

ken der Informatik erlernen können. Der Komplexitätsgrad der Beispiele (z.B. im Grund- und Leistungsfach) hängt dabei von bildungspolitischen Vorgaben ab. Das Grundmodell für Informatikunterricht bildet wie jedes Modell nicht alle Aspekte gut ab. So kann man nur indirekt erkennen, dass die angewendeten Informatiksysteme zum Lerngegenstand werden (vgl. Kapitel 9).

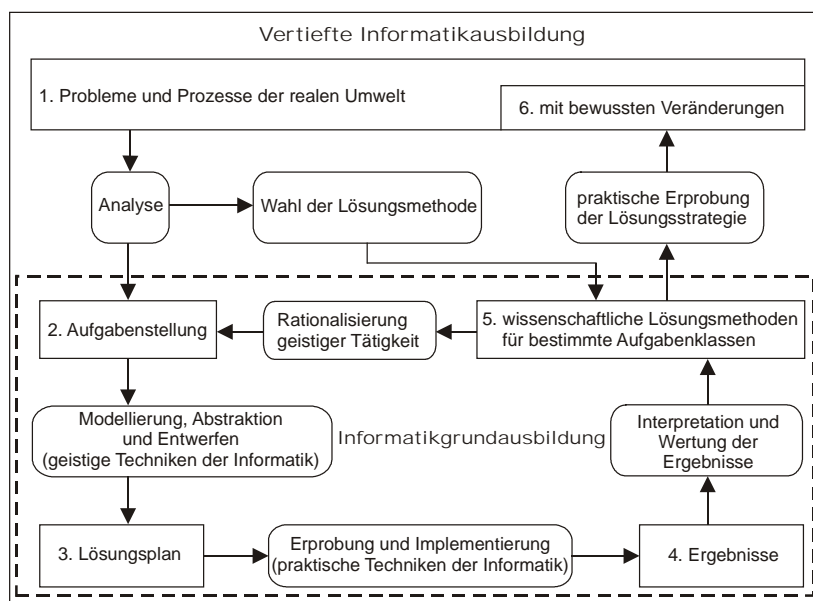


Abb. 2.1 Grundmodell für Informatikunterricht

2.2 Kompetenzen und Unterrichtsziele

Der Schüler soll nach einem Jahr:

- seinen Arbeitsplatzrechner als Beispiel einer Rechnerarchitektur, eines Betriebssystems, einer Sammlung von Anwendungssoftware verstehen und daraus Konsequenzen für sein Handeln ableiten können.
- seinen Arbeitsplatzrechner als Element eines Schul-Intranets, eines Weitverkehrsnetzes, eines sensiblen Sicherheitskonzeptes verstehen und daraus Konsequenzen für sein Handeln ableiten können.

Die Basiskonzepte von Rechnerarchitektur, Betriebssystemen, Rechnernetzen und Informationssicherheit gehören deshalb in jede Grundausbildung und müssen angemessen thematisiert werden. Gerade in diesen Bereichen fehlen handlungsorientierte Lernszenarios. Im Abschnitt 2.3 und im Kapitel 9 werden Ansätze dazu vorgestellt. Der Schüler eignet sich soziale und ethische Umgangsformen im Rahmen eines soziotechnischen Systems an. Nicht alle werden den gesellschaftlichen Normen und Wünschen entsprechen. Da die Verbindung kognitiver Prozesse mit sozialen und ethischen Prozessen Lebenszeit erfordert, sehen wir keine Möglichkeit, diese informatische Bildung und Erziehung stark zu komprimieren. Wir empfehlen deshalb ein zweites Ausbildungsjahr zur Vertiefung, d. h. Verknüpfung ausgewählter Ziele der Lebensumwelt mit den angeeigneten Basiskompetenzen. Die Methode des Projektunterrichts (s. Kapitel 11) bietet dem Schüler Gelegenheit zur Begegnung mit einer Folge von Informatikprojekten, die er einzeln und im Team gestaltet. Projektpartner außerhalb der Schule sind nach wie vor Einzelerfolge. Es fehlt die Breitenwirkung für alle Schüler an allen Schulen. Regionale Projektbörsen für jeden Schulverwaltungsbereich sind deshalb notwendig. Der Schüler soll durch persönliche Kontakte mit den Anwendern seiner Informatiklösung die Akzeptanz seiner Projektergebnisse kennenlernen. Lernmotivation und Selbstreflexion erhalten dadurch neue Impulse. Wir verwenden hier den Kompetenzbegriff der KMK:

"Kompetenz bezeichnet den Lernerfolg in Bezug auf den einzelnen Lernenden und seine Befähigung zu eigenverantwortlichem Handeln in beruflichen, gesellschaftlichen und privaten Situationen. Demgegenüber wird unter Qualifikation der Lernerfolg in Bezug auf die Verwertbarkeit, d. h. aus der Sicht der Nachfrage in beruflichen, gesellschaftlichen und privaten Situationen, verstanden" (KMK, 2000, S. 9).

Im Anhang A werden die Definitionen für Handlungs-, Fach-, Personal- und Sozialkompetenz aus dem KMK-Dokument aufgeführt.

Welcher Beitrag des Informatikunterrichts zur Bildung in der Wissensgesellschaft wird erwartet? Eine *neue Kulturtechnik* ist zu erlernen. Die ersten Thesen der "Erfurter Resolution" lauten:

"Der Umgang mit Information ist neben den traditionellen Kulturtechniken des Lesens, Schreibens und Rechnens eine weitere unverzichtbare Grundkompetenz geworden. Dies bedeutet, dass für den Erwerb dieser Kompetenz im Rahmen der aktuellen Schulentwicklung ein fester unter-

richtlicher Ort vorgesehen werden muss – wie beispielsweise für schreiben und lesen. ... Mit dem Schlagwort "Medienerziehung" ist die geforderte informatikspezifische Kompetenz nicht zu erreichen" (Erfurter Resolution, 1999).

Diese neue Kulturtechnik darf nicht mit dem Nutzungsaspekt verwechselt werden. Es geht vielmehr um sehr anspruchsvolle Gestaltungsfähigkeiten:

"Reduktion der Komplexität durch Strukturierung, Informatisches Modellieren (Objektorientierung), Interaktions- und Kommunikationsstrategien" (Erfurter Resolution, 1999).

Wenn Information als Rohstoff der Wertschöpfung eingesetzt wird, dann muss Bildung auch alle Schüler darüber aufklären, um einer Benachteiligung bei der Lebensgestaltung auszuschließen. Informationsverarbeitung war viele Jahre eine Spezialtätigkeit für wenige Berufsgruppen. Gegenwärtig fällt es schwer, eine Gruppe zu finden, die von Informationsverarbeitung nicht betroffen ist. "Betroffen sein" führt aber noch nicht zur selbstbestimmten Handlung. Bildung kann die Kompetenzen fördern, die selbstbestimmtes Handeln im Kontext der Informationsverarbeitung ermöglichen. Dabei ist eine spezifische Ausprägung der informatischen Bildung für die unterschiedlichen Schularten und Bildungsphasen sehr sinnvoll. Je nach Neigung und Begabung empfehlen wir folgende Kompetenzbereiche:

1. Die Bewältigung von informatischen Alltagsanforderungen und die Befreiung von Aberglaube auf dem Gebiet der Informatik umfasst:
 - Beherrschung von Komplexität durch Strukturierung,
 - Informatisches Modellieren,
 - Interaktions- und Kommunikationsstrategien.
2. Der verantwortungsvolle Umgang mit Informatikanwendungen erfordert ein tiefes Verständnis soziotechnischer Systeme und kann deshalb gut mit beruflichen Tätigkeiten verbunden werden.
3. Die menschengerechte Gestaltung von Informatikanwendungen stellt hohe Anforderungen an Kommunikation und Kooperation.

Den ersten Kompetenzbereich benötigen alle Menschen für ihre selbstbestimmte Lebensgestaltung. Er muss in der Allgemeinbildung angeeignet werden. Der zweite Kompetenzbereich baut auf dem ersten auf und kann von allen Menschen in individuellen Komplexitätsstufen und in unterschiedliche Bildungsphasen (Allgemeinbildung, Berufsbildung, lebensbegleitendes Lernen) angeeignet werden. Der Komplexitätsgrad der Anwendungen und die damit verbundenen Bildungsanforderungen werden häufig unterschätzt.

"Im Zeitalter der Anwenderpakete wird damit das Programmieren nicht mehr nur als Werkzeug benötigt, sondern als Gedankengut, das den vernünftigen Einsatz der Werkzeuge ermöglicht, die von anderen erstellt wurden. Eine ähnliche Aussage gilt für jede Art von Allgemeinbildung" (Niergelt, 1999, S. 368).

Der dritte Kompetenzbereich kann im Sinne einer Fortsetzung der Aufklärung aus dem ersten Bereich für alle Menschen in unterschiedliche Bildungsphasen (Allgemeinbildung, Berufsbildung, lebensbegleitendes Lernen) interessant sein, bleibt aber auf Grund der hohen Anforderungen der Prinzipien, Methoden und Werkzeuge ein Bereich, den sich nicht alle Menschen erschließen möchten.

Wir wollen nun den ersten Kompetenzbereich näher beschreiben. Handlungsorientierung bedeutet hier, dass der Schüler einen Tätigkeitszyklus (Abb. 2.2) erlernt, bei dem das Erzeugen und Interpretieren von Fehlern die Voraussetzung für einen erfolgreichen Erkenntnisprozess ist. Der Lehrer soll eine Lernumgebung bereitstellen, die die selbstorganisierte Aneignung des Tätigkeitszyklusses durch den Schüler fördert. Das vereinfachte Schema der Tätigkeiten soll dem Schüler vorliegen wie eine schrittweise zu erkundende Landkarte. Er muss selbst beobachten und bewerten, was er dazugelernt hat, was er beherrscht, wo seine Schwierigkeiten liegen.

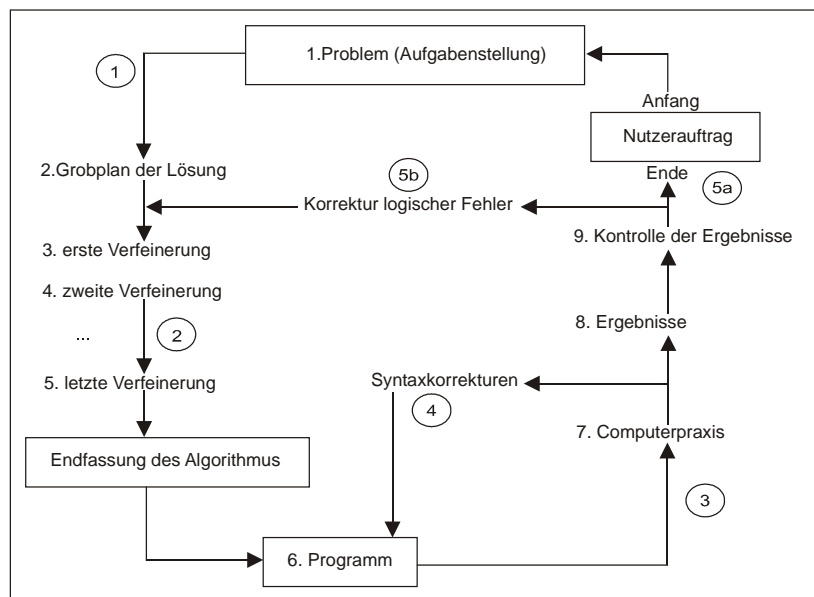


Abb. 2.2 Tätigkeitszyklus des Lernenden

Die Ermittlung der Jahresdurchschnittstemperatur stellt z.B. eine sinnvolle Anfangsaufgabe dar, weil gut verständlich ist, dass der Mensch einen Nutzen davon hat, solche Lösungen künftig immer vom Rechner zu erhalten. Der einmalige Planungsaufwand steht also in guter Relation zum kontinuierlichen Vorteil der Rationalisierung geistiger Arbeit. Der Schüler kann diese Aufgabe aber ohne Vorkenntnisse nicht lösen. Er sieht, dass der Tätigkeitszyklus die Vorgehensweise von einem Grobplan über mehrere Verfeinerungen bis zur Endfassung der Lösung empfiehlt. Vorerst ohne Rechneinsatz muss er den Vorteil der Top-down-Methode in der Informatik verstehen. Dazu benötigt er Lernmaterial, das ihm einen Brückenschlag von Alltagserfahrungen ermöglicht, z.B. Reiseplanung, zur Informatik, z.B. Ermittlung der Jahresdurchschnittstemperatur. Der Schüler kann für eine Reiseplanung, z.B. Klassenfahrt nach Prag, beschreiben, wodurch sich der Grobplan von den Verfeinerungen unterscheidet. Er erkennt, dass der Grobplan die Teilaufgaben und Verantwortlichkeiten festlegt, ohne sich bereits mit der Realisierung der Teillösungen zu befassen. Analog geht der Informatiker bei der strukturierten Zerlegung in Module vor. Eine weitere Analogie zur Reiseplanung tritt auf. Wir wissen, wann wir am Ziel sein wollen bzw. müssen, und legen danach den Reisetart fest. Wir wissen, was der Rechner als Ergebnis liefern soll, und leiten daraus die Aktionen ab, die er ausführen muss.

Aktionen für die Ausgabe: JdT

Aktionen für die Verarbeitung:

- *dT bereitstellen*
- *dT summieren*
- *JdT berechnen*

Aktionen für die Eingabe: unklar

- *Frage: In welcher Form liegen welche Eingabewerte vor?*
- *Antwort: $T_{min_1}, T_{max_1}, \dots, T_{min_n}, T_{max_n}$ liegen in einer Datei gespeichert vor.*

Beispiel 2.2: Grobplan

Für die Verfeinerung des Grobplans fehlt dem Schüler noch jede praktische Erfahrung. Wir empfehlen deshalb einen methodischen Wechsel zur Computerpraxis mit einer der Teilaufgaben. Wie erzeugt man eine Ausgabe mit dem Rechner? Statt des

Wertes JdT, den der Rechner noch nicht ermitteln kann, wird die Zeichenkette "Jahresdurchschnittstemperatur" zum Üben verwendet. Der Schüler erkennt, dass die Aktionen für die Ausgabe formal beschrieben werden müssen, und vom Rechner erst ausgeführt werden, wenn eine spezielle Sprache, die Programmiersprache, zur Ausführung kommt. Schon hier lernt der Schüler, Syntax und Semantik einer formalen Sprache zu unterscheiden und auf die Bedeutung von Fehlern, Syntaxfehler und logische Fehler, und deren Korrektur einzugehen. Den Prozess, sich Informatikwissen und –können anzueignen, soll der Schüler als systematisches Testen des Informatiksystems auffassen. Er hat dann den ersten Schritt zum Verständnis der interaktiven Arbeit mit dem Rechner bewältigt. Als nächster Schritt bietet sich an, dass er sich davon überzeugt, was Dateien, Sammlungen gespeicherter Daten, wirklich enthalten. Eine solche Ausgabe erfordert die Aneignung von Datentypen und Datenstrukturen. Danach ist es sinnvoll, selbst Daten in Dateiform aufbewahren zu können. Die Lösung der Jahresdurchschnittstemperatur ist komplett, wenn der Schüler verstanden hat, wie Rechner die Summenberechnung vornehmen, wenn es sich dabei nicht um den Sonderfall weniger, aufzählbarer Werte handelt. Der Schüler kann sein erstes Problem damit vollständig lösen. Der Tätigkeitszyklus begleitet ihn als Orientierungshilfe in seiner Spirale steigender Problemanforderungen, d. h. nach einfachen Aufgaben folgen kompliziertere, die nach ähnlicher Strategie gelöst werden können.

Tabelle 2.2: Kontrollpunkte im Tätigkeitszyklus

Geistig planende Tätigkeiten	Praktische Tätigkeiten
1. Aufgabenanalyse zur Datengewinnung und Datenstrukturierung	3. interaktive Arbeit am Rechner
2. Lösungsplan durch strukturierte Zerlegung (Modularisierung, Hierarchisierung)	4. Implementierung des Lösungsplans und Korrektur von Syntaxfehlern
5. Erzeugen korrekter Ergebnisse	
5a. Bewertung der Ergebnisse und Korrektur von logischen Fehlern	5b. Erproben der Lösung (z.B. Setzen von Prüfpunkten, Nutzen von Trace-Komponenten)

Die Lernerfolgskontrolle (Tab. 2.2) muss beide Bereiche, die geistig planenden und die praktischen Tätigkeiten, in gerechter Verteilung berücksichtigen. Schüler sind unterschiedlich begabt. Es motiviert sie, beide Bereiche zu erlernen, wenn sich die Leistungsmessung auch auf beide erstreckt. In der Vergangenheit galten rechnerbasierte Kontrollen als problematisch, da Zuverlässigkeit und Sicherheit dem Gleichbehandlungsgrundsatz nicht genügten. Diese Probleme sind überwunden. Zurzeit spielen eher organisatorische Hürden der Kursteilung und -beaufsichtigung eine Rolle, da jeder Schüler den individuellen Rechnerzugang nutzen muss in der Prüfung.

Im Anhang A findet man die Bloom'sche Taxonomie der kognitiven und affektiven Lernziele (Bloom, 1976), (Krathwohl/Bloom/Masia, 1978) und eine Taxonomie der psychomotorischen Lernziele (Dave, 1967), die sich gut auf den Informatikunterricht anwenden lassen. Die affektiven Lernziele werden in der Unterrichtsplanung von den kognitiven häufig überdeckt. Wir vertiefen deshalb im nächsten Abschnitt eine sinnvolle Verbindung der Lernzielbereiche.

2.3 Auswahl und Klassifikation der Unterrichtsinhalte

Die Auseinandersetzung um Bildungskern und Linienführung des Schulfaches Informatik wird sehr heftig geführt, aber nicht unbedingt effizient. Als Hindernis hat sich eine Pseudotheorie der Informatik erwiesen, die das Entwickeln kleiner und größerer Programme zum Mittelpunkt des Schulfaches erklärte und sowohl die Lehrerfortbildung als auch die Lehrpläne vieler Bundesländer über Jahrzehnte beeinflusste. Einen Ausweg aus dieser Sackgasse bildet das Konzept der "Fundamentalen Ideen der Informatik" (Schwill, 1993), (vgl. Kapitel 3). Sie wurden exemplarisch aus dem Software-Entwicklungsprozess begründet und abgeleitet. Ihre prinzipielle Lehrbarkeit auf jedem Schulniveau wurde gezeigt. Dahinter verbirgt sich die Hypothese, dass die Software-Entwicklung das allgemein bildende Kernstück der Fachwissenschaft Informatik darstellt und deshalb zur Strukturierung des gleichnamigen Schulfaches geeignet ist.

Anhang

A Kompetenzen und Lernziele

A1 Kompetenzbegriff der Kultusministerkonferenz

Die Definitionen verschiedener Kompetenzfelder wurden der Quelle (KMK, 2000), S. 9 entnommen:

"Die aufgeführten Ziele sind auf die Entwicklung von **Handlungskompetenz** gerichtet. Diese wird hier verstanden als die Bereitschaft und Fähigkeit des Einzelnen, sich in beruflichen, gesellschaftlichen und privaten Situationen sachgerecht durchdacht sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten. Handlungskompetenz entfaltet sich in den Dimensionen von Fachkompetenz, Personalkompetenz und Sozialkompetenz.

Fachkompetenz bezeichnet die Bereitschaft und Fähigkeit, auf der Grundlage fachlichen Wissens und Könnens Aufgaben und Probleme zielorientiert, sachgerecht, methodengeleitet und selbständig zu lösen und das Ergebnis zu beurteilen.

Personalkompetenz bezeichnet die Bereitschaft und Fähigkeit, als individuelle Persönlichkeit die Entwicklungschancen, Anforderungen und Einschränkungen in Familie, Beruf und öffentlichem Leben zu klären, zu durchdenken und zu beurteilen, eigene Begabungen zu entfalten sowie Lebenspläne zu fassen und fortzuentwickeln. Sie umfasst personale Eigenschaften wie Selbständigkeit, Kritikfähigkeit, Selbstvertrauen, Zuverlässigkeit, Verantwortungs- und Pflichtbewusstsein. Zu ihr

gehören insbesondere auch die Entwicklung durchdachter Wertvorstellungen und die selbstbestimmte Bindung an Werte.

Sozialkompetenz bezeichnet die Bereitschaft und Fähigkeit, soziale Beziehungen zu leben und zu gestalten, Zuwendungen und Spannungen zu erfassen, zu verstehen sowie sich mit anderen rational und verantwortungsbewusst auseinanderzusetzen und zu verständigen. Hierzu gehört insbesondere auch die Entwicklung sozialer Verantwortung und Solidarität.

Eine ausgewogene Fach-, Personal-, Sozialkompetenz ist die Voraussetzung für **Methoden- und Lernkompetenz.**"

A2 Taxonomie der Lernziele

Lernzieltaxonomien (Bloom, 1976), (Krathwohl/Bloom/Masia, 1978), (Dave, 1967) lassen sich gut auf den Informatikunterricht anwenden.

Kognitive Lernziele - Was man weiß

Der kognitive Bereich umfasst das Erinnern, die Erkenntnis von Wissen und die Entwicklung intellektueller Fähigkeiten und Fertigkeiten.

- Wissen (im Sinne von Kennen):
 - Reproduzieren des Gelernten
 - Kennen von Verallgemeinerungen, Einzelheiten, Methoden
 - Prozessen, Mustern, Strukturen, Definitionen
- Verstehen:
 - einfachste Form des Begreifens
 - Erfassen vorgegebener Informationen und Benutzen in geringem Umfang
 - Reorganisieren des Gelernten (Inhalt mit eigenen Worten wiedergeben können)
- Anwenden:
 - Abstraktion verstandener Begriffe (allgemeine Erkenntnisse)
 - Übertragung auf neue Probleme (konkrete Situationen)
- Analysieren:
 - Zerlegen von komplexen Zusammenhängen in ihre Bausteine
 - Identifizieren und Analysieren von Beziehungen zwischen ihnen
 - logisches Schließen und Verknüpfen von Fakten und Hypothesen
 - Bestandteil des Problemlösens
- Synthetisieren:

- kreatives Zusammenfügen bekannter Elemente zu Neuem
- Entdecken bisher nicht bekannter Gesetzmäßigkeiten
- Bestandteil des Problemlösens
- Bewerten:
 - Voraussetzung für eigene Entscheidungen
 - Auswerten und Bewerten von Lösungen, Methoden, Ideen zu einem bestimmten Zweck, wobei der Bewertungsmaßstab vorgegeben oder von Schülern selbst festgelegt wird

Affektive Lernziele - Was man will

Der affektive Bereich umfasst die Interessen, Einstellungen und Wertungen.

- Aufmerksamwerden, Aufnehmen, Beachten: Sensibilisieren für bestimmte Phänomene oder Reize, wobei man zwischen der bloßen "Zur-Kennntnisnahme", der Aufnahmebereitschaft und der gerichteten, gegen Störungen unempfindliche Aufmerksamkeit unterscheiden kann.
- Reagieren: Bereitschaft des Lernenden, seine Aufmerksamkeit aktiv (durch "Mittun") auf etwas zu lenken.
- Werten:
 - Zuordnen von Werten an und Einschätzung von Reizen, Phänomenen oder Objekten durch den Lernenden
 - Gewinnen von Haltungen und Einstellungen
- Entwickeln von Werte-Strukturen:
 - Erkennen des Konfliktes zwischen mehreren Werten
 - Herstellen von Beziehungen zwischen Werten
 - Überprüfen auf Konsistenz (Beständigkeit)
 - Strukturieren der Werte (z.B. in einer Hierarchie)
- Werte-Verinnerlichung:
 - Aufnehmen von Überzeugungen und Ideen in die eigene Weltanschauung (Philosophie)
 - festes Verankern von Werte-Strukturen durch den Lernenden, dessen Verhalten dadurch weitgehend bestimmt wird
 - Weiterentwickeln der eigenen Weltanschauung

Psychomotorische Lernziele - Was man kann

- Imitation: Nachahmen einer beobachteten Handlung
- Manipulation: Ausführen bestimmter Handlungen nach Anweisung

- Präzision: Verbessern der Genauigkeit von Handlungen, die nun losgelöst vom Vorbild selbst kontrolliert werden
- Strukturierung: Gliedern einer Handlung in Einzelhandlungen und koordiniertes Ausführen
- Naturalisierung: weitgehendes Verlagern des Bewegungsablaufs in das Unterbewusstsein (die Handlung ist in Fleisch und Blut übergegangen)

B Programmbeispiele

B1 Freundinnenauswahl

Fakten:

klug(anne). klug(isabel). klug(piet). klug(thomas).
sportlich(anne). sportlich(denise). sportlich(katrin). sportlich(piet).
sportlich(nico). sportlich(sven).
maedchen(anne). maedchen(isabel). maedchen(denise).
junge(piet). junge(sven). junge(nico).

Regeln:

freundin(X):-maedchen(X),klug(X).
freundin(X):-maedchen(X),sportlich(X).

B2 Vierecksarten

Fakten:

ist_ein(trapez,konvexes_Viereck).
ist_ein(drachenviereck,konvexes_Viereck).
ist_ein(parallelogramm,trapez).
ist_ein(rechteck,parallelogramm).
ist_ein(rhombus,parallelogramm).
ist_ein(rhombus,drachenviereck).
ist_ein(quadrat,rechteck).
ist_ein(quadrat,rhombus).

Regeln: