

Dr. Karl Sarnow

Zahlen im Bild

Vom Funktionsplot zur Datenvisualisierung

Wenn Tausende wild verstreuter Meßwerte den Blick auf den großen Trend vernebeln, wenn man verschiedene Experimente vergleichen muß oder gar Versuchsauswertung auf Knopfdruck verlangt wird, gehen Excel & Co überfordert in die Knie. Solch spezielle Aufgaben verlangen Spezialsoftware – ein Feld, auf dem sich Studenten und Forscher, Lehrer und Techniker mit einem unüberschaubaren Angebot zwischen null und mehreren tausend Mark konfrontiert sehen.

Ein Bild sagt mehr als tausend Worte – und weit mehr als eine Liste aus tausend Zahlen. Die meisten Kurvendiagramme, Tortengrafiken und 3D-Flächen entstehen mit gängiger Office-Software oder Präsentationsprogrammen wie SPC Harvard Graphics. Zeitungen und Zeitschriften erstellen ihre Diagram-

me meist mit Spezialanwendungen wie SPSS DeltaGraph. Auch die großen Vektorgrafikprogramme Adobe Illustrator und Macromedia FreeHand bieten entsprechende Funktionen.

Der Alltagsbetrieb an Schule, (Fach-)Hochschule und in der Industrie überfordert diese Programme jedoch schnell. Späte-

stens bei einigen tausend elektronisch aufgenommenen Datenpaaren bricht die Performance radikal ein; vor aufwendig farbkodierten Darstellungen, extravaganten Ausgleichskurven oder eigenwilligen Achsenskalen kapituliert die Standardsoftware sofort.

Aber es gibt Anwendungen, die auf solche höheren Anforderungen spezialisiert sind – vom Kurvenplotter bis hin zur automatischen Versuchsauswertung. Aus diesem Spektrum kristallisieren sich mehrere Kategorien heraus:

Plot-Software ohne aufwendige Datenvorverarbeitung setzt man ein, wenn die Daten bereits komplett aufbereitet vorliegen und nur noch in Form gebracht werden sollen. Die Daten werden dann mit linearer, einfach-logarithmischer oder doppelt-logarithmischer Achsenteilung mit einem Titel, Achsenbeschriftung und Legende dargestellt. Eventuell kommt noch eine Ausgleichsgerade hinzu – Plotprogramme werten in erster Linie Labor-Routinearbeiten aus.

Bei Anwendungen zur **visuellen Datenexploration** ist Interaktion gefragt: Hier erscheint die Wolke der Meßpunkte in mehreren Fenstern in unterschiedlichen Plotformaten. Innerhalb der Wolke wählt man mit der Maus einen Satz an Daten, der daraufhin in allen Fenstern markiert wird. Die Datenansicht läßt sich auch in einer dreidimensionalen Darstellung rotieren; bei flächigen Darstellungen kann man Querschnitte anzeigen.

Die dritte Kategorie ist die der **Grafikprogramme mit aufwendiger Datenvorverarbeitung**. Diese Programme arbeiten durch mathematische Verfahren den Kern komplexer Meßreihen heraus. Oft ist Rauschen zu entfernen; gelegentlich müssen Kurven in ihre Frequenzkomponenten zerlegt werden.

Dementsprechend verfügen die Vertreter dieser Kategorie über umfangreiche Befehlsätze, die großvolumige Datenreihen auf einen Schlag als Vektoren und Matrizen verarbeiten und fast allen denkbaren Transfor-

mationen unterziehen. Diese Befehlssätze dienen auch als Programmiersprache, mit der komplette Versuchsauswertungen automatisiert werden können. So schreibt man zur Meßauswertung seine eigenen Programme und versieht diese komplett mit Maussteuerung, Eingabefeldern und anderen grafischen Elementen. Ein Debugger zum Aufspüren von Fehlern in den selbstgeschriebenen Programmen ist selbstverständlich. Einige der in den getesteten Anwendungen verwendeten Programmiersprachen orientieren sich an der numerischen Mathematiksoftware Matlab (www.mathworks.com), die in Forschungskreisen weit verbreitet ist.

In dieser Kategorie sind zwei Hauptrichtungen auszumachen: Programme mit grafischer Benutzeroberfläche werden in erster Linie per Maus bedient, verfügen aber zusätzlich über eine leistungsfähige Programmiersprache. Die schmucklosen textbasierten Programme dagegen verlassen sich komplett auf die Programmiersprache – zwar können die damit erstellten Anwendungen visuelle Elemente wie Menüs und Knöpfe enthalten, dazu müssen diese aber erst einmal programmiert werden.

Diese komplexen Programme stellen Daten meist auch mit großem grafischen Aufwand dar. Bei vorgegebenen dreidimensionalen Körpern können sie zum Beispiel Helligkeits- und Farbinformationen halbdurchsichtig auftragen.

Mit einer algorithmischen Programmiersprache ausgestattete Programme leisten erheblich mehr, als nur bunte Bilder zu liefern. Hier stehen sich zwei Programm- und Anwendertypen gegenüber: Numerische Multifunktionsprogramme mit einer ausgefeilten Programmiersprache werden in erster Linie von Anwendern eingesetzt, für die eine grafische Auswertung eher schmückendes Beiwerk ist. Andere ziehen grafiklastige Software vor, die zwar eine universelle algorithmische Programmiersprache enthält, aber keine numerischen Spezialalgorithmen.

Bei der Wahl zwischen den beiden Typen gibt letztendlich den Ausschlag, welche numerischen Verfahren für die avisierte grafische Darstellung benötigt

werden. Für hochdimensionale Objekte wie etwa medizinische Daten sind Vektor- und Matrixbefehle unerlässlich – hier kommt nur der erste der genannten Programmtypen in Frage.

Sollen hingegen lediglich eindimensionale Datenströme vorverarbeitet werden, genügt ein Programm mit einer weniger komplexen Programmiersprache. Allerdings: Wehe demjenigen, der nach der Wahl eines Programms des zweiten Typs bemerkt, daß er dennoch Vektoren oder Matrizen benötigt – dann müssen die fehlenden Funktionen mit seitenlangen selbstgeschriebenen Programmcodes nachgebildet werden.

Wahlveranstaltung

Den Unterschieden im Leistungsumfang der drei Kategorien entsprechend, reicht das Spektrum von kostenlos bis High-Cost (mehrere tausend Mark), wobei der Schwerpunkt dieses Berichts auf Software im 1000-Mark-Bereich liegt. Alle Programme aufzunehmen, die Daten plotten, hätte eine ganze c't gefüllt. Wir mußten uns deshalb auf eine Auswahl beschränken. Gerade im hochpreisigen Bereich war das nicht leicht, denn auch solche Systeme wie AVS/Express (www.avs.com) oder IDL (www.rsinc.com) sind dank kräftiger Rabatte für Universitäten durchaus erschwinglich – manchmal gibt es auch eingeschränkte Versionen für Studenten.

In erster Linie wurden folgende Kriterien beachtet: die Verarbeitungsmöglichkeiten der Software, die Bedienung und Dokumentation des Programms und der mit diesem Umfang angesprochene Anwenderkreis. Besonderes Augenmerk erhielten die Eingabemöglichkeiten und Ausgabeformate – ein schönes Diagramm am Bildschirm garantiert noch lang keine perfekte Folie für den Vortrag.

Interessant zu beobachten ist, für welche Betriebssysteme die Software angeboten wird. So stammen die leistungsfähigsten Versionen der dritten Kategorie aus dem Unix-Sektor; dennoch liegen fast alle Programme auch für Windows vor. Einige offenbar weitgehend plattformunabhängig programmierte Anwendungen sind auch für MacOS und OS/2 erhältlich. Als Test-

umgebung diente ein Pentium 133 mit 64 MByte RAM mit Windows 95 und Linux.

Plot-Software

gnuplot 3.6

gnuplot ist der Klassiker unter den Plot-Programmen. Auch wenn der Name anderes

vermuten läßt, fällt das Programm nicht unter die Gnu Public License (GPL): Die Software kann man zwar frei kopieren und benutzen, doch der Quellcode bleibt tabu. Unter Linux gehört gnuplot zur Standardausstattung aller wesentlichen Distributionen; zudem gibt es Portierungen auf alle gängigen Betriebssysteme, aber auch exotischere Kandidaten wie OS-9.

Erwartungen an Diagrammsoftware

Grundsätzlich erwartet man von Diagrammen, daß die Daten auf zwei oder drei skalierten Achsen dargestellt werden. Zu den Minimalanforderungen gehören weiterhin Titel, Achsenbeschriftung und Legende – Funktionen, die alle Probanden im Testfeld bieten.

Zur Datenlinearisierung teilt man Achsen üblicherweise nicht nur linear ein, sondern auch logarithmisch. Im Gegensatz zu manchen Tabellenkalkulationen ist es bei richtiger Plotsoftware selbstverständlich, daß die Achsen unabhängig voneinander skaliert werden können.

Die Darstellungsform der Datenelemente (Art, Farbe) und Verbindungen (Linie/Fläche, Linientyp, Farbe...) sollte man in jedem Fall einstellen können. Wichtig sind auch Glättungsalgorithmen, um aus den Daten statische Meßfehler, Rauschen und Ausreißer zu entfernen. Lineare Regression ist eine Mindestanforderung; fortgeschrittene Verfahren sind unter anderem Ausgleichskurven mit vorgegebenen Funktionen oder mit Polynomen ('non-linear Fit') oder per Interpolation (mit Polynomen oder Splines).

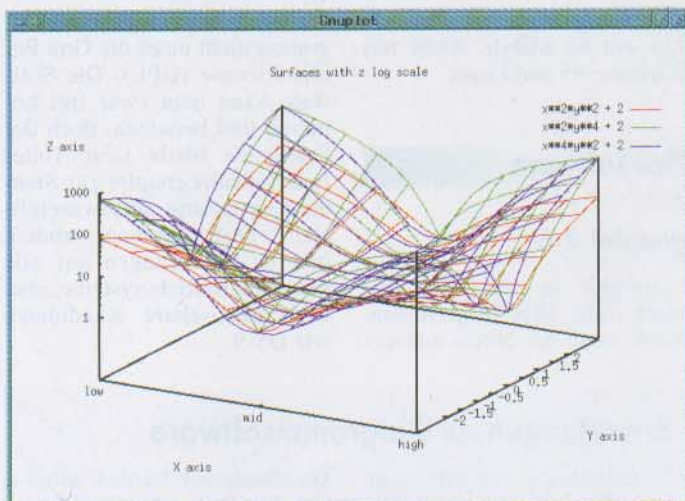
Bei der Darstellung von Daten mit drei Variablen ist die Kombination einer 3D-Flächendarstellung mit Projektionen auf die 2D-Koordinatenebenen mittlerweile Standard.

Die wichtigsten Eigenschaften faßt die Tabelle auf S. 114 zusammen. Dabei ist zu beachten, daß einige Hersteller einen im Prinzip identischen Diagrammtyp mehrfach unter

verschiedenen Namen anbieten. Ein Beispiel: Xact kennzeichnet mit Diagrammtypennamen unterschiedliche Vorverarbeitungen; so wird das Fourierspektrum als eigener Datentyp angeboten, obwohl es sich dabei lediglich um ein 2D-Liniendiagramm handelt, dessen Daten per Fouriertransformation bearbeitet wurden. Dementsprechend ist Vorsicht geboten: Allein aus der Zahl der vom Hersteller aufgeführten Namen kann man nicht unbedingt auf die Menge der unterschiedlichen Darstellungsformen schließen.

Programmierbare Auswertungspakete bilden hier einen Sonderfall: Da alles von Hand programmiert werden kann oder muß, ist praktisch jede Kombination von Diagrammen in einer Grafik möglich. Wer hier das Letzte aus seinen Graphen herauskitzeln möchte, muß sich Programmierkenntnisse aneignen.

Origin brüstet sich damit, Grobdiagramme um Subdiagramme (z. B. Detailvergrößerungen) ergänzen zu können. Grundsätzlich läßt sich das per Nachbearbeitung mit jedem Plot-Programm erreichen, das seine Diagramme in gängige Grafikformate exportiert. Optimal sind natürlich frei skalierbare Vektorformate wie WMF oder EPS. In ein ausgewachsenes Grafikprogramm importiert, können die Daten meist wesentlich flexibler und ansprechender mit ausgefeilten Beschriftungen und Subdiagrammen aufbereitet werden, als dies Plot-Software je könnte. Einziger Nachteil: Diese Art der Nachbearbeitung klappt kaum automatisch.



Wie der Name schon andeutet, konzentriert sich das Programm auf das Plotten. Zur Vorverarbeitung der zu bearbeitenden Daten bietet gnuplot nur eine Smooth-Funktion, die Datenpunkte durch Splines oder Bézier-Kurven ausgleicht, und ein Non-linear-fit-Modul.

gnuplot ist in der Version 3.6 aktuell. Die Unix-Version läuft unter X11; sie startet zunächst einen Kommandozeileneditor, mit dessen Hilfe sich Funktionen und Daten plotten lassen. Einfacher geht's nicht: Der Befehl 'plot sin(x);' plottet die Sinusfunktion im Standardintervall [-10, 10] einschließlich Legende. Damit eignet sich gnuplot auch hervorragend für den Schulunterricht.

Die umfangreiche Dokumentation zeigt, wie das Programm sogar komplizierte 3D-Diagramme erzeugen kann. Dazu gibt man die einzelnen Plot-Befehle nacheinander ein; gnuplot erzeugt erst nach einem abschließenden Semikolon aus den Befehlen einen Graph. Die Ausgangsdaten nimmt die Software im ASCII-Format entgegen.

Standardmäßig gibt gnuplot seine Ergebnisse auf einem X11-Terminal aus; natürlich kann man auch andere Ausgabegeräte verwenden. Die Ausgabe in GIF-Dateien ist aus lizenzrechtlichen Gründen erst dann möglich, wenn man das Programm mit der freien GIF-Bibliothek von Thomas Boutrell neu kompiliert. Wer sich damit nicht herumschlagen will, fängt das X11-Fenster statt dessen per Screenshot (z. B. mit xv oder gimp) ein und speichert es dann als GIF ab. TeX-Anwender wird besonders die Ausgabe in

eine PostScript-Datei interessieren; da sich dieses Format direkt in TeX-Dokumente einbinden läßt.

Mit einer grafischen Bedienoberfläche ließe sich das Programm ohne Frage leichter nutzen. Da überrascht es nicht, daß es mit tkgnuplot bereits eine Tcl/Tk-Oberfläche für das Programm gibt [1], leider derzeit noch nicht als RPM-Archiv. Es bleibt zu hoffen, daß sich die Linux-Distributionen des Programms annehmen und die Oberfläche zur Standardinstallation hinzufügen.

XactMap 6.02c

Ein alter Bekannter ist Xact, erstmals vor sechs Jahren besprochen [2]. SciLab entwickelte das deutschsprachige Charting-Programm ursprünglich für den

Die Funktionsgraphen von gnuplot lassen sich gut schmücken – auch wenn das Programm per Terminalfenster bedient wird.

Atari ST und pflegt es seitdem für mehrere Betriebssysteme.

Nach dem Programmstart erscheint zunächst der Tabelleneditor zur direkten Eingabe der Meßwerte. Alternativ dazu importiert der Editor auch Datensätze in den Formaten ASCII, Excel und dBase.

Um einen Graphen zu erzeugen, werden zunächst im Dateneditor die Spalten den Achsen zugeordnet. Sobald man den gewünschten Graph-Typ aus dem Drop-Down-Menü gewählt hat, erzeugt Xact eine grafische Ansicht. Die mathematische Nachbehandlung der Darstellung geschieht über das Kontextmenü der Datenpunkte im Diagramm.

Die Auswahl der Grafiktypen ist mehr als üppig und enthält auch exotische Varianten wie Dreiecksdiagramme (siehe Glossar) oder Alterspyramiden. Hier wird der Unterschied zwischen Plotting und dem vor allem in den Wirtschaftswissenschaften anzutreffenden Charting deutlich. Allerdings integriert das Programm auch reichlich Routinen aus dem naturwissenschaftlichen Umfeld.

Vergeblich sucht man nach einer Programmiersprache, die den Leistungsumfang der meisten großvolumigen Datenvisualisierungspaketen erst er-

möglicht – hier liegt die Betonung auf der grafischen Zugänglichkeit der Daten.

Unsere Testversion trägt den Zusatz 'Map', da sie auch mit Landkarten umgehen kann. Dazu verknüpft man eine Kartengrafik, die Teilobjekte wie beispielsweise Deutschlands Bundesländer enthält, mit einer Tabelle, in der die Namen der Teilobjekte und eine zugeordnete Eigenschaft wie die Bevölkerungsdichte enthält. Auf Knopfdruck erzeugt XactMap daraus ein Diagramm.

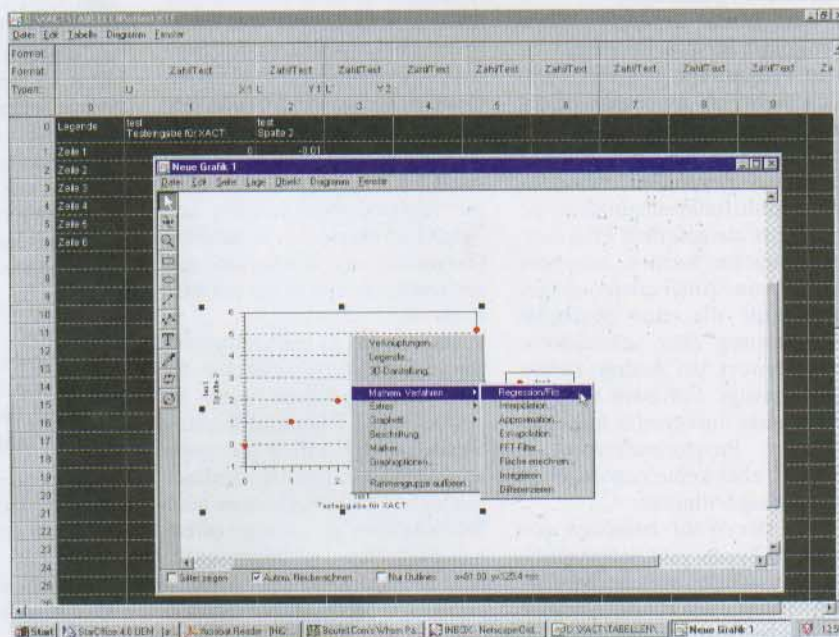
Im Test traten anfangs Probleme mit dem Dreiecksdiagramm auf, bei dessen Erstellung XactMap immer wieder abbrach. Auf Nachfrage beim Hersteller erhielten wir eine neue Version des Moduls, die das Problem behob.

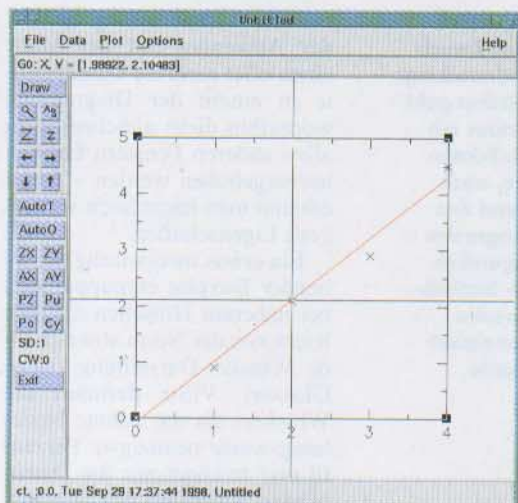
Hauptanliegen der Entwickler war offensichtlich, daß der Anwender auch verwegene Graphen-Typen schnell und einfach realisieren kann. Angesichts des anvisierten Zielpublikums überrascht nicht, daß die schlanke Dokumentation die eingebauten mathematischen Routinen nicht besonders ausführlich beschreibt; dafür ist das Handbuch deutschsprachig.

xmgr 4.1.2

xmgr (anderer Name: ACE/gr) ist der zweite bekannte Free-ware-Plotter für Linux. Das Programm bietet zwar eine interessant aussehende Benutzeroberfläche, doch der Sinn der

Erst nachdem ein Rohbild entstanden ist, kann man die Daten in Xact manipulieren. Interpolation und Regression stehen im Kontextmenü des Diagramms bereit.





Quadratisch, einfach, gut: xmgr überzeugt durch schnörkelloses Design und schnörkellosen Preis.

Menüeinträge erschließt sich erst im Laufe der Arbeit.

Man merkt diesem Produkt an, daß es aus dem akademischen Bereich stammt – Benutzerfreundlichkeit steht hier nicht gerade an erster Stelle der Prioritätenliste. Wer trotz ausführlicher Dokumentation mal nicht weiter weiß, erhält von Experten aus deutschen Instituten schnell Hilfe per EMail.

Seit neuestem besitzt xmgr einen eingebauten Editor; Anwender älterer Versionen müssen ohne auskommen. Damit steht das Programm aber nicht allein auf weiter Flur: Auch einige der ganz großen und teuren Programme werden ohne eigenen Dateneditor ausgeliefert. In der Praxis wird man integrierten Editoren nur kleinere Datenmengen anvertrauen; bei großen Datensätzen verläßt man sich lieber auf eine extern erzeugte ASCII-Datei.

Wenn die Daten bereits in ASCII vorliegen, genügt die Angabe des Dateinamens beim Programmaufruf als Parameter, um sogleich den zugehörigen x/y-Datenplot am Bildschirm zu sehen. Nachdem die Daten eingelesen sind, aktiviert man über den Menüpunkt Data/Status den darzustellenden Datensatz und gleicht die Achseneinteilung ab.

xmgr arbeitet mit Achsen wahlweise linear, einfach oder doppelt logarithmisch – so kann man in den meisten Fällen den Typ der Funktion, die den Daten zugrunde liegt, durch Ausprobieren herausfinden. Zum exakten Vermessen der 2D-Meßdaten besitzt die Software einen optional zuschaltbaren Fadenkreuzcursor.

Zur Erstellung von Hilfsgraphen ist das Untermenü Trans-

formations gedacht. Wenn man sich erst einmal an die Logik der Entwickler gewöhnt hat, läßt sich die Software recht flott bedienen.

Beim Speichern sichert xmgr nicht nur die ursprünglichen Meßdaten, sondern auch gleich Regressionsgeraden, Histogramme oder sonstige aus den Daten gewonnene Hilfsgraphen sowie den aktuellen Zustand der Anwendung. So kann man beim nächsten Programmaufruf exakt da weitermachen, wo man abgebrochen hatte – insbesondere bei komplexen Analysen eine deutliche Zeitersparnis.

Anfängern bietet xmgr einen guten Start in die Datenanalyse. Den meisten Linux-Distributionen liegt noch eine ältere Version bei, deren interner Editor gelegentlich Probleme bereitete. Bei dem aktuellen xmgr 4.1.2 scheinen diese Probleme behoben zu sein. Derzeit wird xmgr in vielerlei Hinsicht umstrukturiert. Portierungen auf Windows 95 und NT sowie OS/2 befinden sich im Alpha-Stadium.

Noch vermißt man eine Programmiersprache zur Darstellung und Vorverarbeitung der Graphen. Komplexe Auswertungsläufe steuert man derzeit im Batch-Verfahren. Die Ergebnisse der Analysen lassen sich als Bild oder im ASCII-Format abspeichern.

Visuelle Datenexploration

Simstat 1.24c

Im Regelfall bieten klassische Statistikprogramme eine

Unmenge an Auswertungsalgorithmen, die bei der Meßtechnik eher Overkill sind. Simstat hingegen konzentriert sich nicht so deutlich auf statistische Funktionen und ist kostengünstig genug, daß man es auch zu Diagrammzwecken nutzen kann, auch wenn das Programm etwas aus dem Bereich der normalen Plotsoftware fällt. Die DOS-Version wurde erstmals 1994 in der c't getestet [3]. Das Aussehen und die Bedienung der Windows-Version ist deutlich besser als damals, der Preis blieb hingegen recht günstig.

Für diesen Vergleich interessierten uns nur diejenigen stati-

stischen Verfahren, die sich zur grafischen Versuchsauswertung eignen. Im wesentlichen sind dies Regression, Histogramme und Zeitreihenanalysen – die zur Meßauswertung interessante nichtlineare Regression gibt es leider nur als Zusatzmodul. Die Grundversion enthält allerdings bereits eine Eingabeschablone als Vorgeschmack; das Programm führt nichtlineare Regressionen allerdings nur für fest vorgegebene Funktionstypen aus.

Zur Eingabe enthält Simstat einen eigenen Editor, der die Daten im dBase-Format abspeichert. Um eine Analyse zu erstellen, wählt man eine Va-

Glossar

Diagrammformen

Smith Chart Plot in besonderem kreisförmigen Koordinatensystem (Elektrotechnik).

Boxplot, auch Box & Whisker (wörtlich 'Kasten und Schnurrhaare') genannt. Kästen mit Strichen nach oben und unten zeigen die Verteilung der Werte (<http://www.bionet.schule.de/health/healstat/box.html>).

Bubble Hier werden die Daten durch Kreise dargestellt, deren Lage und Radius von den Daten bestimmt werden.

Kontur Eine Datenfläche im Raum wird mit Hilfe von Höhenlinien in der Ebene dargestellt.

Punktwolke Dieses Punktdiagramm zeigt die einzelnen Meßpunkte in einem x/y-Diagramm. Optional sind die Punkte mit einem Streckenzug oder einer interpolierten (gebogenen) Kurve verbunden.

Polarplot Statt als x/y-Koordinaten werden hier Datenpaare als Winkel und Radius benutzt (Polarkoordinaten).

Vektorfeld Pfeile in der Ebene oder im Raum geben die Richtung eines Feldes an. Beispiel: ein elektrisches Feld zwischen zwei Polen.

Pyramide Spezialdiagramm für Altersstruktur einer Bevölkerung.

Dreieck Datentripel erscheinen als Punkte in einem Dreieck, dessen Kanten als Koordinatenachsen wirken.

Karte Kombination einer Landkarte mit einer der anderen Diagrammformen; die Datenelemente sind am Ort der Messung platziert.

Surface Plot 3D-Daten erscheinen in einem dreidimensionalen Diagramm als gekrümmte Fläche.

Wasserfall Mehrere Flächenplots werden hintereinandergeschichtet, meist mit der Zeit als Parameter; mit entsprechenden Daten entsteht das Bild eines Wasserfalls.

Datenverarbeitungsmethoden

Lineare Regression Ausgleich der Meßwerte durch eine Gerade (Linear Fit).

Nichtlineare Regression Ausgleich der Meßwerte durch eine Funktionskurve (Non-linear Fit).

Fourieranalyse Ermittlung der Frequenzkomponenten (Spektrum, Phasen) eines Signals durch Analyse des Zeitverlaufs.

Interpolation Grafischer Ausgleich einer Meßreihe, Berechnung zwischen den Messungen liegender Werte.

Splines Für die Interpolation besonders geeignete Art von Funktionen.

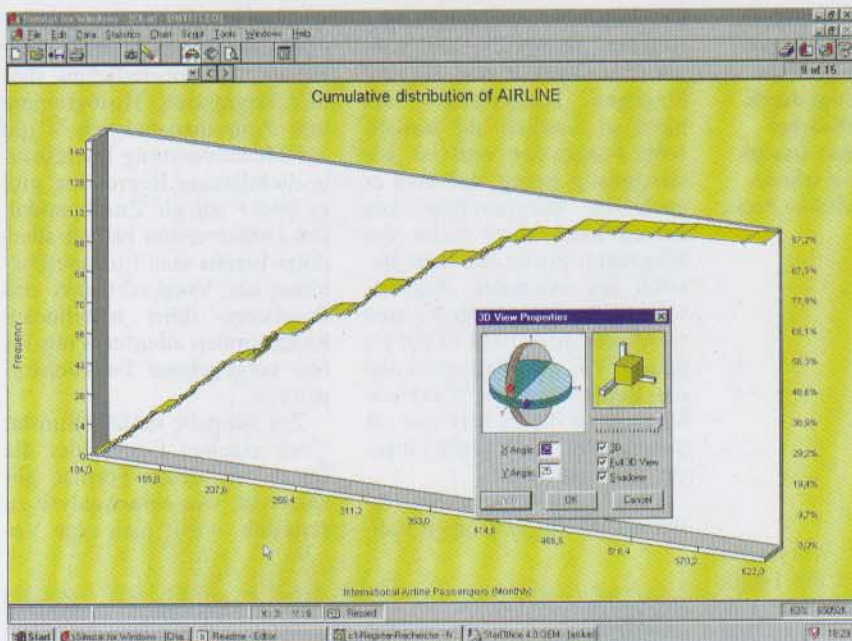
Faltung Ein Filterverfahren, beispielsweise um den Einfluß einer verdeckten Meßgröße aus einer Messung hervorzuheben.

Gleitender Mittelwert Ein Kurvenglättungsverfahren, bei dem jeder Meßwert durch den Mittelwert der benachbarten Werte ersetzt wird.

Explorative Analyse Mausgesteuerte, grafische Manipulation und Analyse der Datensätze am Bildschirm.

Lineare Algebra Die Mathematik der Vektoren und Matrizen; Grundlage für mehrdimensionale Operationen (z. B. Drehungen in 3D) ebenso wie für komplexe Analysen (Eigenwerte).

Ausnahme-Datenwert Scheitert eine Berechnung an einer Division durch Null oder einem Überlauf, warnen manche Programme davor, indem sie als Ergebnis einen Ausnahme-Datenwert statt einer Zahl einsetzen.



Eigentlich eine Zweckentfremdung: SimStat geht virtuos mit Meßdaten um, auch wenn das Programm eigentlich für Statistikzwecke konzipiert wurde.

Bei der Visualisierung berührt der Anwender mit der Maus einen oder mehrere Datenpunkte in einem der Diagramme, woraufhin diese gleichzeitig in allen anderen Fenstern farblich hervorgehoben werden – damit erkennt man leicht auch verborgene Eigenschaften.

Ein etwas merkwürdig aussehender Boxplot entpuppte sich bei näherem Hinsehen als eine leicht von der Norm abweichende Whisker-Darstellung (siehe Glossar). ViSta definiert die Whiskers als das zehnte beziehungsweise neunzigste Perzentil und zeichnet nur die Datenpunkte außerhalb des Schnurrhaars, die diese Grenze über- oder unterschneiden – üblich ist das nicht.

Für die Datenverarbeitung stehen diverse statistische Verfahren zur Verfügung: neben Varianz- und Korrespondenzanalyse ist unter anderem auch multivariante Regression implementiert.

riable aus den Daten und klickt eine Auswertungsmethode im Menü an. Sofern das Verfahren eine grafische Darstellung erzeugt, stellt Simstat den Graph in einem eigenen Fenster dar. Der Titel, die Farbe des Hintergrunds und andere Feinheiten können angepaßt werden, doch im wesentlichen legt der Typ der Auswertung die Form fest. Dies fällt beispielsweise beim Box&Whisker-Plot unangenehm auf, der immer nur eine Variable ausgibt, statt mehrere in einem Plot zusammenzufassen.

Simstat importiert und exportiert Daten aus den diversen gängigen Dateiformaten: Beim Grafikexport zeigt sich das Programm hingegen etwas schwach auf der Brust: als Dateityp bietet es hier nur BMP an.

Im Menü 'Data' steht der Punkt 'Variable Statistics' – dieses Feature geht etwas in die Richtung der explorativen Datenanalyse und zeigt eine statistische Übersicht des Datensatzes. Die eigentlichen Stärken von Simstat kommen bei Plot-Anwendungen nicht so recht zum Tragen. Regressionen und Zeitreihenanalysen gehen zwar wunderbar leicht von der Hand, doch ihre Kraft entfaltet die Software erst bei der statistischen Analyse.

Die in Simstat enthaltene Skriptsprache ermöglicht auch serienmäßige Analysen; allerdings ist sie nicht mit den ausgefeilten Programmiersprachen der Auswertungsriesen PV-

Wave, MathViews oder Gauss zu vergleichen.

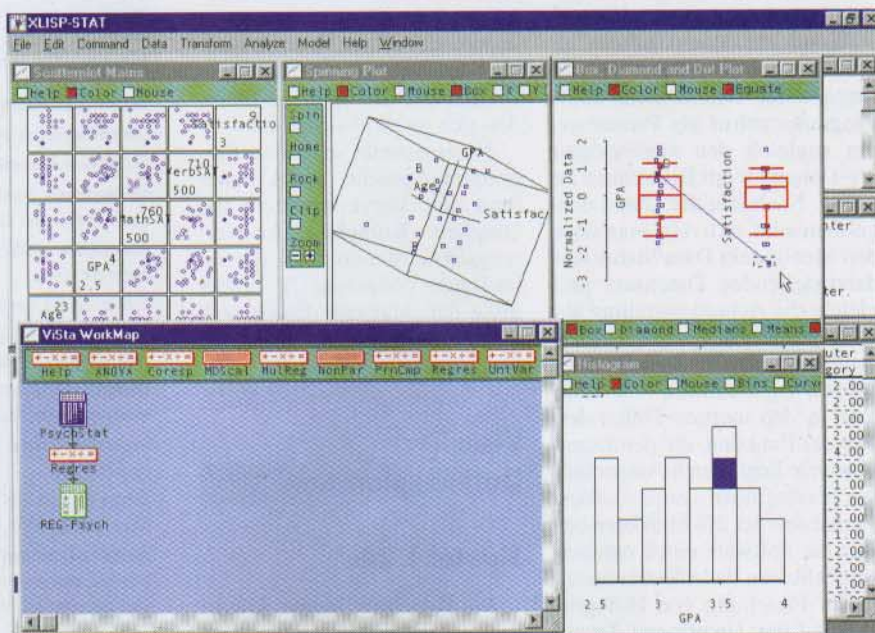
ViSta 5.0.5.1EW Beta

Das Freeware-Programm ViSta in seiner Statistikausrichtung ähnelt dem bereits vorgestellten Simstat, bietet allerdings auch Funktionen zur explorativen Datenanalyse. Die Software basiert auf dem Programm xlip von David Betz, einem Freeware-Klassiker aus den 80er Jahren. ViSta gibt es sowohl für Windows 95/NT, MacOS als auch Linux. Die Linux-Installation muß man noch per Hand vornehmen, denn ViSta macht sich in den aktuellen Distributionen rar.

Die akademische Herkunft ist spürbar: Die Masse der bunten Unterfenster erleichtert den Einstieg nicht gerade. Eine 'WorkMap' informiert über den Stand der Erforschung eines Datensatzes: Ein Baumdiagramm zeigt die bislang durchgeführten statistischen Analysen an, damit man nicht den Überblick verliert.

Das 'Listener'-Fenster gibt die Ergebnisse numerisch aus. Beeindruckend sind aber in erster Linie die Möglichkeiten zur explorativen Datenanalyse. Die aktuell analysierte Datenmenge erscheint in sechs Fenstern mit den statistischen Eigenschaften der vorhandenen Stichprobe.

Explorative Datenanalyse in ViSta: Mit der Maus wählt der Anwender so lange in den Daten, bis ein Zusammenhang deutlich wird.



in Richtung Datenanalyse weiter, wobei es Daten, Graphen und Skripte in einem Projekt zusammenfaßt.

Die einzelnen Projektkomponenten werden nach dem Programmstart baumförmig in einem Objekt-Browser angezeigt. Mit einem Mausklick auf das Plus-Symbol neben dem Objekt öffnet sich eine Liste mit Unterkomponenten, die man hier direkt bearbeiten kann.

Daten nimmt Axum in unterschiedlichen Formaten an; neben ASCII liest die Software auch Dateien von Excel, dBase und anderen Tabellenkalkulationen und Datenbanken ein. Für direkte Eingaben enthält das Programm einen Dateneditor, der wie ein Tabellenkalkulationsblatt gestaltet ist. Die Einbindung einer Excel-Tabelle per OLE funktioniert hier allerdings nicht.

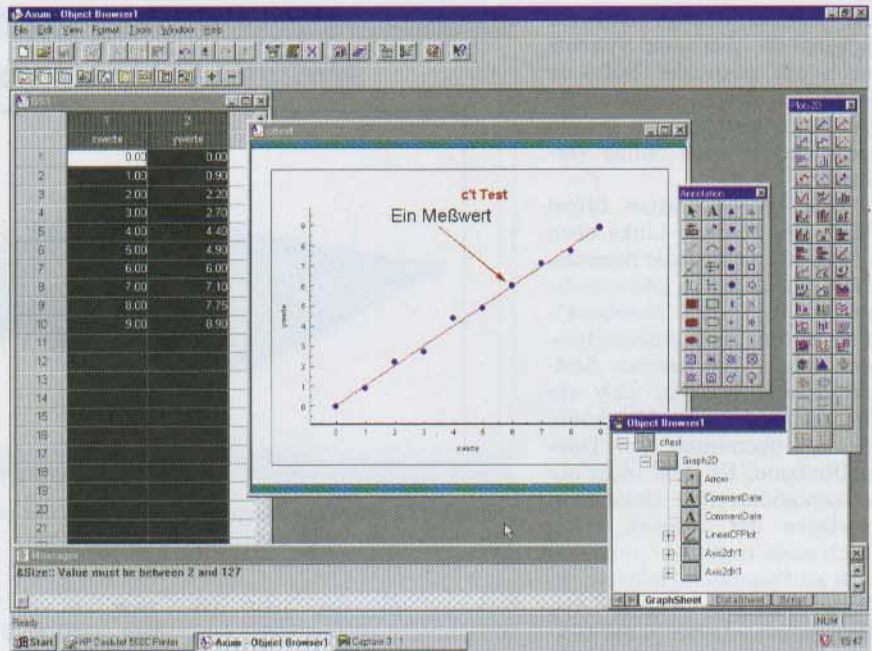
Sobald das Projekt Daten enthält, muß der gewünschte Diagrammtyp nur noch mit einem Klick auf die entsprechende Schaltfläche ausgewählt werden, damit der Graph in grober Formatierung angezeigt wird. Das Ergebnis kann man noch mit einem Titel und Legenden verschönern, die man über das Insert-Menü einfügt. Über dieses Menü lassen sich auch mathematische Terme eingeben, die im mitgelieferten Formeleditor MathType geschrieben werden – einer der Besten seiner Art.

Das gut gemachte Tutorial zur Abkürzung der Lernphase ist leider wenig flexibel – im wesentlichen handelt es sich um eine interaktive Diaschau. Beim Nacharbeiten der vorgeturnten Prozeduren fällt der Nachteil der visuellen Methode deutlich ins Auge: Wer all die schönen Funktionen der Demo in seinem Diagramm unterbringen möchte, muß die einzelnen Diagrammelemente sauber mit der Maus treffen. Bei dichten Graphen stellt Axum einen hohen Anspruch an die Feinmotorik des Anwenders.

Glücklicherweise enthält Axum eine an C/C++ angelehnte, leistungsfähige, Programmiersprache. Allerdings kennt auch diese keine mathematischen Meta-Datentypen, wie sie vor allem bei den an Matlab ausgerichteten Programmen dieses Tests zu finden sind.

Die erstellten Graphen lassen sich in zahlreichen Windows-

Eine einfache lineare Regression zeigt, wie man mit Axum arbeitet. Das Baumdiagramm und die Zeichenelemente helfen bei der Gestaltung des Graphen.



Formaten speichern und per OLE an andere Anwendungen senden. Hierbei hebt sich Axum gegenüber Origin und HiQ hervor, indem es auch mathematische Gleichungen exportiert.

Zudem ist Axum in der Lage, aus den Diagrammen eines Projekts eine PowerPoint-Präsentation zu erstellen. Dazu wählt man zunächst die gewünschten Diagramme in der beabsichtigten Reihenfolge aus; Axum konvertiert dann jedes Diagramm in ein PowerPoint-Dia, das sich in Microsofts Präsentationsprogramm weiterbearbeiten läßt. Sollten die nüchternen Naturwissenschaftler etwa die Macht verführerischer bunter Bilder entdecken?

Gauss 3.2.35

Das kommandogesteuerte Paket Gauss, der teuerste Kandidat der Runde, befindet sich derzeit im Umbruch. Weil der Hersteller die Benutzeroberfläche gerade generalüberholt, reißen wir das Programm nur kurz an.

Obwohl Gauss ein Windows-Programm ist, besteht die Oberfläche im Wesentlichen aus zwei Eingabefeldern, vier Buttons und einem Textfenster zur Ausgabe. Die Software ist in erster Linie ein Expertensystem für numerische Mathematik – Diagramme sind für Gauss eher ein Beiprodukt.

Die mitgelieferten Beispielprogramme sind in der Gauss-Programmiersprache geschrie-

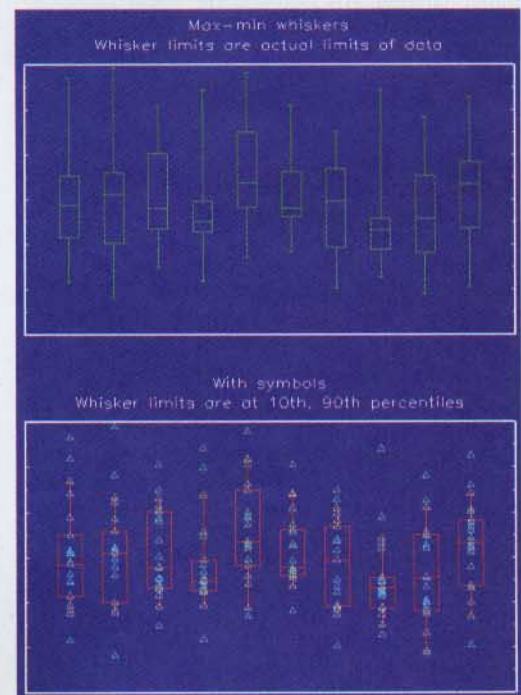
ne Berechnungen, die meist nüchternen Text ausspucken. Mit 5600 Mark pro Einzelplatzlizenz steht Gauss preislich an der Spitze dieses Vergleichs. Allerdings kann man die Unix-Serverversion von Gauss auch 'scheibchenweise' als Modul für Modul kaufen, zum Preis von 500 Mark pro Modul und Anwender (300 Mark in akademischen Umgebungen). Der deutsche Distributor bietet auch Netzwerkserver-Modullösungen.

Das Leistungsspektrum von Gauss liegt etwa im Bereich von MathViews und PV-Wave. Ach-

tet man nur auf die reinen Grafikmöglichkeiten der Software, erscheint das Programm über-teuert; die extrem leistungsstarke Programmiersprache steht hier im Vordergrund. Das Programm verfügt über eine umfangreiche numerische Bibliothek und verarbeitet auch Ausnahme-Datenwerte (siehe Glossar) wie NaN (Not a Number) und INF (Infinity).

HiQ 4.0

HiQ stammt vom Hersteller National Instruments, der eher



Die Programmiersprache macht's möglich: Gauss erzeugt verschiedene Formen von Box & Whiskers und zeigt sie nebeneinander an.

für Datenerfassungs-Hardware bekannt ist, aber seine Systeme auch mit passender Software ausstattet. Die englischsprachige Dokumentation ist sowohl gedruckt als auch online vorhanden.

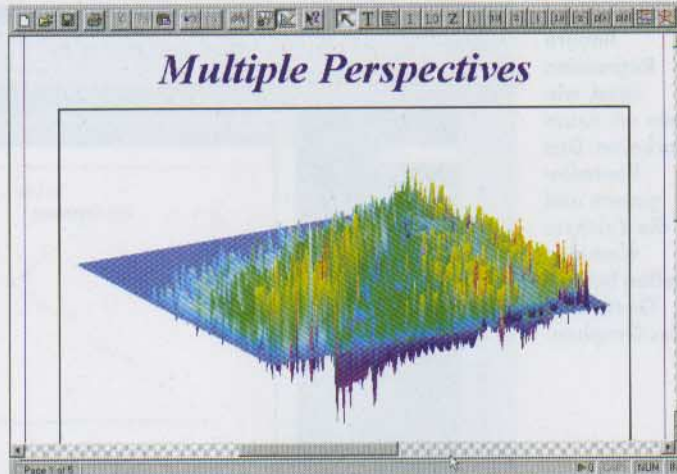
Beim Programmstart öffnet HiQ drei Fenster: Links oben erscheint eine schmale Baumsicht des aktuellen Dokuments, rechts oben das 'Notebook'-Fenster mit dem darzustellenden Inhalt. Am unteren Bildschirmrand befindet sich ein Befehlsfenster. Das Notebook-Fenster übernimmt eine Doppelfunktion: Es stellt nicht nur präsentationsreife Dokumentvorlagen dar, sondern bietet auch mathematische Funktionalität als Programmschablone. So bettet man per Drag & Drop Programmelemente in die Grafik ein und erhält damit ein interaktives Auswertungsdokument – ein einzigartiges Konzept. Bei den anderen Programmen im Vergleich müßte man dazu erst spezielle Programme schreiben.

Alle an einem Notebook vorgenommenen Änderungen werden abgespeichert, so daß man auch sukzessive Auswertungen vornehmen kann. Man kann das Dokument auch als Vektorgrafik (WMF) oder Bitmap (BMP) exportieren.

Für den Datenimport bietet HiQ einen Assistenten, der schrittweise die Datei untersucht und in einer Vorschau den Inhalt darstellt. Als Datenquelle nimmt HiQ neben Dateien auch direkt Geräteausgaben an. Die unterstützten Dateiformate schließen ASCII, Binärdateien (Intel- und Motorola-Binärformate) sowie Excel-Tabellen ein. Die Datenerfassungskarten von National Instruments spricht das Programm über eine mit dem Meßprogramm LabView ausgelieferte ActiveX-Bibliothek an. Pakete mit allen drei Komponenten kosten je nach Meßkarte zwischen 5000 und 10 000 Mark.

Die hinter der ausgetüftelten Oberfläche steckende Programmiersprache ähnelt weitgehend Matlab, ist aber nicht vollständig kompatibel. Um den Umstieg zu erleichtern, enthalten die Handbücher eine Vergleichstabelle zwischen den beiden Sprachen.

Bei 3D-Graphen bietet HiQ eine ausgefeilte Beleuchtungs-



Die mit HiQ erstellten Diagramme sind nicht nur schön bunt, sondern können auch aktive Elemente enthalten.

technik, mit der sich das imaginäre mathematische Objekt aus verschiedenen Richtungen in verschiedenen Farben beleuchten läßt – fast à la Hollywood.

Igor Pro 3.13

Igor Pro wurde bereits in [4] kurz vorgestellt; im Rahmen dieses Vergleichs interessierte uns in erster Linie, wie sich das Programm gegenüber den anderen Testkandidaten positioniert.

Die Bedienung ist gewöhnungsbedürftig, aber logisch; Einsteiger sollten sich daher zunächst einmal an den mitgelieferten Tutorials orientieren. Ein Beispiel: Prinzipiell kann man die angepaßten Kurvenspitzen im Peak Fitting Module

zwar mit der Maus verschieben, dazu muß jedoch erst die Maussteuerung im Graph per Makro aktiviert werden. (In den Naturwissenschaften wird Multiple Peak Fitting oft benutzt, um aus dem Flächeninhalt von Spitzen in der Kurve auf physikalische Eigenschaften des Systems zu schließen; ein derartiges Modul ist bei einigen Konkurrenzprodukten nur als Zusatz zu haben.)

Der Umfang der Auswertungsverfahren orientiert sich eindeutig am naturwissenschaftlichen Labor und läßt kaum Wünsche offen. Erfreulicherweise beschränken sich die Labormethoden nicht auf die des Elektronikingenieurs. Die Vorgehensweise ähnelt MathViews – auch Igor Pro setzt eine Programmiersprache mit Meta-

Datentypen (Vektoren, Matrizen) ein, um die Daten auszuwerten. Den wichtigsten Datenaufbereitungsfunktionen wurden im Pull-down-Menü 'Analysis' fertige Menüpunkte spendiert, so daß man diese nicht extra programmieren muß.

Für jede Funktion besitzt Igor Pro ein eigenes Fenster: Programme schreibt man in einem 'Procedure Window'; die kompilierten Befehle werden im Command Window ausgeführt. Die Einzeldaten stehen im 'Table Window', und das 'Graph Window' gibt das grafische Ergebnis aus.

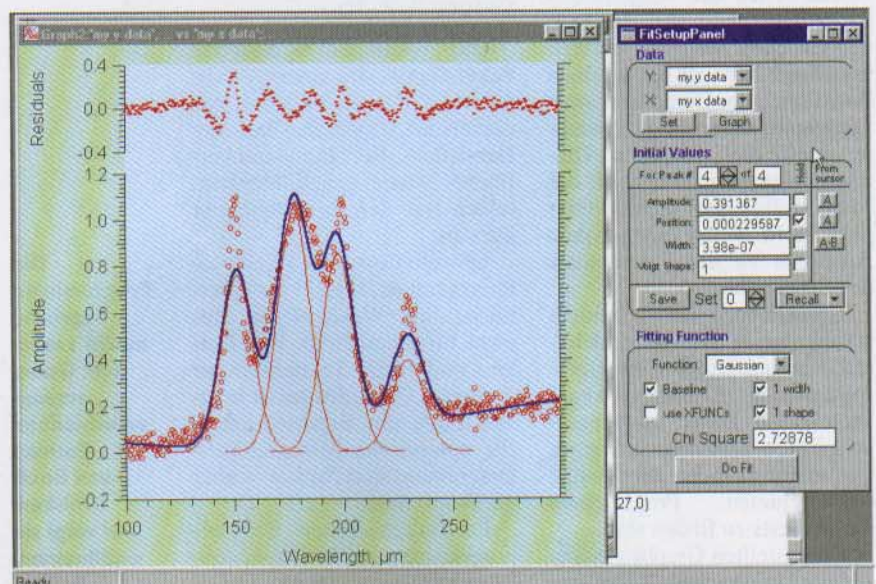
Der Anwender hat bei allen Funktionen die Wahl, ob er sie über die Programmiersprache oder ein Menü ausführen will. Das Besondere daran: Alle Menübefehle werden in einem Protokollfenster registriert. Per Cut & Paste entsteht aus der Befehlsliste im Programmfenster ein lauffähiges Programm. Man kann sich seine Auswertungssoftware also quasi zusammenklicken.

Igor Pro steht in deutlicher Konkurrenz zu HiQ von National Instruments, da es ebenfalls als Frontend für die Datenerfassungskarten dieses Herstellers arbeitet.

MathViews 2.45C

MathViews bezeichnet sich als eine zu Matlab kompatible mathematische Entwicklungsumgebung. Das Programm gibt es für Windows 3.1x, Windows 95 und NT 4 sowie für diverse

Andere Programme bieten das nur gegen Aufpreis: Igor Pro paßt Ausgleichskurven an die Spitzen von Meßkurven an (Peak Fitting).



Unix-Derivate einschließlich Linux. Schulen erhalten kostenlose Lizenzen, ansonsten wird das Programm als Shareware über das Internet vertrieben.

Die Online-Hilfe im Programm zeigt lediglich ein Fenster mit Funktionsnamen an – weitergehende Hilfe findet man nur in der HTML-Dokumentation, die zwar nicht so schnell zu erreichen, dafür aber recht übersichtlich ist.

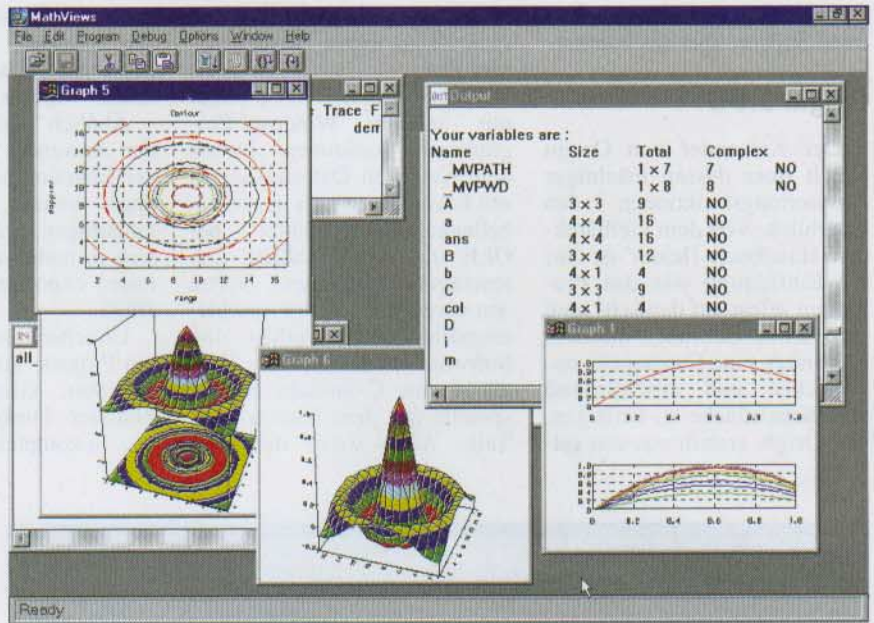
Ähnlich wie gnuplot ist MathViews in erster Linie eine Programmiersprache zur grafischen Darstellung von Daten. Dies ist aber nur der Anfang: MathViews algorithmische Programmiersprache hat sich ganz und gar der mathematischen Algebra verschrieben. So enthält die Software auch den Datentyp 'complex' sowie Befehle aus der linearen Algebra, über die man mit Vektoren und Matrizen arbeiten kann.

Da komplexe mathematische Algorithmen wie die Fast-Fourier-Transformation oder Sortierfunktionen bereits im Standardbefehlssatz vorliegen, lassen sich Datenaufbereitungsalgorithmen in MathViews besonders einfach formulieren. Somit eignet sich das Programm hervorragend zur Signalaufbereitung oder Datenvorbereitung, sofern einem die mathematischen Algorithmen bekannt sind. Die Vorverarbeitung funktioniert im Gegensatz zu Origin oder Axum eben nicht per Mausklick – man benötigt hier zwingend Programmierkenntnisse.

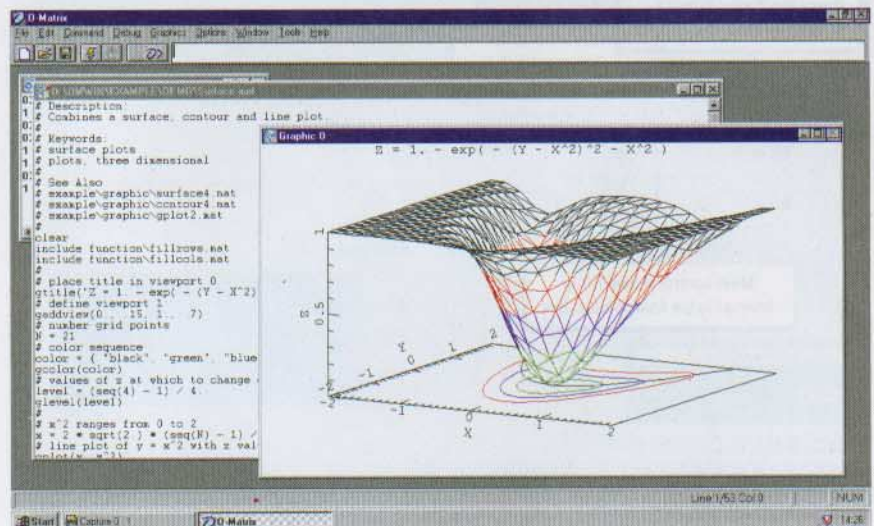
Für Romantiker bietet MathViews eine Win3.x Distribution an, die mit erstaunlich geringen Ressourcen auskommt: Angeblich reichen dafür 4 MByte RAM. Die Linux-Beta enthält nur zwei Tcl/Tk-Bibliotheken; der Anwender muß also zwingend ein funktionierendes Tcl/Tk auf dem Rechner haben, bevor er MathViews installiert.

Die 32-Bit-Windows-Versionen von MathViews werden zusammen mit dem Programm WaveExplorer ausgeliefert, das Signale komfortabel per Mausbildienung auf ihre Frequenzkomponenten hin untersucht. Zwei Fenster zeigen den Originalverlauf des Kurvenzugs und eine Ausschnittsvergrößerung an. Einzelne Punkte lassen sich mit der Maus anklicken;

Auch MathViews verdankt die komplexen Grafiken seiner leistungsstarken Programmiersprache. Eine Linux-Version befindet sich bereits im Beta-Stadium.



Bei O-Matrix führt die Maus nicht weit: Um Graphen auf den Bildschirm zu zaubern, sind Programmierkenntnisse Pflicht.



ein drittes Fenster zeigt dann die Werte dieses Punktes in der Originalskalierung an.

MathViews führt Programme mittels Java-Server auch über einen Web-Server aus. Drei Beispiel-Applets finden sich auf der MathViews-Website; auch der Web-Server selbst ist dort in einer Beta-Version erhältlich. Bis der Server zum ersten Mal seine Arbeit aufnimmt, muß viel konfiguriert werden – wem davor gruselt, sollte abwarten, bis die Anwendung ihren Weg in eine der gängigen Distributionen findet.

Die Preise der diversen MathViews-Versionen sind moderat – die Studentenversion ist für 30 Dollar zu haben; die Profi-Suite für 500 Dollar. Bei letzterer bezieht man die Speichergröße der möglichen Feldgrößen; Studenten

müssen sich mit 16 KByte großen Arrays begnügen.

O-Matrix 4.01

Auch O-Matrix wendet sich nur an programmierfreudige Anwender. Die Programmiersprache stellt, ähnlich wie MathViews, mathematische Funktionen zur Lösung komplexer Aufgaben zur Verfügung, einschließlich Vektoren und Matrizen für lineare Algebra. Die Programmiersprache kann auch auf mitgelieferte grafische Bedienelemente zugreifen; so lassen sich komplette Auswertungsprogramme schreiben, die der integrierte Debugger auf ihre Stabilität überprüft. Dementsprechend bezeichnet der Hersteller O-Matrix auch als Rapid Application Development Tool.

Beim Programmstart erscheint zunächst eine große leere Fläche mit einem 'Command Window', in das man Befehle eingeben kann. Ein geladenes Programm zeigt die Software in einem eigenen Fenster an. Ein Mausklick überträgt das Programm in das Kommando-fenster; alternativ dazu lassen sich fertige Programme auch direkt laden und ausführen. Der O-Matrix-Anwender kann Daten nicht interaktiv bearbeiten, sondern ausschließlich über die Programmiersprache.

Das Programm wird ohne gedruckte Dokumentation ausgeliefert – diese wird mit dem Programm zusammen in HTML-Form installiert; dafür ist O-Matrix deutlich preiswerter als seine direkten Konkurrenten wie Matlab, PV-Wave oder Gauss.

Der Hersteller garantiert kostenlosen Support über das Internet.

Origin 5.0G

Der Anwender von Origin behält trotz dessen mächtiger Auswertungsfunktionen den Überblick. Von dem vierbändigen Handbuch (leider ist nur die Einführung wie das Programm selbst auf deutsch) muß man selten Gebrauch machen. Es genügt, eine Datenspalte anzuklicken und anschließend eine Schaltfläche zu betätigen, und Origin erstellt aus den ent-

sprechenden Variablen zum Beispiel sofort einen Box&Whiskers-Plot.

Origin arbeitet beispielhaft mit anderen Windows-Programmen zusammen. Neben dem normalen Datenaustausch mit Excel lassen sich ganze Tabellenkalkulationsblätter per OLE zur komfortablen Dateneingabe einbinden. Neben den vorgegebenen Vorverarbeitungsfunktionen enthält die Software für komplexere Vorgänge eine C-ähnliche Skriptsprache mit dem Namen LabTalk. Auch wenn das Pro-

gramm in einem Menü Matrizen anbietet, kennt LabTalk keine Meta-Datentypen der linearen Algebra.

Ähnlich wie bei Xact kann der Anwender auch hier nach der Erstellung eines Grundgraphen weitere Grafikelemente hinzufügen. Das Ergebnis läßt sich in mehrere Windows-Formate exportieren, sogar als JPEG.

Üblicherweise speichert Origin Projekte komplett mit allen Tabellen, Graphen, Layouts, Matrizen, Funktionen und Notizen. In komplexen Diagrammen

kann man Details als 'Lupe' in den Hauptgraphen einfügen. Den letzten Schliff bekommen die Graphen und Tabellen im Layout-Fenster, wo sie mit Grafiken und Text druckfertig gemacht werden. Das Ergebnis kann auch als OLE-Objekt exportiert werden.

Die Auswertung von 3D-Daten geschieht bei Origin über einen eigenen Datentyp. Das Programm speichert dreidimensionale Diagramme nicht als Tabelle, sondern als Matrix, die man als 3D-Funktionsplot erzeugen oder als 3D-Datensatz importieren muß.

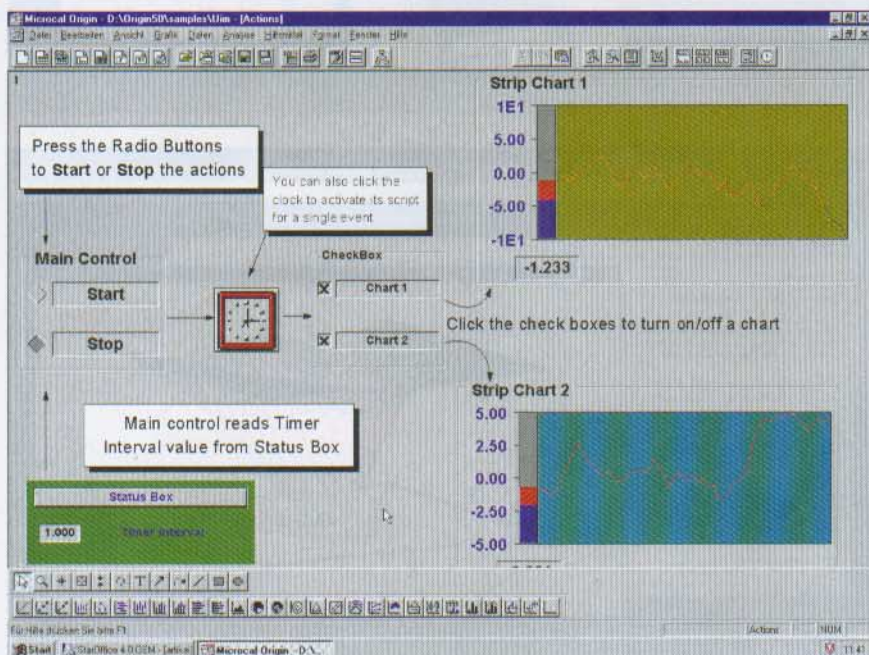
Die Demo-Dateien beweisen, daß man mit den Layouts und LabTalk sogar komplexe Simulationen erstellen kann. Die Beispiele sind allerdings nicht so ausgetüfelt wie bei PV-Wave und zudem nicht dokumentiert. Sie stellen dennoch klar, daß Origin trotz seiner einfach anmutenden Oberfläche den anderen Hochleistungspaketen das Wasser reichen kann.

Die Vorgängerversion 4.1 vertreibt Origin als 'Student Edition' für 200 Mark als Bookware – so kann man sich für wenig Geld ein Bild von der Software machen. [5]

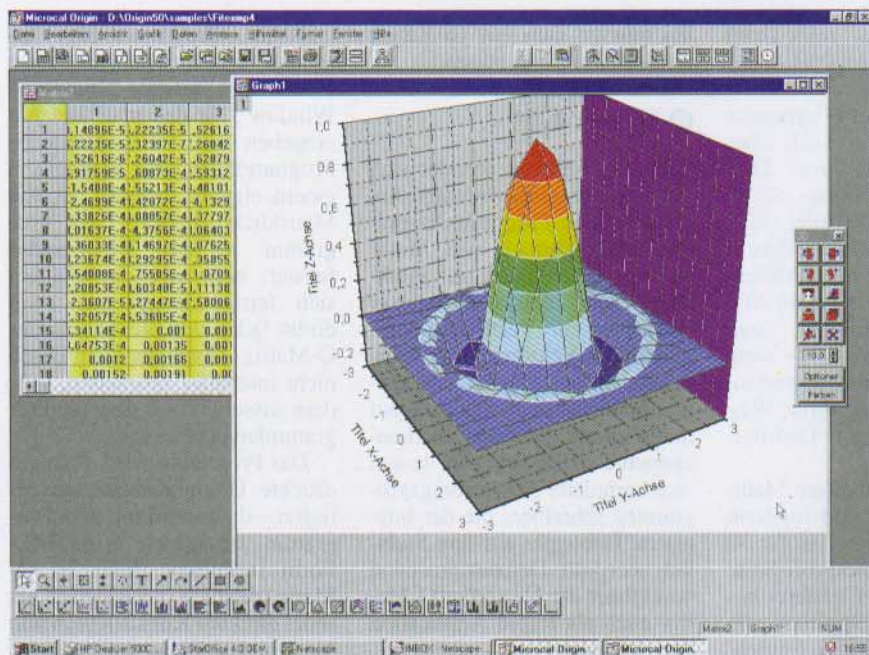
PV-Wave 6.21

PV-Wave löst spätestens mit entsprechenden Zusatzmodulen so gut wie jedes Problem der Datenvisualisierung, sei es die Interpretation medizinischer Bilddaten oder ein einfaches 2D-Diagramm. Aber der erste Aufruf der Windows-95-Version verunsichert: Zuerst einmal öffnet sich ein DOS-Fenster mit der Nachricht, man möge den Navigator mit dem gleichnamigen Befehl auf der Kommandozeile starten. Danach erst hat man eine grafische Oberfläche vor sich – eine seltsame Vorgehensweise, zumal dies schon bei der Vorstellung der allerersten Windows-Version in [6] bemängelt wurde.

Angehts des Funktionsumfangs erscheint die eigentlich üppige zweibändige Dokumentation knapp bemessen. Neun zusätzliche Handbücher sind auf der CD gespeichert und lassen sich auf Wunsch auch auf Papier nachbestellen. Die überwältigenden Beispielprogramme werden in gut dokumentiertem Quellcode mitgeliefert –



Richtig programmiert, verwandelt Origin wie alle großen Programme Grafiken in Auswertungsautomaten mit Schaltflächen.



Origin importiert nicht nur ASCII-Tabellen und dBase-Dateien, sondern liest das Zahlenmaterial auch aus einer per OLE eingebetteten Excel-Tabelle.

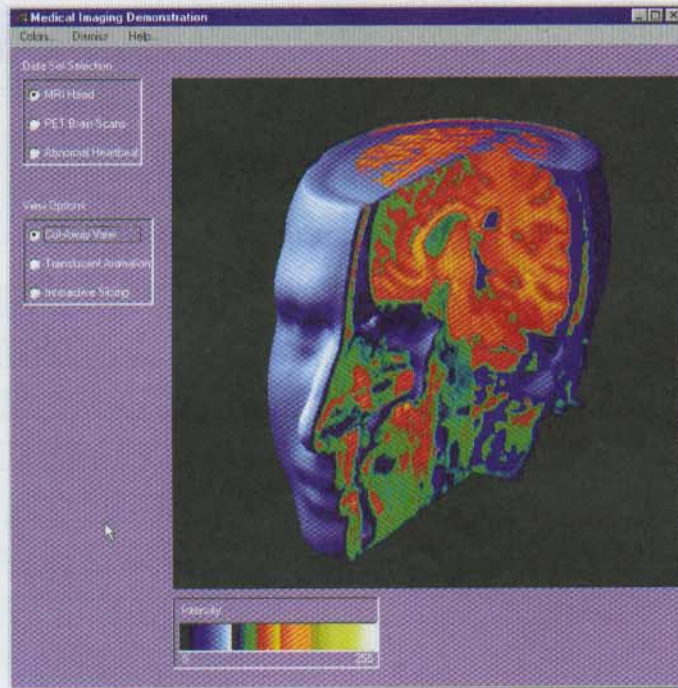
PV-Wave zieht seine Kraft nahezu ausschließlich aus seiner algorithmischen Programmiersprache.

Diese Sprache erinnert teilweise an BASIC, bietet aber zusätzlich leistungsfähige Meta-Datentypen für lineare Algebra und die üblichen Sonderfunktionen zur Meßwertanalyse. Der bereits erwähnte Navigator ist eine grafische Benutzeroberfläche, die Standardauswertungsaufgaben interaktiv übernimmt. Hierzu gehören neben dem Datenimport auch die Anfertigung von Basisgraphen und Standardauswertungen. Ähnlich wie bei Igor Pro kann man die im Navigator gewählten Befehle nachträglich als Programme abspeichern.

Da PV-Wave keinen Dateneditor enthält, muß man die Werte extern eingeben und beispielsweise als ASCII-Datei importieren. Kleine Datenmengen kann man auch direkt in der Programmiersprache eingeben. PV-Wave bietet eine Funktion zur Anbindung von SQL-Datenbanken, die direkt als Datenquelle angezapft werden können. Ein Assistent bietet den Import im Format von HP-VEE an, Hewlett-Packards Konkurrenzprodukt zum bereits erwähnten LabView.

Der herkömmliche Save-Befehl speichert nicht nur die Grafik und Daten, sondern auch die ganze bisherige Analyse. Dies ist bei komplexen Auswertungen natürlich wünschenswert, weil damit immer der gesamte Zustand gespeichert wird. Die nackten Daten landen dagegen per Export auf der Festplatte. Die Linux-Version sieht keinen Export auf Knopfdruck in ein übliches Grafikformat vor, diesen muß man erst programmieren. Bei der Windows-Version kann man Bilder hingegen direkt per Menübefehl abspeichern (TIFF und BMP).

Auch wenn PV-Wave ein grafisches Werkzeug zur Erstellung einfacher Grundgrafiken für Standardfälle enthält – den vollen Leistungsumfang von PV-Wave kann man nur per Programmierung nutzen, nicht per Mausklick. So gesehen stellen die zahlreichen Demo-Programme einen notwendigen Ressourcen-Pool dar, der die Leistungsfähigkeit der Algorithmen demonstriert.



Hinter diesem Kopf steckt ein Programm – ohne die Demo-Anwendungen wäre die Mächtigkeit von PV-Wave kaum zu fassen.

PV-Wave wird auf einer CD ausgeliefert, die neben diversen Unix-Versionen und einer Windows-95-Version auch eine NT-Version für Alpha-Prozessoren sowie eine OpenVMS-Version enthält. Die Programme schaltet man separat mit Softkeys frei; auf ein Dongle wurde verzichtet.

Die Web-Seiten des Herstellers sind in jedem Fall einen Besuch wert, da hier einige Demo-Auswertungen live über das WWW angeboten werden: PV-Wave kann mit einem Web-Interface ausgestattet und um die Java-Ergänzung JWave ergänzt werden.

Fazit

Keines der Programme verrichtet seine Arbeit schlecht, doch das Universalwerkzeug, das alle Bereiche lückenlos abdeckt, sucht man vergeblich. Daher sollte man sich bei der Diagrammsoftware an den individuellen Bedürfnissen orientieren.

Für die meisten Anwender dürfte das Hauptkriterium das bevorzugte Betriebssystem sein: Windows-95-Anwender leiden an der Qual der größten Auswahl, dicht gefolgt von der Linux-Fraktion. Das OS/2-Angebot ist überraschend groß. Dagegen erstaunt ein wenig,

daß die Auswahl bei den Mac-Programmen nicht üppiger ausfällt.

Bei Linux reicht die Bandbreite des Angebots am weitesten – sowohl beim Preis als auch im Leistungsspektrum. Wer wenig oder noch besser gar nichts ausgeben möchte, wird wie üblich bei der Linux-Software am ehesten fündig. *xmgr* und diverse Versionen von *gnuplot* sind zum Beispiel auf der Shareware-CD in c't 12/98 enthalten – neben recht aufwendigen Windows-Programmen wie *DataFit* und *MathLab97*.

Das zweite Auswahlkriterium dürfte die Art der Auswertung sein. Wer einfache 2D- und 3D-Graphen erstellen will, ist mit den kostenlosen Linux-Programmen *gnuplot* und *xmgr* bestens bedient.

Bei statistischen Diagrammen bietet sich auch das Programm *Simstat* für Windows 95 an. Zur visuellen Analyse statistischer Grunddaten eignet sich *ViSta*, obwohl nur die Windows-95-Version auf Anhieb funktionierte.

Sobald man eine aufwendige grafische Datenvorverarbeitung benötigt, kommen mathematische Programmiersprachen ins Spiel – sonst wären die von Anwendung zu Anwendung höchst verschiedenen Anforderungen

nicht zu erfüllen. Verlangt man eine grafische Benutzeroberfläche, bleiben hier *Axum*, *HiQ*, *Igor Pro*, *Origin* und *PV-Wave*. Alle Programme gibt es in Windows-95-Versionen; *Igor Pro* und *HiQ* sind auch auf dem Mac zu Hause.

Die interaktiven Dokumente von *HiQ* kann man größtenteils zusammenklicken; notfalls hilft die Programmiersprache etwas nach. *Axum* und *Origin* lassen sich ebenfalls interaktiv bedienen, allerdings reichen die Programmiersprachen nicht an die Fähigkeiten der Matlab-kompatiblen Anwendungen heran. Den besten Kompromiß zwischen grafischer Bedienung und Programmiersprache findet hingegen *Igor Pro*. *Axum* bietet die ausgefeiltesten Import- und Exportmöglichkeiten – der *PowerPoint-Export* ist das i-Tüpfelchen.

Wer bereit ist, Auswertungsroutinen selbst zu schreiben, kommt mit *MathViews*, *PV-Wave*, *Gauss* und *O-Matrix* bestens zurecht. *Windows 95* ist hier wieder der kleinste gemeinsame Nenner; *PV-Wave* und *Gauss* gibt es auch in Linux-Versionen. Bei den beeindruckenden Demo-Programmen von *PV-Wave* kann der Anwender einiges lernen, unter anderem auch explorative Datenanalyse außerhalb des Statistikbereichs. Der Schwerpunkt des Exoten *Gauss* liegt hingegen im Bereich der numerischen Mathematik; die grafischen Ergebnisse enttäuschen eher. So decken die beiden Programme die Extreme ab, ähneln sich aber auch: Ohne Programmierkenntnisse ist man hier aufgeschmissen. Preislich gesehen sind *MathViews* und *O-Matrix* in dieser Kategorie die interessantesten Programme.

Es fällt schwer, *Xact* einzuordnen: Einerseits erzeugt das Programm imponierende Grafiken, andererseits vermißt man eine mathematische Sprache. Angesichts seiner einfachen Bedienung dürfte das Programm der Liebling aller Programmiermuffel sein.

Das insgesamt umfangreichste Grafikangebot bietet derzeit wohl *PV-Wave*, auch die numerische Leistungsfähigkeit läßt wenig Wünsche offen. Allerdings stellt das Programm erhebliche Anforderungen an den Benutzer. (ghi)

Literatur

- [1] <http://www.neosoft.com/tcl/ftparchive/sorted/packages-7.6/graphics/tkgnuplot.1.09/>
- [2] Christian Rees: Xact präsentiert 'Chart Publishing', c't 10/92, S. 84
- [3] Karl Sarnow: Statistiksysteme von Shareware bis High-End, c't 3/94, S. 174
- [4] Sylvio Indris, Johannes Endres: Williger Helfer, c't 6/98, S. 114
- [5] Origin Student Edition Version 4.1, Addison Wesley 1998, ISBN 3-8273-1346-5
- [6] Karl Sarnow: Visuelle Welle, c't 8/95, S. 86

Kurzbeschreibungen

ACE/gr / xmgr

Datenplotprogramm mit einer Vielzahl vorgegebener Vorverarbeitungsfunktionen, reines 2D-Programm

Axum

Datenauswertungsprogramm mit grafischer Oberfläche, einer Vielzahl numerischer und grafischer Algorithmen und der Möglichkeit der Dokumentgestaltung

Gauss

Datenauswertungsprogramm mit einer Vielzahl numerischer und grafischer Algorithmen

gnuplot

Reines Plotprogramm mit einfach zu verstehenden Zeichenbefehlen

HiQ

Datenauswertungsprogramm mit grafischer Oberfläche, einer Vielzahl numerischer und grafischer Algorithmen und der Möglichkeit der Dokumentgestaltung

Igor Pro

Datendarstellungsprogramm mit einer Vielzahl von Auswertungsroutinen aus der Laborpraxis

MathViews

Zeichenprogramm mit umfangreicher Datenaufbereitungs- und Verarbeitungssprache

O-Matrix

Zeichenprogramm mit umfangreicher Datenaufbereitungs- und Verarbeitungssprache

Origin

Datenauswertungsprogramm mit grafischer Oberfläche, einer Vielzahl numerischer und grafischer Algorithmen und der Möglichkeit der Dokumentgestaltung

PV-Wave

Datenauswertungsprogramm (wahlweise mit grafischer Oberfläche) und einer Vielzahl numerischer und grafischer Algorithmen

Simstat

Statistikprogramm mit einfachem Plotteil

ViSta

Interaktives Datenexplorationsprogramm mit umfangreicher statistischer Analyse

Xact (XactMap)

Charting Programm mit Schwerpunkt auf grafischer Darstellung

Diagrammsoftware - Checkliste

	ACE/gr / xmgr 4.1.2	Axum 5	Gauss 3.2.35	gnuplot 3,6	HiQ 4.0
Hersteller	Paul Turner	MathSoft, USA	Aplech, USA	Thomas Williams u.a.	National Instruments, München
Internet	plasma-gate.weizmann.ac.il/Xmgr/	www.mathsoft.com	www.aptech.com	www.cs.dartmouth.edu/gnuplot_info.html Mac: www.ece.gatech.edu/~schooley/gnuplot.html	www.natinst.com/germany/
Vertrieb	per Internet	Softline, Oberkirch	Additive, Friedrichsdorf/Ts.	per Internet	National Instruments, München
Telefon	-	0 78 02/9 244 00	0 61 72/59 050	-	0 89/7 41 31 30
Betriebssysteme					
Linux	✓	-	✓	✓	-
Windows 95 und NT	[✓]	✓	✓	✓	✓
MacOS / OS/2	-/[✓]	-/-	-/✓	✓/✓	✓/-
Funktionsplot					
2D/3D	✓/-	✓/✓	✓/✓	✓/✓	✓/✓
Datenplot					
2D/3D	✓/-	✓/✓	✓/✓	✓/✓	✓/✓
Diagrammarten 2D					
Flächen/Balken	-/-	✓/✓	-/-	-/-	-/✓
Box&Whiskers	-	✓	-	-	-
Bubble/Kontur	-/-	✓/✓	-/✓	-/-	-/✓
Histogramm/Smith Chart	✓/-	✓/✓	-/-	✓/-	✓/-
2D-Punktwolke	✓	✓	✓	✓	✓
Tortengrafik	-	✓	-	-	-
Polarplot/Vektorfeld	-/-	✓/✓	✓/-	-/-	-/-
Pyramide/Dreieck	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
Karte	-	-	-	-	-
Diagramme 3D					
Balken/Linien (gestaffelt)	-/-	✓/✓	-/✓	-/-	-/-
Oberfläche/Kontur	-/-	✓/✓	✓/✓	-/✓	✓/✓
3D-Punktwolke	-	✓	✓	-	✓
Wasserfall	-	-	-	-	-
Datenaufbereitung					
Regression linear	✓	✓	✓	✓	✓
Regression nichtlinear	✓	✓	✓	✓	✓
Fourier/Faltung	✓/✓	-/-	✓/✓	-/-	optional
Statistik	✓	✓	✓	-	✓
Interpolation/Splines	✓/✓	✓/✓	✓/✓	-/-	✓/✓
Gleitende Mittelwerte	✓	-	-	-	✓
Explorative Analyse	-	-	-	-	✓
Lineare Algebra	-	-	✓	-	✓
Integration/Differentiation	-/-	-/-	✓/✓	-/-	✓/✓
Programmiersprache	Batch	Script	C/C++-ähnlich	Batch	Pascal-ähnlich
Datenimport					
ASCII/Binar	✓/-	✓/-	✓/-	✓/-	✓/✓
Excel/dBASE	-/-	✓/✓	-/-	-/-	✓/-
Geräteanbindung	-	-	-	-	LabView
Sonstige		WKS, Systat, SPSS, SPLUS, Gauss, OLE u. a.			OLE
Grafikexport					
GIF/JPG/EPS	-/-/✓	✓/✓/✓	-/-/✓	[✓]/-/✓	-/-/-
Andere	FrameMaker, HPGL	WMF, BMP, TIFF, PCX, PCL, TGA	PCX, PIC, HPGL	MetaFont, LaTeX u.a.	WMF, BMP
Eigener Dateneditor	✓	✓	-	-	✓
Systemanforderungen					
CPU/RAM/HD	486/16 MB/5 MB	486/16 MB/20 MB	486/16 MB/5 MB	486/16 MB/5 MB	486/8 MB/30 MB
Bewertung					
Bedienung	○	⊕⊕	⊖	○	⊕⊕
Funktionsumfang	⊕	⊕	⊕	⊖	⊕⊕
Grafikerstellung per GUI	○	⊕⊕	-	-	⊕⊕
Grafikvielfalt	○	⊕⊕	⊕	○	⊕⊕
Dokumentation	⊕⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Preise					
Schul/Compulizenz	kostenlos	560 DM ²	1 570 DM	kostenlos	kostenlos
Studentenversion	kostenlos	250 DM	80 DM ¹	kostenlos	110 DM
Professionelle Version	kostenlos	920 DM	5650 DM	kostenlos	1350 DM
¹ Gauss Light ohne Dokumentation		² Version 4.1	³ REXX für NT muß separat von IBM erworben werden		⁴ National Instruments-Geräte
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden

Igor Pro 3.13	MathViews 2.52c	O-Matrix 4.01	Origin 5.0G	PV-Wave 6.21	Simstat 1.24c	ViSta 5.0.5	Xact (XactMap) 6.02c
WaveMetrics, USA	MathWizards, USA	Harmonic Software, USA	Microcal, USA	Visual Numerics, Stuttgart	Normand Péladeau, Kanada	Forrest Young	Scilab, Hamburg
www.wavemetrics.com	www.mathwizards.com	www.omatrix.com	www.microcal.com	www.vni.com	www.simstat.com	forrest.psych.unc.edu/research/ViSta.html	www.scilab.de
Additive, Friedrichsdorf/Ts.	per Internet	Rapid Data, Worthing, GB	Additive, Friedrichsdorf/Ts.	Visual Numerics, Stuttgart	Kovach, Pentraeth, GB	per Internet	Scilab, Hamburg
0 61 72/59 05-0	Fax 0 01/6 19/5 52-91 35	00 44/19 03/82 12 66	0 61 72/59 05-0	07 11/1 32 87-0	00 44/12 48/45 04 14	-	0 40/4 60 37 02
-	✓	-	-	✓	-	✓	-
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
✓/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	✓/-	-/✓
✓/✓	✓/✓	✓/✓	✓/✓	✓/✓	-/-	-/-	✓/✓
✓/✓	✓/✓	✓/✓	✓/✓	✓/✓	✓/-	✓/-	✓/✓
-/✓	-/-	-/-	✓/✓	✓/✓ ⁵	✓/✓	-/-	✓/✓
-	-	-	✓	✓ ⁵	✓	✓	✓
-/✓	-/✓	-/✓	-/✓	-/✓	-/-	-/-	✓/✓
✓/-	-/-	✓/✓	✓/-	✓/✓ ⁵	✓/-	✓/-	✓/-
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
-	-	-	✓	optional	-	-	✓
✓/✓	✓/-	✓/✓	✓/✓	✓/✓	-/-	-/-	✓/✓
-/-	-/-	-/-	-/✓	-/-	-/-	-/-	✓/✓
-	-	-	✓	✓	-	-	✓
✓	-	-	✓	optional	-	-	✓
✓	-	✓	✓	✓	optional	✓	✓
✓	✓	✓	✓	✓	optional	✓	✓
✓/✓	✓/✓	✓/✓	✓/✓	✓/✓	-/-	-/-	✓/-
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
✓/✓	-/-	✓/✓	✓/✓	✓/✓	-/-	-/-	✓/✓
-	-	✓	✓	✓	✓	-	-
✓	-	-	-	✓	-	✓	-
✓/✓	✓	✓	-	✓	-	-	-
✓/✓	-/✓	✓/✓	✓/✓	optional/✓	-/-	-/-	✓/✓
Pascal-ähnlich	Matlab	Matlab	C/C++-ähnlich	Mischform	Script	Script	REXX ³
✓/✓	✓/-	✓/-	✓/✓	✓/-	✓/-	✓/-	✓/-
-/-	-/-	-/-	✓/✓	-/-	✓/✓	-/-	✓/✓
✓ ⁴	-	-	Instrunet	HP-VEE	-	-	-
	DDE		WKS, DIF, Labtech, Sigmaplot, Mathematica	SQL	WKS, DB, SPSS		WKS, IBM Works, DIF
-/✓	-/✓	-/✓	-/✓	✓/✓/✓	-/✓	-/✓	-/✓
PNG, BMP, WMF		WMF, BMP	PCX, WMF, BMP, TGA	WMF, PNG, BMP, TIFF, XBM	WMF, BMP		GEM, WMF, HPGl, AI, TIFF, PCX
✓	-	-	✓	-	✓	✓	✓
486/16 MB/25 MB	486/4 MB/5 MB	486/16 MB/10 MB	486/8 MB/10 MB	486/16 MB/105 MB	486/4 MB/5 MB	486/16 MB/5 MB	486/16 MB/15 MB
⊕	⊕	⊕	⊕⊕	○	⊕⊕	⊕	⊕⊕
⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	○	○	⊕
○	-	-	⊕⊕	⊕	○	-	⊕⊕
⊕⊕	⊕	⊕	⊕⊕	⊕⊕	○	○	⊕⊕
⊕	⊕	⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	○	⊕⊕
1150 DM	kostenlos	-	1120 DM	1300 DM	-	kostenlos	-
80 US-\$	30 DM ⁵	290 DM	200 DM ²	-	40 US-\$	kostenlos	400 DM
1460 DM	500 DM	900 DM	1500 DM	2140 DM	130 US-\$	kostenlos	900 DM (1400 DM)
⁵ per Programmiersprache		⁶ beschränkte Kapazität		⁷ 280 DM mit Rahmenvertrag			
- nicht vorhanden							