

**Software Handbuch zu
„Sprache, Beweis und Logik“
“Language, Proof and Logic“ (LPL)**

Gerard Allwein, Dave Barker-Plummer,
Jon Barwise, John Etchemendy, Albert Liu

Copyright 2006
mentis Verlag, Paderborn
Übersetzung aus dem Englischen: Dominik Klein

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Systemvoraussetzungen	1
1.2	Programme installieren	2
1.3	LPL-Website	2
2	Submit	5
2.1	Erste Schritte	5
2.2	Einzusendende Dateien auswählen	6
2.3	Sind meine Dateien angekommen?	8
2.4	Persönliche Einstellungen und Benutzerdaten	8
2.4.1	Proxy-Einstellungen	8
2.4.2	Bevorzugte Server-Einstellungen	9
2.4.3	Timeout-Einstellungen	10
2.4.4	Persönlichkeit	10
3	Tarski's World	13
3.1	Erste Schritte	13
3.1.1	Gespeicherte Dateien öffnen	13
3.1.2	Neue Dateien	14
3.1.3	Dateien speichern	14
3.1.4	Registerkarten schließen	15
3.1.5	Dateien wiederherstellen	15
3.1.6	Drucken	15
3.1.7	Tarski's World beenden	15
3.2	Das Weltfenster	15
3.2.1	Klötzchen hinzufügen	15
3.2.2	Klötzchen auswählen	15
3.2.3	Klötzchen bewegen	16
3.2.4	Größe und Form von Klötzchen verändern	16
3.2.5	Klötzchen benennen	16
3.2.6	Klötzchen entfernen	16
3.2.7	Klötzchen ausschneiden, kopieren und ein- fügen	17
3.2.8	Beschriftungen ausblenden	17
3.2.9	2-D Ansicht	17
3.2.10	Welten drehen	17
3.3	Das Satzfenster	18
3.3.1	Formeln eingeben	18

3.3.2	Sätze kommentieren	18
3.3.3	Satzlisten erzeugen	18
3.3.4	Zwischen Sätzen wechseln	18
3.3.5	Sätze entfernen	19
3.3.6	Tastatureingabe von Symbolen	19
3.3.7	Ausschneiden, Kopieren und Einfügen	19
3.4	Syntax und Wahrheit	20
3.5	Das Spiel	20
3.5.1	Klötzchen und Sätze auswählen	21
3.5.2	Zurückgehen und aufgeben	21
3.5.3	Wann Sie das Spiel spielen sollten	21
3.6	Persönliche Einstellungen	22
4	Fitch	25
4.1	Erste Schritte	25
4.1.1	Die Menüs	25
4.1.2	Die Werkzeugleiste	26
4.1.3	Das Beweisfenster	26
4.2	Beweise erstellen und bearbeiten	26
4.2.1	Schrittnumerierung	27
4.2.2	Der Fokussierer	27
4.2.3	Den Fokussierer bewegen	27
4.2.4	Beweisschritte hinzufügen	28
4.2.5	Sätze in Beweisschritte eingeben	28
4.2.6	Beweisschritte entfernen	28
4.2.7	Ableitungsregeln festlegen	28
4.2.8	Ableitungsregeln ändern	29
4.2.9	Begründungsschritte zuweisen	30
4.2.10	Beweise und Beweisschritte überprüfen	30
4.2.11	Standardanwendungen von Regeln	30
4.2.12	Unterbeweise öffnen und schließen	31
4.2.13	Gerahmte Konstanten in Unterbeweisen	31
4.2.14	Unterbeweise entfernen	31
4.3	Beweisziele	31
4.4	Kopieren und einfügen	32
4.4.1	Sätze kopieren und einfügen	32
4.4.2	Zielsätze kopieren und einfügen	32
4.4.3	Beweisteile kopieren und einfügen	32
4.5	Beweise ausdrucken	33
4.6	Aufgaben erstellen	33
4.6.1	Prämissen hinzufügen und entfernen	34
4.6.2	Ziele hinzufügen und entfernen	34
4.6.3	Neue Aufgaben speichern	34
5	Boole	37
5.1	Erste Schritte	37
5.1.1	Die Menüs	37
5.1.2	Die Werkzeugleiste	37
5.1.3	Die Beurteilungszeile	38
5.1.4	Das Wahrheitstafelfenster	38

5.1.5	Das Wahrheitstafelfenster anpassen	39
5.2	Wahrheitstafeln erstellen und bearbeiten	39
5.2.1	Zielsätze eingeben	39
5.2.2	Referenzspalten erstellen	39
5.2.3	Wahrheitswerte eintragen	40
5.3	Beurteilungen festlegen	40
5.4	Wahrheitstafeln überprüfen	40
5.5	Wahrheitstafeln speichern und drucken	41

Kapitel 1

Einleitung

Dieses Handbuch enthält Anleitungen zur Benutzung der Programme Submit, Tarski's World, Fitch und Boole. Diese vier Programme sind zur Benutzung mit dem Lehrbuch *Language, Proof and Logic* bzw. dessen deutscher Übersetzung *Sprache, Beweis und Logik* gedacht und auf der CD-ROM enthalten, die mit dem Buch erworben werden kann. In diesem Handbuch wird lediglich die Bedienung der Programme beschrieben, nicht aber der logische Gehalt, der dahinter steht. Um Einblick in die Logik zu bekommen, müssen Sie das Buch lesen und Aufgaben daraus lösen.

In diesem Handbuch wird vorausgesetzt, dass der Anwender mit den Grundlagen des Umgangs mit einem Computer vertraut ist, also solchen Dingen wie ihn anzuschalten, Programme zu starten, Dateien zu öffnen und zu speichern, mit Menüs umzugehen, einfache Textbearbeitung vorzunehmen, vor sich hin zu schimpfen, wenn etwas nicht klappt, und abzuschalten. Falls Sie das nicht sind, werden Sie vermutlich ohne allzu große Probleme einen Freund, Kommilitonen, Tutor oder kleinen Bruder finden, der ihnen gerne ein wenig unter die Arme greift.

Im Folgenden werden wir uns auf die Besonderheiten der beiliegenden Programme konzentrieren.

Tarski's World, Fitch und Boole sind Programme, die Ihnen dabei helfen, die in den Text eingestreuten Aufgaben zu lösen. Die Funktion von Submit hingegen besteht darin, die gelösten Aufgaben an einen elektronischen Korrektor im Internet, der auf den schönen Namen „Grade Grinder“ hört, zu versenden. Der Grade Grinder nimmt die Dateien, die von Submit verschickt werden, in Empfang, bewertet sie und schickt Ihnen (und nach Wunsch auch Ihrem Tutor) eine Bewertung zu. Um Aufgaben einschicken zu können, brauchen Sie die Paket-ID, die in dem Paket aus Buch und Software enthalten ist, und Sie müssen natürlich auch über einen Internetzugang verfügen.

Dieses Handbuch sollte als Nachschlagewerk bei der Arbeit mit dem Textbuch verwendet werden. Bevor Sie mit einem der Programme beginnen, sollten Sie so viel in dem entsprechenden Kapitel lesen, dass Sie einigermaßen mit dem Programm zurechtkommen. Wenn dann später Probleme auftauchen, hilft ein Blick ins Handbuch meistens weiter.

1.1 Systemvoraussetzungen

Alle vier Programme laufen auf Macintosh-Computern mit System 8.1 oder einem neueren Betriebssystem und auf PCs mit Microsoft Windows 98, NT 4.0, 2000 oder XP, die zumindest über einen Pentium-Prozessor verfügen.

Alle Programme des *Sprache, Beweis und Logik*-Pakets sind in Java geschrieben und benötigen

eine entsprechende Java-Software auf Ihrem Computer: Alles was an Software benötigt wird, inklusive dieser Java-Programme, ist auf der CD-ROM enthalten, muss aber gegebenenfalls installiert werden.

- **Windows (alle Versionen)** Java wird automatisch mit der LPL Software installiert.
- **Macintosh (System 8.x oder 9.x)** Sie benötigen MRJ (Macintosh Runtime for Java) 2.1.2. oder höher. Dieses Programm ist eventuell schon auf Ihrem Computer installiert; falls nicht, finden Sie das MRJ-Installationsprogramm aber auch auf der CD-ROM.
- **Macintosh (Mac OS X)** Java ist Bestandteil des Mac OS X Betriebssystems. Zur Optimierung Ihres Programmes sollten Sie sicher stellen, dass alle Updates des Betriebssystems installiert sind. Dies können Sie mit Apple's Software Update-Programm erreichen, das auf ihrem Computer vorinstalliert ist.

Wir empfehlen, soweit möglich, die Benutzung der Mac OS X-Versionen der Programme. Die CD-ROM enthält aber auch alle Programme in einer Macintosh-Classic-Version. Auf Mac System 8.x oder 9.x müssen alle Programme in der Classic-Version verwendet werden; auf Mac OS X in einer früheren Version als 10.4.0. benötigt Tarski's World die Classic-Version.

Falls Sie Probleme haben, die Programme zum Laufen zu bringen, finden Sie Hilfe in der ReadMe-Datei der CD-ROM.

Um Dateien mittels Submit zum Grade Grinder einschicken zu können, brauchen Sie einen funktionierenden Internetzugang. Falls Sie einen öffentlichen Computer in Ihrer Universität benutzen, wird dieser vermutlich über eine Anbindung an das lokale Netzwerk der Uni und darüber ans Internet verfügen. Falls Sie Ihren privaten Computer zu Hause benutzen, müssen Sie gegebenenfalls erst die Verbindung zu ihren Internetdiensteanbieter herstellen (z.B. T-Online, AOL. . .). Als Faustregel gilt: Wenn Sie im Internet surfen können, sollte Submit auch in der Lage sein, Kontakt zum Grade Grinder herzustellen.

1.2 Programme installieren

Die *Sprache, Beweis und Logik*-Software kann direkt von der CD-ROM gestartet werden. Wenn Sie aber an Ihrem eigenen Computer arbeiten, ist eine Installation der Software auf der Festplatte zu empfehlen, da die Programme dann deutlich schneller laufen. Die CD-ROM enthält in der ReadMe Datei eine detaillierte Installationsanleitung.

Unabhängig davon, ob Sie die Programme von CD-ROM oder von Ihrer Festplatte starten, müssen Sie Ihre Dateien auf einem beschreibbaren Speichermedium (also Festplatte, USB-Stick. . .) speichern, da Ihr Computer die CD-ROM nicht beschreiben kann. Falls Sie an einem öffentlichen Computer arbeiten, ist es zu empfehlen die Hausaufgaben-dateien nicht auf der Computerfestplatte zu lassen, da sie dort von anderen Benutzern gelöscht oder kopiert werden könnten.

1.3 LPL-Website

Falls Fehler oder andere Probleme an der Software auftreten, sollten Sie sich an die Hilfeseiten der LPL-Homepage wenden.

Die Adresse dieser Web-Site ist:

<http://lpl.stanford.edu>

Auf dieser Website finden Sie auch die neuesten Informationen über die Software und herunterladbare Updates für registrierte Benutzer.

Falls Ihnen irgendein Fehler in der Software über den Weg laufen sollte, schauen Sie bitte erst auf obiger Website nach eventuellen Informationen zu diesem Thema. Wenn Sie dort nichts zu Ihrem Problem finden, wenden Sie sich bitte per (englischsprachiger) E-mail an:

`LPLbugs@csl.stanford.edu`

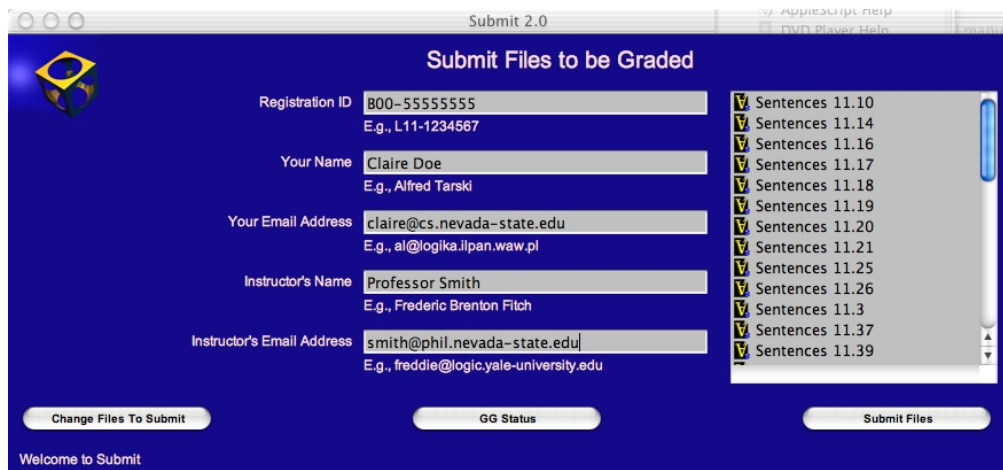


Abbildung 2.1: Submit Hauptfenster.

Kapitel 2

Submit

Submit ist ein Computerprogramm, mit dem Sie Ihre Hausaufgaben übers Internet einschicken können. Die eingeschickten Hausaufgaben gehen zum Grade Grinder, einem Bewertungsserver, der Ihre Lösungen überprüft und Ihnen, nach Wunsch auch Ihrem Seminarleiter, eine Rückmeldung gibt. In diesem Kapitel wird die Benutzung von Submit erläutert.

2.1 Erste Schritte

Der Computer, auf dem Submit läuft, muss über eine Verbindung zum Internet verfügen. Submit benutzt die gleichen Übertragungswege wie ein Internetbrowser; wenn Sie also über Ihren Browser (Internet Explorer, Netscape, Firefox...) Zugang zum Internet haben, sollte auch die Übertragung von Dateien zum Grade Grinder funktionieren.

Um Lösungen zum Grade Grinder einschicken zu können, sollten Sie Folgendes vorliegen haben:

1. **Die Lösungsdateien, die Sie einschicken wollen.** Vielleicht sollten Sie alle einzuschickenden Lösungen in einem Ordner sammeln. Bedenken Sie aber immer, dass die Dateien genau den Namen tragen müssen, der im Buch angegeben ist. Submit verschickt nur solche Dateien, deren Name mit **World**, **Sentences**, **Proof** oder **Table** anfangen und die den richtigen Dateityp haben. (Tarski's World, Fitch oder Boole). Wenn Sie versuchen, eine Datei mit einem unzulässigen Namen einzuschicken, gibt Submit Ihnen Gelegenheit, den Namen zu korrigieren. Wenn Sie versuchen, eine Datei mit der falschen Aufgabennummer einzuschicken (z.B. **World 1.1** statt **World 10.1**), versendet Submit die Datei; der Grade Grinder wird aber entweder mitteilen, dass er sie nicht bewerten kann oder sie als falsch beurteilen. Seien Sie also vorsichtig, wenn Sie Namen für Lösungsdateien vergeben.
2. **Ihre Paket-ID.** Die Paket-ID ist eine eindeutige Identifikationsnummer, die im *Sprache, Beweis und Logik* Paket enthalten ist. Sie hat die Form **L11-1234567**, also ein Buchstabe gefolgt von zwei Zahlen, einem Strich und sieben weiteren Zahlen. Lassen Sie niemand anderen Ihre ID benutzen, da der Grade Grinder die eingeschickten Aufgabendateien anhand der IDs den einzelnen Studenten zuordnet.
3. **Ihr Name und Ihre vollständige E-Mail-Adresse.** Der Name, den Sie eingeben, sollte es Ihrem Seminarleiter ermöglichen, Sie eindeutig zu identifizieren. Wichtig ist, dass Sie Ihre E-Mail-Adresse vollständig und korrekt eingeben, also z.B. *claire@phil.uni-bonn.de*

statt nur *claire* oder *claire@phil* oder *claire@phil.uni-bonn* – der Grade Grinder braucht eine gültige Adresse, um Ihnen seine Bewertung zuschicken zu können. Sie können Ihre E-Mail-Adresse im Laufe des Kurses nicht ändern, stellen Sie also sicher, dass Sie die richtige Adresse verwenden und korrekt eingeben.

4. **Name und vollständige E-Mail-Adresse Ihres Seminarleiters.** Wenn Sie möchten, dass Ihr Seminarleiter eine Kopie Ihrer Ergebnisse bekommt, brauchen Sie auch seinen bzw. ihren Namen und vollständige E-mail-Adresse. Die E-mail-Adresse Ihres Seminarleiters muss zu einer der Seminarleiteradressen in der Grade Grinder Datenbank passen; finden Sie also heraus, welche das ist! Wenn Sie nicht möchten, dass Ihr Seminarleiter die Ergebnisse zu Gesicht bekommt, sind diese Angaben natürlich nicht erforderlich.

Submit starten

Um Submit zu starten, klicken Sie auf das blaue Submit-Programmsymbol, auf dem die Ecke eines gelben Würfels zu sehen ist.¹ Nach einigen Augenblicken erscheint das Hauptfenster von Submit auf dem Bildschirm – Sie erkennen es an dem rotierenden Würfel.

Ihre Aufgabe besteht lediglich darin, die verschiedenen Teile dieses Fensters auszufüllen, indem Sie die entsprechenden Informationen eingeben und eintragen, welche Dateien eingeschickt werden sollen. Wenn Sie dies getan haben, klicken Sie auf die **Submit Files** Schaltfläche in der unteren rechten Ecke des Fensters.

Beginnen Sie mit der Eingabe der benötigten Daten. (Paket-ID, Ihr Name usw.) Lesen Sie dazu auch den vorhergehenden Abschnitt, falls Sie dies noch nicht getan haben. Denken Sie bitte daran, Ihre vollständige E-mail-Adresse zu verwenden und sie auch richtig zu schreiben. Wenn Sie einmal Dateien eingeschickt haben, ist Ihrer Paket-ID die eingegebene E-mail-Adresse zugeordnet, so dass niemand unter Ihrer ID falsche Aufgaben einschicken kann. Bei späteren Einsendevorgängen müssen Sie daher genau die E-Mail-Adresse verwenden, die Ihrer Paket-ID zugeordnet ist; merken Sie sich also, welchen Account Sie benutzt haben, falls Sie mehrere E-Mail-Adressen besitzen. Innerhalb von 30 Tagen nach dem ersten Anmelden auf dem Grade Grinder-Server haben Sie noch die Möglichkeit, Ihre E-Mail-Adresse zu ändern; Näheres dazu finden Sie im Support-Abschnitt der Website.

2.2 Einzusendende Dateien auswählen

Sie haben mehrere Möglichkeiten auszuwählen, welche Dateien Sie einschicken möchten. Der gängigste Weg ist, auf die **Choose Files to Submit** Schaltfläche in der unteren linken Ecke des Submit-Fensters zu klicken. Dies öffnet ein Fenster, in dem zwei Listen von Dateien angezeigt werden: Die linke Liste zeigt alle Dateien des aktuellen Ordners, die rechte Liste füllt sich, wenn Sie die Dateien auswählen, die Sie einschicken wollen. Ihre Aufgabe besteht also darin, die Namen Ihrer Lösungsdateien in der linken Liste zu finden und in die rechte Liste zu übertragen.

Um Ihre Lösungsdateien zu finden, müssen Sie eventuell in der linken Liste durch die Ordnerstruktur Ihres Computers navigieren. Um zu einem „höheren“ Ordner, also einem, der den Ordner enthält, in dem Sie sich gerade befinden, zu wechseln, klicken Sie auf den Ordernamen, der über der linken Liste erscheint. Dies öffnet ein Popup-Menü, in dem alle Ordner (und Laufwerke), die den aktuellen Ordner enthalten, angezeigt sind. Wählen Sie den Ordner aus, dessen Inhalt Sie anschauen möchten. Um in einen „tieferen“ Ordner zu kommen, also einen Ordner, der im aktuellen Ordner enthalten ist, wählen Sie den Namen des Zielordners aus der linken Liste

¹Als Windowsnutzer können Sie Submit auch im **Start** Menü über **Programme/LPL Software/Submit** starten.

und drücken Sie auf **Open**, bzw. doppelklicken Sie auf den Namen des Ordners. Mit diesen beiden Techniken sollten Sie auf jede Datei, die auf Ihrem Computer oder irgendeinem Datenträger in einem der Laufwerke gespeichert ist, zugreifen können.

Wenn Sie die Datei(en), die Sie einsenden möchten, gefunden haben, markieren Sie den Dateinamen in der linken Liste und klicken Sie auf die **Add>>>** Schaltfläche in der Mitte des Fensters um die Datei in die rechte Liste aufzunehmen. Wiederholen Sie diesen Vorgang, bis die rechte Liste alle Dateien enthält, die Sie einschicken möchten. Falls eine dieser Dateien einen falschen Dateityp oder einen falschen Namen hat, weigert sich Submit diese in die rechte Liste aufzunehmen und gibt Ihnen eine entsprechende Warnmeldung. Falls eine Datei lediglich einen unzulässigen Namen hat, gibt Submit Ihnen die Gelegenheit, diesen Namen zu ändern. (Dies ändert nur den Namen, unter dem die Datei eingeschickt wird; auf der Festplatte bleibt der alte Name erhalten) Nachdem Sie alle Dateien ausgewählt haben, die Sie auswählen wollten, drücken Sie auf die **Done** Schaltfläche unter der rechten Liste.

Ein weitere Möglichkeit auszuwählen, welche Dateien eingeschickt werden sollen, besteht darin **Choose File to Submit...** aus dem **File** Menü zu wählen, während Sie sich im Hauptfenster von Submit befinden. Dies öffnet das Standardmenü zum Öffnen von Dateien. Wenn Sie eine Datei passenden Typs auswählen (also z.B. eine Fitch-Datei), wird diese direkt zur Liste der einzuschickenden Dateien hinzugefügt. Diese Methode ist allerdings umständlich, wenn Sie mehr als eine Datei einsenden wollen.

Der schnellste Weg, Dateien zum Einschicken auszuwählen besteht darin, die entsprechen Dateien (oder einen Ordner, in dem diese enthalten sind) auf das Submit Symbol zu ziehen. Dies öffnet Submit (falls es nicht schon geöffnet ist) und setzt die Dateien direkt auf die Liste der einzusendenden Dateien.

Dateien einsenden

Wenn Sie im Hauptfenster alle geforderten Informationen eingetragen und die Liste der zu versendenden Dateien erstellt haben, klicken Sie auf die **Submit Files** Schaltfläche unterhalb dieser Dateiliste. Submit bittet Sie dann nochmals zu bestätigen, dass Sie die Dateien auf der Liste versenden wollen, und fragt, ob Sie die Ergebnisse nur an Ihre Adresse oder auch an die Ihres Seminarleiters gesendet haben möchten. Wenn Sie gelöste Hausaufgaben einsenden, sollten Sie **Instructor Too** wählen, wenn Sie nur überprüfen möchten, ob Sie ein Problem korrekt gelöst haben, wählen Sie **Just Me**. Eines dieser beiden Kästchen muss gewählt werden, bevor Sie mit der **Proceed** Schaltfläche Ihre Einsendung endgültig abschicken können.

Wenn Sie möchten, können Sie über die **Add Text Message** Schaltfläche eine Textnachricht an Ihre Einsendung anhängen; der Text erscheint dann in der Auswertungs-E-Mail, die der Grade Grinder verschickt. Diese Option ist vielleicht ganz nützlich, wenn Sie sich bei Ihrem Seminarleiter beklagen möchten, wie lange Sie an ihren Hausaufgaben gesessen haben!

Nach einigen Augenblicken bekommen Sie eine Nachricht des Grade Grinder, welche Dateien er empfangen hat und welche er davon auswerten kann. (Wenn Sie eine Datei falsch nummeriert haben, kann der Grade Grinder sie nicht auswerten.) Sie können diese Nachricht als Bestätigung über den Empfang der Dateien speichern.

Was Submit versendet

Wenn Sie Dateien an den Grade Grinder einsenden, verschickt Submit lediglich eine Kopie dieser Dateien. Die Originale sind immer noch dort, wo Sie sie ursprünglich abgespeichert hatten. Wenn Sie an einem öffentlichen Rechner gearbeitet haben, ist es von Vorteil, diese nicht offen herumliegen zu lassen. Sie sollten diese auf einem USB-Stick oder einer Diskette, die Sie mitnehmen können, abspeichern und alle Kopien von der Festplatte des öffentlichen Computers löschen.

2.3 Sind meine Dateien angekommen?

Wenn Sie die gerade beschriebene Nachricht des Grade Grinder bekommen haben, wissen Sie, dass Ihre Dateien angekommen sind. Wenn Sie hingegen eine Fehlermeldung empfangen oder beim Einsenden überhaupt nichts passiert, hat der Grade Grinder Ihre Dateien nicht bekommen. Wenn Ihre Sendung nicht durchkommt, liegt es vermutlich an Ihrer Internetverbindung. Versuchen Sie erneut, die Dateien einzusenden, unter Umständen von einem anderen Computer aus. Momentan gibt es zwei Grade Grinder-Server: einen in Kalifornien und einen in Illinois. Wenn Submit einen dieser Server nicht erreichen kann, probiert es den anderen. Wenn beide Versuche fehlschlagen, liegt es vermutlich daran, dass Ihr Computer oder Ihr lokales Netzwerk keinen Zugang zum Internet herstellen kann. Wenn Sie sich sicher sind, über eine Internetverbindung zu verfügen, kann Ihr Problem auch an den Proxy-Einstellungen liegen; lesen Sie dazu Abschnitt 2.4.1

Eine zweite Bestätigung, dass Ihre Dateien angekommen sind, ist die E-Mail mit den Ergebnissen, die Grade Grinder Ihnen schickt. Diese Nachricht erhalten Sie einige Zeit nach Einsendung Ihrer Dateien, abhängig davon, wie umfangreich ihre Sendung war, wie viele andere Dateien der Grade Grinder überprüft und wie lange die E-Mail braucht, bis sie Sie erreicht. Normalerweise sollten Sie die E-Mail aber einige Minuten nach dem Absenden Ihrer Dateien erhalten.

Sie können Einsendungen mit der **GG Status** Schaltfläche am unteren Ende des Submit-Fensters nachverfolgen. Wenn es dem Grade Grinder nicht gelungen ist Ihre Einsendung auszuwerten, erfahren Sie hier ebenso, welche Ihrer Einsendungen Verspätungen haben und warum.

2.4 Persönliche Einstellungen und Benutzerdaten

Die Informationen, die außer den einzusendenden Dateien noch im Hauptfenster von Submit eingetragen werden, heißen Benutzerdaten. Wenn Sie Ihren Namen, E-Mail-Adresse etc. nicht bei jedem Versendevorgang neu eintragen wollen, können Sie sie, mit Ausnahme der Paket-ID, auch speichern. Wählen Sie dazu **Save Preferences** oder **Save Preferences As...** aus dem **File** Menü. Dies erzeugt eine Datei, die Ihre Daten enthält.

Wenn Sie die Datei unter dem Standardnamen **File** und an dem von Submit vorgeschlagenen Ort speichern, werden Ihre Daten automatisch bei jedem Start von Submit in die entsprechenden Felder eingetragen. Alternativ können Sie Ihre Daten mit **Save Preferences As...** an einem beliebigen Ort speichern; um Ihre Daten dann wieder in Submit einzutragen, aktivieren Sie **Load Preference File...** aus dem **File** Menü und öffnen Sie ihre Benutzerdatendatei. Als Macintosh Nutzer können Sie Submit auch durch Doppelklicken auf Ihre Benutzerdatendatei starten; damit werden Ihre Daten in die entsprechenden Felder eingetragen. Natürlich muss die Datei in den letzten beiden Fällen nicht **Submit User Data** heißen.

Die **Submit User Data**-Datei enthält auch Ihre persönlichen Einstellungen, die Sie im Preference-Fenster ändern können. Sie gelangen dorthin, in dem Sie auf **Preference** aus dem Application-Menü (Macintosh) bzw. File-Menü (Windows) klicken - dies öffnet ein Fenster ähnlich zu dem in Abbildung 2.2.

Mit den einzelnen Feldern dieses Fensters können Sie das Verhalten von Submit in einigen Aspekten ändern.

2.4.1 Proxy-Einstellungen

In einigen Fällen kann es sein, dass keine direkte Internetverbindung aufgebaut werden kann, z.B. wenn Ihr System durch eine Firewall geschützt ist. In diesem Fall gibt es einen Computer bzw. Router, zu dem Sie Zugang haben; dieser baut dann die Internetverbindung für Sie auf. Einen solchen Computer nennt man „Proxy Server“. Wenn Sie einen solchen Proxy-Server benutzen,

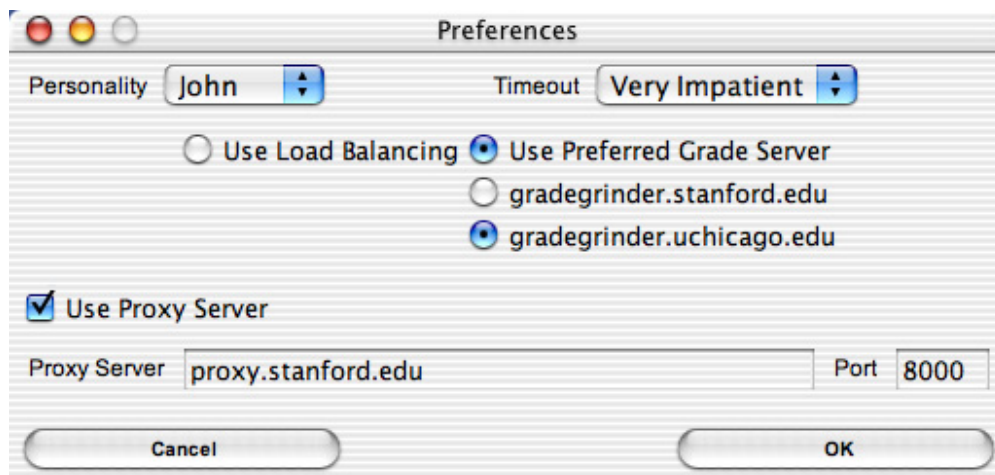


Abbildung 2.2: Submit Einstellungsfenster

sollten Sie die entsprechende Option (Use Proxy Server) im **Preference**-Menü anklicken und Namen und Port des Servers im Textfeld darunter eingeben. Die entsprechenden Informationen erhalten Sie aus den Proxy-Einstellungen Ihres Internet-Browsers (Internet Explorer, Firefox...) oder von Ihrem System-Administrator.

Als Standardeinstellung wird kein Proxy-Server verwendet - diese Einstellung sollten Sie nur ändern, wenn Sie einen Proxy-Server benutzen müssen.

2.4.2 Bevorzugte Server-Einstellungen

Der Grade Grinder besteht aus mehreren Computern, den Grade-Servern. Momentan gibt es zwei Grade-Server, einen an der Stanford University und einen an der University of Chicago (das mag sich aber ändern). Standardmäßig ermittelt Submit bei jeder Einsendung, welcher Server gerade mehr Kapazitäten frei hat, und schickt Ihre Dateien an diesen Server. Wenn Sie möchten, können Sie Submit aber auch vorgeben, welcher Server vorzuziehen ist. Markieren Sie dazu das „Use Preferred Server“-Feld und das Feld vor dem Server Ihrer Wahl.

Als Standardeinstellung wird immer der Server ausgewählt, der gerade am wenigsten zu tun hat. Wir empfehlen Ihnen, diese Einstellung beizubehalten, da Sie sonst Gefahr laufen, länger als notwendig auf die Korrektur Ihrer Aufgaben warten zu müssen. Es gibt nur eine Situation, in der es vorteilhaft sein kann, sich auf einen Server festzulegen, nämlich wenn bei einem der beiden Grade Grinder-Server Probleme auftauchen, die dafür sorgen, dass er zwar viel Arbeit auf sich zieht, aber lange braucht, um die Aufgaben zu bewerten.

Man sollte noch erwähnen, dass die Auswahl eines Servers als „preferred“, also als bevorzugt, nicht garantiert, dass Ihre Einsendung auch zu diesem Server geht. Wie der Name schon sagt, handelt es sich um einen Vorzug, nicht um eine Garantie! Submit sendet Ihre Dateien zuerst dem bevorzugten Server zu, aber wenn dieser unerreichbar ist, wird Ihre Einsendung an den bzw. die anderen Server weitergeleitet.

Im Gegensatz zu den anderen Einstellungen werden Informationen über Ihren bevorzugten Server in der Submit Host Data-Datei gespeichert. Diese können Sie nach Belieben ändern, z.B. wenn Ihr bevorzugter Server vom Netz genommen wird oder zusätzliche Grade-Server bereitgestellt werden.

2.4.3 Timeout-Einstellungen

Submit versucht eine gewisse Weile, bis zum so genannten „Timeout“, einen Server zu kontaktieren. Wenn der Server bis dorthin nicht antwortet, versucht das Programm den nächsten Server, so lange bis ein Server die Einsendung annimmt oder alle erfolglos durchprobiert wurden – in diesem Fall werden Sie benachrichtigt. Sie können die Länge des Timeout-Intervalls mittels der Option Timeout im Choice-Menü anpassen. Falls Sie öfter Probleme haben, die Verbindung zu einem Grade-Server innerhalb der Timeout-Zeit herzustellen, z.B. weil Sie nur über einen langsamen Internetzugang verfügen oder sehr große Einsendungen vornehmen, können Sie die Einstellung auf geduldig (Patient) oder äußerst geduldig (Very Patient) ändern. Natürlich können sie auch mit den entgegengesetzten ((Very) Impatient) Einstellungen herumexperimentieren, wenn Sie denken, dass Sie eine äußerst schnelle Antwort bekommen (z.B. falls Sie sich am Nabel des Internets befinden und Ihre Verbindung besonders schnell ist).

2.4.4 Persönlichkeit

Wenn Sie eine Aufgabe korrekt gelöst haben, erhalten Sie eine Glückwunschnachricht vom Grade Grinder. In der Standardeinstellung, dem „Classic Behaviour“, werden diese Glückwunschnachrichten willkürlich ausgewählt. Sie können aber auch durch die Einstellung „Personality“ Einfluss auf diese Auswahl nehmen, oder, wenn Sie wollen, die Einstellung „None“ anklicken - in diesem Fall sind alle Glückwunschnachrichten ausgeschaltet.

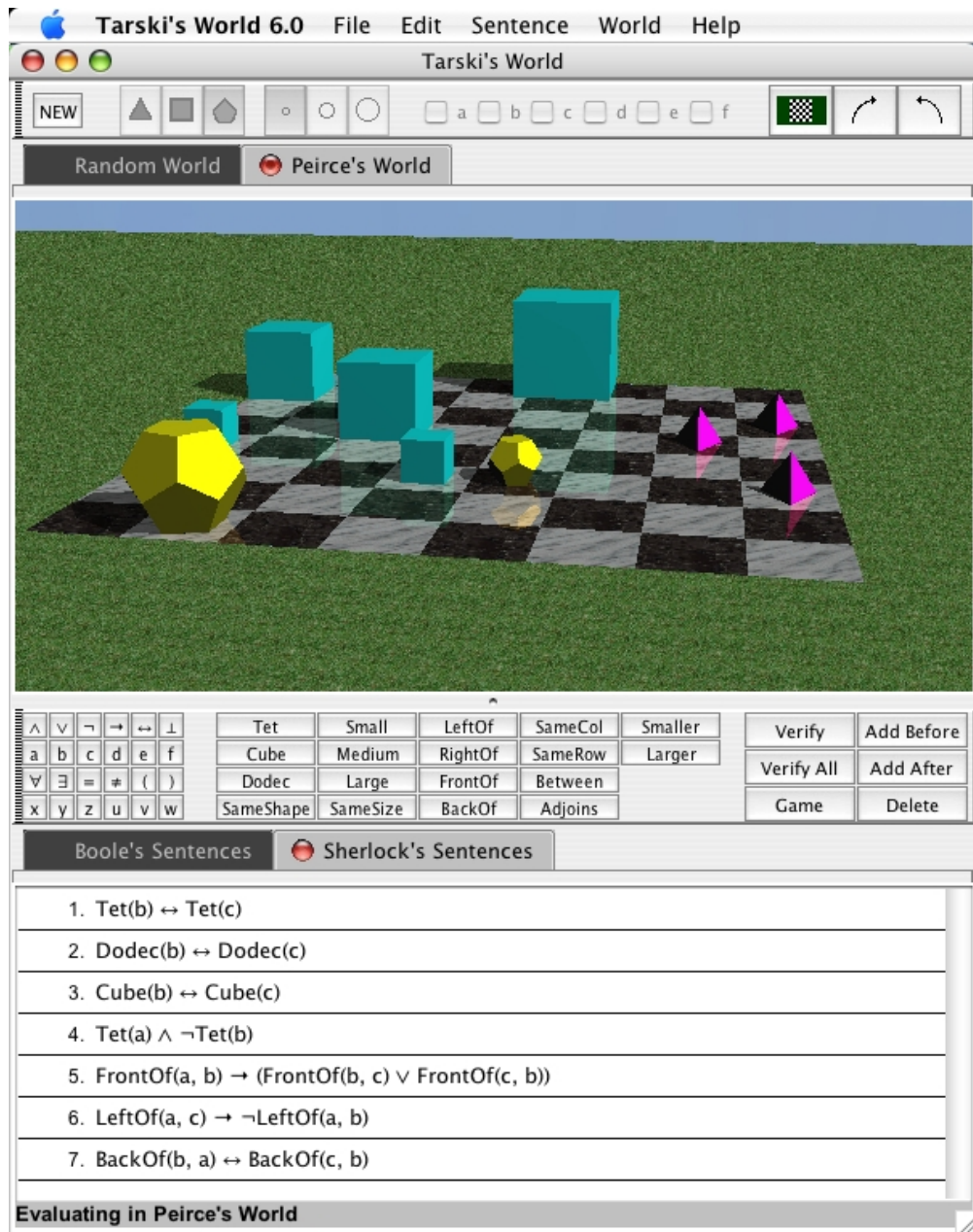


Abbildung 3.1: Tarski's World-Hauptfenster.

Kapitel 3

Tarski's World

Tarski's World erlaubt es Ihnen, einfache dreidimensionale Welten zu bauen, die von geometrischen Körpern unterschiedlicher Form und Größe bevölkert werden. Außerdem testet es logische Sätze erster Ordnung daraufhin, ob sie in den entsprechenden Welten wahr oder falsch sind. Zunächst erstmal ein paar Anweisungen zum Starten und Beenden von Tarski's World sowie einige Erklärungen zum Layout.

3.1 Erste Schritte

Das Programm Tarski's World ist in dem Verzeichnis **Tarski's World Folder** enthalten. In diesem Ordner befindet sich außerdem ein Verzeichnis namens „TW Exercise Files“; dort finden Sie alle Tarski's World-Aufgabendateien, auf die im Buch verwiesen wird.

Nach dem Starten von Tarski's World erscheint ein großes Fenster, das zweigeteilt ist. Das obere, das *Weltsegment*, besteht aus einem Schachbrett, der Welt, auf dem die einzelnen Klötzchen platziert werden, und einer Werkzeugleiste, um den Inhalt der Welt zu verändern. Unmittelbar über der Welt befindet sich ein Balken mit dem Namen dieser Welt. Anfangs heißt sie **Untitled World**.

Die weiße Fläche im unteren Bereich des Fensters ist die *Satztafel*. Zu Beginn enthält diese nur die Nummer „1“. In diese Satztafel werden Sätze eingegeben und es wird ausgewertet, ob sie in der Welt, die im Welt-Fenster angezeigt wird, wahr oder falsch sind. Schreiben Sie ruhig mal etwas in das Satzfenster, z.B. „Ich wollt, ich wär ein Huhn...“ Unmittelbar über den Sätzen befindet sich ein Balken mit dem Namen der Satzliste. Zu Beginn steht dort **Untitled Sentences**.

Die *Werkzeugleiste* befindet sich direkt oberhalb der Satztafel. Sie dient dazu, Sätze der Logik erster Stufe einzugeben - spielen Sie ruhig etwas an den Knöpfen herum!

3.1.1 Gespeicherte Dateien öffnen

Sowohl Welten als auch Satzlisten können als Dateien auf Ihrem Computer gespeichert werden. Darüber hinaus sind auch schon einige vorgefertigte Welt- und Satzdateien in Tarski's World enthalten. Gespeicherte Dateien können über den Befehl **Open...** im **File**-Menü geöffnet werden.

Um eine Datei zu öffnen, klicken Sie auf den Eintrag **File** und wählen Sie dann **Open...** Dies öffnet ein Fenster mit Ihrem Ordnerverzeichnis, in dem Sie zu der Datei, die Sie öffnen wollen, navigieren können. Um die mitgelieferten Dateien zu öffnen, müssen Sie in das richtige Verzeichnis wechseln – sie befinden sich im Ordner **TW Exercise Files**. Finden Sie diesen Ordner,

markieren Sie ihn und klicken Sie auf **Open**, oder doppelklicken Sie auf den Namen. Scheuen Sie sich nicht, eine der Dateien, die Sie sehen, zu öffnen – z.B. **Ackermann's World**. Falls Sie aber Änderungen vornehmen, sollten Sie diese nicht speichern!

Beim Öffnen einer Datei erscheint oberhalb der Satz- bzw. Weltregisterkarte ein neuer Balken, der den Namen der gerade geöffneten Datei enthält.¹ Um auf die Ansicht einer anderen Welt oder Satzliste zurückzugehen, klicken Sie einfach auf den entsprechenden Balken; die Satzliste oder Welt wird dann wieder angezeigt.

3.1.2 Neue Dateien

Wenn Sie eine neue Welt- oder Satz-Datei erstellen möchten, wählen Sie **New** aus dem **File** Menü. Dies öffnet eine Liste, in der Sie angeben müssen, ob Sie eine neue Welt- oder Satzdatei erstellen möchten. Die Befehle **New World** und **New Sentence** erzeugen neue, leere Welten bzw. Satztafeln. Diese werden in einem neuen Fenster zu den bereits vorhandenen Welten bzw. Satztafeln hinzugefügt.

Der Befehl **New Random World** des **New**-Menüs erzeugt eine neue Welt und füllt diese zufällig mit Klötzchen.

Die Schaltfläche **New Window** öffnet ein komplettes neues, leeres Tarski's World-Fenster.

Sie haben vielleicht bemerkt, dass es im **File**-Menü noch einen weiteren **New**-Befehl gibt: **New Sentences** oder **New World**, je nachdem, ob gerade die Satztafel oder die Welttafel aktiv ist. Diese Schaltfläche funktioniert genau so wie der entsprechende **New**-Eintrag des Untermenüs, ist aber zusätzlich durch einen Shortcut erreichbar.

3.1.3 Dateien speichern

Zum Speichern einer Datei gehen Sie auf den Unterpunkt **Save** des **File**-Menüs. Dies öffnet eine Liste von Optionen, mit denen Sie die aktuelle Welt (**Save world** bzw. **Save world as**), die aktuellen Sätze oder den Inhalt aller Welt- bzw. Satzregisterkarten speichern können.

Wenn Sie eine Datei zum ersten Mal speichern, erscheint ein Dialogfenster, in dem Sie der Datei einen Namen geben können. Wenn Sie die Eingabetaste oder den **Save**-Knopf drücken, wird Ihre Datei unter dem Standardnamen abgespeichert – Sie sollten also einen anderen Namen eingeben, bevor Sie Eingabe oder Save drücken. Darüber hinaus sollten Sie sich vergewissern, dass Sie die Datei auch tatsächlich in dem Ordner abspeichern, in dem Sie sie haben wollen. Überprüfen Sie dazu den Ordernamen, der oben im Speicherfenster erscheint. Sollten Sie sich nicht in dem gewünschten Ordner befinden, wechseln Sie zu diesem, indem Sie auf seinen Namen klicken.

Aufmerksame Benutzer haben vielleicht bemerkt, dass es im **File**-Menü noch einen weiteren Speicherbefehl gibt. Je nachdem welche Tafel gerade aktiv ist, heißt er **Save Sentences** oder **Save World**. Er entspricht dem jeweiligen Befehl des **Save**-Menüs, kann aber auch über einen Shortcut erreicht werden.

Sobald eine Datei abgespeichert wurde, erscheint ihr Name in der Titelzeile der entsprechenden Registerkarte. Wenn Sie mit einer Datei arbeiten, die schon einen Namen trägt, haben die Befehle **Save** und **Save as...** unterschiedliche Bedeutungen: Ersterer speichert eine aktuelle Version der Datei unter dem gleichen Namen, zweiterer erzeugt eine neue Datei, für die Sie einen neuen Namen wählen können; die alte Datei wird dabei unter ihrem ursprünglichen Namen erhalten. **Save As...** ist daher im Zweifel die sicherere Wahl!

Sie erhalten die Save-Befehle auch, wenn Sie Steuerung drücken (Mac) bzw. mit der rechten

¹Es gibt eine Ausnahme von dieser Regel: Wenn die geöffnete Welt noch den Status „Untitled World“ hat und auch noch nicht verändert wurde, ersetzt die neu geöffnete Welt die alte.

Maustaste auf den Namensbalken der entsprechenden Registerkarte klicken (Windows). Alle Dateien, die von Tarski's World erzeugt werden, können sowohl auf Macintosh als auch mit der Windows-Version des Programms geöffnet werden!

3.1.4 Registerkarten schließen

Wenn Sie eine Welt- oder Satzdatei nicht mehr ändern möchten, können Sie diese mit den **Close**-Befehlen des **File** Menüs schließen. Ebenso wie bei den anderen Aktionen, gibt es einen Befehl, der die aktuelle Registerkarte, egal ob Satz oder Welt, schließt und ein Untermenü, mit dem Sie eine beliebige Registerkarte ihrer Wahl schließen können. Sie finden die **Close**-Befehle auch direkt im Menü der Registerkarte, also indem Sie mit der rechten Maustaste bzw. Steuerung auf den Namen der Datei klicken.

3.1.5 Dateien wiederherstellen

Wenn Sie mit Ihren Änderungen nicht zufrieden sind, können Sie auch den letzten gespeicherten Stand einer Datei neu laden. Benutzen Sie dazu den **Revert**-Befehl des **File** Menüs. Das Programm fragt zuerst, ob Sie Ihre Änderungen (in eine andere Datei) speichern wollen, und ersetzt dann den Inhalt der aktiven Registerkarte. Auch dieser Befehl ist direkt im Menü der Registerkarte zu finden.

3.1.6 Drucken

Um Ihre Sätze oder Ihre Welt auszudrucken, wählen Sie **Print** aus dem **File** Menü. Falls Ihr Computer nicht an einen Drucker angeschlossen ist, mag die Sache mit dem Ausdrucken schwierig werden. . .

3.1.7 Tarski's World beenden

Vermutlich wollen Sie Tarski's World auch mal beenden. Dazu wählen Sie den Befehl **Quit** (bei Macintosh) oder **Exit** (unter Windows) aus dem **File** Menü. Falls es nicht gespeicherte Änderungen an Dateien gibt, wird Tarski's World Sie darauf hinweisen, und Ihnen Gelegenheit geben, dies zu ändern!

3.2 Das Weltfenster

3.2.1 Klötzchen hinzufügen

Sie fügen der Welt ein Klötzchen hinzu, in dem Sie auf die **New**-Schaltfläche der Werkzeugleiste klicken. Probieren Sie das doch mal! Größe und Form des erzeugten Klötzchens können in den **Preference**-Einstellungen angepasst werden (vgl. Abschnitt 3.6). Standardmäßig wird immer ein kleiner Würfel erzeugt.

3.2.2 Klötzchen auswählen

Einzelne Klötzchen können durch Mausklick auf das Klötzchen ausgewählt werden; es verändert dadurch seine Farbe um anzuzeigen, dass es ausgewählt ist. Um die Auswahl zurückzunehmen, klicken Sie an eine beliebige andere Stelle der Welt.

Falls Sie mehr als ein Klötzchen markieren wollen, halten Sie beim Anklicken die Umschalt-Taste gedrückt. Genau so können Sie ein zuviel gewähltes Klötzchen wieder aus der Auswahl entfernen, indem Sie erneut darauf klicken und dabei die Umschalt-Taste gedrückt halten.

3.2.3 Klötzchen bewegen

Um ein Klötzchen zu bewegen, führen Sie den Zeiger auf das entsprechende Klötzchen und ziehen es zu seiner Zielposition (d.h.: Bewegen Sie den Mauszeiger auf das Klötzchen, drücken Sie die linke Maustaste und bewegen das Klötzchen bei gedrückter Taste bis zur gewünschten Position.) Falls mehrere Klötzchen markiert sind, werden diese alle bewegt.

Wenn ein oder mehrere Klötzchen zu nah an den Rand gezogen werden, fallen sie runter. Zusätzlich ist anzumerken, dass große Objekte so raumgreifend sind, dass sich in den angrenzenden Feldern kein weiteres Klötzchen aufhalten kann. Wenn Sie also versuchen, ein Klötzchen in die unmittelbare Nachbarschaft eines anderen zu ziehen, und eines der beiden groß ist, wird Ihr Vorhaben nicht gelingen.

3.2.4 Größe und Form von Klötzchen verändern

Um die Größe eines Klötzchens zu verändern, wählen Sie dieses aus und klicken Sie in der Werkzeugleiste auf die Schaltfläche mit der gewünschten Form. Sie sehen dort Schaltflächen mit einem Drei-, Vier- oder Fünfeck, die entsprechend Tetraeder, Würfel und Dodekaeder erzeugen. Wenn mehrere Klötzchen ausgewählt sind, bekommen alle die neue Form.

Gleiches gilt auch, um die Größe eines Klötzchens anzupassen: markieren Sie das entsprechende Klötzchen und klicken Sie auf eine der angezeigten Größenschaltflächen. Diese erkennen Sie am kleinen, mittleren bzw. großen Kreis. Auch hier gilt wieder, dass alle markierten Klötzchen die neue Größe erhalten.

Für die Größenauswahl gilt allerdings die gleiche Einschränkung wie für das Bewegen von Klötzchen: Große Objekte sind so raumfüllend, dass sich unmittelbar neben ihnen kein weiteres Klötzchen aufhalten kann. Wenn Sie also versuchen, ein Klötzchen, das einen direkten Nachbarn hat, groß zu machen, wird Ihnen dies nicht gelingen.

3.2.5 Klötzchen benennen

Wenn ein Klötzchen ausgewählt (markiert) ist, sind die Namenskästchen in der Werkzeugleiste aktiv. Um dem gewählten Block einen Namen zu geben, markieren Sie das entsprechende Kästchen durch einen Mausklick. Wenn das Kästchen schon markiert ist, entfernt nochmaliges Klicken den Namen von dem Klötzchen.

In der Logik erster Stufe können Objekte durchaus mehrere Namen tragen, allerdings dürfen nicht mehrere Klötzchen den gleichen Namen tragen. Daher haben Sie in Tarski's World die Möglichkeit, einem Klötzchen mehr als einen Namen zu geben; sobald aber ein Name benutzt ist, kann er nicht mehr an andere Klötzchen vergeben werden.

3.2.6 Klötzchen entfernen

Um ein Klötzchen zu entfernen, ziehen Sie es an den Rand des Gitters und lassen Sie es fallen. Wenn Ihnen dies zu gemein erscheint, können Sie das/die betreffende(n) Klötzchen auch einfach auswählen und dann die Entfernen-Taste drücken.

3.2.7 Klötzchen ausschneiden, kopieren und einfügen

Um Klötzchen von einer Datei in eine andere zu kopieren, nutzen Sie die üblichen Funktionen zum Ausschneiden (cut), Kopieren (copy) und Einfügen (paste).

Wenn Sie einige Klötzchen auswählen und dann **Cut** bzw. **Copy** aus dem **Edit**-Menü auswählen, werden diese Klötzchen in der Zwischenablage des Computers gespeichert. Der Unterschied zwischen diesen beiden Befehlen ist, dass **Cut** die ausgewählten Objekte entfernt, während **Copy** sie unverändert belässt und nur eine Kopie in der Zwischenablage speichert. Sie können nirgendwo sehen, welchen Inhalt die Zwischenablage hat; die ausgewählten Objekte bleiben aber so lange dort, bis etwas Neues in der Zwischenablage abgelegt wird.

Sobald sich Klötzchen in der Zwischenablage befinden, können sie in eine andere (oder natürlich auch die gleiche) Welt eingefügt werden. Drücken Sie dazu die **Paste**-Taste des **Edit**-Menüs; diese fügt die Klötzchen aus der Zwischenablage in die aktuelle Welt ein.

Natürlich können Sie bei Bedarf auch mehrere Kopien der Klötzchen in eine Welt einfügen. Tarski's World versucht, die Klötzchen in die gleiche Position einzufügen, an der sie ausgeschnitten wurden, sofern dies möglich ist. Falls nicht, z.B. wenn an den entsprechenden Stellen schon Klötzchen stehen, muss es die neuen Klötzchen natürlich verschieben. Um zu vermeiden, dass Namen doppelt vergeben werden, werden von allen eingefügten Klötzchen die Namen entfernt.

3.2.8 Beschriftungen ausblenden

Wenn Sie einem Klötzchen einen Namen geben, versieht Tarski's World dieses Klötzchen mit dem entsprechenden Namensschild. In unserer realen Welt tragen wir solche Namensschildchen nur zu mehr oder minder angenehmen gesellschaftlichen Veranstaltungen. Aber genau wie wir, können auch die Klötzchen in Tarski's World Namen haben, ohne direkt ein Namensschildchen zu tragen. Sie können die Beschriftungen mit **Hide Labels** aus dem **Display** Menü ausblenden.. Um die Beschriftungen wieder einzublenden, wählen Sie **Show Labels** aus dem **Display** Menü.

Diese Befehle entfernen bzw. zeigen alle Namensschildchen in allen offenen Welten.

3.2.9 2-D Ansicht

Allerdings sind Beschriftungen nicht das einzige, was versteckt sein kann – es mag auch passieren, dass die Sicht auf ein kleines Klötzchen durch ein großes Klötzchen verdeckt ist! In diesem Fall hilft die Ansicht aus der Vogelperspektive; Sie bekommen sie, indem Sie **2-D View** aus dem **World**-Menü wählen. Für den Rückwechsel in die Standardperspektive wählen Sie **3-D View** aus dem **World**-Menü. Die gleichen Befehle verstecken sich auch hinter den beiden mit einem Schachbrett versehenen Schaltflächen der Werkzeugleiste.

Klötzchen können in der 2-D Perspektive genau so bewegt, ausgewählt und verändert werden wie in der 3-D Perspektive (Sie können sogar mitten im Spiel von 3-D auf 2-D und zurück wechseln; manchmal wird das notwendig sein, um den richtigen Block zu wählen oder zu sehen, worauf Tarski's World verweist.)

3.2.10 Welten drehen

Um eine Welt um 90° im bzw. gegen den Uhrzeigersinn zu drehen, wählen Sie **Rotate World Clockwise** bzw. **Rotate World Counterclockwise** aus dem **Display**-Menü. Eine solche Rotation zählt auch als Veränderung an der Welt und wird beim Speichern der Welt mit abgespeichert.

Sie können die Welt auch über die entsprechenden Pfeiltasten der Werkzeugleiste drehen.

3.3 Das Satzfenster

Es gibt zwei Möglichkeiten, Formeln in das Satzfenster einzugeben; über das Eingabefenster oder direkt über die Tastatur. Da die meisten Leute es einfacher finden, über das Eingabefenster zu arbeiten, beginnen wir mit der Beschreibung des Eingabefensters.

3.3.1 Formeln eingeben

Tarski's World hat freundlicherweise die Eingabe von Formeln erster Stufe nicht allzu aufwändig gestaltet. Wie Sie beim Herumspielen mit dem Eingabefenster vielleicht schon festgestellt haben, setzt Tarski's World bei der Eingabe eines Prädikates wie **Tet** oder **BackOf** den Eingabebalken automatisch an die richtige Stelle um Argumente einzutragen, also Variablen (u, v, w, x, y, z) oder Individuenkonstanten (a, b, c, d, e, f).

Praktisch bedeutet dies, dass Sie einen Satz wie **BackOf(a,b)** mit drei Mausklicks ins Eingabefenster eingeben können: Zuerst **BackOf**, dann **a** und schließlich **b**. Um das gleiche über die Tastatur einzugeben, benötigen Sie 11 Anschläge.

Um die Lesbarkeit Ihrer Formeln zu erhöhen, können Sie auch eckige (“[]”) oder geschweifte (“{ }”) Klammern verwenden; Tarski's World behandelt diese genau wie runde Klammern. Sie können also $[\text{LeftOf}(a, b) \wedge \text{Large}(a)]$ eingeben, was Tarski's World dann als $(\text{LeftOf}(a, b) \wedge \text{Large}(a))$ liest. Allerdings müssen eckige und geschweifte Klammern über die normale Tastatur eingegeben werden.

3.3.2 Sätze kommentieren

Sie können Ihre Sätze so kommentieren, dass diese Kommentare von Tarski's World beim Prüfen auf Wohlgeformtheit bzw. Erfülltheit ignoriert werden. Setzen Sie dazu ein Semikolon (;) an den Anfang jeder Zeile, die ignoriert werden soll. Tarski's World ignoriert dann alles, was in der selben Zeile folgt. Damit Sie nicht vergessen, dass es sich um Kommentartext handelt, setzt Tarski's World alle Buchstaben des Kommentars in Rot.

3.3.3 Satzlisten erzeugen

Um eine ganze Liste von Sätzen zu erzeugen, geben Sie zuerst einen Satz ein und wählen Sie dann **Add Sentence After** aus dem **Sentence**-Menü. Dies erzeugt eine neue Zeile mit eigener Nummer, in die dann ein weiterer Satz eingegeben werden kann. Drücken der Eingabe-Taste erzeugt übrigens *keinen* neuen Satz, sondern bricht den aktuellen Satz nur in zwei Zeilen um. Benutzen Sie daher also **Add Sentence After**!

Anstatt sich mühsam **Add Sentence After** aus dem **Sentence** Menü herauszusuchen, können Sie das Gleiche tun, indem Sie die **Add After**-Schaltfläche im Eingabefenster drücken. Es gibt aber auch zwei Möglichkeiten, direkt über die Tastatur einen neuen Satz zu erzeugen: Zum einen durch Drücken von Shift-Eingabe (genauer: die Eingabetaste drücken, während die Hochsteltaste gedrückt gehalten wird), zum anderen direkt durch die Tastenkombination, die im Menü angezeigt ist.

Sollten Sie einen neuen Satz *vor* dem aktuellen einfügen wollen, wählen Sie **Add Sentence Before** aus dem **Edit**-Menü oder drücken Sie die **Add Before**-Schaltfläche des Eingabefensters.

3.3.4 Zwischen Sätzen wechseln

Es wird des Öfteren passieren, dass Sie in einer Satzliste zwischen einzelnen Sätzen hin und her wechseln wollen. Sie können den Eingabebalken mit den Hoch- bzw. Runterpfeilen (\uparrow, \downarrow) der

Tabelle 3.1: Tastaturkürzel für logische Symbole.

Symbol	Taste	Symbol	Taste
\neg	\sim	\neq	$\#$
\wedge	$\&$	\vee	$ $
\rightarrow	$\$$	\leftrightarrow	$\%$
\forall	$@^2$	\exists	$/$
\subseteq	$-$	\in	\backslash

Tastatur bewegen oder direkt mit der Maus in den gewünschten Satz klicken. Auch die Pfeile nach links bzw. rechts (\leftarrow , \rightarrow) bewegen den Eingabebalken, allerdings nur innerhalb eines Satzes.

Bei gleichzeitigem Halten der Option-Taste bringt der Pfeil nach oben Sie direkt zum ersten, der Pfeil nach unten direkt zum letzten Satz; Links- bzw. Rechtspfeil bewegen den Eingabebalken direkt zum Anfang bzw. Ende des aktuellen Satzes.

3.3.5 Sätze entfernen

Um einen Satz zu entfernen und die Nummerierung der verbleibenden Sätze anzupassen, wählen Sie **Delete Sentence** aus dem **Sentence**-Menü. Vergewissern Sie sich aber vorher, dass der Eingabebalken wirklich in dem Satz ist, den Sie entfernen wollen!

Es ist übrigens nicht möglich, Teile von zwei Sätzen zu markieren und dann zu entfernen. Auch wenn Sie bloß eine Leerzeile für einen Satz entfernen wollen, ist **Delete Sentence** aus dem **Sentence**-Menü der richtige Befehl.

3.3.6 Tastatureingabe von Symbolen

Natürlich kann man Sätze auch direkt über die Tastatur eingeben. Vergewissern Sie sich dabei, dass die Prädikate der Klötzchensprache richtig geschrieben sind (mit Großbuchstaben am Anfang), da sie sonst als Namen und nicht als Prädikate interpretiert werden. Auch die richtige Zeichensetzung sollten Sie beachten: Klammern nach dem Prädikat und Kommata um mehrere Argumente zu trennen (so wie in **Between(a, x, z)**). Für die logischen Symbole seien Sie auf die Tastatur-Kürzel in Tabelle 3.1 verwiesen.

Damit die Eingabe über die Tastatur eine Wirkung zeigt, muss das Satzfenster aktiv sein! Wenn Sie also tippen und nichts passiert, mag das daran liegen, dass das Welt-Fenster aktiv ist. Klicken Sie einfach in das Satzfenster, um es zu aktivieren.

Die Schriftgröße des Satzfensters können Sie bei Bedarf über das **Text Size**-Untermenü des **Sentence**-Menüs ändern.

3.3.7 Ausschneiden, Kopieren und Einfügen

Nutzen Sie die Funktionen Ausschneiden (cut), Kopieren (copy) und Einfügen (paste), um die Reihenfolge der Sätze innerhalb einer Liste zu ändern oder einen Satz von einer Datei in eine andere zu kopieren.

²Anm. d. Ü.: Beim deutschen Tastaturlayout ist die Tastenkombination für @: **Alt Gr + Q** - dies ist leider gleichzeitig auch der Tarski's World-Shortcut zum Schließen eines Fensters, es ist also anzuraten, \forall nur über die Werkzeugleiste einzugeben

Wenn Sie eine Kette von Symbolen markieren und dann **Cut** bzw. **Copy** aus dem **Edit** Menü wählen, wird die Zeichenfolge in der Zwischenablage des Computers gespeichert. Der Unterschied zwischen diesen beiden Befehlen besteht darin, dass **Cut** die markierten Zeichen aus ihrer aktuellen Position löscht, während **Copy** sie nur kopiert, aber in ihrer Position belässt. Der Inhalt der Zwischenablage ist nicht sichtbar, aber die Zeichenkette bleibt dort so lange, bis Sie etwas anderes kopieren oder ausschneiden.

Eine Zeichenkette, die einmal in der Zwischenablage ist, kann an einer beliebigen Stelle eingefügt werden. Führen Sie dazu den Eingabebalken an die gewünschte Stelle und wählen Sie **Paste** aus dem **Edit**-Menü; eine Kopie der Zeichenfolge aus der Zwischenablage wird dann eingefügt. Bei Bedarf können Sie natürlich auch mehrere Kopien an unterschiedlichen Stellen einfügen.

Sie können sogar Sätze aus Tarski's World kopieren und in Fitch oder Boole einsetzen – und umgekehrt.

3.4 Syntax und Wahrheit

Sie werden sehen, dass nur manche Folgen von logischen Zeichen grammatikalisch korrekt sind – oder wohlgeformt wie wir in der Logik sagen. Solche Ausdrücke nennt man für gewöhnlich *wohlgeformte Formeln*, kurz: *Wff*. Unter diesen Wffs sind wiederum nur manche dazu geeignet, sinnvolle Aussagen über die Welt zu machen; diese heißen *Sätze*. Kurz gesagt sind Sätze Wffs ohne freie Variablen, aber dies wird im Buch genauer erklärt.

Wenn Sie wissen möchten, ob das, was Sie im Satzfenster geschrieben haben, ein Satz ist, und wenn ja, ob er in der gerade aktiven Welt wahr ist, drücken Sie auf die **Verify**-Schaltfläche der Werkzeugleiste oder Strg-Return auf Ihrer Windows-Tastatur (Command-Return bei Mac). Sollten Sie eine ganze Liste von Sätzen überprüfen wollen, wählen Sie **Verify All Sentences** aus dem **Sentence**-Menü oder drücken Sie die **Verify All**-Schaltfläche der Werkzeugleiste; die Alternativen hierzu heißen Strg-F unter Windows bzw. Option-Eingabe oder Command-F auf Macintosh.

Die Ergebnisse der Satz-Überprüfung werden am linken Rand des Satztableaus angezeigt: "T" bzw. "F" zeigen an, dass der Satz in der Welt wahr bzw. falsch ist, "*" bedeutet, dass die Formel nicht wohlgeformt oder kein Satz ist, "+" schließlich sagt aus, dass die Formel ein Satz der Logik erster Stufe, aber in der aktuellen Welt nicht auswertbar ist. Wenn Sie wissen möchten, warum Tarski's World einen Satz für nicht auswertbar erklärt, drücken Sie erneut die **Verify**-Schaltfläche, dies öffnet ein Fenster, in dem Tarski's World seine Gründe darlegt.

Die Bewertungen verschwinden, sobald der Satz oder die Welt verändert wird.

3.5 Das Spiel

Wenn Sie eine etwas über einen komplexen Satz in einer Welt behaupten, sind Sie nicht nur auf die Wahrheit bzw. Falschheit dieses Satzes festgelegt, sondern auch auf Aussagen über dessen Teilsätze. Wenn Sie z.B. die Wahrheit des Satzes $A \wedge B$ (lies: "A und B") behaupten, sind Sie damit auch auf die Wahrheit von A und die Wahrheit von B festgelegt. Genauso gilt, dass Sie mit der Wahrheit der Negation $\neg A$ auch gleichzeitig die Falschheit von A mitbehaupten.

Diese einfachen Beobachtungen erlauben es uns, ein Spiel zu spielen, das komplexe Aussagen auf einfachere reduziert – diese sind in der Regel leichter auszuwerten. Die Regeln des Spieles werden im Buch genauer erklärt, hier möchten wir lediglich die Art der Züge, die Sie machen können, erläutern.

Um das Spiel zu spielen, brauchen Sie zuerst einen Tipp auf den Wahrheitswert, der dem

aktuellen Satz in der aktuellen Welt zukommt. Dieser Tipp ist gleichzeitig Ihr erster Zug. Das Spielen hat den größten Lerneffekt, wenn dieser anfängliche Tipp falsch ist – auch wenn Sie das Spiel in diesem Fall natürlich nicht gewinnen können.

Um das Spiel zu starten, drücken Sie die **Game**-Schaltfläche der Werkzeugleiste; Tarski's World wird Sie dann bitten, sich auf eine Anfangsaussage festzulegen. Von dort an hängt der Verlauf des Spiels von der Struktur des Satzes und Ihrer Anfangsfestlegung ab. Eine Zusammenfassung der Regeln finden Sie in Tabelle 9.1 in Kapitel 9 des Buches.

3.5.1 Klötzchen und Sätze auswählen

Wie Sie vielleicht schon in den Spielregeln gesehen haben, müssen Sie zu bestimmten Zeitpunkten des Spieles einen Satz aus einer Liste von Sätzen auswählen. Sie tun dies, indem Sie auf den entsprechenden Satz klicken und dann durch **OK** bestätigen.

An anderen Stellen des Spieles werden Sie gebeten, ein Klötzchen auszuwählen, das eine bestimmte Formel erfüllt. Um dies zu tun, bewegen Sie den Mauszeiger auf das gewünschte Klötzchen, klicken es an, und bestätigen Sie Ihre Wahl dann durch **OK**. Tarski's World ordnet dem gewählten Klötzchen dann einen Namen zu, z.B. $n1$, und versieht es mit dem entsprechenden Schildchen.

3.5.2 Zurückgehen und aufgeben

Tarski's World macht bei diesem Spiel keine Fehler. Nie. Es gewinnt immer, wenn es die Möglichkeit dazu hat, also wenn Ihr anfänglicher Tipp falsch war. *Sie* hingegen können durchaus Fehler machen und dadurch ein Spiel verlieren, das Sie eigentlich hätten gewinnen können. Dazu reicht schon eine falsche Entscheidung irgendwo im Spielverlauf. Tarski's World nutzt solche Fehler gnadenlos aus. Es sagt Ihnen noch nicht einmal, dass Sie einen Fehler gemacht haben, bis es gewonnen hat, dann sagt es Ihnen, dass Sie hätten gewinnen können. Für Sie gibt es also zwei Möglichkeiten, das Spiel zu verlieren – durch einen falschen Tipp am Anfang oder durch eine falsche Entscheidung im Spielverlauf. Oder um es etwas positiver auszudrücken: Wenn Sie ein Spiel gewinnen, können Sie absolut sicher sein, am Anfang die richtige Einschätzung gehabt und an jeder Stelle des Weges die richtige Entscheidung getroffen zu haben.

Um die Überlegenheit des Computers etwas auszugleichen, gibt Ihnen Tarski's World jederzeit die Möglichkeit bereits gemachte Entscheidungen zurückzunehmen – egal wie weit das Spiel schon fortgeschritten ist. Wenn Sie also der Meinung sind, mit einem korrekten Anfangstipp gestartet zu haben, aber im Laufe des Spieles irgendwo einen Fehler gemacht zu haben, können Sie immer einige Entscheidungen zurückgehen, indem Sie die **Back**-Taste drücken. Wenn Ihre anfängliche Wahl wirklich korrekt war, sollten Sie mit diesem Hilfsmittel über kurz oder lang in der Lage sein, Ihr Spiel zu gewinnen. Wenn nicht, war Ihre anfängliche Festlegung wohl doch falsch!

Es kann aber auch passieren, dass Sie mitten im Spiel bemerken, dass Ihre Anfangswahl falsch war und warum. In diesem Fall können Sie das Spiel durch die **End**-Schaltfläche verlassen. Dies beendet nur das Spiel, nicht aber Tarski's World.

3.5.3 Wann Sie das Spiel spielen sollten

Vermutlich werden Sie wenig Lust haben, jeden Satz durchzuspielen. Am erhellendsten ist das Spiel, wenn Sie einen Satz falsch eingeschätzt haben, aber nicht wissen, warum Ihre Einschätzung falsch war. In diesem Fall sollten Sie das Spiel auf jeden Fall spielen, ohne Ihre Zuordnung zu ändern. Tarski's World gewinnt in diesem Fall natürlich, aber dabei zeigt es Ihnen auf, warum Ihre Anfangseinschätzung falsch war. Dies ist der eigentliche Zweck des Spiels.

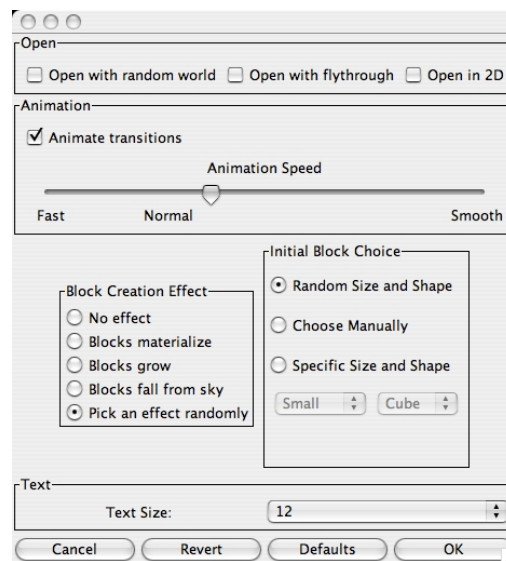


Abbildung 3.2: Das Einstellungsfenster von Tarski's World

Vielleicht fragen Sie sich, was passiert, wenn Sie das Spiel mit einer korrekten Anfangsaussage spielen. In diesem Falle gewinnen Sie garantiert – sofern Sie Ihre Züge richtig wählen. Aber Tarski's World gibt nicht einfach auf. An den Stellen des Spieles, an denen es eine Wahl treffen muss, wählt es mehr oder minder zufällig eine Alternative, immer in der Hoffnung, dass Sie unterwegs nachlässig werden und Fehler machen. Falls Sie ihm den Gefallen tun, ergreift es die Gelegenheit und gewinnt das Spiel. Aber Sie können ihm ja immer den Spaß verderben, indem Sie Ihre Entscheidungen zurücknehmen und korrigieren.

3.6 Persönliche Einstellungen

Sie können einige Eigenschaften von Tarski's World im Einstellungsfenster (siehe Abb. 3.2) anpassen. Sie finden es unter **Preferences...** im Menü **Application** (Mac) bzw. **Edit** (Windows).

In der ersten Reihe befinden sich einige Kästchen um einzustellen, in welcher Form Welten geöffnet bzw. geschaffen werden sollen.

Wenn es Ihnen beispielsweise zu eintönig ist, bei jedem Start von Tarski's World mit einer leeren Welt konfrontiert zu werden, können Sie in dem Kästchen **open with random world** einstellen, dass bei jedem Öffnen willkürlich eine Welt generiert wird. Ebenso lässt sich via **open with flythrough** verfügen, dass Tarski's World mit einer Animation geöffnet wird. Und auch grundsätzlichen Befürwortern der Vogelperspektive kann mit dem letzten Kontrollkästchen geholfen werden.

In dem **Animation**steil des Einstellungsfensters kann die Geschwindigkeit der Animationen angepasst und es können sogar alle Animationen ausgeschaltet werden. Die Animationsgeschwindigkeit wird mit einem Schieber eingestellt: Wenn der Schieber auf dem linken Ende der Skala (**Fast**) steht, werden die Animationen aus weniger Bildern zusammengesetzt, sie sind dann etwas kantig, dafür aber recht schnell. Die rechte Seite der Skala (**Smooth**) hingegen erzeugt flüssigere, aber dafür auch längere Animationen. Durch ein wenig Herumspielen sollten Sie herausfinden können, welche Einstellung die für Ihren Computer Geeignetste ist. Wenn keine Einstellung richtig passt, können Sie auch alle Animationen ausschalten.

Für die Generierung neuer Klötzchen gibt es verschiedene Animationen: Sie können vom Himmel fallen, langsam Gestalt annehmen oder aus dem Boden wachsen. Wir sind ein wenig stolz auf diese Effekte und vielleicht möchten Sie alle mal ausprobieren.

Die letzte Einstellung für das Weltfenster schließlich ist die Form und Größe, die neue Klötzchen bei ihrer Generierung haben. So können Sie sich bei jedem neuen Klötzchen ein Dialogfenster für Größe und Form anzeigen lassen, immer die gleiche Art von Klötzchen erzeugen lassen oder einfach Tarski's World die Qual der Wahl lassen.

Die unterste Einstellungszeile bezieht sich auf das Textfenster: Hier können Sie die Standard-schriftgröße für das Satzfenster wählen.

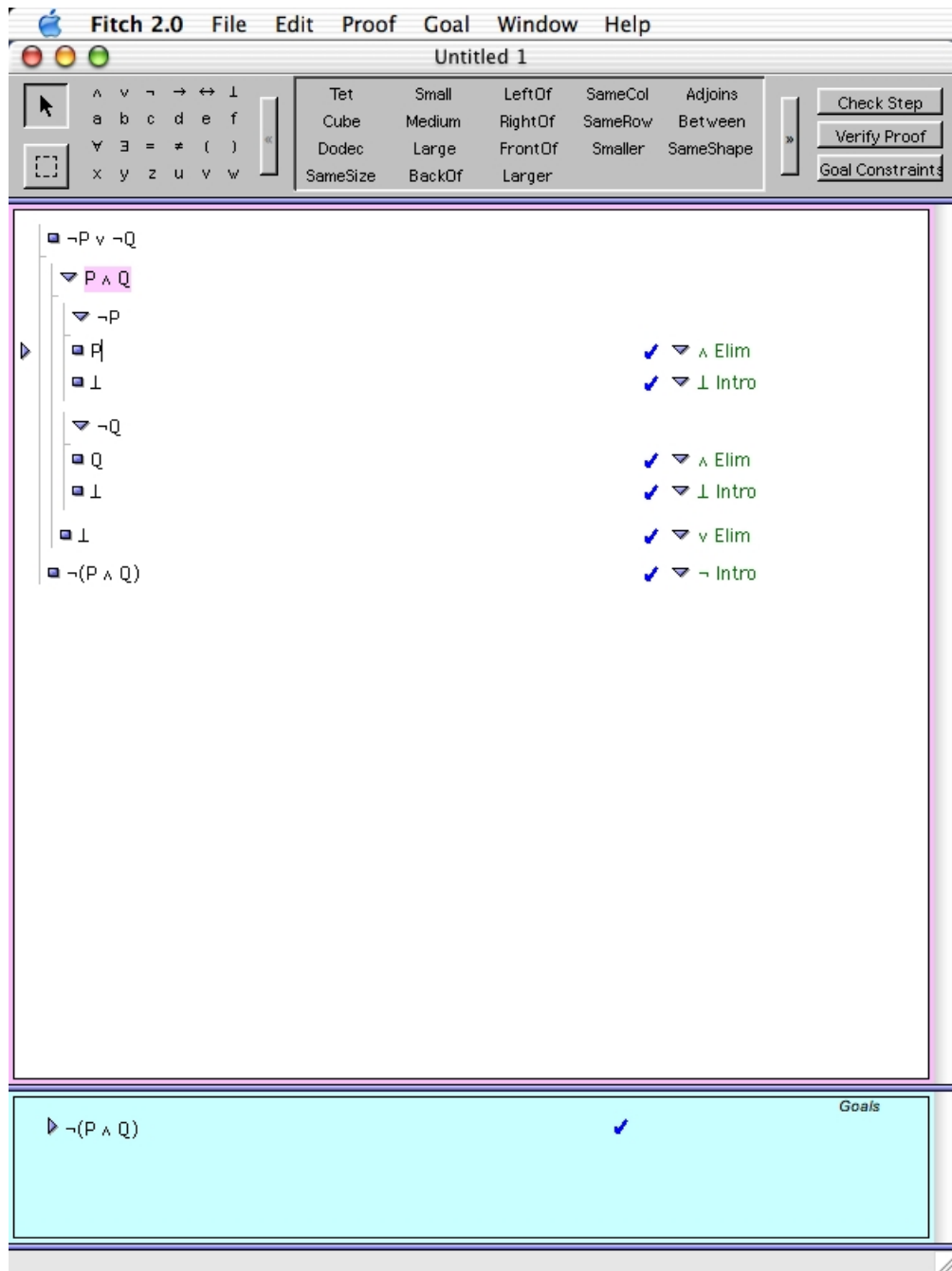


Abbildung 4.1: Das Hauptfenster von Fitch

Kapitel 4

Fitch

Fitch ist ein Programm, das die Konstruktion formaler Beweise in der Logik erster Stufe stark erleichtert. Zu Beginn erstmal ein paar Hinweise zum Starten und Beenden von Fitch und auch einige Erläuterungen zum Layout!

4.1 Erste Schritte

Das Programm Fitch ist in dem Ordner **Fitch Folder** enthalten. In diesem Ordner finden Sie außerdem ein Verzeichnis namens **Fitch Exercise Files** – dort befinden sich alle Fitch-Aufgabendateien, auf die im Buch verwiesen wird.

Wenn Fitch geöffnet ist, erscheinen, von oben nach unten, natürlich die allgegenwärtige Menüleiste, darunter dann eine breitere, graue „Werkzeugleiste“ und ein großes, weißes, fast komplett freies Fenster, das Beweisfenster, schließlich der blaue Ziel-Streifen am unteren Rand. Hier einige grundlegende Fakten zu diesen Objekten:

4.1.1 Die Menüs

Fitch besitzt die folgenden Menüs:

- **File:** In diesem Menü können Sie neue Beweisdateien beginnen, existierende Beweise öffnen, Beweise speichern und drucken.
- **Edit** ist das gewöhnliche Edit Menü, in dem sich die Funktionen zum Ausschneiden, Kopieren und Einfügen befinden.
- **Proof:** Die Einträge in diesem Menü ermöglichen es Ihnen, Schritte in Beweise einzufügen, Unterbeweise zu beginnen und zu beenden, die Korrektheit von Beweisen zu überprüfen und Zeilennummern einzublenden.
- **Goal:** In diesem Menü kann Ihr Tutor Ziele für Ihre Arbeit festlegen. Außerdem können Sie nachschauen, ob diese Ziele besonderen Einschränkungen unterliegen.
- **Window:** Mit diesem Menü können Sie zwischen mehreren geöffneten Fitch-Dateien wechseln, sowie Schriftart und Design der geöffneten Fenster ändern.

4.1.2 Die Werkzeugleiste

Der breite graue Streifen im oberen Teil des Fensters, der logische Symbole und Prädikate enthält, heißt „Werkzeugleiste“. Er ist das Äquivalent zur Werkzeugleiste von Tarski's World und ein Hilfsmittel zur Eingabe und Bearbeitung von Beweisen. Wenn Sie den Mauszeiger über ein Objekt der Werkzeugleiste bewegen, wird aus dem Objekt eine Schaltfläche – das Drücken dieser Schaltfläche fügt das entsprechende Konstantenzeichen oder Prädikat in den Beweis ein. In der Liste der Prädikate kann mit den Doppelpfeiltasten der Werkzeugleiste hin und her geblättert werden. Probieren Sie das einfach mal aus, um sich einen Überblick zu verschaffen, welche Konstantenzeichen und Prädikate es gibt – es sind zu viele, um alle auf einmal anzuzeigen.

Am linken Rand der Werkzeugleiste befinden sich noch zwei Schaltflächen, die benutzt werden, um zwischen zwei Werkzeugen hin- und her zu wechseln: Normalerweise werden Sie mit dem oberen Zeiger arbeiten. Die rechteckige Auswahlfunktion brauchen Sie, um mehrere Schritte eines Beweises auszuschneiden oder einzufügen.

Am rechten Rand der Werkzeugleiste befinden sich drei Schaltflächen, mit denen Sie einzelne Schritte des Beweises überprüfen, den ganzen Beweis überprüfen und die Einschränkungen für Ihr Beweisziel anzeigen lassen können.

4.1.3 Das Beweisfenster

Das Beweisfenster selbst ist in zwei Teile unterteilt. Im oberen größeren Teil erstellen Sie Ihre Beweise. Hier geben Sie z.B. Beweisschritte oder Unterbeweise ein, die Sie zu einem Beweis hinzufügen wollen. Beim Hinzufügen eines Schrittes zu einem Beweis erscheint das Wort **Rule?** auf der rechten Seite. Dahinter verbirgt sich ein Popup-Menü, in dem ausgewählt wird, welcher Beweisregel der Ableitungsschritt folgt.

Im unteren Teil des Beweisfensters erscheint das Ziel des Beweises, also der Satz, der bewiesen werden soll. Wenn der Zielstreifen nicht sichtbar ist, können Sie das über **Show Goal Strip** im **Goal**-Menü ändern. Ebenso ist es natürlich möglich ihn auszublenden, um mehr Platz im Beweis zu haben; dies funktioniert über **Hide Goal Strip** aus dem **Goal**-Menü.

Ganz unten, noch unterhalb des Zielstreifens, befindet sich die **Statuszeile** (der graue Streifen dort, wo bei anderen Programmen manchmal Scroll-Leisten sind.) In der Statuszeile werden Kommentare und Fehlermeldungen angezeigt. Zu Beginn ist sie leer, wird aber im Laufe der Arbeit einige nützliche Informationen anzeigen, vor allem dann, wenn Beweisschritte nicht korrekt sind. Sie können den aktuellen Beweisschritt überprüfen, indem Sie auf die Statuszeile klicken.

4.2 Beweise erstellen und bearbeiten

Der eigentliche Beweis befindet sich in der Mitte des Bildschirms, zwischen Werkzeugleiste und Zielstreifen. Im Folgenden wird erklärt, wie man einen Beweis erzeugt und modifiziert und wie man in einem Beweis herum navigiert. Zuerst aber eine Liste graphischer Elemente, die Ihnen im Beweisfenster über den Weg laufen werden:

Beweislinie und Fitch-Balken. Beweise und Unterbeweise sind durch eine senkrechte graue Linie gekennzeichnet. Von dieser Linie geht ein waagerechter Balken ab, der so genannte Fitch-Balken. Der Fitch-Balken trennt die Annahmen, die für einen Beweis getätigt werden, von den Beweisschritten, die auf diese Annahmen folgen.

▶ **Fokussierer.** Der Fokussierer erscheint unmittelbar links vom eigentlichen Beweis. Er markiert den gerade aktiven Beweisschritt. Falls Ziele im Zielstreifen eingetragen sind, kann der Fokussierer auch bei einem der Ziele stehen. Auf jeden Fall befindet sich immer nur ein Fokussierer im Fenster.

■ **Schrittzeichen.** Dieses kleine quadratische Zeichen markiert einzelne Beweisschritte eines Beweises. Sie können in einer Schrittzeile entweder einen neuen Satz hinzufügen, falls noch keiner dort steht, oder einen existierenden Satz bearbeiten. Wenn Schrittnummern angezeigt werden (**Show Step Numbers** im **Proof**-Menü), ersetzen diese das Schrittzeichen.

⏏ **Zielzeichen.** Dieses Symbol steht vor jedem Satz im Zielstreifen (sofern er nicht gerade fokussiert ist, denn dann wird das Zielzeichen durch den Fokussierer ersetzt).

ⓐ ▾ **Konstantenrahmen.** Der Konstantenrahmen erscheint in der ersten Zeile von Unterbeweisen, in denen eine neue Konstante eingeführt wird. Der hier dargestellte Konstantenrahmen zeigt an, dass **a** eine neu eingeführte Konstante ist. Mit dem Pfeil neben dem Rahmen lässt sich ein Menü öffnen, in dem Konstanten in den Rahmen eingefügt bzw. aus dem Rahmen entfernt werden können.

☞ **Rule?** **Regel-Menüschaltfläche.** Hier verbirgt sich ein Popup-Menü, in dem Sie angeben können, welche Regel den Beweisschritt rechtfertigt.

4.2.1 Schrittnummerierung

Normalerweise zeigt Fitch keine Beweisschrittnummern an, sondern kennzeichnet die einzelnen Beweisschritte nur mit einem kleinen Quadrat. Sie können über **Show Step Numbers** im **Proof**-Menü allerdings auch Beweisschrittnummern anzeigen lassen, diese ersetzen dann die Quadrate. In diesem Fall werden auch die Begründungen mit den entsprechenden Nummern versehen – ganz so, wie Sie es im Buch kennengelernt haben.

4.2.2 Der Fokussierer

Wenn Sie an einem Beweis arbeiten, ist immer ein Schritt „im Fokus“, d.h. dieser Schritt wird durch ein kleines Dreieck auf der linken Seite des Beweises, den **Fokussierer**, markiert. Der fokussierte Schritt ist derjenige, auf den sich alle Eingaben und Bearbeitungen auswirken. Dies ist auch der Schritt, der beim Klicken auf die **Check Step**-Schaltfläche oder die Statuszeile am unteren Ende des Beweisfensters auf Korrektheit geprüft wird.

4.2.3 Den Fokussierer bewegen

Es gibt drei Möglichkeiten, den Fokus von einem Schritt zu einem anderen zu bewegen: Sie können den Fokussierer mit der Maus nach oben oder unten ziehen; Sie können in der Zeile, in der Sie den Fokussierer haben möchten, in den Fokusbalken ganz links klicken oder Sie können den Fokussierer mit den Pfeiltasten hoch und runter bewegen.

Klicken Sie hingegen mit der Maus außerhalb des Fokusbalkens auf einen Schritt, ändert sich die Position des Fokussierers dadurch nicht, und zwar deshalb, weil wir die Begründungen für unsere Beweisschritte durch Mausklicken auf einen Schritt eingeben. (siehe Seite 30.)

4.2.4 Beweisschritte hinzufügen

Um einem Beweis einen weiteren Beweisschritt hinzuzufügen, wählen Sie **Add Step After** bzw. **Add Step Before** aus dem **Proof**-Menü; diese Befehle erzeugen eine neue Beweiszeile unmittelbar hinter bzw. vor derjenigen, die gerade fokussiert war. Wenn der Fokussierer auf einer Prämissenzeile war, wird ein neuer Beweisschritt unmittelbar hinter der letzten Prämisse eingefügt. Ein zusätzlicher Schritt am Ende eines Beweises wird demnach erzeugt, indem man den Fokussierer in die letzte Beweiszeile bewegt und dann **Add Step After** wählt. Es mag auch häufig vorkommen, dass Sie einen Beweis von unten nach oben bearbeiten und dementsprechend einen weiteren Beweisschritt vor dem fokussierten einbauen wollen; dies funktioniert über **Add Step Before**. Sätze in der Mitte des Beweises werden also durch Bewegen des Fokussiereres und Wahl des passenden Add Step-Befehls eingefügt.

Beweisschritte, die zu einem Unterbeweis hinzugefügt werden, erscheinen in dem gleichen Unterbeweis. Für das Öffnen bzw. Schließen von Unterbeweisen gibt es eigene Befehle; diese sind auf Seite 31. beschrieben. Wie Prämissen hinzugefügt werden, erfahren Sie auf Seite 33, allerdings kommen Sie normalerweise nicht in die Situation Prämissen einfügen zu müssen, da die Aufgabendateien schon die jeweiligen Prämissen enthalten.

4.2.5 Sätze in Beweisschritte eingeben

Beim Einfügen eines Beweisschrittes in einen Beweis erscheint das Schrittzeichen (ein kleines Quadrat). An dieser Stelle können Sie einen Satz eingeben, entweder mit der Werkzeugleiste oder direkt über die Tastatur. Die Tastaturkürzel für die logischen Junktoren finden Sie in Tabelle 3.1 auf Seite 19 - es sind die gleichen Kürzel wie in Tarski's World oder in Boole.

Im Allgemeinen ist die Eingabe über die Werkzeugleiste einfacher und schneller; es gibt allerdings Sätze, bei denen Sie um die Benutzung der Tastatur nicht herumkommen, weil sie Prädikate, Konstantensymbole oder Namen enthalten, die es in der Werkzeugleiste nicht gibt. So müssen beispielsweise Teile des Satzes $P \rightarrow (Q \vee R)$ über die Tastatur eingegeben werden, da P, Q und R in der Werkzeugleiste nicht vorkommen.

4.2.6 Beweisschritte entfernen

Um einen Beweisschritt zu entfernen, bewegen Sie den Fokussierer auf den entsprechenden Schritt und wählen Sie **Delete Step** aus dem **Proof**-Menü. Wenn Sie die Annahmezeile eines Unterbeweises entfernen, wird dadurch der komplette Unterbeweis inklusive dieser Zeile gelöscht. Seien Sie also vorsichtig mit dem Entfernen von Annahmezeilen; dabei kann einiges an Arbeit verloren gehen. Wenn Sie lediglich die Annahme ändern möchten, bearbeiten Sie einfach den entsprechenden Satz!

Darüber hinaus gibt es auch die Möglichkeit, mit der rechteckigen Auswahlfunktion eine ganze Menge von Schritten auszuschneiden oder zu entfernen. Markieren Sie dazu einfach die entsprechenden Sätze mit der Auswahlfunktion; Sie können sie dann ausschneiden und entfernen.

4.2.7 Ableitungsregeln festlegen

Wie schon mehrfach erwähnt, erscheint beim Einfügen einer neuen Beweiszeile auf der rechten Seite des Fensters das Wort '**Rule?**'. Hier müssen Sie eintragen, nach welcher Ableitungsregel in diesem Beweisschritt vorgegangen wird. Durch Klicken auf das Wort '**Rule?**' öffnet sich ein Popup-Fenster, in dem drei Untermenüs für die Kategorien **Intro**, **Elim** und **Con** und ein einzelner Eintrag für die Reiterationsregel **Reit** zu sehen sind. Um beispielsweise die Ableitungsregel für eine Negationselimination anzugeben, bewegen Sie den Mauszeiger auf den Eintrag

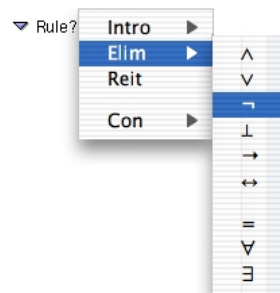


Abbildung 4.2: Hierarchisch gegliederte Menüs zur Angabe von Regeln.

Tabelle 4.1: Tastaturkürzel für Ableitungsregeln.

Regel	Kürzel	Regel	Kürzel
\wedge Elim	Opt(Alt)-&	\wedge Intro	Shift-Opt(Alt)-&
\vee Elim	Opt(Alt)-	\vee Intro	Shift-Opt(Alt)-
\neg Elim	Opt(Alt)-~	\neg Intro	Shift-Opt(Alt)-~
\perp Elim	Opt(Alt)-^	\perp Intro	Shift-Opt(Alt)-^
\rightarrow Elim	Opt(Alt)-\$	\rightarrow Intro	Shift-Opt(Alt)-\$
\leftrightarrow Elim	Opt(Alt)-%	\leftrightarrow Intro	Shift-Opt(Alt)-%
<hr/>			
= Elim	Opt(Alt)-=	= Intro	Shift-Opt(Alt)-=
\forall Elim	Opt(Alt)-@	\forall Intro	Shift-Opt(Alt)-@
\exists Elim	Opt(Alt)-/	\exists Intro	Shift-Opt(Alt)-/
<hr/>			
Reit	Opt(Alt)-R	FO Con	Opt(Alt)-F
Taut Con	Opt(Alt)-T	Ana Con	Opt(Alt)-A

Elim. Daraufhin erscheint ein zweites Menü, Sie bewegen den Mauszeiger dort zum Eintrag \neg („nicht“) und klicken ihn an. Dieser Prozess wird auch in Grafik 4.2 dargestellt. Genau so können Sie die Regel **Taut Con** auswählen, in dem Sie den Mauszeiger erst auf **Con** ziehen und dann **Taut** aus dem zweiten Menü auswählen.

Die Ableitungsregeln können auch direkt über die Tastatur eingetragen werden; die entsprechenden Tastaturkürzel finden Sie in Tabelle 4.1. Wichtig dabei ist die Umschalttaste nur zu drücken, wenn es ausdrücklich erwähnt ist. So bekommen Sie beispielsweise die \forall **Elim**-Regel, indem Sie Option-2 (Macintosh) bzw. Alt-2 (Windows) drücken. Halten Sie dabei noch die Shift-Taste gedrückt, bekommen Sie hingegen die Regel \forall **Intro**.

4.2.8 Ableitungsregeln ändern

Um eine Ableitungsregel zu ändern, setzen Sie den Fokus in die entsprechende Beweiszeile. Verfahren Sie dann genau so wie beim Festlegen von Ableitungsregeln.

4.2.9 Begründungsschritte zuweisen

Bei den meisten Ableitungsregeln müssen frühere Beweisschritte als Begründung angeführt werden; wir nennen diese „Begründungsschritte“. Um den Träger eines Schrittes anzugeben, fokussieren Sie diesen Schritt und klicken Sie auf die zugehörigen Begründungsschritte, diese werden dann rosa hinterlegt. Falls Sie zur Begründung einen ganzen Unterbeweis anführen möchten, genügt es auf eine beliebige Stelle dieses Unterbeweises zu klicken um den ganzen Unterbeweis zu markieren. Nochmaliges Klicken auf einen hinterlegten Bereich entfernt die Markierung wieder.

Um die Begründungsschritte einer Beweiszeile anzeigen zu lassen, fokussieren Sie diese Zeile; alle angegebenen Begründungen werden dann hinterlegt. Sie können die Begründung eines Beweisschrittes ändern, indem Sie den entsprechenden Schritt fokussieren und die Beweisteile, die zur Begründung hinzugefügt bzw. aus der Begründung entfernt werden sollen, anklicken.

Falls die Zeilennummerierung eingeschaltet ist, werden Begründungssätze nicht durch farbliche Hinterlegung sondern durch Angabe der entsprechenden Zeilennummern rechts neben der Beweisregel angezeigt. Bei eingeschalteter Zeilennummerierung sehen Fitch-Beweise auf dem Computer also genau so aus wie formale Beweise im Buch.

4.2.10 Beweise und Beweisschritte überprüfen

Um die Korrektheit eines Beweisschrittes überprüfen zu lassen, fokussieren Sie diesen Schritt und drücken Sie dann entweder auf die Schaltfläche **Check Step** der Werkzeuggestreife oder klicken Sie in die Statuszeile am unteren Rand des Beweisfensters. (Als Macintosh-Nutzer können Sie auch einfach die Eingabetaste des Ziffernfeldes drücken.)

Es gibt auch die Möglichkeit, den gesamten Beweis, also alle Schritte und die Beweisziele, zu prüfen, indem Sie die **Verify Proof**-Schaltfläche der Werkzeuggestreife drücken oder **Verify Proof** im **Proof** Menü wählen.

Nach Überprüfen eines Schrittes erscheint eines der folgenden vier Symbole links neben dem Namen der Ableitungsregel:

- ✓ **Häkchen.** Ein Häkchen bedeutet, dass der Schritt logisch korrekt ist.
- ✗ **X.** Ein X besagt, dass der Schritt logisch nicht korrekt ist.
- * **Sternchen.** Ein Sternchen zeigt an, dass die Formel in diesem Schritt nicht wohlgeformt ist.
- ? **Fragezeichen.** Das Fragezeichen erscheint, wenn bei Anwendung einer **Con**-Regel nicht entschieden werden kann, ob Ihr Schritt korrekt ist.

Wenn einer Ihrer Schritte kein Häkchen bekommt, fokussieren Sie diesen Schritt und schauen Sie sich die Nachricht in der Statuszeile an. Mit etwas Glück finden Sie dort einen nützlichen Hinweis, dem Sie entnehmen können, warum Ihr Schritt nicht als korrekt bewertet wurde.

4.2.11 Standardanwendungen von Regeln

Viele Beweisregeln haben Standardanwendungen, die bei der Konstruktion eines Beweises einiges an Zeitaufwand ersparen können. Wenn Sie z.B. die Regel \rightarrow **Elim** auswählen, Sätze der Form $P \rightarrow Q$ und P zitieren und den Schritt dann überprüfen lassen, setzt Fitch automatisch Q in diesen Schritt ein. Damit Fitch Gebrauch von der Standardanwendung einer Regel machen kann, muss der entsprechende Beweisschritt komplett leer sein, d.h. es darf sich kein Text in der Beweiszeile befinden. Wenn ein leerer Beweisschritt überprüft wird, versucht Fitch eine Standardanwendung

für diesen Schritt einzusetzen. Die Standardanwendungen für die einzelnen Regeln finden Sie im Textbuch.

Für **Taut Con**, **FO Con** und **Ana Con** gibt es keine Standardanwendungen.

4.2.12 Unterbeweise öffnen und schließen

Unterbeweise werden über **New Subproof** aus dem **Proof**-Menü geöffnet. Zu Beginn eines Unterbeweises können Sie in der ersten Zeile einen Satz (oder eine umrahmte Konstante) eintragen. Sobald Sie sich in einem Unterbeweis befinden, ist jede neu hinzugefügte Beweiszeile Teil dieses Unterbeweises. Wenn Sie also eine neue Zeile *hinter* einem Unterbeweis beginnen wollen, müssen Sie wissen, wie man einen Unterbeweis beendet: Um einen Unterbeweis zu beenden, setzen Sie den Fokussierer auf einen beliebigen Schritt des Unterbeweises und wählen **End Subproof** aus dem **Proof**-Menü. Dieser Befehl beendet den Unterbeweis und erzeugt hinter diesem eine neue Beweiszeile.

Wenn Sie einen Unterbeweis schließen, dessen letzte Zeile leer ist, wird diese letzte Zeile automatisch aus dem Unterbeweis herausgeschoben. Sie können also zwei verschachtelte Unterbeweise beenden, indem Sie zweimal **End Subproof** wählen – beim ersten Mal wird der innere der beiden Unterbeweise geschlossen und im äußeren ein neuer Schritt hinzugefügt, beim zweiten Mal wird dieser neue Schritt auch aus diesem Unterbeweis nach außen geschoben.

4.2.13 Gerahmte Konstanten in Unterbeweisen

Beim Start eines Unterbeweises erscheint ein nach unten gerichtetes Dreieck dort, wo sonst das quadratische Schrittzeichen erscheint. Hinter diesem Dreieck verbirgt sich ein Popup-Menü, das sich durch Klicken auf das Dreieck öffnet. So erscheint eine Liste mit allen Namen, die es in Fitch gibt. Das Anwählen eines dieser Namen fügt ihn als gerahmte Konstante hinzu – wenn er nicht ohnehin schon gerahmt war; in diesem Fall wird er aus dem Rahmen entfernt. Gerahmte Konstanten werden für die Ableitungsregeln \forall **Intro** und \exists **Elim** benötigt.

4.2.14 Unterbeweise entfernen

Um einen Unterbeweis zu entfernen, genügt es, die Annahmezeile (erste Zeile) des Unterbeweises zu fokussieren und **Delete Step** aus dem **Proof**-Menü zu wählen. Dies entfernt den kompletten Unterbeweis; vergewissern Sie sich also besser vorher davon, dass Sie dies wirklich wollen. Wenn Sie lediglich die Annahme ändern wollen, bearbeiten Sie einfach den Satz und entfernen Sie nicht den Schritt!

4.3 Beweisziele

Die Beweisziele einer Aufgabe werden in dem Zielstreifen am unteren Rand des Beweisfensters angezeigt. Dies sind die Sätze, die in diesem Beweis nachgewiesen werden sollen. Falls der Zielstreifen nicht sichtbar ist, können Sie ihn durch **Show Goal Strip** aus dem **Goal** Menü einblenden, umgekehrt können Sie ihn auch durch **Hide Goal Strip**, ebenfalls aus dem **Goal**-Menü, wieder verschwinden lassen und so mehr Platz für den Beweis erhalten.

Wenn Sie bei der Bearbeitung einer Aufgabe der Meinung sind, eines oder mehrere der Ziele erfüllt zu haben, wählen Sie **Verify Proof** aus dem Menü **Proof**. Neben jedem Beweisziel erscheint ein Häkchen oder ein X, je nachdem ob das Ziel erfüllt ist oder nicht. Falls Sie nähere Erläuterungen zu einem X wünschen, fokussieren Sie das entsprechende Beweisziel und lesen Sie die Statuszeile.

4.4 Kopieren und einfügen

In Fitch gibt es die Möglichkeit, ganze Sätze oder Teile von Sätzen zu kopieren (copy), auszuschneiden (cut) und einzufügen (paste). Die Beherrschung dieser Operationen kann die Konstruktion von Beweisen sehr vereinfachen.

Wenn Sie Teile eines Beweises kopieren oder ausschneiden, werden diese in der Zwischenablage abgelegt. Die Zwischenablage ist ein Teil des Computerspeichers, der nicht sichtbar ist, in dem aber alles, was kopiert oder ausgeschnitten wird, gespeichert ist, um es später an anderen Stellen des Beweises wieder einfügen zu können. Der Unterschied zwischen Ausschneiden und Kopieren besteht darin, dass Ersteres den entsprechenden Teil des Beweises aus seiner aktuellen Position entfernt, während Zweiteres den Beweis nicht verändert, sondern lediglich eine Kopie des markierten Bereiches in der Zwischenablage speichert.

Sobald sich ein Beweisteil in der Zwischenablage befindet, können Sie ihn einfügen so oft sie wollen, er bleibt in der Zwischenablage bis etwas anderes kopiert oder ausgeschnitten wird – in diesem Fall ersetzt der neue Inhalt den früheren Inhalt der Zwischenablage.

4.4.1 Sätze kopieren und einfügen

Um einen Satz bzw. Teile eines Satzes auszuschneiden oder zu kopieren, muss der Schritt, der den entsprechenden Satz enthält, fokussiert sein. Markieren Sie den zu bearbeitenden Teil, indem Sie mit der Maus (linke Taste) ein Ende des zu markierenden Bereiches anklicken und den Mauszeiger mit gedrückter Taste bis zum anderen Ende ziehen. Wenn Sie den Text markiert haben, wählen Sie **Copy** (Kopieren) bzw. **Cut** (Ausschneiden) aus dem **Edit**-Menü. Beide Befehle hinterlegen eine Kopie der markierten Formel in der Zwischenablage, zweiterer entfernt sie gleichzeitig noch aus dem markierten Beweisschritt.

Wenn Sie einen kompletten Satz kopieren möchten, können Sie auch den ganzen Satz fokussieren und **Copy** aus dem **Edit**-Menü wählen; in diesem Fall muss die Formel nicht eigens markiert sein. Dieser Befehl legt eine Kopie des kompletten Satzes in der Zwischenablage ab, die dann an anderer Stelle im Beweis (oder auch in einen anderen Beweis) eingefügt werden kann. Diese Vorgehensweise ist besonders nützlich, wenn Sie eine der Prämissen kopieren wollen und Sie sich nicht im Autoren-Modus (Authoring Mode) befinden – in diesem Fall sind die Prämissen schreibgeschützt und können nicht markiert werden.

Sobald sich ein Satz einmal in der Zwischenablage befindet, können Sie ihn in einen anderen Schritt einfügen, indem Sie zu diesem gehen und **Paste** aus dem **Edit**-Menü wählen. Der eingefügte Text erscheint dann dort, wo auch normal eingegebener Text erschiene. Wenn Sie also in der Mitte eines bestehenden Textes etwas einfügen wollen, bewegen Sie den Eingabebalken dorthin, wo der Text eingesetzt werden soll.

4.4.2 Zielsätze kopieren und einfügen

Zielsätze können fokussiert und mit dem Befehl **Copy** aus dem **Edit**-Menü kopiert werden. Dies ist eine einfache Art, den gewünschten Satz aufzugreifen und in den Beweis einzusetzen.

4.4.3 Beweisteile kopieren und einfügen

Fitch gibt Ihnen die Möglichkeit, ganze Teile von Beweisen, also Folgen einzelner Beweisschritte, auszuschneiden oder zu kopieren und an anderen Stellen des gleichen Beweises oder auch in einen anderen Beweis einzufügen. Dies ist recht nützlich, wenn Ihr Beweis mehrere Unterbeweise enthält, die alle ähnlich aufgebaut sind.

Um Beweisschritte auszuschneiden oder zu kopieren, benötigen Sie die Auswahlfunktion, also die Schaltfläche mit dem quadratischen Rahmen auf der linken Seite der Werkzeugleiste. Wenn Sie diese Schaltfläche drücken, können Sie eine ganze Folge von Beweisschritten auswählen.

Klicken Sie dazu in die Mitte des ersten Beweisschrittes dieser Folge und ziehen Sie den Mauszeiger bei gedrückter linker Maustaste bis zum letzten Schritt. Sobald Sie die Maus loslassen, erscheint ein rechteckiger Rahmen um den Bereich, der ausgewählt wurde. Falls dieser Rahmen nicht den gewünschten Inhalt hat, klicken Sie an einer beliebigen Stelle in den Beweis; der Rahmen verschwindet, und Sie können erneut versuchen, den gewünschten Bereich auszuwählen. Beachten Sie dabei aber, dass Fitch nicht in der Lage ist, Unterbeweise zu teilen. Sie müssen entweder Schritte auswählen, die komplett in einem Unterbeweis enthalten sind, oder direkt den gesamten Unterbeweis. Wenn der Rahmen genau die gewünschten Schritte enthält, wählen Sie **Cut** bzw. **Copy** aus dem **Edit**-Menü. Beide dieser Befehle legen eine Kopie des Beweisteiles in der Zwischenablage ab; **Cut** löscht die ausgewählten Schritte außerdem aus dem Beweis.

Sobald eine Folge von Beweisschritten in der Zwischenablage ist, können Sie diese mit **Paste** wieder einfügen, und zwar an die Stelle, an der sich der Fokussierer befindet. Wird ein leerer Beweisschritt fokussiert, so wird dieser beim Einfügen ersetzt, ansonsten wird der Text *nach* dem fokussierten Schritt eingefügt.

Wenn die Beweisschritte unmittelbar nach einem Unterbeweis, aber nicht als Teil dessen eingefügt werden sollen, müssen Sie den Unterbeweis beenden, bevor der Text eingefügt wird. Dies erzeugt eine leere Zeile außerhalb des Unterbeweises, die dann von **Paste** durch den Inhalt der Zwischenablage ersetzt wird.

Beim Einfügen von Beweisschritten in einen Beweis versucht Fitch automatisch die Begründungsschritte für die eingefügten Beweiszeilen zu übertragen. Es kann allerdings passieren, dass die ursprünglichen Begründungen nicht mehr zulässig sind, z.B. wenn die Beweisschritte jetzt vor einigen ihrer Begründungsschritte stehen. In diesem Fall löscht Fitch die unzulässigen Begründungsangaben.

Beachten Sie auch, dass der Auswahlmodus auch eine nette Möglichkeit ist, um eine große Anzahl von Beweisschritten zu entfernen: Anstatt die Schritte einzeln über **Delete Step** aus dem **Proof**-Menü zu entfernen, markieren Sie einfach alle Schritte, die entfernt werden sollen, und wählen Sie **Clear** aus dem **Edit**-Menü. Das Gleiche erreichen Sie mit der Entfernen-Taste.

Vergessen Sie aber nicht aus dem Auswahlmodus zurück in den normalen Mauszeigermodus zu wechseln, wenn Sie fertig mit Markieren und Auswählen sind. Solange der Auswahlmodus aktiviert ist, können keine Begründungssätze eingegeben werden.

4.5 Beweise ausdrucken

Um einen Beweis zu drucken, wählen Sie **Print...** aus dem **File**-Menü. Daraufhin öffnet sich das übliche Drucker-Menü. Wenn Sie alle Druckoptionen nach Ihren Wünschen gewählt haben, drücken Sie auf die **Print**-Schaltfläche des Drucker-Menüs. In gedruckten Beweisen fügt Fitch Zeilennummern ein und benutzt diese Zeilennummern zur Angabe der Begründungsschritte, so dass ein ausgedruckter Beweis genau so aussieht wie die Beweise im Buch.

4.6 Aufgaben erstellen

Fitch besitzt zwei Benutzermodi, den Anwendermodus und den Autorenmodus. Studierende arbeiten normalerweise im Anwendermodus; dieser stellt sich automatisch beim Öffnen einer Aufgabendatei ein. In diesem Modus können Beweise erstellt, nicht aber Prämissen oder Beweisziele verändert werden; dies ist ja schließlich bei der Lösung einer Aufgabe auch nicht zulässig. (Der

Grade Grinder prüft immer, ob Prämissen oder Ziele verändert wurden!)

Neue Aufgaben werden im Autorenmodus erstellt, deshalb werden neue (leere) Dateien immer im Autorenmodus erzeugt. In diesem Modus können Sie Prämissen und Ziele in einen Beweis einfügen und festsetzen, welchen Einschränkungen die einzelnen Ziele unterliegen.

Im **Edit**-Menü können Sie feststellen, in welchem Modus Sie sich gerade befinden: Wenn vor dem Eintrag **Author Mode** ein Häkchen ist, befinden Sie sich im Autorenmodus, sonst im Benutzermodus. Über Klicken auf **Author Mode** können Sie zwischen den beiden Modi wechseln.

Dateien werden immer im aktuellen Modus gespeichert. Sie sollten also sicherstellen, dass der Autorenmodus ausgeschaltet ist, bevor Sie ihre erstellten Aufgaben speichern. Alternativ können Sie aber auch **Save As Problem...** aus dem **File**-Menü wählen. In diesem Fall erhält die gespeicherte Datei immer den Anwendermodus.

4.6.1 Prämissen hinzufügen und entfernen

Um Prämissen hinzuzufügen, müssen Sie sich im Autorenmodus befinden. Wählen Sie dazu **Add Premise** aus dem **Proof**-Menü. Falls gerade eine Prämissenzeile fokussiert ist, wird die neue Prämisse unmittelbar hinter dem fokussierten Schritt eingefügt. Falls der Fokussierer bei einer Beweiszeile steht, wird die neue Prämisse unten an die Prämissenliste angehängt.

Um Prämissen zu entfernen, fokussieren Sie die entsprechende Zeile und wählen Sie **Delete Step** aus dem **Proof**-Menü.

4.6.2 Ziele hinzufügen und entfernen

Um einer Aufgabe ein Beweisziel hinzuzufügen, wählen Sie **New Goal** aus dem **Goal**-Menü und geben Sie den gewünschten Zielsatz ein. Wie schon oben bemerkt, können Sie dies nur im Autorenmodus tun. Um ein Ziel aus einer Aufgabe zu entfernen, klicken Sie auf den Zielstreifen und wählen Sie **Delete Goal** aus dem **Goal** Menü.

Wenn Sie die Beschränkungen, denen ein Beweisziel unterliegt, anpassen wollen, wählen Sie **Edit Goal Constraints** aus dem **Goal**-Menü. Bei neueingefügten Zielen geht Fitch davon aus, dass Sie einen Beweis haben wollen, der nur die Introduktions- und Eliminationsregeln von \mathcal{F} verwendet. Wenn Sie zusätzlich die Verwendung der **Con**-Prozeduren zulassen oder auch Standardbeweisverfahren ausschließen wollen, müssen Sie die Beschränkungen des Beweiszieles entsprechend anpassen. Beschränkungen beziehen sich immer auf einzelne Ziele, Sie können also durchaus unterschiedliche Beschränkungen für unterschiedliche Ziele innerhalb einer Aufgabe haben.

4.6.3 Neue Aufgaben speichern

Wenn Sie eine neu geschaffene Datei als Aufgabendatei speichern wollen, sollten Sie **Save As Problem...** aus dem **File**-Menü verwenden. Dieser Befehl speichert die Datei, fixiert darin aber den Anwendermodus, so dass Benutzer nicht (versehentlich) Prämissen oder Ziele der Aufgabe ändern können.

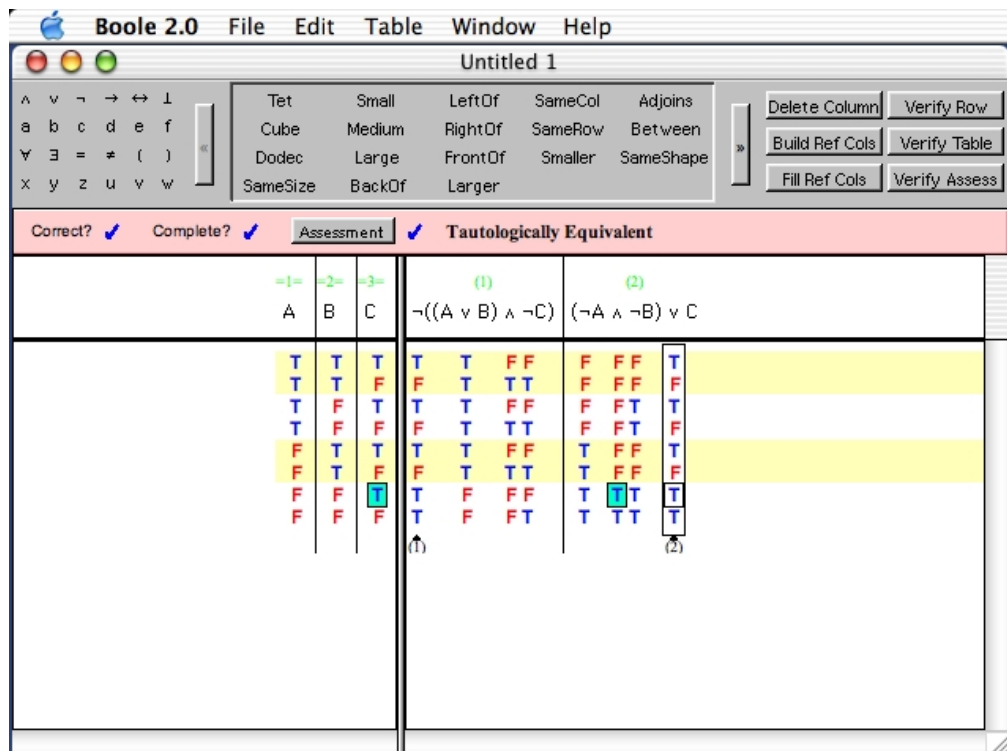


Abbildung 5.1: Das Hauptfenster von Boole.

Kapitel 5

Boole

Boole ist ein Programm zur Konstruktion von Wahrheitstafeln. Zu Beginn erst mal ein paar Hinweise zum Starten und Beenden von Boole und auch einige Erläuterungen zum Layout!

5.1 Erste Schritte

Das Programm Boole ist im Verzeichnis Boole Folder enthalten. Wenn Boole geöffnet ist, sehen Sie die Menüleiste, eine breitere graue Werkzeugleiste, die schmale pinkfarbene Beurteilungszeile und schließlich ein großes, zu Beginn überwiegend leeres Fenster zur Konstruktion von Wahrheitstafeln, „Wahrheitstafelfenster“ genannt. Hier einige grundlegende Fakten dazu:

5.1.1 Die Menüs

Boole hat die folgenden Menüs:

- **File:** In diesem Menü können Sie neue Wahrheitstafeln erzeugen, vorhandene Tafeln öffnen, Tafeln speichern und drucken.
- **Edit:** Dies ist das übliche Edit-Menü, in dem sich die Funktionen zum Ausschneiden, Kopieren und Einfügen befinden.
- **Table:** Dieses Menü enthält Befehle, mit denen man neue Spalten hinzufügen, die Wahrheitstafel überprüfen und Referenzspalten automatisch erzeugen kann.
- **Window:** In diesem Menü können Sie zwischen mehreren geöffneten Boole-Dateien wechseln.

5.1.2 Die Werkzeugleiste

Der breite graue Streifen im oberen Teil des Fensters, der logische Symbole und Prädikate enthält, heißt Werkzeugleiste. Er ist das Äquivalent zur Werkzeugleiste in Tarski's World und der Werkzeugleiste von Fitch sehr ähnlich. Wenn Sie den Mauszeiger über ein Objekt der Werkzeugleiste bewegen, wird aus dem Objekt eine Schaltfläche – durch Drücken dieser Schaltfläche wird das entsprechende Symbol eingefügt, sofern sich der Eingabebalken in einem der Satzfelder am oberen Ende der Wahrheitstafel befindet. In der Liste der Prädikate kann mit den Doppelpfeiltasten auf der Werkzeugleiste hin und her geblättert werden.

Auf der rechten Seite der Werkzeugleiste befinden sich sechs Felder für die Konstruktion und Überprüfung von Wahrheitstafeln. Die genauen Funktionen dieser Felder sind:

- **Delete Column:** Diese Schaltfläche entfernt die komplette Spalte, in der sich der Eingabebalken befindet, also den Satz in der ersten Zeile der Spalte und alle zugehörigen Wahrheitswertspalten unterhalb dieses Satzes. Wenn die Schaltfläche gedrückt wird, bekommen Sie nochmals Gelegenheit, den Löschprozess abubrechen.
- **Build Reference Columns:** Diese Schaltfläche kann benutzt werden, sobald ein oder mehrere Zielsätze auf der rechten Seite der Wahrheitstafel stehen. Mit dieser Schaltfläche erzeugt Boole automatische alle für die Tafel benötigten Referenzspalten. Sie sollten diese Funktion allerdings nur benutzen, wenn die Aufgabenstellung dies ausdrücklich zulässt, da Grade Grinder sich ansonsten beschwert, dass Sie die Referenzspalten nicht selbst erzeugt haben. Das Erzeugen von Referenzspalten ist Teil dessen, was Sie lernen müssen, wenn Sie das Ausfüllen von Wahrheitstafeln erlernen!
- **Fill Reference Columns:** Diese Schaltfläche trägt Wahrheitswerte in die Referenzspalten ein. Genau wie bei der soeben erörterten Schaltfläche, sollten Sie auch diese nur benutzen, wenn die Aufgabenstellung dies explizit zulässt, da das Ausfüllen von Referenzspalten eine der zentralen Fähigkeiten für die Erstellung von Wahrheitstafeln ist, die Sie selbst beherrschen müssen.
- **Verify Row** ist ein Befehl, der die Korrektheit und Vollständigkeit einer einzelnen Spalte Ihrer Wahrheitstafel testet.
- **Verify Table** funktioniert ähnlich wie Verify Row, testet aber direkt die komplette Wahrheitstafel auf Vollständigkeit und Korrektheit
- **Verify Assessment:** Diese Schaltfläche überprüft Ihre Wahrheitstafel auf Korrektheit (wie es **Verify Table** auch tut), prüft aber auch, ob Sie mit Ihrer Einschätzung richtig gelegen haben.

5.1.3 Die Beurteilungszeile

Die Beurteilungszeile ist vergleichbar mit dem Zielstreifen in Fitch; hier wird angezeigt, ob die Wahrheitstafel korrekt konstruiert und ausgefüllt ist. Zusätzlich enthält die Beurteilungszeile ein Menü, mit dem Sie eine Einschätzung über den Zielsatz bzw. die Zielsätze in Ihrer Tafel abgeben können. Wenn Sie auf die **Assessment**-Schaltfläche klicken, wird Ihnen eine Liste möglicher Beurteilungen angezeigt. So können Sie beispielsweise angeben, ob Sie einen Satz für eine Tautologie halten oder nicht. Auch zur Fragestellung, ob ein Satz tautologisch aus anderen folgt, können Sie eine Einschätzung abgeben.

5.1.4 Das Wahrheitstafelfenster

In der großen, überwiegend weißen Fläche in der Mitte des Bildschirms werden die eigentlichen Wahrheitstafeln konstruiert. Ein dünner, waagerechter Strich trennt die Kopfzeile von dem unteren Bereich, in den Wahrheitswerte eingetragen werden. Außerdem gibt es noch einen dicken senkrechten Balken, der die Referenzspalten vom restlichen Teil der Wahrheitstafel abtrennt. Wenn sich der Eingabebalken in der Kopfzeile befindet, können Sie Zielsätze auf der rechten bzw. Referenzsätze auf der linken Seite eintragen. Mit den Befehlen **Add Column After** bzw. **Add Column Before** aus dem **Table**-Menü können bei Bedarf neue Spalten hinzugefügt werden. Sobald Sätze eingegeben worden sind, können Wahrheitswerte an den zugehörigen Stellen unter diesen Sätzen eingetragen werden.

5.1.5 Das Wahrheitstafelfenster anpassen

Das Wahrheitstafelfenster ist zweigeteilt: Auf der linken Seite stehen die Referenzspalten, auf der rechten die Zielspalten, dazwischen ist ein Trennbalken. Es wird häufig vorkommen, dass Sie nach dem Öffnen oder bei der Konstruktion einer Wahrheitstafel nicht alle Spalten gleichzeitig sehen können. Sie können die Größe des Gesamtfensters mit den üblichen Aktionen variieren und auch die Position des Trennbalkens anpassen, indem Sie ihn mit der Maus fassen und nach links oder rechts ziehen. Wenn die Spalten bzw. Zeilen zu lang sind, erscheinen überdies an der rechten bzw. unteren Seite des Fensters Scrollbalken, mit denen Sie im Fenster navigieren können.

5.2 Wahrheitstafeln erstellen und bearbeiten

Die Erzeugung einer Wahrheitstafel geht in drei Schritten vor sich: Festlegen des bzw. der Zielsätze, Erzeugung der Referenzspalten und Eintragung der Wahrheitswerte. Eine komplett ausgefüllte Tabelle kann genutzt werden, um die logischen Eigenschaften des Zielsatzes zu bestimmen.

5.2.1 Zielsätze eingeben

Um einen Zielsatz eingeben zu können, muss sich der Eingabebalken in der oberen rechten Ecke des Wahrheitstafelfensters befinden. Falls sich der Eingabebalken nicht an der gewünschten Position befindet, können Sie ihn durch einfaches Mausklicken auf diese Position bringen. Geben Sie dann den gewünschten Satz über die Werkzeugleiste oder Tastatur ein. Die Tastaturkürzel für die logischen Symbole finden Sie auf Seite 19. Vielleicht haben Sie schon bemerkt, dass die kleine Satznummer über der Formel während der Eingabe ihre Farbe verändert: Sie ist rot, solange die eingegebene Formel nicht wohlgeformt ist, und wird grün, sobald sie wohlgeformt ist.

Zur Konstruktion einer gemeinsamen Wahrheitstafel für mehrere Sätze benötigen Sie die Optionen **Add Column After** bzw. **Add Column Before** aus dem **Table**-Menü, um Ihrer Wahrheitstafel einen neuen Zielsatz hinzuzufügen.

Ein anderer Weg Sätze einzugeben besteht darin, sie aus Tarski's World bzw. Fitch zu kopieren und an den passenden Stellen in Boole einzufügen.

5.2.2 Referenzspalten erstellen

Es gibt zwei Möglichkeiten, Referenzspalten zu erstellen: Der harte Weg ist die Eingabe per Hand, der bequeme Weg ist, sie von Boole erzeugen zu lassen. Sie sollten immer den harten Weg gehen, solange der bequeme Weg nicht von der Aufgabenstellung oder von Ihrem Seminarleiter explizit zugelassen wird.

Um einen Referenzsatz einzugeben, klicken Sie in den obersten Eintrag der ersten Spalte links neben dem Trennbalken. Geben Sie dort den gewünschten atomaren Satz ein. (in Boole können Sie beliebige Formeln in die Referenzspalten schreiben. Die Nummer über der Formel leuchtet in rot, falls die Formel nicht wohlgeformt ist, und blau, wenn sie wohlgeformt, aber nicht atomar ist) Um zusätzliche Referenzsätze einzufügen, wählen Sie **Add Column After** bzw. **Add Column Before** aus dem **Table**-Menü und geben Sie dann den gewünschten Satz ein.

Wenn Boole diese Arbeit für Sie übernehmen soll, klicken Sie auf den Eintrag **Build Ref Cols** in der Werkzeugleiste. Diese Funktion erzeugt alle nötigen Referenzspalten für die Zielsätze, die aktuell auf der rechten Seite stehen. Wenn Boole die Referenzspalten erzeugt, werden sie mit =1=, =2=, ... durchnummeriert, falls Sie die Spalten hingegen von Hand erzeugen, ist die Nummerierung: (1), (2), ...

5.2.3 Wahrheitswerte eintragen

Um Wahrheitswerte in Ihre Tabelle einzutragen, klicken Sie in die gewünschte Spalte und tippen Sie T bzw. F ein. (Falls Ihnen das angenehmer erscheint, können Sie auch „1“ statt T und „0“ oder „2“ statt F eintippen – die deutschen Belegungen W und F funktionieren aus technischen Gründen leider nicht). Nach Eintrag des Wahrheitswertes rutscht der Eingabebalken automatisch in der gleichen Spalte um eine Zeile nach unten. Wenn Sie auf der rechten Seite der Wahrheitstafel arbeiten, markiert Boole die Einträge in der Tafel, von denen der aktuelle Wahrheitswert abhängt. Oder anders ausgedrückt: Boole implementiert die im Buch beschriebene Zwei-Finger-Methode.

Auf Ihren Wunsch hin kann Boole auch alle Einträge in den Referenzspalten automatisch erzeugen; nutzen Sie diese Möglichkeit aber wiederum bitte nur, wenn die Aufgabenstellung oder Ihr Seminarleiter dies ausdrücklich erlauben (Der Grade Grinder beschwert sich, wenn Sie unerlaubt von dieser Möglichkeit Gebrauch gemacht haben). Die Ausfüllfunktion können Sie über die **Fill Ref Cols**-Schaltfläche der Werkzeuggestreife aufrufen.

In der Standardeinstellung ergänzt Boole Wahrheitswerte spaltenweise, d.h. wenn Sie T bzw. F eingeben, bewegt sich der Eingabebalken eine Zeile nach unten, so dass Sie direkt den nächsten Eintrag der Spalte eingeben können. Wenn Sie lieber Zeile für Zeile vorgehen, wählen Sie **By Row** aus dem **Edit** Menü – in dieser Einstellung bewegt Boole den Eingabebalken in die nächste Spalte, nachdem Sie einen Wahrheitswert eingegeben haben.

5.3 Beurteilungen festlegen

Eine typische Aufgabenstellung besteht darin, Wahrheitstabellen zu verwenden, um zu überprüfen, ob ein Satz eine Tautologie ist, ob zwei Sätze tautologisch äquivalent sind, oder ob ein Satz tautologisch aus anderen folgt. Sie müssen also nach Konstruktion der Wahrheitstafel den Satz bzw. die Sätze Ihrer Wahrheitstafel entsprechend beurteilen. Um dies zu tun, klicken Sie auf die Schaltfläche **Assessment** in Booles Beurteilungsleiste; dies öffnet ein Fenster, in dem Sie ihre Beurteilung eingeben können.

5.4 Wahrheitstabellen überprüfen

Es gibt drei verschiedene Befehle zum Überprüfen einer Wahrheitstafel: **Verify Row**, **Verify Table** und **Verify Assessment**. Diese Befehle finden Sie sowohl im **Table**-Menü als auch in der Werkzeuggestreife.

- **Verify Row** überprüft die Vollständigkeit und Korrektheit einer einzelnen Zeile Ihrer Wahrheitstafel, nämlich der Zeile, in der sich das Eingabefeld befindet. Wenn in der entsprechenden Zeile alle notwendigen Referenzspalten existieren und die Zeile komplett ausgefüllt ist, erscheint ein + neben dem Wort **Complete?** in der Beurteilungszeile. Wenn die Einträge unter den Zielsätzen darüber hinaus auch noch korrekt sind, erscheint ein + neben dem Eintrag **Correct?**.
- **Verify Table** überprüft die komplette Wahrheitstafel auf Vollständigkeit und Korrektheit, d.h. es prüft, ob alle notwendigen Referenzspalten vorhanden sind, ob diese alle möglichen Kombinationen von Wahrheitswerten enthalten und natürlich, ob die Einträge unter den Zielsätzen korrekt sind. Wenn die Tafel komplett ausgefüllt ist und alle Wahrheitswerte korrekt eingetragen sind, erscheinen Häkchen neben **Correct?** und **Complete?** in der Beurteilungszeile.

- **Verify Assessment** kontrolliert Vollständigkeit und Korrektheit Ihrer Wahrheitstafel (genau wie **Verify Table**), prüft aber auch, ob Ihre Beurteilung richtig ist. Damit dieses geschehen kann, müssen Sie natürlich vorher eine Beurteilung eingeben, wie oben beschrieben.

5.5 Wahrheitstafeln speichern und drucken

Um Ihre Wahrheitstafel zu speichern, wählen Sie **Save** oder **Save As...** aus dem **File**-Menü. Falls Sie vorhaben eine Wahrheitstafel zum Grade Grinder zu schicken, sollten Sie sie unter dem Namen **Table n.m** speichern, wobei **n.m** die Aufgabennummer ist.

Um eine Tafel zu drucken, wählen Sie **Print** aus dem **File**-Menü. Daraufhin öffnet sich das übliche Drucker-Menü. Wenn Sie alle Druckoptionen nach Ihren Wünschen gewählt haben, klicken Sie auf die Schaltfläche **Print** im Drucker-Menü.

Index

- Add Text Message, *siehe* Textnachricht
- Ansicht
 - Tarski
 - 2-D, 18
 - 3-D, 18
- Anwendermodus
 - Fitch, 34
- Anzeigen
 - Fitch
 - Schrittnummerierung, 28
 - Zielstreifen, 27, 32
 - Tarski
 - Beschriftungen, 18
- Assessment, *siehe* Beurteilung
- Ausblenden
 - Fitch
 - Zielstreifen, 27, 32
 - Tarski
 - Beschriftungen, 18
- Ausschneiden
 - Fitch
 - Sätze, 33
 - Schritte, 34
 - Tarski, 18, 20–21
- Auswählen
 - Submit, 8
 - Dateien zum Einsenden, 7–8
 - Tarski
 - Klötzchen, 16
- Autorenmodus
 - Fitch, 34
- Bearbeiten
 - Tarski, 18, 21
- Beenden
 - Tarski, 16
 - Spiel, 22
- Begründungsschritt, *siehe* Regel
- Benennen
 - Tarski
 - Klötzchen, 17
- Benutzerdaten
 - Submit, 9
- Beurteilung
 - Boole
 - Beurteilungszeile, 39
 - Schaltfläche, 39
- Bewegen
 - Tarski
 - Klötzchen, 17
- Beweis
 - Fitch
 - Bearbeiten, 27–32
 - Beweislinie, 27
 - Erstellen, 27–32
 - Fenster, 27
 - Prüfen, 31
- Build Reference Columns,
 - siehe* Referenzspalten
- Check Step, *siehe* Prüfen
- Choose File, *siehe* Auswählen
- Choose Files to Submit,
 - siehe* Auswählen
- Con-Menü
 - Fitch, 29
- Done
 - Submit, 8
- Drehen
 - Tarski, 18
- Drucken
 - Boole, 42
 - Fitch, 34
 - Tarski
 - Satzlisten, 16
 - Welt, 16

- Edit
 - Tarski, 18, 21
- Einfügen
 - Boole, 38
 - Fitch
 - Sätze, 33
 - Schritte, 34
 - Ziele, 33
 - Tarski, 18, 20–21
- Eingabe von Wff
 - Boole
 - via Tastatur, 40
 - via Werkzeugleiste, 40
 - Fitch
 - via Tastatur, 29
 - via Werkzeugleiste, 29
 - Tarski, 19
- Einsenden
 - Submit, 7–8
- Elim-Menü
 - Fitch, 29
- Entfernen
 - Boole
 - Spalte, 39
 - Fitch
 - Prämisse, 35
 - Schritt, 29, 32
 - Ziel, 35
 - Tarski
 - Klötzchen, 17
 - Satz, 20
- Fenster-Menü
 - Fitch, 26
- Fitch-Balken
 - Fitch, 27
- Fokussierer
 - Fitch, 28
 - Bewegen, 28
- Fragezeichen
 - Fitch, 31
- Game, *siehe* Spiel
- GG Status
 - Submit, 9
- Größe verändern
 - Tarski
 - Klötzchen, 17
- Grade Grinder, 1, 6–9
- Häkchen
 - Fitch, 31
- Hinzufügen
 - Boole
 - Spalte nach, 39
 - Spalte vor, 39
 - Fitch
 - Prämisse, 35
 - Schritt nach, 29
 - Schritt vor, 29
 - Ziel, 35
 - Submit
 - Dateien zu einer Liste, 8
 - Tarski
 - Klötzchen, 16
 - Satz nach, 19
 - Satz vor, 19
- Homepage, LPL, 2
- Installation der Programme, 2
- Instructor Too, *siehe* Seminarleiter
- Intro-Menü
 - Fitch, 29
- Just Me
 - Submit, 8
- Klötzchen
 - Tarski
 - Auswählen, 16
 - Benennen, 17
 - Bewegen, 17
 - Entfernen, 17
 - Größe verändern, 17
 - Hinzufügen, 16
- Konstantenrahmen
 - Fitch, 28
- Kopieren
 - Boole, 38
 - Fitch
 - Sätze, 33
 - Schritte, 34
 - Ziele, 33
 - Tarski, 18, 20–21
- Lösungsdateien
 - Submit, 6
- LPL Homepage, 2

- Menüs
 - Boole, 38
 - Fitch, 26
- Modus
 - Fitch
 - Anwender, 34
 - Autor, 34
- MRJ (Macintosh Runtime for Java), 2
- Öffnen
 - Fitch, 26
 - Submit, 8
 - Tarski, 14, 15
- Paket-ID
 - Submit, 1, 6, 7, 9
- Pfeiltasten
 - Fitch, 28
 - Tarski, 19
- Prämisse
 - Fitch
 - Entfernen, 35
 - Hinzufügen, 35
- Prüfen
 - Boole
 - Beurteilung, 42
 - Einschätzung, 39
 - Tafel, 39
 - Wahrheitstafel, 41
 - Zeile, 39, 41
 - Fitch
 - Beweis, 31, 32
 - Schritt, 31
- Proceed
 - Submit, 8
- Referenzspalten
 - Boole
 - Ausfüllen, 39
 - Erzeugen, 39
- Regel
 - Fitch
 - Ändern, 30
 - Festlegen, 29–30
 - Popup-Menü, 27, 28
 - Standardanwendungen, 31
 - Tastaturkürzel, 30
 - Zuweisen, 31
- Reit
 - Fitch, 29
- Rule, *siehe* Regel
- Satztafel
 - Tarski, 14
- Schließen
 - Tarski
 - Fenster, 16
- Schritt
 - Fitch
 - Nummerierung, 28
 - Prüfen, 31
- Schrittzeichen
 - Fitch, 28
- Seminarleiter, 8
- Shift-Return
 - Tarski, 19
- Speichern
 - Boole, 42
 - Fitch, 26
 - als Aufgabe, 35
 - Tarski, 15
- Spiel
 - Tarski, 22
 - Spielen, 21
 - Zurückgehen, 22
- Starten
 - Boole, 38
 - Fitch, 26
 - Submit, 7
 - Tarski, 14
- Statuszeile
 - Fitch, 27
- Sternchen
 - Fitch, 31
- Textnachricht, 8
- TW Exercise Files
 - Tarski, 14
- Übungsaufgaben
 - Tarski, 14
- Unterbeweis
 - Fitch
 - Öffnen, 26, 32
 - als Begründungsschritt, 31
 - Annahme entfernen, 29
 - Ausschneiden, 34
 - Beenden, 26, 32
 - Entfernen, 32
 - Gerahmte Konstanten, 28, 32
 - Kopieren, 34

Verify, *siehe* Prüfen

Wahrheitstafel

Boole, 39

anpassen, 40

Weltsegment

Tarski, 14

Werkzeuggeste

Boole, 38, 40

Fitch, 27, 29, 34

Tarski, 14

Wiederherstellen

Tarski, 16

WWW, 2

Ziel

Fitch, 26

Entfernen, 35

Hinzufügen, 35

Zielstreifen, 27

Zielzeichen, 28