Anwendungsorientierte Schulmathematik
(am Beispiel Wirtschaftsmathematik)

W.Peschek, Klagenfurt

Vorbemerkungen

Anwendungen werden im derzeitigen Mathematikunterricht der AHS-Oberstufe eher stiefmütterlich behandelt. Zu dieser Feststellung kommt man anhand von Schulbuchanalysen sowie Lehrer- und Absolventenbefragungen, die im Rahmen eines didaktischen Forschungsprojekts am Mathematischen Institut der Universität für Bildungswissenschaften Klagenfurt durchgeführt wurden (vgl.Projekt,1979; Peschek, 1979). So etwa gibt es - nach Aussagen der Lehrer - zur Zeit keinen einzigen Inhalt der Oberstufenmathematik, bei dem mehr als 14 % der Lehrer erwarten, daß der Durchschnittsschüler das mathematische Verfahren selbständig auf neuartige außermathematische Situationen anwenden kann,und es gibt keinen einzigen Inhalt, bei dem die Mehrheit der Lehrer erwartet, daß der Durchschnittsschüler Anwendungsmöglichkeiten auch nur nennen kann.

Diese Situation ist Ausgangspunkt für die vorliegende Arbeit, die als Plädoyer für anwendungsorientierten Mathematikunterricht angesehen werden kann. Daß dabei zur Erläuterung einzelner Thesen Beispiele aus der Wirtschaftsmathematik herangezogen werden, ist von untergeordneter Bedeutung (daher auch die Klammern im Titel) und hat auch weniger tiefliegende Gründe: Sie werden in den derzeitigen AHS-Schulbüchern kaum behandelt und sind daher wahrscheinlich weniger bekannt als etwa Aufgaben aus der Physik.

1. Zwei häufig genannte Gründe für anwendungsorientierten Mathematikunterricht

Warum ist die geschilderte "anwendungsfeindliche" Situation ein Nachteil für den Mathematikunterricht? Oder anders ausgedrückt: Welche Gründe sprechen für eine stärkere Berücksichtigung der

Anwendungen im Unterricht? Es sind vor allem zwei Argumente, die in diesem Zusammenhang oft angeführt werden:

1. Anwendungen fördern die Motivation der Schüler
2. Anwendungen sind praxisbezogen, sie erhöhen die Praxisrelevanz des Unterrichts und verbessern damit die berufsvorbildende Wirkung.

Beide Argumente haben einiges für sich - in dieser Allgemeinheit sind sie jedoch kaum zutreffend: In einem didaktischen Vortrag wurde einmal ein wunderschönes Beispiel zur Berechnung der Schubkraft einer Rakete vorgeführt. Das mathematische Modell beinhaltete eine nur geringe Zahl von Einschränkungen und Idealisierungen, war sehr praxisnahe und für den Unterricht in einer 8.Klasse AHS durchaus geeignet. Ein phantastisches Beispiel - wie aber ist die motivierende Wirkung dieses Beispiels in einer 8.Klasse eines Wirtschaftskundlichen Realgymnasiums für Mädchen einzuschätzen? Oder eine andere Frage: Wieviele Schülerinnen dieser 8.Klasse werden in ihrem späteren Beruf die Schubkraft einer Rakete berechnen müssen? Mit anderen Worten: Wie ist die berufsvorbildende Wirkung dieses Beispiels einzuschätzen? Es soll damit keineswegs der didaktische Wert dieser und ähnlicher Aufgaben in Abrede gestellt werden, es geht lediglich darum, deutlich zu machen, daß Motivation und Praxisrelevanz oft nicht ausreichen, um einen anwendungsorientierten Mathematikunterricht zu legitimieren. Denn: Nicht jede Anwendungsaufgabe ist für jeden Schüler motivierend und nicht jedes praxisorientierte Problem ist für jeden Schüler direkte Vorbereitung auf spätere Berufssituationen. Man kann wahrscheinlich sogar noch einen Schritt weiter gehen und behaupten, daß fast jede Anwendungsaufgabe immer nur eine Minderheit in einer Klasse interessieren wird - daß es aber jeweils verschiedene Schülergruppen sein werden, die sich für bestimmte Problemstellungen interessieren. Durch Variation der Aufgaben- und Problemstellungen aber sollte doch wieder eine Mehrheit der Schüler motivierbar sein. Im übrigen zeigt die Klagenfurter Studie, daß es gerade die an der Mathematik weniger interessierten Schüler sind, die durch Anwendungen motiviert werden können: Ca. zwei Drittel dieser Schüler geben als Gründe für ihr mangelndes Interesse die Überbetonung der Theorie und die Vernachlässigung von Anwendungen an, während die an Mathematik Interessierten das erforderliche logische Denken und den exakten logischen Aufbau der Mathematik noch vor den Anwendungen als Gründe für ihr Interesse am Gegenstand anführen. D.h.:Durch Anwendung werden vor allem solche Schüler angesprochen, die für die "reine" Mathematik nur schwer zu gewinnen sind. Insgesamt werden von den Maturanten jedenfals Anwendungsorientierung und häufigere Querverbindungen zu anderen Wissensgebieten als vordringlichste inhaltlich-methodische Verbesserungsmaßnahmen genannt.

Aus dem bisher Gesagten ergibt sich, daß die Motivation der Schüler durchaus als ein Argument für anwendungsorientierten Mathematikunterricht gelten kann. Dieses Argument soll hier aber etwas vorsichtiger formuliert werden, als dies eingangs geschehen ist:

<u>These 1:</u> Durch Anwendungen können Schüler für die Mathematik motiviert werden. Dies trifft ganz besonders für einen großen Teil jener Schüler zu, die sonst nicht oder nur schwer für die Mathematik zu gewinnen sind. Durch Variation der Problemstellung läßt sich die Zahl der interessierten Schüler vergrößern.

Welche Aufgaben und welche Problemstellungen für welche Schulstufe geeignet sind, welche Fragestellungen die Interessen- und Erfahrungswelt welcher Schüler berühren, ist ein weitgehend offenes didaktisches Problem. Es sind die didaktischen Prinzipien der Stufengemäßheit und der Schülerorientierung, die hier angesprochen werden. Zur Lösung dieser Fragen könnten gerade die Lehrer entscheidend beitragen, auch wenn es natürlich keine optimale und endgültige Lösung geben kann.

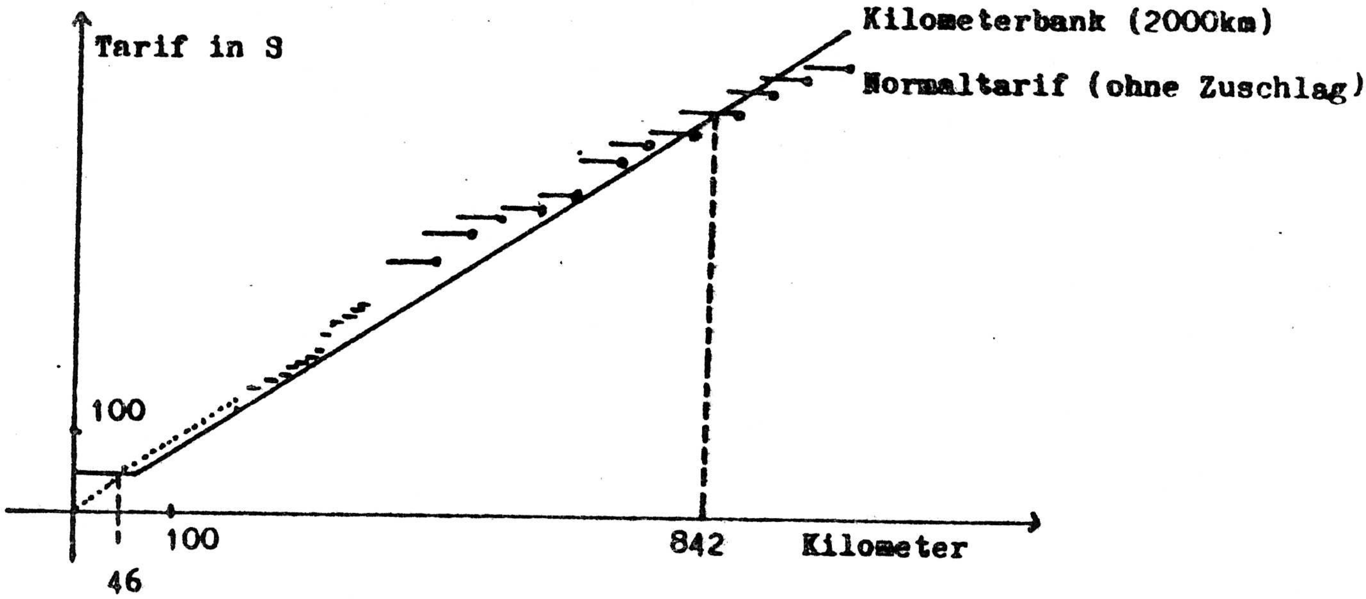
In ähnlicher Weise ist die Frage nach der direkten Verwertbarkeit mathematischer Inhalte und Verfahren ein weitgehend ungelöstes didaktisches Problem. Sieht man von den methodisch und in ihren Konsequenzen zum Teil unzulänglichen Untersuchungen in Schweden, einigen Detailuntersuchungen in Deutschland und bescheidenen Ansätzen in Klagenfurt ab, so sind dem Autor keine systematischen und umfassenden Erehebungen bekannt, die sich auf theoretisch-empirischer Ebene mit dieser Frage befassen. Trotzdem liegt folgende vorsichtig formulierte Vermutung nahe:

<u>These 2</u>: Im Rahmen der Oberstufenmathematik können praxisbezogene Themen behandelt werden. Es muß jedoch damit gerechnet werden, daß die Mehrzahl dieser Problemstellungen jeweils nur wenigen Absolventen in späteren Lebenssituationen in gleicher oder ähnlicher Form begegnen werden. Die Möglichkeiten einer in diesem Sinne direkten, allgemein-berufsvorbildenden Wirkung des Mathematikunterrichts der Oberstufe erscheinen eher beschränkt.

<u>Beispiel 1</u>: Der Tennisclub "Top-spin" vermietet Tennisplätze um 40,-S pro Stunde und Spieler. Als Vereinsmitglied bezahlt man einen jährlichen Mitgliedsbeitrag von S 600,- und für jede Stunde der Platzbenützung einen Regiebeitrag von S 15,- (pro Spieler). Soll man Vereinsmitglied werden? (Sowohl das mathematische Modell, vor allem aber das geometrische Modell liefern hier entsprechende Einsichten)

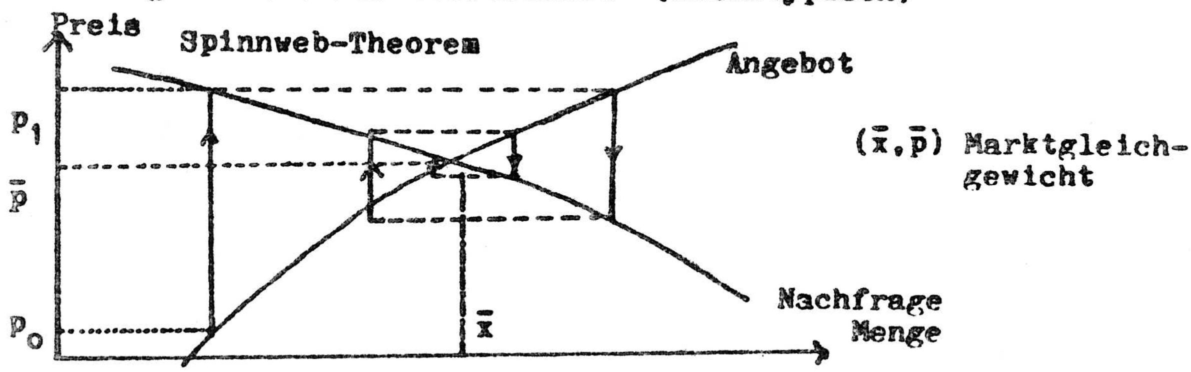
<u>Beispiel 2</u>: Die Österreichischen Bundesbahnen behaupten: "Mit der Kilometerbank bis zu 35 % billiger". Ist die Kilometerbank tatsächlich günstiger? (Beispiel nach Parisot, 1979)

Lösung: Anhand der graphischen Veranschaulichung läßt sich diese Frage leicht beantworten, darüber hinaus werden aber noch weitere Einsichten gewonnen:



Beispiel 3: Bei der Einführung eines neuen Produktes beobachtet man vielfach, daß der zunächst sehr günstige Preis plötzlich sprunghaft deutlich ansteigt, nach einiger Zeit wieder etwas fällt, dann wieder leicht steigt ... usw., um sich schließlich auf einen bestimmten Wert einzupendeln. Was geht hier vor?

Lösung: "freie Marktwirtschaft" (idealtypisch)



Beispiel 4: Wie sind folgende empirische Daten erklärbar?

Nachfrage nach Schuhen:

Preis/Paar (DM)	Jahresverbrauch	Erlös (10^6 DM)
50	5 [$\cdot 10^6$]	250
40	6	240
30	7	210
20	10	200
10	15	150

Die Preise fallen, der Erlös wird geringer

Nachfrage nach Schokolade:

Preis/Tafel [DM]	Menge [Mill.Stk.]	Erlös [Mill.DM]
2.00	1	2.00
1.50	2	3.00
1.25	3	3.75
1.00	5	5.00
0.75	7	5.25
0.50	12	6.00

Die Preise fallen, der Erlös wird höher

Nachfrage nach Theaterkarten:

Preis/Karte [DM]	Menge [Mill.Stk.]	Erlös [Mill.DM]
6.00	4.00	24
5.50	4.36	24
5.00	4.80	24
4.50	5.35	24
4.00	6.00	24
3.50	6.86	24

Die Preise fallen, der Erlös bleibt gleich

(Tabellen aus Schick, 1974, S.52 f)

Lösung: Zusammenhang mit der Elastizität der Nachfragefunktion y_N

Elastizitätskoeffizient der Nachfragefunktion:

$$\epsilon_N = \lim_{\Delta y_N \to 0} \frac{\frac{\Delta x}{x}}{\frac{\Delta y_N}{y_N}}$$

Grenzwert des Quotienten aus relativer Mengenänderung und relativer Preisänderung=Maß für die Abhängigkeit von der Preisänderung.

Nachfrage elastisch: $\epsilon_N < -1$

unelastisch: $\epsilon_N > -1$

fließend: $\epsilon_N = -1$

Abhängigkeit des Erlöses vom Elastizitätskoeffizienten

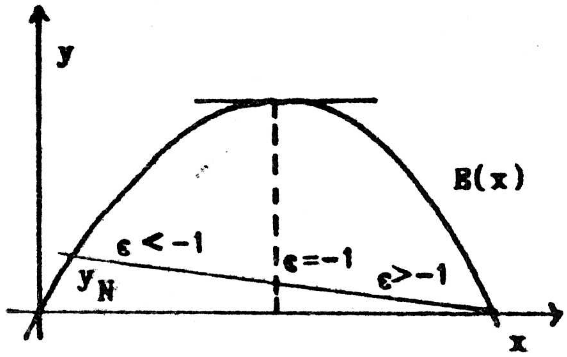
$$E(x) = x \cdot y_N(x)$$

$$E'(x) = y_N(x) + x \cdot y_N'(x)$$

$$\left[\, \epsilon_N = \frac{y_N}{x} \cdot \frac{1}{y_N'} \;;\; y_N' = \frac{y_N}{\epsilon_N \cdot x} \,\right]$$

$$E'(x) = y_N(x) + \frac{y_N(x)}{\epsilon_N}$$

$$E'(x) = y_N(x)\left(1 + \frac{1}{\epsilon_N}\right)$$



Amoroso-Robinson-Gl.

$\epsilon_N < -1$ $E' > 0$; $E(x)$ steigt

$\epsilon_N > -1$ $E' < 0$; $E(x)$ fällt

$\epsilon_N = -1$ $E' = 0$; $E(x)$ Extremw.

Nach diesen Beispielen läßt sich folgende These formulieren:

<u>These 3</u>: Der Einsatz mathematischer Methoden und Verfahren in anderen Wissensgebieten kann, neben der Problemlösung, auch zusätzliche Einsichten und Erkenntnisse hervorbringen, die ohne Mathematik nicht oder nur schwer möglich gewesen wären.

Die beiden zuletzt formulierten Thesen lassen vermuten, daß in dieser Arbeit auf eine Mathematik als Hilfswissenschaft für andere Wissensgebiete abgezielt wird. Dieser Eindruck ist falsch. Diese Feststellung entstand nicht aus der Befürchtung, utilitaristische Absichten vorgeworfen zu bekommen - bis jetzt ist wohl noch kein Fall bekannt geworden, in dem die Brauchbarkeit der Mathematik die Förderung allgemeingeistiger Fähigkeiten, die man so gern als eigentliche Zielsetzung des Mathematikunterrichts verkündet, behindert hätte - aber als Mathematiker fragt man sich natürlich, was bringt es für die Mathematik und den Mathematikunterricht. Und dem Didakter sind die angeführten Thesen wohl noch zu wenig tragfähig, um alleine darauf bauend mehr Anwendungsorientierung zu fordern. Die zentralen Argumente für anwendungsorientierten Mathematikunterricht scheinen tatsächlich eher im methodischen Bereich sowie im methodologischen

Bereich, also im Bereich allgemeiner Zielsetzungen des Mathematikunterrichts zu liegen. Diese Ansicht ist nicht besonders neu; stellvertretend für viele andere sei hier A.Z.KRYGOWSKA (1968, S.12) zitiert: "Nach dreißig Jahren sind wir auf das gleiche Problem zurückgekommen. Es scheint mir, daß wir an den allgemeinbildenden Schulen, wo man die "Mathematik für alle" unterrichtet, als Ziel unserer methodologischen Forschung nicht die Assimilation von Elementen einer schon fertig interpretierten mathematischen Theorie und ebensowenig die Übung gewisser Typen von Anwendungen der Elementarmathematik wählen dürfen. Ich möchte stattdessen als solches Ziel setzen die Einführung der Schüler in die Prinzipien des Mathematisierens und in die Prinzipien der Anwendung der mathematischen Erkenntnisse an Hand nicht banaler und nicht zu vieler, dafür aber in verschiedenen Bereichen sorgfältig ausgewählter Beispiele. Ich verfolge dabei methodologische und nicht direkt praktische Absichten." (Zitiert nach Wittmann, 1975,S.114).

Zunächst einmal - wieder etwas utilitaristisch, wenn auch in einem anderen Sinn - die Frage:

Was bringen Anwendungen der Mathematik selbst?

<u>These 4:</u> Anwendungen können als "Veranschaulichung" dienen und dazu beitragen, mathematische Sachverhalte besser zu verstehen.

Dazu sind selbst so praxisferne Pseudoanwendungen wie in folgendem Beispiel durchaus geeignet:

<u>Beispiel 5</u>: Ein Reisebüro hat an einem Tag 25 Buchungen. 14 Flugreisen und 17 Inlandsreisen. Wieviele Inlandsflüge wurden gebucht?

Zur Illustration noch zwei weitere, sicher bessere Beispiele:

<u>Beispiel 6</u>: Vektor- und Matrizenmultiplikation (aus Dück-Bliefernich, 1971, S.41 f). Ein Betrieb produziert in einem bestimmten Zeitraum n Waren in den Mengen x_1, x_2, ...x_n. Die zugehörigen Preise (pro Mengeneinheit) seien durch p_1, p_2,...p_n gegeben, die

Materialkosten / ME betragen m_1, m_2,...m_n, diverse Produktionsabgaben a_1, a_2,...a_n pro Mengeneinheit. Wie berechnet man den Erlös, die Materialkosten bzw. die Abgaben?

Lösung: Erlös $E = p_1 \cdot x_1 + p_2 \cdot x_2 + \ldots + p_n \cdot x_n$

Materialk. $M = m_1 \cdot x_1 + m_2 \cdot x_2 + \ldots + m_n \cdot x_n$

die abzuführenden Produktionsabgaben erhält man aus

$$A = a_1 \cdot x_1 + a_2 x_2 + \ldots + a_n x_n$$

E,M,A erhält man jeweils als Produkte zweier Vektoren. Schreibt man nämlich

$$\vec{w} = \begin{pmatrix} E \\ M \\ P \end{pmatrix}, \quad \vec{x} = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}, \quad P = \begin{pmatrix} p_1 & p_2 & \ldots & p_n \\ m_1 & m_2 & \ldots & m_n \\ a_1 & a_2 & \ldots & a_n \end{pmatrix}$$

so berechnet man $\vec{w}$ aus $\vec{w} = P \cdot \vec{x}$. Erweitert man dieses Modell auf mehrere Zeiträume, so führt dies auf die Matrizenmultiplikation $W = P \cdot X$. Das folgende Beispiel wurde einem AHS-Buch (Bürger-Fischer-Malle, 1979; S.135 f) entnommen. Es steht dort als Einführung und Veranschaulichung des Begriffs der mittleren Änderungsrate:

Beispiel 7: Während des Jahres 1968 wurde in einem Staat die Regierung von der Partei A übernommen. Im Laufe des Jahres 1972 erfolgte ein Regierungswechsel, die Partei B bildete die Regierung bis zum Jahre 1975. Die folgende Tabelle gibt das mittlere monatliche Einkommen E(t) pro Einwohner in diesen Jahren an (E(t) in WE = Währungseinheiten dieses Landes)

t	E(t)
1968	4800
1969	5100
1970	5500
1971	5800
1972	6200
1973	6500
1974	6900
1975	7400

Die Partei A argumentiert nun: "In unserer Regierungszeit von 1968 bis 1972 hat das monatliche Einkommen um (6200-4800) WE = 1400 WE zugenommen, in der Regierungszeit von B stieg es nur um 1200 WE. Unsere Partei hat also das Land besser regiert."

Das oben zitierte Schulbuch bietet mehrere Lösungen dieser Problemstellung an. Eine weitere These für anwendungsorientierten Unterricht könnte lauten:

These 5: Anwendungsorientierter Mathematikunterricht trägt dazu bei, daß mathematische Sachverhalte besser eingeprägt und länger behalten werden.

Diese These soll hier lediglich durch zwei Aussagen der vielleicht bekanntesten Mathematikdidaktiker der Gegenwart belegt werden:

"Damit ein Schema gründlich einverleibt werden und sich zu einem stabilen Bestandteil der kognitiven Struktur des Lernenden entwickeln kann, muß es von Zeit zu Zeit in neuem,anregendem Kontext wieder geübt und angewendet und dabei generalisiert, diskriminiert, differenziert und mit anderen Schemata verzahnt werden (Prinzip der Stabilisierung)". (Wittmann, 1975, S.62).

"Es ist an und für sich ein gesunder Standpunkt, daß man nicht isolierte Brocken, sondern kohärentes Material lernen soll. Nur muß man den Zusammenhang recht verstehen .... Auch die mathematischen Begriffe müssen zusammenhängen, aber der Zusammenhang kann und braucht kein unmittelbarer zu sein. Es gibt ja viel stärkere Beziehungen ... Will man zusammenhängende Mathematik unterrichten, so muß man in erster Linie die Zusammenhänge nicht direkt suchen; man muß sie längs der Ansatzpunkte verstehen, wo die Mathematik mit der erlebten Wirklichkeit des Lernenden verknüpft ist. Das - ich meine die Wirklichkeit - ist das Skelett, an das die Mathematik sich festsetzt, und wenn es erst scheinbar zusammenhanglose Elemente sein mögen, so fordert es Zeit und Reifung, die Beziehungen zwischen ihnen zustandezubringen." (Freudenthal, 1973, S.75-80).

Welche Aussagen stehen hinter diesen Zitaten? Je mehr Beziehungen, je mehr Assoziationen aufgebaut werden, je mehr Anknüpfungspunkte der Schüler zwischen Mathematik und seiner Umwelt, seinem Vorwissen und seinem Vorverständnis vorfindet, je häufiger er mit Problemen konfrontiert wird, die einen mathematischen Sachverhalt von verschiedenen Seiten beleuchten, desto besser wird er sich diesen Sachverhalt einprägen können und merken.

Besser gemerkt werden vor allem aber auch Inhalte, die auf höheren Niveaus verarbeitet werden, und darin liegt wohl das wesentlichste Argument für anwendungsorientierten Mathematikunterricht:

These 6: Durch anwendungsorientierten Mathematikunterricht werden höhere Niveaus der Verarbeitung möglich.

Anwendungsorientierter Unterricht zielt auf Mathematisierung und damit auf die vielleicht anspruchvollste, im Mathematikunterricht erreichbare kognitive Strategie ab. Das Erfassen und Beschreiben von Situationen, das Aufdecken struktureller Zusammenhänge, die Bildung eines mathematischen Modells und die Interpretation sowie intellektuelle Techniken der Wirklichkeit machen Analyse- und Synthesefähigkeiten sowie intellektuelle Techniken in hohem Maße erforderlich. Daß dabei selbst so allgemeine Ziele wie kreatives Verhalten, Flexibilität, Argumentationsfähigkeit, ja selbst Kritikfähigkeit gefördert werden können, wenn man im Unterricht darauf hinarbeitet, liegt auf der Hand.

Aus Platzmangel kann hier nicht auf Einzelheiten der Gestaltung oder auf inhaltliche Feinziele eines anwendungsorientierten Unterrichts eingegangen werden; Überlegungen dazu findet man etwa in (Malle, 1979) oder (Fischer-Malle, 1978, S.30-52). So viel sei jedoch gesagt: Anwendungsorientierter Unterricht ist mehr als konventioneller Unterricht mit Anwendungsaufgaben. Gerade der enge Bezug zur Umwelt des Schülers sollte einen auf Selbsttätigkeit des Schülers ausgerichteten Unterricht ermöglichen. Wenn der Prozess des Mathematisierens wirklich erlebt werden soll, so muß sich die Selbsttätigkeit gerade auf diesen Prozess beziehen und nicht nur auf eine Routineanwendung mathematischer Verfahren in außermathematischen Situationen. Die Schüler müssen selbst in die

Rolle von Forschern treten, der Erwerb des Wissens muß durch entdeckendes Lernen erfolgen, die Schüler müssen zu divergentem Denken ermutigt werden, was durch offene Problemstellungen gefördert werden kann. Intuitives Argumentieren und Vermuten sowie Diskussion und Reflexion sollten zu legalen Mitteln der Problemlösung werden. Daraus ergibt sich folgende These:

These 7: Anwendungsorientierter Unterricht hat weniger die Vermittlung der Kenntnis mathematischer Modelle zum Ziel als vielmehr den Prozess der Mathematisierung. Damit wird erneut deutlich, daß auch sogenannte Pseudoanwendungen immer noch nützlicher sind als gar keine Anwendungen, da auch sie durchaus wesentliche Elemente der Mathematisierung beinhalten. Lediglich die Überprüfung an der Realität ist hier nicht mehr möglich - ein Defizit, das im übrigen im Rahmen der unterrichtlichen Möglichkeiten auch auf viele praxisorientierte Problemstellungen zutrifft.

3. Abschließende Bemerkungen

Gegen anwendungsorientierten Unterricht werden viele Argumente angeführt, - die wenigsten davon sind stichhaltif (vgl.Fischer-Malle, 1978, S.47 f). Eines sollte man aber jedenfalls bedenken: Der Verzicht auf Anwendungen bedeutet zugleich Aufgabe einiger wichtiger allgemeiner Ziele des Mathematikunterrichts - durchaus Ziele, die im Lehrplan verpflichtend vorgeschrieben sind - und erzeugt zugleich ein falsches Bild vom "Gesamtphänomen Mathematik" zu dem auch und ganz besonders die Anwendungen gehören. (Aber es ist ja ein bekanntes- und durchaus erklärliches - Phänomen, daß man als Lehrer die Nichterfüllung des Lehrplans hinsichtlich allgemeiner Zielsetzungen viel gelassener hinnimmt, als die Nichterfüllung des Lehrplans in inhaltlicher Hinsicht).

Als Schluß möge ein Zitat von K.LORENZ dienen, das sich zwar nicht direkt auf die Mathematik oder gar anwendungsorientierten Mathematikunterricht bezieht, aber meines Erachtens gut darauf übertragen werden kann: "Dasjenige, woran die Menschheit sich mit aller Macht und unter Vernachlässigung aller anderen Belange anzupassen sucht, ist der Wettlauf mit sich selbst. Ein wahrhaft diabolischer Hohn liegt darin, daß man diese Anpassung allgemein als Fortschritt zu bezeichnen pflegt. In dieser Richtung ist die Menschheit in der jüngsten Zeit erschreckend tüchtig geworden, dank dem Fortschritt ihrer Technik. Mit erheblicher Intelligenz hat sie gelernt, ihre nicht lebendige Umwelt zu beherrschen, sie hat gelernt, das Atom zu spalten und gewaltige Energien daraus zu gewinnen. Nur hat sie leider in ihrem Umgang mit nicht lebendigen Dingen völlig verlernt, mit lebendigen umzugehen. Sie hat Denkgewohnheiten angenommen, die auf die lebende Natur nicht mehr passen, sondern nur auf die vom menschlichen Techniker geschaffenen Objekte." (K.Lorenz, 1974, S.295).

Auch unter diesem Aspekt sollten wir versuchen, mit den Anwendungen im Mathematikunterricht die "lebendigen Dinge" zu betonen.

Literatur:

Bürger,H. - R.Fischer - G.Malle, Mathematik Oberstufe 2, Hölder-Pichler-Tempsky, Wien,1979

Dück, W. - M.Bliefernich, Operationsforschung, 2.Mathematische Grundlagen, Methoden und Modelle, Veb: Berlin 1971

Fischer,R. - G.Malle: Fachdidaktik Mathematik, Lehrbrief für das Fernstudiem "Pädagogik für Lehrer an Höheren Schulen", 2.Aufl.,Klagenfurt 1978

Freudenthal, H.,Mathematik als pädagogische Aufgabe, Bd.1, Klettm Stuttgart 1973

Krygowska, A.Z., Processus de la mathématisation dans l'enseignement. Ed.Studies in Math. 1, 1968, S.9-16

Lorenz, K., Das wirklich Böse, Involutionstendenzen in der modernen Kultur, In: O.Schatz:Was wird aus dem Menschen? Styria, Wien 1974

Malle, G.,Wirtschaftsmathematik in der Schule. Vortrag auf der Lehrerfortbildungstagung 1979. Didaktikreihe der ÖMG

Parisot, K.J., Zur Realisierung anwendungsorientierten Mathematikunterrichts, Vortrag auf der Tagung "Anwendungsbezüge im Mathematikunterricht", Oberwolfach, 28.10.-3.11.1979

Peschek, W.,Der Mathematikunterricht an den Höheren Schulen Österreichs. Eine theoretisch-empirische Situationsanalyse. Dissertation Klagenfurt 1979

Proejkt: AHS-Mathematik. Ergebnisse empirischer Erhebungen. Univ. Projektbericht: Klagenfurt 1979

Schick, K.,Mathematik und Wirtschaftswissenschaft. Diesterweg Salle, Frankfurt/Main, 1974

Wittmann, E.,Grundfragen des Mathematikunterrichts, Vieweg, Braunschweig 1975

Dipl.Ing.Dr.Werner Peschek,

Institut für Mathematik der Univ.Klagenfurt,

9010, Universitätsstraße 67