

1. *Kartezia aliĝmaniero*

En la unua duono de la 17-a jarcento Galileo GALILEI en la fiziko, René DESCARTES (Cartesius) en la geometrio kaj la filozofio komencis solvi kompleksajn problemojn per *analiza metodo*. Ĝi konsistas (krom en la pridubado de ĉio ŝajne memkomprenebla, kvankam ankoraŭ ne pruvita, kaj krom en la ĉiea strebado al kompleta klasifikado) kerne

(1) en la diserigo de ĉiu solvenda problemo en malpli kompleksajn problempartojn kaj

(2) en la komenco per la solvo de la plej simplaj problemoj.

Ĉi tiu „kartezia metodo“ supozas, ke la tuto ne enhavas pli da informo ol enestas en la aroj de la partoj *kaj de la rilatoj inter ili*. (Kontraŭuloj kutime preteratentas ĉi tiun duan parton de la supozo.)

En sia analiza geometrio Descartes konsideras punkton kiel duopon $(x; y)$ - aŭ kiel triopon $(x; y; z)$ - de komponantoj, tiel ke ĉi ties sinsekvo estas informhava rilato inter ili. - En sia fiziko Galilei konsideras la faktan falon de korpo kiel superpozicion de du movoj imagataj kiel komponantoj: de subenfalo libera de bremsanta aera resisto kaj de bremsfortkonforma suprenbloviĝo de la korpo libera de pezo. (La rilato inter la du komponantoj estas la kreskado de la bremsforto kun kreskanta falrapideco.) - En analoga maniero analizo de la reala lernado povas esplori ĉi tiun kiel superpozicion de elpensita (ideala)

1. *Cartesischer Ansatz*

In der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts begannen Galileo GALILEI in der Physik, René DESCARTES (Cartesius) in Geometrie und Philosophie komplexe Probleme durch eine *analytische Methode* zu lösen. Sie besteht (außer in der Anzweiflung von allem scheinbar Selbstverständlichen obwohl noch Unbewiesenen und außer im Streben nach vollständigen Klassifikationen) im Kern

(1) in der Zerlegung jedes zu lösenden Problems in weniger komplexe Teilprobleme und

(2) im Beginn mit der Lösung der einfachsten Probleme.

Diese „cartesische Methode“ unterstellt, dass das Ganze nicht *mehr* Information enthält, als in den Teilen *und den zwischen ihnen bestehenden Relationen* steckt. (Gegner übersehen gewöhnlich diesen zweiten Teil der Unterstellung.)

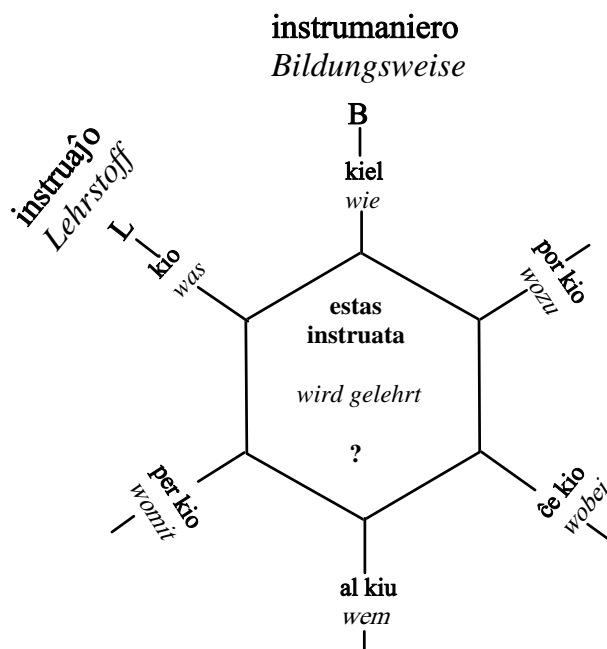
In seiner analytischen Geometrie fasst Descartes einen Punkt als Paar $(x; y)$ - oder als Tripel $(x; y; z)$ - von Komponenten auf, wobei deren Reihenfolge eine informationshaltige Relation zwischen ihnen ist. - In seiner Physik fasst Galilei das tatsächliche Fallen eines Körpers als Überlagerung zweier als Komponenten gedachter Bewegungen auf: eines von bremsendem Luftwiderstand freien Hinabfallens und eines bremskraftgemäßen Hinaufgeblasenwerdens des gewichtslosen Körpers. (Die Relation zwischen den beiden Komponenten ist das Wachsen der Bremskraft mit wachsender Fallgeschwindigkeit.) - Analog kann eine Analyse des tatsächlichen Lernens die-

lernado libera de forgesado kaj de elpensita (ideala) forgesado libera de lernado.

Karakterizo de la moderna (t.e. post-GALILEIa) naturscienco estas la apliko de la kartezia metodo. La (antropo-)kibernetikon (speciale la klerigkibernetikon) karakterizas la aplikado de la *sama metodo* al objektoj de la *prihomaj* sciencoj (speciale de la klerigscienco), do al la *informo* anstataŭ al materio kaj energio

ses als Überlagerung eines gedachten vergessensfreien (idealen) Lernens und eines gedachten lernfreien (idealen) Vergessens untersuchen.

Kennzeichen der modernen (d.h. nach-galileischen) Naturwissenschaft ist die Anwendung der cartesischen Methode. Für die (Human-)Kybernetik (speziell die Bildungskybernetik) ist die Anwendung *derselben Methode* auf Gegenstände der *Humanwissenschaften* (speziell der Bildungswissenschaft) kennzeichnend, also auf *Information* statt auf Materie und Energie.



Bildo 1.1: La ses komponantoj de la klerigspaco. (Kibernetika adaptaĵo de la analizo de Paul Heimann, 1962.)

Bild 1.1: Die sechs Komponenten des Bildungsraumes. (Kybernetische Anpassung der Analyse von Paul Heimann, 1962).

Iomete modifante analizon de Paul Heimann (1962) eblas disigi

- (1) la kompleksan, *realan* instrusituacion en instrusistemon *Q*, lernsistemon *P* kaj lernĉirkaŭaĵon *S*, kaj
- (2) la *sencon* de la reala instrusi-

Geringfügig eine Analyse von Paul Heimann (1962) abwandelnd kann man

- (1) den komplexen, *realen* Unterricht in ein Lehrsystem *Q*, ein Lernsystem *P* und eine Lernumwelt *S* zerlegen, und
- (2) den *Sinn* des realen Unterrichts in

tuacio en la instruatan enhavon (instruaĵon) L kaj la intencon malantaŭ ĉi tiu instruado (la instrucelono) Z .

Estas utile konsideri la instrustemon Q kvazaŭ duopo de du komponantoj, nome de la instrumaniero B (t.e. kaze de enobjektigita instruado la pedagogia softo) kaj la instrumentoj M . La instrusituacio tiel fariĝas kvazaŭ punkto ($B; L; M; P; S; Z$) en sesdimensia klerigspaco (bildo 1.1. Vd. Frank/Meder, 1971, pj 26 - 37; Frank, 1984, pj 24 - 27). La analizo de ĉiu de ĉi tiuj komponantoj de la instrusituacio estas dispartigo en partajn komponantojn, kiuj povas esti siavice disfendebaj. Tiel oni fine alvenas al unuope mezuritaj valoroj (ekz. la nombro de la pikseloj) aŭ al trajtoj logike konstateblaj (ekz. „sono elmetebas“).

Konsiderendas, ke la tuto konsistas ne nur el la aro de la partoj sed krome el la aro de iliaj interrilatoj. Ne ĉiu formale ebla kombino de la ses klerigkomponantoj konformas al ebla instrusituacio: iu instrumento M ne nepre povas sekvi metodon B kaj tiel atingi ĉe difinita lernanto P en donita lernĉirkaŭaĵo S celitan kompetentecon Z pri certa instruaĵo L . La respektendaj interrilatoj estas la temo de la diversaj tipoj Δ de la didaktiko (en la senco de la klerigkibernetiko). Unu tipo de didaktiko, Δ_{32} , serĉas la taŭgajn instrumanierojn B (speciale: instrualgoritmojn por instruaŭtomato) kiel „didaktikan funkcion“ de la kvin aliaj „klerigvariabloj“ preskribitaj kiel la kondiĉoj de la konstru-

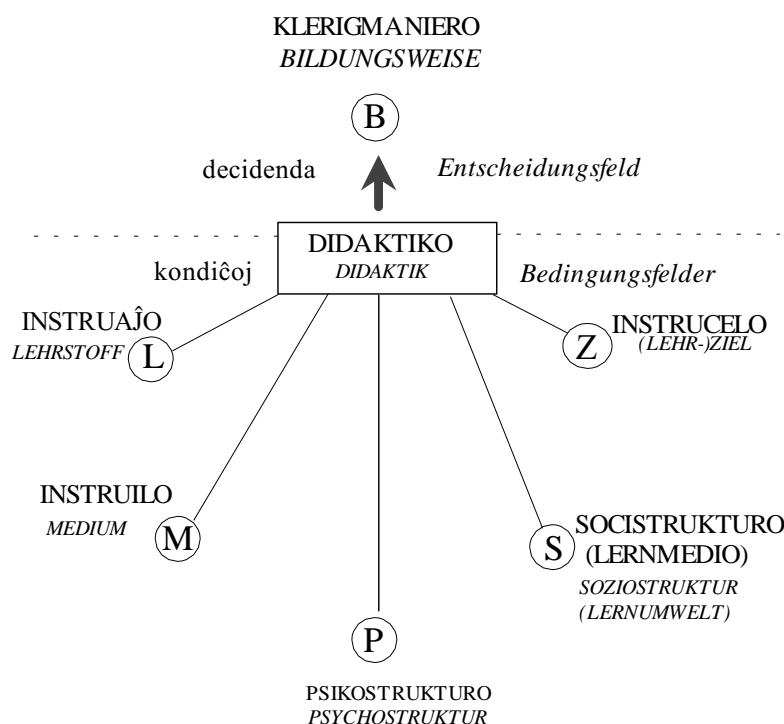
den unterrichteten Inhalt (Lehrstoff) L und die hinter diesem Lehren steckende Absicht (das Lehrziel) Z .

Es ist nützlich, das Lehrsystem Q als Paar zweier Komponenten zu betrachten: der „Bildungsweise“ B (das ist im Fall objektivierten Lehrens das pädagogische Soft) und der verwendeten Medien M . Der Unterricht wird somit quasi zu einem Punkt ($B; L; M; P; S; Z$) in einem sechsdimensionalen Bildungsraum (Bild 1.1. Vgl. Frank/Meder, 1971, S.26 - 37; Frank, 1984, S. 24 - 27). Die Analyse jeder dieser Unterrichtskomponenten ist eine Zerlegung in Teilkomponenten, die ihrerseits aufspaltbar sein können. So gelangt man schließlich zu einzelnen Messwerten (z.B. die Zahl der Pixel) oder zu logischen Merkmalsfeststellungen (z.B. „Tonausgabe ist möglich“).

Es ist zu beachten, dass das Ganze nicht nur aus der Menge der Teile sondern zusätzlich aus der Menge ihrer Beziehungen besteht. Nicht jede formal mögliche Kombination der sechs Bildungskomponenten entspricht einem möglichen Unterricht: ein Medium M kann nicht unbedingt einer Methode B folgen und so bei einem vorgegebenen Lerner P in einer gegebenen Umwelt S für einen gewissen Lehrstoff L eine gewisse Kompetenz Z erzielen. Die zu beachtenden Beziehungen sind Gegenstand der verschiedenen Typen Δ der Didaktik (im bildungskybernetischen Sinne). Ein bestimmter Didaktiktyp, Δ_{32} , sucht die geeigneten Bildungsweisen B (speziell: Lehralgorithmen für einen Lehrautomaten) als „didaktische Funktion“ der fünf anderen, als Bedingungen des zu konstru-

enda instrusituacio (bildo 1.2).

struierenden Unterrichts vorgeschriebenen „Bildungsvariablen“ (Bild 1.2).



Bildo 1.2: Didaktika tipo Δ_{32} : Estas *decidenda* inter la instrumanieroj *B*, kiuj konformas al preskribitaj *kondiĉoj* *L*, *M*, *P*, *S* kaj *Z*.

Bild 1.2: Didaktiktyp Δ_{32} : Zu *entscheiden* ist zwischen den Bildungsweisen *B*, welche vorgegebenen *Bedingungen* *L*, *M*, *P*, *S* und *Z* genügen.

Aliaj de la 62 tiaj tipoj de didaktikoj estas karakterizitaj per tio, ke *aliaj* klerigvariabloj estas preskribitaj (do estas kondiĉoj), tiel ke la taŭgaj valoroj en alia komplementa aro de klerigvariabloj estas serĉendaj (decidendaj). La kibernetika pedagogio priokupiĝis longe nur pri la didaktiko de la Programita Instruado. Se oni indikas laŭ alfabeto ordo, ĉu klerigvariablo estas preskribita (simbolo 0), ĉu serĉenda (simbolo 1), tiam ĉi tiu tipo de didaktiko estas simbole skribebla per la „kodvorto“ 100000, ĉar nur *B* estas serĉata. Oni donis la numeron 32 al ĉi tiu didaktiktipo, ĉar 100000 estas la duuma skribmaniero de 32.

Andere der 62 Didaktiktypen sind dadurch gekennzeichnet, dass *andere* Bildungsvariablen vorgeschrieben (also Bedingungen) sind, so dass die geeigneten Festlegungen in einer anderen Komplementärmenge von Bildungsvariablen gesucht (also zu entscheiden) sind. Die Kybernetische Pädagogik befasste sich lange nur mit der Didaktik der Programmierten Instruktion. Kennzeichnet man in alphabetischer Folge, ob eine Bildungsvariable vorgeschrieben (Symbol 0) oder gesucht ist (Symbol 1), dann beschreibt das „Kodewort“ 100000 diesen Didaktiktyp, da nur *B* gesucht ist. Dieser Didaktiktyp erhielt die Nummer 32, da 100000 die Dualzahldarstellung von 32 ist.

Kompleksa problemo ne senambigue determinas la manieron apliki la karteziian metodon, tiel ke la komponantoj de la tuto dependas de la vidpunkto de la analizanta subjekto. Tio ne estas argumento kontraŭ tiu metodo. Ĉar la analizo ne estas la celita, intersubjekte valida *rezulto* sed subjektdependa *interŝtupo* de la problemsolvo. Jam en la analiza geometrio la rektangula kartezia koordinataro ne estas senambigue determinita. Ĝi povas esti (laŭ la aliĝmaniero de la unuopa matematikisto) ŝovata, turnata aŭ anstataŭata per nerektangula kartezia koordinataro - eĉ per tute alia koordinatsistemo, ekz. per t.n. polusa koordinataro (bildo 1.3), en kiu punkto fariĝas duopo ($r; \varphi$), nome de distanco r dis de certa alia punkto (nome de la poluso) kaj angulo φ inter la direkto kaj certa alia direkto (nome tiu de la polusa akso).

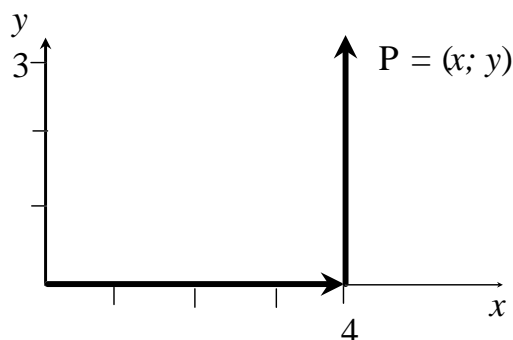
Analoge en la klerigkibernetiko estas uzataj (precipe de Harald Riedel kaj de Miloš Lánský, 1980) krom la klerigdimensioj inspiritaj de Heimann ankaŭ aliaj (Bild 1.4). Miloš Lánský sinsekvigas plurajn ŝtupojn de pedagogiaj esplorobjektoj tiel, ke sur ĉiu ŝtupo la esplorobjekto havas la saman strukturon: subjekto (ekz. lernanto) pritraktas objekton (ekz. instruadon), kion ebligas ambaŭflankaj instrumentoj de ĉi tiu interrilato; sur ĉiu sekvanta ŝtupo aperas la esplorobjekto (en la ekzemplo: la lernprocezo) kiel objekto pritraktata de alia subjekto (nome de instruisto) per ambaŭ-

Ein komplexes Problem bestimmt nicht eindeutig die Art der Anwendung der cartesischen Methode, so dass die Komponenten des Ganzen vom Gesichtspunkt des analysierenden Subjekts abhängen. Das ist kein Argument gegen jene Methode. Denn die Analyse ist nicht das erstrebte, intersubjektiv gültige *Ergebnis*, sondern nur eine subjektabhängige *Zwischenstufe* der Problemlösung. Schon in der analytischen Geometrie ist das rechtwinklige cartesische Koordinatensystem nicht eindeutig bestimmt. Es kann (nach dem Ansatz des jeweiligen Mathematikers) verschoben, gedreht oder durch ein nichtrechtwinkliges ersetzt werden - sogar durch ein völlig anderes Koordinatensystem, z.B. durch ein sog. Polarkoordinatensystem (Bild 1.3), in welchem ein Punkt zu einem Paar ($r; \varphi$) wird, nämlich zu einem Abstand r von einem festen anderen Punkt (nämlich dem Pol) und einem Winkel φ zwischen der Richtung und einer festen anderen Richtung (nämlich der Richtung der Polarachse).

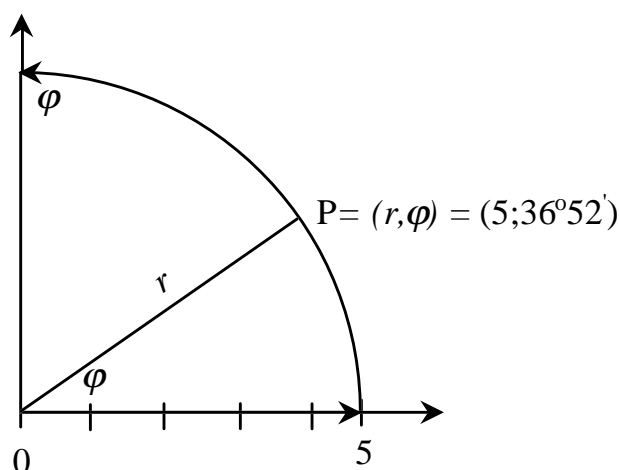
Analog werden in der Bildungskybernetik (insbesondere durch Harald Riedel und durch Miloš Lánský, 1980) außer den unter Heimanns Einfluss entstandenen Bildungsdimensionen auch andere verwendet (Bild 1.4). Lánský lässt mehrere Stufen pädagogischer Forschungsobjekte so aufeinanderfolgen, dass auf jeder Stufe das Forschungsobjekt dieselbe Struktur hat: ein Subjekt (z.B. ein Lerner) behandelt ein Objekt (z.B. einen Lehrstoff), was beiderseitige Instrumente dieser Beziehung ermöglichen; auf der jeweils folgenden Stufe erscheint das Forschungsobjekt (im Beispiel: der Lernprozeß) als Behandlungsobjekt eines anderen Subjekts (nämlich eines

flankaj instrumentoj.

Lehrers) mittels beiderseitiger Instrumente.



"traduko" $\left\{ \begin{array}{l} r \cos \varphi = x \\ r \sin \varphi = y \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} +\sqrt{x^2 + y^2} = r \\ \arctan \frac{y}{x} = \varphi \end{array} \right.$ "Übersetzung"



Bildo 1.3: Diversaj koordinataroj estas diversaj „lingvoj“, inter kiuj eblas „traduki“.

Ne la kartezia koordinataro karakterizas la karteziian aliĝmanieron, sed

(1) ajna diserigo en komponantojn kaj

(2) komence unuopa konsidero de la disaj komponantoj anstataŭ tuj kaj daŭre de la tuto. -

Tiom, kiom diversaj koordinataroj (ekz. la kartezia kaj la polusa) ebligas signi la samajn elementojn,

Bild 1.3: Verschiedene Koordinatensysteme sind verschiedene „Sprachen“, zwischen denen „übersetzt“ werden kann.

Nicht das cartesische Koordinatensystem kennzeichnet den cartesianen Ansatz, sondern

(1) irgend eine Komponentenzerlegung und

(2) eine anfängliche Einzelbetrachtung der getrennten Komponenten statt sofort und fortwährend des Ganzen. -

Soweit verschiedene Koordinatensysteme (z. B. das cartesische und das pol-

nataroj de Heimann, Riedel kaj Lánský. Tamen, ne ĉio estas perfekte tradukebla inter ĉi tiuj tri faklingvoj. Ĉar ili estas ne nur kvazaŭ tri diversaj, objektneŭtralaj okulvitroj ebligantaj diversmaniere vidi la elementojn de la sama mondo. Ili estas *filtrantaj* okulvitroj, kiuj kvazaŭ prijuĝas laŭ diversaj kriterioj, kio estas esenca; ili tial elfiltras diversajn „malgravajn trajtojn“ de la mondo kaj kondukas al tri diversaj „homomorfaj“ (t.e. plisimpligaj) modeloj de ĝi, koditaj de tri diversaj faklingvoj. Nocio vortigita per unu tia lingvo povas (kiel punkto dumaniere kodita en bildo 1.3) ja esti precize la nocio vortigita per esprimo en alia lingvo. Sed ĉi tiu povas ankaŭ esti ne tute precize la sama nocio, sed esti ĉu pli vasta (ĝeneraligo), ĉu pli malvasta (specialigo), ĉu iel „proksima“.

Sciencaj disputoj inter unuopaj esploristoj aŭ sciencaj skoloj tial devas komenci per komparado de iliaj terminologioj kaj esprimmanieroj. La rezulto povas esti, ke ĉiu flanko pliprecizigas sian faklingvon.

Ekzercotasko

Eldonisto donacis la restekzempleron de ILo-instrulibro al popola altlernejo. Stariĝas la didaktika demando, por kiaj lernantoj la libro taŭgas, kion kaj kiom ili probable povos lerni helpe de ĝi, kaj ĉu la lernado okazu dum kurso en salono de la popola altlernejo, aŭ ĉu la libro estu rekomendata por memlernado hejma.

Pri kiu tipo de didaktiko temas? Interpretu la kodvorton kiel numeron de la tipo en duuma skribmaniero!

zwischen den Bildungskoordinatensystemen von Heimann, Riedel und Lánský zu bahnen. Es ist aber nicht alles zwischen diesen drei Fachsprachen voll übersetzbar. Denn sie sind nicht nur drei verschiedene, objektneutrale Brillen zur Betrachtung der Elemente derselben Welt. Sie sind *filternde* Brillen, die sozusagen nach verschiedenen Kriterien beurteilen, was wesentlich ist; sie filtern daher verschiedene „unwesentliche“ Merkmale der Welt aus und führen zu drei verschiedenen „homomorphen“ (d.h. vereinfachenden) Modellen von ihr, die durch drei verschiedene Fachsprachen codiert werden. Ein in einer solchen Sprache ausgedrückter Begriff kann (wie ein in Bild 1.3 zweifach codierter Punkt) zwar genau derselbe sein, der auch in einer anderen ausgedrückt wird. Aber er kann auch abweichen, sei es verallgemeinernd, sei es spezialisierend, sei es irgendwie „naheliegend“.

Wissenschaftliche Auseinandersetzungen zwischen Einzelforschern oder wissenschaftlichen Schulen müssen mit dem Vergleich ihrer Begriffsbildungen und Ausdrucksweisen beginnen. Sie können zur allseitigen Fachsprachpräzisierung führen.

Übungsaufgabe

Ein Verleger schenkte die Restauflage eines ILo-Lehrbuchs einer Volkshochschule. Es erhebt sich die didaktische Frage, für welche Art von Lernern das Buch sich eignet, was und wieviel sie daraus wahrscheinlich lernen können, und ob dies beim Kurs in einem Volkshochschulraum geschehen soll, oder ob das Buch für das häusliche Selbststudium zu empfehlen ist.

Welcher Didaktiktyp liegt vor? Interpretieren Sie das Codewort als Typennummer in Dualzahldarstellung!