zu aktivieren. Durch frontale Projektion kann dann zu einem passenden Zeitpunkt die Rekonstruktion des Schreibprozesses von einem der Studenten angeschaut und kommentiert werden. Einige zentralen Fragen, denen man während einer solchen Besprechung nachgehen kann, lauten: Wie ist das Produkt bis jetzt entstanden? Was war der Anlaß für bestimmte Revisionen? Wie haben andere Studenten ähnliche Probleme gelöst?

Auch ist es möglich, von vornherein einen erfahrenen Schreiber dieselbe Schreibaufgabe ausführen zu lassen. Während des Unterrichts kann dann die Genese des Expertentextes mit Hilfe der *Keytrap*-Rekonstruktion detailliert besprochen werden. Eine derartige Konfrontation kann in hohem Maße sensibilisierend und motivierend wirken („Auch bei einem erfahrenen Schreiber ist der Text nicht gleich ab dem ersten Mal gut ...“) und fügt dem möglichen Vergleich von Endprodukten eine zusätzliche Dimension hinzu.

6. Schlußbemerkungen

Der Computer hat die Schreiblandschaft eingreifend verändert. Die Beantwortung der Fragen, wie Textproduzenten sich diesem neuen Schreibmedium anpassen und wie die Verwendung eines Textverarbeitungsprogrammes den Ablauf des Schreibprozesses beeinflußt, wurde in den 80er Jahren zu einem wichtigen Forschungsgegenstand. Mit der Einführung des Computers ist jedoch nicht nur ein für die Schreibforschung neues Interessengebiet entstanden, sondern es haben sich auch neue Forschungsmethoden entwickelt. Der Computer als Forschungsinstrument bietet uns nämlich die Möglichkeit, äußerst genaue Daten über den Ablauf des Schreibprozesses zu sammeln.

Im vorliegenden Beitrag haben wir beschrieben, wie das Programm *Keytrap* uns ermöglicht, Tastenbetätigungen und Pausenzeiten zu registrieren, ohne den normalen Ablauf des Schreibprozesses zu beeinflussen. Mehrere Rekonvertierungsprogramme machen es uns möglich, den Schreibprozeß auf verschiedene Weisen zu rekonstruieren, je nach beabsichtigtem Anwendungs- bzw. Untersuchungsziel. Vor allem für quantitativ orientierte Schreibforschung, aber auch für schreibdidaktische Anwendungen ist dieses Beobachtungsinstrument eine bedeutsame Ergänzung der bestehenden Forschungsmethoden.

Ein Problem für die Schreibforschung ist jedoch der momentane Mangel an Klarheit über die spezifische Einsatzfähigkeit, Anwendbarkeit, Rückwirkung und Validität der gebrauchten Methoden. Forschung, die sich mit diesem Problem befaßt, steht unseres Erachtens ganz oben auf der Liste der Forschungsdesiderata.

Literaturverzeichnis

- Bangert-Downs, R. L. (1993): The Word Processor as an Instructional Tool. A Meta-Analysis of Word Processing in Writing Instruction. In: *Review of Educational Research* 63/1, pp. 69-93.
- Blau, S. (1983): Invisible writing. Investigating cognitive processes in writing. In: *College Composition and Communication* 34, pp. 297-312.
- Börner, W. (1989): Planen und Problemlösen im fremdsprachlichen Schreibprozeß. Einige empirische Befunde. In: Klenk, U./ Körner, K. H./ Thümmel, W. (Hrsg.): *Variatio Linguarum. Beiträge zu Sprachvergleich und Sprachentwicklung. Festschrift zum 60. Geburtstag von Gustav Ineichen*. Wiesbaden: Steiner, S. 43-62.
- Bridwell, L. S./ Nancarrow, P. R./ Ross, D. (1984): The writing process and the writing machine. Current research on word processors relevant to the teaching of composition. In: Beach, R./ Bridwell, L. S. (eds.): *New directions in composition research*. New York: Guilford, pp. 381-398.
- Britton, J. et al. (1975): *The Development of Writing Abilities*. London: Macmillan Education.
- Daiute, C. A. (1986): Physical and cognitive factors in revising. Insight from studies with computers. In: *Research in the Teaching of English* 20/2, pp. 141-159.
- Durst, R. K. (1990): The mongoose and the rat in composition research. Insights from the RTE Annotated Bibliography. In: *College Composition and Communication* 41/4, pp. 393-408.
- Flinn, J. Z. (1987a): Case studies of revision aided by keystroke recording and replaying software. In: *Computers and Composition* 5/1, pp. 31-43.
- Flinn, J. Z. (1987b): Programming software to trace the composing process. In: *Computers and Composition* 5/1, pp. 45-49.
- Flower, L. S./ Hayes, J. R. (1981): A cognitive process theory of writing. In: *College Composition and Communication* 32, pp. 365-387.
- Garman, M. (1990): *Psycholinguistics*. Cambridge: University Press.
- Gould, J. D. (1980): Experiments on composing letters. Some facts, some myths and some observations. In: Gregg, L. W./ Steinberg, E. R. (eds.): *Cognitive processes in writing*. Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum, pp. 97-127.
- Greene, S./ Higgins, L. (1994): "Once Upon a Time". The Use of Retrospective Accounts in Building Theory in Composition. In: Smagorinsky, P. (ed.): *Speaking about Writing. Reflections on Research Methodology*. Thousand Oaks, London: Sage Publications, pp. 115-140.
- Hawisher, G. E. (1989): Research and recommendations for computers and composition. In: Hawisher, G./ Selfe, C. (eds.): *Critical perspectives on computers*. New York, London: Teachers College Press, pp. 44-69.
- Hill, A./ Wallace, D. L./ Haas, Chr. (1991): Revising On-Line. In: *Computers and Composition* 9/1, pp. 83-110.
- Jansen, C. (1994): Computerised writing aids. Do they really help? In: Steehouder, M. et al. (ed.): *Quality of technical documentation*. Amsterdam: Rodopi.
- Janssen, D./ Schilperoord, J./ van Waes, L./ Wassenaar, W. (1994): Effecten van hardop denken op het schrijfproces [Effekte des Lauten Denkens auf den Schreibprozeß]. In: Maes, A./ van Hauwermeiren, P./ van Waes, L.: *Perspectieven in Taalbeheersingsonderzoek*. Dordrecht: ICG Publications, pp. 177-190.
- Krings, H. P. (1992): Schwarze Spuren auf weißem Grund. Fragen, Methoden und Ergebnisse der Schreibprozeßforschung im Überblick. In: Krings, H. P./ Antos, G. (Hrsg.): *Textproduktion. Neue Wege der Forschung*. Trier: Wissenschaftlicher Verlag [Fokus; 7], S. 45-110.
- Matsuhashi, A. (1981): Pausing and planning. The tempo of written discourse. In: *Research in the Teaching of English* 15, pp. 113-134.
- Matsuhashi, A. (1982): Explorations in the real-time production of written discourse. In: Nystrand, M. (ed.): *What writers know. The language, process, and structure of written discourse*. New York: Academic Press, pp. 269-290.

-
- Matsuhashi, A. (ed.) (1987): Writing in real time. Modelling production processes. Norwood, N. J.: Ablex Publications.
- Severinson Eklundh, K./ Kollberg, P. (1993): Translating keystroke records into a general notation for the writing process. In: Ahrenberg, L. (ed.): Papers from the Third Nordic Conference on Text Comprehension in Man and Machine. Dept. of Computer and Information Science, Linkping University, Sweden.
- Smagorinsky, P. (1994): Speaking about Writing. Reflections on Research Methodology. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Waes, L. van (1988): Writing business letters with and without a word processor. Paper presented at the International Convention of the Association for Business Communication, Indianapolis.
- Waes, L. van (1991a): De computer en het schrijfproces. De invloed van de tekstverwerker op het pauze- en revisiegedrag van schrijvers [Der Computer und der Schreibprozeß. Der Einfluß des Textverarbeiters auf das Pausen- und Revisionsverhalten von Schreibern]. Enschede: WMW-publikatie.
- Waes, L. van (1991b): The influence of the computer on writing profiles. In: Pander Maat, H./ Steehouder, M. (eds.): Functional Text Quality. Utrecht Series on Communication and Language Studies, Vol 1. Amsterdam/Atlanta: Rodopi, pp. 173-186.
- Waes, L. van (1991c): De invloed van de schermgrootte op het revisiegedrag [Der Einfluß der Bildschirmgröße auf das Revisionsverhalten]. In: Bax, M./ Vuijk, W. (eds.): Thema's in de taalbeheersing. Dordrecht: ICG Publications, pp. 240-252.