

XI OGÓLNOPOLSKA KONFERENCJA TEORII MASZYN
I MECHANIZMÓW11th POLISH CONFERENCE ON THE THEORY OF MACHINES
AND MECHANISMS

27-30. 04. 1987 ZAKOPANE

Johannes MÜLLER

Karl-Marx-Stadt DDR

DER BEWERTUNGSPROZESS - METHODOLOGISCHE GRUNDLAGEN

Zusammenfassung. Auch die Bewertung mittels Muster ist heuristischer Natur. Die Auswahl der als relevant in das Muster aufgenommenen Merkmale, Eigenschaften und Relationen ist nicht frei von subjektivem Ermessen. Der Vergleich des zu bewertenden Ereignisses mit dem Muster erfolgt unscharf, einschätzend. Wie bei der Verschiebung hilft dieses Bewertungsverfahren allerdings die Bewertungssituation durchschaubar zu machen und damit das anstehende Urteil zu objektivieren.

Die Verantwortung für eine Entscheidung kann durch Bewerten demnach nicht abgenommen, sie kann nur bewusster gemacht werden. Abb. 11 [1 S. 154] gibt eine Übersicht über das Feld der Vorgehensweisen beim Bewerten und damit die Möglichkeit, sich in einem gegebenen Falle zu orientieren.

1. Funktion der Bewertung im technischen Problemlöseprozess

Wenn man den Prozess der Entwicklung technischer Systeme in seinem zyklischen Verlauf beschreibt - ohne damit die Absicht zu verbinden, Vorschriften bzw. Regeln für seinen Vollzug vorzugeben [1 S. 156] - wird offensichtlich, dass Bewerten, Entscheiden und Anpassen bzw. Optimieren eng zusammenhängen (Abb. 1). Ebenso wird ersichtlich, dass Bewerten insofern primär gegenüber den beiden anderen Operationsgruppen ist, als damit Entscheidungen (über verschiedene Möglichkeiten oder Angebote, über Aufnahme, Weiterführung oder Abbruch eines Themas) fundiert bzw. zielstrebigere Optimierung (Anpassung) die Richtung gegeben wird. Analysiert man ferner, in welchen Zusammenhängen es notwendig wird, zu bewerten, so wird klar, dass sich Bewerten wesentlich von anderen Operationen unterscheidet. Fragt man nämlich nach welchen für den Konstrukteur typischen intellektuellen Operationen normalerweise zu bewerten ist und welche Operationen damit vorbereitet werden - die für diese Analyse erforderliche Verkettungsmatrix [2]

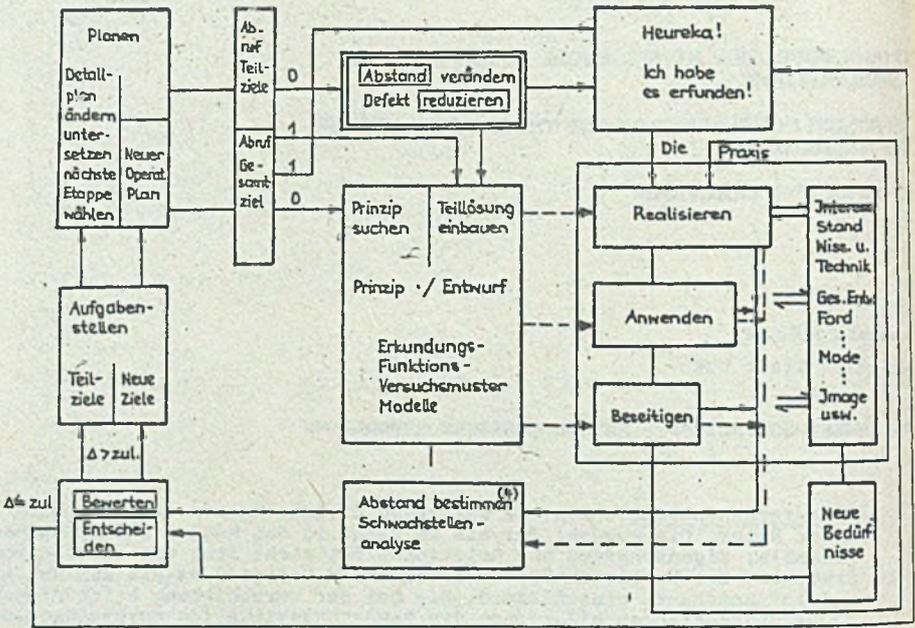


Abb. 1

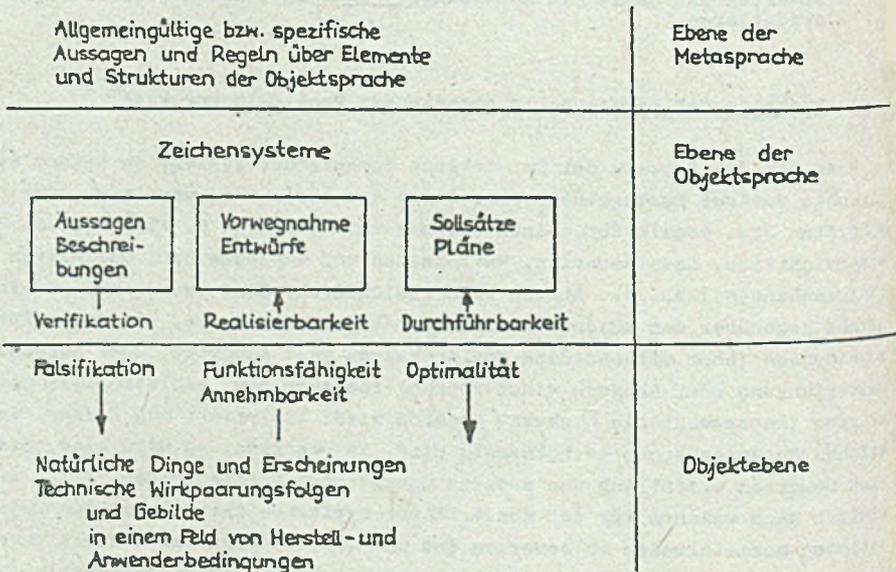


Abb. 2

ist sehr umfangreich und kann hier nicht lesbar wiedergegeben werden - dann findet man, dass Bewerten den gesamten Problemlöseprozess insofern durchdringt, als es Bestandteil jedes Arbeitsschrittes (wie: Aufgaben suchen, Aufgaben präzisieren, Lösungsprinzip suchen, Dimensionieren usw.) ist. Man kann den Gesamtprozess mithin als ein Netz von TOTE-Zyklen (T e s t - O p e r a t e - T e s t - E x i t) beschreiben z.B. [1 S. 44], [3], [4].

Zu bewerten sind sehr unterschiedliche Sachverhalte: (Abb. 2)

- bestehende Objekte, d.h. in Betrieb befindliche Verfahren, eingeführte Organisations- und Kommunikationssysteme;
 - Sachinformationen [7], d.h. z.B. Beschreibungen, Entwürfe, Bewertungskriterien [5] oder Limite;
 - Programminformationen [8], d.h. Technologien, Pläne, Methoden, Programme.
- Das erfolgt aus verschiedenen Gründen [1 S. 134 ff], [14]. Es wird geprüft:
- ob und inwieweit objektive Sachverhalte Anforderungen an Funktion, Herstellung und Verwendung erfüllen, ob und inwieweit Schwachstellen bestehen oder zu erwarten sind;
 - inwieweit Beschreibungen wahr, adäquat bzw. glaubwürdig sind;
 - ob und in welchem Grade Entwürfe technisch erfüllbar sind [6];
 - welche Risiken das vorgefasste Ziel birgt, bzw. wie das Aufwands/Nutzverhältnis vorabzuschätzen ist;
 - wie weit die Zielinformation [7] d.h. die Beschreibung des angestrebten Ziels dem Bearbeitungsstand entspricht, ob das Ziel zu spezifizieren, anzugleichen, auf- bzw. abzurüsten oder ob die Arbeit abzubrechen ist;
 - ob die Informationsanforderung dem mit der Bearbeitung veränderten Bedarf noch entspricht oder ob zu spezifizieren bzw. zu erweitern ist;
 - ob die geplante Vorgehensweise mit dem Fortgang der Arbeit übereinstimmt, ob zu untersetzen, zu korrigieren bzw. die vorgesehene Strategie umzuwerfen ist;
 - ob die angebotene Information dem Bedarf entspricht, d.h. wie zweckentsprechend zu selektieren ist;
 - ob und inwieweit die im Prozess erzeugte bzw. erarbeitete Information dem Ziel entspricht, welchen Wert die verschiedenen Varianten haben, welcher Abstand noch besteht, ob also weitere Tätigkeit zu planen oder abzubrechen ist und schliesslich
 - ob und inwieweit mit dem fachlichen Ergebnis (Lösung) und mit den erworbenen methodischen Erfahrungen Fortschritt erreicht würde, was also zu speichern bzw. zu sichern ist und welche Probleme neuerlich erkannt werden.

Die übergreifende Rolle und die Vielschichtigkeit des Bewertens macht eine methodologische Analyse relevant. Der vorliegende Beitrag konzentriert sich darauf, darzulegen, was dazu in der DDR grundlegend erarbeitet wurde. Eigenständige Arbeiten zur Entscheidungstheorie (z.B. [8]) und zur Optimierung [9] (bzw. zur Anpassung (z.B. [10]) liegen zu spezifischen Fragen eben-

falls vor, im allgemeinen entspricht das heute verfügbare Material dem internationalen Trend.

Der Bericht konzentriert sich auf die Bewertung hinsichtlich technischer Funktion und technischer Anpassung. Zu ökonomischen Bewertungen gibt es schon wegen der sozialistischen Struktur unserer Gesellschaft eine sehr breitliegende eigenständige Literatur (z.B. [11]), die methodologisch gesehen ebenfalls im internationalen Trend liegt. Ausgehend von den hier referierten Grundlagen sind bemerkenswerte konkrete Untersuchungen zur Bewertung in anderen Anwendungsgebieten unternommen worden (z.B. in der industriellen Formgestaltung [12], [13]).

2. Die Struktur der Bewertungssituation

Der Bewertungsprozess ist mindestens zweistellig [1] (Abb. 3). Einerseits muss ausgesagt werden, wie das Verhältnis zwischen dem zu bewertenden Zu-

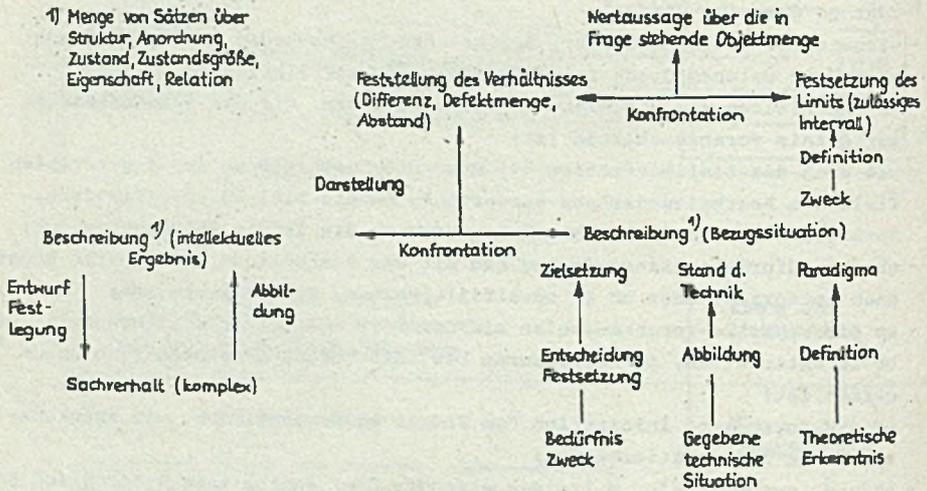


Abb. 3

stand (Ereignis) und dem Bezugssachverhalt ist, an dem zu prüfen ist. Drei Bezüge sind vor allem in der Technik relevant:

- Verhältnis zum Ziel bzw. Zweck (Abstand);
- Verhältnis zum bisher vorliegenden Stand, zum Bekannten, zum Traditionellen (Fortschritt);
- Verhältnis zum denkbaren bzw. möglichen Ideal d.h. zum theoretisch er-rechenbaren oder praktisch sinnvoll anzustrebenden Grenzwert (Paradigma).

Dazu muss das zu bewertende Ereignis hinsichtlich der Menge relevanter Zustandsgrößen (meist als "Bewertungsgesichtspunkte", seltener als "Ziel-

funktionen" bezeichnet) mit dem Bezugssachverhalt konfrontiert werden. Das setzt Zustandsbeschreibung beider Seiten voraus.

Andererseits muss festgestellt werden, ob der Abstand zulässig bzw. hinreichend reduziert ist und was damit das Ereignis bei diesem Verhältnis wert ist. Dazu sind die in der ersten Stufe gewonnenen Feststellungen zweckmässig festgesetzten Limits, entsprechend gewählter Kriterien^x gegenüberzustellen.

3. Bewertungsverfahren - Möglichkeiten und Probleme

Wenn die Zustandsgrössen des zu bewertenden Ereignisses und die des Bezugssachverhaltes in ihrer Ausprägung korrekt (metrisch oder komperativ) auf gleichen Massstab abbildbar sind, ist das Vorgehen klar:

- Die Bewertungsgesichtspunkte werden festgesetzt,
- der Massstab definiert,
- die Ausprägung der Zustandsgrössen werden sowohl hinsichtlich des Ereignisses als auch des Bezugssachverhaltes ermittelt,
- die Verhältnisse werden festgestellt,
- die Feststellungen werden den Limits gegenübergestellt, der Wert ausgedrückt und
- die Einzelwerte werden zum Gesamtwert integriert.

Solches Vorgehen ist möglich, wenn objektive, d.h. natürliche, technische oder wirtschaftliche Gegebenheiten zu bewerten sind, wenn also z.B. ein Erzeugnis vor dem Kauf beurteilt, ein Rohstoffvorkommen vor dem Aufschluss bzw. unter geänderten Bedingungen veranschlagt oder ein übliches Verfahren eingeschätzt werden soll. Zur Bildung des Gesamtwertes hat sich dabei die Wunschfunktion [15] gut bewährt.

Das Verfahren versagt, wenn informationelle Ereignisse zu bewerten sind bevor sie technisch realisiert bzw. genutzt werden. Darauf kommt es aber an, weil Kosten, Wert, Arbeitskräfteeinsatz bzw. Umweltbelastungen minimiert werden sollen. Dann ist das in Texten beliebiger Form (also auch im Formelsystem, im Ikonschema, in der technischen Zeichnung usw.) repräsentierte Wissen zu bewerten, das nicht metrisch oder komparativ auf Massstäbe abbildbar ist.

Um solche Ereignisse zu bewerten, haben sich folgende methodische **P r i n z i p e** bewährt:

^xEin **L i m i t** legt fest, wie gross der Unterschied hinsichtlich Zustandsgrösse des Ereignisses und des Bezugssachverhaltes sein darf oder sein soll.

Ein **K r i t e r i u m** legt fest, in welcher Richtung bzw. mit welcher Tendenz der Wert wächst oder fällt.

1. Es wird nicht der konstruktive Entwurf, die Verfahrensbeschreibung, der Fertigungsplan, die angebotene Information usw. bewertet, sondern ein diesen entsprechender *v o r g e s t e l l t e r* objektiver Sachverhalt. Man tut z.B. so, als sei die ideelle Lösung schon "in das Kostüm der Natur gekleidet" und man könne daran die relevanten Zustandsgrößen ausmessen. Um solche Vorstellungen zu stützen, verwendet man verschiedenartige Modelle - Skizzen, Kneten, analoge Gebilde, die Hände usw. Dieser Kunstgriff verschiebt das Problem. Das ist durchaus angemessen, wenn der entsprechende objektive Vorgang im Prinzip geläufig ist. Bei gesellschaftlichen Plänen ist das z.B. kaum der Fall.

2. Das ideelle Ergebnis wird *e x p e r i m e n t e l l* erprobt. Man entwirft und baut solche Versuchsanordnungen, welche die den Bewertungsgesichtspunkten entsprechenden Zustandsgrößen hinreichend korrekt bestimmen lassen. Damit kann auch dann mit dem Bezugssachverhalt konfrontiert werden, wenn aus Wissen und Erfahrung nicht glaubwürdig genug ausgesagt werden kann. In bestimmten Fällen können auf diese Weise auch Abschätzungen überprüft werden.

3. Das zu beurteilende intellektuelle Ergebnis wird mathematisch *s o m o d e l l i e r t*, dass die relevanten Zustandsgrößen rechenstechnisch *s i m u l i e r t* werden können.

4. Das ideelle Ereignis wird einem *M u s t e r* gegenübergestellt, in dem die dem entsprechenden Bezugssachverhalt invariant zukommenden wesentlichen Merkmale, Eigenschaften und Zusammenhänge durch ein Begriffssystem (Liste, Baum, Graph, Matrix) repräsentiert werden. Daran kann das ideelle Ereignis durchgeprüft werden [16].

Am besten ausgearbeitet und meist auch angemessen ist das Verfahren der *V e r s c h i e b u n g*. Es ist methodisch folgendermassen zu realisieren:

1. Das ideell konzipierte System (Verfahren, Gebilde, technologischer Ablauf) wird extern so konkret wie sinnvoll repräsentiert (Skizze, Zeichnung, Blockschaltbild, Graph [1 S. 37 ff]).

2. Die Aufgabenstellung oder andere Bezugssituationen werden nochmals daraufhin analysiert, welche Forderungen und Wünsche gegenüber der Lösung in welcher Konsequenz (Festforderung, Mindestforderung, Tendenz) geltend zu machen sind. Das ergibt die Bewertungsgesichtspunkte und die Limite.

3. Das Verhältnis zwischen dargestelltem System und Bezugssachverhalt wird ermittelt (metrische, komparative, klassifikatorische Aussagen). Bei Festforderungen ist nur binär festzustellen, ob die Forderungen erfüllbar sind oder nicht. Bei Mindestforderungen und Tendenzen bestehen mehrere Möglichkeiten:

1. Es wird gefragt, ob der zu erwartende Zustand in zulässigen Grenzen liegt oder nicht. Auch jede gewünschte Tendenz kann als mehr oder weniger

breites Intervall definiert werden. Das ergibt binäre Bewertungen^x. Die einzelnen Werte werden nach den Regeln der logischen Konjunktion zum Gesamtwert integriert (Abb. 4). Dieses Vorgehen ist wenig aufwendig und kann als grob wirkendes Sieb anderen Methoden vorgeschaltet, die Effektivität der Bewertungsprozesse wesentlich verbessern [17 S. 110 ff].

| Ziele | Varianten | | | | | | |
|-----------------|-----------|---|---|--|--|--|--|
| | 1 | 2 | 3 | | | | |
| B ₁ | 1 | 1 | 1 | | | | |
| B ₂ | 1 | 1 | 1 | | | | |
| B ₃ | 1 | 0 | 1 | | | | |
| ⋮ | | | | | | | |
| B _n | 1 | 1 | 1 | | | | |
| U ₁ | 1 | 1 | 0 | | | | |
| U ₂ | 1 | 1 | 1 | | | | |
| ⋮ | | | | | | | |
| U _n | 1 | 1 | 1 | | | | |
| F ₀₁ | 1 | 0 | 1 | | | | |
| F ₀₂ | 1 | 1 | 1 | | | | |
| ⋮ | | | | | | | |
| F _{0n} | 1 | 1 | 1 | | | | |

Abb. 4

2. Die zu erwartende Zustandsgrösse wird als Menge auf einer entsprechenden Skala (z.B. Abmessung in mm, Masse in kp usw.) oder als unskalierte Menge (Anzahl der Drehgelenke) numerisch bestimmt. Das kann durch Berechnung, Abgriff aus Katalogen oder durch Rückgriff auf die Erfahrung erfolgen.

3. Die zu erwartende Zustandsgrösse wird auf einen Ist- oder Sollzustand bezogen. Das kann rechnerisch aber auch abschätzend erfolgen. Es kann metrisch, komparativ oder verbal einschätzend (gut, mittel, schlecht) ausgesagt werden. Die Methoden 1), 2) und 3) werden häufig gemischt angewendet. Damit erhält man eine heterogene Bewertung [18] (Abb. 5). Diese Vorgehensweise ist gut geeignet, schnell den Durchblick zu sichern.

4. Über das Verhältnis der zu erwartenden Zustandsgrössen zum Bezugs-sachverhalt kann auch zensierend ausgesagt werden (Abb. 6)^x. Das ist sicher die gebräuchlichste Methode. Als erster hat wohl KESSELRING darüber berichtet.

^xEs werden also beide Operationen zusammengenommen: Feststellung des Verhältnisses und Feststellung des Wertes (vergl. Abb. 2).

| Vergleichspunkte | APr | | | | | |
|---------------------------------|-----------------|-------------------|--------------------------------------|-----------------|-----------------|--|
| | 4 | 5a | 10 | 11 | 12 | 14 |
| Geschwindigkeitsverlauf | etwa Sinuslinie | etwa Sinuslinie | <u>gleichmäßig</u> als Sinuslinie | etwa Sinuslinie | etwa Sinuslinie | <u>ungleichmäßig</u> als Sinuslinie |
| Zahl der Schubgelenke | 3 | 1 (Kreisschub) | 1 | <u>0</u> | 2 | 2 |
| Zahl der Drehgelenke | 6 | <u>9</u> | 5 | 7 | <u>4</u> | 7 |
| Eignung für geschlossene Bauart | ja | ja | ja | <u>nein</u> | ja | ja |
| Verstellweg | <u>klein</u> | <u>groß</u> | <u>klein</u> | mittel | <u>groß</u> | <u>klein</u> |
| Kosten | mittel | <u>hoch</u> | <u>niedrig</u> | mittel | <u>niedrig</u> | hoch |

Abb. 5

| Zielfunktion | Varianten | | | |
|--|-----------|----|----|---|
| | F | Cl | Br | J |
| T _{Wand} niedrig | 1 | 2 | 2 | 5 |
| T _{Dissoziation} hoch | 1 | 2 | 2 | 5 |
| Aggressivität von Halogen gegenüber Glas | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Empfindlichkeit gegenüber Verunreinigungen | 4 | 2 | 2 | 1 |
| Stromführung | 3 | 2 | 2 | 1 |

Wichtung ↑

1... sehr gut
5... sehr schlecht

↓
nach der Bewertung optimale Variante

Abb. 6

5. Ist das Verhältnis festgestellt, so ist, sofern das nicht schon integriert erfolgte, zu prüfen:

- ob das Verhältnis bezogen auf das vorgegebene Limit zulässig oder die Näherung hinreichend ist und
- wie das hinsichtlich des entsprechenden Kriteriums zu werten ist.

Letzteres ist in vielen Fällen nicht unproblematisch, weil Veränderungen der Zustandsgrößen bezogen auf ein Kriterium nicht nur indifferent oder gleichlaufend, sondern auch wenigstens bedingt gegenläufig und damit Wertaussagen zu einzelnen Bewertungsgesichtspunkten isoliert nicht sinnvoll sind. Es empfiehlt sich dann eine Matrixdarstellung [14] oder die Mittel der Polyoptimierung [19] bzw. der Fuzzy-Analyse [20], [21] zu benutzen.

6. Nun können die Einzelwerte zum Gesamtwert integriert werden. Bei bi-närer Bewertung erfolgt dies konjunktiv, d.h. wenn der Wert 0 auch nur einmal auftritt, ist auch der Gesamtwert 0 (Abb. 4).

Heterogene Bewertungen (Abb. 5) lassen naturgemäss keine formelle Gesamtwertbildung zu. Es muss ganzheitlich (holistisch) betrachtet werden, was im einzelnen ausgesagt ist. Wurde zensierend bewertet, können die Werte, da dimensionslos, summiert werden. Zu beachten bleibt dabei, dass die Bewertungsgesichtspunkte sehr unterschiedliches Gewicht haben können. Das können:

- die einzelnen Gesichtspunkte gewichtet und über den Gewichtungsfaktor der Wert vor der Summierung umgerechnet werden [22], [5],
- die Gesichtspunkte nach dem Gewicht geordnet und für etwa gleichgewichtige Werte gesondert Summen gebildet werden oder
- bei Darstellung in einer Bewertungsfläche unterschiedliche Darstellungs-massstäbe eingeführt werden [23].

Zu diesem Schritt der Gesamtwertbildung sind in vielfältiger Weise mathematische Verfahren in breitliegenden Publikationen [5] vorgelegt worden. Sie haben unseres Erachtens nur selten Sinn und übersehen folgendes:

1. Das Verfahren der Verschiebung ist heuristischer Natur.
- Die Bewertungsgesichtspunkte werden mittels unscharfer Modellierung und Schwachstellenanalyse hergeleitet. Beides sind heuristisch unscharfe Verfahren.
 - Bewertet wird über viele Gesichtspunkte, die, wie angemerkt, teilweise gegenläufig sind und nur unscharfe Beurteilungen zulassen.
 - Die Wichtung der Gesichtspunkte ist bestenfalls durch eine Schätzkommision zu objektivieren.
 - Die Verhältnisse sind nicht durchgängig metrisch korrekt feststellbar.
 - Schätzungen (auch kollektive) sind nicht frei von subjektivem Ermessen.
 - Limite werden im allgemeinen durch Beschluss **f e s t g e s e t z t**.
 - Monotone Stufung der Wertausdrücke muss nicht notwendig dem Sachverhalt entsprechen.

Ein mathematischer Apparat zur Verrechnung der derart zustande gekommenen Einzelbewertungen macht den Gesamtwert nicht exakter.

2. Der mathematische Apparat erweckt die Illusion, der errechnete Wert sei korrekt ermittelt. Das erleichtert, die Verantwortung für eine Entscheidung zu kaschieren oder auch die gewünschten Entscheidungen zu "fundieren".

3. Der Aufwand steht im allgemeinen in keinem akzeptablen Verhältnis zum Nutzen. Die entscheidende Funktion der Bewertungsverfahren besteht darin, den meist komplexen Sachverhalt durchschaubar und abschätzbar zu machen. Dabei kann aufwendige Gesamtwertberechnung meist hinderlich sein.

Das Verfahren der Verschiebung kann in einem Programmablaufplan zusammenfassend dargestellt werden (Abb. 7).

Gute Erfahrungen wurden beim Bewerten auch gemacht, wenn Muster verwendet wurden. Bei diesem Verfahren wird das zu bewertende intellektuelle Ergebnis einem begrifflichen System gegenübergestellt, das wesentliche Merkmale des Bezugssachverhaltes repräsentiert.

In Abb. 8 [24] sind in Form einer Checkliste die Faktoren zusammengestellt, die einer Erfindung zukommen müssen, wenn sie als originell und damit als patentfähig gelten soll. Wird einer der Punkte erfüllt, so kann - falls technischer Fortschritt erreicht wird und Neuheit vorliegt - der Patentanspruch damit begründet werden.

Die Problemmatrix in Abb. 9 [14] repräsentiert Einflussfaktoren, Zustandsgrößen und deren Zusammenhänge, die bei Bearbeitung eines Problemfeldes (Automatisierung und Gütesicherung des Heizelementplastschweißens) relevant sind. Die während der Bearbeitung angeforderte, einlaufende bzw. erzeugte Information kann daran bewertet werden

- ob sie einschlägig ist und
- über die Marken 1-4, wie weit sie zur Beherrschung des Verfahrens hinreichend ist.

Wird die Matrix während der Bearbeitung in geeigneter Weise fortgeschrieben, - Abb. 10 lässt erkennen, welche Einflussfaktoren und welche Zustandsgrößen zusätzlich als relevant nachgewiesen wurden und zu welchen Zusammenhängen sich der Wert der wissenschaftlichen Erkenntnisse geändert hatte - so kann der erzielte Fortschritt sehr genau ausgedrückt und die weiter zu bearbeitenden Fragen sehr detailliert abgesteckt werden. (Siehe auch [25]).

| Einfluss- faktoren | Zustands- größen | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------------------|-----------|-------------|--------|------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|--------------|------------|----------|---------------|
| | Toleranzen | Dichtheit | Bindefehler | Kerben | Verformung | Abschmetzen | Anwärmzeit | Schweißzeit | Umstellzeit | Anwärmdruck | Schweißdruck | Festigkeit | Küßlform | Multistruemen |
| Therm. Eigenschaften | | | | | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | | | |
| Zusatzstoffe | | 4 | 4 | | | | 4 | 4 | | | | | | |
| Wärmeausdehnung | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | | | | | 4 | 4 | 3 | | 4 |
| mech. Eigenschaften | 3 | 4 | 3 | 3 | | | | | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Dichte | | | | | | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Form | | 3 | | 3 | | | | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Abmessungen | 4 | | | | | | 2 | 2 | 2 | | | | 3 | 3 |
| Parallelität | | 4 | 4 | | 3 | 3 | 3 | 3 | | 3 | 3 | | 3 | 3 |
| Herstellungsverfahren | | 3 | | | 3 | | | | | | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Schweißlänge | 2 | 3 | 3 | | | | | | | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| Geschwindigkeit | | 4 | | 4 | 3 | | | | 2 | | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Energiemenge | | | | | 3 | 2 | 2 | 2 | | | 2 | 3 | 3 | 3 |
| Energieübertragung | 4 | | | | 4 | 4 | 4 | 4 | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Werkstückspann. | | 4 | | | 2 | | | | | 3 | 3 | 2 | | 2 |

Legende: Für die markierten Felder ist anzunehmen, daß ein Zusammenhang besteht. Er ist

- 1 berechenbar (mathematische Formel bekannt)
- 2 herleitbar (Entscheid. Tabelle, Diagramm, Richtlinie)
- 3 voraussetzbar (einzelne experimentelle Befunde)
- 4 vorstellbar (keine Gegeninstanz, aber auch kein Befund)

Abb. 9

| Einfluss- faktoren | Zustands- größen | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------------------|-----------|-------------|--------|------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|--------------|------------|----------|---------------|--------------|-------------|
| | Toleranzen | Dichtheit | Bindefehler | Kerben | Verformung | Abschmetzen | Anwärmzeit | Schweißzeit | Umstellzeit | Anwärmdruck | Schweißdruck | Festigkeit | Küßlform | Multistruemen | ABSCHMELZHEB | SCHNEISENEG |
| Therm. Eigenschaften | | | | | | | 2 | 2 | 3 | | | | | | | 3 |
| Zusatzstoffe | | | 4 | 4 | 4 | 4 | | | | | | | | | 4 | 4 |
| Wärmeausdehnung | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | | | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| mech. Eigenschaften | 3 | 4 | 3 | 3 | | | | | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Dichte | 4 | | | | | | 2 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| Form | | 3 | | | 3 | | 3 | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Abmessungen | 4 | | | | | | 2 | 2 | 2 | | 2 | 3 | 3 | | | |
| Parallelität | | 4 | 4 | | 3 | 3 | 3 | 3 | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Herstellungsverfahren | | 3 | | | 2 | | | | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Schweißlänge | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | | 3 |
| Geschwindigkeit | | 4 | | 4 | 3 | | | | 2 | | 3 | 3 | 3 | 3 | | 3 |
| Energiemenge | 4 | | | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | | | 2 | 2 | 2 | | | 2 |
| Energieübertragung | 3 | | | | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | | 4 | 3 | 3 | | 4 | 4 |
| Werkstückspann. | | 4 | | | 2 | | | | | 3 | 3 | 2 | | 2 | | 2 |
| EINFÄRBUNG | | | | | 3 | 3 | 3 | 4 | | | | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 |
| FÜLLSTOFFE | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |

Legende: ○ Fortschreibungen: Werte wurden geändert oder der Zusammenhang, der nicht vermutet wurde, nachgewiesen
Stark geschrieben: Während der Bearbeitung erkannte Faktoren

Abb. 10

| Betrachtungspunkte | Möglichkeiten | | | | | |
|---|------------------------------------|----------------------------|--|----------------------------------|-------------------------|--|
| | Art des zu bewertenden Ereignisses | natürlich | technisch | gedanklich | | |
| Ziel der Bewertung | Variantenvergleich | Abstandsbestimmung | Prüfen der Korrektheit | | | |
| Bezugssachverhalt | Ziel (Zweck) | Bisheriger Stand | Paradigma (sinnvolle Idealvorstellung) | | | |
| Methode zur Gewinnung von Aussagen zu den Bewertungsgesichtspunkten | Objektvergleich | Experimentelle Darstellung | Verschiebung | Vergleich mit Muster | | |
| Art der Feststellung der Einzelwerte | Messen, lehren | abrufen | identifizieren | abschätzen, zensieren | festsetzen, beschließen | |
| Verhältnis der Gesichtspunkte | gleichlaufend oder unabhängig | | widersprechend | bedingt widersprechend | | |
| Art der Ermittlung der Gesamtwertung | Summieren | gewogene Summe | Überblick | abwägen, (graphisch) integrieren | | |

Abb. 11

LITERATUR

- [1] J. MÜLLER: Methoden muss man anwenden, Techn.-wiss. Abhandlung des Zentralinstituts für Schweisstechnik der DDR, Nr 132, Halle (Saale) 1980.
- [2] J. MÜLLER: Einige neue theoretische Probleme der weiteren Entwicklung der Konstruktionswissenschaft. Vorträge zum Problemseminar "Konstruktionstechnik II" (2-6.4.1979) Technische Universität Dresden 1980, S. 120-151.
- [3] J.W. SCHREGENBERGER: Methodenbewusstes Problemlösen - ein Beitrag zur Ausbildung von Konstrukteuren, Beratern und Führungskräften. Bern und Stuttgart 1981, Paul Haupt Verlag.
- [4] A. RUTZ: Konstruieren als gedanklicher Prozess. Dissertation TU München 1985.
- [5] W. PREIßLER u.a.: Bewertungsmethoden und Verfahren-Methoden-Katalog, TH Karl-Marx-Stadt, 1982.
- [6] J. MÜLLER: Drei erkenntnistheoretische Relationen in der technisch-wissenschaftlichen Forschung und Entwicklung. DZfPh 26 (1978), 4 S. 459-468.
- [7] J. MÜLLER: Theoretische Grundlagen der Bewertung von Informationen bezüglich ihrer Funktion im gedanklichen Bearbeitungsprozess. ZKI-Informationen, Berlin 1977, Heft 4, S. 20-70.
- [8] K. STANKE: Zur Anwendung informationeller Arbeitsmittel im Leitungsprozess der Forschung und Entwicklung. Dissertation (B). TU Dresden 1975.
- [9] S. SCHÖNFELD: Anwendungsbeispiele nicht-linearer Optimierungsmethoden im Maschinenbau der DDR die Technik 33 (1978) 4, S. 210-213.

- [10] P. KOCH: Erläuterungen zum Speicherplatz E 3 - "Anpassung" in: Müller, J.; Koch, P., Programmbibliothek zur systematischen Heuristik für Naturwissenschaftler und Ingenieure. Techn.-wiss. Abhandlung des Zentralinstitutes für Schweisstechnik Nr. 97-99, Halle (Saale) 1973, S. 447-453.
- [11] H. LANGE: Bewertungen im Konstruktionsprozess. Tagungsmaterial zum schiffstechnischen Kolloquium, Wilh. Pieck Universität 1978.
- [12] R. FRICK: Designmethodik. Halle 1982. Hochschule für industrielle Formgestaltung Burg Giebichenstein.
- [13] J. ALBRECHT: Informationsspeicher und Rechnerunterstützung für den Designprozess. Dissertation (A), TH Ilmenau 1984.
- [14] J. MÜLLER: Bewertung von Informationen im Forschungs- und Entwicklungsprozess, ZFI-Mitteilungen Leipzig Nr. 108, (1985), S. 63-84.
- [15] E. SCHEFFLER: Bewertung von Ergebnissen in Forschung und Entwicklung. die Technik, Berlin 34 (1979) 2, S. 68-72.
- [16] J. MÜLLER: Zur Funktion, Struktur und Formen von Mustern in Forschungs- und Entwicklungsprozessen. ZKI-Informationen Berlin 1977, H. 4, S. 80-93.
- [17] J. MÜLLER: Operationen und Verfahren des problemlösenden Denkens in der konstruktiven technischen Entwicklungsarbeit - eine methodologische Studie. Habilitation KMu Leipzig 1966.
- [18] W. BISCHOFF, F. HANSEN: Rationelles Konstruieren, Berlin 1953. VEB Verlag Technik.
- [19] M. PESCHEL: Ingenieurtechnische Entscheidungen. Berlin 1980. VEB Verlag Technik.
- [20] St.F. BOCKLISCH: Diagnose mit unscharfer Klassifikation. in: Beiträge zur Maschinen- und Anlagendiagnostik, Akad. d. Wissenschaften der DDR, Institut für Mechanik, Report R-Mech-03/85, S. 88-123.
- [21] W. SCHÜLER: Experimentelle Expertensysteme für röntgenologische Diagnostikaufgaben unter Verwendung eines unscharfen Systemkonzeptes. Dissertation (B), TH Karl-Marx-Stadt 1985.
- [22] K. BUSCH, G. HERRENDÖRFER, K.D. FEIGE: Variantenbewertung. Akad. d. Landw. Wiss. d. DDR, Forschungszentrum für Tierproduktion Dummerstorf-Rostock 1979.
- [23] W. GILDE, S. ALTRICHTER: Die ZIS-Erfolgsspinne. ZIS-Mitteilungen, Halle (Saale) 11 (1969) 5, S. 749-754.
- [24] J. MÜLLER, W. GILDE: Vorgehen zur Analyse von Erfindungen auf ihre Patentfähigkeit. ZKI-Informationen, Berlin 1977, H. 4, S. 189-203.
- [25] J. BURMEISTER, J. MÜLLER: Die Problematrix - ein heuristisches Mittel zur Sicherung effektiver Verhaltensweisen unter Komplexität, dargestellt an Arbeiten zur automatischen Gütesicherung beim MBL-Schweißen. Maschinenbautechnik Berlin 35 (1986) in Vorbereitung.

PROCES OCENY - PODSTAWY METODOLOGICZNE

S t r e s z c z e n i e

Również ocena za pomocą wzorca jest natury heurystycznej. Wybór przyjętych do wzorca jako ważnych cech, właściwości i relacji nie jest wolny od subiektywnego uznania. Porównanie ocenianego wyniku ze wzorcem następuje nieostro, szacując. Jak przy przesunięciu pomaga jednakże ta metoda oceny, uczynić sytuację ocenianą bardziej przejrzystą i poprzez to zobiektywizować uzyskaną ocenę.

Odpowiedzialność za decyzję nie może zostać przez ocenę pomniejszona, może się stać tylko bardziej uświadomiona.

Rysunek 11 ([] str. 154] daje przegląd co do pola sposobów postępowania przy ocenianiu, a tym samym możliwość zorientowania się w danym przypadku.

ESTIMATION PROCESS METHODOLOGIC BASES

S u m m a r y

Estimating by means of the pattern has got heuristic nature. The choice of features, properties and relations as these of great importance is also subjective.

Fig. 11 [[] p. 154] shows the ways of behaving while estimating and at the same time helps to get to know a given case.

Recenzent: Prof. dr inż. Janusz Dietrych

Wpłynęło do redakcji 7.XI.1986 r.