

V škole Igora Hrušovského sa vždy venovala veľká pozornosť exaktnosti myslenia a novej logike. To je podľa nášho názoru to charakteristické a nové, čo Igor Hrušovský a jeho škola priniesli do slovenského vedeckého myslenia.

Z týchto dôvodov sa sám Igor Hrušovský a jeho žiaci často vracali k logickému dielu G. W. Leibniza, ktorý venoval mnoho času objasneniu pojmu exaktnosti a prvý položil základy modernej matematickej logiky.

Vracaním sa k dejinám vynárania tých pojmov a tendencií, ktoré sú pre Igora Hrušovského najcharakteristickejšie, z našej strany najlepšie vedecky uctíme šesťdesiate narodeniny čelného predstaviteľa našej filozofickej školy.

1. Scientia generalis

Leibnizove snahy o vybudovanie novej logiky, ktorá by bola základom alebo skúmaním základov vtedajších vied a najmä ich encyklopedickej jednoty,¹ sú v podstate snahy o teóriu vzťahového systému,² alebo aspoň snahy o vybudovanie pomerne všeobecných modelov celkom abstraktného vzťahového systému. Tým sú súčasne aj snahami o všestrannú reformu logiky. Leibniz tieto snahy však nevedel úplne realizovať, lebo, podobne ako jeho doba, ani on sa nevedel celkom vymaniť spod vplyvu aristotelovského štýlu myslenia a scholastickej filozofie. Preto jeho nový spôsob myslenia, ktorý on tak často zdôrazňoval,³ je miestami veľmi podstatne zafarbený zvyškami starého štýlu myslenia a často zvädza jeho problematiku na falošné cesty. Prejavuje sa to najmä v tom, že hoci na jednej strane podáva náčrty novej vzťahovej logiky, na druhej strane (najmä vo filozofických spisoch) dokazuje, že všetky výpovede majú subjekt-predikátovú štruktúru,⁴ z čoho mu potom vyplýva, že vzťahy sú len ideálne bytia.⁵

Leibniz nezanechal nejakú súvislú, rozpracovanú logiku. Ostali po ňom len rôzne náčrty, fragmenty, krátke úvahy a pokusy. Tieto sú však takého charak-

¹ L. Couturat, *La Logique de Leibniz*, Paris 1901, 139; pozri Leibnizove *Fragmente zur Logik* vydané v Berlíne 1960, 13 (budeme užívať skratku *Fragmente*).

² Pozri V. Filkorn, *Pre-dialectical Logic*, Bratislava 1963, 16, 216 n.

³ Aristotelovu logiku nazýva len počiatkom, ABCdou (*Fragmente*, 8) a všetky doterajšie logiky nie sú ani tieňom tej logiky, o ktorú sa on usiluje (*Fragmente*, 3). Podobných tvrdení nájdeme u Leibniza mnoho.

⁴ Pozri B. Russell, *Philosophy of Leibniz*, London 1937, 4, 12 n.

⁵ „Pretože vzťah nie je ani substancia ani akcicens, musí byť čisto ideálnou vecou.“ G. W. Leibniz, *Die Philosophischen Schriften* (ed. G. J. Gerhardt, Berlin 1875–1932, zväzok VII, 401; budeme citovať skratkou *Phil. VII*, 401). V *Phil. II.*, 438 Leibniz hovorí, že realita vzťahov spočíva v tom, že boh sa díva na vzťahy medzi monadami.

teru, že samy ukazujú na súvislosti, ktoré sú medzi nimi, a tak sa z nich môže vylúpnuť celková Leibnizova koncepcia logiky, i keď je to spojené s určitými ťažkosťami spôsobenými vývinom a zmenami Leibnizových názorov.

U Leibniza sa stretávame s dvoma koncepciami logiky. S logikou v širšom slova zmysle a s logikou v úzkom slova zmysle. V prvom význame môžeme Leibnizovu logiku považovať za *všeobecnú vedu*,⁶ t. j. za vedu o tom, „čo je vo všeobecnosti mysliteľné, nakoľko je mysliteľné; [ona] obsahuje v sebe nielen logiku chápanú v doterajšom význame, ale aj umenie objavovania, ďalej metódu alebo pravidlo usporiadania, syntézu a analýzu, ..., nauku o poznaní, ... mnemoniku, charakteristiku alebo symboliku, kombinatoriku, ... filozofickú gramatiku; konečne Lullovské umenie, ..., možno aj ontológiu... Nezáleží príliš na tom, ako sa tieto vedy zadelia: tvoria totiž súvislý celok ako oceán“.⁷ Všeobecná veda, ktorá skúma základy ostatných vied,⁸ poskytuje metódu myslenia a objavovania⁹ a je súčasne aj teóriou encyklopédie.¹⁰

Všeobecná veda, ak má byť kôstrou a základom ostatných vied, musí byť exaktná, no nesmie sa stotožňovať s matematikou, ale skôr musí určovať základy exaktnosti aj samej matematiky.¹¹ Leibniz vari prvý jasno pochopil, že exaktnosť vedy nie je špecificky matematického charakteru, ale že je širšej povahy. Aj sama matematika je len preto exaktná, lebo sa buduje vo forme *kalkulu*.

2. Logický kalkúl

Na mnohých miestach Leibniz poukazuje na to, že matematické kalkuly sú len zvláštne prípady kalkulov vôbec, alebo zvláštnym prípadom všeobecného kalkul, ktorý sa dá aplikovať nielen na oblasť kvantity, ale aj na oblasť kvality, vzťahov a pod. To znamená, že Leibnizovi ide o *kalkul*, ktorý sa vzťahuje na všetky kategórie a im odpovedajúce oblasti.¹² Preto tento kalkul aplikovaný

⁶ „Všeobecná veda je akási tajná logika, pomocou ktorej sa môže hocičo objaviť a posúdiť.“ G. W. Leibniz, *Opusculæ et Fragmenta inedita* (par L. Couturat), Paris, 1903, 219. Budeme užívať skratku *Opusc.*; pozri *Opusc.*, 556 a R. Kauppi, *Über die Leibnizsche Logik*, Helsinki 1960, 15 n.

⁷ *Fragmente*, 74.

⁸ *Phil. VII*, 3.

⁹ *Opusc.*, 219. Túto metódu myslenia môžeme považovať za logiku v užšom slova zmysle. V *Phil. VII*, 172 stotožňuje Leibniz pravú logiku s vedou [umením] objavovania.

¹⁰ Leibniz spomína všeobecnú vedu v súvislosti s úvodom do *Tajnej encyklopédie* (*Fragmente*, 73). Obsah fragmentu *Tajná encyklopédia* je práve všeobecná veda.

¹¹ Základy exaktnosti vidí Leibniz v kombinatorickom charaktere vedy. Veda je natoľko exaktná, nakoľko sa v nej (samozrejme aj s ars charakteristikou) aplikuje jedna časť logiky, a to kombinatorika. „Je isté, že aj na rozvíjanie algebry potrebujeme kombinatoriku.“ *Phil. VII*, 18. Pozri Couturat, c. d., 286. Kým Descartovu a Kantovu koncepciu exaktnosti môžeme nazvať matematizmom, Leibnizovu koncepciu môžeme považovať za logicizmus. Dejiny samej matematiky ukázali, že Leibnizova koncepcia je plodná.

¹² Ako to vyplýva z jeho tvrdenia, podľa ktorého „nie všetky formule [výpovede napr.] svojou štruktúrou a obsahom vyjadrujú kvantitu a môže sa vymyslieť nekonečne mnoho spôsobov kalkulovania“, *Opusc.* 556; „dajú sa vymyslieť rôzne zákony kombinovania, a tým vznikajú rôzne spôsoby kalkulovania“, *Phil. VII*, 245. A konečne „kalkul vo všeobecnosti... sa veľmi líši

na poznanie (t. j. model kalkulu) môže byť teóriou vyjadrovania a usúšťavnenia celého myšlienkového obsahu a postupov poznania. Logika by sa z tohto hľadiska mohla chápať ako teória všeobecného kalkulu, prípadne ako jeden jeho model aplikovaný na usudzovanie, ktorý Leibniz nazýva *calculus ratiotinator* a ktorý definuje ako umenie ľahko a neomylné usudzovať.¹³ Tento kalkul sa dnes volá *logickým kalkuľom*.

Neomylnosť usudzovania vyplýva práve z kalkulového charakteru. Podstata kalkulu totiž spočíva v tom, že sa určia všetky formy (štruktúra) zložiek, o ktorých sa v kalkule hovorí (a preto aj všetky formy výpovedí), že sa do kalkulu nepripustia zložky (prvky, atómy, výpovede) inej štruktúry, t. j. že sa presne určí východisko kalkulu a že sa určia všetky pravidlá, pomocou ktorých zo zložiek dovolenej štruktúry sa dostanú ďalšie zložky.¹⁴ Pretože v kalkuloch je východisko jasne určené a jasne sú určené aj pravidlá, môžeme ľahko kontrolovať každý náš krok, t. j. každé použitie toho ktorého pravidla; môžeme ľahko zistiť, či použité pravidlo je niektoré z pravidiel kalkulu, a tak *bezpečne* zistiť, či nejaké zložky môžeme (po prípade nemôžeme) dostať z daného východiska pomocou daných pravidiel, teda či zložky, o ktorých sa tu hovorí, sú daným kalkuľom vypočítateľné.

Tieto naše vývody budeme ilustrovať najprv úplne jednoduchými kalkulami, ktoré však zapadajú do Leibnizových úvah.

Kalkul K_1 sa skladá z dvoch druhov zložiek (prvkov) a, b . Východisko V kalkulu K_1 bude a ; bude mať dve pravidlá P, a to P_1 a P_2 .

$$\begin{array}{ll} x \Rightarrow x b & P_1 \\ x \Rightarrow a x a & P_2, \end{array}$$

prícom x je premenná, do ktorej sa dajú dosadiť všetky tie zložky, ktoré sú buď východiskom, alebo ktoré vzniknú z východiska pomocou pravidiel P . Znak $\Rightarrow$ v pravidlách vyjadruje to, že z x dostaneme $x b$ (podľa P_1) a že z x dostaneme $a x a$ (podľa P_2).¹⁵ O všetkom, čo dostaneme z a pomocou P_1 alebo P_2 , hovoríme, že je v K_1 *odvodené*. Tak napr. $a a b a$ sa dá v K_1 odvodiť nasledovne: Ako východisko V zoberieme a . To znamená, že v P_1 za x dosadíme a . Použijúc P_1 z a dostaneme $a b$. Nakoľko $a b$ je odvodené, môžeme ho dosadiť za x v P_2 a podľa P_2 dostaneme $a a b a$. Tieto postupy môžeme prehľadne vyjadriť takto:

$$\begin{array}{ll} a & (\text{východisko } V) \\ a \Rightarrow a b & (\text{podľa } P_1) \\ a b \Rightarrow a a b a & (\text{podľa } P_2) \end{array}$$

od algebrý. Jestvujú totiž kalkuly, ktoré sa veľmi rôznia od dosiaľ používaných, a v ktorých znaky [charaktery] neoznačujú kvantitu... ale úplne iné veci, ako napr. ... kvality, vzťahy". G. W. Leibniz, *Mathematische Schriften* (ed. Gerhardt) VII, 207 (budeme užívať skratku *Math.*).

¹³ *Opusc.* 239, pozri H. Scholz, *Geschichte der Logik*, Berlin 1931, 51.

¹⁴ „Kalkul pozostáva v tvorení vzťahov pomocou transformovania formúl podľa určitých predpísaných zákonov... Čím viac zákonov sa predpíše, tým je kalkul zložitejší." *Fragmente*, 114.

¹⁵ Pozri napr. P. Lorenzen, *Einführung in die operative Logik und Mathematik*, Berlin 1955, 14 n.

Rovnako môžeme odvodiť aj zložku (formulu, výpoveď) $a a b b b a$.

a	(východisko V)
$a \Rightarrow a b$	(podľa P_1)
$a b \Rightarrow a b b$	(podľa P_1)
$a b b \Rightarrow a b b b$	(podľa P_1)
$a b b b \Rightarrow a a b b b a$	(podľa P_2)

Iný podobný kalkul K_2 sa určí nasledovne:

b	(východisko V)
$x \Rightarrow x a$	(pravidlo P_1)
$x, y \Rightarrow x y$	(pravidlo P_2), pričom aj y je premenná.

Podľa P_2 z oddelených zložiek x a y dostaneme nový zložitejší celok $x y$. V tomto kalkule môžeme vyvodiť napr. $b a a b a b a a a$ nasledovne:

(1) b	(východisko)
(2) $b a$	(podľa P_1)
(3) $b a a$	(podľa P_1)
(4) $b a a b a$	[podľa P_2 spojením (3) a (2)]
(5) $b a a a$	[podľa P_2 z (3)]
(6) $b a a b a b a a a$	[podľa P_2 spojením (4) a (5)].

Leibniz podal návrhy na niekoľko druhov kalkulov, a to na rôzne matematické, geometrické a logické kalkuly. Z ohromného množstva kalkulov sa logické kalkuly vydeľujú tým, že prvky v nich sú pojmy alebo výpovede, že vlastnosti týchto prvkov sú pravda alebo nepravda, prípadne pravdepodobnosť a že kalkulovanie v nich je uzatváranie z výpovedí na výpovede.¹⁶ Logické kalkuly môžeme považovať za logiku v užšom slova zmysle a ju chápať buď ako súhrn logických kalkulov, alebo ako teóriu logických kalkulov, alebo ako oboje. Väčšina Leibnizových rozpracovaných projektov logického kalkulu chce kalkulovo vyjadriť teóriu sylogizmu. Uvedieme len jeho tri pokusy.

Prvý pokus o „všeobecný“ kalkul¹⁷ môžeme charakterizovať pomocou štyroch pravidiel:

$a b \Rightarrow a$	P_1 (čítame: $a b$ je a ¹⁸)
$a b \Rightarrow b$	P_2
$a \Rightarrow a$	P_3
ak $(a \Rightarrow b, b \Rightarrow c)$ tak $(a \Rightarrow c)$ P_4	

Ako východisko môžeme zobrať celky nasledujúcich foriem: $a b \Rightarrow c$ alebo $a \Rightarrow b c$ a pod. Ak ako východisko vezmeme výpovede (celky, zložky):

$a \Rightarrow b d$	V_1
$b \Rightarrow c$	V_2

¹⁶ *Fragmente*, 228.

¹⁷ *Fragmente*, 128 n.

¹⁸ Napr. rozumný živočích je rozumný, alebo ak je nejaký živočích rozumný, tak je rozumný.

tak $a \Rightarrow c$ odvodíme nasledovne:

- | | | | |
|-----|-------------------|-----|---|
| (1) | $a \Rightarrow b$ | d | V_1 |
| (2) | $b \Rightarrow d$ | | $[z (1) \text{ podľa } P_1]$ |
| (3) | $a \Rightarrow b$ | | $[z (1) \text{ a } (2) \text{ podľa } P_4]$ |
| (4) | $b \Rightarrow c$ | | V_2 |
| (5) | $a \Rightarrow c$ | | $[z (3) \text{ a } (4) \text{ podľa } P_4]$ |

Leibniz si vysoko vážil svoj druhý pokus o kalkul,¹⁹ v ktorom pomocou vzájomnej dosaditeľnosti definoval totožnosť a totožnosťou definoval vzťah inklúzie, ktorou sa vyjadruje kopula „je“ v subjekt-predikátovej logike. Okrem toho tu Leibniz pomerne podrobne skúma vzťahy medzi pravdou a nepravdou, negáciou a kladom výrazov (výpovedí).

$a = b$ sa dá definovať ako a je b a b je a alebo

$a = b$ je to isté ako $a \subset b$, $b \subset a$, pričom $a \subset b$ sa definuje pomocou $a = b y$, pričom y je neurčitý koeficient, ktorý partikularizuje b tak, že je totožné s a . Tak napr. výpoveď „človek je zviera“ je taká istá ako výpoveď „človek je to isté ako ... zviera“.²⁰ Ak predpokladáme platnosť vety $a = a$, tak miesto $a = y b$ môžeme písať $a = a b$, lebo

- (1) $a = y b$, z toho dostaneme
- (2) $a = y b b$
- (3) $a = a b$ tak, že miesto $y b$ v (2) dosadíme a podľa (1).

Sylogizmus Barbara „ a je b a b je c tak a je c “ sa bude formulovať nasledovne:

$a = a b$, $b = b c \Rightarrow a = a c$ a dokazovať nasledovne:

$$\begin{array}{ll} a = a b & V_1 \\ b = b c & V_2 \end{array}$$

Totožné výrazy sa môžu vzájomne dosadzovať (P_1).²¹

- (1) $a = a b c$ (vo V_1 sme pomocou P_1 na základe V_2 miesto b dosadili $b c$)
- (2) $a = a c$ [v (1) sme $a b$ pomocou P_1 na základe V_1 nahradili výrazom a].

Čiastočné výpovede „niektoré a sú b “ Leibniz formuluje pomocou rovnice $a x = b y$ a podobne ako móds Barbara, dokazuje aj ostatné mody sylogizmu. Negatívne výpovede vyjadruje pomocou nerovnosti $\neq$.

¹⁹ Ktorý má titul *Generales inquisitiones de analysi notionum et veritatum. Fragmente*, 241 n. Pozri najmä 251 n.

²⁰ Tri body vyjadrujú premennú y , do ktorej treba dosadiť napr. slovo „rozumové“, a tým sa výraz „zviera“ partikularizuje.

²¹ Toto pravidlo je u Leibniza veľmi dôležité, ba zdá sa, že v určitej dobe ho Leibniz považoval za jedinú, nakoľko „dôslednosť je dosadzovanie rovnocenných výrazov“. *Fragmente*, 121, 120, 96.

Hoci sa Leibniz i v tomto kalkule obmedzuje na vyjadrenie Aristotelovej sylogistiky, nemôžeme si nevšimnúť, že tým, že ju zredukoval na jeden určitý vzťah, súčasne vyjadril aj jej veľmi partikulárny charakter, a tým ju zaradil do širších súvislostí teórie vzťahov.²²

Tretí kalkul, ktorý ešte spomenieme, sa skladá z už spomínaného pravidla dosadzovania ekvivalentných výrazov, pričom dosadzovanie je obmedzené nasledujúcimi podmienkami:

- (1) $a = a$
- (2) $\bar{a} = \bar{a}$
- (3) $a a = a$
- (4) $\bar{a} = a$
- (5) $a = b \Rightarrow a c = b c$
- (6) $a = b \Rightarrow \bar{a} = \bar{b}$
- (7) nejestvuje $a \bar{a}$

Dôsledky sa vyvodzujú nasledovne:

- (8) $a = b \Rightarrow a b = b$.

Ako východisko zoberme $a = b$. Z neho dostaneme

$$a b = b b \quad [\text{podľa (5)}]$$

$$a b = b \quad [\text{podľa (3)}]$$

- (9) $a = b c \Rightarrow a b = b c$.

Východisko, predpoklad, z ktorého začneme dokazovať teorému (9), bude²³

$a = b c$. Z neho dostaneme:

$$a b = b b c \quad [\text{podľa (5)}]$$

$$a b = b c \quad [\text{podľa (3)}]$$

- (10) $\bar{a} = b \Rightarrow \bar{b} = a$

$\bar{a} = b$ bude východisko, z ktorého dostaneme:

$$\bar{a} = \bar{b} \quad [\text{podľa (6)}]$$

$$a = \bar{b} \quad [\text{podľa (4)}].$$

²² Leibniz niekedy hovorí, že pravidlá sylogizmu sú len koroláre teorém kalkulu vyjadrujúceho vzťah inklúzie. Takéto chápanie, predpokladajúce obmedzenosť Aristotelovej logiky, je nearistotelovské, ale historicky úplne opodstatnené. Pozri J. Lukasiewicz, *Aristotle's Syllogistic*, Oxford 1954, 130.

²³ Pozri *Fragmente*, 297. Jestvuje hlboká príbuznosť medzi týmto spôsobom dokazovania a Gentzenovou prirodzenou dedukciou.

$$(11) \quad a = b \, c \Rightarrow a = a \, c$$

$a = b \, c$ bude východiskom, z ktorého dostaneme:

$$a \, a = a \, b \, c \quad [\text{podľa (5)}]$$

$$a = a \, b \, c \quad [\text{podľa (3)}]$$

$$a = b \, c \, b \, c \quad (\text{podľa východiska})$$

$$a = b \, c \, c \quad [\text{podľa (3)}]$$

$$a = a \, c \quad (\text{podľa východiska}).$$

3. Characteristica universalis

Nebudeme sledovať ďalšie Leibnizove kalkuly, ale si skôr všimneme jednu ich spoločnú vlastnosť. Ak kalkuly, včítane logického kalkulu, majú byť použiteľné, ak sa v nich nemá stratiť práve charakter kalkulu, nemôžu sa budovať bežnou rečou, plnou mnohoznačností, ale, podobne ako algebra, umelou rečou. Slovník a gramatiku tejto reči skúma ďalšia disciplína všeobecnej vedy — *všeobecná charakteristika*, ktorú môžeme považovať za akúsi všeobecnú teóriu znakov, postihujúcu celý možný obsah poznania a nielen, ako je to pri algebre, možný obsah toho, čo je predstaviteľné.²⁴ Leibniz bol presvedčený, že úspechy matematiky pochádzajú z toho, že matematika neužíva ťažkopádnu hovorovú reč, ale že veci a vzťahy, o ktorých hovorí, nahrádza znakmi.²⁵ Tieto znaky, ktoré *priamo* predstavujú veci a vzťahy alebo pojmy o nich, sa nazývajú *charaktery*. Užívanie charakterov uľahčí prácu, zabráni neužitočným, nevecným úvahám, upevňuje myseľ a zaručuje bezpečný a rýchly postup. Aby však charaktery mohli plniť tieto úlohy, musia podliehať určitým podmienkam skúmaným vo vede, ktorá sa volá aj *ars characteristica*. Z týchto podmienok najdôležitejšia hovorí, že charaktery môžu byť síce ľubovoľné, ale vzťahy medzi nimi nesmú byť ľubovoľné, lebo nimi sa vyjadrujú súvislosti medzi vecami reprezentovanými svojimi charaktermi. A práve tieto vzťahy sú základom pravdy.²⁶ Tak napr. čísla môžeme vyjadriť rôznymi charaktermi (napr. rímskymi, arabskými ciframi, dvojkovou, trojkovou, ..., n-adickou sústavou) no aritmetické pravdy budú od toho nezávislé. To znamená, že keď sa rozhodneme pre určité charaktery (a pre celú určitú charakteristiku) tak ich musíme tak spájať (kombinovať), aby medzi nimi a vzťahmi medzi nimi²⁷ bolo jednoznačné priradenie. Ako ďalšia podmienka zaručujúca bezpečnosť postupu pristupuje okolnosť, že kombinácia charakterov musí odpovedať logickým súvisom medzi pojmami, prostredníctvom ktorých sa charaktery vzťahujú na predmety, a to tak, aby z formy, zo skladby charakterov sa dali odvodiť všetky vlastnosti pojmov. No a konečne „cieľom ... charakteristiky

²⁴ *Math. I*, 26. Vo *Fragmente*, 452 sa hovorí, že „všeobecná matematika je logika, ktorá má ako predmet to, čo je predstaviteľné“.

²⁵ *Math. VII*, 17; *Fragmente*, 89.

²⁶ *Phil. VII*, 192.

²⁷ Pozri H. Scholz, c. d., 52.

je užívať (a objaviť) také charaktery, aby *všetky* dôsledky, ktoré sa *môžu vyvodit'* z daných predpokladov, vyplynuli už zo samých ich charakterov",²⁸ takže prípadné chyby usudzovania by sa dali odkryť z konštrukcie samých charakterov,²⁹ podobne ako v každom kalkule sa hneď odokryjú chyby kalkulovania; potom stačí zobrať pero a pochybovačovi o pravosti nášho postupu a jeho výsledkov povedať „počítajme pane“.³⁰

Leibniz hľadal celý život všeobecnú charakteristiku, ktorá by sa vzťahovala na celý encyklopedický komplex nášho poznania a pritom by vyhovovala uvedeným podmienkam, a tak znamenala realizáciu univerzálneho kalkulu. Nachádzame u neho rôzne pokusy o aritmetickú, algebraickú, geometrickú³¹ a mechanickú³² charakteristiku. Všetky sú vlastne rôzne modely rôzne široko koncipovaných vzťahových systémov.

V jednom druhu aritmetickej charakteristiky sa každému predmetu a pojmu o ňom priradí číslo, ktoré daný predmet v daných súvislostiach charakterizuje. Leibniz, podobne ako celá vtedajšia veda, vychádza pritom z predstavy jednoduchých prvkov (pojmov), z ktorých pomocou rôznych súvislostí vznikajú všetky zložité predmety (a im odpovedajúce zložité pojmy). Jednoduchým prvkom (odzrkadleným jednoduchými pojmami) priraduje Leibniz jednoznačne ako charaktery prvočísla. Charaktery sa konštruujú nasledovným spôsobom.³³ Každému výrazu (teda každému subjektu alebo predikátu, lebo Leibniz pri tejto príležitosti skúma len subjekt-predikátovú štruktúru výpovedí) sa priradí buď prvočíсло, alebo číslo, ktoré je výsledkom násobenia prvočísel. To znamená, že zloženému výrazu sa priradí číslo, ktoré je výsledkom násobenia čísiel, ktoré sú priradené výrazom, z ktorých sa zložený výraz skladá. Keď sa napr. výrazu „zvíra“ priradí číslo 2 (vo všeobecnosti číslo a) a výrazu „rozumné“ priradí číslo 3 (vo všeobecnosti b), tak výrazu „človek“ sa priradí číslo 6 (t. j. $a \cdot b$). Potom akémukoľvek výrazu (subjektu) môžeme pravdivo priradiť všetky tie predikáty, ktorých charaktery sú deliteľmi charakteru subjektu. Preto všeobecná kladná výpoveď je vtedy pravdivá, keď číslo subjektu sa bez zvyšku delí číslom predikátu. Čiastočne kladná výpoveď je vtedy pravdivá, keď číslo predikátu sa bez zvyšku delí číslom subjektu alebo naopak. Leibniz neskoršie pozmenil svoj názor a oprel sa o myšlienku, že v čiastočnej kladnej výpovedi predikát je obsiahnutý v časti subjektu. Všeobecná záporná výpoveď je vtedy pravdivá, keď číslo subjektu sa nedá bez zvyšku deliť číslom predikátu a naopak, keď číslo predikátu sa nedá bez zvyšku

²⁸ *Fragmente*, 91, 93. „Objavil som vynikajúci nástroj, ktorým sa dá ukázať, že usudzovania sa dajú kontrolovať číslami... keď ich [charakteristické čísla] použijeme... dokážem všetky logické pravidlá a ukážem, ako sa dá poznať, či dôkazy sú, čo do formy, správne.“ *Phil.* VII, 189.

²⁹ „[*Ars characteristica*] môže odkryť chyby usudzovania zo samého usporiadania a konštrukcie znakov. ... Paralogizmy potom nie sú ničím iným ako chybami počítania v aritmetike.“ *Phil.* VII, 205.

³⁰ *Fragmente*, 91.

³¹ Geometrická interpretácia vzťahov medzi pojmami (v sylogistike) pomocou úsečiek alebo kružníc je veľmi známa. Pozri *Fragmente*, 357 n, 372 n, 403 n.

³² Leibniz hovoril o mechanizme usudzovania (t. j. obraze usudzovania pomocou stroja) a charakteristiku samu nazval strojom. *Phil.* VII, 10.

³³ *Fragmente*, 170 n.

deliť číslom subjektu. Čiastočná záporná výpoveď je vtedy pravdivá, keď číslo subjektu sa nedá bez zvyšku deliť číslom predikátu. Tieto definície sa dajú vyjadriť nasledovnými rovnosťami a nerovnosťami:

výpoveď A $S = P y$

výpoveď I $S x = P y$

výpoveď E $S x \neq P y$

výpoveď O $S \neq P y$

Uvedené štyri definície sú základom, na ktorom sa dá vybudovať celá Aristotelova logika.³⁴

Lebniz však nebol s touto charakteristikou spokojný a vzťah nerovnosti sa usiloval odstrániť tým, že zaviedol negatívne pojmy, ktoré charakterizoval buď pomocou celých záporných čísiel, buď pomocou zlomkov (kladnému pojmu s charakterom b odpovedá záporný pojem s charakterom $1/b$).³⁵ Tak vznikali Leibnizovi rôzne druhy kalkulov, v ktorých správne sylogistické usudzovanie, vyvodzovanie je počítanie³⁶ a je práve tak málo obdivuhodné ako bezchybné sčítanie alebo násobenie veľkých čísiel v aritmetike.³⁷

4. Encyklopedická štruktúra vied

Leibniz sa však neobmedzil len na charakteristiky vzťahujúce sa na subjekt-predikátovú logiku. Stále mal na mysli univerzálny kalkul a tento sa nemôže zaobiť bez univerzálnej umelej reči, ktorou by sa vyjadrili všetky naše myšlienky, ktorou by sa mohli všetci porozumieť, ktorú by sa všetci ľahko naučili a ktorou by sa vo všetkých vedách (včítane etiky a metafyziky — filozofie) dalo dosiahnuť to, čo sa dosiahlo v matematike a v geometrii.³⁸ Pritom ako na prekážku narážal na okolnosť, že konštrukcia primeranej univerzálnej reči predpokladá poznanie celkovej situácie vo vedách a vybudovanie aspoň základov encyklopédie. Charakteristika totiž má byť nástrojom encyklopédie³⁹ a všeobecnej vedy.⁴⁰ Aby sa encyklopédia a jej odpovedajúca všeobecná veda dala vybu-

³⁴ *Fragmente*, 171; A E I O sú skratky pre všeobecnú kladnú, zápornú, čiastočnú kladnú a zápornú subjekt-predikátovú výpoveď.

³⁵ *Fragmente*, 210 n., 285.

³⁶ *Fragmente*, 228; „v budúcnosti počítanie a uzatváranie bude to isté“.

³⁷ Tento Leibnizov názor môžeme považovať za vedecký optimizmus, ktorý má úzký vzťah k jeho ontologickému optimizmu. Vedecký optimizmus bol veľmi vážne ohrozený Gödelovým objavom o nerozriešiteľnosti predikátovej logiky. Problému nerozriešiteľnosti je venované dnes obrovské množstvo literatúry, ktorú čitateľ nájde napr. v knihe H. Hermes, *Aufzählbarkeit, Entscheidbarkeit, Berechenbarkeit*, Berlin 1961.

³⁸ V takej reči by musel byť presný poriadok medzi všetkými pojmami, t. j. taká reč by musela byť systémom. Ako príklad môžeme uviesť poriadok, ktorý je medzi číslami a z toho vyplývajúcu okolnosť, že v cudzej reči sa ľahko naučíme pomenovať všetky čísla, hoci i pomocou veľkého množstva slov. V dobre skonštruovanej univerzálnej reči by sme podobne vedeli pomenovať a vysloviť aj ostatné naše myšlienky. Z toho nasleduje, že univerzálna reč je dôsledkom univerzálneho kalkulu. (Pozri o tom Descartov list Mersennovi, *Fragmente*, 450.)

³⁹ „Kto sa učí tento [všeobecný] jazyk, učí sa súčasne encyklopédiu.“ *Phil. VII*, 13.

⁴⁰ „V charakteristike je obsiahnutý opravdivý nástroj všeobecnej vedy.“ *Fragmente*, 113.

dovať pomocou primeranej charakteristiky, musia sa pomerne dokonale preskúmať základy všetkých vied, čím by sa došlo k zoznamu základných pojmov, na ktorých spočívajú jednotlivé vedy, a z ktorých sa pomocou operácií dedukcie a definície dá vybudovať celý ich obsah. Z tohto hľadiska prirodzenou bude tá charakteristika, v ktorej sa najjednoduchšie znaky priradia práve základným pojmom a v ktorej sa zložitejšie znaky budú tvoriť tak, aby *svojou stavbou* reprezentovali vzťahy medzi jednoduchými pojmami. Na to je však potrebná *analýza* celku poznania (všetkých vied), ktorou dôjdeme k základným pojmom, lebo len tak pomocou syntézy (kombinácií, definícií a dedukcií) môžeme postihnúť presnú stavbu vied. Tak sa analýza a kombinatorika stáva nástrojom charakteristiky, a tým aj časťou logiky chápanej ako vedy o základoch vied.

O analýze a syntéze Leibniz hovorí, že tvoria spolu metódu (alebo umenie) objavovania.⁴¹ Analýza sa vo všeobecnosti môže dotýkať predmetov alebo poznatkov. V prvom prípade naše „skúmanie je analytické, keď sám predmet s najväčšou možnou presnosťou rozložíme na časti, pričom dôkladne pozorujeme polohu, súvislosť, formu častí a časti v častiach,“⁴² alebo keď od množstva pozorovaných javov dochádzame k ich jednote, k zákonu. V druhom prípade analýza je hľadanie ciest (súvislostí), ktoré vedú od daného nerozriešeného problému k jednoduchým už rozriešeným problémom, a je skúmanie, či to, čo sa hľadá, je danými podmienkami jednoznačne určené. Vo všeobecnosti môžeme povedať, že analýza pozostáva v rozklade zložitých výrazov na jednoduchšie. No rozkladať výraz na niekoľko jednoduchších výrazov, ktoré spoluvzaté sú s ním ekvivalentné, znamená vysvetliť ho alebo definovať.⁴³ Preto analyzovať znamená definovať výrazy nahradiť definíciou, pričom tento postup je súčasne aj podstatnou súčasťou dôkazov.⁴⁴ Definície však nesmú byť ľubovoľné, ale viazané na podmienky, z ktorých najdôležitejšia je tá, ktorá požaduje, aby definujúce výrazy neboli protirečiacie, lebo v tom prípade by sa o definovanom výraze dali vysloviť dve protirečiacie si výpovede a dôkazy, ktoré sa opierajú o také definície, by boli nepoužiteľné.⁴⁵ Vylúčiť protirečivosť výrazu *a* znamená dokázať, že neplatí *a* . *a*, a tým samým dokázať *možnosť* výrazu *a*.⁴⁶ Preto definovanie sa dotýka len neprotirečivých, a teda možných výrazov a celá analýza spočíva na predpoklade možnosti. Aby sa tento predpoklad analýzy mohol realizovať, musíme tak postupovať, že zložené výrazy (pojmy), v ktorých môže byť skryté protirečenie, rozložíme na jednoduché pojmy, teda na také, ktoré na svoje pochopenie nepotrebujú iné pojmy, ktoré okrem seba nič neimplikujú, ktoré sa len na seba vzťahujú a tak sú so sebou totožné. Takéto jednoduché pojmy sú nutne možné, lebo protirečivé pojmy by implikovali (a by sa vzťahovali aj na) iné pojmy, lebo z nich nasleduje hocičo, nehovoriac o tom, že protirečivý pojem je zložitý

⁴¹ *Fragmente*, 85.

⁴² *Fragmente*, 86.

⁴³ *Fragmente*, 122. „Každá recipročná vlastnosť môže byť definíciou.“ *Fragmente*, 123.

⁴⁴ Nakoľko „dôkaz je len reťaz definícií,“ (Phil. I, 174) a „definícia je princíp dôkazu.“ Phil. VII, 191.

⁴⁵ *Fragmente*, 26.

⁴⁶ *Fragmente*, 263.

(má za obsah a a to, čo a nie je). Ak ako model tvorenia zložených pojmov vezmeme násobenie, tak jednoduché budú tie pojmy, ktoré nebudú mať ani jeden faktor spoločný, a preto budú navzájom disparátne.

Leibniz bol presvedčený, že hoci množstvo našich možných poznatkov je obrovské (veď vyvodzovanie teorém v logike a matematike nemá hraníc), jestvuje len málo základných pojmov, z ktorých sa spájaním, kombinovaním dajú vytvoriť všetky ostatné a len málo základných viet, z ktorých sa ostatné dajú odvodiť.⁴⁷ Ako príklad uvádza Leibniz dvojkovú sústavu, v ktorej pomocou jednotky a nuly a zákona ich usporiadania môžeme definovať a určiť nekonečné množstvo čísiel. *Všeobecná analýza* ľudského poznania nám tak ukazuje základy, na ktorých spočívajú všetky vedy, a preto ukazuje aj predpoklady univerzálnej charakteristiky.

Vylúčenie protirečenia v oblasti pojmov (definícií) nesie so sebou aj vylúčenie protirečenia v oblasti výpovedí (viet). Výpovede, ktorých opak nie je možný, sú nutné; avšak tam, kde neplatí $a \cdot a$ (kde opak nie je možný), tam platí $a = a$. Preto nutné vety sú tie, ktoré sú identické, alebo ktoré sa pomocou definícií (opierajúcich sa tiež o vylúčenie protirečivosti) redukujú na identické vety,⁴⁸ ktoré jediné sú absolútne a v sebe pravdivé.⁴⁹ Pravdivé vety dokážeme tak, keď ukážeme, že charakter predikátu je obsiahnutý v charaktere subjektu a nutné vety dokážeme ich redukciou na identické vety,⁵⁰ lebo vtedy je opak nemožný a táto nemožnosť je princípom istoty. Tým, že Leibniz, charakterizoval vedu ako poznanie pravdy pomocou istých dôkazov,⁵¹ zredukoval ju na obrovskú to-
tožnosť.⁵²

Pretože v nutných vetách je opak nemožný a v tom zmysle nemysliteľný, avšak pretože si vieme neprotirečivo myslieť aj iné svety, ktoré sú od nášho sveta odlišné,⁵³ preto nutné vety budú také, ktoré sa nemôžu obmedziť len na náš svet, ale sa vzťahujú aj na iné svety, ktoré síce nejstávajú, ale sú možné,⁵⁴

⁴⁷ „Všetky ľudské myšlienky sa dajú rozložiť na malé množstvo jednoduchých myšlienok.“ *Phil. VII*, 205. Pozri *Fragmente*, 25 n.

⁴⁸ *Fragmente*, 263, 287, 426.

⁴⁹ *Fragmente*, 76.

⁵⁰ *Fragmente*, 288.

⁵¹ *Fragmente*, 121.

⁵² Ako príklad takej redukcie uvádza Leibniz dôkaz nutnej vety: „dvanásťnásobok je štvornásobok“. Dvojnásobok (troj-štvor-násobok) je číslo deliteľné dvoma (tromi, štyrmi). Každé číslo sa rozloží na čísla, ktorými je deliteľné. Veta, ktorú máme dokázať, sa dá rozložiť na identické vety nasledovne. Dvanásťnásobok je dvojšesťnásobok (definícia). Šesťnásobok je dvojtrojnásobok (definícia). Substitúciou dostaneme vetu: Dvanásťnásobok je dvojdvajtrojnásobok. No dvojdvajtrojnásobok je štvornásobok (definícia). Preto dvanásťnásobok je štvortrojnásobok. Z toho vyplýva, že dvanásťnásobok je štvornásobok. *Fragmente*, 426. Pozri I. Hrušovský, *Teória vedy*, Bratislava 1941, 31.

⁵³ Táto okolnosť je pre Leibniza znakom, že náš svet nejstáva nutne.

⁵⁴ „Nutné pravdy platia nielen dokiaľ svet bude jestvovať, ale platili by aj keby svet bol... inak stvorený.“ *Fragmente*, 428.

t. j. neimplikujú protirečenie.⁵⁵ Pretože definovanie a dokazovanie tvorí kostru, základ vedy, pretože tieto postupy spočívajú na vylúčení protirečenia a pretože logika sama chce byť nástrojom vedy, môžeme týmito okolnosťami definovať aj samu logiku. V tomto zmysle by leibnizovská logika bola „systematickým skúmaním vlastností každého možného sveta“,⁵⁶ a bola by v organickom súvisi so všeobecnou vedou ako náukou o mysliteľnom.⁵⁷

Leibniz si uvedomuje, že nie všetky pravdivé vety sa dajú zredukovať na totožnosti, lebo mnohé majú existenčný charakter a vyjadrujú vlastnosti nášho sveta. Vedu o našom svete robíme potom tak, že sa opierame o hypotézy a skúsenosť, ktorá je určitým dôkazom toho, že predmety, ktoré poznáme skúsenosťou, sú možné.⁵⁸ Tak sa napr. možnosť kružnice dokáže tým, že sa skonštruje.

5. Ars combinatoria

Videli sme, že cieľom analýzy je utvorenie pevných základov a predpokladov, na ktoré sa môže opierať *syntetická metóda* (kombinatorika), ktorá vychádzajúc z jednoduchého a všeobecného ako zo základu, dochádza pomocou objavovania súvislostí k zložitému a konkrétnemu.⁵⁹ Aby to kombinatorika mohla realizovať, musí „študovať vzťahy, ktoré môžu jestvovať medzi akýmikoľvek objektami... (preto kombinatorika) je všeobecná veda o abstraktných vzťahoch“.⁶⁰ Kým kombinatorika je teória vzťahov vôbec,⁶¹ sú iné disciplíny teórie určitých vzťahov. Tak na mnohých miestach Leibniz charakterizuje algebru ako teóriu vzťahu rovnosti a nerovnosti,⁶² Aristotelovu logiku ako dôsledok teórie vzťahu podobnosti a inklúzie,⁶³ pričom teória vzťahu podobnosti zasahuje aj do geometrie a iných disciplín. V súvislosti s geometriou Leibniz preskúmal aj vzťahy koincidencie, kongruencie, inklúzie a podobnosti, ako aj ich vlastností. Pokúsil sa o kombináciu vzťahov (tak kongruenciu určuje ako spojenie rovnosti s podobnosťou⁶⁴), a tak vlastne začal skúmať vzťahy medzi vzťahmi. Prejavilo sa to aj v tom, že

⁵⁵ *Fragmente*, 264, 466.

⁵⁶ H. Scholz, *Logistik*, Münster 1933, 32 (lytograf). Pre Leibniza preto „pravá metafyzika nie je odlišná od pravej logiky, t. j. od vedy (umenia) objavovania vo všeobecnosti“. *Phil. IV*, 292. Leibnizova myšlienka o všetkých možných svetoch zohrala v dejinách logiky veľmi dôležitú úlohu. Nadväzuje na ňu dnešná sémantika. Logicky platná veta je tá, ktorá je pravdivá v každom možnom prípade. (R. Carnap, *Einführung in die symbolische Logik*, Wien 1960, 17.)

⁵⁷ Takto chápaná logika skúma a určuje celkové rozpätie a pozadie možného ľudského poznania. Musíme však pripomenúť, že Leibniz chápe svoju logiku ahistoricky.

⁵⁸ *Fragmente*, 446, 264, 28, 61.

⁵⁹ Pomocou týchto súvislostí sa predmety aj definujú, a preto sa ars combinatoria nazýva aj náukou o definícii. (H. Scholz, *Die klassische deutsche Philosophie und die neue Logik*, Actes du congrès internat. de Philosophie scientifique VIII, Paris 1936, 1.).

⁶⁰ *Fragmente*, 126, pozri Couturat, c. d., 300.

⁶¹ *Math. VII*, 61.

⁶² Pozri napr. *Math. IV*, 460

⁶³ *Phil. I*, 391.

⁶⁴ *Math. V*, 172.

skúmal vzťahy z hľadiska ich podobnosti (sčítanie a násobenie z hľadiska komutatívnosti).⁶⁵ Pri týchto úvahách Leibnizovi už nezáležalo na konkrétnom obsahu vzťahov, ale len na ich vlastnostiach. Preto „nič neprekáža, aby keď sa spoja dva rôzne spôsoby spájania, nezmenil sa jeden v druhý...; tak sa z $a \cdot b + c \cdot d$ môže stať $a + b \cdot c + d$ “.⁶⁶ Tým sa dostávame do abstraktnej teórie vzťahov, budovanej kalkulovým spôsobom.

Kombinatorika vyjadrujúca vzťahy medzi predmetmi, vzťahmi a podobnými entitami je súčasne aj teória objavovania. U Leibniza nachádzame dve koncepcie kombinatoriky. Prvá z roku 1666 je v podstate aplikovaná len na Aristotelovu logiku. Preto jej základným problémom bude hľadanie všetkých možných predikátov pre daný subjekt a všetkých možných subjektov pre daný predikát, t. j. hľadanie všetkých pravdivých výpovedí, v ktorých vystupuje určitý pojem buď ako subjekt, alebo ako predikát⁶⁷ a hľadanie všetkých možných sylogizmov, ktorými sa daná výpoveď dá dokázať. Leibniz tieto problémy rieši pomocou aritmetickej charakteristiky, a preto ľahko dokazuje, že pre daný subjekt charakterizovaný číslom $a \cdot b \cdot c \cdot d$ ako predikáty prichádzajú do úvahy všetky tie pojmy, ktoré sú charakterizované ľubovoľným z faktorov a, b, c, d alebo ľubovoľnou ich kombináciou, konternáciou alebo konkvaternáciou, ako sa to určuje v kombinatorike. Hľadať subjekty daného predikátu a znamená hľadať všetky kombinácie, konternácie atď., ktoré ako faktor obsahujú číslo (charakteristiku) predikátu a . Hľadať možné sylogizmy k danej výpovedi znamená hľadať stredný termín, ktorý je predikátom subjektu a ktorý je subjektom predikátu danej výpovede, t. j. hľadať charakter, ktorý je faktorom charakteru subjektu a v ktorom je ako faktor obsiahnutý charakter predikátu.

Na druhej koncepcii kombinatoriky začal Leibniz pracovať okolo rokov 1675 až 1680. Táto kombinatorika mala obsahovať celú teóriu hier a dešifrovania, opierajúcu sa o všeobecnejšiu koncepciu vzťahu a o všeobecnejší systém, ktorý by nebol konštituovaný jedným vzťahom (napr. inklúziou), ale väčším ich množstvom a najmä vzťahovými vlastnosťami. No z tejto koncepcie nám ostal len nepatrný náčrt.⁶⁸

Leibnizove logické pokusy ostali dlho nevydané, takže nemali vplyv na ďalší vývin logiky a Leibnizove objavy museli byť znovu objavené. Sú však svedectvom možností a úrovne vtedajšieho vedeckého myslenia.

Tým, že Leibniz aplikoval svoju ars charakteristiky aj na logiku, stal sa zakladateľom *symbolickej logiky*; tým, že pravidlá uzatvárania premenil na pravidlá kalkulovania, t. j. tým, že vytvoril calculus ratiotinator, stal sa zakladateľom *matematickej logiky*.⁶⁹

⁶⁵ Phil. VII, 31.

⁶⁶ Phil. VII, 31. Pozri W. Kneale — M. Kneale, *The Development of Logic*, Oxford 1962, 343.

⁶⁷ Couturat, c. d., 36.

⁶⁸ Fragmente, 451.

⁶⁹ I. M. Bocheński, *A History of Formal Logic*, Notre Dame 1961, 276. H. Scholz, *Geschichte der Logik*, 51.

Войтех Филькорн

В статье, посвященной шестидесятилетию со дня рождения нашего ведущего философа Игоря Грушовского, описываются попытки Лейбница создать новую структурную логику, которая должна давать метод мышления, изучать основы наук в их энциклопедическом единстве. Так широко понимаемую логику Лейбниц называет *всеобщей наукой*. Всеобщая наука, если она должна служить основой точности остальных наук (в том числе и математики), сама должна быть точной, т. е. ее следует строить как *калькуль*.

Логика (всеобщая наука), для того, чтобы стать *калькулем*, должна строиться на искусственной речи. Структуру этой речи Лейбниц изучает в *универсальной характеристике*. Но для того, чтобы создать соответствующую характеристику, необходимо провести подробный анализ целого познания, т. е. всех наук, и на основании этого создать основные понятия и предложения, из которых мы можем при помощи комбинаторики (синтеза) получить точную картину наук. Однако, анализом энциклопедического единства наук возможности разума и, следовательно, также поле действия логики не исчерпываются. Логика должна считаться с возможными изменениями в структуре наук (вызванными напр. тем, что она должна была бы изучать другой мир а не наш — как об этом прямо говорит Лейбниц —, или же тем, что мы предполагали бы такое развитие наук, которое затронуло бы самую сущность наук). Поэтому логика должна охватывать все возможные структуры наук и, следовательно, выражать все, о чем можно подумать. Логика, как наука о мыслимом, представляет собой в логике Лейбница изучение возможных миров, а в логике нашего типа она является просто определенным релятивизмом обремененная наука об основах науки как таковой. Эти два типа логики, хотя с идеологической точки зрения весьма различные, очень близки друг другу по синтаксису.

LEIBNIZ'S LOGIC

Vojtech Filkorn

This study is devoted to Igor Hrušovský on the occasion of his 60th birthday. Leibniz's attempts are described to create a new relational logic which should provide a method of thinking, investigate foundations of sciences in their encyclopedical unity. Leibniz calls this, so broadly drafted logic *general science*. If this general science is to serve as a basis for the exactness of the other sciences (including mathematics) it must be exact itself, i. e., must be constructed as a *calculus*.

In order to become a calculus, logic (general science) must not be constructed by means of usual language but by means of an artificial one. Leibniz investigates the structure of this language in an *universal characterization*. In order to create an adequate characterization, a thorough *analysis* of the whole of knowledge must be carried out, i. e. an analysis of all sciences, which would lead on to the fundamental notions and theorems; from them, as from a principle, by means of *combinatorial analysis* (synthesis) an exact form of sciences can be obtained.

Possibility of reason, and hence, the field of logic, are not exhausted by analysing the principles of the encyclopedical unity of sciences. Logic must take into account a possible

transformation of the structure of sciences (due, for instance, to its being obliged to investigate a world that is different from ours — as is literally mentioned by Leibniz — or to our presupposing such a development of sciences which interfere with their very nature). That is why logic must apprehend all possible structures of sciences and hence to express what is *thinkable*. Logic as a science of what is thinkable is, in Leibniz type, an investigation into the properties of possible worlds; in our type, it is simply a science on principles of science as such, laden with a certain relativism. These two types, though very disparate ideologically, are very related syntactically.