Experten unter sich

Autor(en): **[s.n.]**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wechselwirkung : Technik Naturwissenschaft Gesellschaft**

Band (Jahr): **7 (1985)**

Heft 27

PDF erstellt am: **01.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-653104

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

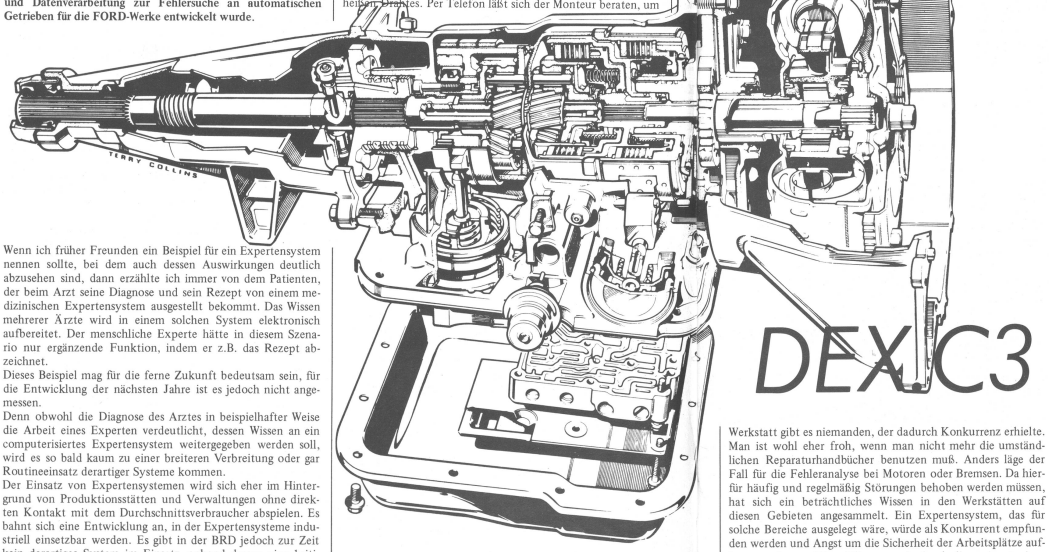
Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Experten unter sich

INTERNIST, PUFF, MYCIN, so heißen die publikumswirksam in der Presse diskutierten und kritisierten Expertensysteme für medizinische Diagnosen. Nur allzu leicht wird dabei übersehen, daß sich weit stiller Industrie und angewandte Forschung daranbegeben, Expertensysteme für den industriellen Einsatz zu entwickeln, weg vom Publikumsverkehr, mehr für die Glaskästen der Werkhallen.
Als Beispiel eines solchen Trends stellen wir das Expertensystem DEX.C3 vor, das von der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung zur Fehlersuche an automatischen Getrieben für die FORD-Werke entwickelt wurde.



Wenn ich früher Freunden ein Beispiel für ein Expertensystem nennen sollte, bei dem auch dessen Auswirkungen deutlich abzusehen sind, dann erzählte ich immer von dem Patienten, der beim Arzt seine Diagnose und sein Rezept von einem medizinischen Expertensystem ausgestellt bekommt. Das Wissen mehrerer Ärzte wird in einem solchen System elektronisch aufbereitet. Der menschliche Experte hätte in diesem Szenario nur ergänzende Funktion, indem er z.B. das Rezept abzeichnet.
Dieses Beispiel mag für die ferne Zukunft bedeutsam sein, für die Entwicklung der nächsten Jahre ist es jedoch nicht angemessen.
Denn obwohl die Diagnose des Arztes in beispielhafter Weise die Arbeit eines Experten verdeutlicht, dessen Wissen an ein computerisiertes Expertensystem weitergegeben werden soll, wird es so bald kaum zu einer breiteren Verbreitung oder gar Routineeinsatz derartiger Systeme kommen.
Der Einsatz von Expertensystemen wird sich eher im Hintergrund von Produktionsstätten und Verwaltungen ohne direkten Kontakt mit dem Durchschnittsverbraucher abspielen. Es bahnt sich eine Entwicklung an, in der Expertensysteme industriell einsetzbar werden. Es gibt in der BRD jedoch zur Zeit kein derartiges System im Einsatz, anhand dessen eine kritische Betrachtung möglich wäre.
In der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung (GMD) in Bonn wurde jedoch ein Versuchssystem so entwickelt, als ob es in nächster Zeit in der alltäglichen Praxis zum Einsatz käme.

Zum Beispiel DEX.C3

Die GMD Bonn hat mit der Firma FORD-Europa ein spezielles Expertensystem entwickelt (DEX.C3), das die Fehlerdiagnose bei einem automatischen Getriebe – dem C3-Getriebe – unterstützen soll. Mit diesem Projekt soll exemplarisch gezeigt werden, daß anwendungsreife Expertensysteme schon heute konstruiert werden können und welche Schwierigkeiten dabei zu überwinden sind.
Für den Einsatz eines solchen Systems gibt es in der Organisation von FORD ein unmittelbares Vorbild: die Hot-line Beratung. Wann immer eine Werkstatt bei einem Defekt an besagtem Getriebe nicht mehr weiter weiß, bedient man sich dieses heißen Drahtes. Per Telefon läßt sich der Monteur beraten, um den Fehler mit möglichst wenig Aufwand zu finden und zu beheben. Die Einrichtung einer solchen Hot-line Beratung war notwendig, da realtiv wenige Autos mit einem solchen Getriebe fahren und entsprechend selten (ca. zwei Fälle pro Jahr) eine Werkstatt wegen einer Getriebestörung aufgesucht wird. Deshalb gibt es auch in den Werkstätten kaum jemanden, der aufgrund langjähriger und häufiger Erfahrungen zum Spezialisten für automatische Getriebe geworden ist.

Eine ähnliche Anwendungsmöglichkeit läge auch für die Fehlersuche in der Motorelektronik nahe, wo der traditionelle Mechaniker eher überfordert ist. Deshalb würden Expertensysteme dieser Art eher akzeptiert als abgelehnt werden. In der Werkstatt gibt es niemanden, der dadurch Konkurrenz erhielte. Man ist wohl eher froh, wenn man nicht mehr die umständlichen Reparaturhandbücher benutzen muß. Anders läge der Fall für die Fehleranalyse bei Motoren oder Bremsen. Da hierfür häufig und regelmäßig Störungen behoben werden müssen, hat sich ein beträchtliches Wissen in den Werkstätten auf diesen Gebieten angesammelt. Ein Expertensystem, das für solche Bereiche ausgelegt wäre, würde als Konkurrent empfunden werden und Angst um die Sicherheit der Arbeitsplätze aufkommen lassen. Diese Klippe wurde durch die geeignete Auswahl des Anwendungsfalles geschickt umschifft.
Auch der Geschäftsleitung von FORD muß ein solches System gelegen kommen: Getriebereparaturen sind in der Regel zeitaufwendig und teuer, was besonders im Kulanzfall zu Buche schlägt: Deshalb sollten möglichst zuerst all die Tests durchgeführt werden, bei denen eine Fehlerdiagnose ohne das aufwendige Aufschrauben des Getriebes erfolgreich sein kann. Da solche Tests selten zu eindeutigen Diagnosen führen und von einer Anzahl verwickelter logischer Zusammenhänge begleitet werden, müssen sie von Experten unterstützt werden.
Auch für Informatiker bietet die Wahl der Aufgabe besondere Vorteile. Ein automatisches Getriebe ist ein relativ geschlossenes System mit klar festgelegten Verbindungen zu seiner Umgebung. Und, was noch wichtiger ist, es gibt eine klare abgeschlossene Theorie über Aufbau, Funktion und Störungen des Getriebes. Diese Theorie nachzuvollziehen und auf ein geeignetes informationstechnisches Basissystem zu beziehen, ist die Aufgabe der Entwickler.

Was macht DEX.C3?

Um sich vorzustellen, welche Unterstützung ein solches System leistet, denkt man am besten an die weit verbreiteten Anleitungsbücher für Hobby-Autobastler. Dort befindet sich auf den ersten Seiten ein farbiges Diagramm mit der Frage: *„Was mache ich, wenn mein Auto nicht anspringt?"* Entlang einer Baumstruktur wird der ratlose Autobesitzer auf die verschlungenen Pfade einer selbst durchgeführten Fehlerdiagnose geführt.
Beim Expertensystem DEX.C3 fährt jetzt nicht mehr der Finger auf einer Baumgrafik entlang, um die entsprechenden Fragen oder Tests aus dem Bastlerbuch zu entnehmen (z.B.: *„Springt ein Zündfunke über?"*). Vielmehr legt jetzt der Computer die einzelnen Fragen und Testvorschläge am Bildschirm nacheinander vor. Der Rechner versucht dabei eine optimale Reihenfolge herauszufinden. Außerdem verläuft die Fehlersuche nicht entlang einer festgelegten Baumstruktur. Die Suchbäume werden jedesmal aktuell aufgebaut und können ganz unterschiedliche Verzweigungsdiagramme haben entsprechend der gerade aufgetretenen Situation.
Mit dem Prinzip der abgebildeten Fehlersuchdiagramme verglichen, müßte das ganze Autobastlerbuch ausschließlich mit unterschiedlichen Diagrammen gefüllt sein.
Um ein Beispiel zu geben: Nehmen wir an, daß C3-Getriebe habe Schaltprobleme.
DEX.C3 beginnt zunächst mit folgenden Übersichtsfragen:

Fährt das Auto noch an?
Fährt es nur in bestimmten Gängen?
Zeigen sich in bestimmten Gängen Unregelmäßigkeiten?
Stimmt der Getriebeölstand?
Ist die Farbe des Getriebeöls normal?
Gibt es auffallende Geräusche?

Angenommen, der Ölstand ist zu niedrig. Dies führt zu Unregelmäßigkeiten im Öldruck, der das Schalten des Getriebes regelt. Der Rechner fragt dann weiter die verschiedenen Möglichkeiten ab, die einen Ölverlust verursachen können. Falls sich die Ursache des Verlusts nirgends äußerlich am Getriebe feststellen läßt, schließt das System auf eine defekte Unterdruckdose, über die das Öl entweicht. Der Defekt ist gefunden; an der entsprechenden Stelle des auf dem Bildschirm dargestellten Getriebes blinkt es. Im Unterschied vielleicht zu manchem Mechaniker bricht das System die Fehlersuche im Dialog hier noch nicht ab. Es wird erst überprüft, ob nicht noch andere Gründe für das fehlerhafte Schalten vorliegen.
Der Benutzer eines solchen Systems wird vom Rechner „geführt". Er bekommt die einzelnen Fragen vorgelegt und muß nur mit „in Ordnung", „nicht in Ordnung", „vielleicht", „wahrscheinlich nicht" oder „unbekannt" antworten. Im Unterschied zu den Autohandbüchern gibt das System keine konstruktiven Anleitungen. Es gibt nur den gefundenen Fehler bekannt, nennt aber keine Reparaturvorschläge.
Die zur Zeit funktionstüchtige Version wird immer erst dann ein Vorschlag für einen weiteren Test ausgegeben, wenn das Ergebnis des zuletzt vorgeschlagenen Tests vorliegt. Das hat den Nachteil, daß der Benutzer in der Werkstatt ständig zwi-

schen Auto und Bildschirm hin- und herlaufen müßte. Der Berater am Hot-line-Telefon ist dagegen zuvorkommender. Er nennt dem Anfrager ein ganzes Bündel von Handlungsmöglichkeiten nach dem Motto: Jetzt prüfe erst den Öldruck, und wenn da etwas nicht stimmt, dann sehe gleich nach dem Ölstand. Solche Möglichkeiten sollen demnächst auch in das beschriebene Expertensystem eingebaut werden.

Wie funktioniert es?

Wer schon einmal einen Computer programmiert hat, wird nun fragen, warum ein derart überschaubares und logisch einfach strukturiertes Problem überhaupt mit Methode der künstlichen Intelligenz gelöst werden muß.
Aber gerade diese Methoden unterscheiden sich bedeutsam von der herkömmlichen Programmierung, bei der das zu lösende Problem in seiner ganzen Komplexität logisch durchdacht und in eine Abfolge hierarchisch aufeinander bezogener Einzelschritte zerlegt werden muß.
Bei einem Expertensystem wird hingegen das Problem in einzelne Regeln zerlegt, die nicht von vornherein in einem logischen Zusammenhang gestellt werden müssen, sondern beliebig aufgelistet in einen Rechner eingegeben werden können.
In unserem Beispiel, dem Expertensystem DEX.C3, sind es insgesamt 170 Regeln, die in einer „wenn . . ., dann . . ."-Struktur aufgebaut sind und sich in drei Gruppen einteilen lassen.

– Steuerregeln
„Wenn das Anfahren in allen Vorwärtsgängen in Ordnung ist, dann frage als nächstes nach dem Verhalten während der Fahrt."

```
(RULE12A3 IF (AND  (ANFAHREN IN-D I.O)*
                   (ANFAHREN IN-1 I.O)
                   (ANFAHREN IN-2 I.O))
          THEN
          (ASK (VERHALTEN BEI-FAHRT I.O)))
```

Die Steuerregeln legen die Reihenfolge fest, mit der dem Benutzer Unterstützung angeboten wird.

– Konsistenzregeln
„Wenn der Ölstand nicht zu niedrig ist und trotzdem nicht in Ordnung ist, dann ist der Ölstand zu hoch."

```
(RULE04 IF (AND(NOT(OEL STAND I.O))
                (NOT(OEL STAND ZU-NIEDRIG)))
        THEN
        (LET (OEL STAND ZU-HOCH)))
```

Hiermit wird im Rechner ein allgemeines Modell des Gegenstandes aufgebaut, das in vielen Fällen banal erscheinen dürfte, aber zur Lösung der vorgesehenen Aufgabe notwendig ist.

– Diagnoseregeln
„Wenn der Hauptleistungsdruck im Rückwärtsgang in Ordnung und in allen Vorwärtsgängen nicht in Ordnung ist, dann besteht der Verdacht, daß an der Vorwärtskupplung, am hinteren Servo und an den Reglerdichtringen etwas undicht ist."

```
(RULE61 IF (AND  (HL-DRUCK IN-R I.O)
                 (NOT (HL-DRUCK IN-D I.O))
                 (NOT (HL-DRUCK IN-1 I.O))
                 (NOT (HL-DRUCK IN-2 I.O)))
        THEN
        (LET  (SET-CF .5)
              (NOT (DICHTRINGE V-KUPPLUNG I.O))
              (NOT (H-SERVO I.O))
              (NOT (REGLER-DICHTRINGE I.O))))
```

* I.O entspricht IN ORDNUNG

So wird ein spezielles Modell abgespeichert, das die Fehlersuche ermöglicht.

Diese Regeln werden von dem Fachexperten aufgestellt, der selbst EDV-Laie sein kann, da die verwendete Sprache nur über wenige Ausdruckskomponenten verfügt und mit der man in erster Linie logische Zusammenhänge wiedergibt. In einem sehr leistungsstarken Rechner (Symbolics), der speziell für KI-Anwendungen ausgelegt ist, können mit Hilfe eines sogenannten Basissystems die Regeln miteinander verknüpft, verglichen, aussortiert und in einen logischen Zusammenhang gebracht werden. Das Basissystem selbst ist von dem zu bearbeitenden Problem unabhängig, d.h., es ist gleichgültig, ob ein Expertensystem für automatische Getriebe, Motoren oder für ein Anti-Blockier-System erstellt werden soll.
Wenn das Expertensystem aufgebaut ist, das heißt, die 170 Regeln gefunden und korrekt formuliert sind, dann kann das fertige System automatisch in einen Maschinen-Code übersetzt und auf einen normalen Personal-Computer in der Werkstatt geladen werden. Die Benutzung läuft dann ohne aufwendige KI-Maschine. Nachträgliche Verbesserungen sind allerdings nur im Basissystem der KI-Maschine möglich.
Man kann also ein Expertensystem auch als neuartige Programmiermethode verstehen. Die Probleme wären früher vielleicht auch schon programmtechnisch lösbar gewesen, hätten aber eine wesentlich umständlichere Arbeitsweise erfordert und wären in komplexe Strukturierungsprobleme verwickelt gewesen. Der Konstrukteur eines Expertensystems kann sich dagegen nach einer Vorbereitungsphase gänzlich der Erschließung des Wissens widmen. Er interviewt Fachexperten und gewinnt somit einen ersten Regelsatz. Diesen Regelsatz verbessert er in gemeinsamen Sitzungen mit den Experten direkt am Bildschirm. Die einfache Art, nach der die Regeln formuliert sind, ermöglicht es den Fachmann, sein Wissen direkt nach den Beschreibungsbedingungen preiszugeben.

Demgegenüber war es bisher nötig, die gesamte Programmstruktur vorher komplett zu erstellen und in der Optimierungsphase mit aufwendigen Programmänderungen oder kleinen Unterprogrammen die Fehler Schritt für Schritt zu korrigieren.

Expertensystem ermöglichen stattdessen eine engverzahnte Abfrage und Übertragung des Wissens von den Fachleuten auf die Maschine. Durch die besondere Art dieser Technik wird Wissen für die Computerisierung handhabbar, von dem es früher hieß, daß es mit vertretbarem Aufwand nicht für die EDV-Verarbeitung erschließbar sei.

Wenn der Wissensingenieur was wissen will

Die Entwicklung von Expertensystemen bringt einen neuen Beruf hervor: der „Wissensingenieur" wird aus der Taufe gehoben. Er soll das von Experten mitgeteilte Wissen *„formalisieren und strukturieren, um es in eine dem System verständliche Form zu bringen"*. Für die Entwicklung von DEX.C3 mußten sich die Wissensingenieure selbst zu Getriebefachleuten machen. Sie besuchten Schulungen, ließen sich das Getriebe zeigen und bauten es unter Anleitung auseinander. Dann erst konnte mit den Experteninterviews begonnen werden. Doch hierfür mußte man einen Experten finden. Auch in dieser Hinsicht hatte man eine glückliche Hand.
Es fand sich ein Experte, der auf das Getriebe C3 spezialisiert ist und der außerdem in einer besonderen Situation steht, durch die er sich gegenüber seinen Expertenkollegen auszeichnet: Er ist schon pensioniert. Dieser Mann wurde, wie so tref-

fend gesagt wird, „reaktiviert". Dabei ist es noch ein zusätzlicher Vorteil, daß besagter Experte auch Schulungen durchgeführt hat und sich somit gut vorstellen kann, wie man das gesuchte Wissen am besten vermittelt.
Die Situation eines solchen Menschen ist leicht nachzuvollziehen. Eigentlich befand er sich schon auf dem Weg in Richtung Abstellgleis, als man ihm die Chance bot, eine bedeutsame, fast einmalige Aufgabe zu erledigen. Seine Kenntnisse und Fähigkeiten sollen nicht ungenutzt verkommen, wie es bei vielen Pensionären der Fall ist, sondern im Gegenteil dauerhaft erhalten bleiben. Er braucht keine Angst zu haben, daß er an Macht und Einfluß verliert oder sich entbehrlich macht, wenn er sein Wissen preisgibt. Er hat nichts zu verlieren, sondern nur den Status zu gewinnen, Pionier in einem neuen Forschungsfeld zu werden.
Entsprechend kooperativ ist dieser Experte. Er setzt vieles daran, daß das System optimiert wird. Die Qualität des Systems wird zeigen, wie gut er als Experte auf seinem Gebiet war. Zum Schluß der Entwicklung stellt er fest, daß er sein Wissen im System wiederfindet. Man hat ihn angeblich sogar sagen hören, daß sein Wissen im System weiterlebe. Der Experte ist nun also verdoppelt, das Wissen ist „akquiriert", also „angeeignet".

Tayloriertes Wissen

Die geschickte Auswahl des geeigneten Experten, sei sie nun zufällig oder durch vielfältige Bemühungen erzielt, erinnert spontan an eine Passage bei F. Taylor. Dort beschreibt er, wie die Betriebsleitung eine neue Arbeitsmethode einführen oder das Leistungspensum steigern kann: Sie muß zunächst den richtigen Mann finden. Der Leitsatz von der wissenschaftlichen Arbeitsführung findet sich auch bei der Entwicklung von DEX.C3 verwirklicht. Die schnellste und kostengünstigste Fehlerdiagnose wird von Experten ausgetüftelt. Über EDV kann das optimale Verfahren in alle Werkstätten exportiert und standardisiert werden. Die Diagnose wird nach den Vorstellungen der Betriebsleitung vom Rechner angeleitet. Eine Änderung kann nur von der Leitung vorgenommen werden, da nur sie über die notwendige KI-Maschine verfügt. Am Personal-Computer in den Werkstätten kann das Diagnoseverfahren nicht verändert werden. Das Verfahren kann also nicht durch Eigeninitiative in den Werkstätten optimiert werden, sondern nur seitens der Betriebsführung. Man muß nicht neue Handbücher drucken, sondern nur einen Maschinen-Code verteilen, der vom Rechner erstellt und nach Belieben dupliziert wird. Dies mag bei der Verbreitung über Floppy-Disks noch recht unhandlich sein, kann aber in absehbarer Zukunft sicherlich via Telefonleitung erledigt werden. Der Wille der Betriebsleitung nach einheitlicher, kostensparender Fehlerdiagnose wird damit überall schnell und effektiv durchsetzbar. Mechaniker, die in der Werkstatt zufällig zu Experten werden, sind jetzt überflüssig. Ihre Eigeninitiative ist nicht mehr gefragt. Zusätzlich reduziert sich für die Firma FORD der Schulungsaufwand.
Die Analogie zwischen Taylorismus und dem speziellen, beschriebenen Systemen hört dort auf, wo es um die Kontrolle der Werkstattbeschäftigten und um Einsparung von Arbeitsplätzen geht.
Dies ist bei dem Expertensystem DEX.C3 nicht möglich. Es entzieht sich einer solchen Kritik, da die Randbedingungen des Projekts sehr geschickt ausgewählt wurden:

1. In den Werkstätten gibt es niemanden, den man durch einen solchen Service wegrationalisieren könnte.
   Für die Ersetzung der Hot-line-Experten ist das System nicht geeignet.
2. Der Einsatz des Systems erfordert nicht eine neue, ungewohnte Organisation, da es die Hot-line-Beratung gibt.
3. Das Wissensgebiet „automatisches Getriebe" ist überschaubar, so daß falsche oder gar folgenschwere Ausgaben in diesem Zusammenhang kaum auftreten.
4. Man mußte sich das Wissen nicht erschleichen oder Kooperation erst durchsetzen, weil man einen mitteilungsbedürftigen Experten gefunden hat.

Besser hätte man ein Demonstrationsprojekt, das die Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten einer neuen Technik zeigen soll, kaum auswählen können.
Ich kann also an diesem konkreten Beispiel nicht schildern, welche Folgen unter anderen Umständen zu erwarten wären.

Den richtigen Mann finden

Unser erster Schritt war also, den rechten Mann zu finden, mit dem man anfangen konnte. Wir beobachteten deshalb die fraglichen 75 Mann sorgfältig etwa drei oder vier Tage lang. Schließlich waren wir auf vier Leute aufmerksam geworden, die körperlich geeignet erschienen, täglich 47 t Roheisen zu verladen. Jeder einzelne von diesen Leuten wurde dann zum Gegenstand eines sorgfältigen Studiums gemacht. Wir gingen ihrem Vorleben nach, soweit dies praktisch durchführbar war, eingehende Untersuchungen wurden angestellt bezüglich ihres Charakters, ihrer Gewohnheiten und ihres Ehrgeizes. Schließlich suchten wir einen unter den Vieren aus als denjenigen, mit dem man am besten beginnen konnte. Es war ein untersetzter Pennsylvanier deutscher Abstammung, ein sog. „Pennsylvania Dutchman". Unserer Beobachtung nach legte er nach Feierabend seinen ungefähr halbstündigen Heimweg ebenso frisch zurück wie morgens seinen Weg zur Arbeit. Bei einem Lohn von 1,15 Doll. pro Tag war es ihm gelungen, ein kleines Stück Grund und Boden zu erwerben. Morgens, bevor er zur Arbeit ging, und abends nach seiner Heimkehr arbeitete er daran, die Mauern für sein Wohnhäuschen darauf aufzubauen. Er galt für außerordentlich sparsam. Man sagte ihm nach, er messe dem Dollar einen außerordentlich hohen Wert bei; wie einer der Leute, mit dem wir über ihn sprachen, sagte, hatte „ein Pfennig für ihn eine Bedeutung, als ob er so groß wie ein Wagenrad wäre".
Diesen Mann wollen wir Schmidt nennen.
Unsere Aufgabe bestand nunmehr darin, Schmidt dazu zu bringen, 47 t Roheisen pro Tag zu verladen, seine Lebensfreude jedoch nicht zu stören, ihn im Gegenteil froh und glücklich darüber zu machen.

Aus: F. W. Taylor: Grundsätze einer wissenschaftlichen Betriebsführung, München und Berlin 1919

Es bleibt der Phantasie des Lesers überlassen, zu überlegen, was wäre,

- wenn das Expertensystem für Fehlerdiagnose bei Motoren eingeführt würde, für die es Spezialisten in den Werkstätten gibt;
- wenn das System einen Bruch mit der gewohnten organisatorischen Umgebung erforderte (z.B. Beratung im Sozialamt per Expertensystem);
- wenn als Wissensgebiet „Familienrecht" zu bearbeiten wäre;
- wenn sich die Experten aus Angst weigerten, ihr Wissen „akquirieren" zu lassen, da ihre Position geschmälert werden könnte? □