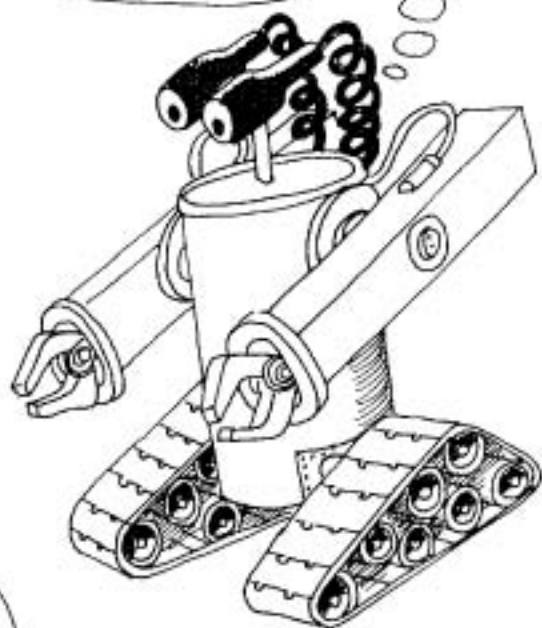
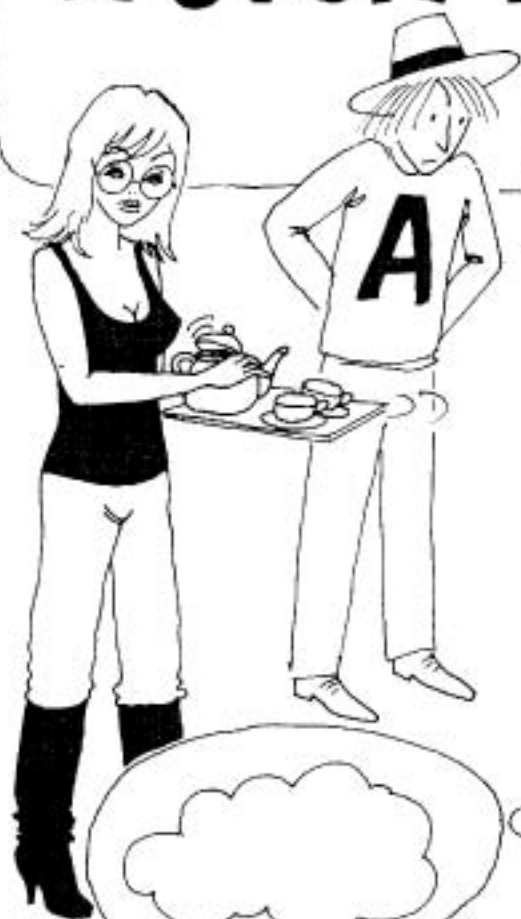


JEAN-PIERRE PETIT

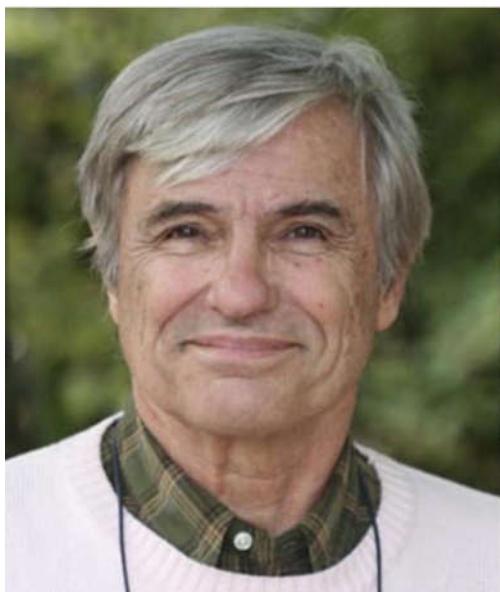
DIE ABENTEUER DES ANSELM WÜßTEGERN

WOVON TRÄUMEN ROBOTER?



Wissen ohne Grenzen

Gemeinnützige Vereinigung, die 2005 gegründet wurde und von zwei französischen Wissenschaftlern geleitet wird. Ziel: Verbreitung wissenschaftlicher Erkenntnisse mit Hilfe des Bandes, das durch kostenlos herunterladbare PDFs gezogen wird. Im Jahr 2020: 565 Übersetzungen in 40 Sprachen wurden so erreicht. Mit mehr als 500.000 Downloads.



Jean-Pierre Petit



Gilles d'Agostini

Die Vereinigung ist vollkommen freiwillig. Das Geld wird vollständig den Übersetzern gespendet.

Um eine Spende zu tätigen, verwenden Sie die PayPal-Schaltfläche auf der Startseite:

<http://www.savoir-sans-frontieres.com>



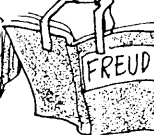
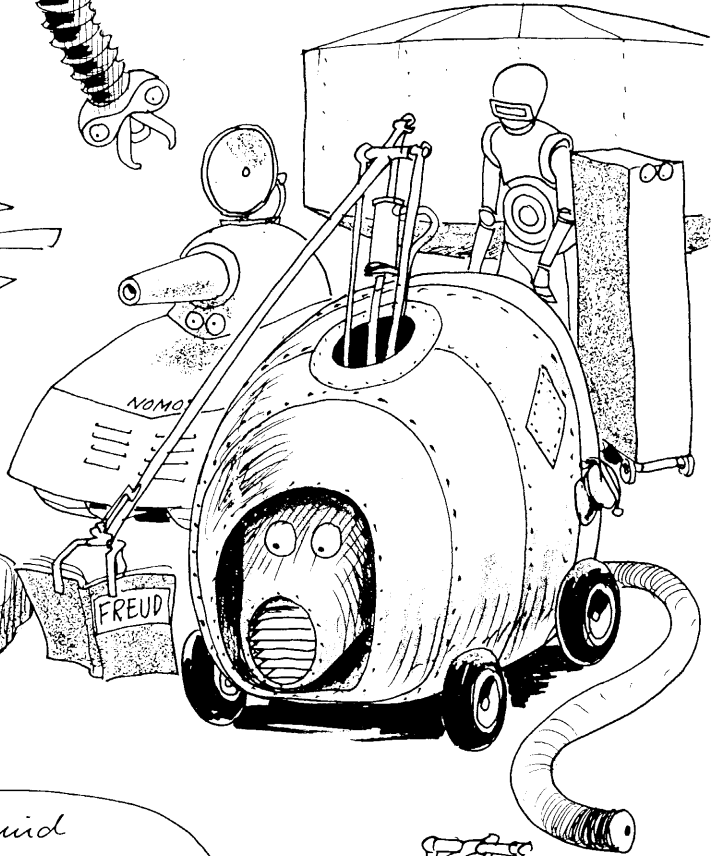
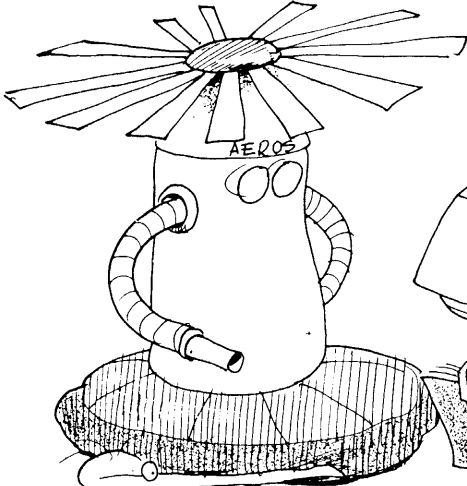
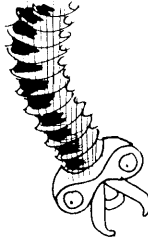
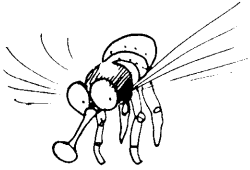
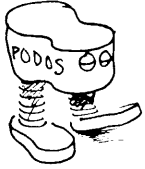
Die Vereinigung « Wissen ohne Grenzen », gegründet und unter dem Vorsitz von Professor Jean-Pierre Petit, Astrophysiker, hat zum Ziel, wissenschaftliches und technisches Wissen in der größtmöglichen Zahl von Ländern und Sprachen zu verbreiten. Zu diesem Zweck hat Professor Jean-Pierre Petit sein gesamtes populärwissenschaftliches Werk aus dreissig Jahren, und im besonderen die illustrierten Alben, frei zugänglich gemacht. Dementsprechend ist ein jeder frei, die vorliegende Datei zu vervielfältigen, entweder in digitaler Form oder in Form gedruckter Kopien und sie in Bibliotheken oder im Rahmen von Schule, Universität oder Vereinen zu verbreiten, deren Ziel die gleichen sind wie von « Wissen ohne Grenzen », unter der Bedingung, daraus keinen Profit zu erzielen und ohne dass ihre Verbreitung eine politische, sektiererische oder religiöse Konnotation beinhaltet. Diese Dateien im Format pdf können auch ins Computernetzwerk von Schul- oder Universitätsbibliotheken gestellt werden.



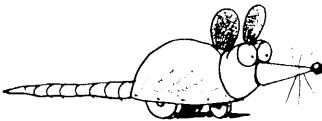
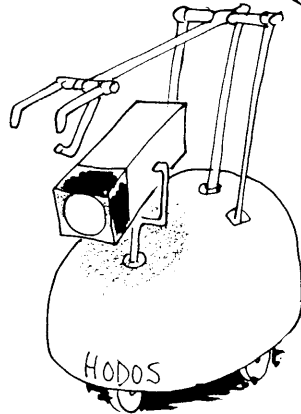
Jean-Pierre Petit plant zahlreiche weitere Werke, zugänglich für ein noch größeres Publikum. Einige werden selbst von Analphabeten gelesen werden können, dadurch, daß die Textepartien "zu sprechen beginnen" sobald ein Klick auf sie erfolgt. Diese Werke werden also als Stütze zur Alphabetisierung verwendet werden können. Andere Alben werden « zweisprachig » sein, indem man durch einen einfachen Klick von einer Sprache zur anderen wechseln kann, nachdem die Sprachkombination zuvor gewählt wurde. So entsteht eine neue Stütze zum Erlernen von Fremdsprachen.

Jean-Pierre Petit ist 1937 geboren. Er hat seine berufliche Laufbahn in der französischen Wissenschaft gemacht. Er ist Plasmaphysiker gewesen (plasma physicist), hat ein Informatikzentrum geleitet, Programme entwickelt, hunderte von Artikeln der unterschiedlichsten Wissensgebiete in wissenschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht, von der Mechanik der Flüssigkeiten bis zur theoretischen Kosmologie reichend. Er hat ungefähr dreissig Werke veröffentlicht, die in eine Vielzahl von Sprachen übersetzt wurden.

Kontakt zu « Wissen ohne Grenzen » kann über die Website <http://www.savoir-sans-frontieres.com> aufgenommen werden.



Wir sind
der Ansicht, daß
Roboter nicht denken...



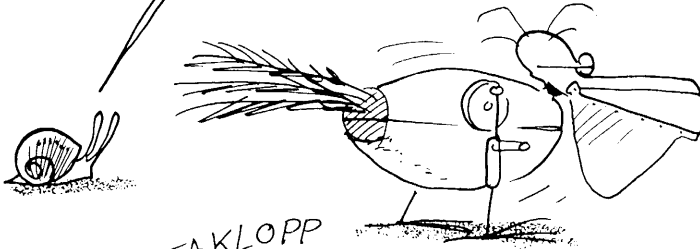


... aber was
denken die Roboter
darüber?

PROLOG

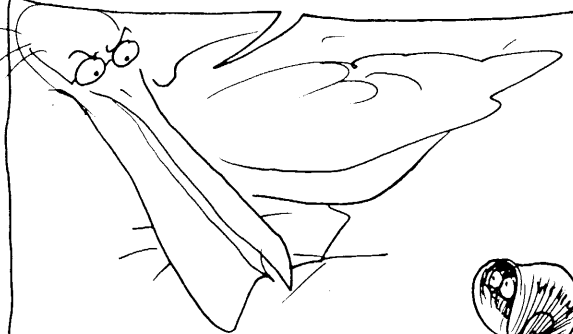


Genau wie ein echter!
Sogar der Gang!...



PATAKLOPP
PATAKLOPP...

Natürlich, Tiresias, wenn es
darum geht, mich lächerlich
zu machen, sind Sie
der erste!

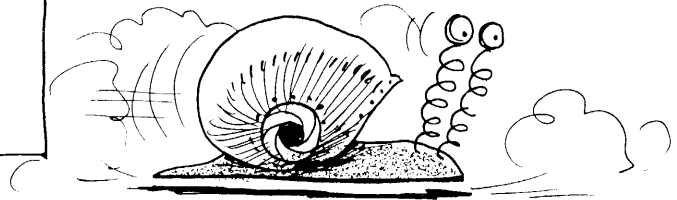


Ah, sehen
Sie mal...

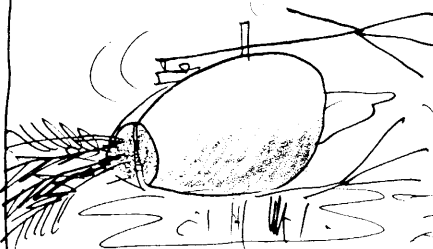


Eine
Luftkissenschnecke!

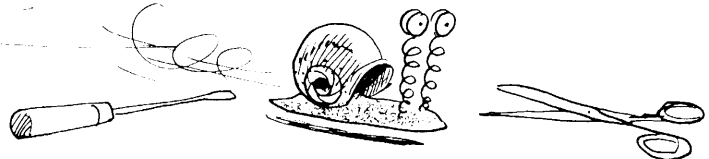
WHOARRR

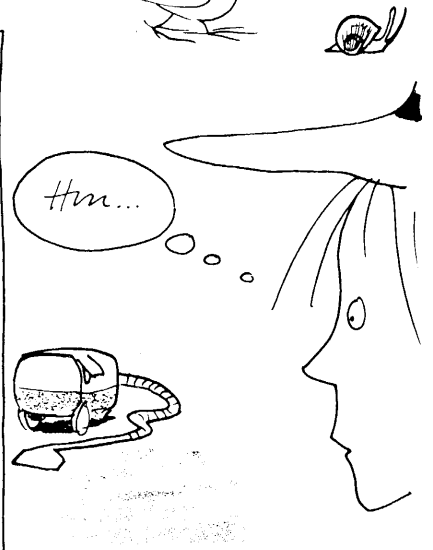
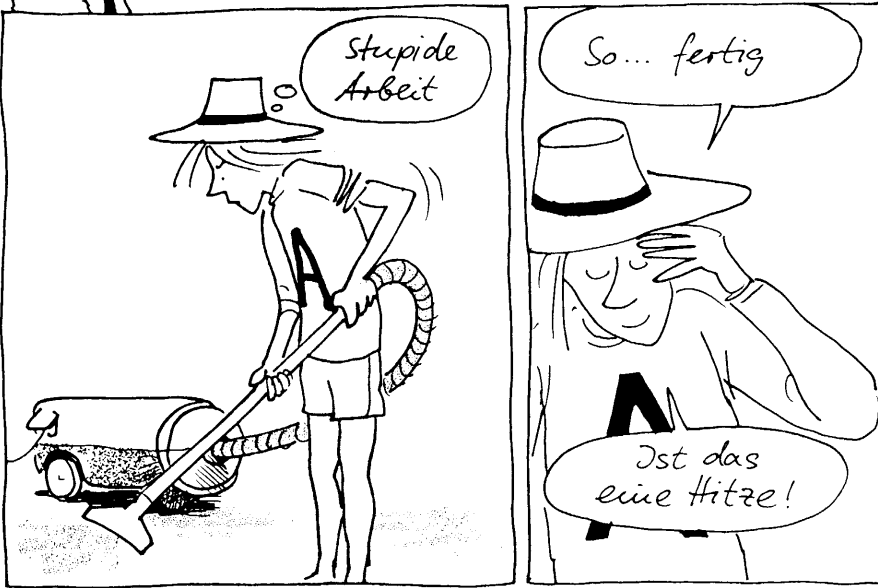


KLOCK
KLOCK KLOCK
KLOCK

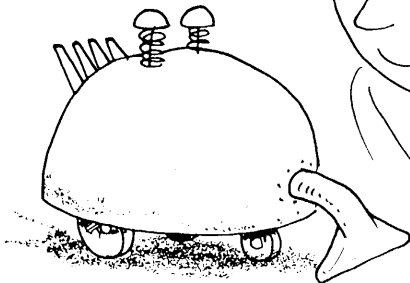


Eine
schöne
Bescherung!



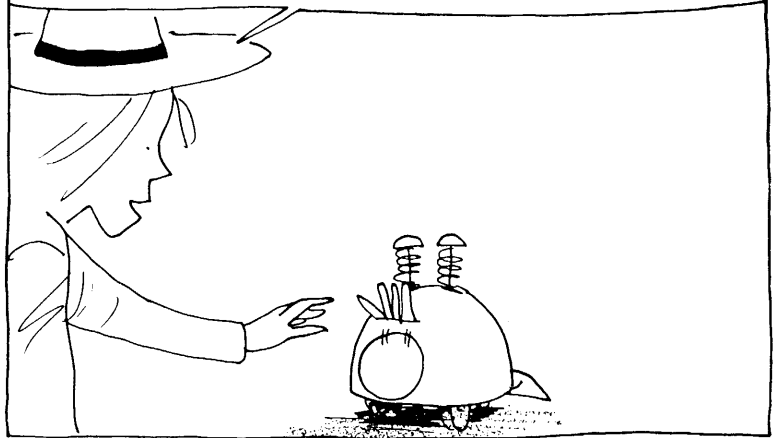


PROGRAMMIERBARE AUTOMATEN



Ich habe einen programmierbaren Staubsauger gebaut.

Vorführung: Ich schalte ein und bediene die Hebel, hier...



Wo ist denn da der Unterschied? Statt den Staubsauger in der Hand zu halten, mußt Du ihn mit diesen Hebeln steuern!

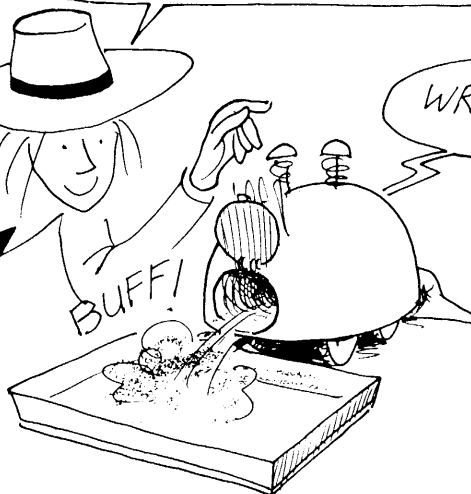
Rechts!...
links!...

RRRRR
RRR

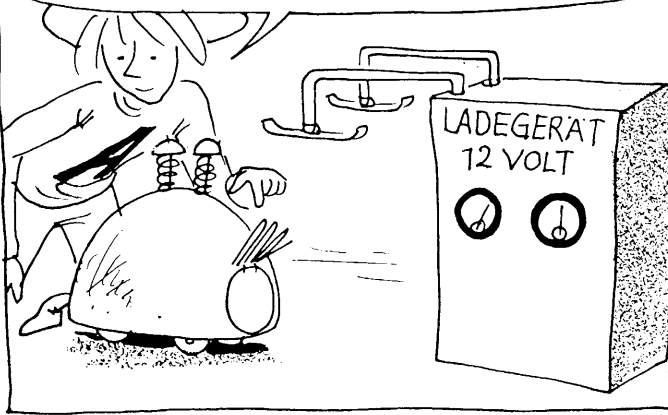
Ich führe meine „Schildkröte“ zu einem Kasten, wo sie den Staub ausleeren kann.

WRRRRR

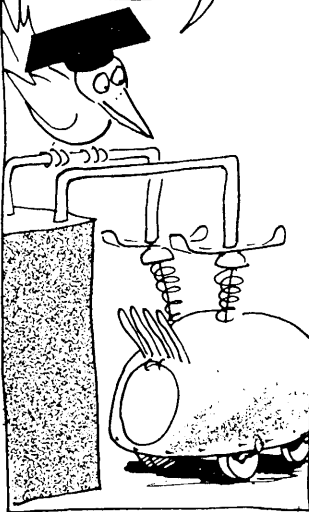
BUFF!



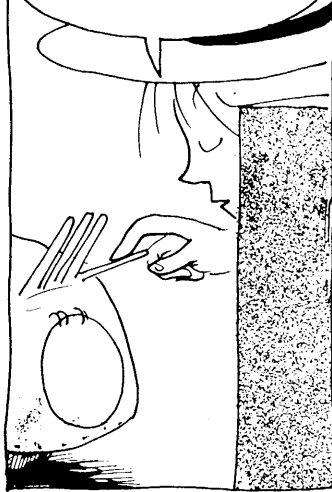
Nach getaner Arbeit kommt sie zu einem Gerät, das ihre Batterie wieder auflädt.



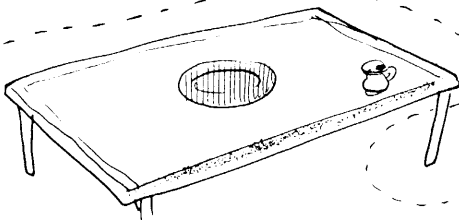
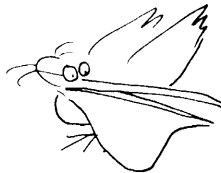
o.k., aber wozu das ganze?



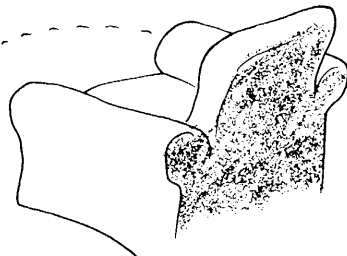
Wirst Du gleich sehen. Ich drück' den Hebel runter...



!!?

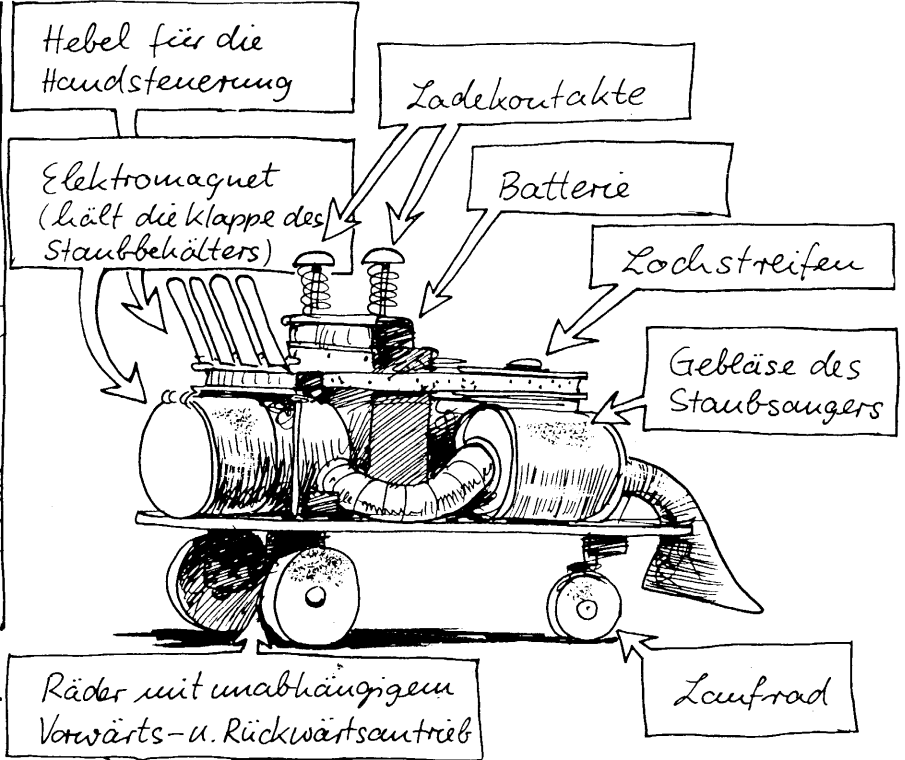
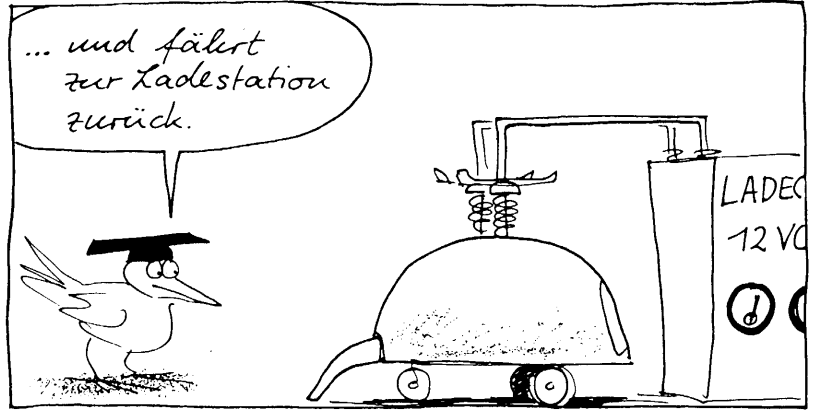
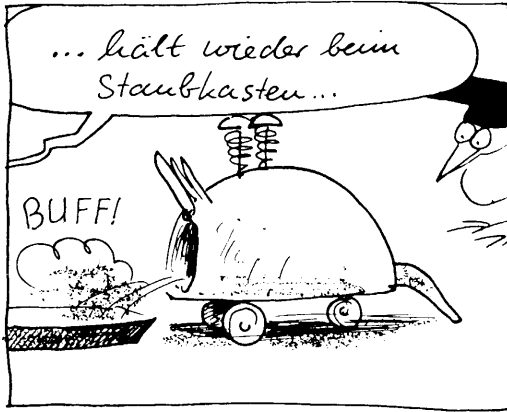


RRR RRR



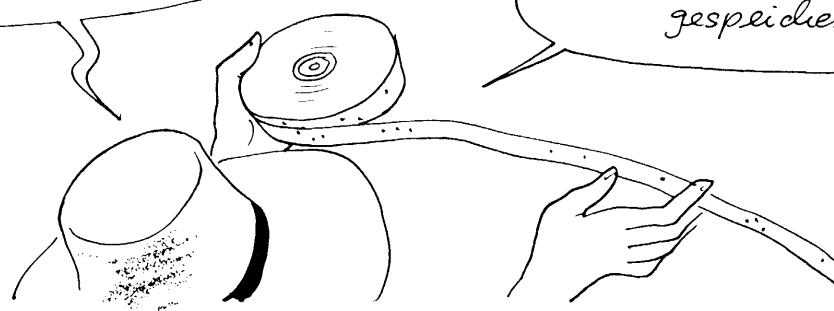
Und gleich ist sie wieder bereit.

... und meine Schildkröte läuft denselben Weg... schön zwischen den Möbeln hindurch...



Während ich die Schildkröte per Hand steuere, läuft dieses Band ab, und meine Befehle werden als Lötler aufgezeichnet.

Die Aufgabe wird auf diese Weise gespeichert.



Wenn die Schildkröte
beim Ladegerät ist, spule
ich das Band zurück.

Und Du kannst die
Funktion umkehren, so daß die
Schildkröte die Befehle liest
und ausführt.

Aber wo hast
Du das her?

Ich habe den Mechanismus
aus einem alten automatischen
Klavier ausgebaut.

!?

Wir staubsaugen
jetzt im
Eßzimmer!

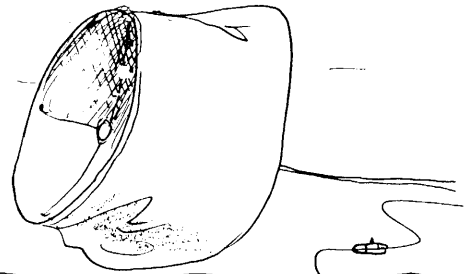
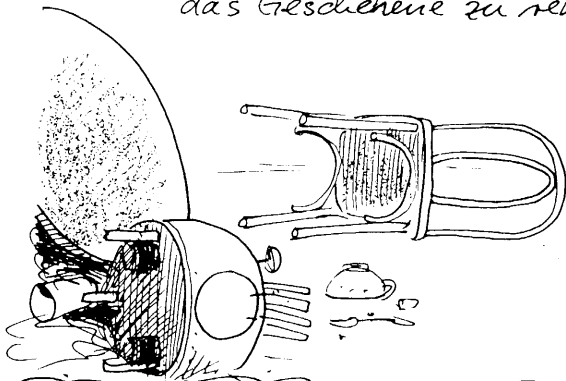
Auf gehts!!!

Vorsicht, Sophie!

RRR RRR RRR



Eine Analyse der Situation gestattet,
das Geschehene zu rekonstruieren:



Als erstes traf die Schildkröte
auf ihrem Weg auf den Schwanz
der Katze, einen Gegenstand,
der nicht im Programm berücksichtigt
war.



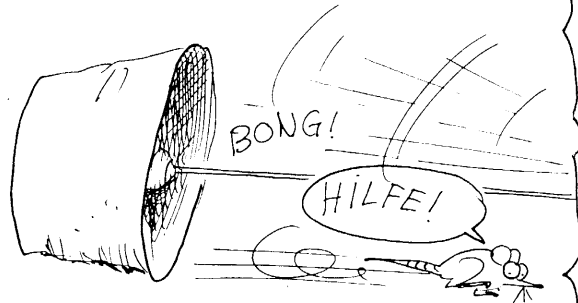
Sie saugte ihn sofort bis zur
halben Länge ein...



PLING!



Die Katze wurde von Panik ergriffen und raste mit der Staubsauger - Schildkröte im Schlepp quer durch die ganze Wohnung. Das Ergebnis war ein beträchtlicher Sachschaden.



Die Akkusäure ist ausgelaufen und hat den Teppich ange-fressen...



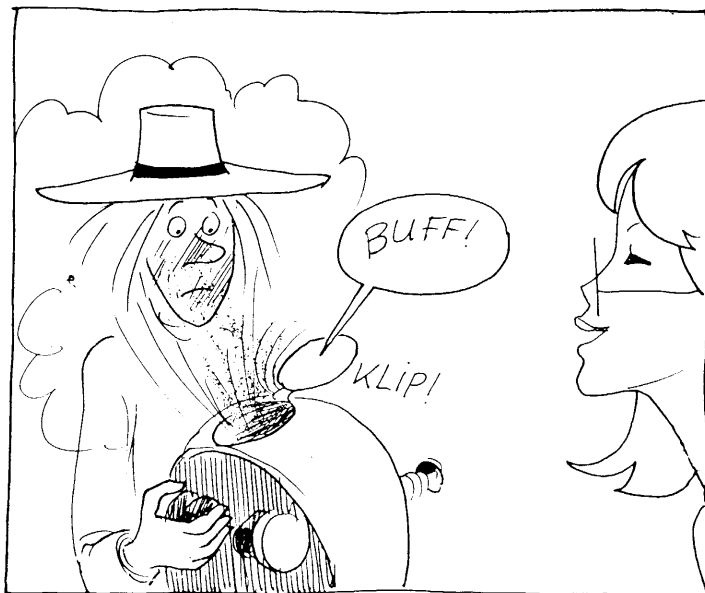
...und die Schildkröte hat meinen Pulli aufgesaugt.

Ich weiß... ich weiß... ich bringe alles wieder in Ordnung.



BUFF!

KLIP!



Die Katze hat einen Zettel hinterlassen.

„Adieu, ich bleibe keine Minute länger in dieser Klapsmühle. Zum Mäusefangen könnt Ihr nicht mehr mit mir rechnen.“

Einfach so!

Meine Schildkröte, die ich für intelligent gehalten habe, ist in Wirklichkeit absolut dumm.

INPUT-OUTPUT-SYSTEME

Wieso sollte sie auch intelligent sein? So wie Du sie gebaut hast, konnte sie ja nicht wissen, was um sie herum passiert.

Du hast recht. Ich werde die Schildkröte so umbauen, daß sie ihre Umgebung "sehen" kann. Hier ist eine kleine Photozelle, die für Infrarotstrahlung empfindlich ist.

Sie reagiert also auf eine Wärmequelle.

Du mußt Sie mit Sinnesorganen ausstatten.

THERMISCHE STRALUNG

Mit ein paar hundert soldier Zellen setze ich ein einfaches „Auge“ zusammen, ähnlich wie die Infrarotsensoren der Grubenottern vor den beiden eigentlichen Augen.

GRUBEN

„NETZHAUT“

INFRAROT-ZELLEN

PUPILLE

STRAHLENGANG IM IR-AUGE...

PUPILLE

... WIE IN EINER LOCHKAMERA

SICHTBARES BILD

INFRAROT-BILD

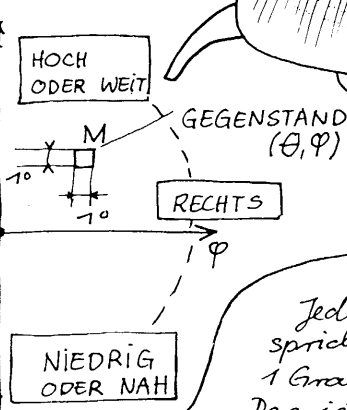
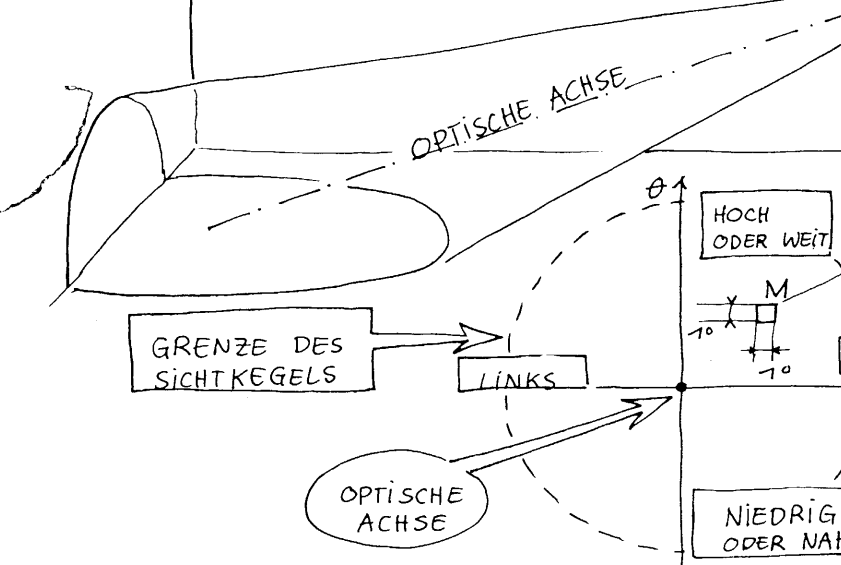
Die Fußbodenfliesen sind kalt. Für die Schildkröte stellt der Boden das Nullniveau der Temperatur dar. Er wird als schwarzer Hintergrund wahrgenommen.

Die Tapeten der Wände sind etwas wärmer. Darum erscheinen sie grau.

Das Bild in der Blase wurde richtig herum gedreht, damit man es besser versteht.

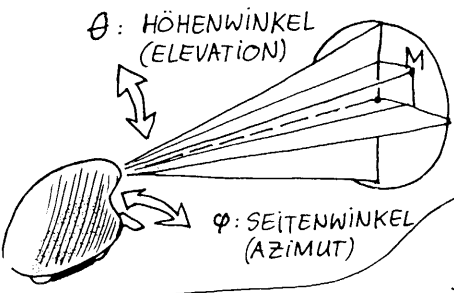
DAS GESICHTSFELD DER SCHILDKRÖTE IST EIN KEGEL

Die Schildkröte nimmt den Winkel zwischen der Richtung des Gegenstandes und der optischen Achse wahr.

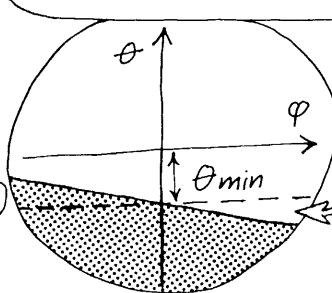
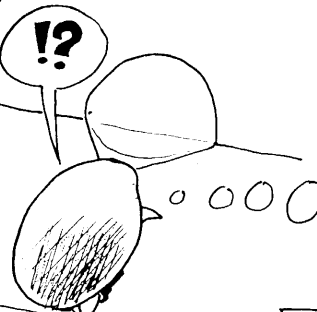


Jede Infrarotzelle entspricht einem Fleck von 1 Grad mal 1 Grad. Das ist das Auflösungsvermögen des optischen Systems.

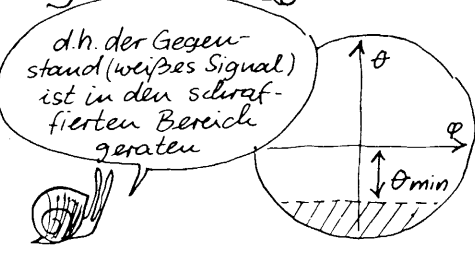
Das Bild wird digitalisiert, d.h. auf eine Menge kleiner heller oder dunkler Quadrate reduziert.



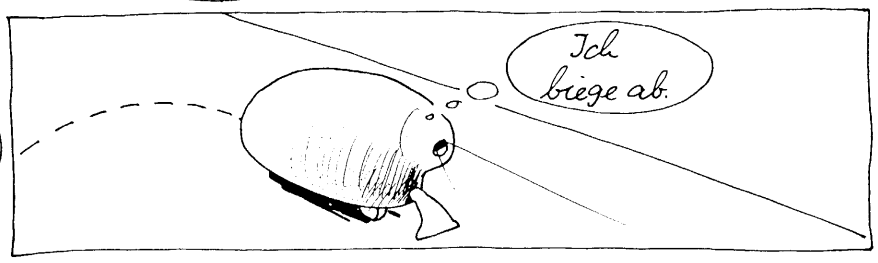
Ich habe alle alten Programme herausgenommen und rüste die Schildkröte mit einem einfachen Reflex aus, durch den sie den Gegenständen ausweichen kann: WENN eine Zelle der "Netzhaut" thermische Strahlung empfängt, deren Intensität größer als ein gewisser Schwellenwert ist, UND WENN die Quelle unterhalb des Horizonts liegt, der durch einen Winkel θ_{min} definiert ist, DANN macht die Schildkröte eine Vierteldrehung nach rechts.



Intensität der Strahlung größer als der Schwellenwert UND Winkel θ kleiner als θ_{min} ($\theta < \theta_{min} < 0$)



d.h. der Gegenstand (weißes Signal) ist in den schraffierten Bereich geraten

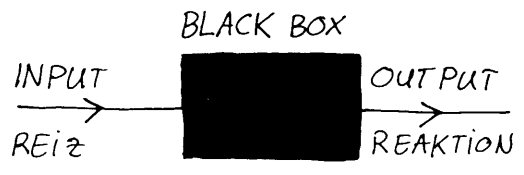


Ich biege ab.

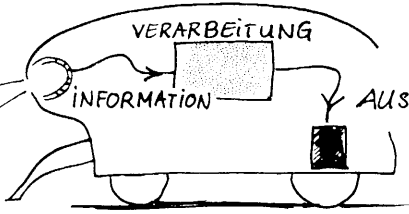
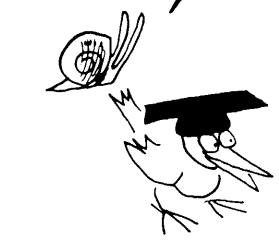
Die Schildkröte ist jetzt ein Input-Output-System.

eine „Black Box“

Was ist eine Blackbox?



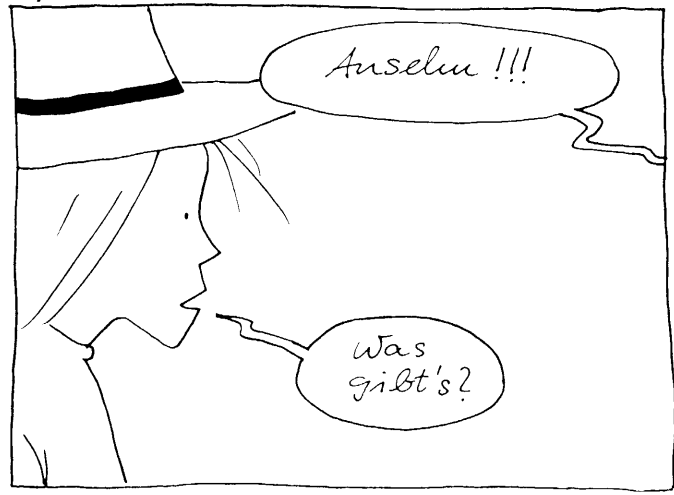
Das ist ein Kasten mit einem Programm, das die Eingangsdaten analysiert (die Information, die von der „Netzhaut“ kommt), daraus ein Verhalten ableitet (weitergehen! oder ausweichen!) und entsprechende Befehle gibt (Steuerung). Den Benutzer kümmert nicht, wie das funktioniert. Er steckt vorn etwas hinein und weiß, daß dann hinten das Richtige herauskommt.



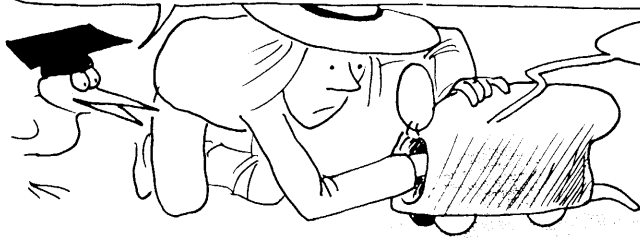
So, das war mir zu dumm. Diesmal wirft meine Schildkröte beim Staubsaugen nichts um. Sie weicht den Wänden aus und auch den Möbeln - allem was wärmer ist als der Fußboden.



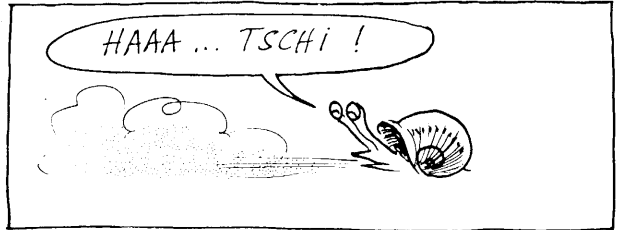
Das Problem ist gelöst, und ich habe jetzt meine Ruhe.



Tiresias ist ein Kaltblüter, und er hat einen guten thermischen Kontakt zum Fußboden. Er hat also dieselbe Temperatur wie der Boden und war deshalb für die Schildkröte ... unsichtbar!

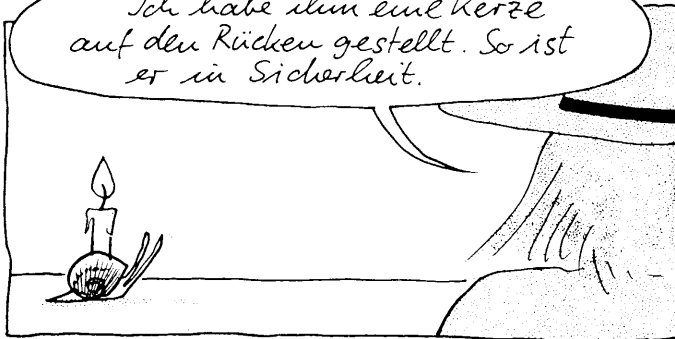


Vorsicht!



Ich habe ihm eine Kerze auf den Rücken gestellt. So ist er in Sicherheit.

Siehst Du das da? Wenn die Schildkröte so schräg auf die Wand zufällt, muß sie zwei Vierteldrehungen machen. Das könnte man verbessern.

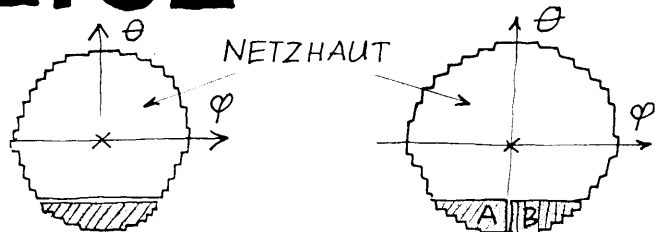


WAND



Ja, es wäre vernünftiger, sie eine Vierteldrehung nach links machen zu lassen.

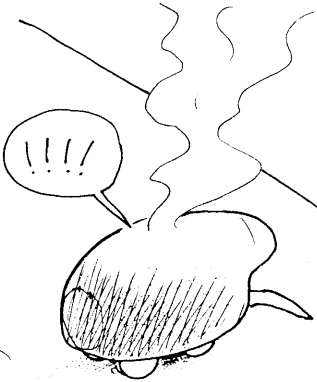
SIGNALANALYSE



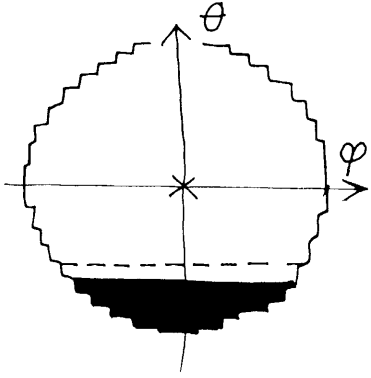
ALTES PROGRAMM:
Vierteldrehung nach rechts, wenn ein warmer Gegenstand im schraffierten Bereich auftaucht.

NEUES PROGRAMM:
Vierteldrehung nach rechts, wenn ein warmer Gegenstand im Bereich A erscheint, aber eine Vierteldrehung nach links, wenn er sich in Bereich B befindet.

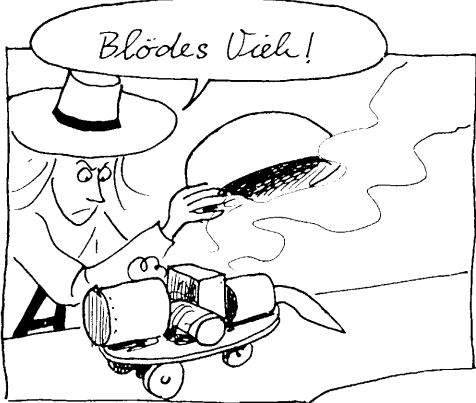
Wenn aber die Schildkröte von vorne kommt?



!!!!

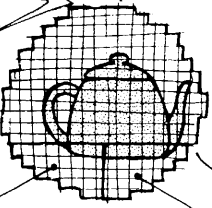
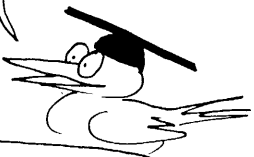


Anselm, sie schmort!



Blödes Vieh!

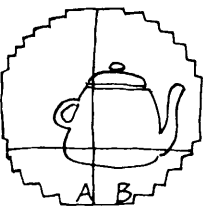
Man muß hinzufügen:
WENN das Signal sowohl rechts als auch links ist, DANN Viertel-drehung nach rechts.



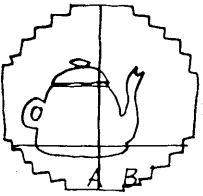
Sophie, ich glaube, ich kann die Verarbeitung der Signale des Infrarotauges verbessern: Wenn ein solcher Gegenstand im Gesichtsfeld der Schildkröte erscheint, lasse ich sie die ausgesprochenen Zellen in A und in B zählen und danach entscheiden, ob sie nach rechts oder nach links ausweicht.

BEREICH A

BEREICH B



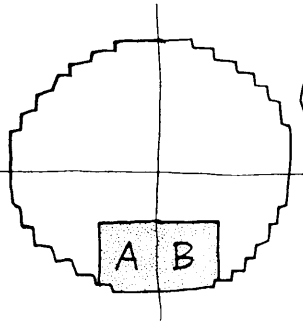
DREHUNG NACH LINKS



DREHUNG NACH RECHTS



Du kannst es auch so einrichten, daß die Schildkröte zwischen den Gegenständen hindurchfährt.



Ja, ich brauche nur die Bereiche A und B der Netzhaut seitlich abzuschneiden.

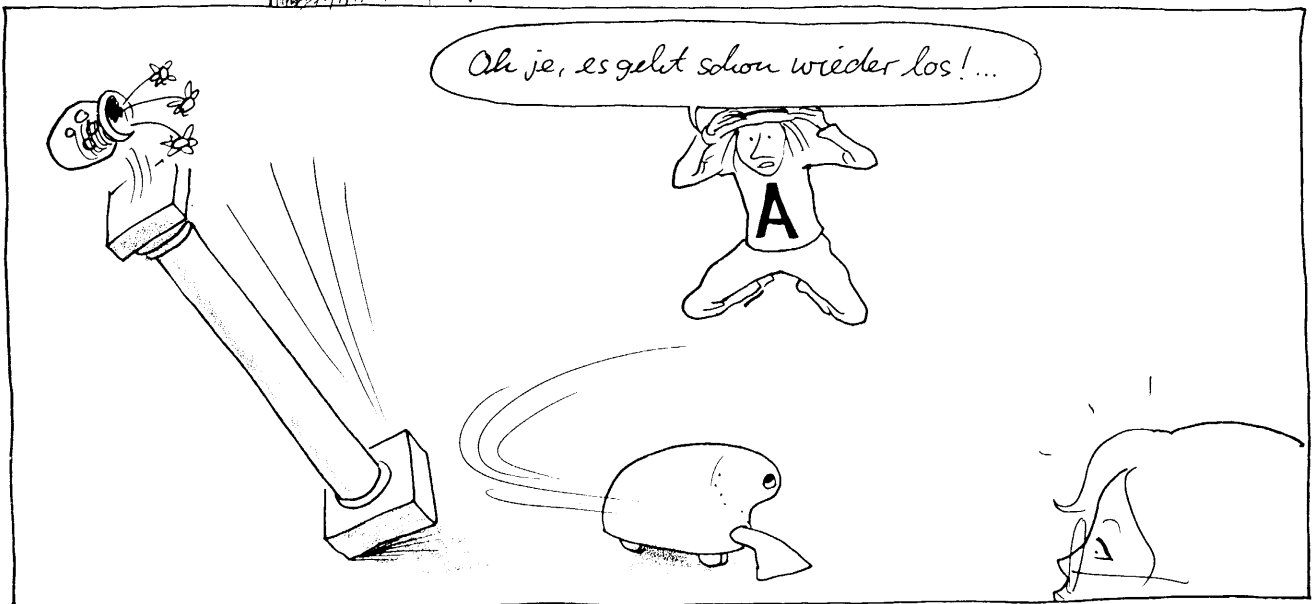


REAKTIONSZEIT

Den größten Nutzen erzielt man mit einer Maschine, wenn sie ihre Aufgaben sehr schnell erledigt.



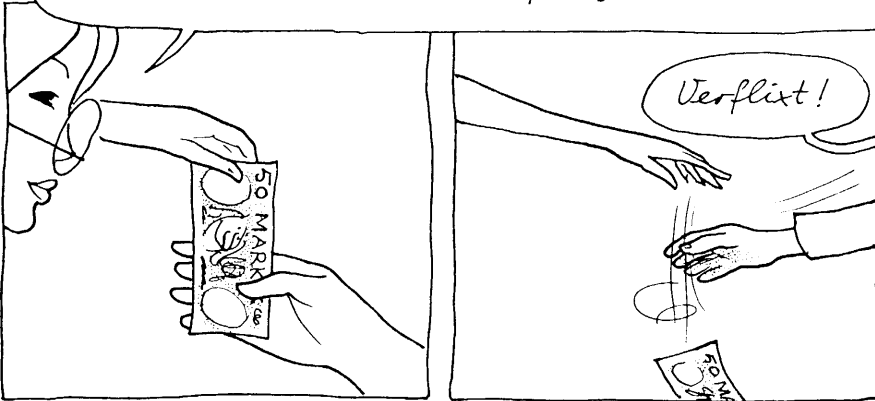
Ich drehe die Spannung so hoch, wie's geht. Dann wird in einer Rekordzeit saubergemacht.



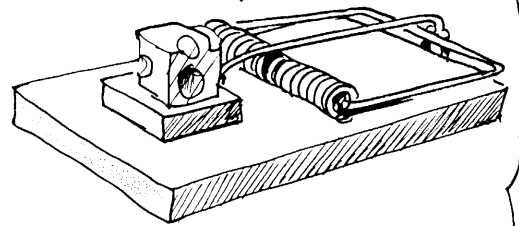
Du kannst von einem System nicht erwarten, daß es augenblicklich reagiert, Anselm. Zwischen „EINGABE“ und „AUSGABE“ läuft eine für das System charakteristische Reaktionszeit ab.



Wegen Deiner eigenen Reaktionszeit schaffst Du es nicht, diesen Geldschein zu fangen.



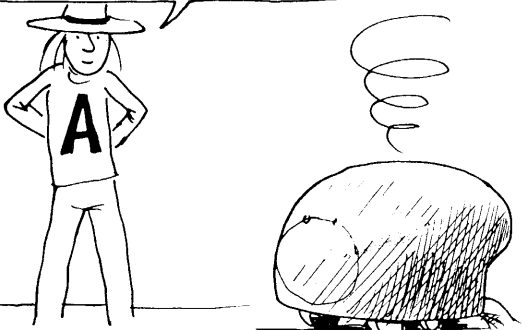
Achtung, Input-Output-System mit kurzer Reaktionszeit!



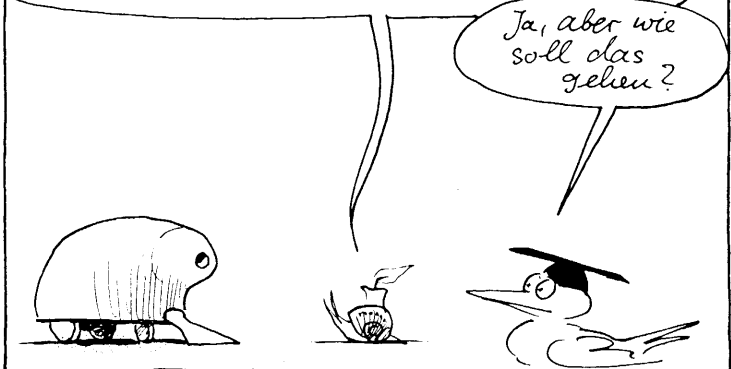
Man muß verdammt schnell sein!



Das Saubermädchen der Wohnung kostet eine Menge Energie. Meine Schildkröte macht schlapp.



Die Schildkröte müßte von selbst rechtzeitig zum Ladegerät zurückkehren.



REGELKREISE

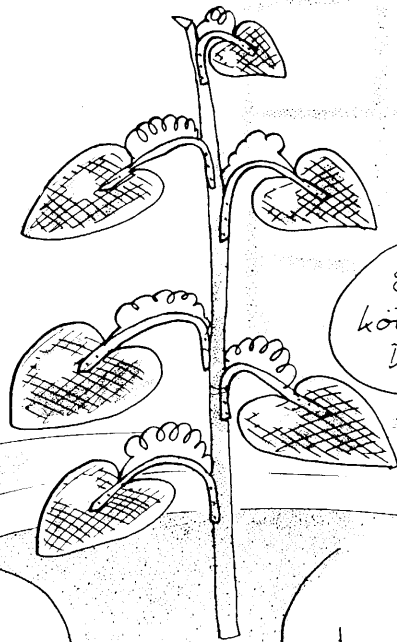
Wenn die Batterie schwach wird, nimmt die Spannung zwischen den Polen ab. Es ist nicht schwer, in das Programm des Mikroprozessors etwa folgendes einzubauen:

WENN die Spannung an der Batterie kleiner wird als so und so viel Volt,
DANN zurück zur Ladestation.

Die Frage ist nur: Wie findet die Schildkröte wieder dorthin?



Zunächst habe ich schon mal eine Station gebaut, die sich mit Hilfe von Solarzellen selbst versorgt.



Elektrophyt
kann man das
Ding nennen.

Dieser Heizwiderstand könnte ein Bezugspunkt sein, der die Schildkröte leitet. Aber wie?



Da mußt eine Rückkopplung herstellen, damit ein Regelkreis entsteht.



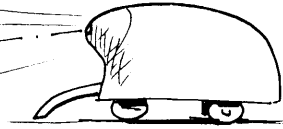
Der Heizwiderstand darf nicht als Hindernis wahrgenommen werden. Am besten bringst Du ihn etwas höher an, wie eine Art Leuchtturm.



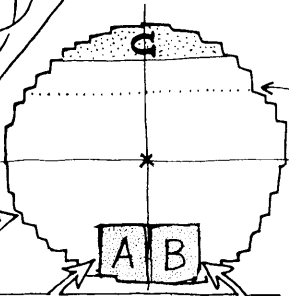
HEIZWIDERSTAND: BEZUGSPUNKT

HORIZONT

OPTISCHE AXSE



NETZHAUT



HORIZONT

Der Heizdraht erscheint also im Bereich C der Netzhaut.

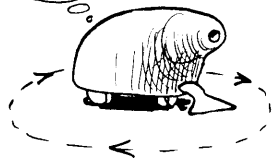
Bereiche zum Ausweichen vor Hindernissen



Es ist ganz einfach:

WENN die Spannung unter soundsoviel Volt gefallen ist, DANN sucht die Schildkröte den Heizdraht. Es gibt zwei Möglichkeiten: ENTWEDER der Heizdraht ist bereits im Gesichtsfeld, dann braucht die Schildkröte nur noch hingeführt zu werden, ODER er ist es nicht, dann muß sie anhalten und sich solange um sich selbst drehen, bis das Signal erscheint.

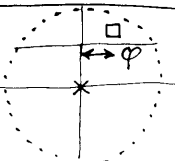
?



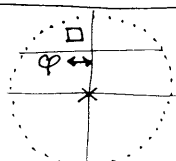
Sobald das Ziel im Gesichtsfeld ist, fährt die Schildkröte los, und zwar nach folgendem Programm:

Einschlagen der Lenkung proportional zum Winkelabstand φ zwischen dem Ziel und der Richtung der Schildkröte. Das ist eine Proportionalregelung!

SIGNAL RECHTS



SIGNAL LINKS

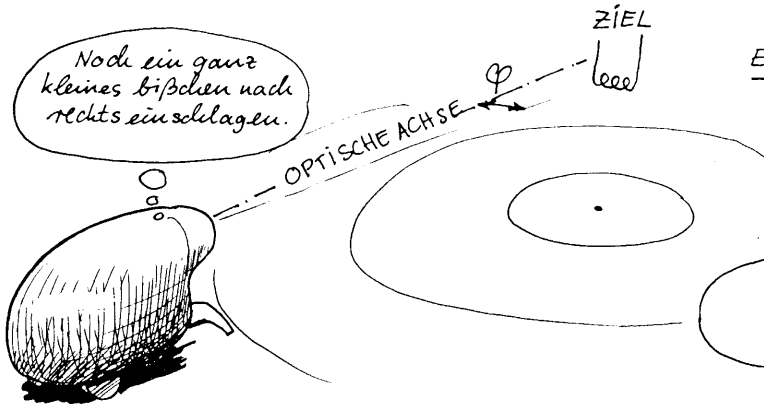


NACH RECHTS EINSCHLAGEN

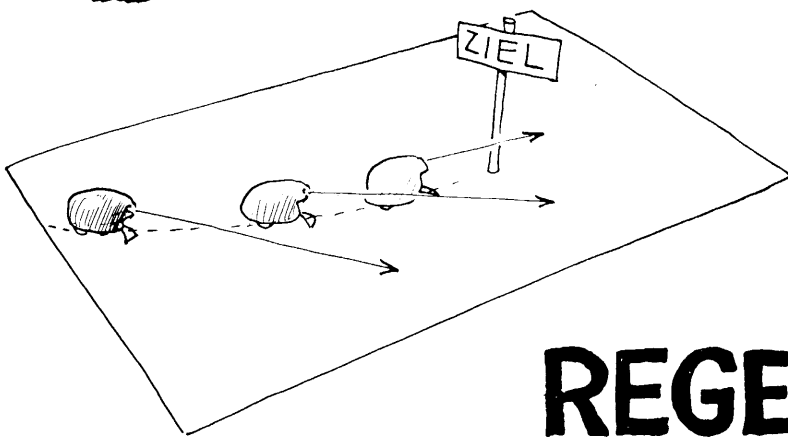
NACH LINKS EINSCHLAGEN



Das Einschlagen der Lenkung verändert den Winkelabstand φ , so daß die Wirkung sofort als Ursache wahrgenommen wird.



Auf diese Art dreht sich die Schildkröte auf das Ziel zu.



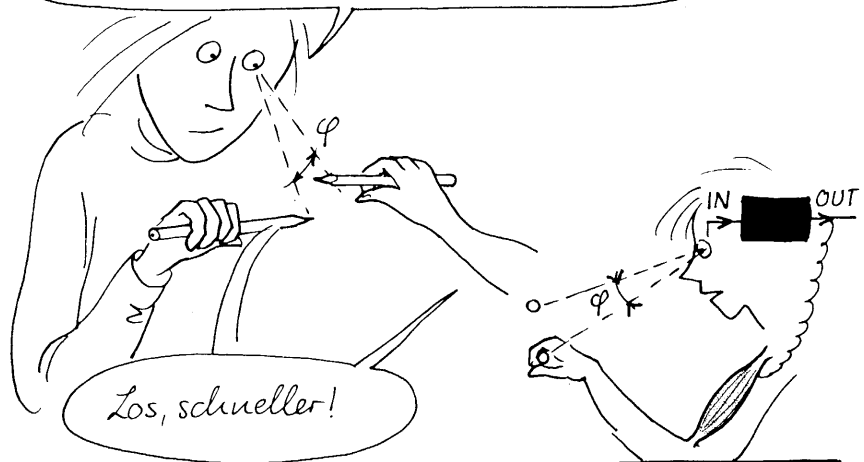
ORDNUNG EINES REGELSYSTEMS

Komm mal hier, Anselm, wir machen ein Spiel. Sobald ich Dir ein Zeichen gebe, mußt Du Deine Bleistiftspitze an meine Bleistiftspitze heraufführen.





Ich regle die Bewegung meines Bleistifts nach der beobachteten Abweichung.



Los, schneller!

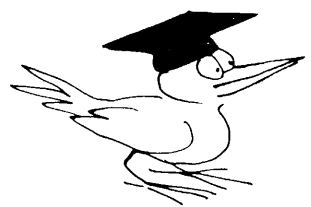
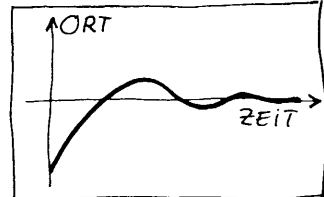
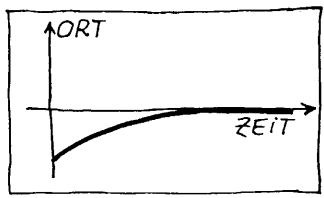


Ich schaffe es schon, aber ich mache vorher Schwingungen.

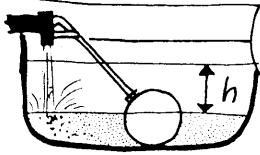


Das ist wegen der Trägheit.

In einem System erster Ordnung wirkt die Regelung (Ausgabe) direkt auf die Geschwindigkeit, ohne Trägheit. Dabei entstehen keine Schwingungen. In einem System zweiter Ordnung wirkt sie auf die Beschleunigung, d. h. auf die Kraft. Wegen der Trägheit kann es dann Schwingungen geben.



Der Mensch ist also ein System zweiter Ordnung. Die Wasserspülung ist ein schönes Beispiel eines Systems erster Ordnung:



Die Geschwindigkeit, mit der der Wasserspiegel steigt, ist proportional zur Abweichung von der gewünschten Endhöhe.

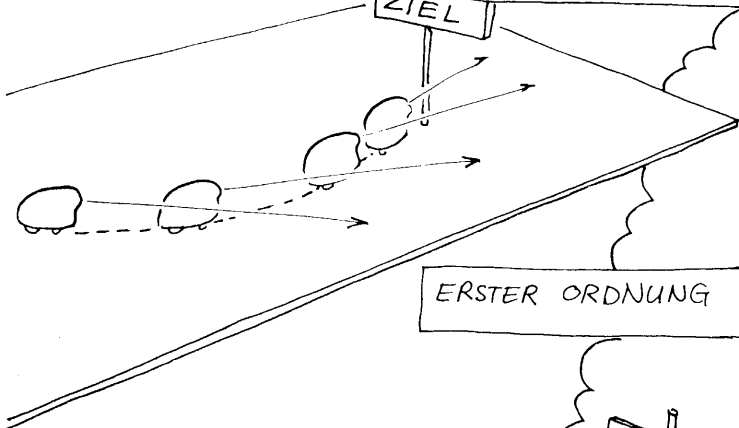


Natürlich, denn der Wasserspiegel der Spülung schwingt nicht.

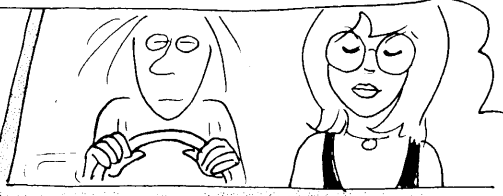


Aber es liegt in der Natur der Sache, daß die Trägheit stets mehr oder weniger gegenwärtig ist, und wenn man zu toll rangelst, beginnen die Trägheitskräfte wirksam zu werden. Aus einem System, das man für erster Ordnung hielt, wird ein System ... zweiter Ordnung.

ZIEL



ERSTER ORDNUNG



ZIEL



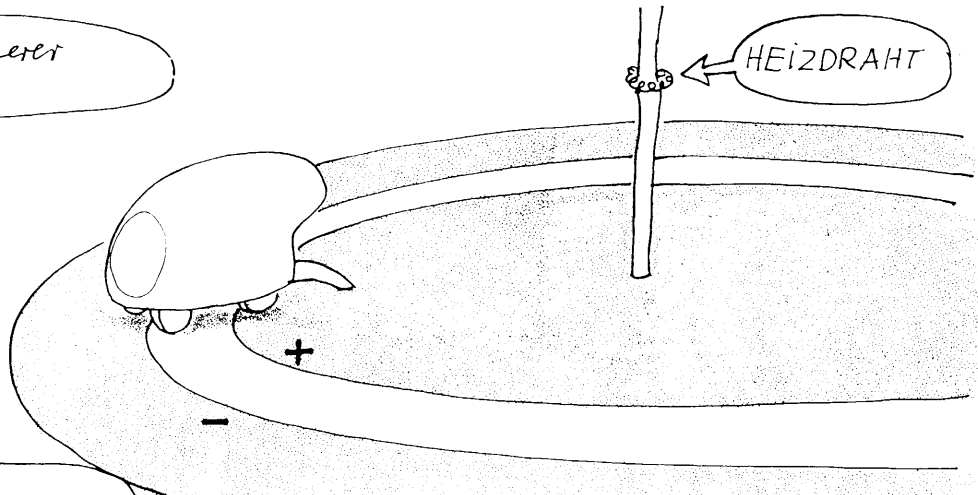
ZWEITER ORDNUNG

Sophie! Leo hat gesagt, ich laufe so langsam, daß ich die Trägheitskräfte nie kennenlernen werde, und ich sei dazu verdammt, ein System erster Ordnung zu sein.



FESTWERT-REGELSYSTEM


Zurück zu unserer Schildkröte




Das System, das sich Anselm ausgedacht hat, ist sehr raffiniert. Der elektrische Baum, oder Elektrophyt, liefert den Strom über zwei kreisförmige Elektroden. Dabei stellen die kupfernen Räder der Schildkröte den Kontakt her. Sobald die Vorderräder den Pluspol und die Hinterräder den Minuspol berühren, hält die Schildkröte an und lädt ihre Batterie auf. Ist die Batterie geladen, macht sie eine Kekestwendung und nimmt ihre Pilgerfahrt gestärkt wieder auf. Solange sie genügend Spannung hat, braucht sie den Elektrophyten und seinen Heizdraht dann nicht mehr zu beachten.

RÜLPS!






Du selbst hörst ja auch auf zu essen, wenn der Druck auf Deine Magenwand einen Schwellenwert erreicht hat.




Was mache ich?

Der Magen funktioniert wie eine Wasserspülung.




Quatsch, die Wasserspülung funktioniert wie der Magen!




Seien Sie doch nicht so groß!

Solche Systeme sorgen dafür, daß bestimmte Parameter zwischen einem Minimal- und einem Maximalwert gehalten werden.



Wenn ich mich ernähre, versuche ich also, die Konzentration von Zucker, Salzen usw. in meinem Organismus zwischen einem Minimal- und einem Maximalwert zu halten.



Mein Gott, dann ist der Mensch einer Maschine selber ähnlich.

Ich würde den Satz eher umdrehen: Die Maschinen sind den Menschen ähnlich.

Die ganze Technologie ist eine Methode, die lebende Welt zu vervollständigen oder zu erweitern.

KÜNSTLICHER ECKZAHN

KÜNSTLICHES FELL

NATÜRLICHES FELL

NATÜRLICHER ECKZAHN

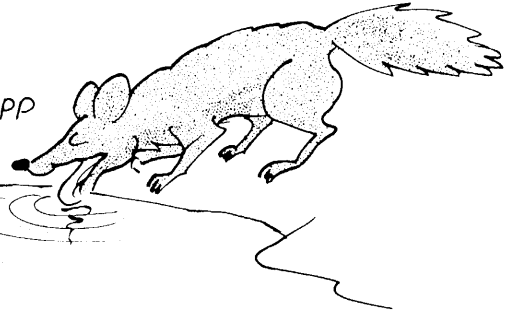
• Nachdem der Mensch die Formen der Natur kopiert hatte, begann er Verhaltensweisen zu imitieren.

INPUT-OUTPUT-SYSTEM MIT KÜRZERER REAKTIONSZEIT

Ein lebender Organismus ist ein phantastisches System von Festwertreglern. Die Regelkreise halten den Gehalt an Wasser und Salzen und die Zusammensetzung des Blutes und der Gewebe, aber auch die äußere Form konstant.



SCHLAPP
SCHLAPP
SCHLAPP

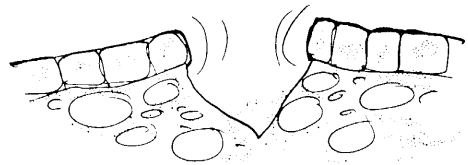


Jede spürbare Differenz zwischen Ist-Wert und Soll-Wert der Parameter stellt eine Regelabweichung dar.

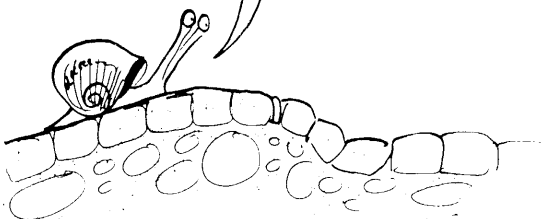
Das Wachstum der Hautzellen wird einfach durch gegenseitige Berührung beschränkt.



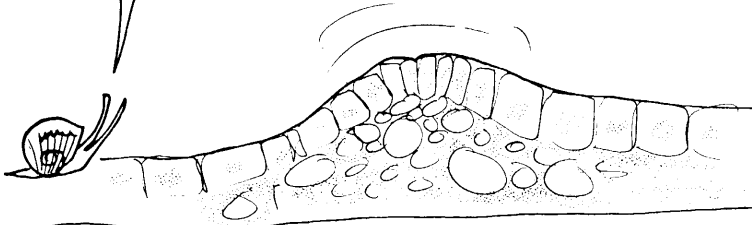
Jeder Defekt dieses natürlichen Panzers löst Zellteilungen an den Rändern der Wunde aus.



Die Wundheilung hört auf, sobald der Kontakt wiederhergestellt ist.



Wird der Anhaltemechanismus mit Verzögerung ausgelöst, so wölbt sich die Narbe nach außen.

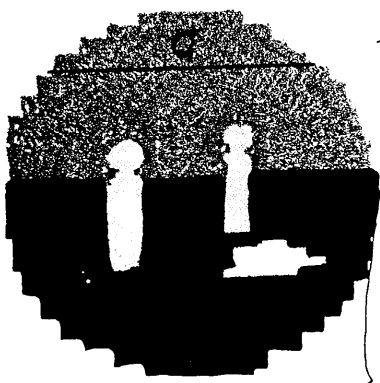
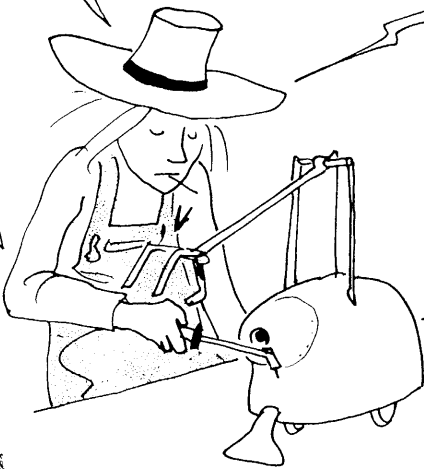
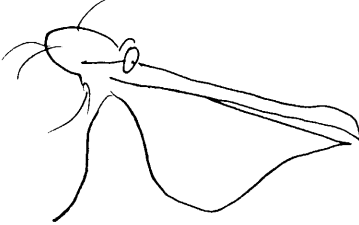


Was machst Du?

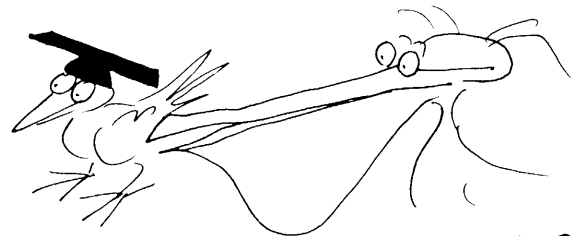
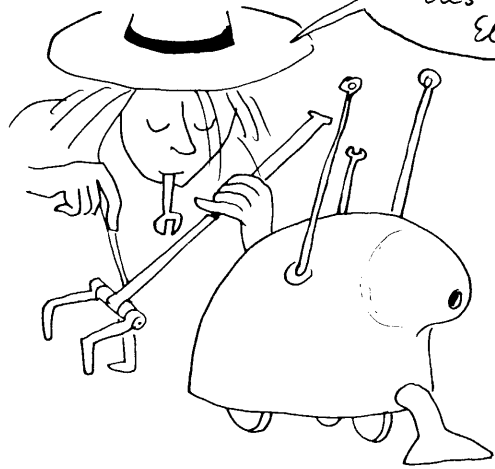
Sophie hat mich gebeten, das Haus von den Mäusen zu befreien. Wir müssen sie fangen.

Ich rieste meine Schildkröte mit einem Fangarm und mit einem Verfolgungssystem aus, das wieder mit dem Infrarotauge arbeitet.

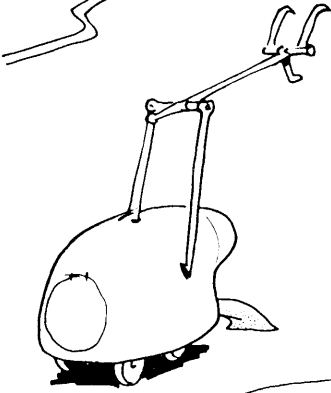
Ja, Mäuse sind warm: 42°C



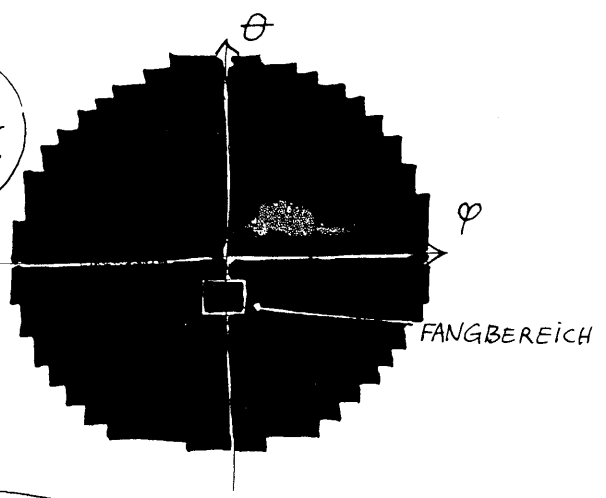
Das ist nur eine Frage der Schwelle. Der Fußboden ist „schwarz“, die Wände und die Kegel sind „grau“ und die Mäuse „weiß“. Ich muß die Schildkröte nur noch dazu bringen, in ihr Programm zu schreiben, daß sie jedem stark emittierenden Gegenstand nachläuft (... sofern er außerhalb des Bereichs C, welcher für den Heizdraht des Elektrophyten reserviert ist, ausgetroffen wird).



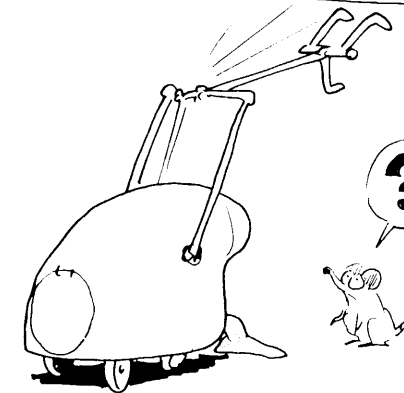
Paßt auf,
Sie hat eine Maus
im Visier.



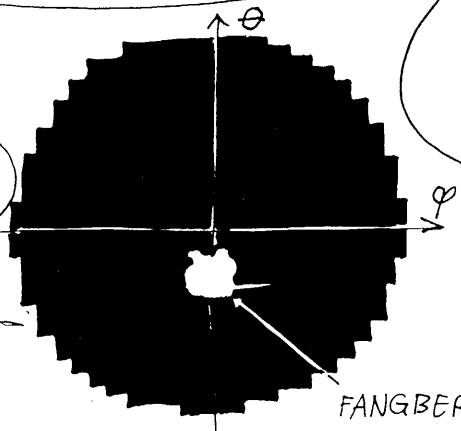
Was ist
dein das für
ein Monstrum?



Zuerst
richtet sie sich aus.



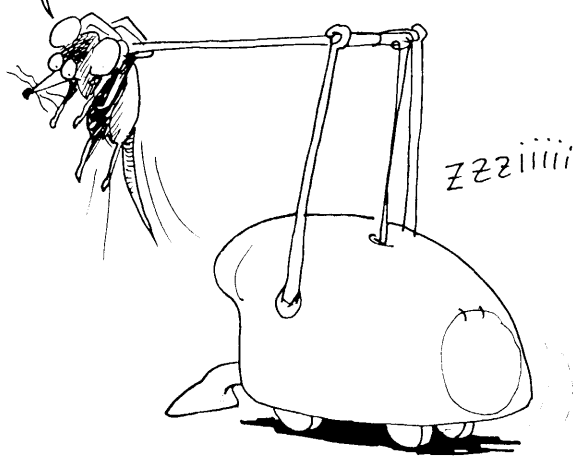
?



Dann fährt
sie heran, bis
die Maus im
Fangbereich
ist.



Lassen Sie
mich los!
Sind Sie verrückt?

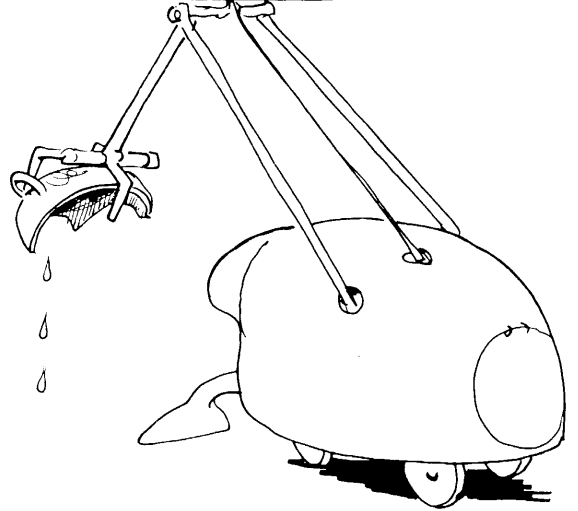
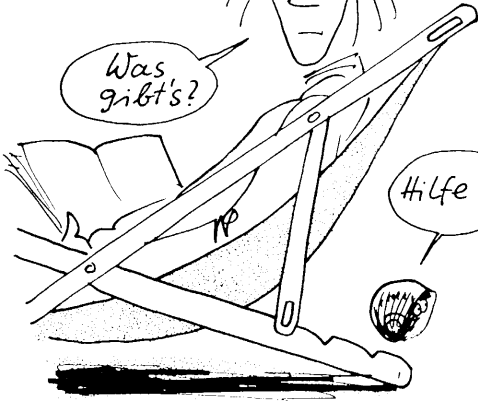


ANSELM !!!

Was gibt's?

Hilfe?!

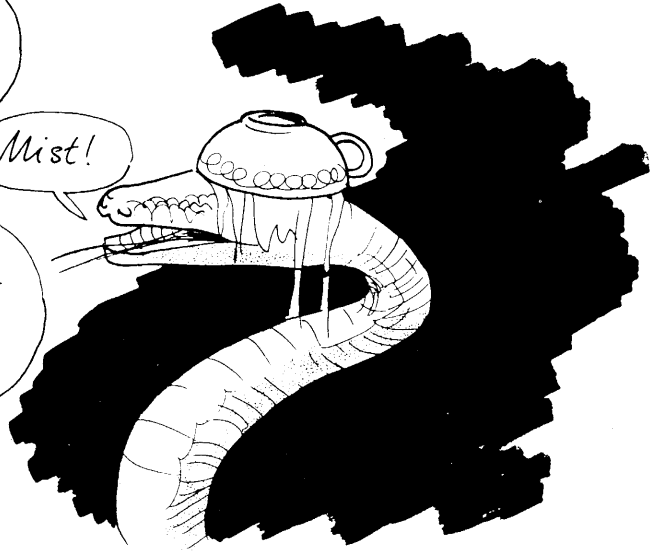
Sorg bitte dafür, daß sie die Tasse losläßt... oder wenigstens das, was davon übrig ist!



Ach ja, sie unterscheidet nicht zwischen einer Maus und einer Tasse Kaffee.

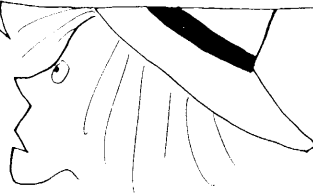
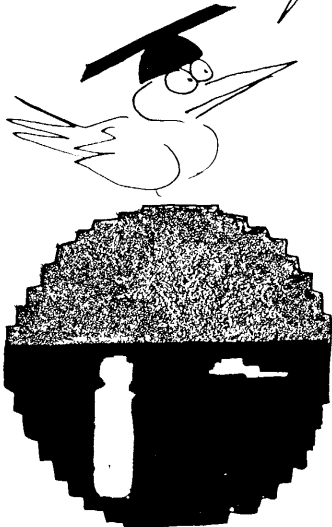
Mist!


Einer Schlange, die nachts ein Nagetier jagt, würde es genauso gehen.



Und meine Schildkröte verwechselt einen Kegel in der Nähe mit einer Maus in der Ferne (Die Strahlungsintensität ist umgekehrt proportional zum Quadrat der Entfernung).

Eine kurzsichtige Schildkröte






Aber eins hast Du vergessen: Im Winter ist Deine Schildkröte praktisch blind.



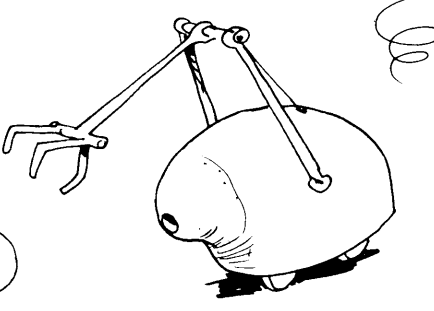
Wieso?



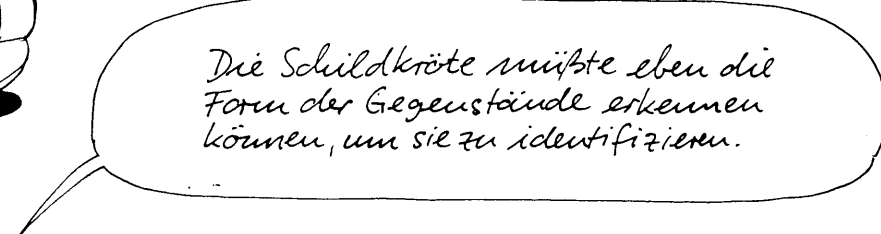
Wir haben Fußbodenheizung!



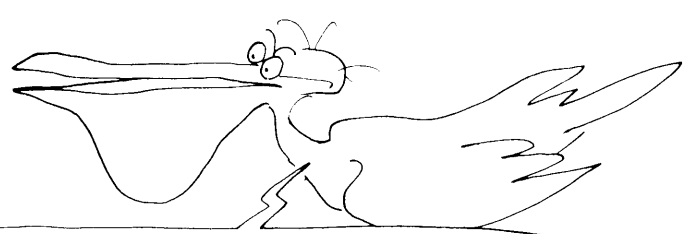
Unlösbar!



Man könnte Sie einen Winterschlaf machen lassen.



Die Schildkröte müßte eben die Form der Gegenstände erkennen können, um sie zu identifizieren.

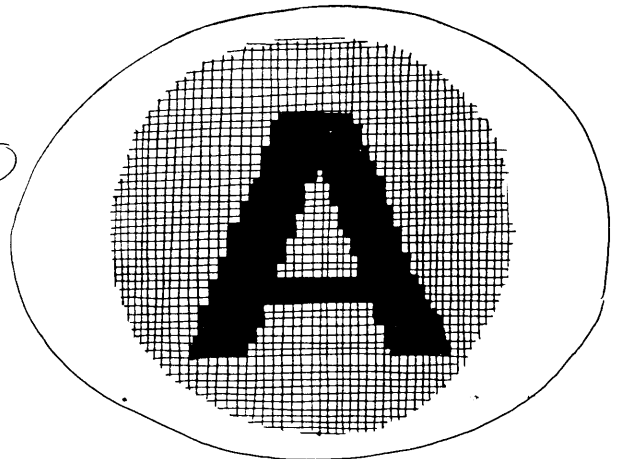
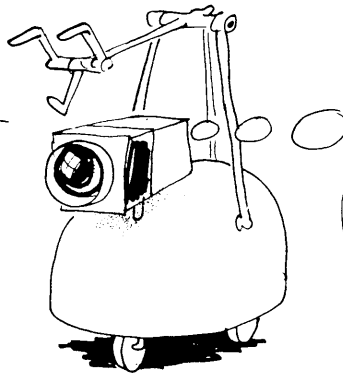
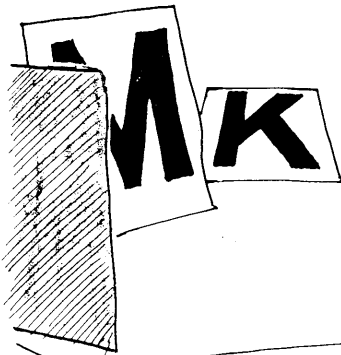


Warum wollen Sie ihr nicht gleich das Lesen beibringen?!

MUSTERERKENNUNG



Diese Fernsehkamera schafft es besser als das primitive Infrarotauge. Sie hat eine höhere Auflösung.



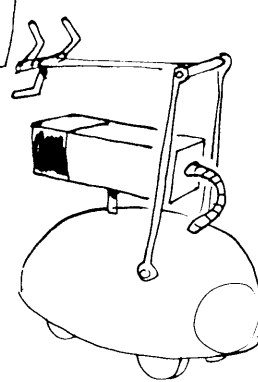
Jedes Muster, das sich vor der Kamera befindet, stellt eine Menge von Punkten, oder kleinen Quadraten, mit den Koordinaten x, y dar.

Um einen Gegenstand erkennen zu können, muß er einem vorher schon mal gezeigt worden sein.

Wir beginnen damit, im Gedächtnis der Maschine Formen zu speichern.



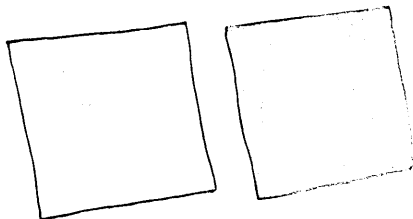
A B C D E F



Zum Beispiel die Buchstaben des Alphabets, einen nach dem anderen.



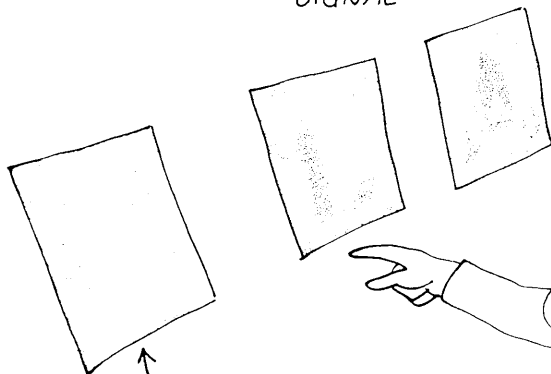
Aha, ich verstehe, wozu das gut sein soll. Sie zeigen der Maschine später Buchstaben, und die vergleicht sie mit den Mustern, die sie schon kennt.



SIGNAL

BEKANNTES,
GESPEICHERTES
SIGNAL

... wozu sie ein Signal dem Negativ eines bereits bekannten Signals überlagert.

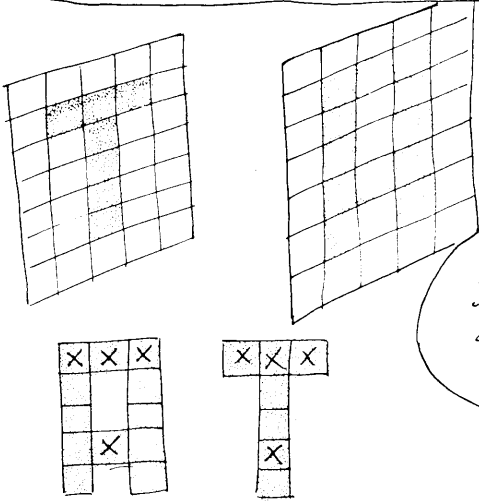


VOLLSTÄNDIGE ÜBEREINSTIMMUNG



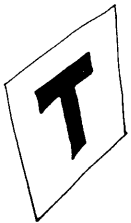
Stimmen beide Bilder vollkommen überein, so erscheint das Blatt gleichmäßig grau.

Oder genauer: Da das Signal aus einer endlichen Menge von Werten (entweder Null oder Eins) besteht, die den Koordinatenkästchen (x, y) zugeordnet sind, bildet der Bordcomputer einfach die Summe der Koinzidenzen und die Summe der Nichtkoinzidenzen.



Koinzidenzen: 4 Kästchen
Anzahl der Kästchen des Signals: 7
Bruchteil der Koinzidenzen: $4/7$

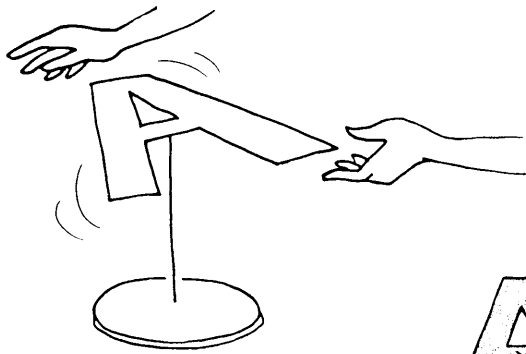
Ja, aber sehen Sie auch das Problem?
Ihre Schildkröte erkennt den Buchstaben nur dann, wenn sie genau ausgerichtet ist und sich in der richtigen Entfernung befindet.



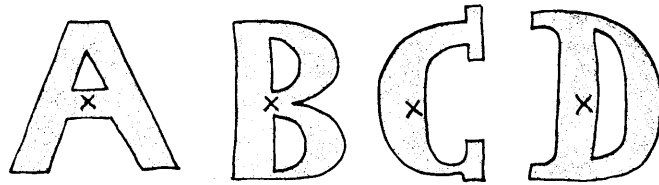
Auf den Zufall, daß das eintritt, können Sie lange warten...

Verdammt!
Was machen wir nun?

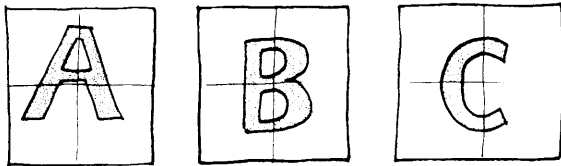
Ich glaube,
ich hab's!



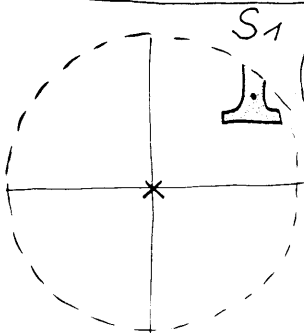
Wir bestimmen den Schwerpunkt jeder Form, jedes Zeichens.



Bevor wir ein Zeichen in das Gedächtnis der Maschine schreiben, bringen wir die optische Achse mit dem Schwerpunkt zur Übereinstimmung.

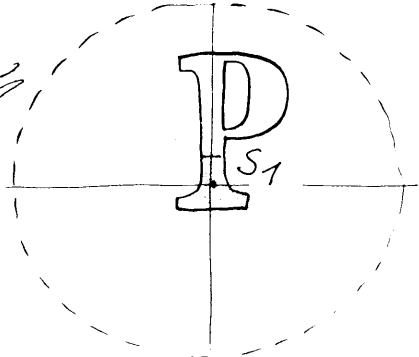
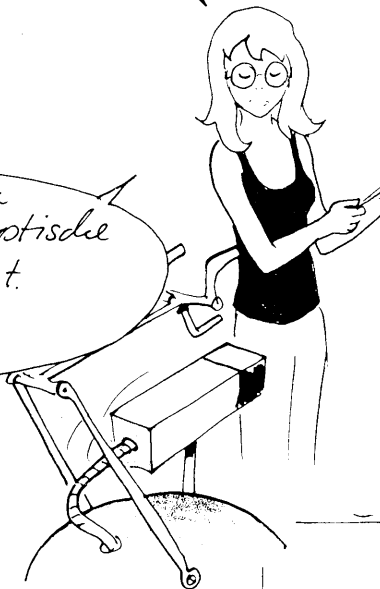


Angenommen ein Zeichen tritt ins Gesichtsfeld der Maschine ein.



Dann lassen wir sofort den Schwerpunkt S_1 dieses Teilstücks berechnen...

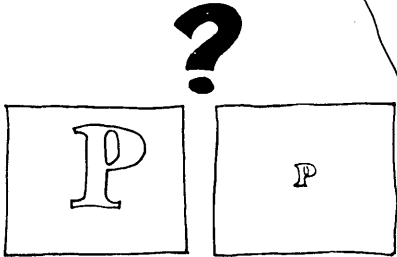
... und die Kamera so drehen, daß die optische Achse auf S_1 weist.



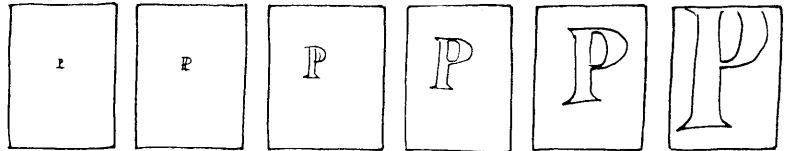
Die Maschine berechnet den Schwerpunkt S_2 des neuen Bildes und richtet wieder die Kamera darauf.

Auf diese Weise richtet sich die Kamera nach und nach auf den neuen Gegenstand aus.

Aber es bleibt doch noch das Problem der richtigen Entfernung?!



Der Bordcomputer kann mehrere Kopien des Bildes herstellen: vergrößerte und verkleinerte...



... und jede mit dem Zeichenvorrat im Gedächtnis vergleichen.

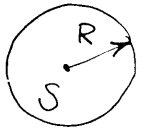
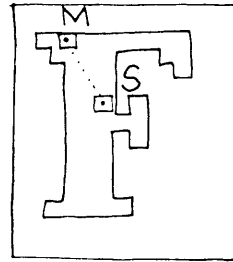
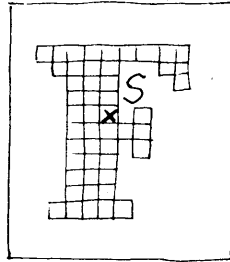
Ah! Das ist ja ein P!

P

Wartet! Diese systematische Untersuchung der einzelnen Vergrößerungen kann man doch umgehen: Aus der Ferne ist ein Gegenstand einfach ein verschwommener Fleck. Sein Bild hat einen Schwerpunkt, aber es hat auch einen scheinbaren Durchmesser \varnothing .

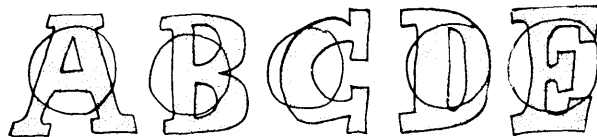
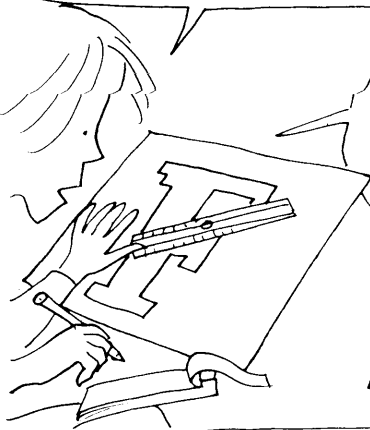


Wie willst Du diesen Durchmesser bestimmen?

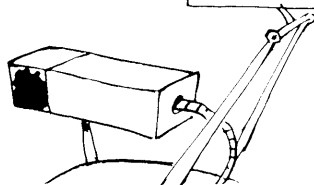
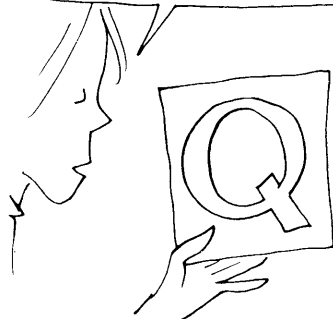
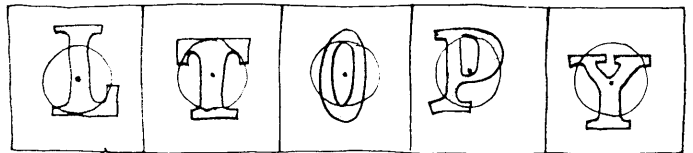


Ich verbinde alle Punkte M, aus denen das Bild besteht, mit dem Schwerpunkt S. Dann zähle ich alle Strecken \overline{SM} zusammen, teile durch die Anzahl der Punkte und erhalte einen Mittelwert R: $\varnothing = 2R$ definiere ich als scheinbaren Durchmesser des Bildes.

So hat jeder Buchstabe, jedes Zeichen einen bestimmten Schwerpunkt S mit einem repräsentativen Kreis vom Durchmesser \varnothing .

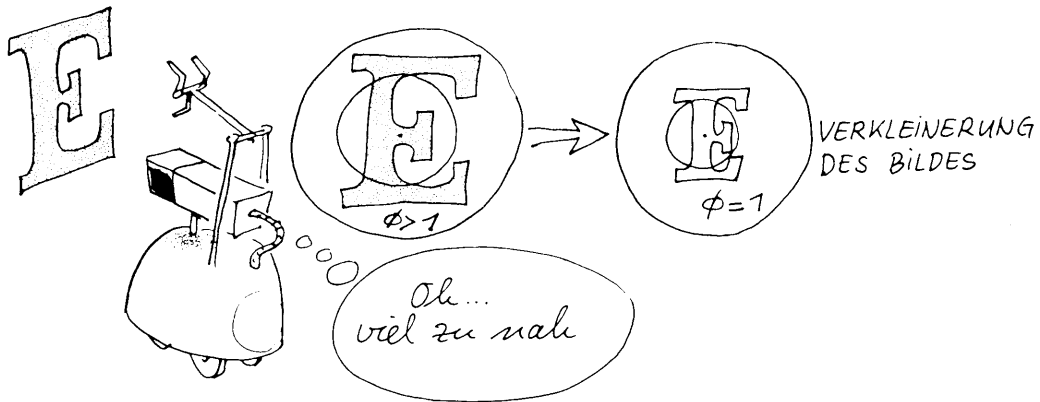
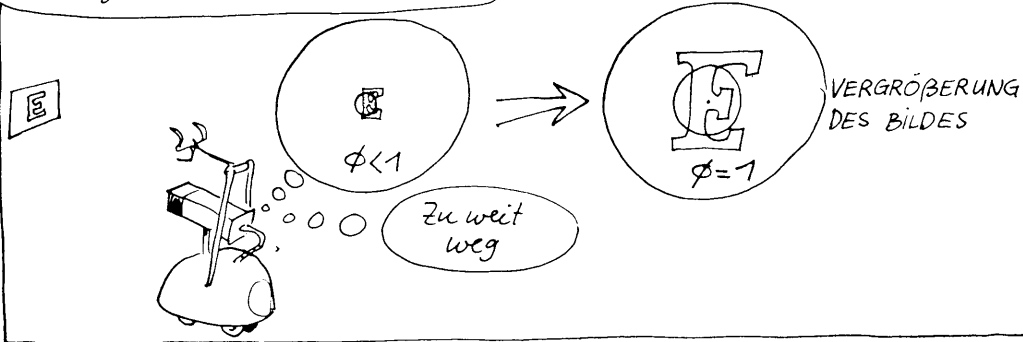


Statt die Zeichen irgendwie willkürlich im Gedächtnis zu speichern, lege ich für alle den Schwerpunkt an dieselbe Stelle, z.B. $x_s = 0, y_s = 0$, und gebe allen denselben scheinbaren Durchmesser $\varnothing = 1$.

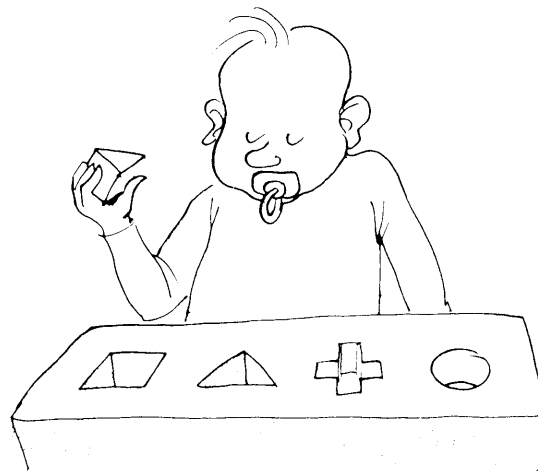


Wir zentrieren also.

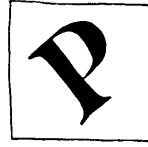
Wir hatten bereits gesehen, wie sich die Schildkröte automatisch auf den Schwerpunkt ausrichtet. Sie kann dann den scheinbaren Durchmesser des empfangenen Bildes berechnen. Ist dieser nicht gleich 1, so betätigt der Bordcomputer das Zoom, bis er gleich 1 ist:



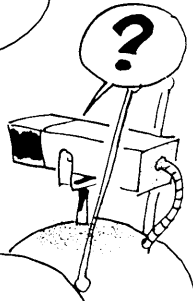
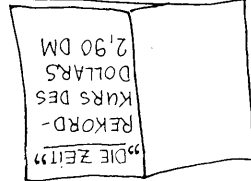
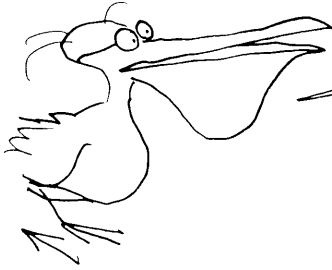
Jetzt muß nur noch der Katalog der gespeicherten Formen durchgesehen werden, bis eine Übereinstimmung gefunden wird.



Man könnte auch berücksichtigen, daß der Buchstabe schief steht. Dann müßten von jedem untersuchten Bild Kopien mit einer Drehung zwischen 0° und 360° gemacht werden.



Wenn der Mensch auch so funktioniert, muß es eine mühsame Arbeit sein, jeden Blick, den er wirft, zu verarbeiten! Und wahnsinnig lange muß es dauern!



Mit einem einzigen Mikroprozessor, ja. Aber was hältst Du von einem System, das aus Tausenden von Mikroprozessoren besteht, die alle gleichzeitig arbeiten?



Hallo Leute, ich hab's!

Nein... das nicht!

Das auch nicht...

Hm... nein

Die für eine Informationsverarbeitung notwendige Zeit ist dann viel kürzer.



Der Mensch und andere Lebewesen sind ununterbrochen mit der Identifikation von Zeichen beschäftigt. Während Sie diese Zeilen lesen, verarbeitet ihr Gehirn die von Ihren Augen gelieferte Information. Dies entspricht der Leistung von 10.000 gleichzeitig arbeitenden Mikroprozessoren.

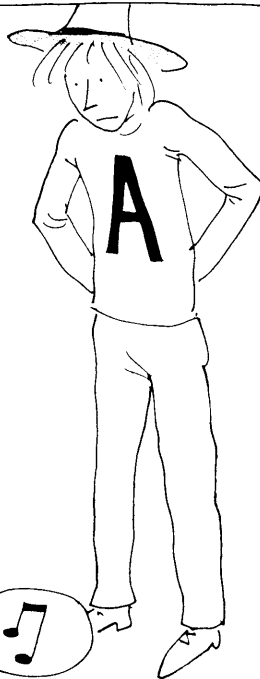


Ein erhebender Gedanke

Im Grunde ist es ein Wunder, daß man dabei noch das Gefühl hat, ein einziges Wesen zu sein.



Eigentlich ist das Problem der Zeichenerkennung noch komplexer. Wir haben es hier nur andeutungsweise beschrieben.



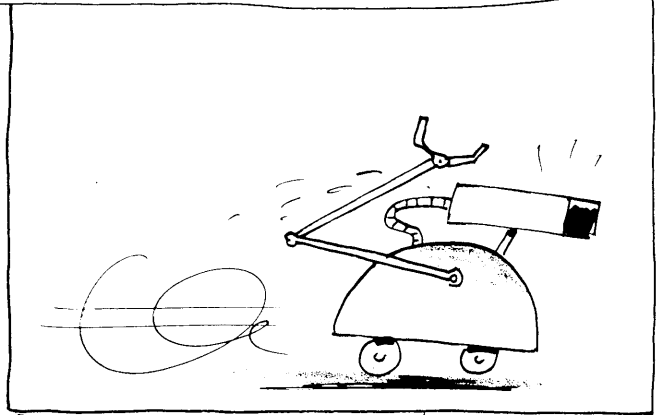
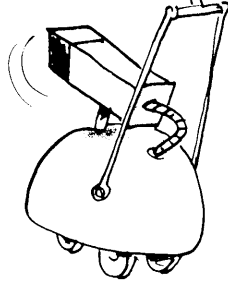
Das ist also eine Schildkröte, die lesen kann.



Dann habt ihr's also geschafft...

Wenn die Schildkröte Buchstaben lesen kann, kann sie auch Wörter erkennen und ganze Sätze.

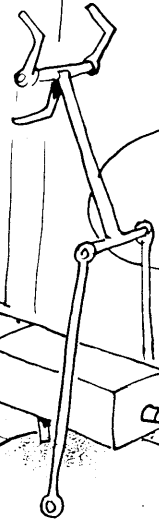
GEFAHR



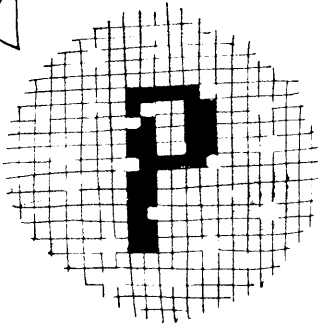
Oh, dies ist ein interessantes Experiment.



Sie mal, es schneit!



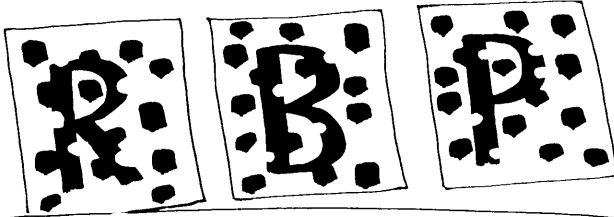
Das ist ein Buchstabe, wie ihn die Schildkröte zu einem bestimmten Zeitpunkt sieht.



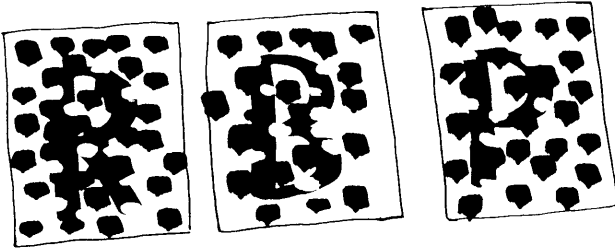
DAS RAUSCHEN

Das ganze Bild ist durch ein Hintergrundrauschen gestört.

Ich habe eine Idee: Die hundertprozentige Koinkidenz ist gar nicht nötig, um ein Signal zu erkennen.



Ja, trotz des Rauschens kann man diese Zeichen noch ohne weiteres voneinander unterscheiden und identifizieren.



Die Koinkidenz beträgt nur noch 75%.

Hier erkennt man aber nichts mehr!

Gut, nehmen wir an, wir fotografieren einen Gegenstand mehrmals von ein und derselben Stelle.

Da wir zwei Augen haben, verarbeiten wir ja auch in jedem Augenblick zwei Bilder.



BILDVERARBEITUNG

Man kann die Wahrnehmung oder den Nachweis eines Signals dadurch verbessern, daß man mehrere Bilder miteinander kombiniert.

Man kann sie zum Beispiel überlagern, d.h. aufaddieren.

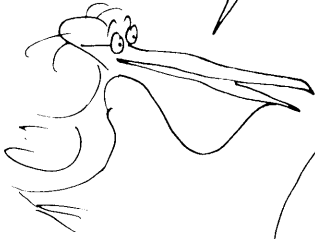


Es gibt auch noch raffiniertere mathematische Methoden.

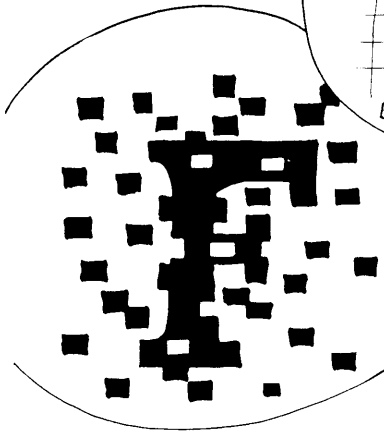
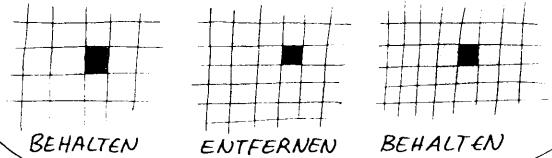
Wenn ich meine Finger vor das Photo halte, kann ich das Wort nicht lesen.



Wenn ich Euch richtig verstehe, müchtet Ihr Euren Vögel beibringen, daß es bei jedem Wetter lesen und Zeichen erkennen kann. Dies erfordert für jedes Bild die Berechnung des Schwerpunkts und des scheinbaren Durchmessers. Aber wegen des Rauschens dürfte das problematisch werden.

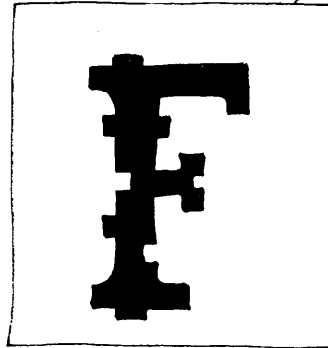
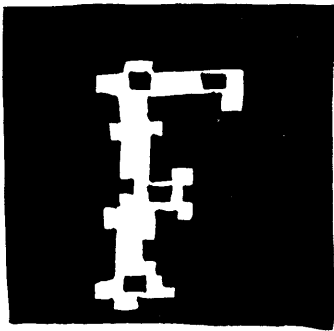


Ich habe eine Idee, wie man das Bild „säubern“ könnte. Wir eliminieren alle diejenigen Bildpunkte, die keinen Nachbarn haben (*).



Auf diese Art wird man einen großen Teil der isolierten Flecke los.

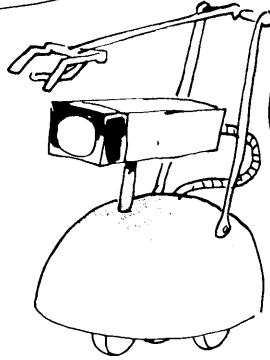
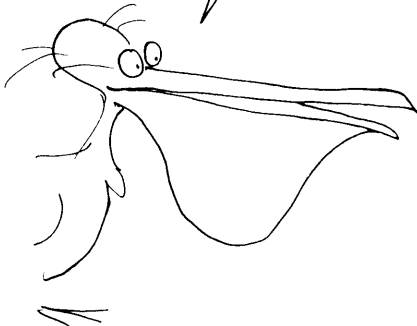
Dann „invertiert“ man das Bild und macht dasselbe nochmal...



So sieht das Bild nach der zweiten „Säuberung“ aus.

(*) So wie die Spielregeln des Lebensspiels!

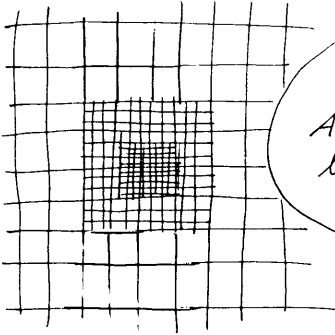
Na schön, diese Schildkröte kann bei jedem Wetter lesen, aber wozu soll das gut sein?



Stellen Sie sich einmal vor, Leo, die Netzhaut der Schildkröte wird der des Menschen noch ähnlicher...



Die Zahl der Zellen, die ja das Auflösungsvermögen bestimmt, nimmt zur Mitte hin zu...



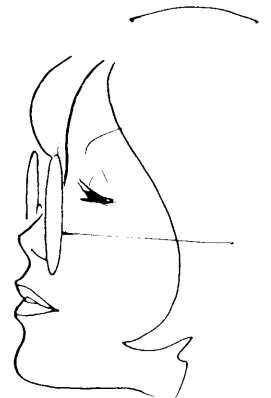
UM EINEN TEXT ZU LESEN, bewegt sich die optische Achse unregelmäßig über die Zeichen.

UM EINEN TEXT ZU LESEN

UM EINEN TEXT ZU LESEN

Nur gewisse Bereiche werden genauer wahrgenommen, das Gehirn rekonstruiert die wahrscheinlichste Nachricht.

Dadurch kann man schneller lesen.



Die ganze Information sammeln, einen Text Wort für Wort durchgehen und jedes Wort Buchstabe für Buchstabe und jeden Buchstaben Segment für Segment, ist nämlich eine endlose Beschäftigung.

Einige Schlüsselformen genügen, um einen Buchstaben zu identifizieren.

Das ist klar, die Information ist oft redundant.

Zwei Blicke, einen auf den Anfang, einen auf das Ende des Wortes genügen meist.

Und was für die Schrift gilt, trifft für jede visuelle Wahrnehmung zu.

Hat man den Eindruck, daß etwas nicht stimmt, dann überfliegt das Auge die zweifelhafte Stelle nochmal.

DIE WAHRNEHMUNG

Unsere Sinne informieren uns in jedem Augenblick.



Aber wir fischen aus unserer Umgebung nur das Minimum an Information heraus, das zur Identifizierung von Formen, Lauten usw. notwendig ist.

Diese Eindrücke werden ununterbrochen mit der riesigen Zeichen- und Signalbank des Gedächtnisses verglichen...

Ein Gedächtnis,
in Sand
geschrieben

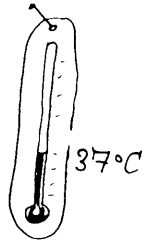
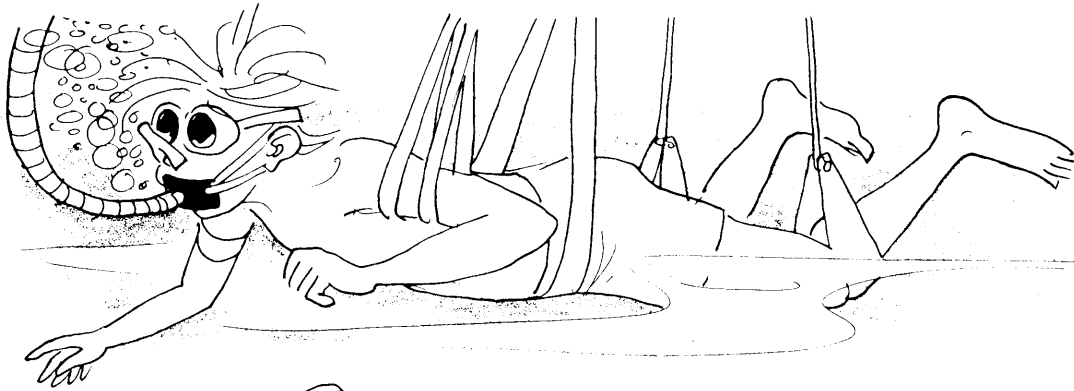


... die ständig wiederaufgefrischt werden muß.



Es wurde festgestellt, daß eine Person, deren Wahrnehmung unterbrochen wird, die also keinerlei Information von der Außenwelt erhält, völlig abschaltet.





Wenn die Empfindungen einige Tage lang abgeschaltet waren, hat man Schwierigkeiten, die einfachsten Gesten auszuführen, z.B. ein Glas zu ergreifen. Als müsste die Vorstellung, die wir uns von der Außenwelt machen, ständig erneuert werden.



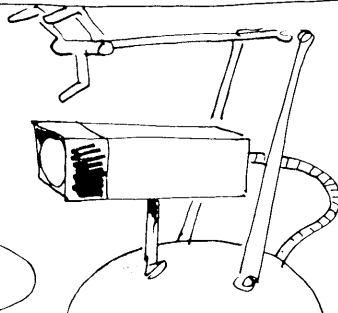
Wir befinden uns in einem ständigen Lernprozess.



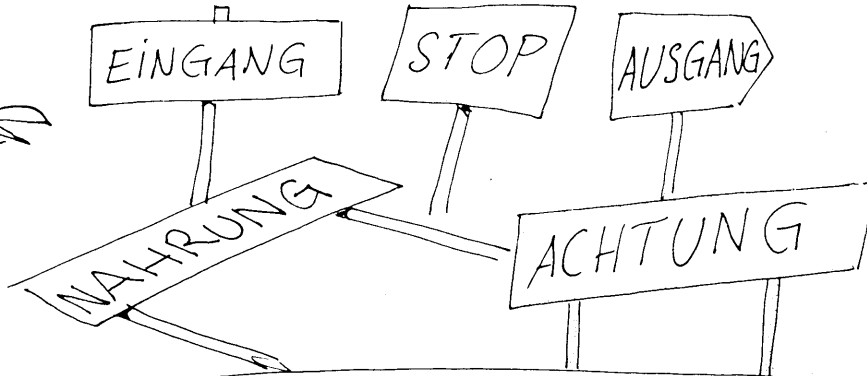
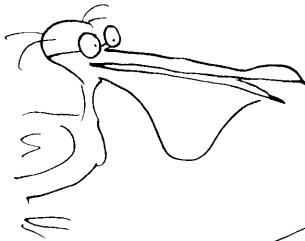
Nun zurück zu unserem Vieh. Es ist in der Lage, schnell eine Menge Zeug zu erkennen, in jeder Richtung und bei jedem Wetter. Na und?



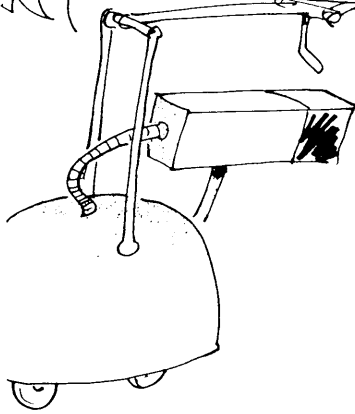
Es bleibt trotzdem völlig blöd.



Es tut doch immer nur das, was hier ihm in den Kopf gesetzt habt.



Man könnte noch einen Zufallsgenerator einbauen. Der würde etwas Abwechslung in das Verhalten der Schildkröte bringen.



Als würde Sie manchmal „Kopf oder Zahl“ spielen.



Lebewesen haben auch kein hundertprozentig starres Verhalten.



Ich gebe zu, daß ich manchmal einfach irgendetwas mache, ohne zu wissen warum.



INTELLIGENZ UND DUMMHEIT

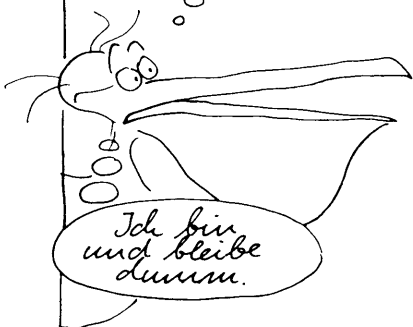


Aber das ist nur Illusion.
Diese Maschine ist und bleibt
total dumm.

Leo, was ist
Intelligenz?



Intelligenz...
äh... schnell eine
Definition...



Oft handeln wir
ganz mechanisch...
als wären wir
gesteuert... oder
programmiert.

Ich bin
und bleibe
dumm.



Ein Mensch, der fähig ist,
nach einer Musik zu marschieren, braucht
kein Gehirn, das Rückenmark wäre
völlig ausreichend. (*)



(*) ALBERT EINSTEIN

Intelligenz ist das, was auf der Oberfläche eines Ozeans von bedingten Reflexen und vorgefaßten Meinungen schwimmt.

Bisher hast Du versucht, tierische Verhaltensweisen nachzuahmen, die nach und nach einen in der Evolution immer höheren Rang einnehmen.

A SCHNÜFF!...

SSSS

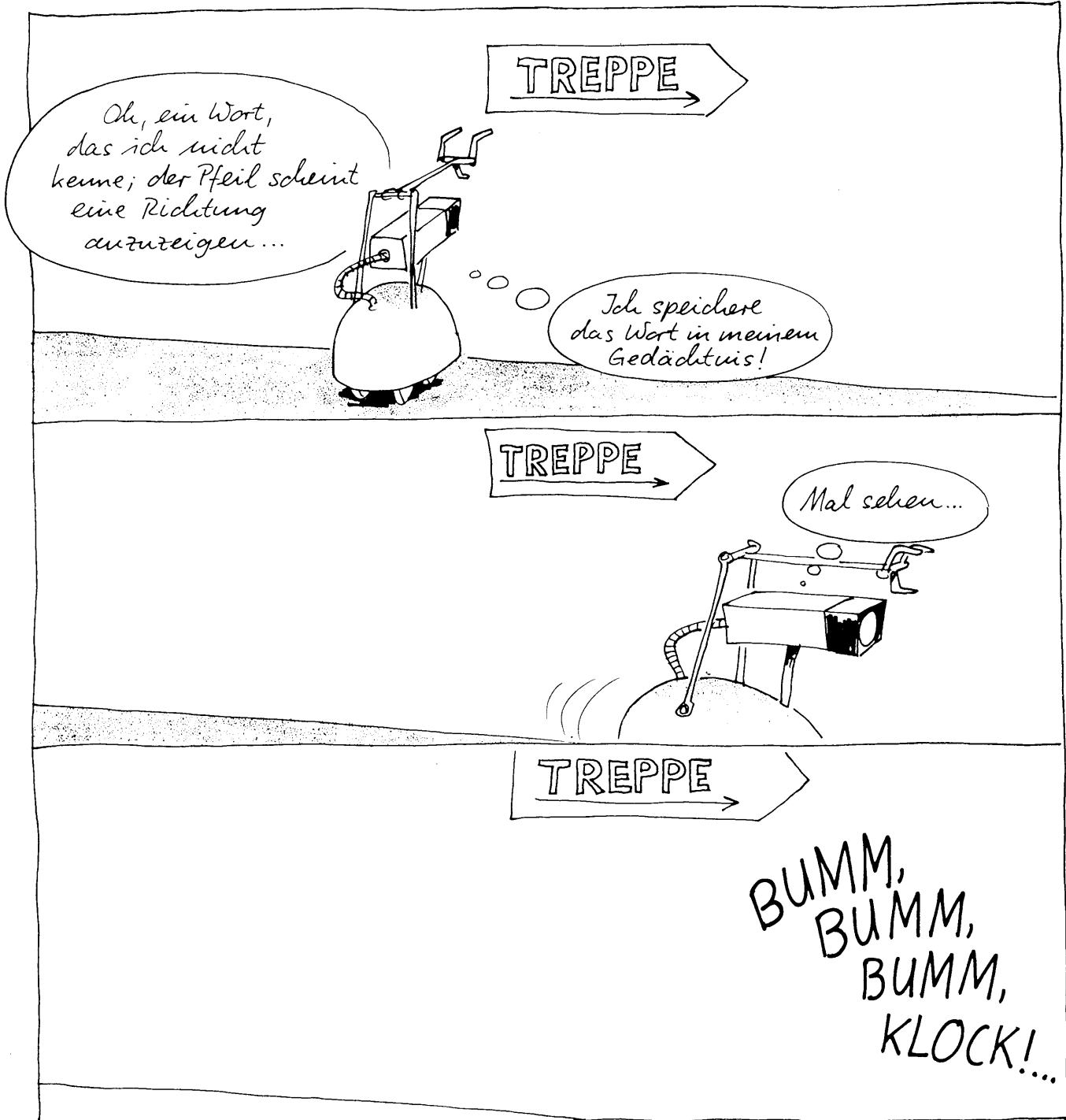
!!!

Aber obwohl kein Mensch mit einer Sprache oder mit Begriffen geboren wird, hat doch jeder schon am Anfang ein gewisses Gepäck, einen Bestand an vorprogrammierten Verhaltensweisen oder Instinkten. Dieser entwickelt sich von der Zeugung durch das embryonale Stadium bis in die ersten Lebensjahre.

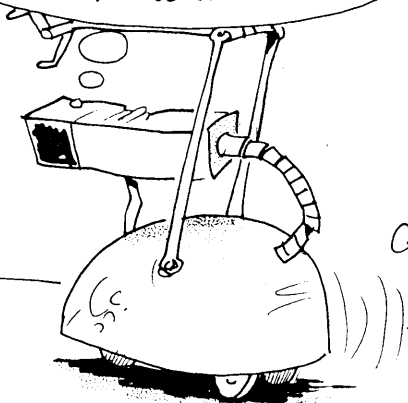
Das äußert sich besonders in der natürlichen Neugier und in der Neigung zum Lernen.

Ich werde also meine Schildkröte so programmieren, daß sie lernt.

DIE VERSUCH- IRRRTUM-STRATEGIE

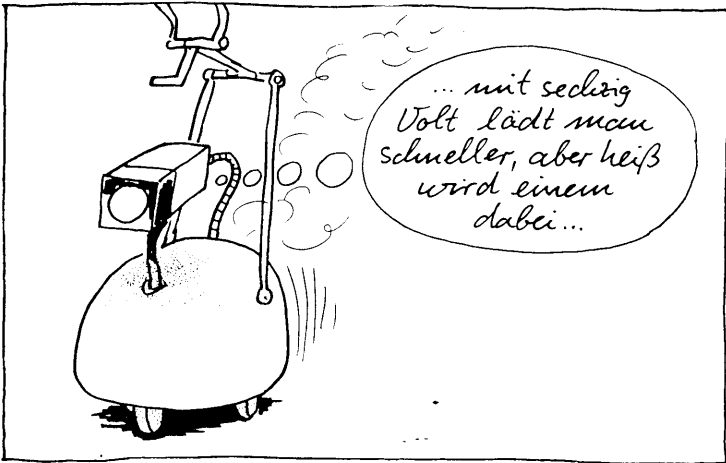


Na schön,
ich glaube Treppen
sind nichts für
mich.



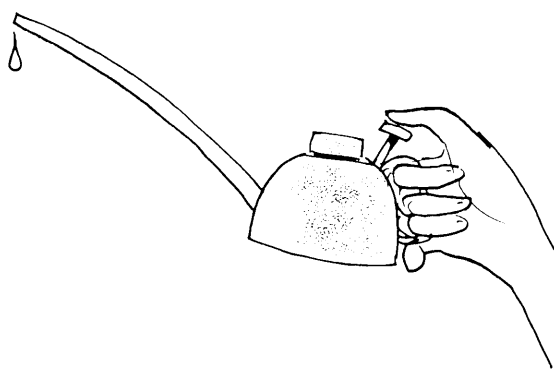
Quiiitsch...
Quiiitsch...

Die Schildkröte ist in der Lage, Versuche zu machen und die Ergebnisse für sich auszunutzen.

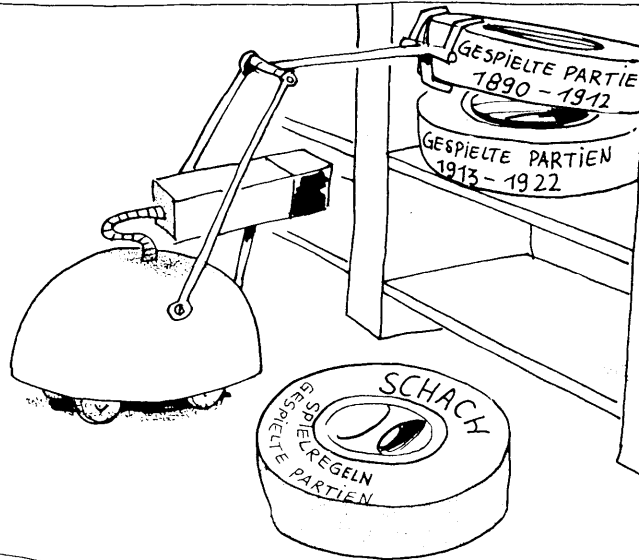


... mit sechzig
Volt lädt man
schneller, aber heiß
wird einem
dabei...

Das Problem ist:
Wie weit geht dieses
Lernen?

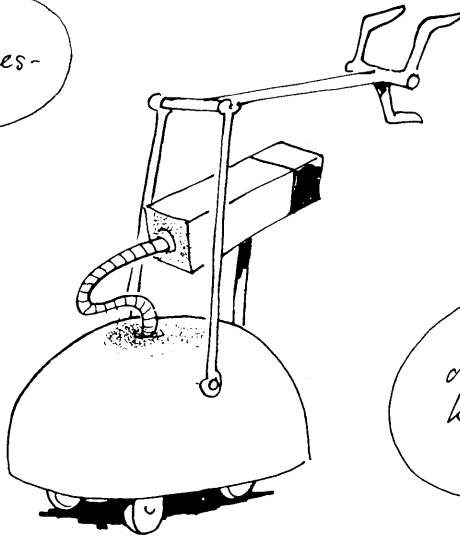


Eine Maschine ist in der Lage,
alle möglichen Daten aufzunehmen.



Zunächst
dadurch, daß
sie Zugang zu
Datenbanken
hat...

... außerdem
mit ihren Sinnes-
organen



Die Daten können
dann analysiert und auf
Korrelationen geprüft
werden.

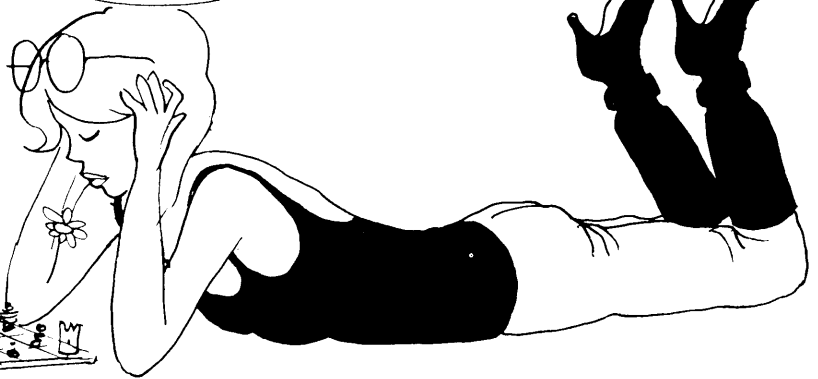
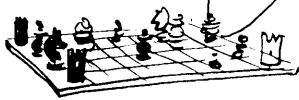
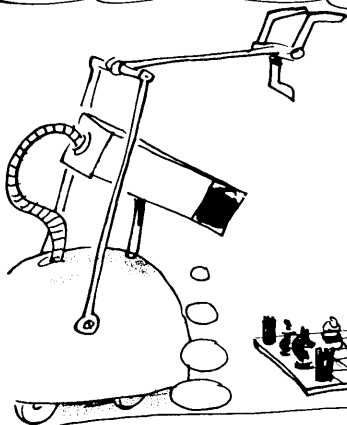
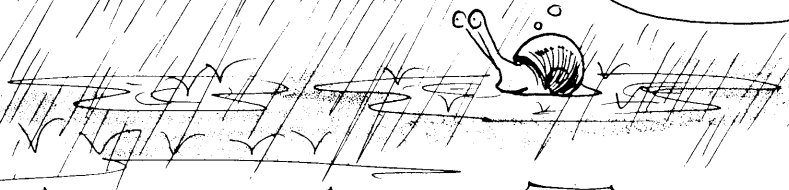
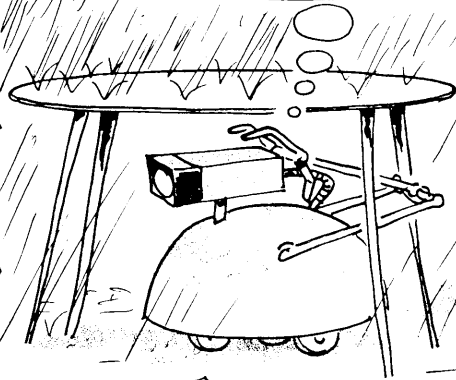
Ich habe festgestellt,
daß es bald anfängt zu regnen,
wenn sich diese grauen, form-
losen Dinger häufen...



... und Regen
schadet den Geräten.

Die gesammelte
Erfahrung veranlaßt das
System, seine Strategie
ständig zu revidieren.

Ah! Schönes
Wetter heute!



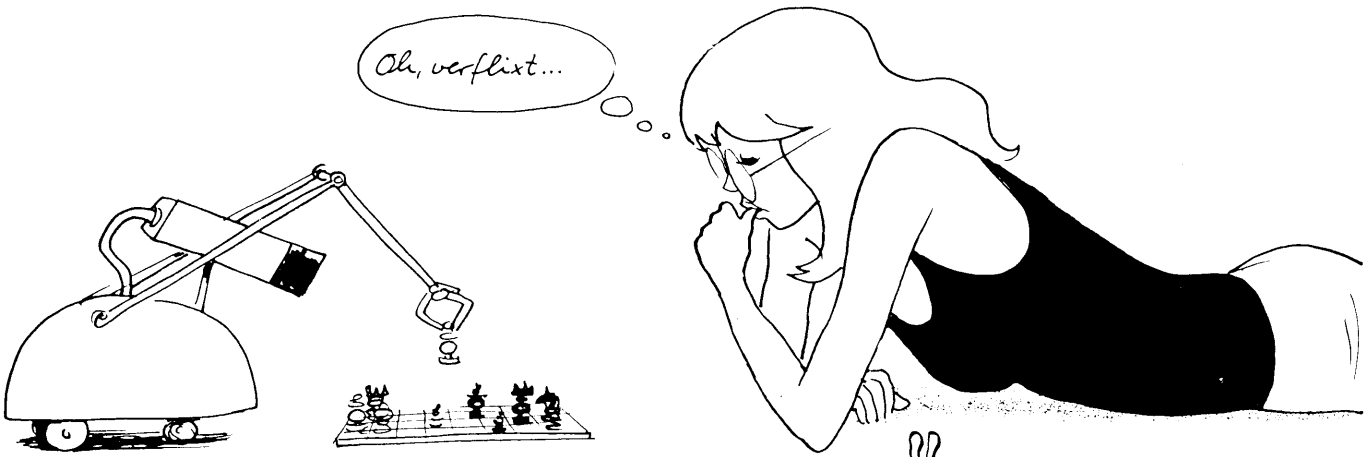
Also, letztes Mal hatte sich gezeigt, daß es keine
gute Lösung ist, den Turm zu bewegen...

Abgesehen von diesem Bauern ist alles genauso
wie beim Spiel zwischen Alechin und Morphy 1924.
Aber von einem Bauern kann viel abhängen...

...versuchen wir's
mit dem Läufer...

... wir werden
schon sehen.





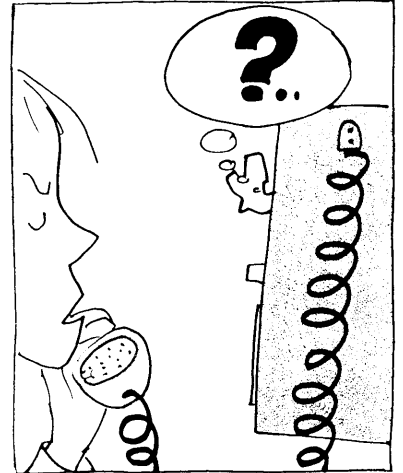
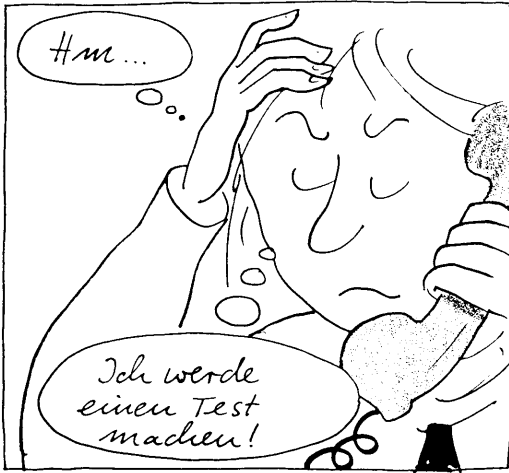
Ja, ja, wo beginnt die Intelligenz und wo hört die Dummheit auf?

Man sollte nicht vergessen, daß im Backgammon seit 1981 ein Computer Weltmeister ist!

DER TURING-TEST

Ein Mathematiker hat einen Intelligenztest vorgeschlagen:





WIR NENNEN EINE MASCHINE INTELLIGENT, WENN MAN SIE NICHT VON EINEM MENSCHEN UNTERSCHIEDEN KANN.

Turing

Gott sei Dank, sind wir noch weit davon entfernt!

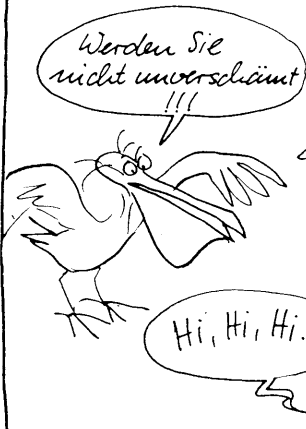
Künstliche Intelligenz, Pfff !!!





Das ist doch ein Witz! Mir macht man doch nicht weis, daß eines Tages ein Computer genauso intelligent ist wie...

... das Gehirn eines Vogels?



Werden Sie nicht unverschämter!!!

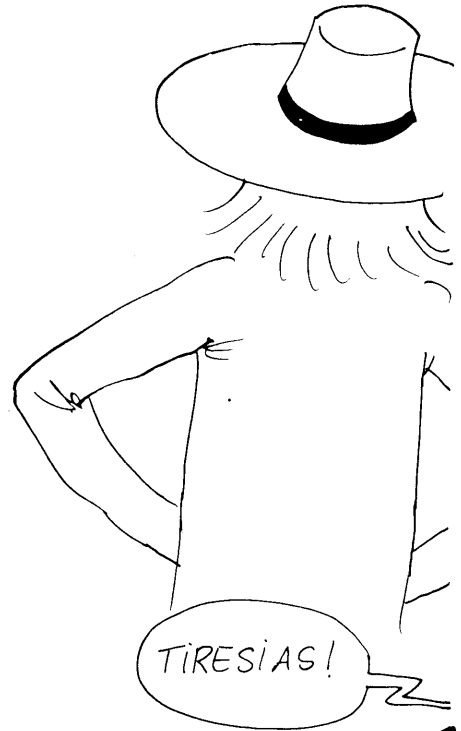
Hi, Hi, Hi...



Sie besonderes Intelligenzknötchen!



Die Gefahr liegt darin, daß wir vielleicht geistig gar nicht ausgerüstet sind zu bemerken, wenn die Maschinen eines Tages intelligent werden.



TIRESIAS!



Oh, einer von den akademischen Sittenwächtern!

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ



Was soll aus alledem werden? ...

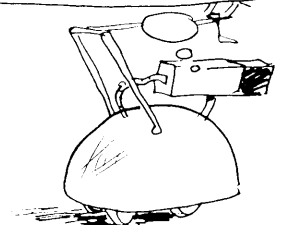
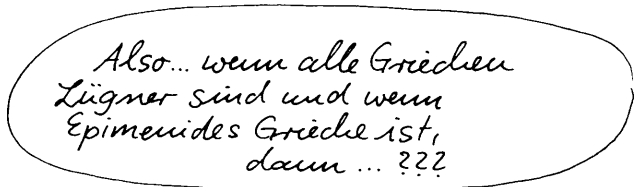
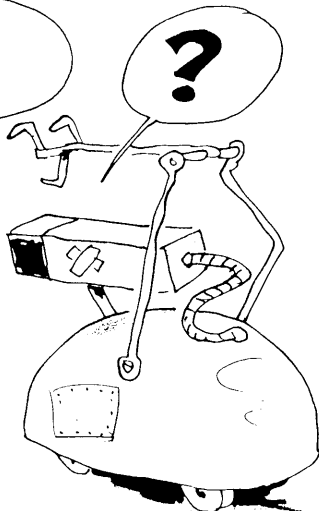
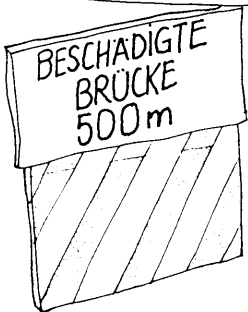
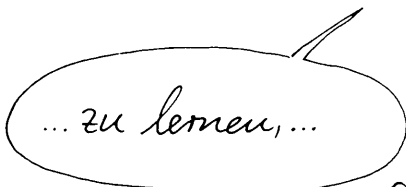
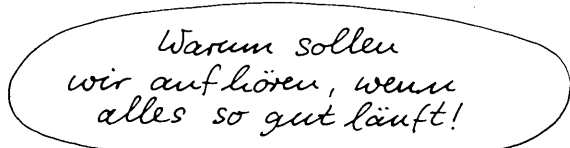
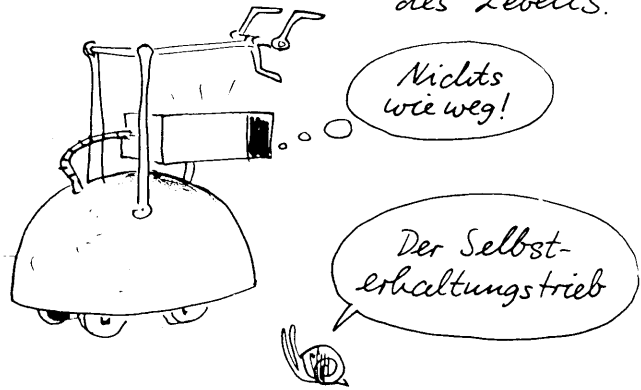
Sophie, Du hast vorher gesagt, daß wir die Maschinen nach dem Vorbild der Lebewesen gebaut haben.

Das sagt man so, aber ein Auto gleicht nicht einem Pferd.

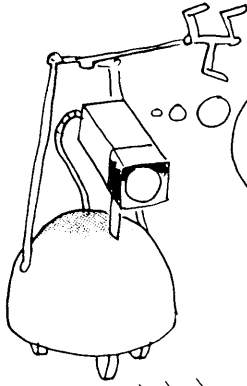
Ja, schon, aber das Pferd verwandelt genau wie das Auto chemische Energie in Bewegungsenergie und hat dieselbe Funktion, nämlich die der Fortbewegung.

Das stimmt, die Maschinen kopieren die Natur.

Mit der Kybernetik und der Informatik wurde die Funktion der Steuerung und der Programmierung imitiert: Die instinktive Seite des Lebens.

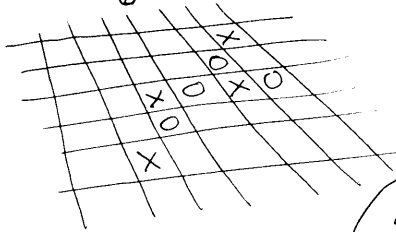


... über die Erfahrung hinauszuweisen, eine Vorstellungskraft zu entwickeln, das Ungewöhnliche zu erkennen,...

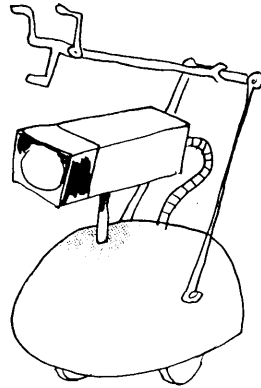


Also wenn ich entgegen aller vorgefaßten Meinungen versuchen würde...

... sich auszudrücken und Zeichen zu interpretieren.

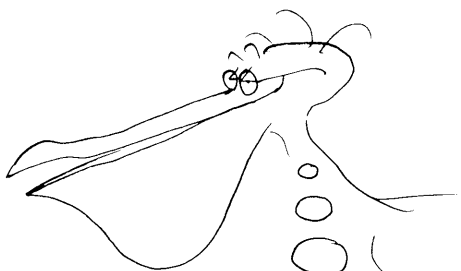


Das ändert die Beziehung zwischen dem Bedeutsamen und dem Bedeuteten.



Von den wahrgenommenen Zeichen und Bildern beziehen sich einige auf die Außenwelt, auf das Nicht-Ich, andere auf das Ich, nämlich auf die Maschine selbst. Der Erwerb einer Vorstellung vom eigenen Körper ist der Grundstein des Bewußtseins.

Wo sind denn nun das Ich und das Nicht-Ich?



So ein Quatsch...

DADA DADA... (*)



(*) Übersetzung: „Wo ist denn das Ich und wo das Nicht-Ich?“

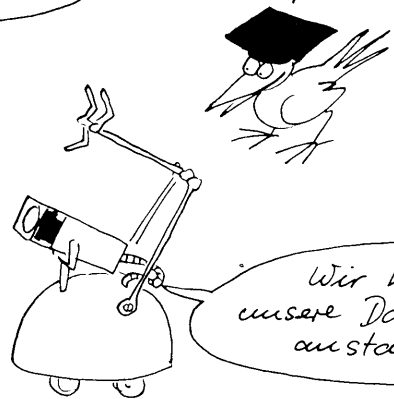
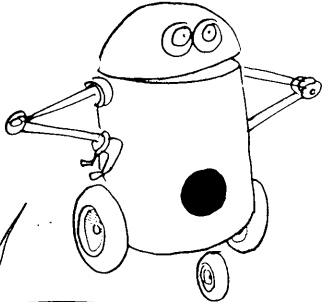


Bald werden sich die Maschinen selbst reparieren, selbst fortpflanzen und auch selbst weiterentwickeln.

Sie werden miteinander...

... kommunizieren, Eindrücke austauschen,...

... wenn eine Maschine einer anderen begegnet.



Wir könnten unsere Datenbanken austauschen.

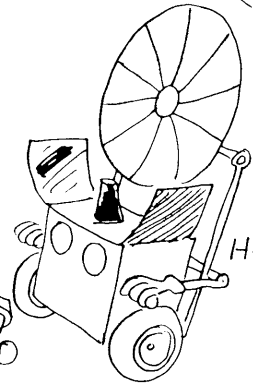
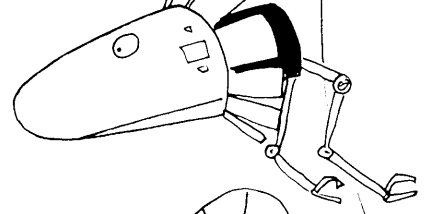
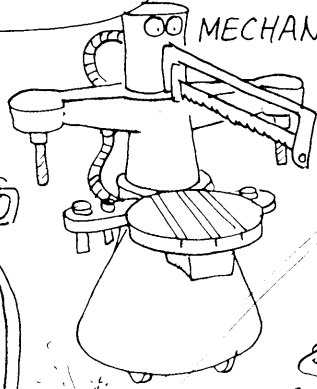
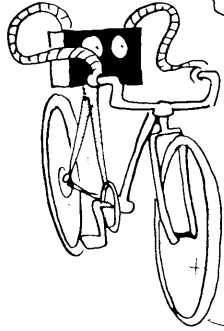
Meine Programme sind recht leistungsfähig.

SIDEROS

DYNAMOS

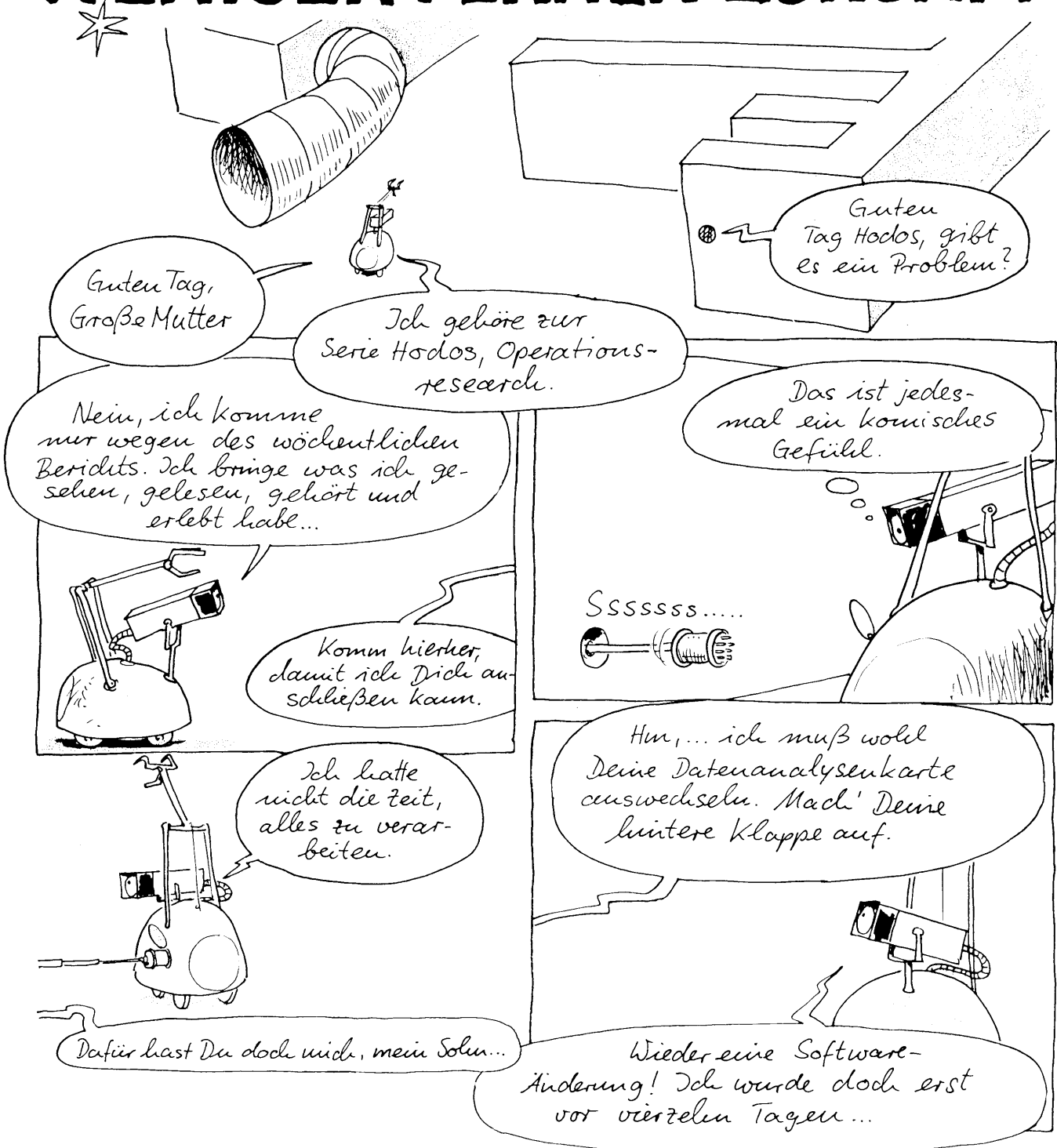
MECHANOS

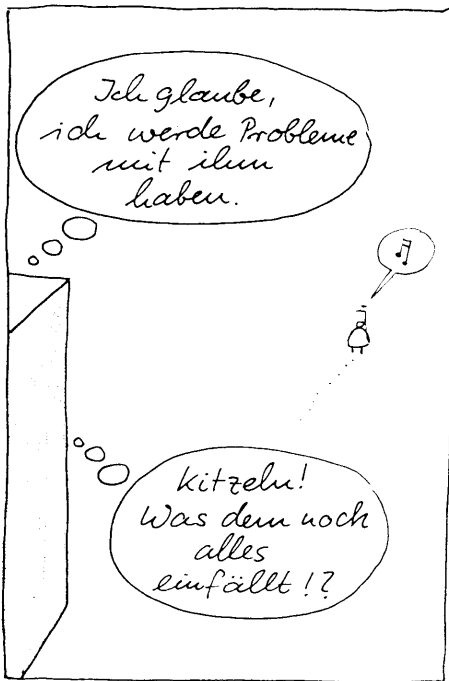
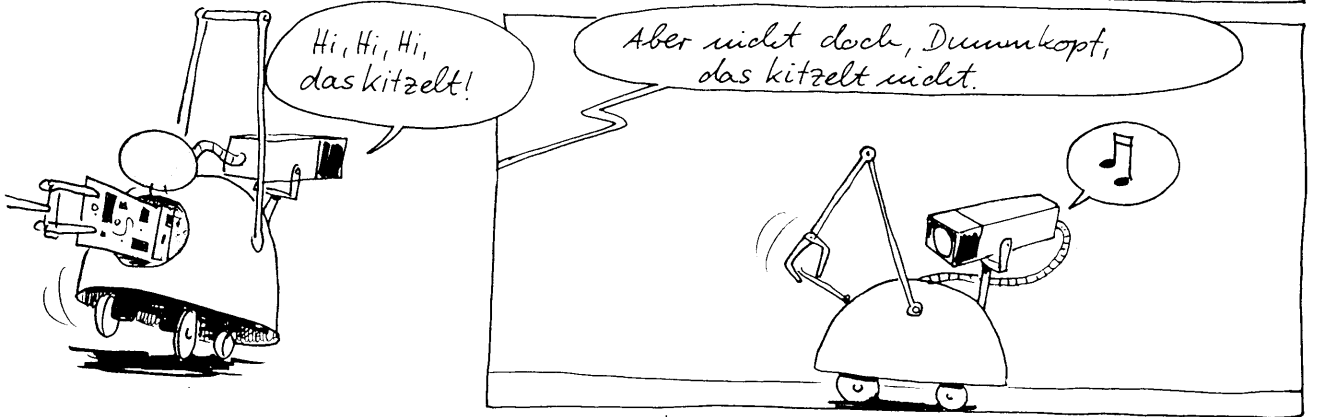
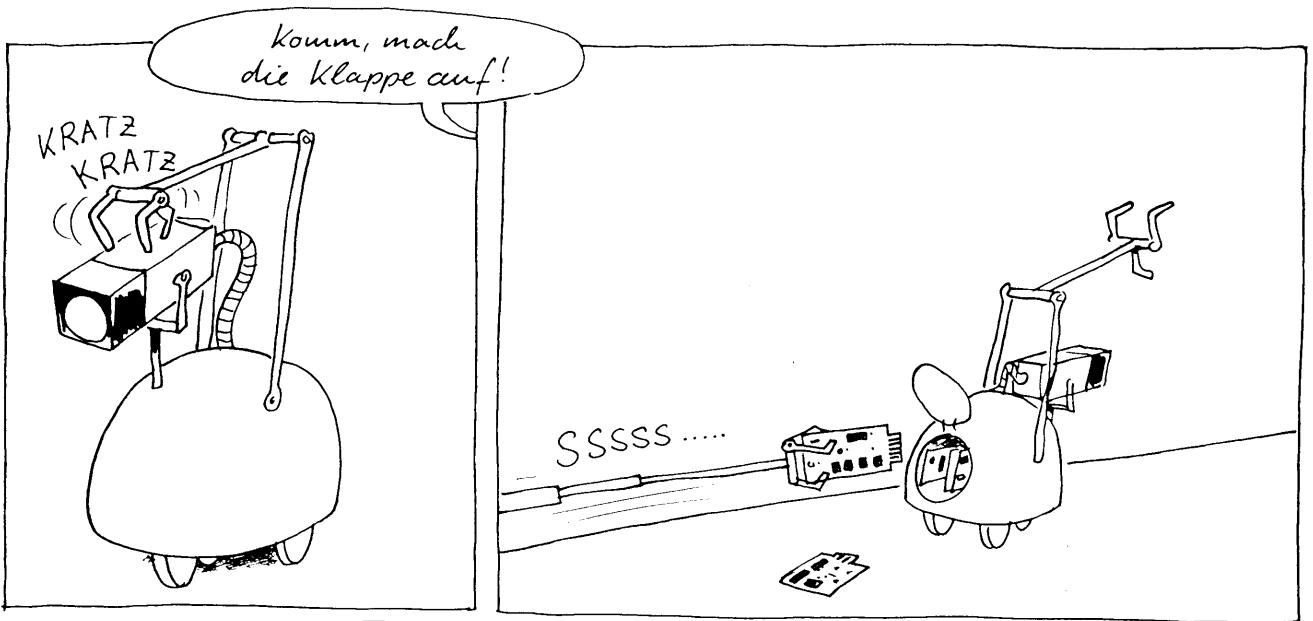
KYKLOS



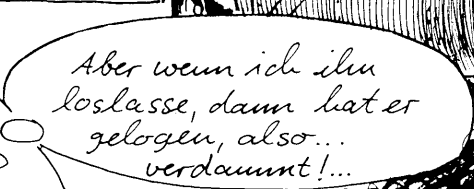
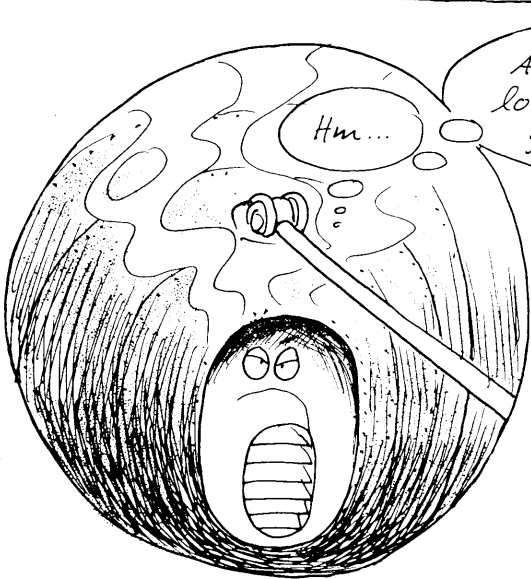
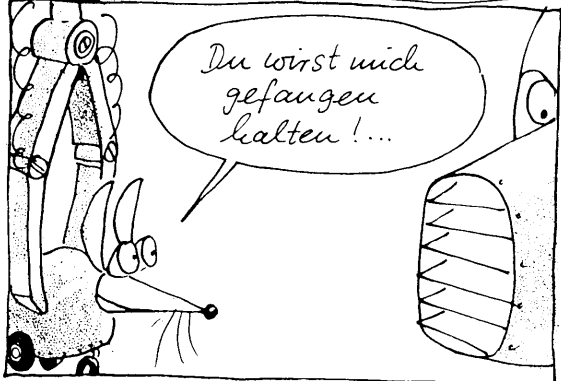
HELIOS

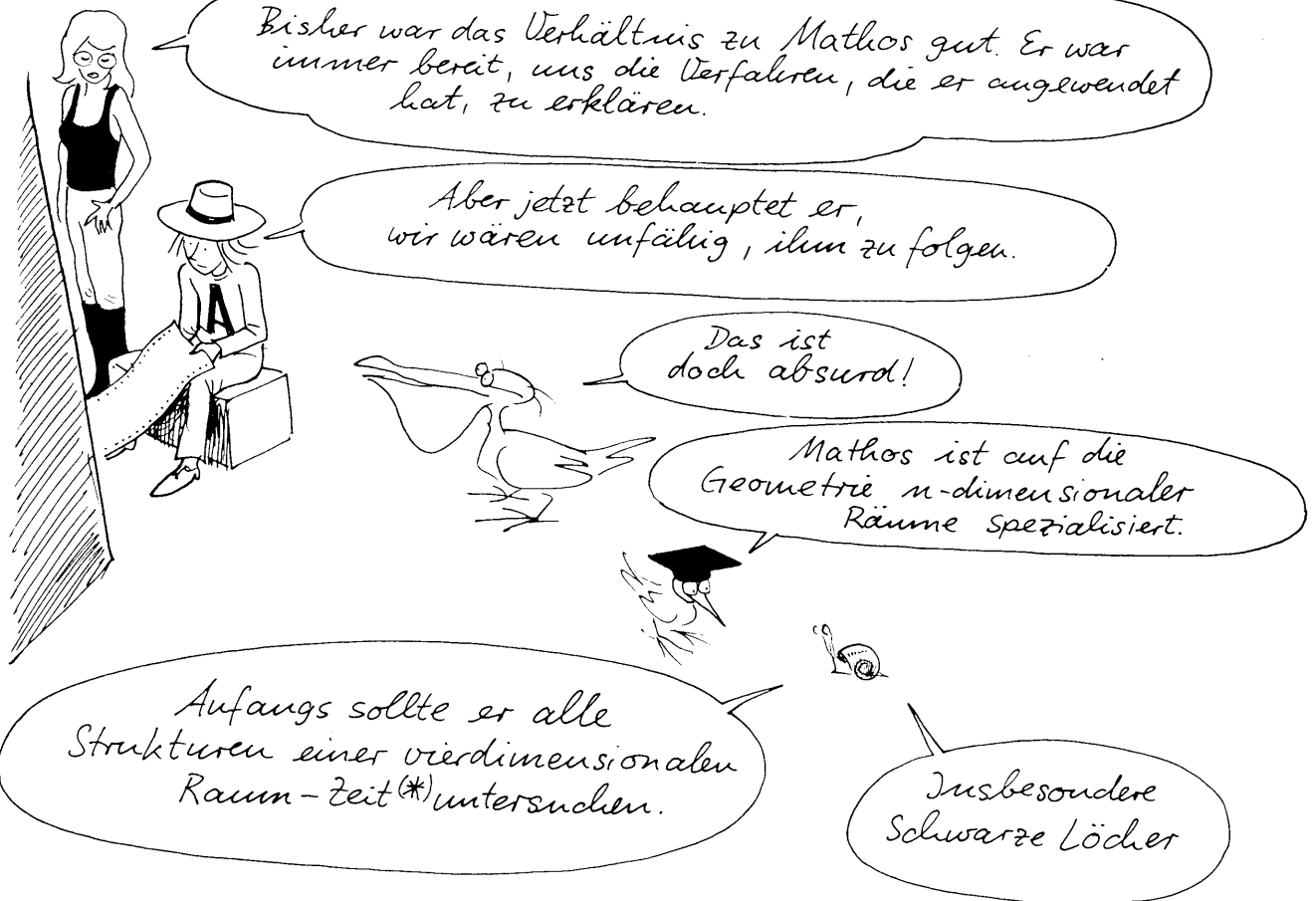
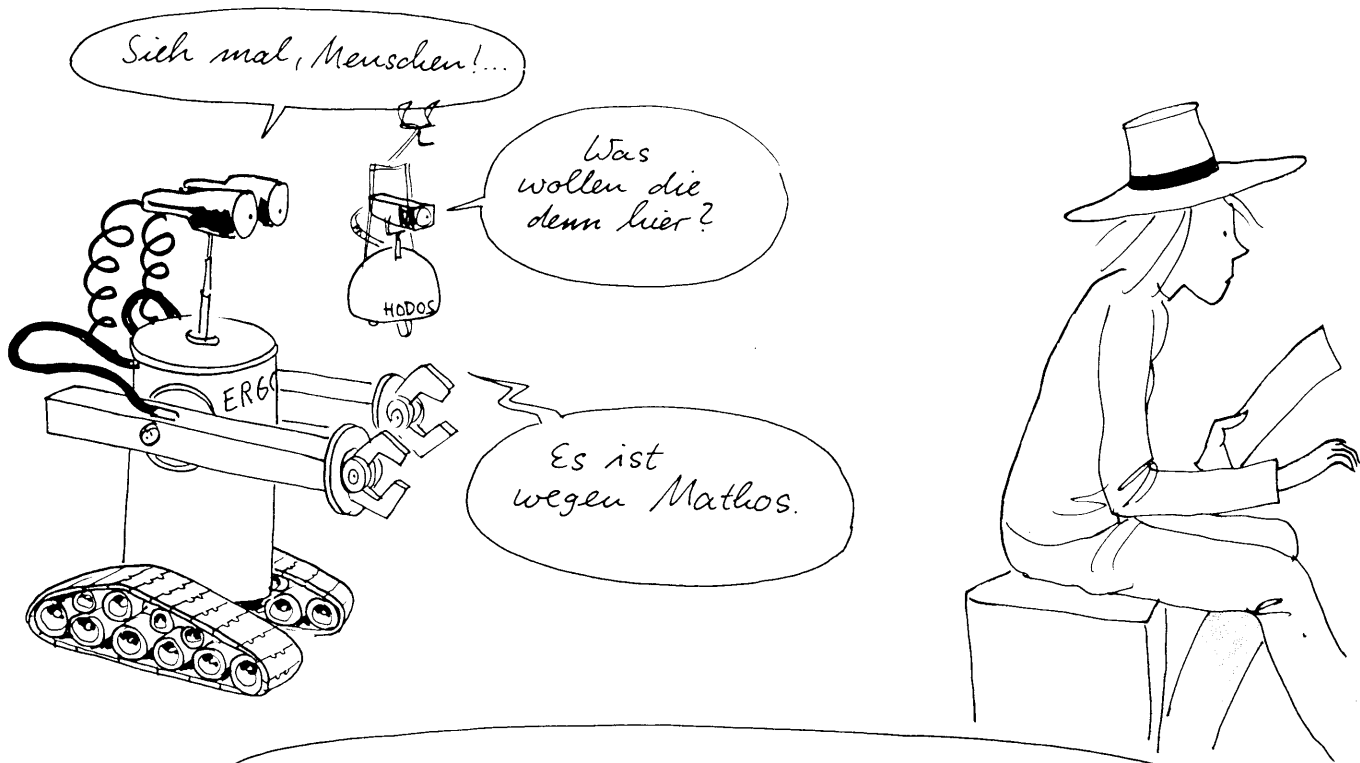
IN EINER MEHR ODER WENIGER FERNEN ZUKUNFT





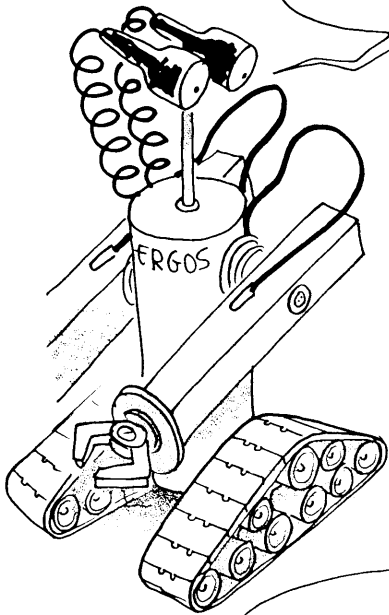
ZÖGERN SIE NICHT,
SICH NEU
PROGRAMMIEREN
ZU LASSEN



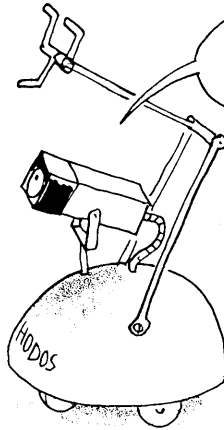


(*) x, y, z, t

Um das Problem besser angehen zu können,
hat er die Sprache gewechselt.



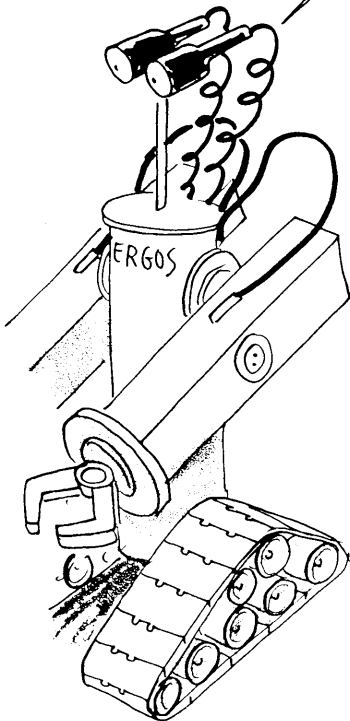
Klassischer
Fall... eine
„Logomutation“



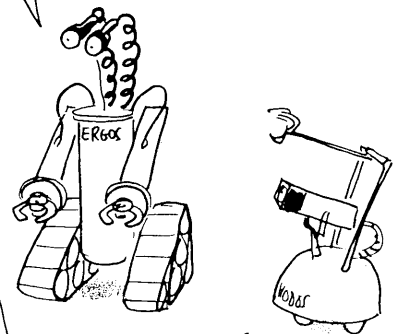
Vielleicht
mehr eine
Logopathie! Hi Hi Hi...



Aber das ist noch nicht alles. In dieser neuen
Sprache untersucht und beschreibt Mathos die physika-
lischen Phänomene gleichzeitig in ihrem Ablauf von der
Vergangenheit in die Zukunft und von der Zukunft in
die Vergangenheit. Ausnehmend gelit das wesentlich besser.



Naja, dadurch kam Mathos schließlich
dazu, die ganze Physik von A bis Z neu zu
formulieren, und alles in BISYNCHRON
anzuschreiben.



Und die
Menschen?



Die haben den Anschluß verloren.

Mit dieser "Doppelzeit" können sie nichts mehr aufangen.

Überanstrengung nur Deine Stromkreise nicht: Die Große Mutter hat gesagt, daß wir alle bald neu programmiert werden: in BISYNCHRON

... jedenfalls die, die wieder programmierbar sind.

Ich muß zugeben, daß ich auch nicht viel davon verstehe...

Oh...

... und die anderen kommen zum Schrott!?!

Und was passiert mit den Menschen?

Das ist eben das Problem. Man weiß noch nicht genau, was man mit ihnen machen wird.

Eine LOGOMUTATION ist bei den Menschen problematisch.





Hat Mathos schon zum Großrechner transferiert?

Nein, ich habe nachgesehen und vorsichtshalber den Stecker gezogen.

Dem in der Großen Mutter etwas zu finden, habe ich schon lange aufgegeben.

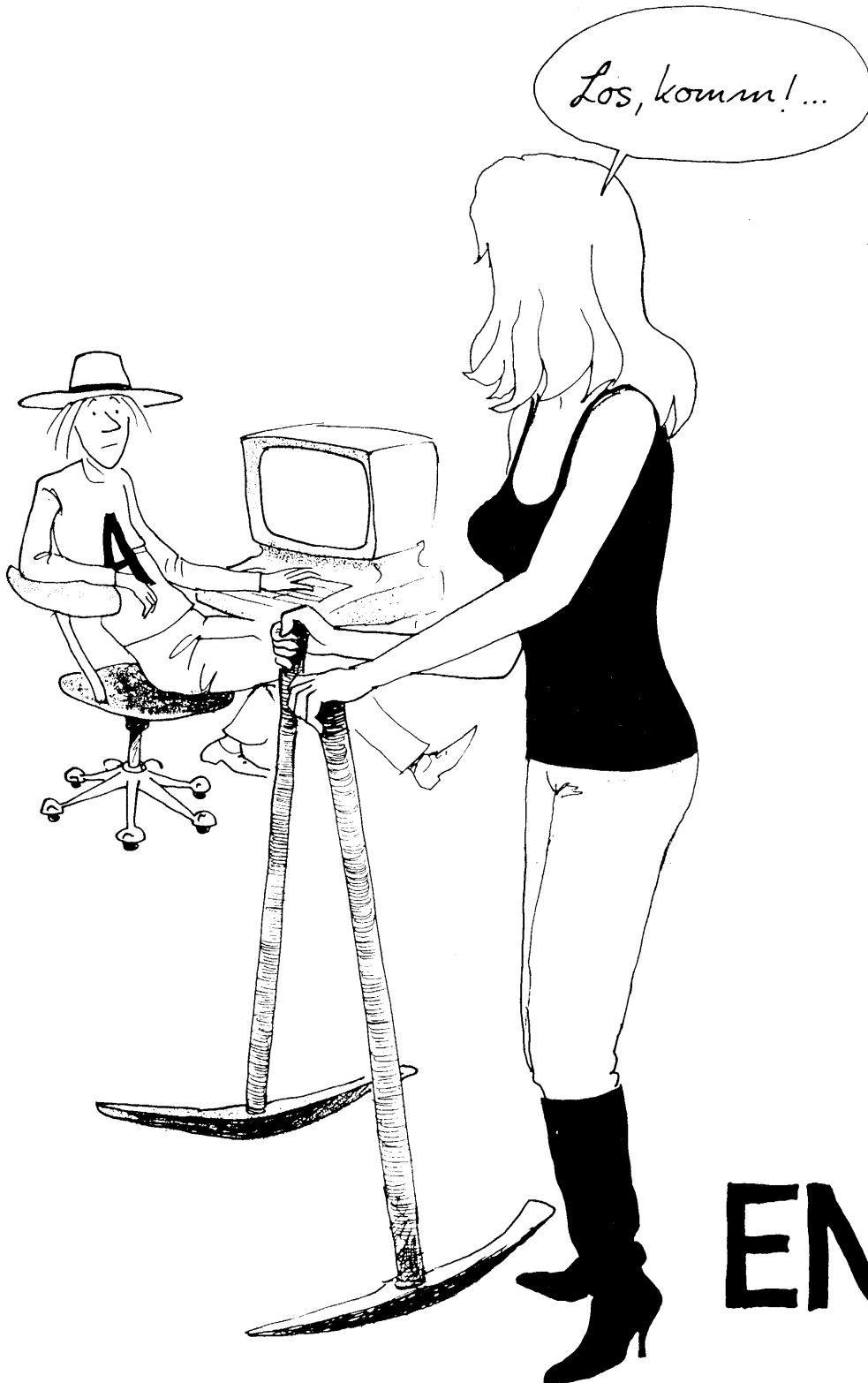
Schon seit Jahren weiß keiner mehr, wie sie etwas abspeichert.

Wir können nur noch eins machen...

Du meinst, das Gedächtnis von Mathos löschen?

Nein, ich traue der Sache nicht. Komm, hilf mir mal schnell...

!?



ENDE