Themenheft
Mathematik und Textverarbeitung

Eine Anleitung zum Schreiben mathematischer Beiträge

von Ingmar Rubin

Zusammenfassung

Der Beitrag zeigt einen Lösungsweg wie man universell lesbare Mathematikdokumente am PC erstellt. Vorweg erfolgt eine kritische Analyse vorhandener Officepakete und Computeralgebraprogramme. Es folgen Hinweise zur Auswahl des Schriftfonts, zum Seitenaufbau und zu inhaltlichen Aspekten.

Aus der Vielzahl vorhandener Programme wurde das Textsatzsystem LaTeX / MikTeX und der Funktionenplotter Gnuplot ausgewählt. Beide Programme stehen kostenlos im Internet zur Verfügung und befinden sich auf der jüngsten Sharware-Kollektion der Computerzeitschrift *c't magazin*, CD-ROM im Heft 12/2000 und Heft 14/2000.

Der Leser lernt den Umgang mit DVI- und Postscriptdateien kennen. Die Tools ermöglichen das Lesen und Ausdrucken der im Internet veröffentlichten Mathematikbeiträge. Postscript-Files sind für die Veröffentlichung über E-Mail, Internet oder Fachzeitschriften geeignet. Die verwendeten Postscriptfonts besitzen Buchdruckqualität. Die Übersetzung von PS nach PDF (Acrobat Reader Format) und von LaTeX nach HTML ist über Konverterprogramme möglich.

Für LaTeX stehen im Internet diverse Erweiterungspakete zur Verfügung. Als Beispiel wird auf AMS-LaTeX und das Macropaket *Chess Style* eingegangen.

Der Beitrag gibt eine kurze Einführung in den Befehlssatz von LaTeX. Die Einbindung von Graphiken in das LaTeX Dokument wird ausführlich beschrieben. Am Beispiel des Funktionenplotters Gnuplot werden Kurven erstellt und in das LaTeX-Dokument integriert. Abschließend wird die Erstellung eines umfangreichen Dokumentes am Beispiel einer Belegarbeit zum Thema *Funktionen und ihre Darstellung* erläutert.

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1

Welche Textverarbeitung ist die Richtige ?

1.1 Von der Zettelsammlung zum DVI-File

Das Schreiben von Texten in denen mathematische Formeln,Gleichungen und Funktionsgraphiken vorkommen, setzt eine spezielle Software am PC voraus. Wer nicht über die passende Textverarbeitung verfügt bzw. deren Bedienung nicht kennt, wird schnell verzweifeln.
Typische Probleme sind fehlende Sonderzeichen bei der Eingabe von Formeln oder daß die Konstruktion von Gleichungssystemen, Matritzen, Kettenbrüchen o.ä. nicht gelingen will. Ein weiteres Problem ist die Erstellung und Einbindung von Skizzen oder Funktionenplots. In Ermangelung programmtechnischer Möglichkeiten müssen viele Textaufgaben ohne Bilder auskommen.
Unter diesen Voraussetzungen wird kaum jemand Lust verspüren, Mathematikaufgaben in seine Textverarbeitung einzugeben. Im Laufe der Zeit entsteht so eine Zettelsammlung mit vielfach interessanten Aufgaben, Lösungsansätzen und Lösungen, die der öffentlichkeit vorenthalten bleiben.
Wer seine mathematischen Dokumente heute via Internet, E-Mail oder in Mathematikzeitschriften puplizieren möchte, benötigt dazu eine elektronisch gespeicherte Datei. Diese Datei muß sich problemlos an einem anderen PC lesen und ausdrucken lassen, ohne daß es zu änderungen im Layout oder Schriftfont kommt.
An Hochschulen und Universitäten hat sich schon lange das Textsatzsystem LaTeX durchgesetzt. Mit LaTeX entstehen Mathematikdokumente in Buchdruckqualität. Wer im Internet nach mathematische Artikeln ,übungsblättern ect. sucht, findet häufig Dateien mit der Endung .dvi oder .ps. Es handelt sich dabei um DVI -und Postscriptfiles - das typische Ausgabeformat von LaTeX.
In den folgenden Kapiteln wird ein Lösungsweg zur Erstellung von Mathematikdokumenten im DVI-Fileformat gegeben. DVI steht für *Device Indipendent.* Die Dateien können unabhängig vom Betriebssystem des Rechners ausgewertet und gedruckt werden. DVI-Betrachterprogramme gibt es für die aktuellen Betriebssysteme Linux und MS-Windows 95/98/NT kostenfrei im Internet. Im Beitrag werden Bezugsquellen für DVI-Betrachter und LaTeX angegeben.

1.2 Anforderungen an ein Textverarbeitungssystem

In den Anfangsgründen der Textverarbeitung standen reine ASCII-Editoren zur Verfügung. Mit ihnen konnten keine mathematischen Sonderzeichen, wie z.B. Symbole aus der Mengenlehre oder griechische Buchstaben, gesetzt werden. Später war es möglich Zeichen hoch- bzw. tief zu stellen (Indizes) oder Buchstaben kursiv zu schreiben. Formeln mit Brüchen und Klammern wurden über mehrere Zeilen aus einfachen Bindestrichen kunstvoll zusammen gesetzt. Skizzen und Funktionsgraphen wurden nachträglich per Hand eingefügt. Wenn man heute die Aufgabentexte älterer Mathematikolympiaden betrachtet, findet man dieses typische Layout.
Wer heute seine mathematischen Arbeiten formvollendet in eine Tetxverarbeitung eingeben will, wird sich mit solchen Kompromissen nicht zufrieden geben. Für das Erstellen mathematischer Dokumente werden im Einzelnen benötigt:

- das griechisches Alphabet: $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon \quad \Gamma, \Delta, \Theta, \Lambda$ usw.
- Angabe von Zahlenbereichen $\mathbb{Z}$, $\mathbb{Q}$, $\mathbb{R}$, $\mathbb{C}$, $\mathbb{Z}/m\mathbb{Z}$,$\mathbb{Q}(\alpha)$, $\mathbb{F}_{p^n}$,
- diverse mathematische Sonderzeichen: $\forall, \exists, \equiv, \not<, \|, \subseteq, \bigoplus, \odot, \wp, \ell$,
- mathematische Formelzeichen:

$$\dot{x} = \frac{dx}{dt} \qquad \sum_{i=1}^{n} \qquad \int_0^{\frac{\phi}{2}} \qquad \binom{n}{k}$$

- spezielle Formelsatzkonstruktionen wie mehrzeilige Matrizen, Klammern und Brüche

$$\mathbf{x} = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots \\ x_{21} & x_{22} & \cdots \\ \vdots & \vdots & \ddots \end{pmatrix} \qquad 1 + \left(\frac{1}{1-x^2} \right)^3 \qquad t_0 + \cfrac{1}{t_1 + \cfrac{1}{t_2 + \cfrac{1}{t_3 + \cfrac{1}{t_4 + \cdots}}}}$$

- automatische Nummerierung der Formeln und Gleichungen,
- spezielle Textformate für mathematische Sätze, Definitionen, Beweise ect.,
- Einbindung von Graphiken und Funktionenplots.

1.3 Was leisten die aktuellen Officepakete ?

Die meisten im privaten Bereich genutzten PC's benutzen heute das Betriebssystem *Windows 95/98* und verfügen über ein installiertes Officepaket wie:

- *Lotos 1-2-3*,
- *Microsoft Office*,
- *Star Office*.

Die darin enthaltenen Textverarbeitungen erfüllen grundsätzlich die oben genannten Forderungen. Sie besitzen die Möglichkeit Graphikdateien zu importieren und an beliebige Textstellen zu setzen. Sie verfügen über einen mathematischen Formeleditor zum setzen von Gleichungen, Matritzen usw.. Das weit verbreitete Textverarbeitungssystem MS-Word wird in der Standardinstallation **ohne** Formeleditor installiert. Wie man den Formeleditor in MS-Word 6 / MS-Word 97 nachträglich zum Leben erweckt, ist im Anhang beschrieben.
Den modernen Officepaketen ist gemeinsam das sogenannte WYSIWYG (What you see is What you get). Der Autor sieht stets während der Texteingabe das fertige Drucklayout. Weiterhin ist in den Paketen eine Tabellenkalkulation (*MS-Excel, Star-Calc*) enthalten, mit denen man mathematische Funktionen plotten kann. Mit Hilfe des integrierten Graphikprogramms können Skizzen zur Aufgabenstellung und deren Lösung erstellt werden. Von den Officepaketen gibt es *StarOffice 5.1* für die private Nutzung zum kostenlosen Download unter *www.stardivision.de*.
Wer schon längere Zeit seine Mathematikdokumente mit *WinWord* oder *StarOffice* erstellt, wird kaum auf ein anderes Textverarbeitungssystem umsteigen möchten. Der Vorteil des WYSIWYG und die einfache Integration von Grafiken aus Excel oder anderen Grafikprogrammen überwiegen. Bei der Erstellung großer Dokumente mit vielen Formeln und Grafiken treten jedoch zahlreiche Softwarefehler zu Tage. Im schlimmsten Fall lassen sich die Dokumente plötzlich nicht mehr abspeichern oder es kommt zu Problemen beim Ausdrucken. Im folgenden sind einige Mängel aufgezählt, weshalb *WinWord* oder *StarOffice* nicht als favorisierte Lösung gewählt wurden.

- die im Internet veröffentlichten DVI-Files und Postscriptdateien lassen sich mit *MS-Word* oder *StarOffice* nicht auswerten,
- das Dokumentlayout ist nicht auf jedem PC das gleiche - Ursache dafür sind unterschiedliche Schriftfonts und Druckertreiber,
- das Dateiformat ist zu anderen Betriebssystemen nicht kompatibel,
- das Lesen und Drucken von Dokumenten setzt das gleiche Officepaket am anderen PC voraus,
- der integrierte Formelsatzeditor besitzt einen eingeschränkten Zeichensatz,
- komplizierte Formelkonstruktionen sind nur schwer zu realisieren,
- das Aussehen der Gleichungen, Formeln und Symbole entspricht nur mittleren Ansprüchen, sie besitzen keine Buchdruckqualität,
- längere Dokumente mit vielen Formeln und Graphiken werden recht unhandlich und instabil,
- mit der Tabellenkalkulation lassen sich nur einfache mathematische Funktionen plotten

1.4 Computeralgebrasysteme

Was liegt näher als ein vorhandenes Mathematikprogramm gleich für die Textverarbeitung mit zubenutzen. Diesen Gedanken haben sich die Hersteller von Computeralgebrasystemen leider erst sehr spät geöffnet.
Das renomierte Programm *Mathematica* konnte erst ab Version 3.0 (1997) Formeln graphisch ausgeben. Vorher wurde mit Hilfe des ASCII-Zeichensatz eine quasi graphische Ausgabe realisiert, die mit mathematischer Symbolik wenig gemeinsam hatte.
Das Program *MAPLE V* konnte wenigstens die Ausgabe der Ergebnisse ab Version 2 (1992) vollgraphisch zeigen.
Nicht kommerzielle Programme wie *MuPAD* arbeiteten grundsätzlich im ASCII-Mode. Erst seit 1998 wird durch die Firma *SciFace* ein graphischer Formeleditor in *MuPAD* integriert (Version 1.4.1.)
Als einzig gelungene Alternative ist *MathCAD* hervorzuheben, das von Anfang an den Gedanken eines mathematischen Dokumentes bestehend aus Textpassagen, Formelanweisungen und Graphik umgesetzt hat.
Inzwischen haben die Hersteller der oben genannten Pakete einige Verbesserungen eingeführt. So ist es bei *MAPLE V* ab Version 5.0 (kostenlose DEMO CD im Internet unter `http:\www.scientific.de` anfordern) möglich, Text als eigenständige Box zwischen Formeln und Funktionsgraphiken zu setzen.
Trotz dieser Fortschritte gibt es eine Reihe von Nachteilen, weshalb die Computeralgebraprogramme als vollwertiges Textverarbeitungssystem nicht in Frage kommen:

- sehr hoher Anschaffungspreis - die Einzellizenz kostet zwischen DM 2500.- bis DM 4500.- und kommt für Schüler, Studenten oder Hobbymathematiker kaum in Frage,
- keine Unterstützung bei der Gliederung des Dokumentes in Kapitel, Unterkapitel usw.,
- keine Verwaltung von Formatieranweisungen für mathematische Sätze, Definitionen, Beweise,
- keine Automatisierung bei Erstellung von Inhaltsverzeichnissen, Literaturverzeichnissen ect.
- typographisches Layout hat keine Buchdruckqualität,
- es fehlt an diversen mathematischen Sonderzeichen.

1.5 Das Textsatzsystem LaTeX

LaTeX ist ein Textsatzssystem das speziell zum Schreiben wissenschaftlicher Dokumente entwickelt wurde. Es besitzt eine deutlich höhere Qualität im Ausdruck der Formeln und Symbole als die oben genannten Officepakete. LaTeX ist eine Erweiterung des universellen Textsatsystems TeX, das 1986 von *Donald E.Knuth* entwickelt wurde. TeX war ursprünglich nur auf Großrechneranlagen unter dem Betriebssystem UNIX verfügbar. Mit der Verbreitung von PC's und dem UNIX-Derivat Linux fand TeX auch seinen Einsatz im privaten Bereich. TeX ermöglicht dank seiner zahlreichen Befehle und Postscriptfonts eine perfekte Gestaltung von Dokumenten in Buchdruckqualität.
Der Nachteil an TeX ist der hohe Einarbeitungsaufwand in die Vielzahl der Befehle. 1990 wurde das Macropaket LaTeX von *Leslie Lamport* entwickelt, das den Umgang mit TeX vereinfacht. Inwischen ist LaTeX auch unter Windows 95/98/NT verfügbar (www.MiKTex.de). Wie und woher man LaTeX erhält, wird in den beiden folgenden Abschnitten geklärt.

Linux und LaTeX

Wer mit dem Betriebssystem *Linux* vertraut ist und dessen Textverarbeitungssystem LaTeX schon benutzt hat, kennt die zahlreichen Vorteile insbesondere beim Erstellen von Dokumenten mit mathematischen Formeln. In den aktuellen Linux-Distributionen von *SuSE, DLD oder RedHeat* befindet sich LaTeX als Grundbestandteil. Es kann optional das Zusatzprogramm LyX installiert werden, das den Umgang mit LaTeX weiter vereinfacht (WYSIWYG). Im Verzeichnis `/usr/share/doc` findet sich eine umfangreiche Dokumentation zum Textsatzsystem LaTeX und seine Erweiterungen.
Dem mathematisch interessierten Leser sei das Betriebssystem *Linux* sehr zu empfehlen. Zahlreiche Mathematikprogramme wie Gnuplot, MuPAD oder SCILAB befinden sich bereits auf den Installations CD-ROM's der Distribution. Weitere große Mathematikpakete stehen im Internet für dieses Betriebssystem zum kostenfreien Download bereit (z.B. die Computeralgebrasysteme GAP, KANT, LYDIA, Pari, SIMATH). Speziell das Programm Gnuplot wird ab Kapitel 4 als Funktionenplotter verwendet.

LaTeX für Windows 95/98/NT

Für alle Nutzer von Windows gibt es seit zwei Jahren das Programm MiKTeX - eine LaTeX-Variante die unter Windows 95/98/NT arbeitet. Das Programm kann mit Installationsanleitung kostenlos aus dem Internet bezogen werden:

`http://www.miktex.de`

Parallel dazu sollte man sich gleich die Programme :

- WinShell 2.0 (http://www.winshell.de) Texteditor und Komandozentrale für MiKteX
- Postscriptbetrachter Ghostview +
- Druckprogramm Ghostscript für Postscriptdateien (http://www.cs.wisc.edu/ ghost)

laden. MiKTeX, Ghostview und Ghostscript fnden sich auch in der Sharewaresammlung der Zeitschrift *c't magazin*.

1.6 TeX Archive im Internet

Wer sich intensiv mit dem Textsatzsystem TeX/LaTeX beschäftigen möchte, findet im Internet unter `http://www.dante.de` zahlreiche Quellen und Erweiterungspakete. DANTE bezeichnet die deutsche Vereinigung aller TeX-Benutzer. Es besteht die Möglichkeit Mitglied von DANTE eV. zu werden. Ein großer Teil der Erweiterungspakete für Tex/LaTeX kann kostenfrei vom ftp-Server `ftp.dante.de` geladen werden. Wer bestimmte Macropakete sucht, findet sie über das Sucharchiv des CTAN-Servers (Comprehensive TeX Archive Network Search).

`http://www.dante.de/cgi-bin/ctan-index`

Chess Style - Ein Macropaket für Schachspieler

Unter den Freizeitmathematikern gibt es zahlreiche Schachspieler. Wer seine Partien oder Schachaufgaben mit Kommentar versehen möchte, findet bei LaTeX Unterstützung. Das Macropaket *Chess Style* ermöglicht das Setzen von Schachdiagrammen und Schreiben von Partiekommentaren mit der im Schachspiel üblichen Symbolik.
Für die Installation von *Chess Style* sollte man wie folgt vorgehen.

- Suchseite des CTAN-Servers im Internet aufrufen
  `http://www.dante.de/cgi-bin/ctan-index`
- Eingabe des Suchbegriffes *chess*
- alle Dateien aus dem Unterverzeichnis `fonts\chess\bdfchess` kopieren
- aus den anderen Unterverzeichnissen die folgenden Dateien kopieren

  - chess10.mf, chess20.mf, chess30.mf
  - chessbase.mf, chessdiag.mf, chessf10.mf
  - chesspieces.mf
  - chess10.tfm, chess20.tfm, chess30.tfm,
  - chessf10.tfm, chessf20.tfm, chessf30.tfm,
  - chess.sty

- wieder zum CTAN-index zurückgehen,
- Suchbegriff *a4wide* eingeben,
- das Macro a4wide.sty kopieren.

Anschließend werden alle Dateien in ein Arbeitsverzeichnis z.B. `c:\work\chess` kopiert. Die Datei *komoed.dvi* enthält eine Anleitung zum Umgang mit ChessStyle (DVI-Betrachterprogramm YAP.exe oder XDVI benutzen). Als Vorlage für neue Schachdokumente kann vorteilhaft die Datei *koemed.tex* benutzt werden.

1.7 AMS-LaTeX

Von der *American Mathematical Society* gibt es das Macropaket AMS-LaTeX. Das Setzen von umfangreichen Formeln, Matrizen, Binomialkoeffizienten, Kettenbrüchen und vielen anderen mehr, wird durch neue Kommandos erleichtert. Insbesondere gibt es vordefinierte Befehle für *Definitionen, Sätze, Beweise, Lemmas*. Wer größere Arbeiten anfertigen will, z.B. Belegarbeiten, Diplomarbeiten oder Dissertationen sollte das Paket AMS-LaTeX mitladen. Zu diesem Zweck müssen im Kopf der LaTeX-Dokumenets folgende Anweisungen stehen:

```
\usepackage{amsmath}
\usepackage{amsthm}
\usepackage{amscd}
\usepackage{amsfonts}
\usepackage{amssymb}
```

Von dem CTAN-Server kann die Datei `amslatex.zip` kopiert werden. Die Eingabe des Suchbegriffes *ams* genügt, um zum AMS-LaTeX Archive zu gelangen. In dem zip-File befindet sich die Datei `amsldoc.dvi`, die mit dem DVI-Betrachter (YAP.exe) gelesen werden kann. Die Dokumentation zeigt anschaulich die neuen Kommandos unter AMS-LaTeX. Am Ende vom Kapitel 3 sind einige Möglichkeiten aus AMS-LaTeX demonstriert.

Kapitel 2

Gestaltungshinweise zu Form und Inhalt

Bevor die technischen Details von LaTeX und Gnuplot erläutert werden, soll an dieser Stelle ein Kapitel zur Gestaltung des Schriftsatzes (Typographie), zur Seitenaufteilung, und zu inhaltlichen Aspekten stehen. Diese Hinweise sind von allgemeiner Natur - sie gelten für alle Textverarbeitungssysteme.

2.1 Die Kunst der Typographie

Sicherlich hat jeder schon Artikel gelesen, bei denen der Schriftfont und die Schriftgröße von Abschnitt zu Abschnitt wechseln. Die Autoren wollten damit offensichtlich die Möglichkeiten ihres Muti-Media PC's unter Beweis stellen. Die große Auswahl an *TrueType* Fonts unter MS-Windows verführt geradezu, jede Überschrift bzw. jeden Abschnitt mit einem anderen Font zu belegen.
Für Mathematikdokumente gilt das alte Sprichwort „Weniger ist mehr ", d.h. es sollte durchgängig nur ein Schriftfont zum Einsatz kommen. Mathematische Arbeiten verlangen eher nach einem nüchtern Design. Als Schriftfonts sind **TimesNewRoman**, **Courier** oder **Arial** zu bevorzugen. Die Schriftgröße für den normalen Textteil ist mit 10pt ausreichend. Der Zeilenabstand ist auf eineinhalb (1.5) zu stellen, was die Lesbarkeit erhöht. überschriften sollen sich vom normalen Text deutlich absetzen z.B. durch Fettdruck oder durch Wahl eines größeren Schriftgrades (12pt, 14pt).
Die Schriftgröße für Formeln und Gleichungen soll im gesamten Text einheitlich sein. Moderne Textverarbeitungssysteme wie *MS-Word* oder *StarOffice* gestatten es, durch einfaches anklicken mit der Maus die Formeln beliebig weit zu vergrößern (zoom). Davon sollte möglichst kein Gebrauch gemacht werden. Wenn das Endergebnis einer längeren Herleitung oder eines komplizierten Integrals sich vom übrigen Text absetzen soll, ist ein einfacher Rahmen dafür die beste Lösung.

2.2 Seitenaufteilung

Mehrspaltiges Layout für lange Textpassagen

Besteht ein Dokument überwiegend aus längeren Textpassagen, in dem keine Bilder und Formeln auftreten, sind zwei oder drei Textsplaten je Seite vorzusehen. Als ideale Textmenge gelten 40..60 Buchstaben pro Zeile. Sind die Zeilen länger, muß der Leser mit den Augen einen zu weiten Weg vom Ende einer Zeile bis zum Anfang der nächsten Zeile zurücklegen, was auf Dauer ermüdet. Um eine DIN A4 Seite zu füllen, verwendet man deshalb mehrere Textspalten je Seite.

Einspaltiges Layout für Mathematikdokumente

Die Sprache der Mathematik benutzt in der Regel nur wenig Worte. Gleichungen, Definitionen und Beweise bestehen überwiegend aus mathematischen Formelzeichen und Sonderzeichen. Der Textfluß wird durch zahlreiche Absätze automatisch aufgelockert. Für diese typischen Mathematikdokumente kommt nur der einspaltige Seitenaufbau in Frage.
Das mehrspaltige Layout führt hier genau zum Gegegenteil: das Dokument wird unleserlich, längere Formeln zerreißen, Bilder werden bis zur Unkenntlichkeit zusammengeschoben und verlieren ihre Aussagekraft. Bei der Herleitung einer Gleichung droht der „rote Faden“ zu zerreißen.
Fast alle mathematischen Beiträge und Veröffentlichungen im Internet sind deshalb einspaltig gesetzt. Auch die Vorgaben an Hochschulen und Universitäten für wissenschaftliche Dokumente, Diplomarbeiten und Dissertationen sind immer einspaltig.

2.3 Inhaltliche Hinweise

Ein Bild sagt mehr als tausend Worte

Skizzen, Funktionenplots oder Graphiken bereichern ein Dokument grundsätzlich. Auch wenn die Anfertigung von Skizzen sehr zeitaufwendig sein kann und hohe Präzision verlangt, sollten sie nicht fehlen. Aufgabenblätter versuchen manchmal ausschließlich mit Worten den Sachverhalt darzustellen. Nicht selten kommt es dann zu Mißverständnissen. Mathematische Ergebnisse lassen sich heute, Dank komfortabler Funktionplotter wie Gnuplot, schnell und einfach in aussagekräftige Bilder umsetzen.

Nummerierung von Bildern und Formeln

Besteht ein Dokument aus mehreren Hauptabschnitten, so sollte die Nummerierung der Bilder und Formeln in jedem Abschnitt neu beginnen. Dabei wird der Bild- / Formelnummer immer die aktuelle Abschnittsnummer vorangestellt z.B. Bild 4.2 oder Formel (2.11).

Präziser Umgang mit Variablenbezeichnern

Nach Fertigstellung des Dokumentes sind unbedingt die Namen der benutzten Variablenbezeichner in allen Formeln und Skizzen auf eindeutige Vergabe zu kontrollieren. Stimmen die Indizes überein ? Punkte sollten mit Großbuchstaben und Strecken mit Kleinbuchstaben in den Bildern bezeichnet werden. Falls das deutsche Alphabet nicht genügt kommen griechische Buchstaben zum Einsatz (vorzugsweise für Winkelangaben). Sind die Verweise auf Bilder bzw. Formeln im Text richtig ? Nur ein mehrmaliges Korrekturlesen (nach möglichlkeit von einer zweiten Person) hilft alle Fehler zu beseitigen.

Kapitel 3

Arbeiten mit LaTeX

3.1 Ein kurzes Beispiel zum Einstieg

Für die folgenden Kapitel wird vorausgesetzt, das der Leser ein funktionierendes LaTeX - System auf seinem PC installiert hat - entweder unter Linux oder MiKTeX und Windows 95/98/NT.
Wer bisher mit einem Textverarbeitungsprogramm wie *MS-Word* gearbeitet hat, muß bei LaTeX umlernen. Beim Erstellen des LaTeX-Files ist zunächst nicht das druckfertige Layout zu sehen. Ein LaTeX-File muß man sich wie ein Computerprogramm vorstellen, das erst in ein druckfertiges Dokument übersetzt werden muß. Das Dokument wird mit einem herkömmlichen Texteditor geschrieben. Für Windows eignet sich *WinEdt32, WinShell 2.0* oder *TextPad*. Unter Linux ist der Editor *EMACS* eine gute Wahl. Neben dem eigentlichen Text werden eine Reihe von Steueranweisungen eingegeben, welche für das spätere Layout und den Formelsatz notwendig sind. Die eigentlichen Formeln und Bilder sind in dieser Phase noch nicht sichtbar.
Als erste Übung gebe der Leser den folgenden Text in seinen Texteditor ein und speichere das Dokument unter den Dateinamen *binom.tex*.

```
\documentclass[11pt,a4paper]{article}
\usepackage{german}
\usepackage{a4}
 \begin{document}
   Der Binomialkoeffizient ist ein wichtiges Symbol bei der
   Berechnung von diskreten Wahrscheinlichkeitsverteilungen. Der
   Ausdruck n "uber k berechnet sich allgemein zu:
   \begin{displaymath}
     {n \choose k} &=& \frac{n!}{(n-k)! * k!}
   \end{displaymath}
 \end{document}
```

Anschließend wird die Datei *binom.tex* mit Hilfe von LaTeX in ein DVI-File übersetzt. Wer WinEdt und MiKTex verwendet findet in der Menüleiste von WinEdt einen LaTeX - Button mit dem die Übersetzung gestartet wird. Unter Linux gibt es eine TeX-Shell, die ebenfalls über einen LaTeX - Button verfügt.

Das fertige DVI-File kann nun mit Hilfe eines DVI-Betrachterprogramms wie *Xdvi* bei Linux oder *YAP* bei MiKTex im druckfertigen Layout besichtigt werden (DVI-Button betätigen). Hier das Ergebnis:

Der Binomialkoeffizient ist ein wichtiges Symbol bei der Berechnung von diskreten Wahrscheinlichkeitsverteilungen. Der Ausdruck n über k berechnet sich allgemein zu:

$$\binom{n}{k} = \frac{n!}{(n-k)! * k!}$$

Während des Übersetzerlaufes gibt LaTeX eine Reihe von Meldungen in eine Datei *binom.log* aus. Diese Datei ist wichtig falls noch Fehler im Dokument enthalten sind, z.B. wenn LaTeX - Kommandos falsch geschrieben oder vergessen wurden. In einem solchen Fall hält LaTeX die Übersetzung an und zeigt die fehlerhafte Textzeile auf dem Bildschirm. Mit Eingabe von *r* kann die Fehlermeldung zunächst ignoriert werden - die Übersetzung wird fortgesetzt. Später muß man wieder zurück in den Texteditor wechseln und den Fehler berichtigen und die übersetzung neu starten. Bei schweren Fehlern kann die übersetzung mit dem Buchstaben *x* sofort abgebrochen werden.
Dieser Weg scheint zugegeben etwas kompliziert und gewöhnungsbedürftig zu sein. Die hohe Qualität des Schrift- und Formelsatzes rechtfertigten aber den Zusatzaufwand.

3.2 Der Aufbau eines LaTeX-Files

Jedes LaTeX-File besteht aus zwei Teilen - einem Definitionsteil der mit dem Kommando `\documentclass{...}` eingeleitet wird und dem eigentlichen Textteil der zwischen den Kommandos:

```
\begin{document}
  Textabschnitt
\end{document}
```

steht. Alle Anweisungen nach `\end{document}` werden ignoriert. Jedes LaTeX-Kommando wird mit einem Schrägstrich \ eingeleitet. Kommentarzeilen beginnen mit einem Prozentzeichen `%`. Im Definitionsteil gibt die Dokumentenklasse an, welche Art von Dokumenten man beabsichtigt zu schreiben:

- `documentclass{article}` - Artikle in Zeitschriften, Textaugaben, Belegarbeiten, Aufgabensammlungen, Übungsblätter
- `documentclass{report}` - längere Berichte, Diplomarbeiten,
- `documentclass{book}` - Bücher

In der Regel ist die Dokumentenklasse *article* für unsere Zwecke ausreichend. Die Dokumentenklasse kann optional mit erweiterten Eigenschaften geladen werden. Die Argumente stehen zwischen den eckigen Klammern:

```
\documentclass[a4,11pt,twocolumn]{article}
```

Die Optionen bedeuten das zum Ausdruck A4-Format, 11 Punkt Schrift und zweispaltiger Textsatz gewünscht sind. Die Standardeinstellungen von *article* würden das Dokument einspaltig, in 10 Punkt-Schrift auf US-Letterfomat drucken.
Mit dem Kommando `usepackage{...}` können Zusatzpakete geladen werden. Das Paket *german* wird für deutsche Umlaute benötigt oder das Paket *a4* definiert erweiterte Einstellungen für den Ausdruck auf DIN-A4 Papierformat. Im Definitionsteil können andere Schriftarten vereinbart werden oder neue LaTeX Kommandos definiert werden. Eine gesamte Beschreibung aller Befehle von LaTeX würde den Rahmen dieses Beitrages sprengen. Am Ende des Beitrages befinden sich Literaturangaben für ein genaues Studium von LaTeX.

3.3 Das Setzen mathematischer Formeln

Formeleingabe im Text

Mathematische Textteile innerhalb eines Absatzes werden zwischen `$` und `$` oder zwischen `\begin{math}` und `\end{math}` eingeschlossen. Als mathematische Texte gelten sowohl komplette mathematische Formeln als auch einzelne Variablennamen, die sich auf Formeln beziehen, griechische Buchstaben, das Hoch- und Tiefstellen von Texten und diverse Sonderzeichen.

```
Seien $a$ und $b$ die Katheten
und $c$ die Hypotenuse, dann
gilt  $c^{2}=a^{2}+b^{2}$ \\
(Pythagor"aischer Lehrsatz).
```

Seien a und b die Katheten und c die Hypotenuse, dann gilt $c^{2}=a^{2}+b^{2}$
(Pythagoräischer Lehrsatz).

Einfache Gleichungen

Soll die Gleichung abgesetzt vom übrigen Text erscheinen, muß die Umgebung `\begin{equation} Gleichung \end{equation}` benutzt werden. Die Gleichungen werden dabei automatisch durchnummeriert.

```
\begin{equation}
  f(x)+(g(x)=\sqrt{1+x^2}
\end{equation}
```

$$f(x)+(g(x)=\sqrt{1+x^2} \tag{3.3.1}$$

Wer keine Nummerierung wünscht muß die Umgebung `{displaymath}` verwenden.

```
\begin{displaymath}
\pmatrix{a & b & c \cr
         d & e & f \cr
         g & h & i \cr}
\pmatrix{x \cr y \cr z \cr} =
\pmatrix{\alpha \cr \beta
\cr \gamma\cr}
\end{displaymath}
```

$$\begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \\ \gamma \end{pmatrix}$$

Nebeneinander Setzen

Wenn mehrer Ausdrücke in einer Zeile nebeneinander gesetzt werden sollen, benutzt man:

- `\_` für kleine Abstände,
- `\quad` für mittlere Abstände,
- `\qquad` für große Abstände.

```
\begin{displaymath}
 y=x^{2} \qquad y'=2x \qquad
 y''=2
\end{displaymath}
```

$$y = x^2 \qquad y' = 2x \qquad y'' = 2$$

Formeln übereinander Setzen

Für Matrizen, Gleichungssysteme usw. gibt es die `{eqnarray}` Umgebung. Als Beispiel betrachten wir das Lorenz-Gleichungssystem :

```
\begin{eqnarray}
  x' & = & -\sigma*x + \sigma*y \\
  y' & = & R*x -y -x*z \\
  z' & = & -B*z + x*y
\end{eqnarray}
```

$$x' = -\sigma * x + \sigma * y \qquad (3.3.2)$$
$$y' = R * x - y - x * z \qquad (3.3.3)$$
$$z' = -B * z + x * y \qquad (3.3.4)$$

Wer keine automatische Nummerierung wünscht, benutzt die Umgebung:

```
\begin{eqnarray*}
   ...
\end{eqnarray*}
```

Gleichungen mit mehreren Bedingungen

Oft gibt eine Gleichung auf einer Seite des Gleichheitszeichens mehrere Zeilen an, die von verschiedenen Bedingungen abhängig sind, z.B.:

```
\begin{equation}
  f(x)= \left\{ \begin{array}{ll}
  z-x & \mbox{if $y>0$} \\
  z+y & \mbox{otherwise}
\end{array}
\right.
\end{equation}
```

$$f(x) = \left\{ \begin{array}{ll} z - x & \text{if } y > 0 \\ z + y & \text{otherwise} \end{array} \right. \qquad (3.3.5)$$

Rahmen um Gleichungen

Manchmal möchte man bestimmte Gleichungen, Definitionen o.ä. durch einen Rahmen besonders hervorheben, z.B.:

```
{\fboxsep=0.2in
$$ \framebox{$ f(x,y)=x^2 + y^2 $} $$}
```

$$\boxed{f(x, y) = x^2 + y^2}$$

Verschiedene Symbole

In den folgende Zeilen werden wichtige, in mathematischen Gleichungen vorkommende Symbole verwendet.

```
\begin{displaymath}
\left( \sqrt{\frac{A^C}{B_y}} +
\sum_{i=1}^N a_i\right)
\end{displaymath}
```

$$\left(\sqrt{\frac{A^C}{B_y}} + \sum_{i=1}^N a_i\right)$$

```
\begin{displaymath}
\frac {{n+1 \choose k/2}} {5!}
\end{displaymath}
```

$$\frac {{n+1 \choose k/2}} {5!}$$

```
\begin{displaymath}
\left[ \left( x+\frac b{2a}
\right)^2 +\left( \frac ca -
\frac{b^2}{4a} \right) \right]
\end{displaymath}
```

$$\left[\left(x+\frac b{2a} \right)^2 +\left(\frac ca - \frac{b^2}{4a} \right) \right]$$

```
\begin{displaymath}
\int\!\!\int z\,dx \, dy \quad \mbox
{\bf not} \quad \int\int z dx
dy
\end{displaymath}
```

$$\int\!\!\int z\,dx \, dy \quad \mbox{\bf not} \quad \int\int z dx dy$$

```
\begin{displaymath}
A \stackrel {\lambda_a}
{\longrightarrow} B
\end{displaymath}
```

$$A \stackrel {\lambda_a}{\longrightarrow} B$$

Determinanten

Die folgenden LaTeX Anweisungen erzeugen eine 3 x 3 Matrix:

```
 Eine {\bf Determinante} n-ten Grades
der Matrix ${\bf A}=(a_{ik})$ wird geschrieben als
\[ \Delta = \| a_{ik} \| = \left|
\begin{array}{ccccc}
 a_{11} & a_{12} & a_{13} &  \cdots & a_{1n} \\
 a_{21} & a_{22} & a_{23} &  \cdots & a_{2n} \\
 \vdots \\
 a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} &  \cdots & a_{nn} \\
\end{array} \right| . \]
\vspace{1pc}
```

Eine **Determinante** n-ten Grades der Matrix $\mathbf{A}=(a_{ik})$ wird geschrieben als

$$\Delta = \| a_{ik} \| = \left| \begin{array}{ccccc} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \cdots & a_{nn} \\ \end{array} \right| .$$

3.4 AMS-LaTeX

Die folgenden vier Seiten demostrieren die erweiterten Befehle, die unter Benutzung des Zusatzpakets AMS-Latex verfügbar sind.

Enumeration of Hamiltonian paths in a graph

Let $\mathbf{A}=(a_{ij})$ be the adjacency matrix of graph G. The corresponding Kirchhoff matrix $\mathbf{K}=(k_{ij})$ is obtained from $\mathbf{A}$ by replacing in $-\mathbf{A}$ each diagonal entry by the degree of its corresponding vertex; i.e., the ith diagonal entry is identified with the degree of the ith vertex. It is well known that

$$\det\mathbf{K}(i|i)=\text{ the number of spanning trees of G},\quad i=1,\dots,n \tag{3.4.6}$$

where $\mathbf{K}(i|i)$ is the ith principal submatrix of $\mathbf{K}$.

```
\det\mathbf{K}(i|i)=\text{ the number of spanning trees of $G$},
```

Let $C_{i(j)}$ be the set of graphs obtained from G by attaching edge (v_iv_j) to each spanning tree of G. Denote by $C_i=\bigcup_j C_{i(j)}$. It is obvious that the collection of Hamiltonian cycles is a subset of C_i. Note that the cardinality of C_i is $k_{ii}\det\mathbf{K}(i|i)$. Let $\widehat{X}=\{\hat x_1,\dots,\hat x_n\}$.

```
$\wh X=\{\hat x_1,\dots,\hat x_n\}$
```

Define multiplication for the elements of $\widehat{X}$ by

$$\hat x_i\hat x_j=\hat x_j\hat x_i,\quad \hat x_i^2=0,\quad i,j=1,\dots,n. \tag{3.4.7}$$

Let $\hat k_{ij}=k_{ij}\hat x_j$ and $\hat k_{ij}=-\sum_{j\neq i}\hat k_{ij}$. Then the number of Hamiltonian cycles H_c is given by the relation [**?**]

$$\biggl(\prod_{j=1}^n\hat x_j\biggr)H_c=\frac{1}{2}\hat k_{ij}\det\widehat{\mathbf{K}}(i|i),\qquad i=1,\dots,n. \tag{3.4.8}$$

The task here is to express (3.4.8) in a form free of any $\hat x_i$, $i=1,\dots,n$. The result also leads to the resolution of enumeration of Hamiltonian paths in a graph.

It is well known that the enumeration of Hamiltonian cycles and paths in a complete graph K_n and in a complete bipartite graph $K_{n_1n_2}$ can only be found from *first combinatorial principles* [**?**]. One wonders if there exists a formula which can be used very efficiently to produce K_n and $K_{n_1n_2}$. Recently, using Lagrangian methods, Goulden and Jackson have shown that H_c can be expressed in terms of the determinant and permanent of the adjacency matrix [**?**]. However, the formula of Goulden and Jackson determines neither K_n nor $K_{n_1n_2}$ effectively. In this paper, using an algebraic method, we parametrize the adjacency matrix. The resulting formula also involves the determinant and permanent, but it can easily be applied to K_n and $K_{n_1n_2}$. In addition, we eliminate the permanent from H_c and show that H_c can be represented by a determinantal function of multivariables, each variable with domain $\{0, 1\}$. Furthermore, we show that H_c can be written by number of spanning trees of subgraphs. Finally, we apply the formulas to a complete multigraph $K_{n_1 \dots n_p}$.

The conditions $a_{ij} = a_{ji}$, $i, j = 1, \dots, n$, are not required in this paper. All formulas can be extended to a digraph simply by multiplying H_c by 2.

Main Theorem

Notation. For $p, q \in P$ and $n \in \omega$ we write $(q, n) \leq (p, n)$ if $q \leq p$ and $A_{q,n} = A_{p,n}$.

```
\begin{notation} For $p,q\in P$ and $n\in\omega$
...
\end{notation}
```

Let $\mathbf{B} = (b_{ij})$ be an $n \times n$ matrix. Let $\mathbf{n} = \{1, \dots, n\}$. Using the properties of (3.4.7), it is readily seen that

Lemma 3.4.1.

$$\prod_{i \in \mathbf{n}} \left(\sum_{j \in \mathbf{n}} b_{ij} \hat{x}_i \right) = \left(\prod_{i \in \mathbf{n}} \hat{x}_i \right) \operatorname{per} \mathbf{B} \tag{3.4.9}$$

where $\operatorname{per} \mathbf{B}$ *is the permanent of* $\mathbf{B}$.

Let $\widehat{Y} = \{\hat{y}_1, \dots, \hat{y}_n\}$. Define multiplication for the elements of $\widehat{Y}$ by

$$\hat{y}_i \hat{y}_j + \hat{y}_j \hat{y}_i = 0, \quad i, j = 1, \dots, n. \tag{3.4.10}$$

Then, it follows that

Lemma 3.4.2.

$$\prod_{i \in \mathbf{n}} \left(\sum_{j \in \mathbf{n}} b_{ij} \hat{y}_j \right) = \left(\prod_{i \in \mathbf{n}} \hat{y}_i \right) \det \mathbf{B}. \tag{3.4.11}$$

Note that all basic properties of determinants are direct consequences of Lemma 3.4.2. Write

$$\sum_{j \in \mathbf{n}} b_{ij} \hat{y}_j = \sum_{j \in \mathbf{n}} b_{ij}^{(\lambda)} \hat{y}_j + (b_{ii} - \lambda_i) \hat{y}_i \hat{y} \tag{3.4.12}$$

where

$$b_{ii}^{(\lambda)} = \lambda_i, \quad b_{ij}^{(\lambda)} = b_{ij}, \quad i \neq j. \tag{3.4.13}$$

Let $\mathbf{B}^{(\lambda)} = (b_{ij}^{(\lambda)})$. By (3.4.11) and (3.4.12), it is straightforward to show the following result:

Theorem 3.4.3.

$$\det \mathbf{B} = \sum_{l=0}^{n} \sum_{I_l \subseteq n} \prod_{i \in I_l} (b_{ii} - \lambda_i) \det \mathbf{B}^{(\lambda)}(I_l|I_l), \tag{3.4.14}$$

where $I_l = \{i_1, \dots, i_l\}$ *and* $\mathbf{B}^{(\lambda)}(I_l|I_l)$ *is the principal submatrix obtained from* $\mathbf{B}^{(\lambda)}$ *by deleting its* $i_1, \dots, i_l$ *rows and columns.*

Remark 3.4.1. Let $\mathbf{M}$ be an $n \times n$ matrix. The convention $\mathbf{M}(\mathbf{n}|\mathbf{n}) = 1$ has been used in (3.4.14) and hereafter.

Before proceeding with our discussion, we pause to note that Theorem 3.4.3 yields immediately a fundamental formula which can be used to compute the coefficients of a characteristic polynomial [**?**]:

Corollary 3.4.4. *Write* $\det(\mathbf{B} - x\mathbf{I}) = \sum_{l=0}^{n} (-1)^l b_l x^l$*. Then*

$$b_l = \sum_{I_l \subseteq \mathbf{n}} \det \mathbf{B}(I_l|I_l). \tag{3.4.15}$$

Let

$$\mathbf{K}(t, t_1, \dots, t_n) = \begin{pmatrix} D_1t&-a_{12}t_2&\dots&-a_{1n}t_n\\ -a_{21}t_1&D_2t&\dots&-a_{2n}t_n\\ \hdotsfor[2]{4}\\ -a_{n1}t_1&-a_{n2}t_2&\dots&D_nt\end{pmatrix}, \tag{3.4.16}$$

```
\begin{pmatrix} D_1t&-a_{12}t_2&\dots&-a_{1n}t_n\\
-a_{21}t_1&D_2t&\dots&-a_{2n}t_n\\
\hdotsfor[2]{4}\\
-a_{n1}t_1&-a_{n2}t_2&\dots&D_nt\end{pmatrix}
```

where

$$D_i = \sum_{j \in \mathbf{n}} a_{ij} t_j, \quad i = 1, \dots, n. \tag{3.4.17}$$

Set

$$D(t_1, \dots, t_n) = \frac{\delta}{\delta t} \det \mathbf{K}(t, t_1, \dots, t_n)|_{t=1}.$$

Then

$$D(t_1, \dots, t_n) = \sum_{i \in \mathbf{n}} D_i \det \mathbf{K}(t = 1, t_1, \dots, t_n; i|i), \tag{3.4.18}$$

where $\mathbf{K}(t = 1, t_1, \dots, t_n; i|i)$ is the ith principal submatrix of $\mathbf{K}(t = 1, t_1, \dots, t_n)$.

Theorem 3.4.3 leads to

$$\det \mathbf{K}(t_1, t_1, \dots, t_n) = \sum_{I \in \mathbf{n}} (-1)^{|I|} t^{n-|I|} \prod_{i \in I} t_i \prod_{j \in I} (D_j + \lambda_j t_j) \det \mathbf{A}^{(\lambda t)}(\overline{I}|\overline{I}). \tag{3.4.19}$$

Note that

$$\det \mathbf{K}(t=1,t_1,\dots,t_n) = \sum_{I\in\mathbf{n}}(-1)^{|I|}\prod_{i\in I}t_i\prod_{j\in I}(D_j+\lambda_j t_j)\det\mathbf{A}^{(\lambda)}(\overline{I}|\overline{I}) = 0. \tag{3.4.20}$$

Let $t_i = \hat{x}_i, i = 1,\dots,n$. Lemma 3.4.1 yields

$$\biggl(\sum_{i\in\mathbf{n}}a_{l_i}x_i\biggr)\det\mathbf{K}(t=1,x_1,\dots,x_n;l|l) \\ =\biggl(\prod_{i\in\mathbf{n}}\hat{x}_i\biggr)\sum_{I\subseteq\mathbf{n}-\{l\}}(-1)^{|I|}\operatorname{per}\mathbf{A}^{(\lambda)}(I|I)\det\mathbf{A}^{(\lambda)}(\overline{I}\cup\{l\}|\overline{I}\cup\{l\}). \tag{3.4.21}$$

```
\begin{multline}
\biggl(\sum_{\,i\in\mathbf{n}}a_{l _i}x_i\biggr)
\det\mathbf{K}(t=1,x_1,\dots,x_n;l |l )\\
=\biggl(\prod_{\,i\in\mathbf{n}}\hat x_i\biggr)
\sum_{I\subseteq\mathbf{n}-\{l \}}
(-1)^{\envert{I}}\per\mathbf{A}^{(\lambda)}(I|I)
\det\mathbf{A}^{(\lambda)}
(\overline I\cup\{l \}|\overline I\cup\{l \}).
\label{sum-ali}
\end{multline}
```

By (3.4.8), (3.4.11), and (3.4.12), we have

Proposition 3.4.5.

$$H_c = \frac{1}{2n}\sum_{l=0}^{n}(-1)^l D_l, \tag{3.4.22}$$

where

$$D_l = \sum_{I_l\subseteq\mathbf{n}} D(t_1,\dots,t_n)2\Big|_{t_i=\left\{\begin{smallmatrix}0, & \text{if } i\in I_l\\ 1, & \text{otherwise}\end{smallmatrix}\right., \; i=1,\dots,n}. \tag{3.4.23}$$

Kapitel 4

Graphikeinbindung unter LaTeX

4.1 PostScript-Graphiken

Um fertige Graphiken in das LaTeX Dokument einzubinden, sollten diese nach Möglichkeit im PostScriptformat vorliegen. Viele Zeichenprogramme gestatten den Dateiexport im EPS-Formt. EPS steht für *Encapsulatet PostScript*. Neben den eigentlichen Zeichenbefehlen enthält eine EPS Datei im Kopf zusätzliche Angaben zur Bildgröße (sogenannte *Bounding Box*). Damit es es LaTeX möglich, diese Datei optimal im Text zu platzieren. Im Betriebssystem *LINUX* ermöglichen alle bekannten Zeichenprogramme, z.B. *xfig*, das Abspeichern im PostScriptformat.
Unter Windows 95 / 98 / NT ist das PostScriptformat weniger bekannt. Hier hilft die Installation eines PostScriptdruckertreibers (siehe Anleitung im Kapitel 6). Damit können aus jedem beliebigen Zeichenprogramm wie *Designer* oder *CorelDraw* Skizzen im PostScriptformat gepseichert werden (Ausdruck in eine Datei). Anschließend muß die Datei nach EPS transformiert werden. Dazu ruft man das Programm gsview aus den GhostScripttools auf und lädt die gewünschte PostScriptgraphik. Anschließend wählt man aus dem Menü **Datei** den Punkt PS $->$ EPS aus. Das Kästchen bei *Automatische Berechnung der Bounding Box* sollte ein Häckchen bekommen. Die Datei wird als name.eps abschließend gespeichert.

Um eine PostScriptdatei im Dokument aufzunehmen, muß im Dateikopf das EPS-Fig Paket geladen werden also:

```
\documentclass[11pt]{article}
\usepackage{epsfig}
\usepackage{german}
\usepackage{a4}
```

Als Beispiel sei eine kleine Aufgabenstellung aus der Dreiecksgeometrie gezeigt. Die Skizze wurde mit dem Programm Designer erzeugt und über eine PostScriptdruckertreiber gespeichert.

```
\documentclass[11pt,fleqn,twoside]{article}
\usepackage{german}
\usepackage{a4}
\usepackage{epsfig}

\begin{document}
\section*{Dreiecksr"atsel}
 Gegeben ist das Dreieck $\triangle{ABC}$ mit den eingetragenen
 Gr"o"sen. Zeige das die darunter stehende Verh"altnisgleichnug
 f"ur das Dreieck korrekt ist !
 \vspace{1.0cm}
 \begin{figure}[htbp]
   \centering \leavevmode
   \epsfxsize=8cm
   \epsfysize=5cm
   \epsfbox{bilder/aufgabe.eps}
   \caption{Bild zur Aufgabenstellung}
 \end{figure}
 \begin{equation}
   \frac{x}{1-x} = \frac{1}{x}
 \end{equation}
\end{document}
```

Dreiecksrätsel

Gegeben ist das Dreieck $\triangle ABC$ mit den eingetragenen Größen. Zeige das die darunter stehende Verhältnisgleichnug für das Dreieck korrekt ist !

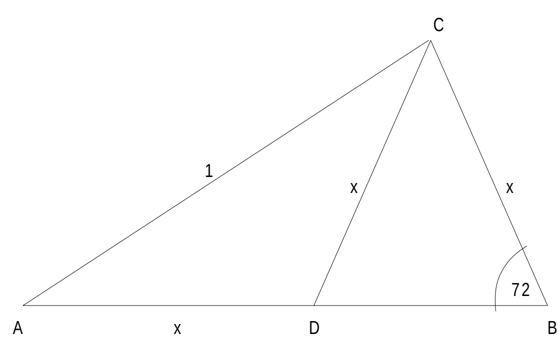


Abbildung 4.1.1: Bild zur Aufgabenstellung

$$\frac{x}{1-x} = \frac{1}{x} \tag{4.1.1}$$

Betrachten wir die folgende Befehlssequenz nocheinmal genauer:

```
\vspace{1.0cm}
\begin{figure}[htbp]
 \centering \leavevmode
   \epsfxsize=8cm
   \epsfysize=5cm
   \epsfbox{bilder/aufgabe.eps}
   \caption{Bild zur Aufgabenstellung}
\end{figure}
```

Das Kommando `\vspace{1.0cm}` soll zwischen Bild und Text einen Absatz schaffen. Ein Graphik wird grundsätzlich in der sogenannten `figure` Umgebung eingebunden, d.h. sie steht zwischen `\begin{figure} Graphik \end{figure}`. Die Attribute `[htbp]` veranlassen LaTeX dazu, die Graphik nach Möglichkeit genau an dieser Stelle im Text einzubinden. Sollte der verbleibende Platz bis zum Seitenumbruch nicht mehr genügen, wird das Bild erst auf der folgenden Seite dargestellt.

Mit `\centering \leavemode` wird das Bild zentriert.

Über die Kommandos `\epsfxsize=8cm, \epsfysize=5cm` kann die Originalgröße der Graphik den Bedürfnissen im Text angepasst werden. Sollte z.B. die Originaldatei nicht mehr auf die Seite passen, kann durch verkleinern der Höhe Abhilfe geschaffen werden. Bei Abbildungen mit Kreisen oder Kugeln sollte das Verhältnis H:B eingehalten werden, da es sonst zu ellipsenförmigen Verzerrungen kommt.

Mit `\epsfbox{bilder/aufgabe.esp}` wird die Graphikdatei *aufgabe.eps* aus dem Unterverzeichnis *bilder* eingebunden.

Über `\caption {Bild zur Aufgabenstellung}` wird ein Bildunterschrift zentrisch unter das Bild platziert.

Zum Abschluß ein wichtiger Hinweis zur Weitergabe von LaTeX-Files und DVI-Files. Wenn im Dokument Graphikdateien integriert sind, so muß stets darn gedacht werden, das diese **zusammen** mit dem LaTeX-File oder DVI-File weitergegeben werden. Erst nach der Übersetzung von DVI nach PostScript (Programm dvips.exe) handelt es sich um ein konsistentes Dokument, das ohne die externen Graphiken auskommt ! Offt findet man im Internet Mathematikdokumente im *.tex oder *.dvi Format vor, wobei die PostScriptgraphiken fehlen.

4.2 Der Funktionenplotter Gnuplot

Die Zeiten wo man sich Funktionplotter in *Pascal* oder *C* selber programmiert hat gehören der Vergangenheit an. Um den Graphen einer mathematischen Funktion am PC sichtbar zu machen, gibt es inzwischen zahlreiche Programme:

- *DERIVE*
- *Gnuplot*
- *MAPLE V*,
- *MathAss*,
- *MathCAD*,
- *MatLAB*
- *Mathematica*,
- *WinFunction* ...

Das hier vorgestellte Gnuplot gehört zu den Pionieren auf dem Gebiet der Funktionenplotter und wurde im Laufe der Jahre fortlaufend verbessert. Das Programm arbeitet als Interpreter. Eine Vielzahl an Kommandos eröffnet dem Nutzer umfangreiche Gestaltungsmöglichkeiten beim Ausplotten der Graphiken. Hier nur einige Vorteile von Gnuplot:

- einfache Interpretersprache (ähnlich wie PASCAL),
- über 40 vordefinierte mathematische Funktionen,
- schnelle Berechnung des Funktionsgraphen in
  - kartesischen Koordinaten,
  - Polarkoordinaten,
  - Parameterdarstellung,
- beliebig verschachtelte Funktionsausdrücke,
- 3D-Plots (Funktionen mit zwei Veränderlichen),
- Auswertung von Messdatenfiles,
- Splineapproximation,
- Kurvenglättung,
- mehrere Funktionsgraphen in einem Bild,
- freie Wahl des x,y Ausgabebereiches,
- Beschriftung der Achsen,
- wahlweise Ausdruck auf dem Bildschirm, Drucker oder als LaTeX-File.

Das Programm Gnuplot + Dokumentation kann in seiner aktuellen Version 3.7 kostenfrei aus dem Internet geladen werden:

`ftp://ftp.gnuplot.org/pup/gnuplot`

Auf dem Gnuplotserver befinden sich Versionen für Linux, Windows 3.11 und Windows 95/98/NT. Auf der jüngsten Shareware CD-ROM der Zeitschrift *c't magazin Heft 12/2000 und 14/2000* befindet sich Gnuplot ebenfalls. Besitzer einer aktuellen Linux-Distribution sollten auf den Installations CD-ROM's nachschauen. Gnuplot gehört dort wie LaTeX zu einem Standardprogramm.

Bedienung von Gnuplot

Plotbefehl von der Kommandozeile

Nach dem Start von Gnuplot befindet man sich im Kommandoeingabefenster. Wie bei einem Interpreter können jetzt nacheinander Befehle zum plotten der gewünschten Funktion eingegeben werden. Wenn z.B. die Funktion

$$y(x) = \sin(x) + \sin(2x) \qquad -\pi \leq x \leq 2\,\pi$$

gezeichnet werden soll, genügt das Kommando:

```
plot [-pi:2*pi] [-2:2] sin(x)+ sin(2*x)
```

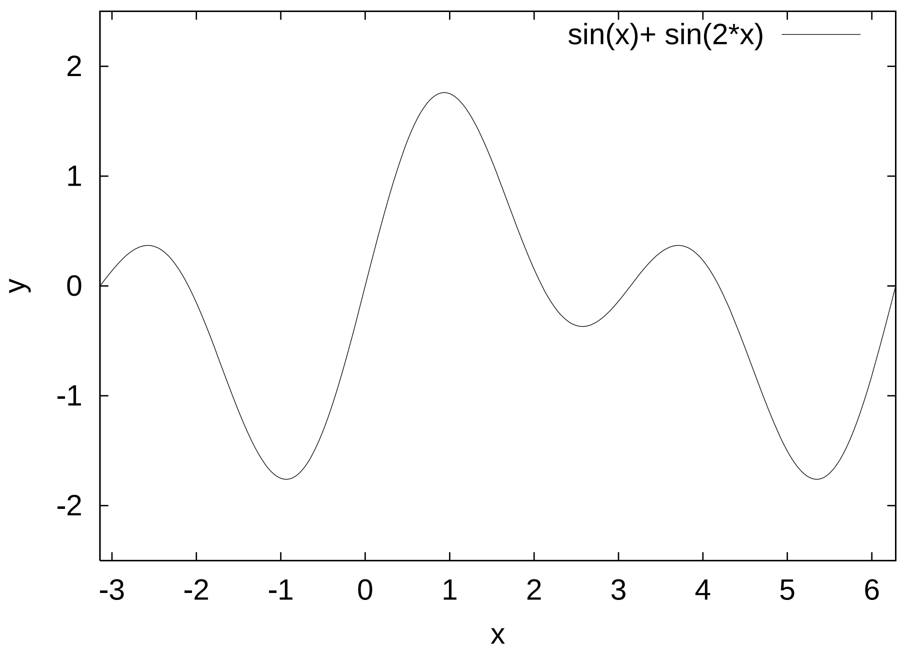


Abbildung 4.2.1: Funktion $\sin x + \sin 2 \cdot x$ im Intervall $-\pi \leq x \leq \pi$

Erstellen von Plotfiles

Für umfangreiche Plotkommandos oder neu zu definierende Funktionen ist diese Vorgenhensweise umständlich. Wer will schon eine Reihe sich wiederholender Kommandos immer wieder neu eingeben ?
Gnuplot gestattet es in Plotfiles mit der Endung *.plt ganze Befehlsketten zu speichern. Mit dem Kommando `load("dateiname")` wird die Plotdatei geladen und abgearbeitet. Dazu ein Beispiel - es soll die Kurve der *Pascalschen Schnecke* mit Gnuplot im Intervall $0 \leq x \leq 2 \cdot \pi$ dargestellt werden. Die Parameterdarstellung der Kurve lautet :

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2r\cos(t) - a\cos(2t) \\ 2r\sin(t) - a\sin(2t) \end{pmatrix}$$

Mit Hilfe eines Texteditors wird das Plotfile *pascal.plt* erstellt.

```
reset
set noborder
set xtics axis nomirror
set ytics axis nomirror
set zeroaxis
set nokey
set parametric
set samples 360
set trange [0:2*pi]
set xrange[-6:4]
set yrange[-5:5]
set label "x" at 3.5,-0.2
set label "y" at -0.2,4.8
a=1.4
r=1.0
x(t)= 2*r*cos(t) - a*cos(2*t)
y(t)= 2*r*sin(t) - a*sin(2*t)
plot x(t),y(t)
```

Anschließend wird die Datei *pascal.plt* in Gnuplot geladen (Menüpunkt open). Es werden alle Befehle nacheinander interpretiert. Im Resultat entsteht das Bild der *Pascalschen Schnecke* für die Parameter $a = 1.4$ und $r = 1.0$.
Den gesamten Befehlsatz von Gnuplot an dieser Stelle zu erläutern währe unmöglich. Das Gnuplot-Manual umfaßt 105 Seiten ! Wer einen schönen Überblick zu den graphischen Möglichkeiten von Gnuplot haben will, öffnet am besten die Datei `all.dem` aus dem Unterverzeichnis `\gnuplot\demo` (Menübefehl Datei - Open Demo benutzen !). Es werden nacheinander diverse vorbereitete Demodateien abgespielt, welche die oben genannten Fähigkeiten von Gnuplot unterstreichen. Aus den Demodateien kann man am besten lernen, wie der einoder andere graphische Effekt erzielt wird.
Diese Demodateien können in einem beliebigen Editor geladen werden und als Vorlage für eigene Plotdateien dienen (abspeichern mit Endung *.plt !).

Im Laufe der folgenden Kapitel werden noch einige Erklärungen und Kommandos gezeigt, die für den Anfang genügen sollten.

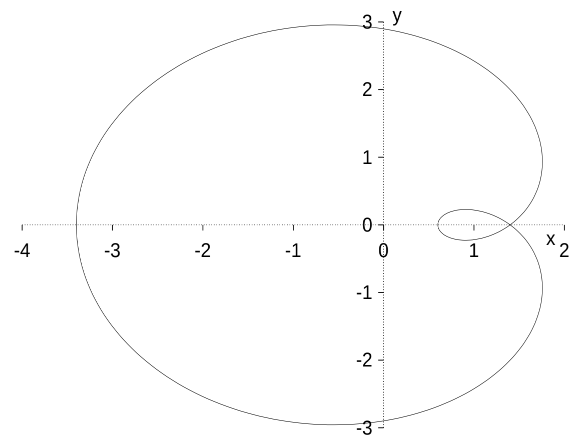


Abbildung 4.2.2: Pascalsche Schnecke, $a = 1.4$ und $r = 1.0$

Wie kommt die Graphik in den Text ?

Im ersten Schritt muß Gnuplot angewiesen werden, die Graphik nicht auf dem Bildschirm auszugeben, sondernd in eine Datei zu schreiben. Dazu genügt es die Variable `terminal` auf `postscript eps22` zu setzen und den Namen für das Ausgabefile zu definieren. GNU-Plot wird danach alle Graphikausgaben im *Encapsulatet Postscriptformat* speichern. Das Postscriptformat eignet sich für die Graphikeinbindung in LaTeX am besten. Als Beispiel sei die Datei `cosinus2.plt` gegeben.

```
reset
set terminal postscript eps2
set output "cosinus2.eps"
set noborder
set xtics axis nomirror
set ytics axis nomirror
set zeroaxis
set samples 400
set xlabel "x"
set ylabel "y"
set xrange [-pi:2*pi]
set yrange [-2.5:3.5]
plot cos(x)+ 2*cos(2*x)
set terminal windows
plot cos(x)+ 2*cos(2*x)
```

Nach der Eingabe von `load ("cosinus2")` entsteht keine graphischen Ausgabe auf dem Bildschirm. Statt dessen erstellt GNU-Plot eine Datei mit dem Namen `cosinus2.eps` im Arbeitsverzeichnis von Gnuplot. Diese Datei wird nun in das Arbeitsverzeichnis von LaTeX kopiert.Im zweiten Schritt muß die Graphikdatei mit der folgenden Befehlkette in das LaTeX-File eingebunden werden. Als Test kann das LaTeX-File `cosinusfunktion.tex` auf der folgenden Seite dienen.

```
\documentclass [11pt,a4paper]{article}
\usepackage{german}
\usepackage{epsfig}
\usepackage{a4}

\begin{document}
  Die Addition von zwei Winkelfunktionen ergibt wieder eine periodische Funktion.
  Als Beispiel betrachten wir die Funktion:
  \begin{displaymath}
    y(x) = \cos(x) + 2 \cos(2 x), \quad   -\pi \leq x \leq 2 \pi
  \end{displaymath}

  \vspace{1.0cm}
  \begin{figure}[htbp]
    \centering \leavevmode
    \epsfxsize=9 cm
    \epsfysize=6 cm
    \epsfbox{bilder/cosinus2.eps}
    \caption{Addition von zwei Winkelfunktionen}
  \end{figure}

\end{document}
```

Nach der Übersetzung in LaTeX und Start des DVI-Betrachters erhält man als Resultat:
Die Addition von zwei Winkelfunktionen ergibt wieder eine periodische Funktion. Als Beispiel betrachten wir die Abbildung :

$$y(x) = \cos(x) + 2\cos(2x), \quad -\pi \leq x \leq 2\pi$$

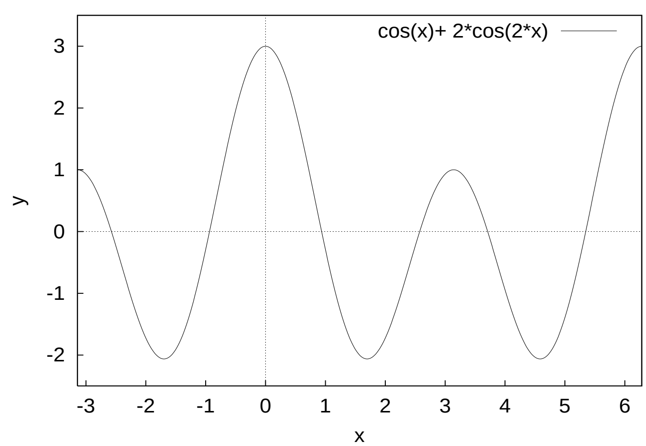


Abbildung 4.2.3: Addition von zwei Winkelfunktionen

4.3 Der Funktionenplotter *funktion* von fb-software

Unter den zahlreichen Funktionenplottern für Win95 / 98 / NT gibt es einige, die als Ausgebformat das Bild im TeX-Format speichern. Zu ihnen zählt das Programm *funktion* der Firma fb-software :

http://home.t-online.de/home/St.Mehlhos/funktion.htm

die den Plotter als Shareware vertreiben. Beim Abspeichern besteht die Wahl zwischen *.gif, *.bmp und und *.tex Format. Um das TeX-Bild im LaTeX Dokument zu integrieren sind folgende Anweisungen notwendig:

```
\documentclass[11pt, bezier]{article}
\usepackage{german}
\usepackage{a4}
\begin{document}
  Beispiel 1: Kosinusfunktion
  \begin{displaymath}
    f(x) = x \cdot \cos(x)
  \end{displaymath}

  \vspace{1cm}
  \setlength{\unitlength}{0.3in}
  \begin{figure}[htbp]
  \begin{center}
    \input{bilder/cosinus.tex}
    \caption{Funktion $x \cdot \cos(x)$ im Intervall $-8 \leq x \leq 8$}
  \end{center}
  \end{figure}

  \newpage

  Beispiel 2: Parameterdarstellung der Pascalschen Schnecke:

  \begin{displaymath}
    x(t)= r \cdot \cos^2(t) + a \cdot \cos(t), \qquad
    y(t)= r \cdot \cos(t) \cdot \sin(t) + a \cdot \sin(t)
  \end{displaymath}

  \vspace{1.0cm}
  \setlength{\unitlength}{0.3in}
   \begin{figure}[htbp]
   \begin{center}
    \input{bilder/pascal.tex}
    \caption{Bild der Pascalschen Schnecke}
  \end{center}
  \end{figure}
```

Über das Kommando `\setlength{\unitlength}{0.3in}` kann die Größe der Graphik beeinflußt werden. Die Qualität der Diagramme ist sehr gut. Als Nachteil ist ein etwas großere Übersetzungszeit des LaTeX-Files zu nennen, da die zahlreichen Plot-Kommados aus dem TeX-File interpretiert werden müssen.

Beispiel 1: Kosinusfunktion

$f(x) = x \cdot \cos(x)$

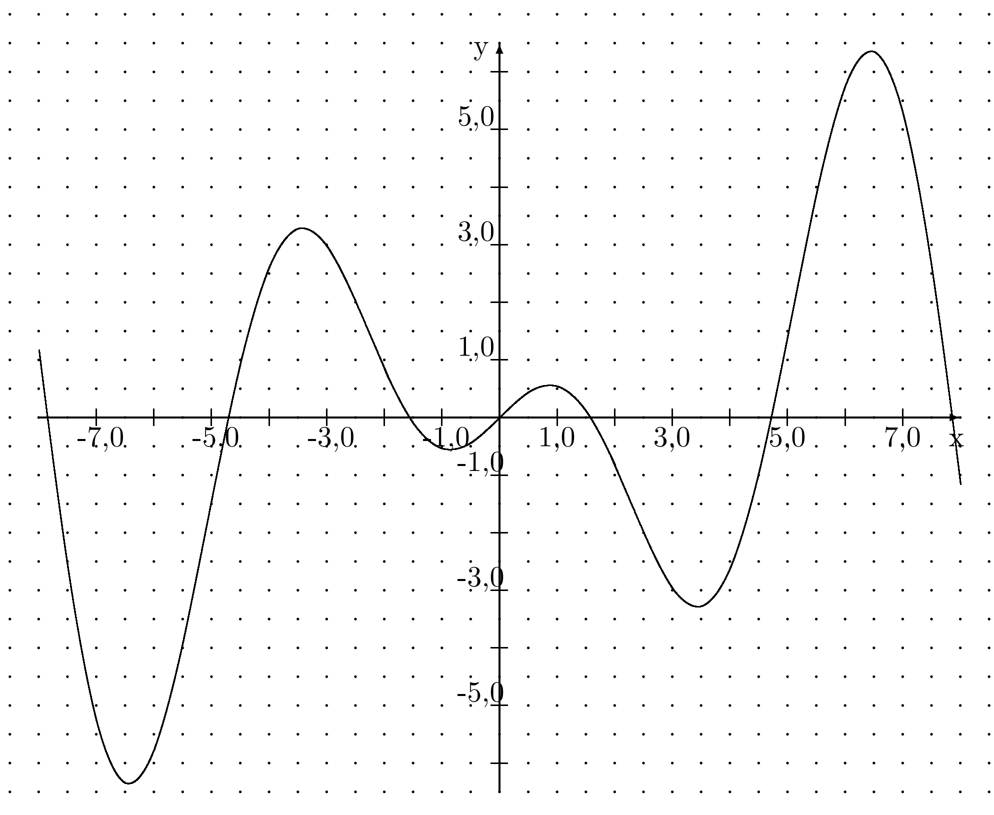


Abbildung 4.3.4: Funktion $x \cdot \cos(x)$ im Intervall $-8 \leq x \leq 8$

Beispiel 2: Parameterdarstellung der Pascalschen Schnecke:

$$x(t) = r \cdot \cos^2(t) + a \cdot \cos(t), \qquad y(t) = r \cdot \cos(t) \cdot \sin(t) + a \cdot \sin(t)$$

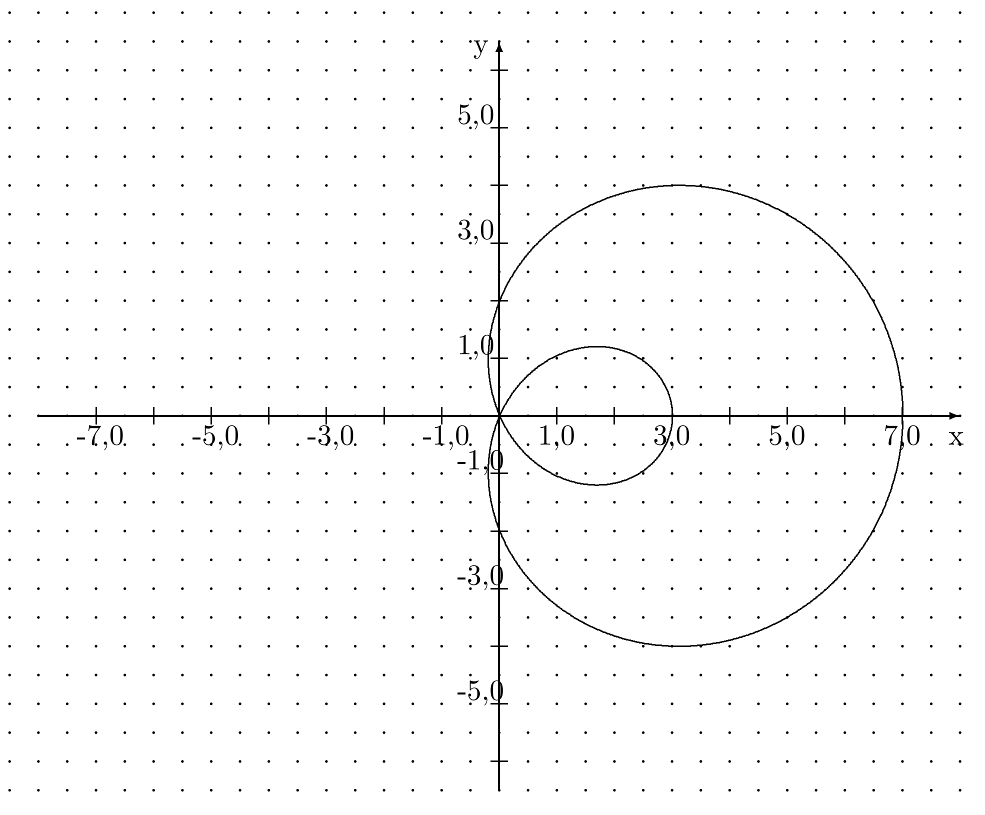


Abbildung 4.3.5: Bild der Pascalschen Schnecke

4.4 Graphikexport aus Mathematica

Das renomierte Computeralgbraprogramm *Mathematica* gestattet Graphiken im EPS-Format zu speichern. Das Auslagern erfolgt mit dem Kommando

```
Display["name.eps",variable,"EPS"]
```

Der erste Parameter gibt den Dateinamen an, der die Erweiterung *.eps erhalten sollte. Der Variablen muß zuvor die Graphik zugewiesen werden z.B.:

```
dbell = ParametricPlot3D[Sin[t], Sin[2t] Sin[u], Sin[2t] Cos[u],
        t, -Pi/2, Pi/2, u, 0, 2Pi, Ticks -> None]

Display["double_bell.eps",dbell,"EPS"]
```

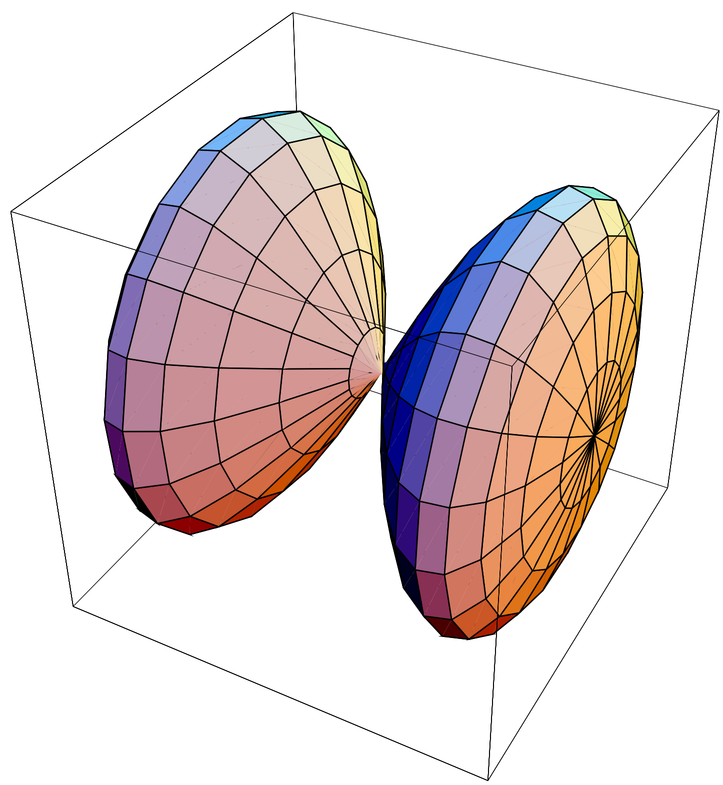


Abbildung 4.4.6: Graphik aus Mathematica

Der dritte Parameter im `Display`-Kommando spezifiziert das Ausgabeformat. Für LaTeX -Dokumente ist das EPS-Format am besten geeignet.

4.5 Graphikexport aus Maple V

Bevor in Maple eine Graphik exportiert werden kann, muß das Graphikinterface umgestellt werden:

```
> restart:
> interface(plotdevice=ps, plotoutput = schnecke.ps,
  plotpoints='width=800, height=600')
> with(plots, sphereplot):
> sphereplot(x*y, x=0..2*Pi, y= 0 .. Pi, scaling=constrained,
  style=hidden, orientation=[-101, -34], color=navy);
```

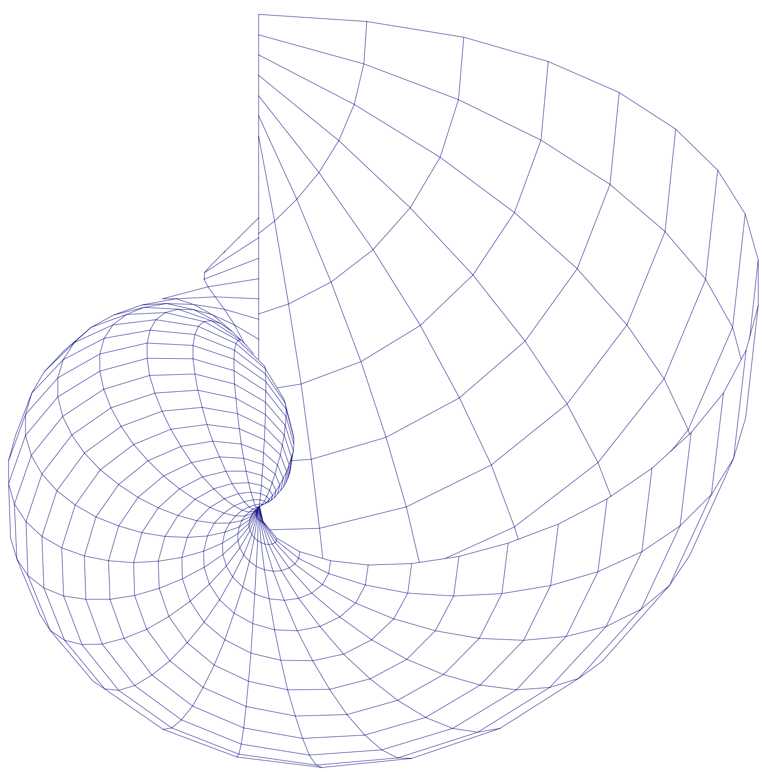


Abbildung 4.5.7: Graphik aus Maple V

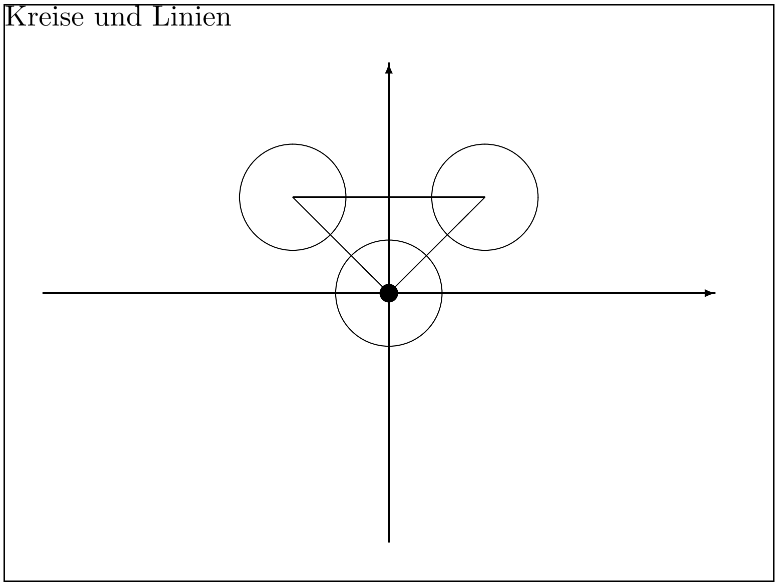
4.6 Zeichenbefehle aus der Picture-Umgebung

In mathematischen Textaufgaben werden oft Skizzen zur Erläuterung des Sachverhalts benötigt. In der `picture` Umgebung werden einige Befehle zum Zeichnen von Linien, Vektoren, und Kreisen bereitgestellt. Für kleine Skizzen reicht dieser Zeichensatz aus.

- Linie `\put(u,v){\line(x,y){xlength}}`,
- Vektor `\put(u,v){\vector(x,y){xlength}}`,
- Kreis `\put(u,v){\circle{Durchmesser}}`,
- Ellipse `\put(u,v){\oval(x,y)}`,
- Rechteck `\put(u,v){\framebox(Breite, Hoehe)}`

Vor jedem Zeichenbefhel steht das Kommando `put(x,y)`. Bei Linien und Vektoren ist damit der Startpunkt gemeint, bei Kreisen und Ellipsen der Mittelpunkt. Die Variablen x und y in dem Line- bzw. Vectorbefehl geben den Anstieg $\tan(\alpha) = \frac{y}{x}$ an. Bei dem Oval (Ellipse) steht x für die Breite und y für die Höhe. Zur Illustration sei die folgende Skizze aus Kreisen und Linien gegeben.

```
\setlength{\unitlength}{0.1in}
\begin{picture}(40,30)(0,0)
  \put(0,0){\framebox(40,30)[tl]{Kreise und Linien}}
  \put(2,15){\vector(1,0){35}}
  \put(20,2){\vector(0,1){25}}
  \put(20,15){\circle{10}}
  \put(20,15){\line(1,1){5}}
  \put(15,20){\line(1,0){10}}
  \put(15,20){\line(1,-1){5}}
  \put(15,20){\circle{10}}
  \put(25,20){\circle{10}}
  \put(20,15){\circle*{1}}
\end{picture}
```



4.7 Das Programm MetaPost

Eine weitere Möglichkeit Skizzen im PostScriptformat zu erstellen, besteht mit dem Programm *MetaPost*, das im Programmpaket von MikTeX bereits enthalten ist (`c:\texmf\miktex\bin\mpost.exe`). Im Internet findet man unter *http://www.mathtype.com/de/* eine gute Dokumentation.

Bei MetaPost handelt sich um einen sehr leistungsfähigen Interpreter der aus einem Scriptfile mit Zeichenkommandos ein fertiges PostScriptfile erzeugt. Die Zeichenbefehle können durch Makros erweitert werden. Darüber hinaus lassen sich Schnittpunkte zwischen Geraden ermitteln, wie das unten stehende Beispiel zeigt.
Das Scriptfile wird ähnlich wie bei GNU-Plot mit einem herkömmlichen Texteditor, z.B. TextPAD erstellt. Anschließend wird das File als Parameter dem Programm Metapost übergeben. Als Beispiel soll ein Dreieck $\triangle ABC$ und das gleiche Dreieck mit seinen Höhenlinien gezeichnet werden. Das zugehörige Metapostfile *dreieck.mp* besitzt den folgenden Aufbau:

```
u:=10mm;
defaultfont:="cmr10";
%---------------------------------------------------------------------
% --- draw a triangle
pair pA, pB, pC;
     pA:=(0u,0u); pB:=(5u,2u); pC:=(3u,6u);
%---------------------------------------------------------------------
beginfig(1);
  draw pA--pB--pC--cycle withcolor (0,0,1);
  % --- labeling  ------------
  dotlabel.llft("A",pA);
```

```
  dotlabel.urt ("B",pB);
  dotlabel.ulft("C",pC);
endfig;
%---------------------------------------------------------------------
pair pD, pE, pF, pH;
     pD:=whatever[pB,pC]=whatever[pA,pA+(pB-pC) rotated 90];
     pE:=whatever[pA,pC]=whatever[pB,pB+(pA-pC) rotated 90];
     pF:=whatever[pA,pB]=whatever[pC,pC+(pA-pB) rotated 90];
     pH:=whatever[pA,pD]=whatever[pB,pE];
beginfig(2);
  draw pA--pB--pC--cycle withcolor (0,0,1);
  draw pA--pD;
  draw pB--pE;
  draw pC--pF;
  % --- labeling  ------------
  dotlabel.llft("A",pA);
  dotlabel.urt ("B",pB);
  dotlabel.ulft("C",pC);
  dotlabel.urt ("D",pD);
  dotlabel.ulft("E",pE);
  dotlabel.bot ("F",pF);
  dotlabel     ("",pH);
endfig;
%---------------------------------------------------------------------
end;
```

Mit dem Aufruf `mpost.exe dreieck.mp` beginnt Metapost das File zu übersetzen. Als Ergebnis entstehen die Files dreieck.1 (ohne Höhenlinien) und dreieck.2 (mit Höhenlinien). Die PostScriptfiles werden wie folgt in das LaTeX Dokument eingebunden:

```
\vspace{1.0cm}
  \begin{figure}[htbp]
    \centering \leavevmode
    \epsfbox{bilder/dreieck.1}
    \caption{Dreick ohne H"ohenlinien}
  \end{figure}

 \vspace{1.0cm}
  \begin{figure}[htbp]
    \centering \leavevmode
    \epsfbox{bilder/dreieck.2}
    \caption{Dreieck mit H"ohenlinien}
  \end{figure}
```

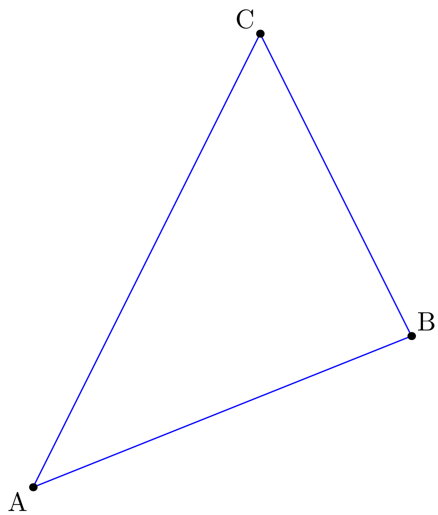


Abbildung 4.7.1: Dreieck $\triangle ABC$

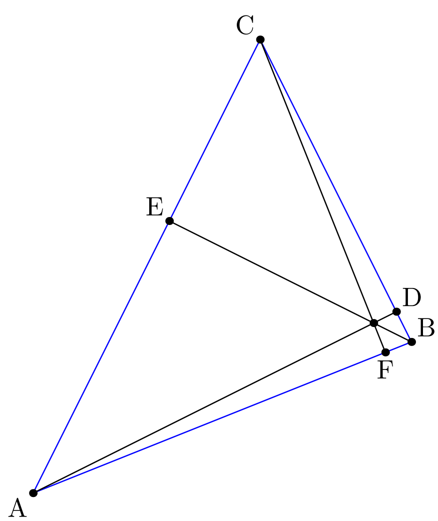


Abbildung 4.7.2: Dreieck $\triangle ABC$ mit Höhenlinien

Kapitel 5

Belegarbeit Funktionen und ihre Darstellung

5.1 Aufbau der Hauptdatei

LaTeX unterstützt mit einer Reihe von Befehlen die Erstellung großer Schriftdokumente.
Das Kapitel zeigt die Anfertigung einer Belegarbeit, wie man sie sich zum Abschlußeines Analysiskurses vorstellen könnte. An Hand einer Aufgabenstellung zum Thema *Funktionen und ihre Darstellung* wird das erlernte Wissen zur Differential- und Integralrechnung überprüft.
Die Belegarbeit besteht aus einer Hauptdatei (siehe unten) und den Teildokumenten *aufgaben.tex*, *loesung1.tex* bis *loesung7.tex*.
Jedes Teildokument beinhaltet ein Kapitel der Lösung. Sie werden mit dem Kommando `\input{dateiname}` in das Hauptdokument eingebunden. Das Schreiben größerer Arbeiten vereinfacht sich damit. Jedes Kapitel kann in einem eigenen Editorfenster unabhängig voneinander bearbeitet werden. Es ist damit auch möglich, die Aufgabenstellung unter mehreren Bearbeitern aufzuteilen.
Im Kopfteil der Belegarbeit steht neben Autor und Titel eine kurze Zusammenfassung zwischen den Befehlen:

```
\begin{abstract}
    ...
\end{abstract}
```

Es folgt das Kommando `\tableofcontents`, mit dem das Inhaltsverzeichnis eingefügt wird. Am Ende der Arbeit steht das Literaturverzeichnis zwischen den Kommandos

```
\begin{thebibliography}{3}
    ...
\end{thebibliography}
```

Das Hauptdokument `Belegarbeit` besitzt damit den folgenden Aufbau:

```
\documentclass[11pt,a4paper]{article}
```

```
 \usepackage{verbatim}
 \usepackage{amsmath
 \usepackage{amsthm}
 \usepackage{epsfig}
 \usepackage{german}
 \usepackage{fancyhdr}
 \usepackage{a4}

 \setcounter{secnumdepth}{3}

\title{Belegarbeit \\ Funktionen und ihre Darstellung}
\author{vorgelegt von \\ Ingmar Rubin}

\begin{document}
 \maketitle
 \begin{abstract}
    In der vorliegenden Arbeit werden die Kenntnisse aus dem
    Analysiskurs an Hand ausgew"ahlter Funktionen demonstriert. \\
    Es wird der "Ubergang von Kartesischen Koordinaten auf
    Polarkoordinaten und in Parameterdarstellung behandelt. \\
    Der Begriff der Kurvendiskussion wird erweitert.
    Die Differentiation und Integration von Funktionen in
    Polarkoordinaten und Parameterdarstellung steht
    im Mittelpunkt der Aufgaben. \\
    F"ur die Berechnung der Funktionsbilder wurde das Programm
    Gnuplot eingesetzt.
 \end{abstract}
 \newpage
  \tableofcontents
 \newpage
   \input{aufgaben}
 \newpage
   \input{loesung1}
 \newpage
   \input{loesung2}
 \newpage
   \input{loesung3}
 \newpage
   \input{loesung4}
 \newpage
   \input{loesung5}
 \newpage
   \input{loesung6}
 \newpage
   \input{loesung7}
 \newpage
 \begin{thebibliography}{3}
```

```
 \bibitem{Sto93} H.Stoecker, Taschenbuch mathematischer Formeln und
   moderner Verfahren, 2.\ "uberarbeite Auflage,
   Verlag Harri Deutsch, Thun, Frankfurt a.M., ISBN 3-8171-1256-4
 \bibitem{Hei98} J.Heitzer,\ Spiralen - ein Kapitel phaenomentaler
   Mathematik, \\ 1. Auflage 1998,
   Ernst Klett Schulbuchverlag Leipzig, ISBN 3-12-720044-7
 \bibitem{Schu95} H.Schupp, H.Dabrock, \ H"ohere Kurven, Reihe
   Lehrb"ucher und Monographien zur Didaktik der Mathematik
   Band 28, 1. Auflage 1995,
   Wissenschaftsverlag Mannheim, ISBN 3-411-17221-5.
 \end{thebibliography}
\end{document}
```

5.2 Aufbau der Teildokumente

Der LaTeX-Quelltext zur Datei *aufgaben.tex* ist vollständig wiedergegeben. Der Leser kann durch Vergleich mit den Abschnitten 5.4 die Wirkung der einzelnen LaTeX-Kommandos betrachten. Die weiteren LaTeX-Files *loesung1.tex* ... *loesung7.tex* möge der Leser zur eigenen Übung im Umgang mit LaTeX und *Gnuplot* anfertigen.

5.3 LaTeX-Quelltext zur Datei *aufgaben.tex*

```
\section{Aufgabenblatt zur Belegarbeit}

\setcounter{figure}{0}
\setcounter{equation}{0}

 \subsection*{Versiera der Agnesi}
 Die folgende Kurve ist unter dem Namen {\em Versiera der Agnesi}
 bekannt geworden. Ein Punkt der gesuchten Kurve
 wird wie folgt konstruiert:
 \begin{itemize}
  \item zeichne den Kreis k um $M(0,1)$ mit dem Radius $R=1$,
  \item zeichne die Parallele p zur x-Achse durch den Punkt $P(0,2R)$
  \item zeichne eine Gerade g durch den Ursprung (0,0) mit positiven Anstieg
  \item g schneidet k in V
  \item g schneidet p in U
  \item der Punkt $E(U,V)$ ist ein Punkt der gesuchten Kurve
 \end{itemize}

\vspace{0.5cm}
\begin{figure}[htbp]
 \centering \leavevmode
  \epsfxsize=10 cm
  \epsfysize=7 cm
```

```
  \epsfbox{bilder/agnesi1.eps}
 \caption{Konstruktion der Kurve {\em Versiera der Agnesi}}
\end{figure}

 \begin{enumerate}
   \item Leiten Sie aus der Konstruktionsvorschrift eine
    Parameterdarstellung $x=x(t)$ und $y=y(t)$ f"ur die Kurve ab !
   \item Berechnen Sie die Fl"ache zwischen Kurve und x-Achse im
    Intervall $-\infty < x < +\infty$ !
   \item Eliminieren Sie den Parameter t aus den Gleichungen x(t),y(t)und
   leiten Sie eine explizite Darstellung der Form y=f(x,a) her,
   wobei a=2*R gilt.
 \end{enumerate}

\subsection*{Bahnkurve I}
  Auf einem Kreis mit dem Radius $R$ bewegen sich zwei Punkte $P_1$
  und $P_2$ im gleichen Umlaufsinn, und zwar $P_2$ doppelt so
  schnell wie $P_1$. Der Mittelpunkt $P$ der Strecke $P_1P_2$
  beschreibt dabei eine Kurve.
  \begin{itemize}
    \item Bestimmen Sie die Bahnkurve von $P(u,v)$ in parametrisierter Form.
          Benutzen Sie als Parameter den Drehwinkel $\alpha$ von $P_1$.
    \item Erstellen Sie die Polargleichung dieser Kurve und lassen Sie
          die Kurve von einem Computerprogramm zeichnen.
    \item Welche Winkel bildet die Verbindungsgerade $P_1P_2$ und die
          zugeh"orige Kurventangente $t$ miteinander ?
  \end{itemize}

\vspace{0.5cm}
\begin{figure}[htbp]
 \centering \leavevmode
  \epsfxsize=11 cm
  \epsfysize=9 cm
  \epsfbox{bilder/bahn1.eps}
 \caption{Konstruktion der Bahnkurve 1}
\end{figure}

\subsection*{Bahnkurve II}
  Die Tangente in einem beliebigen Punkt $P$ eines Kreises $k$
  schneidet die $x$-Achse in $Q$ und die $y$-Achse in $R$. Die
  Parallele zur $y$-Achse durch $Q$ und die Parallele zur $x$-Achse
  in $R$ schneiden einander im Punkt $P'(Q, R)$.
  \begin{enumerate}
    \item Welche Kurve $k'$ durchwandert $P'$, wenn $P$ den
    Kreis $k$ durchl"auft ? \\
    Leiten Sie f"ur die Koordinaten von $P'$ eine Parameterdarstellung
    her und zeichnen Sie die Kurve.
```

```
    \item "uberf"uhren Sie die Parameterdarstellung der Kurve in die
    implizite Form $F(x,y)=0$. Bestimmen sie die Ordnung der Kurve.
  \end{enumerate}

\vspace{1.0cm}
\begin{figure}[htbp]
 \centering \leavevmode
  \epsfxsize=13 cm
  \epsfysize=9 cm
  \epsfbox{bilder/bahn2.eps}
 \caption{Konstruktion der Bahnkurve II}
\end{figure}

\newpage

\subsection*{Kardioide}
  Kurvengleichung: {\fboxsep=.2in $$ \framebox{$ (x^2 + y^2) \; (x^2
  + y^2 - 2\;a\;x) - a^2 \; y^2 = 0 , \quad a > 0$} $$}

 \vspace{0.5cm}
 \begin{figure}[htbp]
 \centering \leavevmode
  %\epsfxsize=9 cm
  %\epsfysize=6 cm
  \epsfbox{bilder/kardioide.eps}
 \caption{Kardioide, Parameter  $ \, a=1 $}
\end{figure}

 \begin{enumerate}
   \item Berechnen Sie die partiellen Ableitungen
     $F_x, F_y, F_{xx}, F_{yy}, F_{xy} $ der
     Kurvengleichnung. Bestimmen Sie daraus die lokalen
     Extrempunkte bez"uglich der $x$-Achse.
   \item Die Kurve besitzt genau einen singul"aren Punkt.
     Berechnen Sie dessen Koordinaten !
   \item "Uberf"uhren Sie die Gleichung in Polarkoordinaten $r=r(\varphi)$.
   \item Berechnen Sie den von der Kurve eingeschlossenen Fl"acheninhalt.
     Benutzen Sie dazu die {\em Leibnizsche Sektorenformel}
     \begin{displaymath}
         A = \frac{1}{2} \, \int_0^\pi [r(\varphi)]^2 \, d \varphi
     \end{displaymath}.
 \end{enumerate}

 \subsection*{Kartesisches Blatt}
 Kurvengleichung: {\fboxsep=.2in $$ \framebox{$ x^3 + y^3 - 3\; a \;
 x \; y = 0 , \quad a > 0 $} $$}
```

```
 \vspace{0.5cm}
 \begin{figure}[htbp]
  \centering \leavevmode
  %\epsfxsize=9 cm
  %\epsfysize=6 cm
  \epsfbox{bilder/kartesia.eps}
  \caption{Kartesisches Blatt, Parameter $ \, a=1$}
 \end{figure}

 \begin{enumerate}
  \item zerlegen Sie die Kurvengleichung in die Form
   $x=x(t)$ und $y=y(t)$ mit Hilfe des Parameters:
   \begin{displaymath}
     t=\tan(\alpha)=\frac{y}{x}
   \end{displaymath}
   wobei $\alpha$ der Winkel zwischen der $x$-Achse und dem
   Radiusvektor der zum Kurvenpunkt $P[x(t), \;y(t)]$ zeigt ist.
  \item bestimmen Sie die Gleichung der Asymptoten,
  \item Berechnen Sie den Fl"acheninhalt der Schleife im
  1.Quadranten.
 \end{enumerate}

 \newpage

 \subsection*{Krummstab}
 Die Gleichung des {\em Krummstabes} lautet:
 {\fboxsep=.2in $$ \framebox{$ r(\varphi)=
 \frac{a}{\sqrt{\varphi}}, \quad \varphi, a > 0 $} $$} \\ Der Name
 {\em Krummstab} oder {\em Lituus} stammt von {\em Roger Cotes}
  (1682 - 1716), der diese Kurve als Erster untersuchte.
 \vspace{0.5cm}
 \begin{figure}[htbp]
 \centering \leavevmode
  %\epsfxsize=9 cm
  %\epsfysize=6 cm
  \epsfbox{bilder/lituus.eps}
 \caption{Krummstab $ \quad r(\varphi)= \frac{a}{\sqrt{\varphi}},
 \quad \varphi > 0, \quad a=0.5 $}
\end{figure}

\begin{enumerate}
  \item Im Intervall $0 \leq \varphi \leq \frac{pi}{2}$ besitzt
        die Kurve genau ein lokales Maximum - bestimmen Sie die
        Koordinaten dieses Extremwertes !
  \item Zeigen Sie das die Kurve unendlich viele lokale Extrema
       bez"uglich der $x$-Achse besitzt!
 \end{enumerate}
```

```
 \newpage

\subsection*{Konchoide des Nikomedes} Kurvengleichung:
 {\fboxsep=.2in $$ \framebox{$ (x-a)^2 \; (x^2 + y^2)-b^2 \;
  x^2 = 0 , \quad a > 0 $} $$} \\

\vspace{1.0cm}
\begin{figure}[htbp]
 \centering \leavevmode
  %\epsfxsize=9 cm
  %\epsfysize=6 cm
  \epsfbox{bilder/konchoide.eps}
 \caption{Konchoide des Nikomedes $\quad a=1 \quad b=2$}
\end{figure}

\begin{enumerate}
  \item zerlegen Sie die Kurvengleichung mit Hilfe von Polarkoordinaten
   in eine Parameterdarstellung $x=x(t)$ und $y=y(t)$
  \item Berechnen Sie den Fl"acheninhalt der Schleife im linken Kurvenast
   in Abh"angigkeit der Kurvenparameter $a$ und $b$, benutzen Sie
   die {\em Leibnizsche Sektorenformel}
   \begin{displaymath}
       A=\frac{1}{2} \int \limits_{t_1}^{t_2}\left(x \,
       \dot y \ - \ \dot x \, y \right) \: d t
   \end{displaymath}
 \end{enumerate}

 \subsection*{Eikurve}
  Gleichung der Eikurve:
  {\fboxsep=.2in $$ \framebox{$ r(\varphi)= a \sin^3(\varphi) -
  b \cos^3(\varphi), \quad a, b > 0 $} $$} \\

  \begin{enumerate}
   \item "uberf"uhren Sie die Gleichung in kartesische Koordinaten
   $F(x,y)=0$ und bestimmen die Ordnung der algebraischen Kurve,
   \item Ermitteln Sie die Schnittpunkte mit der $x$- und $y$-
   Achse,
   \item Bestimmen sie Minimum und Maximum bez"uglich der $x$ Achse,
   \item Berechnen Sie den von der Kurve eingeschlossenen Fl"acheninhalt,
   \item Berechnen Sie durch numerische Integration n"ahrungsweise
    die Kurvenl"ange f"ur das Intervall $0 \leq \varphi \leq \pi$
  \end{enumerate}
  \vspace{1.0cm}
  \begin{figure}[htbp]
    \centering \leavevmode
     \epsfxsize=9 cm
     \epsfysize=6 cm
```

```
   \epsfbox{bilder/eikurve.eps}
  \caption{Eikurve $ \, r(\varphi)= a \cdot \sin^3(\varphi) -
  b \cdot \cos^3(\varphi), \quad  a=1.0, \, b=1.4 $}
\end{figure}
```

5.4 Aufgabenblatt zur Belegarbeit

Versiera der Agnesi

Die folgende Kurve ist im Altertum unter dem Namen *Versiera der Agnesi* bekannt geworden. Ein Punkt der gesuchten Kurve wird wie folgt konstruiert:

- zeichne den Kreis k um $M(0,1)$ mit dem Radius $R = 1$,
- zeichne die Parallele p zur x-Achse durch den Punkt $P(0, 2R)$
- zeichne eine Gerade g durch den Ursprung (0,0) mit positiven Anstieg
- g schneidet k in V
- g schneidet p in U
- der Punkt $E(U, V)$ ist ein Punkt der gesuchten Kurve

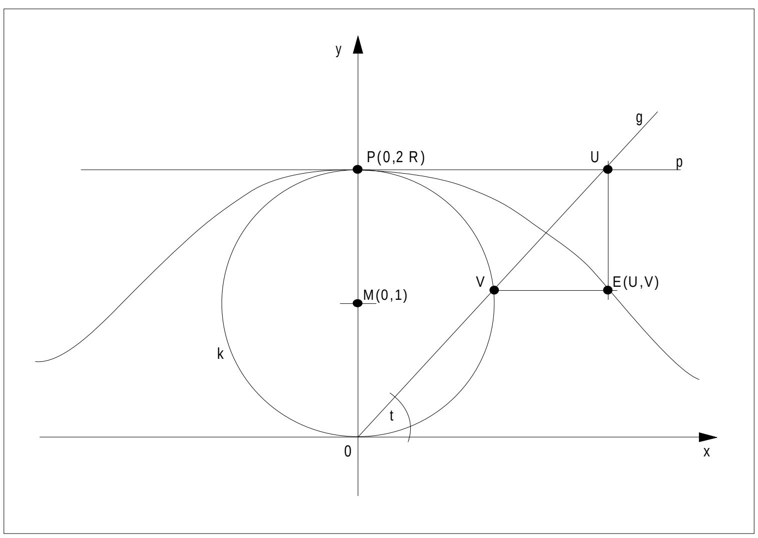


Abbildung 5.4.1: Konstruktion der Kurve *Versiera der Agnesi*

1. Leiten Sie aus der Konstruktionsvorschrift eine Parameterdarstellung $x = x(t)$ und $y = y(t)$ für die Kurve ab !

2. Berechnen Sie die Fläche zwischen Kurve und x-Achse im Intervall $-\infty < x < +\infty$!

3. Eliminieren Sie den Parameter t aus den Gleichungen x(t),y(t)und leiten Sie eine explizite Darstellung der Form y=f(x,a) her, wobei a=2*R gilt.

Bahnkurve I

Auf einem Kreis mit dem Radius R bewegen sich zwei Punkte P_1 und P_2 im gleichen Umlaufsinn, und zwar P_2 doppelt so schnell wie P_1. Der Mittelpunkt P der Strecke P_1P_2 beschreibt dabei eine Kurve.

- Bestimmen Sie die Bahnkurve von $P(u, v)$ in parametrisierter Form. Benutzen Sie als Parameter den Drehwinkel α von P_1.
- Erstellen Sie die Polargleichung dieser Kurve und lassen Sie die Kurve von einem Computerprogramm zeichnen.
- Welche Winkel bildet die Verbindungsgerade P_1P_2 und die zugehörige Kurventangente t miteinander ?

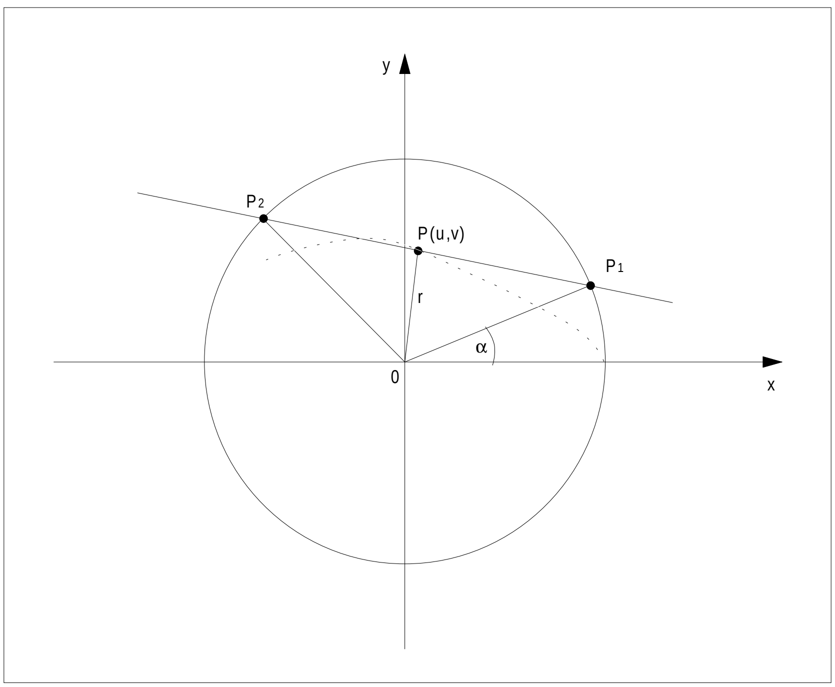


Abbildung 5.4.2: Konstruktion der Bahnkurve 1

Bahnkurve II

Die Tangente in einem beliebigen Punkt P eines Kreises k schneidet die x-Achse in Q und die y-Achse in R. Die Parallele zur y-Achse durch Q und die Parallele zur x-Achse in R schneiden einander im Punkt $P'(Q, R)$.

1. Welche Kurve k' durchwandert P', wenn P den Kreis k durchläuft ? Leiten Sie für die Koordinaten von P' eine Parameterdarstellung her und zeichnen Sie die Kurve.

2. überführen Sie die Parameterdarstellung der Kurve in die implizite Form $F(x, y) = 0$. Bestimmen sie die Ordnung der Kurve.

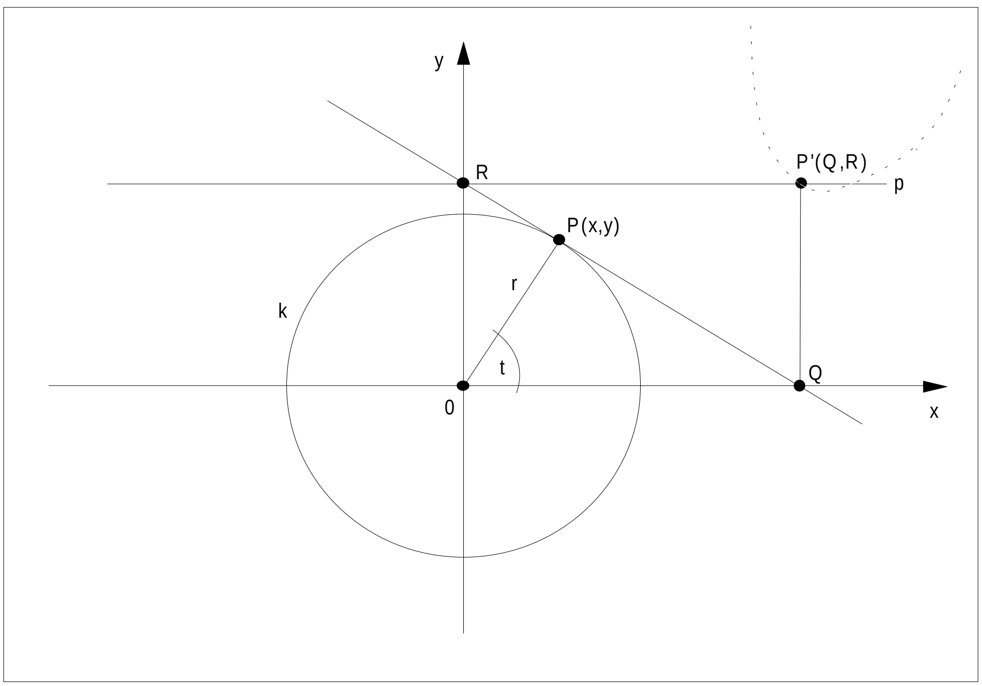


Abbildung 5.4.3: Konstruktion der Bahnkurve II

Kardioide

Kurvengleichung:

$$\boxed{(x^2+y^2)\,(x^2+y^2-2\,a\,x)-a^2\,y^2=0, \quad a>0}$$

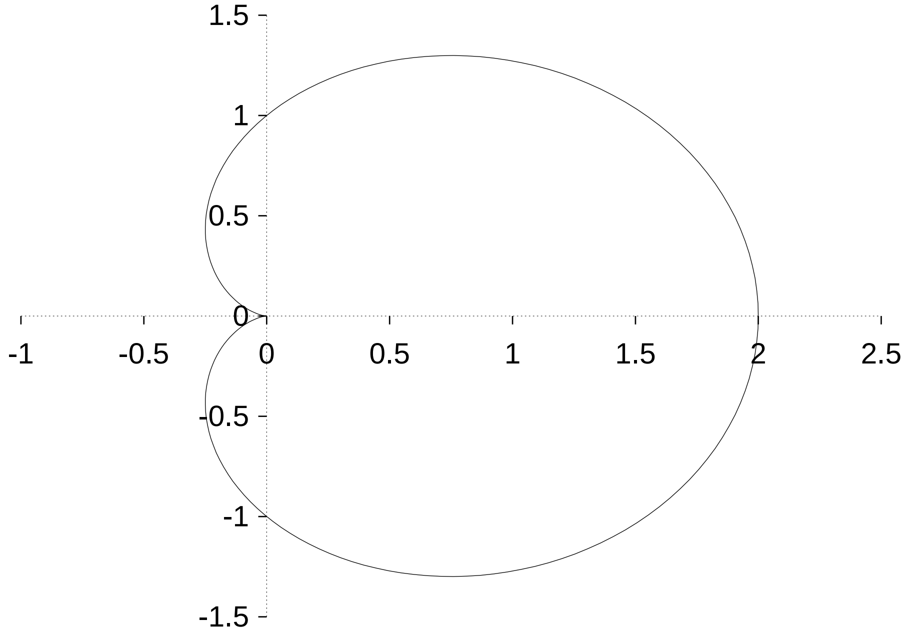


Abbildung 5.4.4: Kardioide, Parameter $a=1$

1. Berechnen Sie die partiellen Ableitungen $F_x, F_y, F_{xx}, F_{yy}, F_{xy}$ der Kurvengleichung. Bestimmen Sie daraus die lokalen Extrempunkte bezüglich der x-Achse.

2. Die Kurve besitzt genau einen singulären Punkt. Berechnen Sie dessen Koordinaten !

3. Überführen Sie die Gleichung in Polarkoordinaten $r=r(\varphi)$.

4. Berechnen Sie den von der Kurve eingeschlossenen Flächeninhalt. Benutzen Sie dazu die *Leibnizsche Sektorenformel*

$$A=\frac{1}{2}\int_0^{\pi}[r(\varphi)]^2\,d\varphi$$

.

Kartesisches Blatt

Kurvengleichung:

$$\boxed{x^3 + y^3 - 3\,a\,x\,y = 0, \quad a > 0}$$

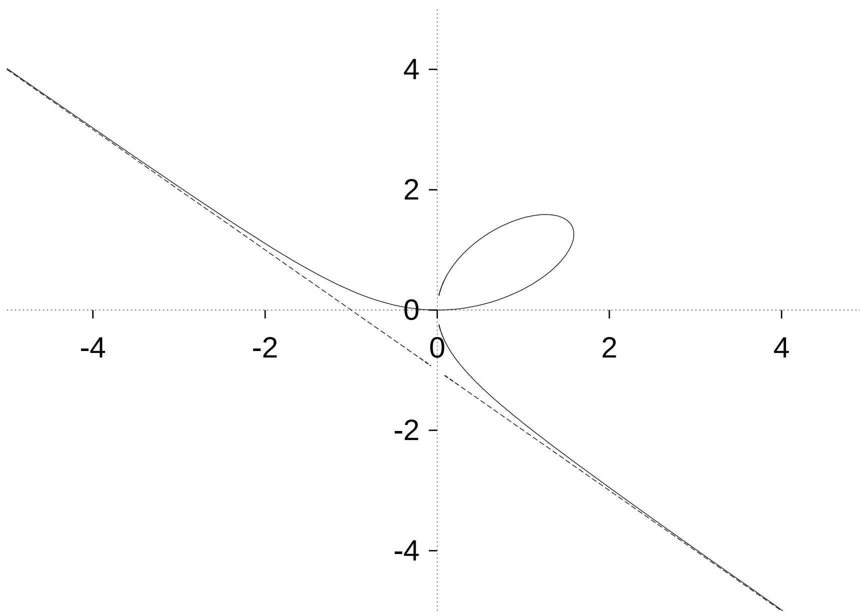


Abbildung 5.4.5: Kartesisches Blatt, Parameter $a = 1$

1. zerlegen Sie die Kurvengleichung in die Form $x = x(t)$ und $y = y(t)$ mit Hilfe des Parameters:

   $$t = \tan(\alpha) = \frac{y}{x}$$

   wobei α der Winkel zwischen der x-Achse und dem Radiusvektor der zum Kurvenpunkt $P[x(t),\ y(t)]$ zeigt ist.

2. bestimmen Sie die Gleichung der Asymptoten,

3. Berechnen Sie den Flächeninhalt der Schleife im 1.Quadranten.

Krummstab

Die Gleichung des *Krummstabes* lautet:

$$\boxed{r(\varphi) = \frac{a}{\sqrt{\varphi}}, \quad \varphi, a > 0}$$

Der Name *Krummstab* oder *Lituus* stammt von *Roger Cotes* (1682 - 1716), der diese Kurve als Erster untersuchte.

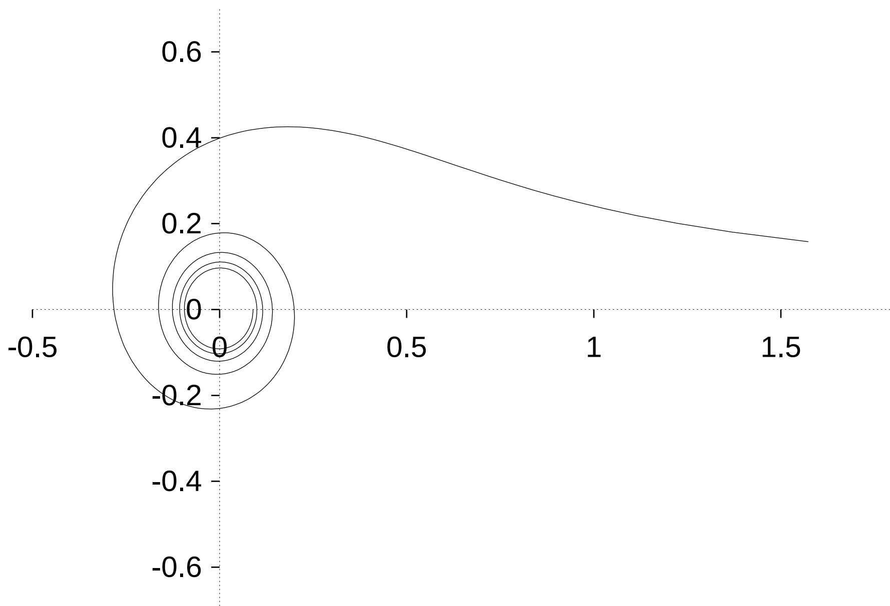


Abbildung 5.4.6: Krummstab $r(\varphi) = \frac{a}{\sqrt{\varphi}}, \quad \varphi > 0, \quad a = 0.5$

1. Im Intervall $0 \leq \varphi \leq \frac{pi}{2}$ besitzt die Kurve genau ein lokales Maximum - bestimmen Sie die Koordinaten dieses Extremwertes !
2. Zeigen Sie das die Kurve unendlich viele lokale Extrema bezüglich der x-Achse besitzt!

Konchoide des Nikomedes

Kurvengleichung:

$$\boxed{(x-a)^2\,(x^2+y^2) - b^2\,x^2 = 0, \quad a > 0}$$

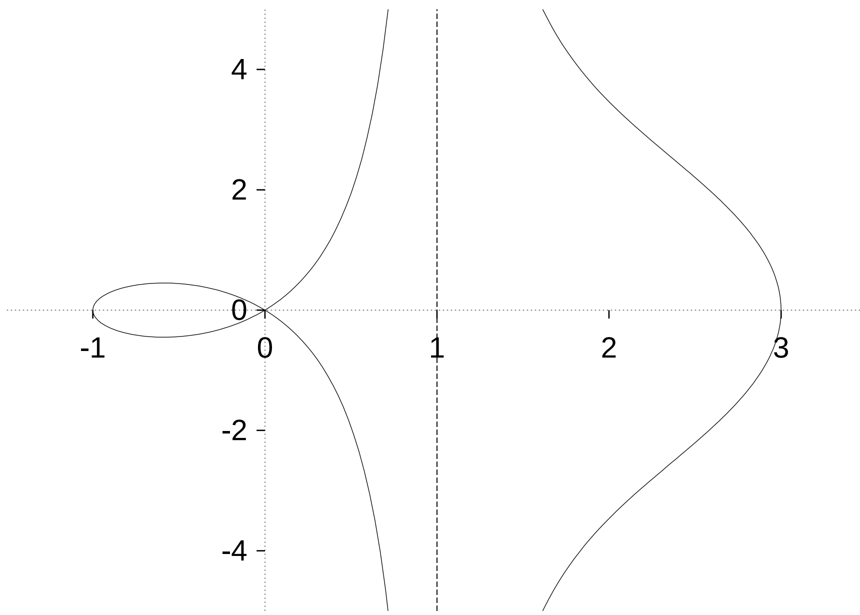


Abbildung 5.4.7: Konchoide des Nikomedes $\quad a = 1 \quad b = 2$

1. zerlegen Sie die Kurvengleichung mit Hilfe von Polarkoordinaten in eine Parameterdarstellung $x = x(t)$ und $y = y(t)$

2. Berechnen Sie den Flächeninhalt der Schleife im linken Kurvenast in Abhängigkeit der Kurvenparameter a und b, benutzen Sie die *Leibnizsche Sektorenformel*

$$A = \frac{1}{2}\int\limits_{t_1}^{t_2} (x\,\dot{y} \; - \; \dot{x}\,y)\;dt$$

Eikurve

Gleichung der Eikurve:

$$\boxed{r(\varphi) = a\sin^3(\varphi) - b\cos^3(\varphi), \quad a, b > 0}$$

1. überführen Sie die Gleichung in kartesische Koordinaten $F(x, y) = 0$ und bestimmen die Ordnung der algebraischen Kurve,
2. Ermitteln Sie die Schnittpunkte mit der x- und y- Achse,
3. Bestimmen sie Minimum und Maximum bezüglich der x Achse,
4. Berechnen Sie den von der Kurve eingeschlossenen Flächeninhalt,
5. Berechnen Sie durch numerische Integration nährungsweise die Kurvenlänge für das Intervall $0 \leq \varphi \leq \pi$

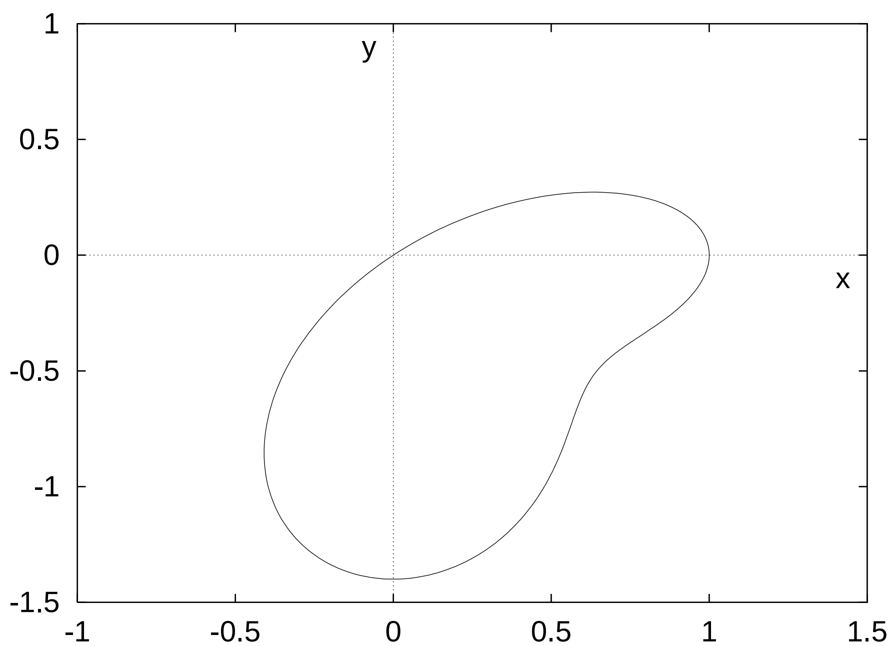


Abbildung 5.4.8: Eikurve $r(\varphi) = a \cdot \sin^3(\varphi) - b \cdot \cos^3(\varphi), \quad a = 1.0, b = 1.4$

Kapitel 6

Anhang

6.1 Konvertierung von LaTeX nach PostScript

Nach der Übersetzung des LaTeX-Quellfiles liegt zunächst das DVI-File vor (DVI = Device Independent Format). Mit Hilfe eins DVI-Betrachters wie XDVI unter Linux oder YAP unter Win 95/98/NT kann das DVI-File betrachtet und ausgedruckt werden. Der Betrachter YAP ist im MiKTeX Paket enthalten und befindet sich nach der Installation unter:

```
c:\texmf\miktex\bin\yap.exe
```

Das DVI-File kann mit Hilfe des Programms *dvips.exe* nach PostScript übersetzt werden. Falls MiKTeX mit der WinShell installiert wurde, findet man in der Kopfzeile ein Symbol DVI $->$ PS vor. Unter LINUX gibt es ein ähnliches Button in der TeXShell. Es kann auch direkt von der Kommandoebene (MS-DOS Box)

```
dvips filename.dvi <ENTER>
```

eingegeben werden. Das PostScriptfile ist ein für sich konsistentes File in dem sämtliche Formeln und Graphiken enthalten sind. Mit dem Programm *gsview32.exe* aus den Alladin-GohstScript-Tools kann das PostScriptfile gelesen und ausgedruckt werden.

6.2 Konvertierung von PostScript nach PDF

Im Internet ist das PDF-Format der Firma Adobe sehr weit verbreitet. Der Acrobat Reader gehört zum Standard Tool auf jedem PC und kann unter

```
http://www.adobe.com
```

kostenlos geladen werden. Auf vielen Sharware CD's aus Computermagazinen ist der Acrobat Reader ebenfalls enthalten. Um das PostScriptfile nach PDF zu tranformieren gibt es drei Möglichkeiten:

Acrobat Destiller

Der komfortabelste und qualitativ beste Weg besteht in der Nutzung des Programms *Acrobat Destiller* der Firma Adobe. Das Programm ist nicht frei erhältlich. Es ist im Paket Adobe Acrobat 4.0 enthalten. Über den Menüpunkt Datei laden Sie das zu konvertierende Postscriptfile. Sie können darüber hinaus eine für den Bildschirm oder für den Drucker optimale Ausgabequalität wählen.

Ein spezielles Problem sind die eingebetteten Schriftfonts. Wenn Sie wie oben beschrieben das DVI-File einfach mit `dvips filename.dvi` nach PostScript übersetzen, werden im DVI-File Bitmap-Fonts hinterlegt. Das ergibt im Acrobat Reader eine schlechte Darstellungsqualität auf dem Bildschirm. Wesentlich bessere Ergebnisse erhalten Sie in dem PostSriptfonts bei der Übersetzung eingebettet werden. Dazu müssen Sie dem Programm dvips eine spezielle Konfigurationsdatei zur Verfügung stellen, in dem die Schriftfonts benannt sind. In fast allen TeX System existiert bereits eine solche Datei. Der Aufruf sieht wie folgt aus:

```
dvips filename.dvi -Ppdf -o
```

Das erzeugte PostScriptfile ist auf Grund der eingebetteten Schriftfonts wesentlich größer als das normale PostScriptFile. Wenn Sie das so erzeugte PostScriptfile nach PDF transformieren, ist das Schriftbild auch auf dem Bildschirm optimal.

GhostScript Tools

Die GhostScript Tools stehen als Freeware jedem kostenfrei im Internet zur Verfügung. Starten Sie das Programm gsview32.exe. Über den Menüpunkt Datei öffnen laden Sie das zu konvertierende PostScriptfile. Beachten Sie aus dem vorherigen Absatz den Hinweis bezüglich der Schriftfonteinbettung bei der Übersetzung von DVI nach PS. Im Menü Datei wird unter Konvertierung ... die Option pdfwrite gewählt. Als Auflösung sollten 72 dot/inch genügen. Wenn Graphiken im Dokument enthalten sind sollten 300 dot/inch gewählt werden.

DVIPDFM

Im MiKTeX-Paket ist das Programm *dvipdfm.exe* enthalten. Mit ihm können DVI-Files direkt nach PDF konvertiert werden. Wenn das LaTeX-File keine Graphiken enthält ist das der schnellste Weg um ein DVI-File nach PDF zu übersetzen. Lesen Sie in der Dokumentation dvipdfm.pdf nach, wie die Graphikeinbindung erfolgen muß.

6.3 Konvertierung von LaTeX nach HTML

Im Zeitalter des Internet gewinnt das HTML-Format vor allen anderen Textformaten zuhnehemnd an Bedeutung. Im Betriebssystem LINUX gibt es eine Konverterprogramm *Latex2html*, mit dem sich komplette LaTeX-Files einschließlich der PostScriptgraphiken konvertieren lassen. Jedes PostScriptbild wird dabei in das *.GIF Format gewandelt.

Unter Win 95/98/NT ist es etwas komplizierter, da es kein Komplettprogramm gibt. Eine sehr gute Lösung ist unter

`http://www.cis.ohio-state.edu/~gurari/TeX4ht/mn.html`

beschrieben. Das Programm TeX4ht benötigt den Graphikkonverter *ImageMagick* der unter

`http://www.wizards.dupont.com/cristy/`

geladen werden kann. Speziell für MiKTeX gibt es unter

`http://www.arch.ohio-state.edu/crp/faculty/pviton/support/tex4ht.html`

eine ausführliche Installationsanleitung für das Programm TeX4ht.

6.4 Formeleditor unter Microsoft-Office

Die Textverarbeitungsprogramme Word 6 und Word 97 besitzen einen integrierten Formeleditor. Bei der Standardinstallation wird dieser jedoch nicht mit installiert. In den folgenden beiden Abschnitten wird gezeigt wie man den Formeleditor zum Leben erweckt.

Installation unter Word 6

- in das Verzeichnis `C:\Winword6\Setup` wechseln,
- `setup.exe` starten,
- Doppelklick auf den Button `Hinzufuegen/Entfernen`,
- das Feld `Graph,Formel-Editor und Word Art` anklicken,
- Doppelklick auf den Button `Optionen aendern`,
- Häckchen setzen vor `Formel-Editor`,
- `Ok` drücken, `Weiter` drücken,

Anschließend wird vom Setup - Programm die Komponente *Formel-Editor 2.0* installiert. Innerhalb von Word 6 kann über den Menüpunkt *Einfügen - Objekt - Microsoft Formeleditor 2.0* jetzt mit dem Editor gearbeitet werden (siehe Hilfe).

Installation unter Word 97

- in das Verzeichnis `C:\Programme\Microsoft Office` wechseln,
- `Microsoft Office-Setup.lnk` starten,
- Office 97 CD-ROM einlegen,
- Doppelklick auf den Button `Hinzufuegen/Entfernen`,
- das Feld `Office-Tools` anklicken,
- Doppelklick auf den Button `Optionen aendern`,
- Häckchen setzen vor `Formel-Editor`,
- `Ok` drücken, `Weiter` drücken,

Anschließend wird vom Office 97-Setup die Komponente *Formel-Editor 3.0* installiert. Innerhalb von Word 97 kann über den Menüpunkt *Einfügen - Objekt - Microsoft Formeleditor 3.0* jetzt mit dem Editor gearbeitet werden.

6.5 Installation eines Postscriptdruckertreiber für Windows 95/98

In den folgenden Punkten wird die Installation eines Postscriptdruckertreiber unter Windows 95/98 erklärt. Der Laserdrucker muß dazu nicht physikalisch vorhanden sein. Für das Ausdrucken von Graphiken im Postscriptformat wird nur die Funktion „Drucken in eine Datei“ benötigt.

- im Ordner Arbeitsplatz den Ordner `Drucker` öffnen,
- Doppelklick auf `|neuer`Drucker—,
- lokaler Drucker auswählen,
- Hersteller: **Apple**, Drucker: **Apple LaserWriter Plus** auswählen,
- CD-ROM Windows 95/98 bereithalten,
- Windows kopiert sich den neuen Druckertreiber auf die Festplatte und integriert ihn in das System,
- dem Assistenten bis zum Ende folgen.

Nach der Installation befindet sich im Ordner `Drucker` der Apple LaserWriter Plus, neben den bereits installierten Druckern. Es sind jetzt noch einige Einstellungen notwendig:

- mit der rechten Maustaste auf den `Apple LaserWriter` Button im Ordner `Drucker` klicken,
- es öffnet sich das zugehörige Kontextmenü,

- mit der linken Maustaste `als Standard definieren` anklicken,
- nochmals mit der rechten Maustaste auf den `Apple LaserWriter` Button klicken,
- Menüeintrag `Eigenschaften` öffnen,
- Ordner `Details` wählen,
- im Menü `Anschluss fuer die Druckausgabe`
  den Eintrag `FILE:(Erstellt eine Datei)` wählen
- den Ordner mit `uebernehmen` schließen

Ab jetzt druckt Windows alle Dokumente, Graphiken usw. in Dateien mit Postscriptformat. Falls wieder normal gedruckt werden soll, muß der vorher installierte Drucker `als Standard` definiert werden.

Literaturverzeichnis

[1] F.Cremer: Das kleine TeX-Buch, Internet http://www.dante.de

[2] J.Knappen: LaTeX2 - Kurzbeschreibung, Internet http://www.dante.de

[3] A.Liebig: Erste Arbeiten mit TeX, Prentice Hall Verlag 1996, ISBN 3-8272-9521-1.

[4] Shultis, J.Kenneth , LaTeX - Tips, Prentice Hall Verlag 1995 *praktische Hinweise zum Erstellen technischer Dokumente*, ISBN 3-930436-25-6

[5] Kopka, Helmut , LaTeX - Einführung Band 1, 3. überarbeitete Auflage, Addison-Wesley 2000, *mit CD-ROM TeX Live 5a*, ISBN 3-8273-1557-3

[6] Kopka, Helmut , LaTeX - Ergänzungen Band 2, 2. überarbeitete Auflage, Addison-Wesley 1997
Mit einer Einführung in Metafont, ISBN 3-8273-1229-9

[7] Goossens,M.; Rahtz,S. , Mit LaTeX ins WEB , Addison-Wesley 2000
Elektronisches Publizieren mit TeX, HTML und XML, ISBN 3-8273-1629-4