

Mit Humor, Höflichkeit und Zwischentönen kommen Übersetzungscomputer noch immer nicht zurecht

# Unberechenbare Sprache

Von Daniel Perrin

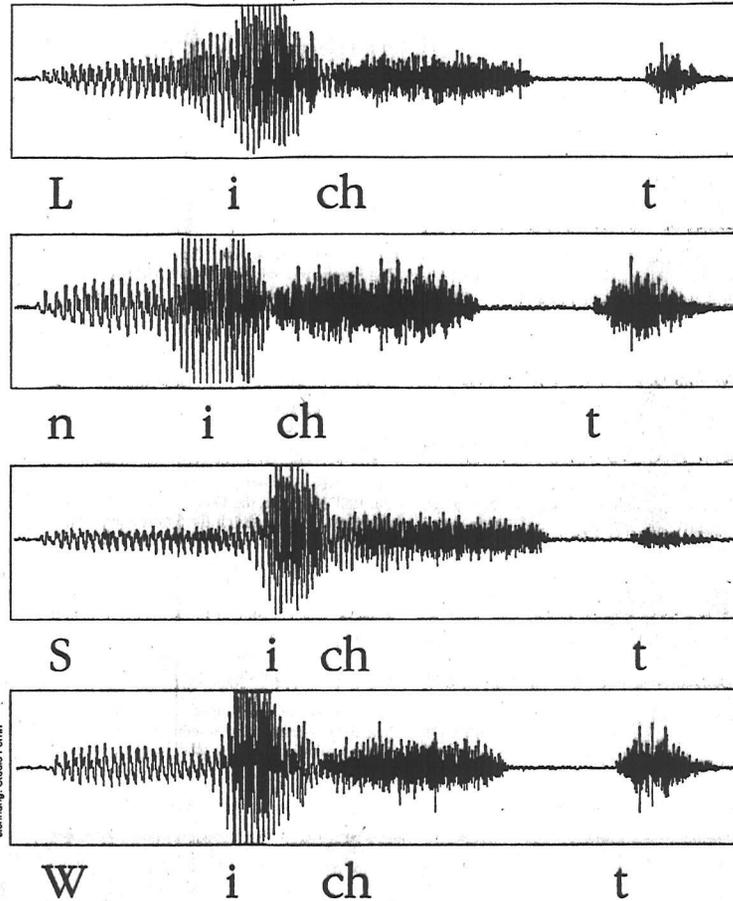
Kayoko Miyama kichert. Wieder habe ich mich vergriffen zwischen *iu, osharu* und *mooshiageru*, drei Verben, die alle „sagen“ bedeuten. Sag's doch schnell per Telefon? Nicht im Ferngespräch nach Japan! Zur Wahl stehen immerhin: eine Ehrerbietungsform, eine Empfängerhöflichkeitsform und eine Hörerhöflichkeitsform. Patzer wirken so peinlich wie ein „Hallo, altes Haus!“ im Bewerbungsgespräch.

Mit dem automatischen Telefonübersetzer soll nun alles gut werden. Im Advanced Telecommunications Research Institute International (ATR) in Kyoto forschen Physiker, Mathematiker, Informatiker, Linguisten und Kommunikationswissenschaftler an der „Überwindung der sprachlichen Barrieren“ und der „Erleichterung der Kommunikation unter den Völkern dieser Welt“, wie das Institut seine Ziele beschreibt. Wenn die Maschine fertig ist, soll sie gesprochene Sprache im Telefonnetz fließend und ohne Zeitverzögerung übersetzen. Deutsch, Englisch und Japanisch sind vorerst vorgesehen als Sprachen der Völker dieser Welt. Fürs Ausländische hat man potente Partner gewonnen: Die Probleme des Computers mit der englischen Sprache versucht die Carnegie Mellon University (CMU) in Pittsburgh zu lösen, Siemens in München kämpft gegen die Krämpfe der Maschine mit dem Deutschen.

Die gesprochene Sprache narrt den Computer, der nie verstehen kann und doch erkennen soll: Watsidat? Wosischdss? Hat Susi den schönsten Mund weit und breit oder den schönsten Mund, weit und breit? Wie wacklige Seilbrücken führen Lautreihen über Abgründe der Unklarheiten und Mißverständnisse. Persönlich gefärbte Sprechweise oder versteckte Sinnzusammenhänge verwirren die lautsprachliche Verständigung in jeder Sprachgemeinschaft. Dazu kommen die Tücken der einzelnen Sprachen. Das Deutsche sperrt sich dem Zugriff der Maschine mit Wortzusammensetzungsmonstern wie eben und einem barocken Schatz an Flexionsformen. Was Englisch immer *spoke* heißt, lautet hier *sprach, sprachst, sprach* oder *sprachen*. Selbstverständlich überlagern sich

zuzuordnen. So hilflos würde sich ein Spracherkennungssystem an den Grenzen seines Programms fühlen, könnte es fühlen. Denn was uns Umwelterfahrung und Gespür, sind dem Computer Sprachdatenbank und Statistik. Hier findet er Lautbilder, Lautfolgen, Wörter, Wortfolgen und Sätze programmiert, vorgeschrieben. Bei jedem Element stehen Wahrscheinlichkeitswerte für das Vorkommen des Elements an sich und im Umfeld seiner Nachbarerelemente. Nach Herr heißt es wohl eher Perrin, nach Bundeshauptstadt eher Berlin. Da reihen und beeinflussen sich die Wahrscheinlichkeiten in Ketten, der Weg zur gesamtthaft plausibelsten Variante führt über einen Berg Mathematik. Wie man die Aufgabe löst, hat Andrej Andrejewitsch Markow vorgerechnet. Markow starb 1922; Hidden-Markow-Modelle kommen seit den achtziger Jahren für Natural Language Processing (NLP, Verarbeitung natürlicher Sprachen) zur Sprache.

Wie verläuft der Prozeß? Ich will Kayoko mitteilen, ich sei heute in Bombenstimmung zum Arbeiten, und wähle dazu unvorsichtigerweise genau dieses Bild, sage also in die Sprechmuschel: *du: 196bmboto...* Der digitale Telefonapparat übersetzt die Schallschwingungen in Ziffernreihen, je nach Übertragungsqualität in Tausenden bis Millionen von Nullen und Einsen pro Sekunde. Aus diesem Ziffernstrang pickt sich nun der Übersetzungscomputer periodisch Stichproben: beispielsweise sucht er jede Hundertstelsekunde nach Extremwerten. So speckert er den Datenwanst ab zum Umriss der Lautkette. Noch fließt ein Laut in den anderen über. Aber schon setzt das Programm Schablonen an. Da, am Anfang, paßt doch das *d*, und zwar die gespeicherte Variante 128! (Für Fachleute: ein Allophon (*d*) des Phonems/*d*) Allerdings könnte es auch noch die 34 von *t* sein oder, im dritten Rang, ein *f*. Falls *d* 128 zutrifft, müßte der Laut bis hier gehen, und der neue beginnt dann mit jener Kurve dort – ja, wieder sitzt eine Schablone, u 19. Nachher kommt Pause, das bedeutet vielleicht nichts, vielleicht Wortende, vielleicht Satzende. Programmmanager an Worterkennungsschleife: Die Lauterkennungsschleife hat mit höchster Wahrscheinlichkeit die Folge *d-u*-Pause identifiziert:



Licht, nicht, Sicht, Wicht: Wenn der Computer die Schallfrequenzen dieser Wörter untersucht, unterscheiden sie sich für ihn kaum, außer beim „t“. Welches Wort gesprochen wurde, muß der Rechner aus dem Sinn des Textes ergründen – und das fällt ihm schwer

Variante die Analysen auf den Ebenen des Lauts, des Worts, der Satzstruktur und der Bedeutung aufwerfen, desto wahrscheinlicher erscheint diese Variante. Die wahrscheinlichste wird als Tiefenstruktur – in einer Art internationaler Ziffernsprache – abgelegt und von hier aus in der Zielsprache neu aufgebaut, zum Beispiel in Japanisch. Auch da gibt es Modelle für Bedeutung, Satzbau, Wortfunktion und Lautgestalt. Und was néselt nach Billionen von Rechenschritten, nach Zigtausenden von verworfenen Hypothesen aus Kayoko Miyamas Hörer: „*Joshi, kio wa jaru zo.*“ Verrückt doch, wie unser Hirn, die nichtkünstliche Intelli-

in meiner Muttersprache durch Gedankenwelten bummeln kann, vergehen „noch Jahre“, sagt Siemens.

Da bleibt den Juristen doch etwas Zeit, über Datenschutzprobleme nachzudenken. Ein deutscher Hersteller digitaler Telephonzentralen lobt im Werbeprospekt, sein Produkt biete „schon vom Eingabemedium her alle Voraussetzungen für die optimale Arbeitszeiterfassung“, und die Einzelverbindungen könnten „u. a. mit Zeit, Datum, Verbindungsdauer und gewählter Rufnummer überprüft“ werden. Ein Sprachübersetzungssystem verrät mehr. Der Computer muß eine

Ein himmlischer Störenfried beschäftigte die Welt

## Unser neuer Feind im All

Harschart sei die Erde an einer kosmischen Katastrophe vorbeigeschlittert, hieß es vergangene Woche in einer Pressemeldung aus Washington. US-Wissenschaftler hatten den Vorbeiflug des Kleinplaneten Toutatis genutzt, um auf die Gefahr einer verheerenden Kollision zwischen solchen Asteroiden und der Erde hinzuweisen – und um sich selbst in den Blickpunkt der Öffentlichkeit zu rücken.

In einer internationalen Kooperation untersuchten Astronomen aus der Gemeinschaft Unabhängiger Staaten GUS, Europa und den USA den erst seit kurzem bekannten Kleinplaneten, um Genaueres über seine Größe, Bahn und andere Eigenschaften zu erfahren. Von vornherein war klar, daß sein ungewöhnlich naher Vorbeiflug keine Gefahr bedeuten werde, auch wenn ihn seine französischen Entdecker 1989 nach Toutatis, dem gallischen Gott des Schreckens und Krieges, benannt hatten. „Es war eine einmalige Gelegenheit für präzise Messungen“, meint Richard Wielebinksi, Direktor des Bonner Max-Planck-Instituts für Radioastronomie. „Immerhin ist Toutatis mit sechs Kilometer Durchmesser doppelt so groß wie ursprünglich angenommen.“

Damit gehört der Asteroid zu den fünfzig größten bekannten Objekten, welche die Bahn der Erde kreuzen; sie sind „Bauschutt“ aus der Zeit der Entstehung des Sonnensystems. Am 8. Dezember um 7.03 Uhr kam Toutatis der Erde am nächsten mit vier Millionen Kilometer Abstand. Auf pfiffige Weise hatten die Astronomen ihn ins Visier genommen: Russische und ukrainische Forscher sendeten mit einem großen Radioteleskop von der Krim am Schwarzen Meer aus mit hoher Leistung (100 Kilowatt) Radarsignale auf den anfliegenden Toutatis. Dessen „Radarechos“ wurden dann vom größten beweglichen Radioteleskop der Welt in Bad Münstereifel-Effelsberg registriert. Als der Asteroid an Europas Horizont verschwunden war, begannen ähnliche Messungen der Amerikaner, die mit einem Teleskop in Kalifornien sendeten und in Puerto Rico empfangen. Allerdings warteten die US-Forscher gar nicht ihre Messungen ab, sondern gingen mit alten Daten an die Presse. Selbstdarstellung gehört eben zu ihrem System, sich Mittel zu beschaffen (siehe auch *DIE ZEIT* Nr. 49, S. 44).

Als vor zwanzig Jahren ein Zehn-Meter-Asteroid über Kanada flog, da wurde er von der US-Radarüberwachung zunächst als atomarer Überfall der Sowjets mißdeutet. Heute sucht man gemeinsam nach einer außerirdischen Bedrohung

kommt wohl häufiger vor als die anderen zwei: ditto:ton[pra:xon meint mit größter Wahrscheinlichkeit „die toten Sprachen“. Dies nun hilft leblosen Sprach-„Erkennern“ weiter. Soll der Computer Lautketten identifizieren, vergleicht er die Eingabe mit seinem Mustervorrat, findet ähnliche Formen und greift daraus die wahrscheinlichsten. Er versteht die Sprache nicht, er überprüft sie nicht, er zählt und rechnet sie durch.

Das klingt so technisch und ist doch beim Menschen geklont. Beim telefonierenden Menschen zum Beispiel: Bitte, wie war Ihr Name? Sie sehen mich nicht, in Ihr Ohr schwappete etwas wie Peräng, aber wer heißt schon Peräng, sieht ja aus wie ein Crashtest. Sie bitten, doch zu buchstabieren: Paula-Emil-Richard-Richard-Ida-Nordpol – aha, Perrin, französisch! In Deutschland versteht man meinen Namen am Telefon nur mit Erklärung, in Japan wieso nicht, in Frankreich aber, wo er geläufig ist, sofort.

Das liegt bestimmt nicht am Telefonsystem und auch nicht daran, daß wir mit fremdsprachigen Ausdrücken prinzipiell nichts anzufangen wüßten. Nein, wir erwarten Peräng einfach nicht, wissen der unscharfen Laufolge kein Schriftbild

## werden uns viele Maschinen aufs Wort gehorchen“

Ist d-u ein Wort? Ja, ist eins. Vermutlich steht als erstes Wort der Aussage also „du“. Der weitere Verlauf der Analyse bekräftigt diesen Verdacht: dui, duich, duich undsowweiter sind im Wörterbuch nirgendwo als deutsche Wörter gespeichert. Die Satzschleife müht sich dann lange vergeblich, Muster für die Wortfolge du-ich-bin . . . zu finden, erkennt aber nach „Bombenstimmung zum Arbeiten“ die Aussage als vollständigen Satz mit vorgestelltem Anredewort, genau nach einem der gespeicherten Satzbaumuster.

Als vorläufig letzten Schritt prüft die Bedeutungsschleife im Textzusammenhang, auf welche Personen die Pronomina du und ich verweisen, ob auf Angesprochene und Sprecher – oder auf Dritte, wie in direkter Rede des Typs „Peter sagte: Bin ich unendlich!“.

Bis hierher hat das System mit jedem Schritt neue Varianten in Betracht gezogen. Jetzt zieht es Bilanz: Je weniger Widersprüche innerhalb einer

Sprache mit dieser Tage mit den speziellen Server-Serien eine „hörende Schreibmaschine“ auf den Markt gebracht, die 20 000 Flexionsformen und Wörter erkennt – wenn man nach jedem Wort eine Pause einlegt. ATR, CMU und Siemens wollen Anfang 1993 den Prototyp eines Simultanübersetzers für Telefonate vorführen. Der Automat übersetzt fließend gesprochenes Deutsch, Englisch und Japanisch „von sehr eingeschränktem Wortschatz“. Mit der Anzahl verschiedener, erkennbarer Wortformen steigt die Zahl der Hypothesen und damit der Wahrscheinlichkeitsrechnungen gewaltig an, der Computer wird langsam unbrauchbar für die Simultanübersetzung. Weil man in der Spracherkennung und -übersetzung mit komplexen statistischen Modellen arbeitet, wird der Rechenaufwand prinzipiell hoch. Also muß die Hardware an Leistung zulegen. Schneller werden die Rechner mit ASICs, Application Specified Integrated Circuits, maßgeschneiderten Schaltkreisen also – und mit Parallelprozessoren. Während herkömmliche, serielle Rechner einen Befehl nach dem anderen abarbeiten, schießen Parallelrechner mehrere Jobs zugleich. Ihnen gehört die Zukunft; die Gegenwart gehört ihnen nicht. Bis ich mit Kayoko am Draht

das: Da wird gespeichert, welche Wörter wie oft und in welchem Zusammenhang auftauchen. Und ich Dussel habe Bombe gesagt! Bombenstimmung! Wer immer gegen den Terror dieser Welt antritt und dafür aufs System zugreift, hat mich automatisch ertappt. Seit Linguisten mit Informatikern zusammen an Natural Language Processing arbeiten, befürchten einzelne Vertreter der Zukunft, nach Physik, Chemie und Biologie verliere auch die Sprachwissenschaft „ihre Unschuld“. So klangen Voten etwa 1983 auf der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Sprachwissenschaft. 1986 warnte die Gesellschaft für Linguistische Datenverarbeitung in ihren Thesen zur NLP-Forschung gar vor der „militärischen Anwendung“.

Kürzlich schrieb ein Wissenschaftler eines großen deutschen Unternehmens für Elektronik und Kommunikation: „In wenigen Jahren schon werden uns viele Maschinen aufs Wort gehorchen.“ Hoffentlich kommt dann wenigstens in den Übersetzungsmaschinen die Höflichkeitsform automatisch richtig. Wenn nicht, wird sich Kayoko Miyama an den rüden Ton der Technik gewöhnen wie an den Lärm in den Straßen Kyotos. Oder sie bleibt ganz Japanerin. Dann bin ich aber gespannt, wie der Computer ihr Kichern übersetzt.

(Der Autor war als Gast aus St. Petersburg in der ZEIT-Redaktion)

## Erforscht und erfunden

### Rache beim Orgasmus

Das Liebesvergnügen der Stummelschwanz-Makaken (*Macaca arthoides*) ist des Öfteren massiv beeinträchtigt. Über die Hälfte der kopulierenden Affenmännchen wird im spannendsten Moment von Nebenbuhlern attackiert, wie holländische Forscher beobachteten. Die unschönen Angriffe finden kurz nach der Ejakulation statt – weshalb sie nicht als sexuelles Konkurrenzverhalten oder als Versuch gedeutet werden, die Konzeption von Nachkommen mit konkurrierenden Genen zu verhindern. Die Zoologen glauben, daß es sich um Rache für vergangene Unbill handelt: Rangniedere Tiere wischen den körperlich überlegenen just zu dem Zeitpunkt ins aus, wo diese mit anderem beschäftigt sind.

### Neue Lok im Test

Die Deutsche Bundesbahn erprobt zur Zeit eine neue Drehstrom-Lokomotive. Sie heißt, einer modischen Schreibmarotte folgend, EuroSprinter und kann mit aufwendiger Mehrstromtechnik ausgerüstet werden (siehe ZEIT Nr. 48, S. 52): Fährt der Zug von einem der vielen europäischen Stromsysteme in ein benachbartes, dann schaltet die Technik selbständig auf dessen Spannung und Frequenz um; bis zu vier verschiedene Systeme soll sie bewältigen können. Mit ihrer Leistung von 6400 Kilowatt beschleunigt die achtzig Tonnen schwere Lok einen Personenzug bis auf 200 Kilometer pro Stunde.



Seit dem 1. Oktober kann die von Eiern ausgehende Kette der Salmonellen-Infektion mittels eines neuen Impfstoffs namens Zoosaloral unterbrochen werden. Veterinärmediziner aus Dessau mischen ihn dem Trinkwasser für Hühner bei. In der DDR schon 1989 eingesetzt, wurde Zoosaloral jetzt auch vom Frankfurter Paul-Ehrlich-Institut zugelassen.

## Energie und Umwelt

### Batteriebetriebene Beschörung?

Um Ökologiebewußtsein beim Einkauf der Weihnachtsgeschenke bittet das Umweltbundesamt (UBA). Besonders der Trend zu Geräten, die mit Batterien und Akkus betrieben werden – vom Tischstaubsauger über den Rasierapparat zu Walkman und Rasenkantenschneider –, mißfällt der Berliner Behörde. Ausgediente Akkus bereiten vor allem auf Grund des giftigen Inhaltsstoffes Cadmium bei der Abfallbehandlung Probleme. Bei den Batterien gibt zusätzlich der hohe Energieaufwand für ihre Herstellung Anlaß zur Sorge. Das merkt auch der Käufer, der für eine Kilowattstunde aus der Steckdose 25 Pfennig bezahlt, für die gleiche Arbeit aus der Batterie aber umgerechnet 600 Mark hinblättert. Auch aus Kostengründen sollte sich der umweltbewußte Käufer daher nach Alternativen umschauen. Statt quecksilberhaltige Batterien für die Armbanduhr zu kaufen, kann er sich auch für umweltverträgliche Alternativen wie Solar- oder Automatikuhren entscheiden. Akku-Geräte wiederum sind häufig überflüssig und können durch herkömmliche, leitungsgebundene Elektrogeräte samt Verlängerungskabel ersetzt werden. Also: Statt Akku-Bohrer lieber eine Kabeltrommel samt Hinweis auf den längst vorhandenen Elektro-Schlagbohrer unter den Weihnachtsbaum legen.

## Nur vorsichtig dosiert ist Kortison hilfreich

# Schmalere Grat

Von Hans Harald Bräutigam

täuschung und Ablehnung, eine regelrechte Kortisonangst breitete sich aus.

Die Reaktion der betroffenen Patienten ist verständlich. Denn nicht die kurzzeitige Dosierung, sondern ihre Dauer hat üble Folgen. Viele Rheumakranke mühten am eigenen Leib erfahren, wie versucht wurde, den Teufel mit Beelzebub auszutreiben. Zwar verschwinden die Beschwerden durch die Gelenkentzündung bei täglichen Kortisongaben von 70 bis 100 Milligramm, aber dafür traten nach wenigen Wochen andere Störungen auf: Mondgesicht und Bluthochdruck, Müdigkeit, Fettsucht und Knochenbrüchigkeit, Krankheitszeichen wie bei dem sogenannten Cushing-Syndrom. Es ist typisch für Störungen des im Zwischenhirn gelegenen Regelzentrums für die Hormonausschüttung – und für die Überdosierung von Nebennierenrindenhormonen.

Die unerwünschten Folgen hätten die Ärzte zu verantworten, die Kortison zu großzügig dosier-

In der Arzneimittelforschung ist es meist ein langer Weg von der ersten Synthese eines Wirkstoffs im Labor bis hin zu seiner praktischen Anwendung am Krankenbett. Das einfache Prinzip „Viel hilft viel“ versagt in der Medizin, deshalb müssen klinische Forscher mühsam nach jener Dosierung und Zeitspanne suchen, bei denen die positiven Effekte eines neuen Medikamentes seine unerwünschten Nebenwirkungen auf lange Sicht überwiegen. Vor allem bei der Therapie chronischer Leiden kann die Fährdung der Arzneimittelforscher nach der idealen Dosierung Jahrzehnte in Anspruch nehmen, wie aktuelle Diskussionen um das altbekannte Kortison belegen.

Am Kortison zeigt sich auch beispielhaft, wie zeitlich verzögertes Auftreten unerwünschter Nebenwirkungen dazu führen kann, daß die anfänglich begeisterte Zustimmung von Ärzten und Patienten in Ablehnung und schließlich in Ängste umschlägt. Im Jahr 1948 war es dem Rheumatologen Philip Hench von der Mayo-Klinik in Rochester gelungen, mit dem kurz zuvor synthetisierten Kortison, einem Hormon der Nebennierenrinde, eine Art „Wunderheilung“ zu erzielen. Eine jahrelang durch Gelenkrheuma (PcP) ans Bett gefesselte und von Schmerzen geplagte junge Frau konnte wenige Tage nach der täglichen Einnahme von 150 Milligramm Kortison wieder laufen.

Als Hench und seine Kollegen einige Monate später über die Erfolge mit Kortison bei vierzehn weiteren PcP-Kranken berichteten, schien der Ruf des Kortisons als Wunderdroge festzustehen. Sogar das akute Krankheitsbild des meist tödlich verlaufenden septischen Schocks verlor mit massiven Kortisongaben (bis 1000 Milligramm) etwas von seinem Schrecken. Weltweit versuchten die Ärzte alle möglichen chronischen Leiden, vom Rheuma bis zu Darmgeschwüren, mit dem neuen Medikament zu behandeln. Doch bald zeigten sich dann auch die Nachteile der neuen Therapie. Enthusiastische Begeisterung schlug um in Ent-