

Reihe „Pädagogik und Fachdidaktik für LehrerInnen“

Herausgegeben von der
Abteilung „Schule und gesellschaftliches Lernen“

des Instituts für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung
der Universität Klagenfurt

Barbara Marosits

Das Internet als Mittel zur Informationsbeschaffung

Wo das Chaos auf die Ordnung trifft, gewinnt meist das Chaos, weil es besser organisiert ist.

PFL-Mathematik

IFF, Klagenfurt, 2002

Betreuung:
Edith Schneider

Die Universitätslehrgänge „Pädagogik und Fachdidaktik für LehrerInnen“ (PFL) sind interdisziplinäre Lehrerfortbildungsprogramme der Abteilung „Schule und gesellschaftliches Lernen“ des IFF. Die Durchführung der Lehrgänge erfolgt mit Unterstützung des BMBWK.

Inhaltsverzeichnis

1 Ausgangspunkt	Seite	1
2 Forschungsfragen	Seite	2
3 Durchführung der Internet-Recherche	Seite	2
3.1 Datenerhebung	Seite	3
3.1.1 Erste Doppelstunde	Seite	3
3.1.2 Zweite Doppelstunde	Seite	3
3.1.3 Zweiter Abschnitt	Seite	4
3.2 Schülerinterviews	Seite	4
4 Meine Beobachtungen – ein Interpretationsversuch	Seite	5
4.1. Beobachtungen anhand der Lehrer- und Schülerprotokolle	Seite	5
4.2 Auswertung der Fragebögen und Interviews	Seite	7
4.3 Ergebnisse des zweiten Abschnitts	Seite	9
5 Erkenntnisse und Ausblick	Seite	11
Anhang		
A1 Lehrerprotokolle	Seite	14
A2 Schülerprotokollblatt	Seite	16
A3 Schülerprotokolle	Seite	17
A4 Fragebogen	Seite	20
A5 Auswertung der Fragebögen	Seite	21
A6 stichwortartige Aufzeichnung der Interviews	Seite	24
A7 Schülerwebseiten zu Anwendungsgebieten	Seite	28

Das Internet als Mittel zur Informationsbeschaffung

Abstract

Die vorliegende Studie beschäftigt sich mit dem Internet als Mittel zur Informationsbeschaffung.

Die zentrale Frage war, ob meine Schüler in der Lage sind, relevante Informationen zu einem eher weit gesteckten Thema – im speziellen Fall: „Anwendungsgebiete der Chaostheorie“ – im Internet zu finden und ob sie diese Informationen auf ihre Richtigkeit überprüfen.

Jeder Schüler erstellte an Hand seiner im Internet gefundenen Informationen eine Zusammenfassung eines Themas, das ihn interessierte.

Mit Hilfe von Fragebögen und Interviews versuchte ich, Erkenntnisse über den Umgang der Schüler mit dem Internet zu erhalten.

In dieser Studie bin ich zu dem Ergebnis gekommen, dass das Internet sparsam und gezielt eingesetzt werden muss, dass die Suchgebiete für die Schüler besser genau abgegrenzt sind und dass es wichtig ist, interessante Internetseiten sofort in eine Datei zu kopieren, oder Wesentliches zu verarbeiten, da ein Wiederauffinden nach einigen Wochen oder Monaten oft nicht möglich ist.

Mag. Barbara Marosits

BG/BRG Weiz

Offenburger Gasse 23

A-8160 Weiz

barbara.marosits@bgweiz.at

1. Ausgangspunkt

Da ich in dieser Gruppe fünf Burschen und ein Mädchen unterrichte, werde ich in der vorliegenden Arbeit immer nur die männlichen Formen verwenden, um nicht direkt auf dieses Mädchen zu verweisen. Selbstverständlich gelten alle Aussagen sowohl für die Burschen als auch für das Mädchen.

Ich habe das Glück, sechs Schüler einer 7. Klasse Realgymnasium, bereits das zweite Jahr im Wahlpflichtfach Mathematik unterrichten zu dürfen. Diese sechs Schüler sind äußerst interessiert und neuen, ihnen unbekanntem Themen gegenüber sehr aufgeschlossen. Im allgemeinen nehmen sie aktiv am Geschehen teil und bringen auch selbst viel Interessantes – z.T. auch für mich Unbekanntes – in den Unterricht ein.

Auf der Suche nach interessanten Themen, die vom herkömmlichen Mathematikunterricht abweichen, rückte bald die Chaostheorie in unser Blickfeld.

Wir hörten einen Vortrag von Prof. Peitgen, von der Universität Bremen, an der TU Graz im Mai 2001 und im WS 2001/02 beschäftigten wir uns mit grundlegenden Begriffen der Chaostheorie. Wir besprachen Begriffe wie Attraktoren, Fixpunkte, Fraktale, Mandelbrotmengen. Die Schüler lernten auch die Dimension von Fraktalen zu bestimmen und da – bis auf das Mädchen – alle Schüler auch das Wahlpflichtfach Informatik besuchen, versuchten die Schüler auch Fraktale und Apfelmännchen zu programmieren.

Den Abschluss bildete ein Projekt mit dem Thema: „Anwendungen der Chaostheorie im Alltag.“

Als Mittel zur Informationsbeschaffung für dieses Projekt eignete sich – meiner Meinung nach – am Besten das Internet, da aktuelle Unterlagen zu diesem doch recht neuen Gebiet auf herkömmlichem Weg nur schwer, wenn überhaupt, zu beschaffen sind.

Mit diesem Projekt verfolgte ich zwei Ziele:

Einerseits wollte ich die Schüler selbst entdecken lassen, in wie vielen Bereichen die Chaostheorie bereits eine Rolle spielt, andererseits bot sich für mich die Gelegenheit, Erkenntnisse über den Umgang der Schüler mit dem Internet zu gewinnen.

Aus früheren Referaten wusste ich, dass die Schüler dieser Wahlpflichtfachgruppe sehr gerne auf die Möglichkeiten des Internet zurückgreifen, und auch recht geschickt damit umgehen.

Für mich stellten sich jedoch folgende Fragen:

? Holen sie nur Seiten, die sie unreflektiert 1:1 für ein Referat übernehmen, oder können sie schon Wesentliches von Unwesentlichem filtern?

? Verwenden sie die ihnen zur Verfügung stehende Zeit für intensive Nachforschungen oder gleiten sie immer wieder auf andere Seiten ab (Chatten, Spiele etc.)?

? Überprüfen sie, ob die Informationen die sie finden auch zutreffen? Und wenn ja, wie findet diese Überprüfung statt?

? Kurz, sind meine Schüler in der Lage, selbstständig aus dem Internet, zu einem mathematischen Themengebiet, relevante Informationen zu finden, ohne dass man ihnen genaue Suchanleitungen oder genau eingeschränkte Themengebiete vorgibt?

Diese Fragen beschäftigten mich schon seit einiger Zeit. Daher beschloss ich, die Schüler bei ihren Internet-Recherchen für das Projekt zu beobachten und ihr Verhalten gemeinsam mit

einer Kollegin zu protokollieren. Ich hoffte, zu erfahren, ob Schüler fähig sind, für eher weitgesteckte Themen relevante Informationen zu finden, diese zu hinterfragen und daraus auch etwas zu profitieren.

Warum gerade das Internet ins Zentrum meiner Nachforschungen gerückt ist, liegt wohl auf der Hand: Im IT-Zeitalter des beginnenden 3. Jahrtausends, wo alles sofort verfügbar sein muss, ist das Internet für die meisten Jugendlichen ein selbstverständliches Medium, das innerhalb kürzester Zeit eine Vielzahl von Informationen liefert, leicht zugänglich ist und meiner Meinung nach für die Schüler einen gewissen Motivationsfaktor darstellt.

Die vorliegende Studie soll zur Klärung meiner untenangeführten Forschungsfragen beitragen.

2. Forschungsfragen

- Sind meine Schüler in der Lage relevante Informationen (d.h.: Anwendungsgebiete, konkrete Beispiele und den zugehörigen mathematischen Hintergrund) zum Thema „Anwendungen der Chaostheorie“ im Internet zu finden?
- Welcher Art sind diese Informationen?
- Überprüfen meine Schüler den Inhalt einer Website? Wenn ja – Wie?
- Geht das Ergebnis der Internet-Recherche tiefer, wenn das Themengebiet enger vorgegeben ist?

3. Durchführung der Internet-Recherche

In der letzten Unterrichtsstunde vor Beginn unserer Internet-Recherche hatte ich den Schülern bereits das Projekt erklärt und sie gebeten, sich selbstständig in Zweier-Teams zusammen zu tun. Ich hatte ihnen auch gesagt, dass sie Informationen zum Thema „Anwendungen der Chaostheorie“ und, wenn möglich, auch mathematische Informationen suchen sollten.

Die Recherche selbst gliederte sich in 2 Abschnitte:

Der erste Abschnitt setzte sich aus zwei Doppelstunden zu je 100 Minuten zusammen.

Die erste Doppelstunde diente der Informationsbeschaffung am Computer.

In der zweiten Doppelstunde berichteten die Schüler über ihre Ergebnisse und wir einigten uns gemeinsam auf die weitere Vorgangsweise.

Der zweite Abschnitt hat sich zufällig ergeben.

Über die Weihnachtsferien suchte jeder zu einem ihm am interessantesten erscheinenden Thema Informationen, fasste diese zusammen und veröffentlichte das Ergebnis auf seiner Homepage.

3.1. Datenerhebung

3.1.1. Erste Doppelstunde

Wir trafen uns bereits zu Beginn dieser Stunde im Informatiklehrsaal, die Schüler erhielten ein Protokollblatt [siehe Anhang A2] in das sie die gefundenen

Webadressen

Autoren und Titel der Beiträge

stichwortartig den Inhalt der Beiträge

die Verweildauer auf den jeweiligen Seiten

eintragen sollten.

Es war den Schülern freigestellt, ob sie sich in einen Bereich vertiefen, oder so viele Bereiche wie möglich ausfindig machen wollten. Sie sollten jedoch auch auf mathematische Inhalte achten.

Durch dieses Protokollblatt wollte ich erreichen, dass der Suchvorgang „lückenlos“ dokumentiert wurde.

3.1.2. Zweite Doppelstunde

Die zweite Doppelstunde war zweigeteilt: Zuerst bat ich sie, einen Fragebogen auszufüllen. [Anhang A3], um Informationen zu meinen Forschungsfragen zu erhalten, anschließend berichteten die Schüler von ihren Erfahrungen und zählten die ihnen am interessantesten erscheinenden Suchergebnisse auf .

Themen, die die Schüler interessant fanden und über die sie eventuell Näheres wissen wollten

Schweinepreis

Straßenverkehr – Stau

Population: Luchs

Chiffriertechnik

Dateikomprimierung

Wetter

Medizin: Herz, Osteoporose, Stoffwechsel, Injektionsverteilung im Körper

Marketing

Internet

Es war die letzte Stunde vor den Weihnachtsferien und die Schüler schlugen **selbst** vor, jeder für sich, in den Ferien aus dem oben angeführten Themenkatalog, zu einem Gebiet noch mehr Informationen zu suchen und die Ergebnisse selbst auf ihrer Homepage ins Internet zu stellen, was auch tatsächlich nach den Weihnachtsferien geschah.

Die Fortsetzung der Forschungsarbeit in den Weihnachtsferien war ursprünglich von mir nicht geplant (welcher Schüler arbeitet freiwillig in den Ferien für die Schule?). Die Schüler verspürten jedoch offenbar selbst den Drang ihre noch unvollständigen Ergebnisse zu komplettieren und den angerissenen Themen nachzugehen.

Diese unvorhergesehene Entwicklung hat mir aber die Möglichkeit gegeben, meine Forschungsfrage auszuweiten und zu untersuchen, ob das Ergebnis der Internet-Recherche tiefer geht, wenn das Themengebiet genauer definiert ist.

3.1.3 Zweiter Abschnitt

Nach einigen Überlegungen wählten die Schüler folgende Themen für genauere Nachforschungen:

- Stau im Straßenverkehr
- Luchspopulation
- Datenkomprimierung
- Wetter(vorhersage)
- Chaos und Internet
- Chiffriertechnik

Nach den Weihnachtsferien stellten die Schüler ihre Ergebnisse kurz vor, wobei ich mich jeder Bewertung enthielt. Sie sollten selbst entscheiden, ob sie mit ihrer Information zufrieden waren. Ein Schüler stellte dann Webspaces auf seiner Homepage zur Verfügung, sodass wir unter dem Link WPG-Mathematik auf alle Beiträge zugreifen konnten.

Zur Gestaltung ihrer Internetseiten ist anzumerken, dass manche Schüler ihre Anforderungen, die sie an fremde Seiten stellen – in Hinblick auf Übersichtlichkeit, Klarheit der Farben, gute Strukturierung, kein dunkler Hintergrund, große Schrift, gute Lesbarkeit [siehe Interviews A5] – selbst nicht erfüllen.

Drei ausgewählte Themen findet der Leser im Anhang. [Anhang A7]

3.2. Schülerinterviews

Bei der Bearbeitung meiner Forschungsfragen stellte ich fest, dass mir noch direkte Informationen durch die Schüler fehlten. Ich beschloss daher, mit vier Schülern noch ein Interview durchzuführen.

Es waren sehr angenehme und offene Gespräche in denen ich auf die Beantwortung folgender Fragen achtete:

- Wann liest du eine Website genauer durch? Welche Kriterien müssen sie erfüllen?
- Hast du bei deiner Recherche in den Weihnachtsferien überprüft, ob die Informationen stimmen? Wie hast du das überprüft und woran glaubst du die Richtigkeit erkannt zu haben?
- War es schwierig, konkrete Anwendungsbeispiele zu finden? Waren auch mathematische Ausführungen dabei? In welchem Schwierigkeitsgrad waren diese mathematischen Ausführungen?
- Denk an die Suche zu deinem konkreten Thema: War es für dich einfacher Informationen zu finden, nachdem das Thema genau abgegrenzt war? Hast du gezielter und ausdauernder nach ausführlichen Infos gesucht?
Bist du mehreren Hinweisen (Links) nachgegangen?
Wie viele Links hast du ca. für die Bearbeitung deines Themas gebraucht?

4. Meine Beobachtungen – ein Interpretationsversuch

4.1. Beobachtungen zur ersten Doppelstunde anhand der Lehrer- und Schülerprotokolle

Jedes Zweier-Team arbeitete gemeinsam an einem Computer. Ich hatte eine Kollegin, mit der ich schon öfters gegenseitige Unterrichtsbeobachtungen durchgeführt hatte, gebeten, mich zu unterstützen und dabei auf folgende Punkte zu achten:

- wie gehen die Schüler an die Aufgabe heran?
- werden verschiedene Suchmaschinen eingesetzt?
- verfolgen sie Querverweise?
- drucken sie alles aus oder selektieren sie?
- treten Schwierigkeiten auf und welcher Art sind diese?
- suchen sie mehrere Anwendungsbereiche oder geben sie sich mit einem zufrieden?
- Vergleichen sie, wenn andere Schüler zum selben Thema Informationen gefunden haben?

Wir hatten uns die Beobachtung der drei Gruppen folgendermaßen aufgeteilt: Meine Kollegin beobachtete das Team III und ich Team I. Die Arbeit des Teams II wurde von uns beiden verfolgt.

Anschließend verfertigten wir gemeinsam aus unseren Aufzeichnungen das Lehrerprotokoll für jedes einzelne Team.

Die nachfolgenden Aussagen sind durch die Lehrer- und Schülerprotokolle belegt. [Anhang: A1 und A3].

Die Schüler fanden in einer „Nettoarbeitszeit“ von ca. 75 Minuten 6-10 erwähnenswerte Adressen die zu recht verschiedenen Themen führten. Insgesamt wurden von allen drei Teams 19 Seiten notiert.

Innerhalb von ca. 3-4 Minuten entschieden die Schüler ob sie die gefundene Site weiterverwenden konnten, oder ob sie uninteressant sei.

Viel Zeit ging für das Notieren der Adressen auf. Leider hatte ich vorher nicht daran gedacht, sie die Adressen in eine Datei kopieren zu lassen, was mehrere Vorteile gehabt hätte: Zeitersparnis für die Schüler und leichteres nachträgliches Aufsuchen der entsprechenden Seiten. Durch ungenaue und undeutliche Schreibweise musste ich bei vielen Adressen die Schüler um „Schriftdeutung“ bitten.

Es gab insgesamt 5 Seiten, die von 2 Gruppen besucht wurden:

II (1) bedeutet, dass es sich um Link Nr. (1) im Schülerprotokoll [Anhang A3] von Team II handelt.

www.chaos-theorie.de: wurde von den Gruppen II und III aufgesucht [II (1) und III (7)]. Beide waren der Meinung, dass der Inhalt nicht sehr brauchbar sei. Es handelte sich um Aufsätze zur Chaostheorie, die **mir** auf den ersten Blick sehr interessant erschienen. Leider hatte ich damals verabsäumt, das für mich Interessante in einen File zu kopieren, oder auszudrucken. Ich begnügte mich mit einer Anmerkung bei der Adresse. Als ich Anfang April, beim Verfassen dieser Seiten, nochmals die Site aufrief, stellte ich fest, dass sie seit ihrer letzten Änderung im Februar dieses Jahres ihren Inhalt verändert hatte. Viele der damaligen Aufsätze waren nicht mehr angeführt. Das ist bereits ein großes Problem des

Internet. Man speichert eine Adresse mit nützlichen Informationen und nach nicht allzu langer Zeit sind entweder die Informationen verändert, Beiträge ausgetauscht oder die URL nicht mehr auffindbar.

www.tu-berlin.de: ebenfalls bei Gruppe II und III: [II (4) und III (2)]. Während die Gruppe III innerhalb einer Minute feststellte, dass sie nichts finden würde, versuchte die Gruppe II eine Viertelstunde später, 16 Minuten lang, zu Informationen zu kommen. Außer einer Presseaussendung zu einer Tagung fanden sie nichts Verwertbares.

Bei meinem Besuch auf dieser Seite wurde ich schon fündig, man musste allerdings auch innerhalb der Homepage der TU-Berlin noch den Suchbegriff eingeben, um zu Informationen zu kommen. Daraus könnte man folgern, dass den Schülern eine gewisse Hartnäckigkeit beim Aufspüren von Informationen fehlt.

www.tugraz.at: war die Ausgangssite der Gruppe I und die letzte Site der Gruppe II, [I (1) und II (9)]. War ebenfalls für beide Gruppen nicht sehr interessant. Sie fanden die Kurzfassung einer Diplomarbeit von Ernst Pichler zu „Anwendungen der Chaostheorie am Herzen“. Zu viele medizinische Fachvokabel schreckte Gruppe II von weiteren Nachforschungen ab.

www.diplomica.com: die beiden Teams I und II, [I(2) und II (8)] fanden die Beiträge dieser Seite interessant und wollten sie zu Hause genauer überprüfen, wobei dem Team II, das erst 10 Minuten vor Schluss dorthin gelangt war, schon deutliche Ermüdungserscheinungen anzumerken waren [siehe Lehrerprotokoll, Anhang A1].

www.schulen.duesseldorf.de: Es war Seite 5 von Team I und Seite 9 von Team III. Es handelte sich um Seiten zum Thema „Wachstumodynamik und Chaos“. Die beiden Teams waren recht interessiert, sie verbrachten doch 10 bzw. 13 Minuten bei diesem Link. Team III verwendete ihn auch für die selbstständige Recherche in den Weihnachtsferien weiter.

Interessant ist auch, wie viele verschiedene Anwendungsbereiche der Chaostheorie die Schüler in dieser kurzen Zeit fanden:

Straßenverkehr, Marketing, fraktale Märkte, Medizin, Kammerflimmern, Datenkomprimierung, Wetter, Magnetpendel, Zellbiologie, Ökosystem, Evolution, Dynamische Systeme, Populationsmodelle.

Jedes Team fand eine gute Streuung an Anwendungsgebieten und kein Team konzentrierte sich nur auf ein oder zwei Themen.

Leider konnte ich den Aspekt der „Papierproduktion“ nicht untersuchen. Ich wollte wissen, ob die Schüler überlegt nur wesentliche Beiträge für eine spätere Weiterbearbeitung ausdrucken, oder ob sie wahllos, alles was sie finden, auf Papier bringen.

Gleich zu Beginn wollte Gruppe II eine Presseerklärung der Uni Potsdam ausdrucken. Auf Grund einer fehlerhaften Einstellung im Druckerserver wurden jedoch von einer Seite 50 Kopien erstellt. Obwohl dieser Fehler rasch vom Informatikkustos behoben wurde, verzichteten alle Gruppen auf weitere Ausdrücke – als Folge der Tatsache, dass sie im Informatikunterricht zu großer Sparsamkeit angehalten werden.

Schwierigkeiten, die wir direkt beobachten konnten, auch auf Grund der Schülerkommentare während der Arbeit, lagen darin, dass manche Seiten zu oberflächlich gestaltet waren. Es gab

nur einige plakative Behauptungen und keine fundierten Begründungen für die Aussagen. Laut mündlicher Rückmeldung nach der ersten Doppelstunde: *„In einem Artikel zu Marketing wurde immerzu auf den Zusammenhang zwischen Chaostheorie und Schweinepreis hingewiesen, aber auf den vier Seiten, die dieser Artikel umfasste, wurde nirgends auf dieses Problem eingegangen. Der Schweinepreis war nur ein Aufhänger“*. Daher wurden solche Seiten auch verworfen und nicht in die Liste der Links aufgenommen [Anhang A1, z.B.: I(4)]. Andere Seiten wieder waren *zu theoretisch geschrieben* [Interview A6] oder die Schüler ließen sich auch von der Mathematik abschrecken [Interview A6] und verfolgten solche Seiten gar nicht weiter. Auszug aus einem Interview: *„Diplomarbeiten sind dann gleich so schwierig zu lesen, dass man gar keine Chance hat, etwas zu verstehen“*. [Anhang A6]
Anderes Zitat: *„Viele mathematische Ausdrücke waren meist zu komplex, daher hat es uns nicht weiter interessiert.“* [Anhang A6]

Obwohl ich sie gebeten hatte auch auf mathematische Informationen zu achten, war diese Botschaft nicht bei allen Schülern angekommen. (Meine Kollegin bestätigte auf meine Nachfrage hin, dass ich die Schüler sehr wohl darauf aufmerksam gemacht hatte.) Der Informationsaustausch während der Suchphase fand praktisch nur auf Zuruf statt. Hatte ein Team etwas Interessantes gefunden, so kommentierte das Team, das bereits früher auf dieser Seite gewesen war, ob sie brauchbar war oder nicht, was das später auf diese Seite gekommene Team nicht davon abhielt, sich die Seite ebenfalls genauer anzusehen [siehe Anhang A3: II (4) und III (2)].

Allgemein muss ich feststellen, auch auf Grund der Themen, die die Schüler später selbstständig weiterbearbeiteten, dass aus der **Lehrer**beobachtung allein nicht festgestellt werden konnte, ob ein Thema für die Schüler interessant war, ob sie es weiterverfolgen wollten, oder ob sie Inhalte abspeicherten. Dafür waren dann die Schülerprotokolle hilfreich. Erst durch die Rückmeldung durch die Ausarbeitungen bzw. die Interviews wurde deutlich, was die Schüler für weiterverfolgenswert hielten.

Während der gesamten Einheit hatten meine Kollegin und ich den Eindruck, dass die Verwendung des Internet schon einen positiven Motivationsfaktor darstellte. Aus den Interviews musste ich jedoch erkennen, dass die Schüler dem Internet wesentlich gleichgültiger gegenüber stehen als ich angenommen hatte. [siehe Abschnitt 5].

4.2. Auswertung der Fragebögen und Interviews

Zirka zwei Monate nach Abschluss unseres Projektes interviewte ich vier Schüler. Zwei Schüler fehlten leider an jenem Tag. Mit diesen beiden unterhielt ich mich eine Woche später noch kurz, konnte aber aus Zeitgründen kein Interview mehr durchführen. Diese Gespräche habe ich auch nicht direkt protokolliert, sondern mir nur nach der Unterrichtsstunde einige Notizen gemacht. Die Aussagen von [L] und [P] kann ich daher nicht durch Zitate belegen. Die anderen Aussagen sind in der gerafften Darstellung der Interviews nachzulesen. Jedes Interview dauerte ca. 10 – 13 Minuten, das Gesprächsklima war entspannt und die Schüler gaben sehr bereitwillig und offen Auskunft.

Die folgenden Erkenntnisse beziehe ich aus den Antworten zu den Fragebögen beziehungsweise aus den Interviews. [Anhang: A5 und A6]

Grundlegend ist die Mehrheit dieser Schüler gewohnt, aus dem Internet Informationen zu beschaffen, sowohl privat für Hobbys, Auskünfte etc., als auch als Mittel zur raschen Informationsbeschaffung für die Schule. Zwei Schüler ziehen die Informationen aus Büchern überhaupt vor, nur bei völlig unbekanntem Gebieten benutzen sie das Internet. [Fragebogen: Anhang A5: 1. und 2. Frage]

Alle Schüler sind sich der Unsicherheit der Informationen bewusst. Aus diesem Grund greifen sie bei wichtigen Aufgabenstellungen eher auf Bücher zurück, verwenden auch Fachzeitschriften oder Videos. Der Zeitaufwand im Internet ist geringer als bei der Verwendung von einem oder mehreren Büchern, die Wahrheitsüberprüfung ist aber wieder aufwändiger. Das Internet bietet außerdem den Vorteil, dass man Texte nicht noch einmal schreiben muss, auch Foren und Computerlexika bieten gute Hilfen. [Anhang: A6: Interview, A5: Fragebogen: 2. Frage]

Wie überprüfen die Schüler die Infos aus dem Netz?

Sie überprüfen, ob der Autor eine vertrauenswürdige Quelle darstellt, ob es sich um die Diplomarbeit einer Fachhochschule handelt, ob der Link zur Seite einer Universität führt.

Sie überprüfen die Informationen im Brockhaus, in der Encarta 2002, und sie kontrollieren, ob der Text einen Sinn ergibt, ob es Links zu anderen Seiten gibt und ob man dort die selben Inhalte von anderen Autoren findet.

Laut Interview überprüfen die Schüler ihre Infos aber nur bei wichtigen Arbeiten, sonst nehmen sie eher was sie finden!

Ein Schüler sieht es überhaupt als „Schicksalsfrage“ an, ob er wahre oder falsche Informationen aus dem Internet bezieht [„...das ist dann Pech.“ Anhang: A6]. Er geht bewusst dieses Risiko ein. Für wirklich wichtige Arbeiten, z.B. eine Fachbereichsarbeit würden aber alle in Büchern nachschlagen. [Interviews A6]

Ist es für Schüler leichter für ein weites Gebiet, oder für ein genau eingegrenztes Thema Informationen zu beschaffen:

Zu dieser Frage gab es widersprüchliche Antworten in den Interviews:

„Bei einem großen Gebiet ist es schwer sich zu orientieren, viele Informationen verwirren, man kann sich schwer einen Überblick verschaffen und entscheiden, was man nehmen soll“ [Anhang A6, (A)].

„Die allgemeine Aufgabenstellung ist interessanter, da man eher einen Überblick bekommt und mehr über das Thema erfährt. Durch den höheren Zeitaufwand wird es aber doch uninteressanter“ [Anhang A6 (MC)].

„Im eingeschränkten Bereich ist es einfacher etwas zu finden, man kann sich auch besser in das Thema vertiefen, erfährt aber auch nur zu diesem einen Thema etwas“ [Gespräch (L)].

Eine andere Meinung lautet: „Zu einem weit gesteckten Thema ist es leichter Informationen zu erhalten. Zu speziellen Themen ist es schwieriger gute Seiten zu finden“ [Anhang A6].

Welcher Art waren die Texte die in der 1. Doppelstunde verwendet wurden?

Ein Teil der Schüler fand größtenteils Texte ohne mathematische Info, vielleicht achteten sie auch nicht so darauf: „A: erst am Schluss fanden wir Programme, Bilder von Apfelmännchen und mathematische Seiten, ist mir am Anfang nicht aufgefallen.“

Ein Schüler (L) fand keine mathematischen Infos während sein Teamkollege (MG) schon auf mathematische Ausführungen stieß, diese aber als zu schwierig eingestuft und daher gar nicht

näher angeschaut hat. Im Übrigen hatte er den Auftrag so verstanden, dass nur Anwendungen gefragt waren und keine Mathematik.[Anhang A6]

Bei diesem Team könnte man sich schon die in die Psychologie reichende Frage stellen, ob ein Schüler vielleicht nur das sieht, was er für nützlich erachtet?

Auch die beiden anderen Teams fanden mathematische Informationen, doch wurden sie als zu komplex eingestuft, es hätte zu viel Zeit und Arbeit gebraucht um sich damit zu beschäftigen und somit wurden sie gar nicht weiter angeschaut. Ein Schüler fand sogar: „...da waren so viele mathematische Ausdrücke, da hab ich gar nicht richtig hingeschaut, man kriegt davon einen Ekel und zieht die Leiste weiter runter...“.[Anhang (MC)]

Es wurden Seiten ausgewählt, die viel Text enthielten, ein wichtiges Kriterium waren weiters die Vielfältigkeit an Informationen und die Verständlichkeit der Erklärungen, sowie Bilder. Die Schüler überflogen auch die Texte auf der Suche nach bestimmten Ausdrücken und Phrasen. Kamen solche „Schlüsselwörter“ vor, wurde der Text genauer gelesen. In erster Linie ging es den Schülern darum, Anwendungsgebiete der Chaostheorie zu finden und nicht mathematisches Wissen.

In drei Interviews fragte ich die Schüler, ob der Einsatz des Internet zu einer größeren Motivation beitragen könnte. Diese Frage hatte mit meiner Forschungsfrage nichts zu tun, interessierte mich aber persönlich. Zu meiner großen Überraschung stellte ich fest, dass der Einsatz des Internet **nicht** zur Erhöhung der Motivation beiträgt. Der Einstieg in ein Thema erfolgt über Internet schneller und bequemer. Es gibt schon Seiten zu vielen Themen und daher ist es leichter, einen Anfang zu finden, allerdings verliert man auch leicht den Überblick. Die Schüler haben wenig Vertrauen ins Internet, da ja jeder alles veröffentlichen kann. [Anhang A6]

4.3. Ergebnisse des zweiten Abschnitts, der „Weihnachtseinheit“

Die Ergebnisse sind sehr unterschiedlich, sowohl was die Themenwahl, als auch das Ergebnis betrifft. Inhaltlich, aber auch von der Gestaltung her, sind große Unterschiede zu bemerken. Ich möchte nicht alle sechs Arbeiten besprechen, sondern nur einige herausgreifen. [→ Anhang A7].

Menschenstau:

Aufmachung: Die Seite ist schnell und sorglos gestaltet. Schwarzer Hintergrund und kleine grüne Schrift, die von einem Seitenrand zum anderen reicht. Es ist keine Gliederung vorhanden, die das Lesen erleichtern würde.

Inhalt: laut Interview hatte der Schüler nur eine Informationsquelle, das heißt, einen Zeitungsartikel. Er stammte offenbar von www.welt.de. Da dem Schüler der Inhalt plausibel und die Quelle glaubwürdig erschienen, suchte er auch kein anderes Thema. Leider bleibt der Schüler meiner Meinung nach, die Antwort auf den Zusammenhang mit der Chaostheorie schuldig.

Chaos und Luchs:

Aufmachung: Das Bild eines Luchses begrüßt den Besucher, der herzlich auf der Homepage willkommen geheißen wird. Es gibt dann auch einen Frame, der auf das Thema verweist, dessen farbliche Gestaltung aber schlecht gewählt ist. (Gegensatz zu seinen eigenen Anforderungen: dunkle Schrift auf dunklem Grund, der Text selbst ist nicht extra gestaltet).

Inhalt: Der Schüler hatte schon in der ersten Doppelstunde Hinweise zu diesem Thema gefunden, musste aber feststellen, dass er außer diesem einen Beitrag keine weitere Quelle

finden konnte. Da er biologisch interessiert ist und kein anderes Thema suchen wollte, blieb er bei diesem einen Beitrag, den er zusammenfasste [Interview]. Leider fehlt auch jeder Hinweis auf den Autor oder die Website, sodass man im Nachhinein auch keine Nachforschungen mehr anstellen kann.

Der Bericht der Uni Potsdam den der Schüler verwendete, beschreibt sehr anschaulich die Beziehungen im dynamischen System der Hasen- und Luchspopulation. Die Information, die der Schüler in seinem Aufsatz gibt, bleibt eher oberflächlich. Leider sind die Gleichungen, die das chaotische System in dieser Population beschreiben durch keinen Link auffindbar. Für das Chaos wichtige Begriffe, wie Rückkoppelung und Nichtlinearität werden angeführt, erhalten aber keine weitere mathematische Erklärung. Die Mathematik kommt in diesem Artikel nicht vor. Als Beispiel für ein Anwendungsgebiet der Chaostheorie ist der Artikel jedoch zielführend.

Chaos – Wetter:

Aufmachung: farblich und von der Schrift her gut zu lesen, jedoch ist der Text auch nicht gemäß den Anforderungen des Schülers an eine Webpage gestaltet.

Inhalt: Hier handelt es sich für mich um den gelungensten Text. Aus drei verschiedenen Quellen (laut Interview) gestaltete der Schüler einen informativen und ansprechenden Text und vergaß auch nicht auf die Quellenangaben. Zu diesem Thema war es leicht, Links zu finden, jedoch ohne mathematische Informationen.

Die grundlegenden Ideen der Chaostheorie in der Wetterforschung sind sehr anschaulich wiedergegeben. Die mathematische Seite dieses Problems fehlt auch hier völlig. Der Artikel ist jedoch ein sehr gutes Beispiel für ein Anwendungsgebiet der Chaostheorie. Der Schüler hat sehr gut erkannt, dass die kleinen Unterschiede in der Ausgangssituation, die große Unterschiede in den Ergebnissen bewirken, ein wesentliches Merkmal der Chaostheorie sind.

Fraktale Datenkompression:

Aufmachung: Die Startseite ist schwer zu lesen, unübersichtlich und die Schrift ist zu dunkel. Er setzt dann einen Link zu seiner Quelle, die jede Menge an mathematischen Information enthält.

Inhalt: Der Text stammt zu einem großen Teil aus dem Internet. Die Eingangsseite dürfte der Schüler selbst formuliert haben. Laut eigenen Angaben hatte er eine „verlässliche“ Quelle. Von seiner Seite setzt er einen Link zu den mathematischen Abläufen bei der Datenkompression. Diese Informationen hatte er bereits in der ersten Doppelstunde gesammelt und nun verarbeitet.

Bei der fraktalen Datenkompression wird eine weitere wichtige Eigenschaft der Chaostheorie, nämlich die Selbstähnlichkeit erklärt. Auch in diesem Fall erfüllt die vom Schüler verfasste Eingangsseite ihren Zweck. – Darstellen eines Anwendungsgebietes der Chaostheorie. – Durch den Link den der zu seiner Quelle setzt, wird es dem Leser ermöglicht, die dahinterstehende Theorie kennen zu lernen und zu verstehen, wie diese Datenkomprimierung abläuft. Für den Schüler selbst wäre es auf jeden Fall zu schwierig, die zugrunde liegende Mathematik zu erklären.

Kryptographie:

Aufmachung: Vom Gesichtspunkt der Gestaltung und Übersichtlichkeit hat mir diese Aufgabe am besten gefallen. Die Seite entspricht den Anforderungen, die die Schüler selbst an eine Website stellen. Sie ist übersichtlich, durch buttons erfolgt die Verzweigung auf die jeweiligen Seiten, die gut zu lesen sind, und die nicht mit Informationen überfrachtet sind.

Inhalt: Um sich einen ersten Eindruck vom Thema zu verschaffen, ist die Aufgabe, meiner Meinung nach, sehr gut gelöst. Bei einem Deutsch-Aufsatz hätte sich der Schüler aber leider

eine Themenverfehlung eingehandelt, da die Kryptographie, überhaupt so wie sie dargestellt wird, nichts mit der Chaostheorie zu tun hat.

Die Themenwahl stammt daher, dass der Schüler zum zuerst gewählten Thema: "Fraktale Märkte" keine genaueren Informationen gefunden hatte. Da unser nächstes Themengebiet die Kryptographie war, holte der Schüler sich schon im Voraus die Informationen zu diesem Thema. [laut Gespräch]

Da für mich die Chaostheorie jedoch nur das Mittel war, um zu überprüfen, wie die Informationsbeschaffung über das Internet für die Schüler funktioniert, würde ich die Kryptographie durchaus als gelungenes Ergebnis der Internetrecherche betrachten.

Für einen ersten Überblick über die Kryptographie ist dieser Beitrag auf jeden Fall umfassend genug. Es werden alle Begriffe aufbauend erklärt und man erhält einen guten Überblick. Den mathematischen Hintergrund bleibt der Schüler jedoch völlig schuldig, was sehr schade ist, da die Restklassenarithmetik nicht so schwierig ist. Doch ist der Schüler laut eigener Aussage [P] zu keinem Link mit dazugehöriger Mathematik gekommen.

Zusammenfassend kann ich sagen, dass das Ergebnis der Internet-Recherche bei einem enger gesteckten Themengebiet bzw. einer genauer definierten Aufgabenstellung auf jeden Fall tiefer geht. Die Informationen, die sie finden sind umfassender, die Schüler vermitteln mit ihren Aufsätzen Einblicke in die wichtigsten Grundlagen der Chaostheorie, wie z.B.: das Anfangswertproblem, die Nichtlinearität, die Rück-koppelung und die Selbstähnlichkeit.

Es ist bedauerlich, dass nur ein Schüler sich die Mühe gemacht hat, zumindest einen Link zum mathematischen Hintergrund zu setzen. Aufgrund der Interviews nehme ich an, dass ihnen die Darstellung des Anwendungsgebietes wichtiger war und sie auch von der Kompliziertheit des mathematischen Backgrounds abgeschreckt wurden.

5. Erkenntnisse und Ausblick

Auf Grund meiner Beobachtungen und Befragungen kann ich sagen, dass die Schüler in der Lage waren, auch zu einem weitgesteckten Thema relevante Informationen zu finden. Sie filterten diese Informationen nicht so sehr nach sachlichen Aspekten, sondern eher nach ihren persönlichen Interessen.

Mathematische Anwendungen wurden entweder als zu schwierig, zu arbeitsaufwändig abgetan oder überhaupt „übersehen“. [Interviews, A6]

Für den einen Schüler ist es leichter zu einem weitgesteckten Thema Informationen zu finden, als zu einem eingeschränkten Gebiet. Ein anderer findet es interessanter, ein allgemeiner gehaltenes Gebiet zu bearbeiten, da er dabei einen besseren Überblick erhält. Für die restlichen Schüler war es angenehmer, zu einem genau abgegrenzten Gebiet Informationen zu suchen, da diese Suche nicht so zeitaufwändig ist. Außerdem verliert ein Schüler leicht die Orientierung bei einem großen Thema und lässt sich sogar verwirren. Ein überschaubarer Themenbereich ist den meisten lieber. [Interviews, A6]

Aus den Interviews und auch aus den Arbeiten des zweiten Abschnitts konnte ich entnehmen, dass die Informationen zum Teil sehr anspruchsvoll und schwer verständlich waren. Die meisten Informationen, die die Schüler verwendeten, waren jedoch eher populärwissenschaftlicher Art, Auszüge aus Zeitungsartikeln, oder Presseaussendungen von Universitäten. Das ist auch verständlich, denn obwohl wir uns vorher mit grundlegenden

Begriffen der Chaostheorie beschäftigt hatten, konnte das Verständnis der Schüler gar nicht so weit gehen, tiefgehendere Arbeiten zu verstehen.

Den Wahrheitsgehalt der Aussagen überprüfen nur wenige Schüler und dann nur in wichtigen Situationen. Einige suchen mehrere unabhängige Quellen, die dieselbe Information beinhalten. Ein Schüler überprüft, wenn es unbedingt notwendig ist, z.B. „...für eine Fachbereichsarbeit, aber bestimmt nicht für ein Referat..“ seine Infos mit Hilfe von Enzyklopädien [Anhang, A6].

Ein Schüler übernimmt die Informationen und überlässt es dem Zufall oder dem Schicksal, ob seine Informationen stimmen – obwohl er damit auch schon einmal bei einer Hausübung Schiffbruch erlitten hat. Und wenn es **wirklich** wichtig ist, versuchen sie auf Bücher – seien es eigene oder aus Bibliotheken – zurückzugreifen.

Wenn das Themengebiet genauer eingeschränkt ist und auch noch dem Interesse der Schüler entspricht, geht das Ergebnis sicherlich tiefer, als bei einem weiter abgesteckten Thema.

Bei einem allgemein gehaltenen Thema versuchen sie, sich einen Überblick zu verschaffen, oder zumindest Ordnung in ihre verwirrenden Entdeckungen zu bringen.

Bei einem enger gehaltenen Thema versuchen sie, mehrere Links zu finden, und auch der Richtigkeit – wenn es leicht möglich ist – nachzugehen.[Interviews, A6]

Die Ergebnisse des 2. Abschnittes waren dort zufriedenstellend, wo die Schüler mehrere Links vorgefunden hatten (Wetter, Kryptographie), dort wo sie sich auf eine Quelle verlassen mussten, blieb auch die Eigenständigkeit auf der Strecke. Leider ging der Eifer dann doch nicht so weit, ein neues, ergiebigeres Thema zu suchen, wenn das Erstgewählte nur aus einer Quelle bestand, wobei zu bemerken war, dass die Aufsätze über das enger eingegrenzte Gebiet durchaus ihren Zweck erfüllten. Sie legten die Grundlagen des jeweiligen Anwendungsgebietes klar dar. Dass weitgehend auf die Mathematik verzichtet (vergessen) wurde, ist bedauerlich. Das heißt, die Schüler müssen ganz deutlich, mehrere Male, auf die Dinge hingewiesen werden, auf die es mir als Lehrer ankommt. Ich kann mich nicht darauf verlassen, dass ihr Forscherdrang oder ihre Neugier sie zu weit von der Aufgabenstellung entfernt.

Da ich ohne besondere Erwartungen in dieses Experiment gegangen bin, kann ich sagen, dass die Ergebnisse der Recherche für mich durchaus akzeptabel sind.

Ein für mich jedoch wichtiges Nebenresultat, das ursprünglich nicht Gegenstand meiner Forschungsfragen war, ist die Frage der größeren Motivation durch den Einsatz des Internet. Da das Ergebnis für mich so überraschend war, möchte ich es nicht unerwähnt lassen.

Anhand der Interviews habe ich festgestellt, dass die Schüler nicht stärker motiviert werden, sich selbstständig zu informieren, wenn sie das Internet verwenden können. Es ist einfacher, schneller und bequemer, sich über das Internet zu informieren, aber lieber machen sie es deshalb nicht.

Für meinen Unterricht kann ich daher folgende Schlussfolgerungen ziehen:

Das Interesse für ein Thema kann mit Büchern, Bildern, Filmen ebenso gut geweckt werden, wie mit dem Internet. Bei der Art der Informationsbeschaffung ist es für die Schüler nicht so wichtig auf welches Medium man zurückgreift. Wichtig ist sicher, dass ich bei einem weit gesteckten Thema Orientierungshilfen anbiete. Es ist für Schüler sicher leichter und auch ergiebiger, Informationen zu einem genau abgegrenzten Gebiet zu finden.

„Freiwillig“ überprüfen meine Schüler den Wahrheitsgehalt der Internetseiten kaum. Ich muss sie also gezielt darauf hinweisen und diese Überprüfung einfordern.

Für mich persönlich habe ich erfahren, dass ich vieles, auch wenn ich glaube, genau zu beobachten, nicht feststellen kann. In den Interviews habe ich vieles erfahren, was ich aus den Beobachtungen nicht festgestellt hätte.

Ich hatte angenommen, dass die Schüler noch weitere, ergiebigere Themengebiete im zweiten Abschnitt suchen würden und nicht ein Thema mit nur einer Quelle weiterbehandeln. Außerdem dachte ich, dass der Einsatz des Internet einen größeren Motivationsfaktor darstellen würde.

Eine weitere Eigenheit des Internet, derer ich mir bisher nicht bewusst war, ist die Kurzlebigkeit der Informationen.

Ich hatte noch nie über einen Zeitraum von fast 5 Monaten dieselben Webseiten aufgerufen, in der Hoffnung – wie in einem Buch – dieselben Informationen, auch Monate später, wieder vorzufinden. Diese Erwartung wurde schwer enttäuscht.

Ich stellte fest, dass sich oft innerhalb weniger Wochen die Inhalte einer Website stark verändern, sodass man „alte“ Infos nicht wiederfindet.

Eine Befürchtung, die ich am Anfang hatte, dass die Schüler auf Seiten mit Spielen, oder in Chatrooms „abwandern“ würden, hat sich bei dieser Gruppe und bei diesem Experiment nicht bestätigt, wobei die Schüler natürlich eher bei der Sache bleiben, wenn sie wissen, dass sie beobachtet werden.

Meine persönlichen Folgerungen aus dieser Untersuchung sind folgende:

1. sparsamer und gezielter Einsatz des Internet
2. genau formulierte Suchgebiete
3. Forderung an die Schüler, zumindest zwei unabhängige Quellen zu finden.
4. Inhalte, die weiterverwendet werden, sollen – mit Quellenangabe, Link – in eine Datei kopiert werden, um ein späteres „Nichtauffinden“ zu vermeiden.

Ad 1: Ich werde das Internet nur in wirklich begründeten Fällen einsetzen, wenn ich also sonst tatsächlich kaum Zugang zu aktuellen Informationen habe. Andernfalls ist es sicher empfehlenswerter auf Bücher zurückzugreifen.

Ad 2: Das Thema, zu dem Informationen benötigt werden, muss ich für die meisten Schüler genau definieren und darauf achten, dass das Gebiet nicht zu weitläufig wird, um Überforderung, Verwirrung und eine zu große Oberflächlichkeit zu vermeiden.

Ad 3: Da die meisten Schüler „freiwillig“ den Wahrheitsgehalt der Internetseiten nicht überprüfen, muss ich sie sicher gezielt darauf hinweisen und diese Überprüfung auch einfordern. Außerdem wird es bestimmt notwendig sein, auf zumindest eine zweite unabhängige Quelle Wert zu legen.

Wenn ich diese Studie nicht geschrieben hätte, hätte ich die Unterrichtseinheiten genauso durchgeführt, jedoch hätte ich keine Interviews geführt und keine Fragebögen ausgegeben. Dadurch wären mir aber wesentliche Erkenntnisse verborgen geblieben.

Anhang

A1 Lehrerprotokolle:

Anmerkung: Die Zahlen in den Klammern (.) beziehen sich auf die Nummern der Webadressen im Schülerprotokoll.

Zu Team I:

Als Suchmaschine wurde ausschließlich „Google“ verwendet.

Die Schüler finden rasch ein medizinisches Thema (1), bleiben dort jedoch nicht lange, Anna notiert die Adresse während Mario die Mausprobleme beseitigt. Sie finden jedoch, dass die Site nicht sehr ergiebig sei, sie wird daher auch nicht weiterverwendet.

(2) Marketingproblem scheint interessanter zu sein, arbeiten gemeinsam, überfliegen den Inhalt nur, scrollen, Anna notiert ihr nützlich erscheinende Adressen, die aber nicht weiterverfolgt werden. Wollen zuhause genauer nachlesen.

(3) Kurzfristig begeistert sie eine Strategieempfehlung von Bill Gates, die aber auch rasch wieder als zu wenig interessant verworfen wird, nur oberflächliche Informationen.

Suchen 8 Minuten ohne eine Adresse zu notieren.

(4) Eine landwirtschaftliche Homepage auf der ein Zusammenhang zwischen Chaostheorie und Schweinepreis hergestellt wird fasziniert die beiden, jedoch verlassen sie nach 10 Minuten Suche ergebnislos die Page wieder, da nur die Behauptung in einem Satz aufgestellt wird, und keine weitere Information folgt. Mario ist von der Idee so begeistert, dass er noch einige Versuche startet, zu entsprechenden Infos zu kommen, doch leider ohne Ergebnis.

Es vergehen 15 Minuten, in denen verschiedene Links durchprobiert werden, die aber nicht notiert werden, da kein Bezug zur Chaostheorie herstellbar ist.

(5) ist eher für Lehrer interessant, Arbeitsunterlagen zu Wachstumsdynamik, wird aber von den Schülern dann doch nach einiger Zeit wieder aufgegeben.

(6) kurz vor Schluss stoßen sie noch auf eine sehr informative Seite und das Listing des C-Programms für Fraktale → Abschlusspunkt für die Schüler.

Zu Team II:

Suchmaschine ausschließlich „Google“.

Strikte Aufgabenteilung ist lange Zeit bemerkbar, Martin sucht im Internet meist im Alleingang und Lukas schreibt mit, bzw. ist in Warteposition. Nach einer guten Stunde kommt es zu einem Rollentausch, liefert jedoch keine großen Ergebnisse mehr.

(1) Sind zuerst bei sehr allgemeinen Infos, speichern ein Bild im Hintergrund ab, kommen dann jedoch zu Konkretem.

(2) Uni Potsdam – Presseerklärung zu einer Tagung über Chaostheorie, drucken die Seite aus (→50 Kopien).

(4) Ein englischer Text wird beinahe verworfen „*Englisch – tu's weg, nein es geht eh auch auf Deutsch*“ darauf folgt längeres gemeinsames Lesen

Es geht viel Zeit für das Notieren der Adresse auf, alles in allem aber eine eher unergiebigere Seite, die nicht weiterverfolgt wird.

(5) Seiten zur Lehrerfortbildung, aber für die Schüler nichts Passendes.

Kommen zwischendurch zu Diskussion über allgemeine PC-themen, man hat den Eindruck, das Interesse sei geschwunden, →kreative Pause.

(6) schöne animierte Fraktale rufen noch einmal die Energie zurück, aber die Konzentration lässt stark nach.

(7) nur ein kurzer Zwischenstopp, gehen sofort weiter.

(8) 5 Minuten vor Schluss: Chaostheorie zur Marktentwicklung, soll später weiterverfolgt werden.

(9) War Ausgangssite von Team I.

Gegen Ende macht sich leichte Frustration bemerkbar: „9 Suchergebnisse und nur eines ist verwertbar“.

Zu Team III:

Suchen zuerst mit „Google“.

(1) finden schnell konkrete Beispiele, schreiben Wichtiges heraus, wählen zwischendurch immer wieder theoretische Themen, scheinen nicht zu erkennen, was die gesuchte Anwendung ist.

(3) Entscheidung die Information zu verwenden wird auf später verschoben und geht offensichtlich verloren, es ist nicht ersichtlich, ob die Information gespeichert wurde.

(4) Medizinische Anwendungen (Blutdruck) nicht weiter verfolgt, kommen später noch einmal auf diese Site zurück, finden aber nur Hinweise auf Literatur.

Wechseln zu „Altavista“:

(5) Seiten ohne Chaostheorie

(6) bis (10)

Martin sucht und arbeitet, Franz gibt eher nicht hilfreiche Kommentare ab, und führt auch ein ungenaues Protokoll, liest eher was ihn interessiert, zeigt aber an der Recherche kein großes Interesse mehr.

Bei der Übertragung der Schülerprotokolle war es mir bei vielen Seiten nicht möglich, aufgrund der Ungenauigkeit der Aufzeichnungen, ohne bei den Schülern nachzufragen, die Seite wieder zu finden

A2 Schülerprotokoll: Team ..

Nr.	Uhrzeit: beginn, Dauer	Web-adresse	Thema: Autor, Titel	Verwendet: Ja, nein	Inhalt:	Querver- weis: ja, nein	Ähnlichkeit, mit anderem Text

A3 Schülerprotokoll: Team I

Nr.	Uhrzeit: Beginn, Dauer	Web-Adresse	Thema: Autor, Titel	Verwendet? ja, nein, gedruckt?	Inhalt: Stichwortartig	Querverwe is Ja, nein	Übereinst. mit and. Text, Nr?
1	11.50 6 min	http://www.tugraz.at/forschung/diplomarbeiten/1991/16-9.html	Anwendung der Chaostheorie am Herzen	Nein			
2	11.56 8 min	http://www.diplomica.com/db/diplomarbeiten66.html	Elemente der Chaostheorie und ihre Bedeutung für die fraktale Markenführung F. Kublanck	ja	Fraktale Märkte, fraktale Markenführung	nein	
3	12.04 3 min	www.uni-koblenz.de/~odsegroe/wwwha/personen/haken/haken.html	Herman Haken und die Synergetik, Herman Haken	nein			
4	12.15 10 min				Navigation oder das Kernproblem in Internet, Beschreibung der Chaostheorie im Internet	ja	
5	12.40 10 min	http://www.schulen.duesseldorf.de/leibniz-gymn/	Dr. E. Reinartz, logische Wachstumodynamik und Chaos	Ja	Einführung und Bemerkung zum Chaos, Wachstumsmodelle	Ja	
6	12.51 10 min	http://www.mustun.ch/andrew/index.php3?body=fractals	Andrew, fractale graphics	Ja	C-Programm, Nutzen der Chaosforschung, Schmetterlingseffekt	ja	

A3 Schülerprotokoll: Team II

Nr.	Uhrzeit: beginn, Dauer	Web-adresse	Thema: Autor, Titel	Verwendet: Ja, nein	Inhalt:	Querver- weis: ja, nein	Ähnlichkeit, mit anderem Text
1	11.55 5 min	www.chaos-theorie.de	Chaostheorie-Aufsätze	N		N	N
2	12.00 11 min	www.agnld.uni-potsdam.de/~shw/workshop/04_ECC6/7_Presse/Presse2/	Presseerklärung	D	Chaostheorie im Straßenverkehr und tägl. Leben	N	N
3	12.11 4 min	www.kulturprozent.ch/.../brainstorming/archiv/horse/spoerri.htm	Musik	N	Geschichte der elektronischen Musik	N	N
4	12.15 16 min	www.tu-berlin.de/presse/pi/1998/pr95.htm	TV-Berlin	N	Nichts passendes	N	N
5	12.30 10 min	www.tu-muenchen.de/		N	Nichts passendes	N	N
6	12.40 10 min	www.library.thinkquest.org/3120	In a world of order	N	Schöne Fraktalanimationen	N	N
7	12.50 2 min	www.imho.com/grae/chaos		N			
8	12.56 5 min	www.diplomica.com/db/diplomarbeiten66.html	Chaostheorie der Marktentwicklung, F. Kublanck	J	Chaostheorie im Marketing	N	
9	13.00 3 min	http://www.tugraz.at/forschung/diplomarbeiten/1991/16-9.html	Ernst Pichler, Anwendungen am Herzen	N	Viel medizin. Fachvokabel	N	N

A3 Schülerprotokoll: Team III

Nr.	Uhrzeit: beginn, Dauer	Web-Adresse	Thema: Autor, Titel	Verwendet ? Ja, nein	Inhalt:	Querverweis: ja, nein	Ähnlichkeit, mit anderem Text
1	11.51 9 min	www.uni-klu.ac.at/~gossimit/lv/usw00/w/g5/gettouch.html	Beispiele	J	Populationsmodell Datenkomprimierung chem. Oszillation Kammerflimmern	N	
2	12.00	www.tu-berlin		N	Spezifisches Datensystem	N	
3	12.01 4 min	www.philippi-trust.de	Philip Trust	J	Wetter, Mikro- Makrokosmos, Magnet pendel	N	
4	12.05 5 min	www.i-s-b.org	Informationssekretariat, Biotechnologie	J, D	Zellbiologie	Stoffwechsel Gentechnik	N
5	12.10 7 min		Seiten ohne Chaos				
6	12.17 15 min	www.welt.de/	Anita Rötger	J	Ökosystem, Psychologie, Chiffrieren, Benzininjektionen	N	
7	12.31 5 min	www.chaos-theorie.de	Nichts brauchbares	N			
8	12.36 11 min	www.talknet.de/~wolfgbardisch/chaos.htm			Evolution	N	
9	12.47 13 min	www.schulen.duesseldorf.de		J	Dynamische Systeme	J	
10	13.00 5min	www.members.aon.at/chaos/chaos.htm		J	Doppelpendel	N	

A4 Fragebogen:

1. Bist du Internet-Suche zu bestimmten Themen gewohnt?
auf welchen Gebieten? Für die Schule? Privat?
2. Welches Medium ziehst du gewöhnlich zur Informationsbeschaffung vor?
3. Erscheint dir das Internet aktuell, informativ, übersichtlich?
4. Wie groß ist für dich der Zeitaufwand wenn du im Internet etwas suchst?
5. Kannst du gut mit dem Internet arbeiten? Warum?
6. Wie hast du die Texte ausgesucht?
7. Was wurde verworfen, verwendet, warum wurde weitergesucht?
8. eigene Beobachtungen....

A5 Auswertung der Fragebögen:

1. Bist du Internet-Suche zu bestimmten Themen gewohnt? auf welchen Gebieten? Für die Schule? Privat? A: Ich bin es gewohnt, im Internet nach Informationen zu suchen, besonders für die Schule, suche auch für meinen Eigengebrauch. Ich verwende das Internet lieber als alle anderen Informationsquellen.

B: Ja, bin ich. Für Hobbies (Autos wie Corvette, Flugzeuge, Modellflieger, Musik) und für die Schule (Referate zu allen Fächern) und für Astrophysik.

C: Generell ja, Öffnungszeiten, Preislisten, Informationen zu Referaten, Musik.

D: Ich suche sehr oft im Internet! Schule: für Referate, Deutsch, Informatik

Privat: Spiele,

E: Nein

F: Ich bevorzuge es, in Büchern, Zeitschriften oder auch Filmen nach Informationen zu suchen, doch zu manchen Infos habe ich nicht immer ein Buch....und vielleicht auch nicht mehr die Zeit eines zu kaufen oder auszuborgen, sodass ich das Internet nutze. Ich nutze es nur für die Schule, privat nutze ich das Internet eher selten; wenn ich mir Infos bezüglich des Kinofilms raussuche (Zeit, Ort...) also privat nutze ich es nicht oft.

2. Welches Medium ziehst du gewöhnlich zur Informationsbeschaffung vor?

A: Ich ziehe das Internet vor, weil man schnell zur gewünschten Information kommt. Aber auch Bücher sind immer noch sehr wertvoll.

B: Internet, weil man schnell viel findet und Texte unter Umständen nicht mehr abschreiben muss. Foren im Internet sind auch sehr hilfreich.

C: Internet und/oder Computerlexikon weil die Informationen dann am PC leichter weiterzuverarbeiten sind.

D: Internet, weil man am schnellsten fündig wird. Zwar oft nichts Nützliches, aber man kann sich die benötigte Information ja aus mehreren Seiten „zusammenschneiden“.

E: Bücher: man weiß, wo man suchen soll; Internet: unsicheres Medium

F: Bücher, Zeitschriften, Zeitung, Videos, da es mir lieber ist, in einem Buch nachzuschlagen, oder ein Video anzusehen, das ich nachher zusammenfasse; vielleicht sind mir diese Arten der Informationssuche lieber, da ich mich am Computer nicht so gut auskenne – mir fehlt der entsprechende Umgang.

3. Erscheint dir das Internet aktuell, informativ, übersichtlich?

A: Das Internet erscheint mir als sehr aktuell und informativ aber nicht übersichtlich.

B: Aktuell: ja, sehr; informativ: ja, sehr

übersichtlich: auf gar keinen Fall. Als Anfänger ist man wirklich „im A...“. Man muss wissen wo man sucht.

C: Das Internet ist sehr aktuell und informativ. Aber auf Grund der großen Informationsmenge ist es relativ unübersichtlich.

D: Aktuell, informativ aber nicht sehr übersichtlich.

E: übersichtlich: nein; aktuell und informativ schon

F: aktuell: finde ich auf jeden Fall, doch ist es in manchen Bereichen schon zu umfangreich.

informativ: man findet wirklich zu jedem Thema eine Information, nicht nur wissenschaftlich sondern auch einfach erklärt.

übersichtlich: kommt auch auf den Verfasser dieser Seite an; eigentlich schon

4. Wie groß ist für dich der Zeitaufwand wenn du im Internet etwas suchst?

A: Der Zeitaufwand hängt vom Thema ab. Ist es ein Spezialgebiet, dauert es länger brauchbare Informationen zu finden, ist das Thema allgemein, wird die Suche it verkürzt.

B: Zeitaufwand ist für mich mit 56k-Modem durchschnittlich, in der Schule kurz, da schnellere Verbindung.

C: kommt auf das Thema an.

D: geringer, als wenn ich in einem Buch nachschlagen muss.

E: mittelmäßig, man muss suchen und den Wahrheitswert untersuchen

F: Dies kommt erstens auf das Thema an und ist zweitens meist subjektiv, denn habe ich in der Schule nicht viel zu tun (nur z.B.: ein Mathe-Referat vorzubereiten), dann kommt mir der Zeitaufwand gering vor, habe ich jedoch einen Stress, so sollte die Suche nach Information schnell erfolgen; ich finde aber, dass man im Internet schnell viel Info finden kann, jedoch sollte man auch manches Mal die Richtigkeit der Info anzweifeln.

5. Kannst du gut mit dem Internet arbeiten? Warum?

A: Nein, ich kann nicht gut mit dem Internet umgehen, weil ich zu Hause kein Internet habe.

B : Ja, kann ich. Weil ich oft online bin und das Internet schon seit 8 Jahren kenne. Man lernt mit der Zeit.

C: Grundsätzlich kann ich gut mit dem Internet arbeiten. Texte habe ich mit Suchmaschinen gesucht (google)

D: Ich glaube schon. Die Bedienung einer Suchmaschine ist immerhin sehr einfach und außerdem interessiere ich mich sehr dafür.

E: Ja, schon. ADSL owns me.

F: Ich würde eher sagen: nein; ich gehe einfach in eine Suchmaschine und gebe meinen Suchbegriff ein; ich meine, dass ich immer etwas finde, doch aufgrund meiner schlechten Kenntnisse von der Arbeit am Computer glaube ich, dass ich mir ab und zu schon etwas Zeit ersparen könnte, wenn ich mehr Ahnung davon hätte; doch ich brauche das Internet nur ab und zu.

6. Wie hast du die Texte ausgesucht?

A: Ich habe die Texte nach ihrer Vielfältigkeit an Information ausgesucht.

B: Wenn ich auf den ersten Blick etwas interessantes sehe, nehme ich es, sonst wird es

verworfen. Manchmal überfliege ich den Text kurz und entscheide dann.

C: Seiten wurden verworfen, wenn sie nicht dem Thema entsprachen und / oder unübersichtlich waren, sodass der Zeitaufwand zu groß geworden wäre.

D: Nach gewissen Wörtern, Phrasen, die im Text vorkommen sollten: Weil gewisse Phrasen auch in Texten mit anderen Themen vorkamen.

E: Information: nicht zu speziell oder expertenhaft
Verständlich?

F: habe mir den Aufbau und den Inhalt über Chaos, Fraktale angesehen; waren interessante Beispiele aus dem täglichen Leben dabei oder sehr gute Erklärungen, habe ich mir die Seite näher angesehen.

verworfen wurde, wenn nur das Wort vorkam, aber keine brauchbare Erklärung, Beispiele; waren Erklärungen oder Bilder dabei → weitergesucht.

7. Was wurde verworfen, verwendet, warum wurde weitergesucht?

A: Es ist sinnvoll im Internet zu suchen, denn man lernt mit dem Internet umzugehen und gleichzeitig lernt man neue Wissensgebiete kennen.

B: -----

C: Es war anhand der Fülle von Informationen relativ schwierig, brauchbare Informationen zu finden, aber manchmal ist man auch durch Zufall auf recht interessante Seiten gestoßen.

D: Internetsuche ist sinnvoll, aktuell und einfach, leider doch etwas teuer

E: sinnvoll schon

F: sinnvoll: finde ich schon, denn ich lerne besser mit dem Computer und der Internetsuche umzugehen; außerdem kann ich schauen, wie meine Mitschüler an diesen Auftrag herangehen.

8. eigene Beobachtungen....

A: Der Lehrervortrag ist für mich am besten, denn der Lehrer kann auf die spezifischen Fragen eingehen.

B: Die Seiten waren größtenteils interessant. Hab gar nicht gewusst, dass die Chaostheorie in so vielen Bereichen angewandt wird. (Aktienhandel, Schweinepreis, Marketing). Hab viel Allgemeinwissen über Fraktale und Chaostheorie gelernt. Die Stunden waren meiner Meinung nach kompliziert.

C: -----

D: -----

E: -----

F: Internetsuche: man erhält in schneller Zeit viel Information; doch stellte ich manches Mal in Frage, ob diese Info wirklich sinnvoll und wahr ist.

Bücher: hier suche ich am liebsten, denn ich denke mir, dass diese Info auf jeden Fall stimmt; außerdem habe ich lieber ein Buch vor mir liegen, als am Computer zu sitzen und dort etwas lesen zu müssen.

Lehrervortrag: ist mir am liebsten, wenn man Fragen hat, kann man die sofort stellen und erhält (eigentlich immer) eine Antwort; ich lerne beim Hören zwar am schlechtesten, doch finde ich es eben persönlich.

A6 stichwortartige Aufzeichnung der Interviews:

Die Ankerfragen habe ich bereits auf Seite 4 angeführt und können dort nachgelesen werden. Die Interviews sind in komprimierter Form wiedergegeben. Ich habe die Schülersaussagen während der Interviews mitprotokolliert. Meine Zwischenfragen habe ich nur, wenn unbedingt nötig, mitgeschrieben. Sie sind im Text durch → gekennzeichnet.

Interview 1

Wann liest du eine Website genauer durch?

Sie muss farblich übersichtlich sein, Farbkontraste haben, die Interesse wecken, soll nicht zu hell und nicht zu dunkel sein und Überschriften haben, die zum Thema passen.

Dann überfliege ich die Seite, wenn der Inhalt genauer passt, kopiere ich die Stellen in Word um sie genauer zu lesen.

Die graphische Aufmachung ist wichtig.

Überprüfung der Richtigkeit:

Ich schaue **WER** den Text geschrieben hat, ist es eine vertrauenswürdige Quelle, z.B.: Diplomarbeit einer Fachhochschule, sonst gibt es wenig Möglichkeiten etwas zu überprüfen, da jeder etwas ins Internet stellen kann.

Wenn es wichtig ist, und der Autor unbekannt ist, schaue ich im Brockhaus nach, oder schaue, ob bekanntere Seiten, wo man dem Autor vertrauen kann, ähnliches sagen. Man findet schon Informationen in der Encarta oder Multimedia 2002.

Freiwillig überprüfe ich die Richtigkeit eher nicht, nur wenn ich mit der Nase darauf gestoßen werde, oder wenn es mich **wirklich** interessiert. Für die Schule, für Referate eher nicht.

War es schwierig, Informationen zu finden und gab es mathematische Inhalte:

Es war generell schwierig, etwas zu finden, da es ein ausgefallenes Thema ist, Mathematische Ausführungen waren dabei, aber schwierig zu verstehen, daher haben wir sie gleich weggelassen. Wir haben auch nur nach praktischen Anwendungen gesucht, da mathematische Sachen nicht gefragt waren. (Missverständnis). Da haben wir nicht genauer hingeschaut.

War es leichter, nach genauer Abgrenzung des Themas etwas zu finden?

Eigenes Thema: Wetter:

War leichter zu genauerem Thema etwas zu finden, war nicht so viel Arbeit zu suchen, wusste eher was ich brauchen kann. Ich habe genauer gewusst, was ich suche. Bei allgemeinerem Thema muss ich viel mehr Seiten durchschauen, so kann ich die meisten Infos genauer abgrenzen.

Zum Wetter habe ich 2 oder 3 Berichte gefunden. Habe selbst aus diesen 3 Beiträgen meinen Artikel zusammengebaut. Da war aber keine Mathe dabei.

Nach 3-4 Seiten habe ich nicht weitergesucht. War für mich ausreichend.

Interview 2

Wann liest du eine Website genauer durch?

Es ist wichtig, wie die erste Seite aufgebaut ist. Es ist schlecht, wenn sie schnell gemacht ist, eintöniger Hintergrund, Frames, einfache Buttonleiste.

Die Farben sind wichtig, Seite darf nicht zu eintönig sein, nicht zu viel Text haben, große Überschriften, muss großgeschrieben sein. Bilder sind wichtig, eher klein wegen der Download-Zeiten. Das wichtigste ist, dass es sehr leserlich sein muss.

Überprüfung der Richtigkeit:

Man kann die Informationen nicht überprüfen, kann versuchen mehrere Quellen zu vergleichen, kommt aber auf den Bereich an. Für das Chaos habe ich nur 1 Quelle gefunden.

Bei größeren Bereichen gibt es mehr Quellen, die widersprüchlich sein können. Das ist dann ein Problem.

Ich wähle dann die Information nach dem Zufallsprinzip aus. Für eine Englisch-Hausübung über Maria Stuart habe ich *zufällig* eine Quelle genommen und die war falsch. Das war Pech.

Es ist einfacher in Büchern nachzulesen. Wenn man sich auf die Informationen aus dem Internet verlassen muss, ist das ein Risiko. Jeder kann Internetseiten machen. Aber das Risiko nicht richtige Seiten zu erhalten, muss man eingehen. Für eine Fachbereichsarbeit z.B. würde ich noch in Büchern nachschauen und andere Quellen zusätzlich suchen. Wenn es mehr Quellen gibt, merkt man schon, ob die Information richtig ist.

War es schwer Inhalte zu finden, waren auch Mathematische Inhalte dabei:

Wir fanden viele mathematische Ausdrücke, es waren so viele, dass wir sie gar nicht richtig angeschaut haben. Man kriegt davon einen Ekel und zieht die Leiste runter. Viele Seiten haben wir nur überflogen, und dann kriegt man nichts Genaues mit. Es gibt sehr viel, man schaut die Seiten eher oberflächlich an.

→ wie wurde entschieden was genommen wird?

Wir haben genommen, wo am meisten Inhalt war, wo viele Teilbereiche im Text vorgekommen sind. Wenn viel Mathe dabei war, haben wir die Seiten weggelassen, da man da viel arbeiten muss, um das zu verstehen. Es wäre ein zu großer Zeitaufwand nötig gewesen, um Mathe zu verstehen.

→ wie habt ihr den Arbeitsauftrag verstanden?

Eigentlich ging es eher um Anwendungsgebiete und nicht um Mathematik.

Zum eigenen Thema: **Luchse**, wie hast du das Thema gefunden?

Das Thema hat sich schon vor den Ferien ergeben. Ich habe eine Zusammenfassung zu verschiedenen Beispielen gefunden, und da ich biologisch interessiert bin, habe ich das genommen. Das Problem war, dass ich dann nichts mehr **dazu** gefunden habe. Zu diesem Thema gab es nur diesen Beitrag. Ein anderes Thema wollte ich nicht nehmen

→ Ist es leichter, zu einem genau abgegrenzten Thema etwas zu suchen?

Es ist leichter wenn ein genaues Thema vorgegeben ist.

Bei einem allgemeinen Thema ist es viel zeitaufwändiger, man muss riesige Materialien verarbeiten, ich würde eher ein allgemeines Thema nehmen, da man mehr erfährt, sonst vertieft man sich nur in ein Thema.

Ein allgemein gehaltenes Thema ist sicher interessanter, aber durch den nötigen Zeitaufwand wird es wieder uninteressanter. Ich würde eher ein allgemeines Thema wählen, da man mehr erfährt, sonst erfährt man nur zu **einem** Teilgebiet etwas.

Ist das Internet ein Motivationsfaktor?

Das ist vom Thema abhängig, wie weitläufig es ist. Es gibt schon viel im Internet, es geht schnell.

Es ist bequemer im Internet, man setzt sich zum PC und tippt herum.

Oft ist es aber in Büchern besser beschrieben als im Internet.

Für mich ist die Motivation durch Einsatz des Internet nicht größer. Ich lese genauso in Büchern nach.

Interview 3

Wann liest du eine Website genauer durch?

Wenn der Inhalt erfolgversprechend ist, lese ich den Text vollständig.

Wie überprüfst du den Wahrheitsgehalt?

Ich schaue, ob der Text einen Sinn ergeben kann?, entspricht er dem Thema? Lese ihn genau und mache mir Gedanken darüber.

Dann suche ich andere Links in denen Ähnliches steht, mit etwas Mühe findet man immer welche.

Wie seid ihr vorgegangen um Anwendungsbeispiele zu finden und gab es mathematische Inhalte dazu:

Haben verschieden Artikel durchgelesen, Querverweise gesucht, und Anwendungen.

Mathematische Informationen waren dabei, waren meist zu komplex, daher hat es uns nicht weiter interessiert.

Wie bist du zum eigenen Thema: **Menschenstau** gekommen:

Einen Artikel aus einer Zeitung im Internet gefunden, es gab nur 1 Link.

Auf anderen Seiten gab es Hinweise auf Stauverhalten, das erschien mir realistisch und das war eine glaubwürdige Quelle. Aber ich fand keine andere Seite dazu. Auch keine Mathematik.

War es leichter, zu einem eingegrenzten Thema Informationen zu finden:

Es ist schwer zu einem speziellen Thema Informationen zu finden. Es ist viel leichter bei einem großen Thema irgendeine Anwendung zu finden und zu bearbeiten. Zu meinem Thema fand ich fast nichts.

→ Warum hast du nichts Anderes gesucht?

Die eine Seite reichte völlig aus, daher habe ich auch kein anderes Thema gesucht.

Wie besorgst du dir Informationen zu bestimmten Themen?

Wenn ich Informationen brauche, suche ich in eigenen Büchern, im Internet, in der Bibliothek, meist zuerst in eigenen Büchern und im Internet.

Die Bücher haben keine Fehler, sind in Ordnung. Im Internet findet man **Irgendetwas**.

Interview 4:

Wann liest du eine Website genauer durch?

Wichtig, dass nicht zu klein geschrieben ist, dass die Überschriften hervorstechen, farbig gut gestaltet, mit Bildern. Wichtige Phrasen oder Wörter sollen im Text farblich dargestellt sein.

War es schwer Anwendungsgebiete zu finden?

Am Anfang war es schwer sich zu orientieren. Es war viel Information, ein kleinerer Bereich ist übersichtlicher. Man kann die Seiten wirklich durchlesen.

Am Anfang war viel Information, musste entscheiden WAS man nehmen soll.

Durch die vielen Infos hatte ich keinen Überblick, sie waren verwirrend.

Wir fanden größtenteils Text, kaum Mathematik. Erst am Schluss fanden wir Programme, Bilder, Apfelmännchen, ist mir am Anfang nicht so aufgefallen da zu viele Informationen waren.

Wie hast du die Richtigkeit überprüft und Informationen zum eigenen Thema: Chaos und Internet gefunden?

Ich habe viele Seiten über dieses Thema ausgedruckt. Jede Seite gelesen, Informationen, die sich gedeckt haben, auf die habe ich mich verlassen. Ich habe von verschiedenen Autoren mehrere Links gefunden. Genommen habe ich dann fünf Links.

Ich habe unter Chaosforschung und Internet gesucht, viele Links erhalten, diese fünf habe ich dann genommen.

Versucht mehr in Richtung Chaostheorie zu suchen, dort aber dann nichts mehr gefunden.

Ist es leichter, wenn ein spezielles Thema vorgegeben ist?

Es ist leichter, wenn ein genaues Thema vorgegeben ist, da sonst der Aufwand zu groß wird.

Lieber gehe ich in die Bibliothek und lese Bücher darüber, ist nicht so viel mehr Zeitaufwand.

Für ein Referat: suche ich zu Hause Bücher

Wenn mir ein Referat zugeteilt wird, und ich selbst nichts dazu habe, schaue ich ins Internet.

Es ist einfacher, im Internet zu suchen, als in einem Buch. Ich verwende das Internet aber nur für Referate. Ich traue dem Internet nicht so recht. Ich verwende es nur für die Schule, privat überhaupt nicht.

Ist das Internet für dich ein Motivationsfaktor?

Das Internet ist für mich kein Motivationsfaktor, mir ist es egal. Ich schaue eigentlich lieber in Büchern nach.

Anhang A7: Webseiten der Schüler zu Anwendungsgebieten der Chaostheorie

Chaos - Wetter

Lorenz' Entdeckung

Im Jahre 1963 machte der Meteorologe Edward Lorenz eine folgenschwere Entdeckung. Er gab in seinen Computer mehrere Wetterdaten ein, um daraus eine Vorhersage zu erstellen. Weil die Maschinen dieser Zeit noch sehr langsam arbeiteten, rundete Lorenz die Daten hinter dem Komma auf drei Stellen ab. Da die Computer jener Tage auch unzuverlässig arbeiteten, misstraute Lorenz den Ausdrucken seines Rechners. Er startete ihn deshalb nicht mit den Endergebnissen des Vortags, sondern mit Zwischenwerten. Der Computer rechnete also die Wetterdaten für einen gewissen Zeitraum doppelt aus. Wichen die Wetterszenarien in dieser Zeitspanne voneinander ab, dann war offensichtlich etwas falsch - sagte sich Lorenz. Tatsächlich hatten die beiden Kurven nichts mehr gemein. Seltsamerweise war der Computer aber in Ordnung: wenn Lorenz wieder die gleichen Anfangswerten eingab, spuckte der Rechner exakt die gleichen Zahlenkolonnen aus. Lorenz hatte den Fehler bald herausgefunden. Der Computer rechnete mit mehr Stellen hinter dem Komma als Lorenz eingegeben hatte. Der Unterschied von einem Hundertstel Prozent - das entsprach etwa einem leichten zusätzlichen Windhauch - hatte in kurzer Zeit die gesamte Vorhersage durcheinandergebracht

Der Ursprung der Chaostheorie

Das Phänomen ist als "Schmetterlingseffekt" in die Wissenschaftsgeschichte eingegangen. Schon winzige Einflüsse können das Wetter radikal verändern. Lorenz' Erkenntnis legte den Grundstein für ein neues Forschungsgebiet. In der Folgezeit erkannten Wissenschaftler, dass die verschiedensten Gebiete ebenso empfindlich von ihren Anfangsbedingungen abhängen wie das Wetter. Um dieses unkalkulierbare Verhalten bestimmter Systeme auszudrücken, nannten die Forscher sie "chaotisch".

Rechenknechte gefragt

Der konkrete Zustand eines chaotischen Systems lässt sich nicht in dem Sinne berechnen, dass man eine Formel mit ein paar Zahlen füttert und dann sogleich ein Ergebnis bekommt. Will man wissen, wie sich ein chaotisches System verhält, bleibt einem meist nichts anderes übrig, als sich Schritt für Schritt vorzutasten. Das Ergebnis eines Rechenschritts ist die Eingabe für den jeweils nächsten. So wird ein Systemzustand nach dem anderen berechnet, bis man an dem gewünschten Punkt angelangt ist. Die Mathematiker sprechen auch vom "iterieren". Weil es sehr aufwendig sein kann, den Systemzustand zu berechnen, ist man in der Regel auf Computer angewiesen. Dies ist mit ein Grund dafür, dass sich die Chaosforschung erst nach breiterer Verfügbarkeit von Computern ausgeweitet hat.

Die Wettervorhersage heute

Mittlerweile sind die Modelle zur Wettervorhersage ausgereifter und zuverlässiger geworden. Und trotzdem werden auch heute die Meteorologen immer wieder von einem plötzlichen

Umschwung der Wetterlage überrascht. Ein perfektes Wettermodell müsste alle Faktoren einbeziehen, die die Atmosphäre beeinflussen. Doch selbst wenn das möglich wäre, gäbe es keine absolut zuverlässige Vorhersage. Denn die Gleichungen, mit denen die Meteorologen rechnen, sind alle nichtlinear. Vorhersagen können immer nur Wahrscheinlichkeiten angeben.

Lediglich die Großwetterlagen bringen etwas Ordnung ins Chaos - denn sie halten die Atmosphäre in der Regel ein bis zwei Wochen stabil. Vorhersagen, die über diesen Zeitraum hinausgehen, sind deshalb mit Vorsicht zu genießen. Die Vorhersage bis zu circa fünf Tagen ist zuverlässiger - aber auch nicht immer. Sogar innerhalb weniger Stunden kann die Wetterlage kippen.

Der Orkan Lothar

Das Wettergeschehen in der Nacht vom 25. zum 26. Dezember 1999 ist dafür ein Beispiel. Ein zunächst harmloses Tief verwandelte sich binnen weniger Stunden in einen monströsen

Orkan. Ein Faktor von unendlich vielen Faktoren, der dieses unerwartete Verhalten der Atmosphäre verursacht hatte, war der extrem schnell und stark fallende Luftdruck im Zentrum des Tiefs. Zwar sagten französische und britische Wetterdienste "Lothar" bereits am Vorabend voraus, während der Deutsche Wetterdienst die Ausmaße des Orkans aufgrund eines Modellfehlers im Computer erst sehr spät erkannte. Aber eins hat damals alle Meteorologen vereint: die absolute Verwunderung darüber, dass ein solch rasanter und extremer Wetterwechsel ausgerechnet über Europa stattfand. Normal ist eine solche Entwicklung in den Tropen, aber nicht über dem europäischen Festland.

Verbesserung der Wettervorhersage

Meteorologen wagen heute kaum eine Wettervorhersage über den fünften Tag hinaus. Der Grund liegt in dem chaotischen Verhalten, bei dem winzige Ursachen riesige Auswirkungen nach sich ziehen. Eine interdisziplinäre Forschergruppe der University of Maryland hat nun herausgefunden, dass das Chaos nicht an jedem Ort gleich ist. Sie identifizierten "Chaos-Hotspots". Diese Chaos-Zentren überdecken zu einem festen Zeitpunkt nur ein Fünftel der Erde. Verstärke man nur in diesen Gegenden die Wetterbeobachtung, könne eine Vorhersage deutlich verbessert werden, so die Experten. Die anderen Regionen auf dem Globus seien weniger wichtig. Dieses Ergebnis basiert auf globalen Wetterdaten aus dem Zeitraum vom 10.

Februar bis zum 30. Juli 2000. Die Forscher konzentrierten sich auf die vorhergesagten Stärken und Richtungen der Winde und verglichen diese mit dem realen Wetter. In den Chaos-Zentren wurde über die Windanalysen deutlich, dass hier die kleinsten Abweichungen von einer Vorhersage die größten Folgen für die weitere Entwicklung des Wetters hatten: Ein typisches chaotisches Verhalten. Nun hoffen die Wissenschaftler, ihre Computermodelle für eine Wettervorhersage verbessern zu können. Grundlage dazu sei eine regelmäßige und genaue Wetterbeobachtung in den Chaos-Zentren. Damit können sich nach Meinung der Forscher die noch immer vorherrschenden Unsicherheiten in der Vorhersage deutlich senken lassen.

Quellen:

www.quarks.de

www.3sat.de

© by [Martin Glasner](#) 2002

Der Luchs und das Chaos

Potsdam - Am Anfang vom Chaos steht immer ein kleiner Unterschied. Eine Winzigkeit die etwa über das Schicksal einer Billardkugel entscheidet, wenn sie auf eine Rasierklinge balanciert. Dann reichen schon Schwingungen weniger Atome, um sie nach links oder rechts kippen zu lassen. Und eine Billardkugel ist für ein paar Atome schon ein ziemliches Ding.

Eine ähnliche Wirkung hat es, wenn sich in einem Ökosystem eine Kleinigkeit ändert. Darüber berichtete Professor Lewi Stone von der Universität Tel Aviv, in Potsdam. Das Zusammenspiel von Parasiten, Jägern und Gejagten gerät schon durcheinander, wenn etwa ein Virus die Hasenpopulation ausdünn. Dann finden Luchse nicht mehr genug Futter, und das ganze System wankt. Nicht nur auf einem Fleck, sondern in einem Gebiet der Größe Kanadas. Schlimm ist das nicht, denn das System erholt sich wieder landesweit.

Wenn Biologen in dem nordamerikanischen Land Luchse zählen, beobachteten sie seit 150 Jahren, dass die Luchspopulation überall im Takt schwankt. Erklären konnten sie das bislang nicht. Verblüfft haben sie auch kleine Abweichungen im Rhythmus des synchronen Auf und Ab. Stone konnte ihnen jetzt bei beiden Problemen helfen. Mit Gleichungen, die ein chaotisches System beschreiben. Sein Kniff: Er berücksichtigt auch den Ort, wenn er berechnet, wie sich die Zahl der Luchse verändert. "Das könnte ein Modell für viele Ökosysteme sein", sagt Professor Jürgen Kurths, der an der Universität Potsdam das Chaos sezziert.

Dass ein Virus die gesamte Luchsbevölkerung Kanadas aufscheucht, hat zwei Gründe, die in der Sprache der Mathematiker recht dürr klingen: die Nichtlinearität und die Rückkopplung. Unter nichtlinearen Funktionen fassen Mathematiker alles zusammen, was sie nicht wie einen Flug von Frankfurt nach La Palma beschreiben können: Einmal beim Reisetempo angelangt, legt der Flieger in einer Stunde doppelt so viele Kilometer zurück wie in einer halben. Während eines nichtlinearen Fluges würde er dagegen in der doppelten Zeit beispielsweise die vierfache Strecke zurücklegen oder über Frankfurt im Kreis fliegen.

Zum Chaos führt das aber erst, wenn um den Jet herum noch eine Horde anderer Flugzeuge düst und sich alle Flieger untereinander beeinflussen. Weil der Lufthansa-Jet dann auf die BA-Maschinen wirkt und die wieder auf die Lufthansa, sprechen Mathematiker von Rückkopplung. Chaos entsteht.

Fraktale Datenkompression

Die fraktale Datenkompression wird hauptsächlich bei Bild- & Tondateien angewandt, jedoch wurden auch bei Sampling-Tondateien recht gute Ergebnisse erzielt. Es ist jedoch für z.B. Programmdateien u.a. völlig unbrauchbar.

Das Ziel der Fraktalen Kompression ist es, ein Bild durch seine Selbstähnlichkeit zu komprimieren (verkleinern). Dabei wird ausgenutzt, dass viele Bildteile beispielsweise gedrehte, gespiegelte oder verkleinerte anderer Teile sind.

Das Hauptproblem dabei ist es aber eine Funktion, die die Selbstähnlichkeit beschreibt, zu finden. Hat man eine Funktion gefunden, braucht man anstatt das ganze Bild nur noch diese (und u.U. einige kleine Bildteile) zu speichern, was zu einer hohen Kompressionsrate führt. Es lässt sich dadurch ein Bild auf bis zu 2% seiner Originalgröße fast verlustfrei komprimieren. Es wurde angeblich auch schon eine Kompression im Faktor 1:100 geschafft.

Beim digitalen Fernsehen, der digitalen Bildübertragung zwischen Computern, bei Photo-CDs oder für die Fingerabdruckdatei des FBI werden wegen der Komplexität aber andere Verfahren verwendet. Inzwischen gibt es auch erste Algorithmen, die automatisch nach einer Selbstähnlichkeit im Bild suchen, diese sind aber nicht besonders gut und sind äußerst langsam. An einer Verbesserung wird überall (unter anderem auch an der Universität Mannheim) gearbeitet.

Der Komprimierungsvorgang läuft in 3 Schritten (Dekorrelation, Quantisierung & Codierung) ab. Wie das ganze genau funktioniert finden Sie [hier](#).

Die fraktale Datenkompression ist jedoch nicht zu verwechseln mit der JPEG-Kompression. Diese ist nämlich eine eher psychologische Variante, denn sie "vernachlässigt" alle Bildinformationen, die dem Betrachter nicht sofort ins Auge stechen. Die fraktale Kompression verwechselt man aber oft auch mit der MPEG-Kompression, die vor allem bei Video-Clips verwendet wird. Bei MPEG werden alle Bildinfos, die beim Bild A gleich sind (z.B. Hintergrund etc.) nur 1x gespeichert, und beim aufrufen vom Bild B einfach auf diese zurückgreift, und das ca. 20-25x pro sec.

(c) Lukas Brunnader

Nächstes: [Dekorrelation](#) **Letztes:** [Basis-Wavelets und Multi-Resolutions-Analysis](#)

Das Drei-Phasen-Kompressions-Modell

Bei den gängigen auf Wavelets basierenden Kompressionsverfahren für Bilddaten können im Wesentlichen drei Phasen unterschieden werden:

1. **Dekorrelation** der Bilddaten mittels Wavelet-Transformation
2. **Quantisierung** der im ersten Schritt erhaltenen Koeffizienten
3. **Codierung** der quantisierten Werte

Die Rekonstruktion des Bildsignals gliedert sich dann entsprechend in Decodierung, Dequantisierung und inverse Transformation.

-
- [Dekorrelation](#)
 - [Quantisierung](#)
 - [Codierung](#)

Rainer Steinwandt

Nächstes: [Quantisierung](#) Letztes: [Das Drei-Phasen-Kompressions-Modell](#)

Dekorrelation

Wie bereits angedeutet soll die Dekorrelation des Bildsignals durch eine Wavelet-Zerlegung implementiert werden. Es stellt sich natürlich die berechnete Frage, ob nicht durch ein anderes Verfahren eine noch „bessere“ Zerlegung der Eingangsgröße möglich ist. Tatsächlich gibt es ein solches Verfahren:

Wenn die Korrelation der vorliegenden Daten genau bekannt ist, kann mit Hilfe der sogenannten Karhunen-Loève-Darstellung eine in gewisser Hinsicht optimale Basis gefunden werden. Das Verfahren beruht auf der Berechnung der Eigenvektoren der Korrelationsmatrix. Die Gründe, die gegen dieses Verfahren sprechen, sind jedoch so gravierend, daß für praktische Zwecke eine weniger optimale Lösung mit Hilfe von Wavelets vorgezogen wird:

- Die benötigte Korrelationsmatrix ist in der Regel unbekannt .
- Der Aufwand für die Berechnung der Eigenvektoren beträgt $O(n^3)$, was bereits bei einem Bild mit 512×512 Pixeln einen beachtlichen Rechenaufwand mit sich bringt ($512^3 \approx 1,3 \cdot 10^8$).
- Selbst wenn die optimale Basis bekannt ist, benötigt die Berechnung der Transformation quadratischen Aufwand.
- Die Basis ist abhängig von den konkreten Eingangsgrößen.

Die Wavelet-Transformation kann hingegen mit linearem Aufwand implementiert werden. Hierzu bedient man sich in der Regel sogenannter *QMF-Systeme*, wobei **QMF** für **Quadratic Mirror Filter** steht. Ein solches System untergliedert sich in einen Hochpaß-Filter H und einen Tiefpaß-Filter T , welche sich jeweils durch eine finite Folge (h_n) bzw. (t_n) beschreiben lassen. Die Filterung eines (eindimensionalen) Signals erfolgt in dieser Darstellung durch Faltung der

entsprechenden Filterkoeffizienten f_k mit dem Eingangssignal (e_k) , d.h. das gefilterte Signal g ergibt sich zu

$$(g_i) := \left(\sum_k f_k e_{i-k} \right)$$

Im Fall des QMF-Systems sind die Koeffizienten h_k des Hochpaß-Filters durch die den Tiefpaß-Filter beschreibenden t_k bereits festgelegt (vgl. MRA): $h_k = (-1)^{1-k} t_{1-k}$

Beschreibt das Paar (H, T) die Rücktransformation, so gilt für das zugehörige Paar von (Vorwärts-) Transformations-Filtern (\tilde{H}, \tilde{T}) : $\tilde{h}_k = h_{-k}, \tilde{t}_k = t_{-k}$

Die effektive Ausführung der Wavelet-Transformation besteht nun in der simultanen Filterung des Eingangssignals mit \tilde{H} und \tilde{T} und anschließendem *downsampling* um den Faktor 2 der Ausgangssignale.

Die daraus abgeleitete Anwendung auf ein zweidimensionales (Bild-) Signal läßt sich wie folgt beschreiben:

1. Das Eingangssignal (Original-Bild) $B(x, y)$ wird in x-Richtung (horizontal) simultan mit dem Hochpaß \tilde{H} und dem Tiefpaß \tilde{T} gefiltert. Die resultierenden Bilder B_H und B_T erlauben aufgrund der Wahl der Filter eine Rekonstruktion des Originals.
2. Da die Bandbreite von B_H und B_T bzgl. der x-Achse nur noch halb so groß ist wie die des Ausgangssignals, kann die Hälfte der Spalten von B_H und B_T verlustfrei entfernt werden (*downsampling*). Seien b_H und b_T die Ergebnisse des Sampling-Vorgangs.
3. b_H und b_T werden in y-Richtung (vertikal) simultan mit \tilde{H} und \tilde{T} gefiltert. Die resultierenden Bilder seien $B_{HH}, B_{HT}, B_{TH}, B_{TT}$.
4. $B_{HH}, B_{HT}, B_{TH}, B_{TT}$ weisen in y-Richtung nur noch eine halb so große Bandbreite wie b_H bzw. b_T auf, d.h. die Hälfte der Zeilen kann jeweils entfernt werden. Damit erhält man vier Bilder $b_{HH}, b_{HT}, b_{TH}, b_{TT}$.

Die vier erhaltenen Bildern können visuell folgendermaßen interpretiert werden:

- b_{TT} entspricht einer geglätteten und verkleinerten Version des Originalbildes (gewissermaßen eine Darstellung des Originals bei verringerter Auflösung)
- in b_{TH} treten besonders die horizontalen Bildelemente hervor
- in b_{HT} dominieren die vertikalen Bildelemente
- b_{HH} betont die diagonalen Strukturen des Original-Bildes

Das nachstehende Blockdiagramm verdeutlicht nochmals einen einzelnen Durchlauf der Wavelettransformation. Das Verfahren kann rekursiv auf die verkleinerte Version des Originalbildes angewendet werden; theoretisch kann die Transformationssequenz durchlaufen werden, bis das Ausgangsbild zu einem einzelnen Punkt zusammengeschrumpft ist. Praktisch wird dies kaum gemacht, da meist bereits vorher eine hinreichende Kompressionsrate erreichbar ist.

Anmerkung: Die Einschränkung der Rekursion auf das verkleinerte Originalbild ist nicht zwingend; es kann durchaus erwünscht sein andere „Teilbilder“ in die Rekursion einzubeziehen.

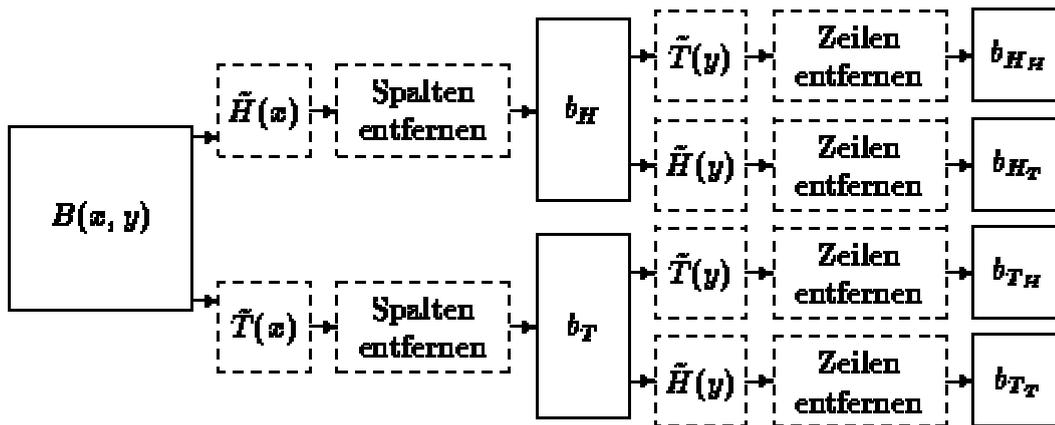


Abbildung 1: Schematischer Ablauf einer Wavelettransformation

Es sollen an dieser Stelle noch einige Details erwähnt werden, die bei der Implementierung des obigen Verfahrens zu beachten sind:

- Das Entfernen der Zeilen bzw. Spalten reduziert die Größe des Eingangsbildes jeweils um den Faktor 2. Insbesondere bei mehrfacher Iteration des Vorgangs kann es sich als sehr störend erweisen, wenn das Bildformat nicht als Zweierpotenz darstellbar ist oder eine hinreichend große Zweierpotenz als Faktor enthält. Auch in diesem Sinne ist es anzustreben, daß das Transformationsschema nur möglichst selten zu durchlaufen ist. Gegebenenfalls sollte das Original-Bild im Format entsprechend angepaßt werden, um das obige Verfahren möglichst direkt übernehmen zu können.
- Die eigentliche Filterung des Signals wird wie bereits gesagt durch Faltung der Filterkoeffizienten (f_k) mit dem Eingangssignal (e_k) realisiert:

$$(g_i) := \left(\sum_k f_k e_{i-k} \right)$$

Das Eingangssignal (e_k) ist hierbei eine (evtl. endliche) Folge e_0, e_1, e_2, \dots . Gemäß der obigen Faltungsvorschrift können aber negative Indizes, also nicht vorhandene Komponenten $e_{-1} := e_1, e_{-2} := e_2, \dots$, auftreten. Ist die Folge (e_k) endlich, ergibt sich am „Ende“ des Tupels ein analoges Problem mit zu großen Indizes. Die Randpunkte des Signals müssen deshalb gesondert betrachtet werden. Einige mit relativ geringem Aufwand realisierbaren Möglichkeiten sind:

- *Entfernen der Randpunkte*-die Randpunkte werden ersatzlos abgeschnitten
- *Fortsetzung durch Spiegelung*-das Signal wird durch die Festlegung $e_{-1} := e_1, e_{-2} := e_2, \dots$ (ggf. am anderen Rand analog) fortgesetzt
- *Fortsetzung durch erzwungene Periodizität*-besitzt das Signal nur eine endliche Ausdehnung, wird es an den Rändern wieder angefügt
- Die Realisierung der Filterung bzw. Faltung erfordert eine hinreichend gute Rechengenauigkeit. Als Hinweis mögen einige Filterkoeffizienten des Tiefpaßfilters dienen, welche bei Verwendung des Daubechies-Wavelets W_6 auftreten:
 $t_3 = -0,135011020010; t_4 = -0,085441273882; t_5 = 0,035226291882$
 Treten hier größere Rundungsfehler auf, kann dies merkliche Qualitätsverluste bei den Ausgangsdaten nach sich ziehen - nicht zuletzt bei rekursiver Anwendung des Transformationsschemas.

Nächstes: [Quantisierung](#) Letztes: [Das Drei-Phasen-Kompressions-Modell](#)

Quantisierung

Bis zu diesem Zeitpunkt ist im Wesentlichen noch nichts anderes passiert, als daß das ursprüngliche Bild in mehrere Teile zerlegt worden ist. Insbesondere ist in keinster Weise eine Kompression des Original-Bildes durchgeführt worden. In dieser Phase soll nun der Speicherbedarf für die abzuspeichernden Daten verringert werden, indem der Wertebereich der aus dem ersten Schritt erhaltenen Koeffizienten verringert wird.

Ein erster naheliegender Ansatz beruht letztlich auf der Energieerhaltung der Wavelettransformation, welche besagt, daß die Energie in einem Signal und seiner Wavelettransformierten übereinstimmt. Nimmt man also nur geringe Veränderungen an den Waveletkoeffizienten vor, so sollte dies im Originalbild ebenfalls nur leichte Veränderungen bewirken. Es drängt sich nun der Gedanke auf, solche Koeffizienten, die betragsmäßig klein sind, zu Null zu machen. Dies realisiert man mittels einer einfachen Schwellenfunktion s_λ , die jeden Koeffizienten, dessen Betrag unter einem Schwellenwert λ liegt, auf die Null abbildet:

$$s_\lambda(x) = \begin{cases} 0 & \text{falls } |x| < \lambda \\ x & \text{sonst} \end{cases}$$

Sinnvoll einsetzbar ist s_λ natürlich nur, wenn ein hoher Anteil der Koeffizienten eliminiert werden kann, ohne λ so groß wählen zu müssen, daß die Qualität des Ausgangsbildes merklich in Mitleidenschaft gezogen wird.

Dies ist in der Praxis zumeist möglich, da die Waveletkoeffizienten auf der reellen Achse in der Regel sehr eng beieinanderliegen und ein wesentlicher Teil davon hinreichend klein ist, so daß ein geringer Prozentsatz an nichtverschwindenden Koeffizienten ausreicht, um das Originalbild in vernünftiger Qualität rekonstruieren zu können.

So elegant dieser Vorgang auch erscheint-es darf nicht vergessen werden, daß das Originalbild und das rekonstruierte Bild als Folge dieser Vorgehensweise nicht mehr identisch sind. Eine solche *verlustbehaftete* („lossy“) Kompression ist für den Gebrauch bei Texten oder Programmdateien völlig ungeeignet.

Bessere Kompressionsraten als mit der Schwellenwertmethode können durch den Gebrauch eines (endlichen) Systems von *Quantisierungsfunktionen* $(Q_i)_{i \in \{1..m\}}$ erreicht werden.

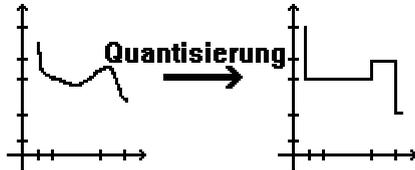
Charakteristisch für eine Quantisierungsfunktion Q ist ihre Nichtinjektivität; ist A ein beliebiges Intervall auf der reellen Achse und $\{\xi_k : k = 1..m\} \subset A$ eine nichtleere Menge von inneren Punkten von A mit $\xi_1 < \xi_2 < \dots < \xi_m, \xi_0 := -\infty$, dann ist

$Q(x) = s_{m+1}(i \in \{0..k\} : x > \xi_i)$, wobei die s_k Symbolzeichen sind. Die „Quantisierungsgüte“ hängt offenbar von drei wesentlichen Faktoren ab:

- die Anzahl k der ξ_k 's - ein zu kleiner Wert führt zu einer zu groben Quantisierung, ein zu großer Wert vermindert die Kompressionsrate unnötig
- die Wahl der ξ_k 's - z.B. kann eine nicht-äquidistante Zerlegung von A bei der gleichen Anzahl von ξ_k 's zu einem besseren Ergebnis führen als eine äquidistante Zerlegung
- die Anzahl m der Quantisierungsfunktionen - üblicherweise kann durch den Gebrauch von mehreren unterschiedlichen Quantisierungsfunktionen die Kompressionsrate verbessert werden

Zur Bestimmung möglichst optimaler Werte für k und für die ξ_k 's ist zum einen die Verteilung der Koeffizienten von Interesse, welche mit statistischen Verfahren zu untersuchen ist; zum anderen kommen hier die Eigenschaften des menschlichen Sehapparates wesentlich zum

Tragen - empirische Verfahren haben hier durchaus ihre Berechtigung. Darüberhinaus ist es sinnvoll, die Quantisierung mit dem verwendeten Codierverfahren (siehe nächsten Abschnitt) abzustimmen, um eine möglichst gute Kompression zu ermöglichen. Zur Veranschaulichung des Quantisierungsbegriffs möge die nachstehende Abbildung dienen, die die Reduktion des Wertebereichs einer reellwertige Funktion durch Quantisierung skizziert.



Neben dieser *skalaren* Quantisierung ist auch eine *vektorielle* Variante möglich. Dabei werden die Koeffizienten zu Tupeln (Vektoren) zusammengefaßt und jedem Tupel wird ein Symbolzeichen zugeordnet. Das zu lösende Problem besteht dann in einer Wahl der Vektoren derart, daß die Anzahl der verwendeten Symbolzeichen minimal ist. Es soll hier nicht näher auf diese Technik eingegangen werden. Informationen zu diesem Thema finden sich z.B. in [\[AB+92\]](#).

Die Anzahl ~~und~~ der verwendeten Quantisierungsfunktionen ist normalerweise ungleich Eins; üblicherweise wird bei jeder Stufe des Kompressionsvorgangs eine eigene Quantisierungsfunktion zugrunde gelegt. Abschließend müssen die bei jeder Stufe verwendeten ξ 's und die zugehörigen Symbolzeichen σ in der *Quantisierungstabelle* abgelegt werden und bei der nachfolgenden Codierung mitberücksichtigt werden.

Codierung

Bei der Codierung geht es darum, die aus dem Quantisierungsschritt erhaltenen Symbolzeichen möglichst „kompakt“ darzustellen. Dabei muß allerdings ein *verlustfreies* Kompressionsverfahren benutzt werden, da sonst die Qualität des Ausgangssignals über das tolerierbare Maß hinaus in Mitleidenschaft gezogen würde.

Bei der Wahl des Codierverfahrens muß berücksichtigt werden, inwieweit eine schnelle Rekonstruierbarkeit des Originalbildes wichtiger ist als eine optimale „Packdichte“. Je nach Prioritätsfestlegung muß die Entscheidung zugunsten eines geeigneten Verfahrens getroffen werden - die für den Kompressionsvorgang nötige Zeit kann dabei beträchtlich (Faktor 40 ist durchaus realistisch) variieren. Hinsichtlich einer hohen Verarbeitungsgeschwindigkeit bietet sich besonders bei der Codierung der Nullkoeffizienten ein klassisches RLE-Verfahren an (**R**un-**L**ength-

Encoding), das wohl keiner weiteren Erläuterung bedarf. Im Anschluß an den RLE-Durchlauf wird häufig eine Huffman-Codierung angewendet - es ist aber natürlich auch möglich ein Codierverfahren anzuwenden, welches Symbole identischer Bitlänge erzeugt.

Ausdrücklich hingewiesen werden soll hier auf die Technik des sogenannten „*zero tree encoding*“ (z.B. Shapiro 1993). Dieses Verfahren nutzt vereinfacht ausgedrückt Analogien zwischen den einzelnen Wavelet-Bändern aus und erzielt so ausgesprochen gute Resultate. Allerdings müssen u.U. drastisch höhere Codierzeiten eingeplant werden.

Kryptographie

Was ist Kryptographie?

Kryptographie ist die mathematische Wissenschaft, die sich mit Vertraulichkeit, Datenintegrität und Authentifikation befasst.

Es gibt bis jetzt noch keine rechtliche Definition von Kryptographie. Im Prinzip ist Kryptographie die Verschlüsselung von Informationen jeglicher Art.

Die Informationen werden so verändert, dass sie für einen Unbefugten unlesbar werden oder keinen Sinn ergeben (z.b.: Geheimsprache).

Für diese Verschlüsselung braucht man einen Schlüssel, den Sender und Empfänger besitzen müssen.

Symmetrische Kryptographie

Hier wird der Klartext, also die vertrauliche Information, mit einem Schlüssel/Passwort verschlüsselt. Jeder, der diesen Schlüssel kennt, kann den Text wieder entschlüsseln.

Symmetrische Verschlüsselungsverfahren sollten mindesten einen 128 bit langen Schlüssel haben. Das heisst ein Schlüssel besteht aus einer 128 Zeichen langen Folge von Nullen und Einsen.

(interessantes Gedankenexperiment)

Bekannte Vertreter dieser Gruppe sind:

DES

IDEA

RC4

BlowFish

CAST

Asymmetrische Kryptographie

Hier sind jetzt (im Gegensatz zu den symmetrischen Verfahren) *zwei verschiedene Schlüssel* im Spiel: Ein geheimer *Secret-Key*, den nur der Besitzer kennt und ein öffentlicher *Public-Key*. Den Public-Key kann man veröffentlichen und verteilen. Mit diesem Schlüssel kann jeder Nachrichten verschlüsseln. Entschlüsselt werden kann der Text jedoch nur vom Besitzer des Secret-Keys.

1978 präsentierten [Roland L. Rivest](#), [Adi Shamir](#) und L. Adelman das nach ihnen benannte RSA-Verfahren. Es beruht darauf, dass man große Zahlen bis heute nicht schnell in ihre Primfaktoren zerlegen kann. Andere Public-Key-Verfahren basieren auf Ideen von Taher ElGamal.

Sichere RSA-Schlüssel sollten mindestens eine Länge von 1024 bit haben.

Anwendung

Telebanking

Passwörter

E-Mail

Harddiskverschlüsselung

Einfache Verschlüsselungsmethoden

Eine einfache aber unsichere Methode zur Verschlüsselung ist die, jeden Buchstaben des Alphabets um einen bestimmten Wert zu "verschieben". Einige Mail-Programme bieten die Funktion "ROT13" zum Ver- und Entschlüsseln, in denen alle Buchstaben um 13 Zeichen rotiert werden. Aus einem "a" wird ein "n" u.s.w..

Beispiel:

Treffpunkt: 13.08.98, vor dem Bahnhof

ergibt verschlüsselt: Gersschag: 13.08.98, ibe qrz Onuaubs

Aufwändigere Verschlüsselungsmethoden

Ähnlich dem folgenden Beispiel arbeiteten deutsche Chiffrierverfahren im 2. Weltkrieg (die aber dann doch von den Engländern "geknackt" wurden). Man stelle sich eine spezielle Schreibmaschine vor, die auf Knopfdruck den vorhandenen Zeichensatz, je nach gewähltem Schlüssel (1 bis n), verschlüsseln kann. Das Vertauschen der Zeichen ist pro Schlüssel rein zufällig.

ABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ1234567890 ,:;_+*#"\$\$%&/()=? Unverschlüsselt
50QRLST67UVW89XYZ1234 ,ABC;J:;_+*DEFGHI#!"\$\$%&/()=?KMNOP Schlüssel 1
()=?KMNOP50QRLST67UVW8_+9XYZ1234 ,ABC;J:;_+*DEFGHI#!"\$\$%&/ Schlüssel 2
+*D50QRL7UVW89XYZ1234 ST6,ABC;J.FGHI#!"\$:-_E\$%&/()=?KMNOP Schlüssel 3 ...u.s.w. bis
!"\$:L7UV+*D50QRW89234XYZ1 BC;J.FST6,AGHI#=-?KMNOP_E\$%&/() Schlüssel n

TREFFPUNKT: 13.08.98, VOR DEM BAHNHOF wäre dann 31LSSY49V3#F;.IE*ID*GF
X1FRL8FO5696XS (nach Schlüssel 1) Diese Codetabellen müssen Sender und Empfänger vorliegen und dürfen nicht in fremde Hände gelangen!

Solche Vertauschungen sind mit Rechnerhilfe relativ leicht zu knacken ([Kryptoanalyse](#)), da sich z.B. aufgrund statistischer Häufungen schnell die Vokale "a,e,i,o,u" oder Teile von Wörtern wie "ch" oder "sch" ermitteln lassen. Diese Methode ist natürlich von der jeweiligen Sprache abhängig. Man kann aber ohne viel Aufwand möglichen Code-Knackern die Arbeit erschweren, wenn zur Codierung und De-Codierung Sender und Empfänger sich auf folgende Algorithmen einigen:

- Der jeweils verwendete Schlüssel ist z.B. vom Datum abhängig.

Begriffe und ihre Definition

- **Kryptographie** ist die Wissenschaft von der Verschlüsselung von Daten. Ein Kryptograph entwickelt kryptographische Verfahren zur Verschlüsselung von Daten.
- **Krypt(o)analyse** beschäftigt sich mit der Analyse von verschlüsselten Daten. Das Ziel eines Kryptoanalysten ist es, eine verschlüsselte Nachricht zu knacken. Er versucht Schwachstellen in einem kryptographischen System zu finden und diese für das "Knacken" des Verfahrens auszunutzen.

- **Kryptologie** vereinigt Kryptographie und Kryptanalyse. Ein Kryptologe ist also auf beiden Gebieten tätig. Er entwickelt selbst kryptographie Algorithmen und führt Tests an anderen Verfahren durch.
- **Chiffrierung** ist ein Synonym für Verschlüsselung.
- **Dechiffrierung** ist ein Synonym für Entschlüsselung.
- **Chiffretext, Geheimtext** ist das Resultat der Verschlüsselung.
- **Klartext** ist der unverschlüsselte, klare Text.