

*Biehler · Hofmann · Maxara · Prömmel*

FATHOM 2

Rolf Biehler  
Tobias Hofmann  
Carmen Maxara  
Andreas Prömmel

# Fathom 2

Eine Einführung



*Prof. Dr. Rolf Biehler  
Tobias Hofmann  
Carmen Maxara  
Andreas Prömmel*

Fachbereich Mathematik/Informatik  
Didaktik der Mathematik  
Universität Kassel  
Heinrich-Plett-Str. 40  
34132 Kassel, Deutschland

[biehler@mathematik.uni-kassel.de](mailto:biehler@mathematik.uni-kassel.de)  
[fathom@mathematik.uni-kassel.de](mailto:fathom@mathematik.uni-kassel.de)  
<http://www.mathematik.uni-kassel.de/~fathom>

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;  
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

---

Mathematics Subject Classification (2000): 62-00, 62-01, 97D99, 97U70

---

ISBN-10 3-540-30944-6 Springer Berlin Heidelberg New York  
ISBN-13 978-3-540-30944-4 Springer Berlin Heidelberg New York

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funk-sendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Ver-vielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zu widerhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Springer ist ein Unternehmen von Springer Science+Business Media

[springer.de](http://springer.de)

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006  
Printed in Germany

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Umschlaggestaltung: *design & production* GmbH, Heidelberg  
Satz: Datenerstellung durch die Autoren unter Verwendung eines Springer TeX-Makropakets  
Herstellung: LE-Tex Jelonek, Schmidt & Vöckler GbR, Leipzig

Gedruckt auf säurefreiem Papier

40/3100/YL - 5 4 3 2 1 0

---

## Vorwort

Das vorliegende Buch führt in die deutsche Version von FATHOM 2 anhand von zahlreichen Beispielen aus der Stochastik und der Mathematik ein. Die Software FATHOM ist in den USA von Key Curriculum Press, CA (USA) entwickelt worden, und zwar gezielt für den Einsatz an Highschools etwa ab Klasse 8 und für die einführende Statistikausbildung an den Colleges. Die Entwicklung und Erprobung ist mit erheblichen öffentlichen Mitteln in den USA gefördert worden. FATHOM ist mittlerweile in vielen amerikanischen Bildungsinstitutionen im Einsatz.

FATHOM genügt in hervorragender Weise den in der Statistik und der Didaktik der Stochastik entwickelten Kriterien für eine Werkzeugsoftware, die sowohl das Lernen wie das Anwenden von Stochastik unterstützen soll. Sie schließt eine lange von Vielen empfundene Lücke zwischen Statistiksystemen und allgemeinen mathematischen Systemen. Komplexe statistische Anwendersysteme stellen zwar Methoden bereit, unterstützen aber wenig das Lernen und einfache Anwenden in der einführenden Ausbildung. Allgemeine Systeme wie Computeralgebrasysteme und Tabellenkalkulationssysteme muss man häufig verbiegen oder man hat sich selber zu verbiegen, um einfache statistische Auswertungen oder stochastische Simulationen zu realisieren, wenn das überhaupt angemessen unterstützt wird.

Der erstgenannte Autor dieser Einführung ist seit mehr als 20 Jahren auf der Suche nach einer passenden Software für den Stochastikunterricht und die einführende Stochastikausbildung gewesen, und zwar nach einer Software, die auch moderne Konzeptionen wie Explorative Datenanalyse, stochastische Simulation und computerintensive Statistik elegant und einfach unterstützt und die systematische Einbeziehung realer Daten in die Statistikausbildung ermöglicht. Zugleich soll sie ein flexibles Werkzeug darstellen, mit dem Lernende und Lehrende eigene Methoden realisieren und untersuchen können. Auch sollte das Werkzeug die Erstellung interaktiver Dokumente unterstützen, mit denen man eine Datenanalyse dokumentieren und annotieren oder interaktive Arbeitsumgebungen für Lernende vorbereiten kann.

All dies lässt sich mit FATHOM relativ leicht realisieren.

Wir haben an der Universität Kassel seit dem Jahr 2000 intensiv mit der amerikanischen Version 1 in der einführenden Stochastikausbildung gearbeitet, vor allem bei der fachlichen und fachdidaktischen Ausbildung von Lehramtsstudierenden. Ferner haben wir in mehreren Schulen, vor allem im Raum Kassel, aber auch überregional mit der Software FATHOM sehr gute Erfahrungen gemacht. In mehreren Dissertationen und Staatsexamensarbeiten in unserer Arbeitsgruppe wird der Einsatz von FATHOM im Hinblick auf die Veränderung und Verbesserung der Stochastikausbildung untersucht.

Das hat uns ermutigt, die Adaptation der Software ins Deutsche anzugehen. Vor allem für deutsche Schulen, aber auch für viele Studierende scheint uns im deutschen Interface ein wesentlicher Vorteil zu liegen.

Das mit der Software ausgelieferte deutsche Hilfesystem folgt im Wesentlichen der amerikanischen Vorlage. Die vorliegende Einführung haben wir aber völlig neu konzipiert. In sie fließen unsere Erfahrungen an der Universität Kassel und an Erprobungsschulen indirekt ein.

Wir haben uns bemüht, ein breites Anwendungsspektrum der Software vorzustellen, das auch bis in den „reinen“ Mathematikunterricht hineinreicht. So bietet FATHOM sicher einen der vielseitigsten Funktionenplotter an. Nicht angesprochen haben wir die Anwendung von FATHOM für „höhere“ statistische Methoden wie Varianzanalyse und multivariate Regression.

Über die Begeisterung für die Möglichkeiten der Software und dem Spaß an den Anwendungsbeispielen ist uns das einführende Buch fast zu umfangreich geraten. Man kann aber durchaus einzelne Kapitel oder Teile davon lesen, ohne dass man alles Vorangehende gelesen hätte. Wir versuchen immer relativ tätigkeitsnah bei den Anweisungen zum Umgang mit FATHOM zu bleiben. Das hat für die Experten dann manchmal den Vor- oder Nachteil, dass sie Passagen überspringen können.

Wir möchten uns herzlich bei denjenigen bedanken, die uns direkt und indirekt unterstützt haben, bzw. deren Erfahrungen in unsere Einführung mit eingeflossen sind. Gemeinsam mit Klaus Kombrink, ehemals Mitglied unserer Arbeitsgruppe, wurde die Pionierarbeit mit FATHOM an der Universität Kassel in den Jahren 2000 bis 2004 erfolgreich durchgeführt. Thorsten Meyfarth, Mitglied unserer Arbeitsgruppe, hat wesentlich an dem Entwurf und der Erprobung praktikabler innovativer Konzepte für den FATHOM-Einsatz in der gymnasialen Oberstufe mitgearbeitet.

Die Kooperation mit den Ansprechpartnern bei Key Curriculum Press lief immer hervorragend. Wir möchten stellvertretend und vor allem Bill Finzer als

Project Director und Kirk Swenson als Lead Programmer danken, die beide immer wieder geduldig unsere  $n+1$ te Version des deutschen Systems technisch implementiert haben und für Nachfragen aller Art zu FATHOM zur Verfügung standen.

Wir bedanken uns besonders bei Clemens Heine vom Springer-Verlag in Heidelberg für die nun schon langjährige, immer ermutigende Begleitung und Förderung unseres Projektvorhabens. Ohne ihn wäre das vorliegende Produkt nicht zustande gekommen.

Last not least, bedanken sich alle anderen Autoren herzlich bei unserem Mitautor Tobias Hofmann, der uns überzeugt hat, dass wir das ganze Buch in L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X setzen sollten. Unvorsichtigerweise hatte Tobias sich bereit erklärt, allen anderen Autoren bei Fein- und Grobarbeiten Unterstützung zu gewähren und den perfekten Feinschliff selbst vorzunehmen, was im Endeffekt sehr zeitaufwendig war.

Wir wünschen Ihnen viel Freude mit der Stochastik und mit der Software FATHOM. Für Fragen stehen wir zur Verfügung.

Kassel, im Januar 2006

*Rolf Biehler  
Tobias Hofmann  
Carmen Maxara  
Andreas Prömmel*

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Grundkomponenten in FATHOM . . . . .</b>	<b>1</b>
1.1	Dateneingabe . . . . .	1
1.2	Import von Daten . . . . .	3
1.2.1	Kopieren und Einfügen von Daten . . . . .	3
1.2.2	Daten importieren . . . . .	5
1.3	Daten einrichten . . . . .	6
1.3.1	Darstellung von Fällen im Kollektionsfenster . . . . .	6
1.3.2	Einheiten . . . . .	9
1.3.3	Kategorienliste . . . . .	10
1.3.4	Definition weiterer Merkmale . . . . .	13
1.4	Graphen und Auswertungstabellen . . . . .	14
1.4.1	Einfache Graphiken . . . . .	15
1.4.2	Komposite Graphiken . . . . .	16
1.4.3	Einfache Auswertungstabellen . . . . .	20
1.4.4	Komposite Auswertungstabellen . . . . .	21
1.5	Filter und Verlinkung . . . . .	22
1.5.1	Filter . . . . .	22
1.5.2	Selektion von Fällen . . . . .	26
1.5.3	Änderung von Daten . . . . .	29
<b>2</b>	<b>Beschreibende Statistik – Verteilungen . . . . .</b>	<b>31</b>
2.1	Häufigkeitstabellen . . . . .	32
2.1.1	Grundauszählung – Häufigkeitstabellen . . . . .	32
2.1.2	Tabellen mit relativen Häufigkeiten . . . . .	34
2.2	Visualisierungen von Verteilungen bei kategorialen Merkmalen . . . . .	37
2.2.1	Basisgraphiken . . . . .	37
2.2.2	Änderung der Darstellungsreihenfolge bei kategorialen Merkmalen . . . . .	38
2.3	Visualisierungen von numerischen Merkmalen – Basisgraphiken . . . . .	39
2.4	Modifikation von Graphiken . . . . .	46
2.4.1	Allgemeine Operationen . . . . .	46

2.4.2 Einzeichnen von Kurven . . . . .	48
2.5 Häufigkeitsberechnungen – Auszählen von Teilmengen . . . . .	53
2.5.1 Anzahl der Elemente einer Teilmenge . . . . .	53
2.5.2 Anteile von Teilmengen in einer Kollektion – relative Häufigkeiten . . . . .	55
2.6 Statistische Auswertung von numerischen Merkmalen . . . . .	56
2.6.1 Grundsätzliches zum Aufbau von Formeln . . . . .	56
2.6.2 Kontexte für die Formelauswertung . . . . .	58
2.6.3 Wichtige Kommandos des Formeeditors im Überblick . . . . .	60
2.6.4 Umgang mit der Auswertungstabelle . . . . .	65
2.7 Transformation von Merkmalen . . . . .	68
2.7.1 Kategorisierung von Merkmalen . . . . .	68
2.7.2 Häufigkeitstabellen für numerische Merkmale auf der Basis von Klasseneinteilungen . . . . .	70
<b>3 Vergleich von Gruppen . . . . .</b>	<b>73</b>
3.1 Vergleiche bei numerischen Merkmalen . . . . .	73
3.1.1 Mehrere numerische Merkmale in einer einzigen Graphik oder Tabelle . . . . .	73
3.1.2 Analyse nach Gruppen bei einem numerischen Merkmal . . . . .	75
3.2 Vergleich bei kategorialen Merkmalen . . . . .	78
3.2.1 Verteilungsgraphiken mit getrennten Säulendiagrammen . . . . .	78
3.2.2 Integrierte Säulendiagramme . . . . .	81
3.2.3 Banddiagramme mit mehreren Merkmalen . . . . .	82
3.3 Test auf Unabhängigkeit bei zwei kategorialen Merkmalen . . . . .	83
<b>4 Funktionendarstellung . . . . .</b>	<b>89</b>
4.1 FATHOM als Funktionenplotter . . . . .	89
4.2 Beispiel – der Bremsweg . . . . .	92
4.2.1 Erzeugen einer Wertetabelle . . . . .	92
4.2.2 Äquidistante Geschwindigkeiten . . . . .	95
4.2.3 Erweiterte Wertetabelle . . . . .	96
4.2.4 Berücksichtigung der Einheiten . . . . .	97
4.2.5 Funktionsgraphen . . . . .	99
4.3 Beispiel – das Gazelle-Gepard-Problem . . . . .	101
4.3.1 Funktionale Betrachtung . . . . .	101
4.3.2 Rekursive Modellierung . . . . .	104
4.3.3 Variation der Parameter . . . . .	109
<b>5 Daten und funktionale Zusammenhänge . . . . .</b>	<b>115</b>
5.1 Interaktive Anpassung von Funktionen an Daten – Residuendiagramme . . . . .	115
5.2 Kurvenanpassung über Regler . . . . .	119
5.3 Anpassung von Geraden nach der Methode der kleinsten Quadrate . . . . .	122

5.3.1	Einzeichnen im Streudiagramm; Residuenanalyse . . . . .	122
5.3.2	Nutzung des statistischen Objektes „Modell“ . . . . .	126
5.3.3	Exploration der kQ-Geraden und weitere Methoden . . . . .	127
5.3.4	Simulation und Geradenschätzung . . . . .	131
<b>6</b>	<b>Simulation einfacher Zufallsexperimente . . . . .</b>	<b>135</b>
6.1	Simultane Simulation – 3maliges Ziehen von Kugeln aus einer Schachtel . . . . .	136
6.2	Sequentielle Simulation – Multiple-Choice-Test . . . . .	141
6.3	Vergleich simultaner und sequentieller Simulation . . . . .	144
6.4	Simulation durch Stichprobenziehungen . . . . .	146
6.4.1	Stichprobenziehungen mit Zurücklegen – 50facher Würfelwurf . . . . .	146
6.4.2	Stichprobenziehungen mit Zurücklegen – Komplexe Urne . . . . .	149
6.4.3	Stichprobenziehungen ohne Zurücklegen – KENO . . . . .	153
6.5	Simulation durch Randomisierung – Briefproblem . . . . .	157
6.6	Wartezeitprobleme – Würfeln bis zur ersten 6 . . . . .	159
6.7	Simulation zum Gesetz der großen Zahl . . . . .	161
6.8	Zufallsfunktionen . . . . .	166
<b>7</b>	<b>Wahrscheinlichkeitsverteilungen . . . . .</b>	<b>169</b>
7.1	Diskrete und kontinuierliche Verteilungen . . . . .	169
7.2	Die Binomialverteilung . . . . .	172
7.2.1	Schrittweise Konstruktion einer Binomialverteilungstabelle . . . . .	172
7.2.2	Berechnung einzelner Wahrscheinlichkeiten einer binomialverteilten Zufallsgröße . . . . .	175
7.2.3	Die Wahrscheinlichkeitsverteilung einer binomialverteilten Zufallsgröße . . . . .	177
7.2.4	Die kumulative Verteilungsfunktion einer binomialverteilten Zufallsgröße . . . . .	180
7.2.5	Die Quantilfunktion einer binomialverteilten Zufallsgröße . . . . .	183
7.2.6	Kennwerte der Binomialverteilung . . . . .	186
7.3	Simulation von Binomialverteilungen . . . . .	188
7.3.1	Simulation einer Wahrscheinlichkeitsverteilung über Zufallsfunktionen . . . . .	188
7.3.2	Simulation mehrerer Wahrscheinlichkeitsverteilungen über Zufallsfunktionen . . . . .	190
7.4	Reale Daten und Binomialverteilung . . . . .	192
7.5	Die Normalverteilung . . . . .	195
7.5.1	Die Dichtefunktion der Normalverteilung . . . . .	195
7.5.2	Die kumulative Verteilungsfunktion der Normalverteilung . . . . .	198
7.6	Reale Daten und Normalverteilung . . . . .	199

<b>8    Testen und Schätzen . . . . .</b>	205
8.1    Testen bezüglich eines Anteils bei einer binomialverteilten Zufallsgröße . . . . .	206
8.1.1    Einstiegsbeispiel . . . . .	206
8.1.2    Konstruktion eines Tests zu vorgegebenem Signifikanzniveau . . . . .	208
8.1.3    Testen bezüglich eines Anteils durch Simulation . . . . .	209
8.1.4    Testen bezüglich eines Anteils mittels Testobjekt . . . . .	211
8.1.5    Testen bezüglich eines Anteils mittels Testobjekt bei Rohdaten . . . . .	213
8.2    Testgüte und Operationscharakteristik von Tests . . . . .	215
8.2.1    Visualisierungen der Operationscharakteristik und Anwendungen für die Versuchsplanung . . . . .	215
8.2.2    Die Gegenhäufigkeit der Fehlertypen beim Alternativtest	219
8.3    Schätzen und Konfidenzintervalle . . . . .	223
8.3.1    Berechnung von Konfidenzintervallen . . . . .	224
8.3.2    Simulationsumgebung für Konfidenzintervalle . . . . .	225
8.3.3    Eine Arbeitsumgebung zur Berechnung von Konfidenzintervallen . . . . .	227
8.4    Weitere Testverfahren . . . . .	230
8.4.1    Tests auf Zufälligkeit . . . . .	230
8.4.2    Test auf Unabhängigkeit – Randomisierungstests . . . . .	233
<b>Sachverzeichnis . . . . .</b>	241

# 1

---

## Grundkomponenten in FATHOM

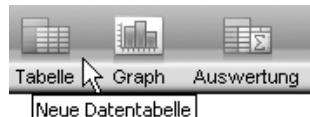
### 1.1 Dateneingabe

Möchten Sie zum Beispiel Daten aus einem Zeitungsausschnitt, einer Schülerbefragung oder andere Daten in FATHOM eingeben, die Sie nicht in elektronischer Form vorliegen haben, so müssen Sie diese per Hand eingeben. Die Dateneingabe per Hand geschieht am einfachsten über eine Datentabelle. In diesem Beispiel möchten wir folgende Daten einer Schülerbefragung der Jahrgangsstufe 11 eingeben: es liegen Daten von 10 Schüler(inne)n vor mit den Merkmalen *Name*, *Geschlecht*, *Alter*, *Größe*, *Gewicht* und *Kneipenbesuch*.

**Tabelle 1.1.** Daten aus der Schülerbefragung

Name	Geschlecht	Alter	Größe	Gewicht	Kneipenbesuch
Anna-Lena	w	16	1,7	60	1-2x/Monat
Hank Sepalot	m	17	1,92	85	1-2x/Monat
TAFKAP	m	16	1,84	77	seltener
Tinki-Winki	m	16	1,8	68	1x/Woche
Hans	m	16	1,8	77	1x/Woche
Eugen	m	17	1,94	92	nie
Sarah 1	w	17	1,7	53	2-3x/Woche
Josephine	w	18	1,7	56	2-3x/Woche
J.J.	w	17	1,67	58	1x/Woche
Candy	w	17	1,68	55	1-2x/Monat

1. Ziehen Sie eine neue Datentabelle aus der Symbolleiste in Ihren Arbeitsbereich oder wählen Sie **Objekt>Neu>Datentabelle**.



2. Geben Sie bei *<neu>* in der ersten Zeile den Namen des ersten Merkmals (hier: *Name*) ein und drücken Sie die Return-Taste.

ANMERKUNG: Merkmalsnamen dürfen nur aus Buchstaben, Zahlen und Unterstrichen bestehen, wobei sie nicht mit einer Zahl beginnen dürfen. Leerzeichen und andere Zeichen sind nicht erlaubt.

Zu der noch leeren Datentabelle wird automatisch eine leere Kollektion erstellt, die als eine leere Box dargestellt wird. Die Kollektion wird automatisch zunächst mit *Kollektion 1* benannt.



Kollektion 1



Kollektion 1

	Name	<neu>

3. Klicken Sie nun in die Zelle unter *Name* und geben Sie die Namen der Schüler ein. Mit der Return- oder Tab-Taste können Sie in die nächste Zelle wechseln.

Nach der Eingabe des ersten Schülernamens füllt sich die Box, das Symbol der Kollektion, mit goldenen Bällen. Dies symbolisiert, dass die Kollektion nun mindestens einen Fall enthält.



4. Geben Sie die weiteren Merkmale nach demselben Schema ein.

Die Tabelle sieht dann wie folgt aus:



Kollektion 1



Kollektion 1

	Name	Geschlecht	Alter	Größe	Gewicht	Kneipenbesuch
<b>1</b>	Anna-Lena	weiblich	16	1,7	60	1-2x/Monat
<b>2</b>	Hank Sepalot	männlich	17	1,92	85	1-2x/Monat
<b>3</b>	TAFKAP	männlich	16	1,84	77	seltener
<b>4</b>	Tinki-Winki	männlich	16	1,8	68	1x/Woche
<b>5</b>	Hans	männlich	16	1,8	77	1x/Woche
<b>6</b>	Eugen	männlich	17	1,94	92	nie
<b>7</b>	Sarah1	weiblich	17	1,7	53	2-3x/Woche
<b>8</b>	Josephine	weiblich	18	1,7	56	2-3x/Woche
<b>9</b>	J.J.	weiblich	17	1,67	58	1x/Woche
<b>10</b>	Candy	weiblich	17	1,68	55	1-2x/Monat

In FATHOM repräsentiert jede Zeile einen Fall. In unserem Beispiel entspricht jeder Fall, also jede Zeile, einem Schüler. Die Spalten repräsentieren dagegen

die Merkmale oder Variablen. In der Datentabelle haben Sie eine gute und gewohnte Übersicht über die vorhandenen Fälle und Merkmale. Ein weiteres wichtiges Instrument, in dem man sich die Fälle und Merkmale ansehen und auch bearbeiten kann, ist das Info-Fenster der Kollektion.

- Öffnen Sie das Info-Fenster der Kollektion mit einem Doppelklick auf die Kollektion (auf die mit goldenen Bällen gefüllte Box) oder markieren Sie die Kollektion und wählen Sie aus dem Menü **Objekt>Info Kollektion**.

Info Kollektion 1		
Fälle	Messgrößen	Kommentare
Merkmale	Wert	Formel
Name	Anna-Lena	
Geschlecht	weiblich	
Alter	16	
Größe	1,7	
Gewicht	60	
Kneipenbesuch	1-2x/Monat	
<neu>		

← → 1/10      Details zeigen

Eine Kollektion oder ein anderes Objekt markieren Sie mit einem einfachen Klick auf das Objekt. Es wird dann mit einem dickeren blauen Rahmen versehen. Das Info-Fenster der Kollektion besitzt verschiedene Registerkarten und zeigt zunächst die Registerkarte **Fälle**. Auf dieser Registerkarte wird jeder Fall auf einem „Blatt“ dargestellt. Sie können mit den Pfeilen in der Leiste links unten von einem Fall zum nächsten wechseln und wieder zurück.

In FATHOM werden zwei Variablentypen unterschieden: numerische und kategoriale Merkmale. Merkmale deren Werte aus Zahlen oder Größen (Werte mit Einheiten vgl. Abschnitt 1.3.2) bestehen, werden als numerische Variablen behandelt, Merkmale, deren Werte aus Zeichen oder Zeichenketten bestehen, werden kategorial behandelt.

- Mit einem Doppelklick auf den Namen der Kollektion können Sie diesen editieren. Oder markieren Sie die Kollektion und wählen Sie **Kollektion>Kollektion umbenennen...** Geben Sie in die erscheinende Dialogbox den neuen Namen ein: **Schülerbefragung**.

## 1.2 Import von Daten

Prinzipiell haben Sie zwei Möglichkeiten Daten nach FATHOM zu bringen bzw. zu importieren. Zum einen können Sie die Daten in einem anderen Programm oder auf einer Webseite kopieren und in FATHOM in eine Kollektion einfügen, zum anderen können Sie dazu auch die Importfunktion von FATHOM nutzen.

### 1.2.1 Kopieren und Einfügen von Daten

Daten können aus verschiedenen Programmen (z. B. Excel) oder von einer Webseite durch Kopieren und Einfügen nach FATHOM gebracht werden. Wichtig ist dabei, dass die Daten in einer möglichst geeigneten Struktur vorliegen,

d. h. Fälle sollten möglichst in Zeilen dargestellt sein und die Merkmale oder Variablen in Spalten. Günstig ist auch, wenn die erste Zeile die Merkmalsnamen enthielte, so dass diese gleich mit integriert werden können.

Angenommen die Schülerbefragung mit der Sie arbeiten möchten wurde mit einem anderen Programm erstellt und beinhaltet Daten von Schülern aus verschiedenen Klassen.

1. Öffnen Sie in dem entsprechenden Programm die Datei (in einem anderen Fall vielleicht eine Webseite) mit den Daten.

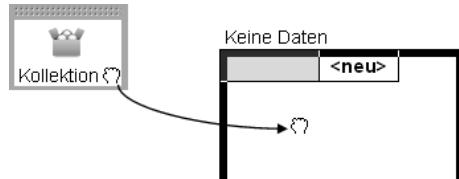
	A	B	C	D	E	F
1	Name	Geschlecht	Alter	Größe	Gewicht	FZ_Kneipe
2	A	männlich		17	1,88	70 2-3x/Woche
3	Abby	weiblich		17	1,7	56 2-3x/Woche
4	Adidas-gilry	weiblich		17	1,7	51 1x/Woche
5	Agneta	weiblich		17	1,8	75 1-2x/Monat
6	Alton	männlich		16	1,9	80 1x/Woche
7	Alaina Macbarens	weiblich		17	1,8	85 1x/Woche

2. Markieren und kopieren Sie alle Fälle mit den Merkmalsnamen, die Sie in Fathom einfügen möchten.
3. Wechseln Sie nach FATHOM und ziehen Sie eine neue Kollektion in Ihren Arbeitsbereich.
4. Markieren Sie die Kollektion und wählen Sie aus dem Menü **Bearbeiten>Fälle einfügen**.

Das Symbol der Kollektion, die Box, füllt sich mit goldenen Bällen. Die Kollektion enthält folglich Daten. Sinnvoll ist es nun zu überprüfen, ob die Daten in gewünschter Weise eingefügt wurden.

5. Markieren Sie die Kollektion und ziehen Sie anschließend eine Datentabelle aus der Symbolleiste in Ihren Arbeitsbereich.

Wenn Sie schon eine leere Tabelle vorliegen haben, können Sie auch den Namen der Kollektion auf die leere Datentabelle ziehen. Die Tabelle sollte wie folgt aussehen:



	Name	Geschlecht	Alter	Größe	Gewicht	FZ_Kneipe
1	A	männlich	17	1,88	70	2-3x/Woche
2	Abby	weiblich	17	1,7	56	2-3x/Woche
3	Adidas-g...	weiblich	17	1,7	51	1x/Woche
4	Agneta	weiblich	17	1,8	75	1-2x/Monat
5	Ailton	männlich	16	1,9	80	1x/Woche

Im Idealfall wurden die Merkmalsnamen direkt übernommen, so dass der erste Fall in der ersten Zeile steht. Wenn dies nicht der Fall ist, können verschiedene Faktoren dafür verantwortlich sein. Lesen Sie dazu die detaillierteren Ausführungen in der FATHOM-Hilfe.

Nun können Sie noch die Kollektion mit einem Doppelklick auf ihren Namen umbenennen.

### 1.2.2 Daten importieren

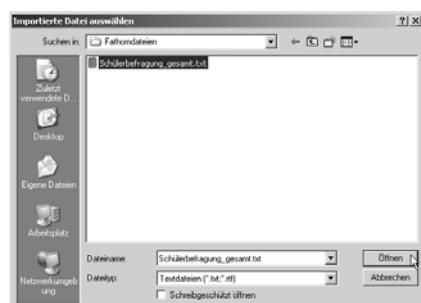
In FATHOM können Sie Daten aus einer Datei, von einer beliebigen Webseite oder der Zensusdatenbank der USA importieren. Für den Import von Daten aus dem Internet oder der Zensusdatenbank lesen Sie in der FATHOM-Hilfe nach. Direkt importieren lassen sich nur Text- oder Html-Dateien. Liegen Ihre Daten in einem anderen Format vor, müssen Sie diese zuerst als Text- oder Html-Datei aus dem aktuellen Programm exportieren.

Liegen die Daten aus Ihrer Schülerbefragung in einer tabstop-getrennten Textdatei vor, so können Sie diese importieren (oder aber auch durch Kopieren und Einfügen nach FATHOM bringen).

- Wählen Sie aus dem Menü **Daten>Importieren> Importieren aus Datei...**

Es öffnet sich ein Fenster, in dem Sie die gewünschte Datei, z. B.: *Schülerbefragung\_gesamt.txt*, auswählen können.

- Markieren Sie die gewünschte Datei und drücken Sie den Button **Öffnen**.



In FATHOM erscheint nun eine Kollektion, die die Daten enthält.

3. Öffnen Sie zu der Kollektion eine Datentabelle, um zu überprüfen, ob die Daten wie gewünscht importiert wurden.

	Name	Geschl...	Alter	
1	A	männlich	17 Jr	
2	Abby	weiblich	17 Jr	
3	Adidas-g...	weiblich	17 Jr	
4	Lanata	weiblich	17 Jr	

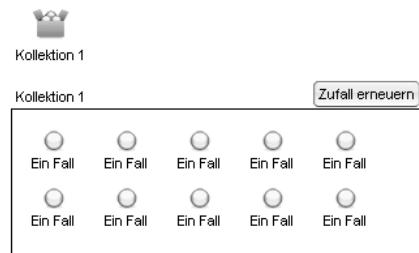
Anschließend können Sie die Kollektion mit einem Doppelklick auf den Namen umbenennen.

## 1.3 Daten einrichten

Die Daten lassen sich in der Kollektion noch auf verschiedenen Ebenen einrichten. Beispielsweise können Daten in dem geöffneten Kollektionsfenster symbolisch dargestellt und benannt werden, so dass man einen anderen Blick auf die Daten erhält (hierzu finden sich auch viele interessante Anwendungen in den Beispieldokumenten). Werte von Daten können mit Einheiten versehen werden, die dann auch in Berechnungen, Auswertungen und graphischen Darstellungen mit übernommen werden und sie können mit Kategorienlisten verknüpft werden. Für weiterführende Analysen können außerdem neue Merkmale hinzugefügt werden. Sie können aus anderen Dateien oder Kollektionen in die aktuelle Kollektion eingefügt werden oder aber aus vorhandenen Merkmalen berechnet werden.

### 1.3.1 Darstellung von Fällen im Kollektionsfenster

Markiert man die Kollektion, so kann man sie an den Ecken ziehen und vergrößern. Nun sieht man jeden Fall als einen goldenen Ball mit der Überschrift „Ein Fall“. Diese Darstellungsform der Fälle kann man auf der Registerkarte **Anzeige** im Info-Fenster der Kollektion in vielfältiger Weise verändern. Die Anzeigemeerkmale  $x$  und  $y$  bestimmen die Position des Mittelpunktes eines Fallsymbols ausgehend von der linken oberen Ecke, wobei  $x$  die Positionierung nach rechts bestimmt und  $y$  die Positionierung nach unten.

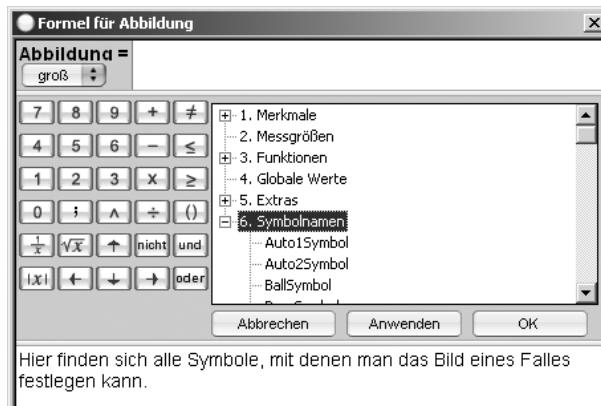


Info Schülerbefragung			
Fäl...	Mes...	Kommentare	Anzeige
Merkmaile	Wert	Formel	
x	32		
y	24		
Abbildung			
Breite	16		
Höhe	16		
Überschrift	Ein Fall		

In der Zeile *Abbildung* kann man das Symbol für die einzelnen Fälle über eine Formel festlegen. Wir möchten uns in diesem Beispiel nun ein Symbol für eine Frau anzeigen lassen, falls es sich um eine Schülerin handelt, und entsprechend ein Symbol für einen Mann, wenn es sich um einen Schüler handelt.

1. Öffnen Sie mit einem Doppelklick auf die Kollektion das Info-Fenster und gehen Sie auf die Registerkarte **Anzeige**.
2. Öffnen Sie mit einem Doppelklick auf die Formelzelle des Anzeigemerkmals *Abbildung* den Formeleditor.

Im Listenfenster können Sie sich alle in FATHOM zur Verfügung stehenden Symbolnamen anzeigen lassen, wenn Sie auf **Symbolnamen** klicken.



3. Geben Sie folgende Formel ein:

$$\text{wenn}(\text{Geschlecht} = \text{"weiblich"}) \left\{ \begin{array}{l} \text{Frau1Symbol} \\ \text{Mann1Symbol} \end{array} \right.$$

Drücken Sie anschließend die Return-Taste oder auf den Button **OK**. Die *wenn*-Anweisung überprüft den Ausdruck in der runden Klammer (hier:

Geschlecht = “weiblich“). Ist diese Bedingung für einen Fall wahr, so wird der obere Ausdruck in der geschweiften Klammer ausgegeben, wenn die Bedingung falsch ist, so wird der untere Ausdruck ausgegeben.

Die goldenen Bälle sind nun durch die gewählten Symbole ersetzt. Um zu sehen, welcher Fall welche Person repräsentiert, kann man die Überschriften der einzelnen Fälle mit Merkmalswerten versehen.

4. Öffnen Sie mit einem Doppelklick auf die Formelzelle des Anzeigemerkmales *Überschrift* den Formeleditor.
5. Geben Sie den Merkmalsnamen **Name** ein. Sie können ihn auch aus dem Listenfenster unter Merkmale mit einem Doppelklick einfügen.

Die vergrößerte Kollektion sieht nun folgendermaßen aus:



Da sich nun die Namen der einzelnen Schüler überschneiden und nicht gut lesbar sind, verschieben wir nun die Symbole der Fälle in der vergrößerten Kollektion.

6. Markieren Sie mit der Maus ein Fallsymbol, fassen Sie es und platzieren Sie es an einer geeigneter Stelle.



Die Merkmalswerte der Anzeigemerkmale *x* und *y* aktualisieren sich im Info-Fenster der Kollektion automatisch und können evtl. noch etwas angepasst werden, so dass die Symbole etwa alle auf gleicher Höhe sind. Wenn Sie die Werte der Merkmale *Breite* und *Höhe* ändern, können Sie die Größe der Symbole variieren. Bei einer Zahl größer als 32 leidet allerdings die Auflösung der Symbole.

### 1.3.2 Einheiten

Die Merkmale *Alter*, *Größe* und *Gewicht* lassen sich mit Einheiten versehen. Man kann Einheiten entweder direkt hinter einen Wert des Merkmals schreiben und die Return-Taste drücken oder man kann sich eine Einheitenzeile anzeigen lassen, in die man die Einheiten oder evtl. auch verknüpfte Einheiten (z. B. für Geschwindigkeit) eingibt. Wenn FATHOM die Einheit kennt, so wird in beiden Fällen die Einheit automatisch für alle (weiteren) Werte des Merkmals übernommen. Kennt FATHOM die Einheit allerdings nicht, so erscheint ein Dialogfenster, in dem gefragt wird, ob man diese Einheit neu definieren möchte. FATHOM erkennt Abkürzungen für Einheiten sowie ausgeschriebene Fassungen.

Für eine Übersicht der verfügbaren Einheiten sowie deren Abkürzungen lesen Sie den entsprechenden Abschnitt der FATHOM-Hilfe.

1. Markieren Sie die Datentabelle und wählen Sie im Kontextmenü (rechte Maustaste) **Einheiten zeigen**.

Es erscheint unter der Zeile mit den Merkmalsnamen eine Einheitenzeile.

Schülerbefragung			
Einheiten	Name	Geschle...	Alter
1	Anna-Lena	weiblich	16
2	Hank Se...	männlich	17
3	TAFKAP	männlich	16
4	Tinki-Winki	männlich	16
5	Hans	männlich	16

2. Geben Sie in die Einheitenzelle des Merkmals *Alter Jahre* ein und drücken Sie die Return-Taste.

FATHOM hat nun alle Werte des Merkmals *Alter* mit der Abkürzung *Jr* für Jahre versehen. Der Name der Einheit steht weiterhin in der Einheitenzeile.

Schülerbefragung			
Einheiten	Name	Geschle...	Alter
			Jahre
1	Anna-Lena	weiblich	16 Jr
2	Hank Se...	männlich	17 Jr
3	TAFKAP	männlich	16 Jr
4	Tinki-Winki	männlich	16 Jr
5	Hans	männlich	16 Jr

3. In die Einheitenzellen der Merkmale *Größe* und *Gewicht* können Sie die Abkürzungen der Einheiten eingeben: *m* und *kg* für Meter und Kilogramm. Bestätigen Sie die Einheiten anschließend wieder mit der Return-Taste.

Die Tabelle sieht nun wie folgt aus (die abgekürzten Einheiten werden in der Einheitenzeile automatisch ausgeschrieben):

Schülerbefragung						
Einheiten	Name	Geschl...	Alter	Größe	Gewicht	Kneipe...
1	Anna-...	weiblich	16 Jr	1,7 m	60 kg	1-2x/Mo...
2	Hank ...	männlich	17 Jr	1,92 m	85 kg	1-2x/Mo...
3	TAFK...	männlich	16 Jr	1,84 m	77 kg	seltener
4	Tinki-...	männlich	16 Jr	1,8 m	68 kg	1x/Woche

### 1.3.3 Kategorienliste

Zieht man ein kategoriales Merkmal in einen Graphen oder in eine Auswertungstabelle, so werden die Kategorien lexikographisch sortiert, was nicht immer sinnvoll ist.

Schülerbefragung		Kneipenbesuch					Zeilen-zusammenfassung
		1-2x/Monat	1x/Woche	2-3x/Woche	nie	seltener	
	S1 = Anzahl ( )	3	3	2	1	1	10

Man kann die Kategorien eines Merkmals in Graphen zwar durch Verschieben der Merkmalsnamen umsortieren (dies geht nicht in Auswertungstabellen), muss dies aber für jede (neue) Graphik jedesmal neu tun. Möchte man die Kategorien aber nicht nur einmal, sondern in allen Objekten prinzipiell in einer bestimmten Reihenfolge erscheinen lassen sowie vielleicht auch Kategorien, die keine Werte enthalten für die Auswertung aber wichtig sind, so ist es sinnvoll das Merkmal oder die Merkmale mit einer Kategorienliste zu verknüpfen.

Kategorienlisten werden dazu verwendet die Werte eines oder mehrerer Merkmale in Kategorien zu gruppieren. Kategorienlisten können zu kategorialen, aber auch zu numerischen Merkmalen erstellt werden. (Dies ist eine Möglichkeit numerische Merkmale kategorial zu behandeln.) Man kann die Kategorienlisten durch Eingeben der Kategorien selbst definieren oder aber aus schon vorhandenen Werten automatisch erstellen lassen. Hilfreich ist auch, dass man dabei die Reihenfolge der Kategorien festlegen kann, und dass diese in allen Graphiken und Auswertungstabellen übernommen wird.

#### Kategorienlisten aus Werten erzeugen

Wir erzeugen zunächst eine Kategorienliste aus den vorhandenen Werten des Merkmals *Kneipenbesuch* und ordnen sie dann nach der Häufigkeitsstufe.

1. Öffnen Sie das Info-Fenster der Kollektion *Schülerbefragung* mit einem Doppelklick auf die Kollektion oder markieren Sie die Kollektion und wählen Sie aus dem Menü **Objekt>Info Kollektion**.
2. Wechseln Sie auf die Registerkarte **Fälle** und klicken Sie auf den Button **Details zeigen** in der unteren rechten Ecke des Fensters. (Die Beschriftung des Buttons ändert sich nun in **Details verborgen**.)
3. Markieren Sie nun das Merkmal *Kneipenbesuch*, indem Sie auf den Merkmalsnamen klicken.



4. Wählen Sie aus dem Pull-down-Menü hinter *Kategorienliste* die Option **Erzeugen aus Wert**.

Es wurde nun eine Kategorienliste erstellt, deren Kategorien die Werte des ausgewählten Merkmals sind. Sie können sich die Kategorienliste auf der Registerkarte **Kategorien** ansehen und die Kategorienliste mit einem Doppelklick auf den Namen umbenennen.

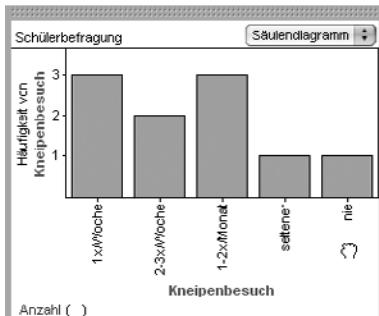


5. Wechseln Sie auf die Registerkarte **Kategorien**.

Info Schülerbefragung	
Fälle	Messgrößen
Kommentare	Anzeige
Kategorien	
<b>Kategorienliste</b>	<b>Kategorien</b>
<b>Kneipenbesuch_Kategorienliste</b>	1-2x/Monat; 1x/Woche; 2-3x/Woche; nie; seltener
<neu>	

Alle vorhandenen Werte des Merkmals sind als Kategorien aufgelistet und mit Semikola getrennt. Da die Reihenfolge der Kategorien für die Darstellung der verknüpften Merkmale wichtig ist, sollten wir diese noch in eine sinnvolle Reihenfolge bringen. Dazu haben Sie prinzipiell zwei Möglichkeiten:

- a) Ziehen Sie das Merkmal, das mit der Kategorienliste verknüpft ist auf einen Graphen und ändern Sie dort durch Verschieben der Kategorien die aktuelle Reihenfolge. (Fassen Sie dazu die Kategoriennamen.)



Die Reihenfolge der Kategorien ändert sich nun auch in der Kategorienliste und in allen verknüpften Merkmalen und Objekten.

- b) Ändern Sie auf der Registerkarte **Kategorien** des Info-Fensters per Hand die Reihenfolge der Kategorien. (Sie können auch die Textbearbeitungsoptionen des Kontextmenüs nutzen.)



### Kategorienlisten direkt eingeben

Genauso gut können Sie eine Kategorienliste per Hand erstellen. Dies geschieht direkt auf der Registerkarte **Kategorien**.

1. Öffnen Sie das Info-Fenster der Kollektion und gehen Sie auf die Registerkarte **Kategorien**.
2. Geben Sie unter *Kategorienliste* bei *<neu>* den Namen (z. B.: *Häufigkeitsstufen*) der neuen Kategorienliste ein und drücken Sie die Return-Taste.



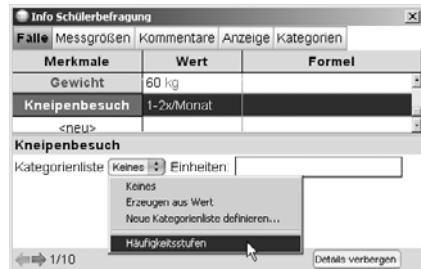
Eine etwas allgemeinere Bezeichnung wie *Häufigkeitsstufen* ist sinnvoll, wenn Sie mehrere Merkmale mit denselben Kategorien verknüpfen möchten. Dazu müssen Sie dann nur eine Kategorienliste erzeugen.

3. Geben Sie nun in die nebenstehende Zelle die Kategorien mit Semikola getrennt in der Reihenfolge ein, in der die Kategorien in Graphen, Auswertungstabellen und anderen Objekten erscheinen sollen.



Nun haben Sie eine Kategorienliste erstellt und müssen Sie nur noch mit einem oder auch mehreren Merkmalen verknüpfen. Die Merkmale müssen natürlich Werte haben, die diesen Kategorien entsprechen. Falls dies nicht der Fall ist, müssen Sie entweder die Kategorien den Merkmalswerten anpassen oder die Werte der Merkmale geeignet transformieren (vgl. Abschnitt 2.7). Sie können aber auch Kategorien in die Liste mit aufnehmen, von denen Sie wissen, dass sie nicht bei den Merkmalswerten vorkommen wie beispielsweise „jeden Tag“, die Sie aber gerne in den verschiedenen Darstellungsformen sehen möchten.

4. Wechseln Sie auf die Registerkarte **Fälle** und klicken Sie auf den Button **Details zeigen**.
5. Markieren Sie das Merkmal, das Sie mit der Kategorienliste verknüpfen möchten und wählen Sie aus dem Pull-down-Menü hinter Kategorienliste **Häufigkeitsstufen** aus.



Das Merkmal ist nun mit der Kategorienliste verknüpft. Sie können auch gleichzeitig mehrere Merkmale markieren, indem Sie die Shift-Taste gedrückt halten während Sie die Merkmale anklicken und diese anschließend mit einer Kategorienliste verknüpfen.

Die Verknüpfung von Kategorienlisten mit Merkmalen können Sie auch wieder lösen.

6. Markieren Sie das Merkmal, bei dem Sie die Verknüpfung lösen möchten und wählen Sie aus dem Pull-down-Menü hinter Kategorienliste **Keines** aus.

#### 1.3.4 Definition weiterer Merkmale

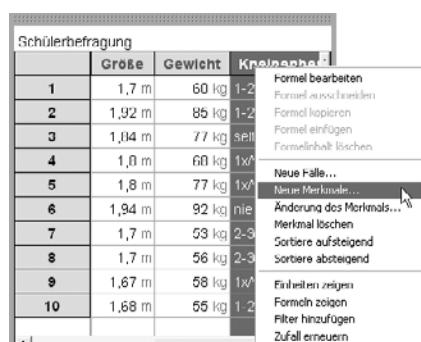
Zunächst möchten wir ein weiteres Merkmal *BMI*, den Body Mass Index, erstellen. Dazu erzeugen wir ein neues Merkmal, dass durch eine Formel definiert wird, die auf dem Gewicht und der Körpergröße der Schüler basiert:

$$\text{BMI} = \frac{\text{Gewicht}}{\text{Größe}^2} .$$

Das neue Merkmal kann hinter die anderen Merkmale eingefügt werden, indem man einfach in die letzte Spalte, in der *<neu>* steht, einen neuen Merkmalsnamen einträgt. Man kann ein neues Merkmal aber auch zwischen schon vorhandene Merkmale platzieren.

1. Markieren Sie in der Datentabelle das Merkmal vor dem das neue Merkmal eingefügt werden soll.
2. Wählen Sie über das Kontextmenü (rechte Maustaste) die Option **Neue Merkmale...**

Es erscheint eine Dialogbox, in die der Name des neuen Merkmals eingegeben werden kann.



3. Geben Sie **BMI** ein und klicken Sie auf **OK** oder drücken Sie die Return-Taste.

Es wird eine neue Spalte mit dem Merkmalsnamen *BMI* eingefügt. Diese möchten wir nun durch eine Formel definieren.

4. Markieren Sie das Merkmal und öffnen Sie über das Kontextmenü **Formel bearbeiten** den Formeleditor.
5. Geben Sie die Formel **Gewicht/Größe<sup>2</sup>** ein.



Die Formel berechnet nun für jeden Fall, also für jeden Schüler den Body Mass Index aus den Merkmalen *Gewicht* und *Größe*.

	<b>Größe</b>	<b>Gewicht</b>	<b>BMI</b>
<b>Einheiten</b>	Meter	Kilogramm	$\text{kg}/\text{m}^2$
=			$\text{Gewicht}/\text{Größe}^2$
1	1,7 m	60 kg	20,7612 $\text{kg}/\text{m}^2$
2	1,92 m	85 kg	23,0577 $\text{kg}/\text{m}^2$
3	1,84 m	77 kg	22,7434 $\text{kg}/\text{m}^2$

Die Spalte *BMI* ist dynamisch mit den anderen zwei Spalten verknüpft. Fügen Sie also der Kollektion weitere Fälle hinzu, so werden die Werte für die neuen Fälle automatisch berechnet. Bei Änderung von Werten in den Spalten *Gewicht* und *Größe* wird der BMI aufgrund der Verknüpfung auch automatisch neu berechnet. Die Einheit des Merkmals *BMI* wird über die Formel aus den Einheiten der verwendeten Merkmale zusammengesetzt. Sie können sich die Einheiten- und auch die Formelzeile über das Kontextmenü anzeigen lassen. Die Spaltenhöhe und -breite können Sie durch ein Ziehen der Zellenräder variieren.

Die Felder des neuen Merkmals sind grau hinterlegt, um anzudeuten, dass die Werte durch eine Formel berechnet wurden. Solche Werte können nicht per Hand in der Tabelle geändert werden. Möchten Sie einmal einen formelberechneten Wert ändern, so müssten Sie zunächst den Formelinhalt der zugehörigen Spalte löschen. Die Werte werden dadurch nicht gelöscht, sondern verlieren nur ihren grauen Hintergrund und können nun einzeln bearbeitet werden.

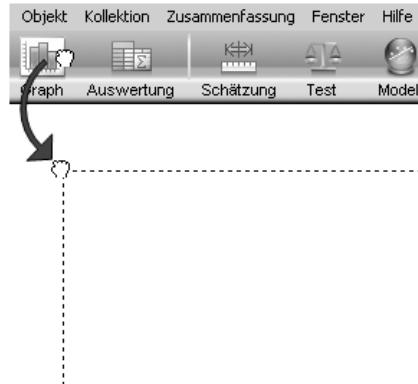
## 1.4 Graphen und Auswertungstabellen

Graphen und Auswertungstabellen bieten in FATHOM die Möglichkeit Daten zu visualisieren und auszuwerten. Beide Objekte lassen sich aus der Symbol-

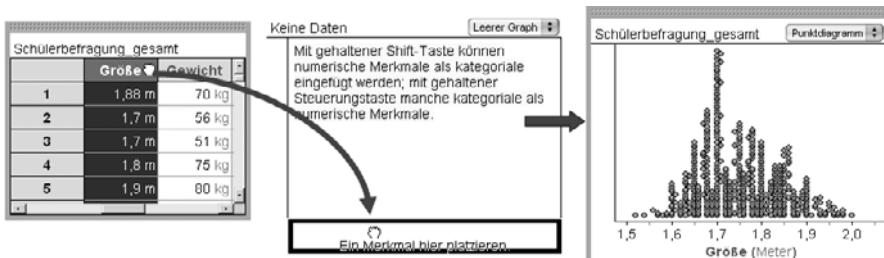
leiste in Ihren Arbeitsbereich ziehen oder über das Menü **Objekt>Neu>[Objekt]** einfügen. In die noch leeren Objekte können durch drag and drop Merkmale eingefügt werden.

### 1.4.1 Einfache Graphiken

- Ziehen Sie aus der Symbolleiste einen neuen Graphen.



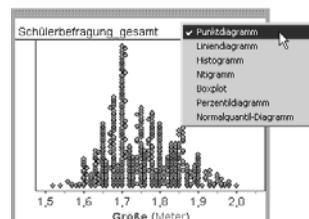
- Ziehen Sie nun aus der Datentabelle, dem Info-Fenster oder anderen Objekten ein Merkmal auf eine der Achsen.



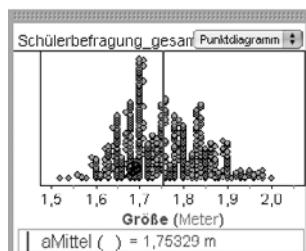
Wenn Sie ein kategoriales Merkmal auf eine der Achsen ziehen, erhalten Sie zunächst ein Säulendiagramm. Wenn Sie ein numerisches Merkmal auf eine der Achsen ziehen erhalten Sie ein Punktdiagramm. Die gelb unterlegte Information, die in dem Graphen erscheint, sagt Ihnen wie man kategoriale Merkmale als numerische darstellt und umgekehrt. Sie können bei den Graphiken noch zwischen verschiedenen Darstellungsarten wählen.

- Wählen Sie die Art des Graphs aus dem Pull-down-Menü in der oberen rechte Ecke des Graphfensters.

In die Graphik lassen sich nun noch verschiedene Kennzahlen eintragen.



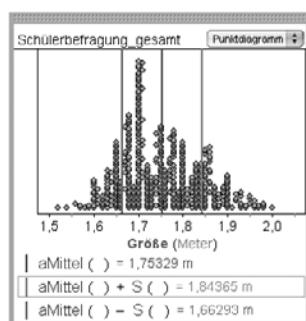
4. Markieren Sie den Graph und wählen Sie im Menü **Graph Wert einzeichnen**. Es öffnet sich automatisch der Formeleditor, in den Sie die Formel für Werte eingeben können. Geben Sie `aMittel( )` für das arithmetische Mittel ein. Drücken Sie den Button **OK** oder die Return-Taste, um die Formel zu bestätigen.



Die Formel des eingezeichneten Wertes steht im unteren Fensterrand. Geben Sie in die Funktion kein Argument ein, so bezieht sich die Formel automatisch auf das in der Graphik dargestellte Merkmal. Wenn Sie zum Mittelwert auch noch die Standardabweichung einzeichnen möchten, gehen Sie wie folgt vor:

5. Wiederholen Sie die Schritte unter 4. und geben Sie einmal die Formel `aMittel( ) + S( )` und einmal die Formel `aMittel( ) - S( )` ein, für das arithmetische Mittel plus/minus einmal die Standardabweichung.

Jeder eingezeichnete Wert erscheint in einer anderen Farbe. Die entsprechenden Formeln stehen unterhalb der Graphik und sind ebenfalls farblich markiert. Die eingezeichneten Werte bleiben erhalten, wenn Sie die Darstellungsart der Graphik ändern. Je nachdem welche Darstellungsart einer Graphik Sie gerade vorliegen haben, können Sie auch bewegliche Geraden oder Funktionen einzeichnen.



#### 1.4.2 Komposite Graphiken

In Graphiken lassen sich auf unterschiedliche Weise mehrere Merkmale einführen. Sie können beispielsweise mehrere gleichartige Merkmale auf eine Achse ziehen, Merkmale auf beide Achsen ziehen oder Merkmale in die Mitte einer Graphik platzieren. Sie können etwas mit den Graphiken experimentieren, um eine geeignete Darstellung Ihrer Daten zu erhalten. Im Folgenden werden einige Beispiele anhand der Schülerbefragung vorgestellt. Detaillierte Ausführungen finden Sie in der FATHOM-Hilfe.

Wenn man nun an den Unterschieden der Körpergröße bezüglich der Jungen und Mädchen interessiert ist, kann man das Punktdiagramm aufsplitten, so dass Jungen und Mädchen unterschiedlich dargestellt werden.

1. Erstellen Sie eine neue Graphik und ziehen Sie das Merkmal *Größe* auf die horizontale Achse.