

Anyag, struktúra, kölcsönhatási szintek

MÜLLER ANTAL

Az utóbbi néhány évben hazai filozófiai irodalmunkban sokan foglalkoztak a mozgásforma-problémával, főként azzal a céllal, hogy Engels lineáris osztályozását korunk szaktudományi és filozófiai követelményeinek megfelelően módosítsák.¹ Lényegében három alapvető értelmezést különböztethetünk meg:²

1. Különböző (fizikai, kémiai stb.) anyagfajták léteznek, melyek — alapvetően meghatározva az anyag mozgásának milyenségét — sajátos mozgásformák hordozói. (Az anyag elsődlegessége a mozgással szemben!) E felfogás szerint a magasabb rendű mozgásforma nem csupán új struktúrákat, törvényszerűségeket és kölcsönhatási formákat tartalmaz, hanem egy, az illető mozgásformára specifikus anyagfajta létrejöttének következménye, tehát szubsztanciális többletről van szó. E koncepció hívei ugyan hangsúlyozzák, hogy az egyes mozgásformáknak megfelelő anyagfajták végső soron elemi részecskékből és fizikai mezőkből épülnek fel, s hogy a különféle mozgásformák annyiban egységet alkotnak, hogy a magasabb rendűek tartalmazzák az alacsonyabb rendűeket, de — éppen az anyagfajták szubsztanciálisan specifikus volta miatt — a magasabb rendű mozgásformáknak az alacsonyabb rendűekre való *mindennemű* redukálási lehetőségét tagadják.

2. A második alapvető koncepció (az ún. materialista fizikalizmus) viszont éppen abból kiindulva, hogy az egyes mozgásformák anyagi hordozói (az anyagi entitások) végső fokon elemi részecskékből és fizikai mezőkből épülnek fel, „anyagi vonatkozásban” az összes mozgásformákat visszavezethetőknek tartja a legalapvetőbbre, a fizikai mozgásformára. Eszerint tehát az egyes mozgásformák objektív minőségi különbözőségének lényege az eltérő struktúra, vagyis az eltérő törvényszerűségek, kölcsönhatási formák stb. Ez az álláspont tehát elismeri az egyes mozgásformák bizonyos fokú minőségi önállóságát, s az „anyagi” visszavezethetőséggel inkább csak a magasabbrendű mozgásformák keletkezésének miszticizmusmentes értelmezésére törekszik, semmint a minőségi különbségek eliminálására.

3. A harmadik álláspont szerint, melyet főként fizikusok vallanak, csak egyetlen természettudomány van, a kvantumelmélet — ennek megfelelően

¹ Lásd például: Horváth József: *A világ anyagi egységének helyes felfogásához. Magyar Filozófiai Szemle* 1962/1. sz., Márkus György: *A marxista anyagfogalom egyes kérdéseiről. Uo.* 1962/6. sz., Horváth József: *A mozgásformák összefüggéséről. Uo.* 1965/5. sz., Rádi Péter: *Kísérlet a mozgásformák rendszerének korszerű leírására. Uo.* 1967/3. sz. A külföldi irodalmat illetően e cikkek bőséges forrásul szolgálnak.

² Az erre vonatkozó különféle irányzatok részletes ismertetését itt mellőzzük — ezzel kapcsolatosan az előző lábjegyzetben említett irodalomra utalunk —, s csupán a saját mondanivalónkkal kapcsolatos alapvető mozzanataikat emeljük ki.

az anyag(fajta) probléma fel sem vetődik náluk —, s annak, hogy az összes „jelenségeket” a kvantum „jelenségekből” vezethessük le, legfeljebb számítástechnikai, de semmi esetre sem elvi akadályai vannak.

Mint látjuk, a három koncepció között a leglényegesebb eltérés a visszavezethetőség megítélésében van. Az első álláspont szerint — és véleményünk szerint ebben teljesen igazuk van — az egyes mozgásformákhoz tartozó anyagi objektumokat csak addig a fokig, addig a (kölsönhatási) szintig lehet analízálni, értelmezni, ahol még az illető mozgásforma kölsönhatásai, törvényei (is) érvényesülnek. (Eszerint, például, ha a sejtek alkotó elemeire már nem a biológiai, hanem a kémiai mozgás törvényei érvényesek, illetve ezek dominálnak bennük, úgy a sejtet kell tekintenünk a biológiai mozgásforma speciális anyagi hordozójának, s *ilyen értelemben* valóban el kell vetni a visszavezethetőség gondolatát. A sejtet itt természetesen csupán példaképpen említjük, hiszen ha a sejtet tekintenénk a legkisebb biológiai „alapegységnek”, úgy nem igen lehetne mit kezdeni a molekuláris biológiával.) Ugyanakkor viszont kétségtelen, hogy valamennyi anyagi objektum (tehát pl. a sejtek) nem más, mint elemi részecskék és mezők meghatározott bonyolult együttese, rendszere.

Egy kérdés tehát változatlan: mi az, amiből az egyes mozgásformák, illetve anyagi hordozójuk objektív minőségi különbsége ered, vagy, más oldalról közelítve a kérdést, miért nem lehet a magasabbrendű mozgásformákhoz tartozó rendszereket (pl. a sejteket vagy még magasabb rendű organizmusokat) csupán — bár igen bonyolult, összetett — fizikai jelenségnek értelmezni? Lényegében arról van szó, hogy ha csak azt mondjuk, hogy a magasabb rendű mozgásformát azért nem lehet visszavezetni alacsonyabbra, mert az egyes mozgásformáknak sajátos anyagi hordozóik vannak, de őket — a struktúráján, a specifikus törvényeken, illetve kölsönhatási formákon túl — a (teoretikus vagy empirikus) megismerés számára nem tudjuk hozzáférhetővé tenni, úgy elkerülhetetlenül egyfajta miszticizmusba jutunk. Nyilván ezért idegenkednek a második koncepció hívei az anyagfajta fogalom használatától, s korlátozzák a mozgásformák önállóságát, s ebben az idegenkedésben a magunk részéről teljes mértékben osztozunk.

Bár az egyes szerzők a problémát igen különböző szempontok alapján s különféle módokon kívánják megoldani, a *struktúra* fogalma szinte valamennyiük okfejtésében egyaránt alapvető szerepet játszik, anélkül azonban, hogy tartalmával részletesen foglalkoznának. Pedig a mozgásformákkal kapcsolatos problémacsoport megoldása véleményünk szerint elsődlegesen a struktúra fogalmának értelmezésén múlik. Sőt: ennek korszerű értelmezése alapjaiban érinti az anyag létezésének mikéntjéről szóló eddigi elképzeléseinket, s így végső soron egy marxista természetontológia kialakításának is döntő tényezőjévé válik.

Ha a struktúra fogalmának problémáját teljes általánosságban vetnénk fel, azaz az objektív anyagi *világ egészének* struktúrájáról beszélünk, akkor nemcsak a természettudományok, hanem valamennyi társadalomtudomány, sőt a logika, lélektan stb. eredményeit is figyelembe kellene vennünk. Erre egy rövid tanulmány keretében — és jelentős részben a kellő szakmai hozzáértés hiányában — természetesen nem vállalkozhatunk. Ezért jelen tanulmányunk célkitűzését a következőkben jelöljük meg: *egy, a mai fizika eredményeinek megfelelő struktúrafogalom kialakítása, s annak vizsgálata, hogy ez milyen megoldási lehetőséget nyújt az előző bekezdésben vázolt problémára, illetve álta-*

lában hogyan viszonyul a dialektikus materialista természetontológia és ismeretelmélet alapvető elveihez, illetve problémaköréhez. Természetesen tudatában vagyunk annak, hogy okfejtéseinknek csupán a fizikára való alapozása korlátozza általánosítási lehetőségeinket; úgy véljük azonban, hogy eljárásunk ennek ellenére elfogadható, lévén a *fizikai létezés* az anyag konkrét létezési módjai között a legáltalánosabb, s véleményünk szerint a legalapvetőbb is,³ és amennyiben egy korszerű dialektikus materialista természetontológia kialakításában nem csupán ideológiai, hanem dezantropomorfizáló törekvések is vezetnek — a leglényegesebb is. Ezzel összefüggésben egyébként éppen a fizikai mozgásforma, a fizikai létezés univerzális jellege alapján — az említett korlátok ellenére is — mód nyílik néhány ugyancsak igen általános érvényűnek tűnő — az anyag konkrét létezési módjainak összességét érintő — konklúzió levonására is.

1. A struktúra fogalma. Az anyag fizikai létezési módja

A struktúrafogalom mind a köznapi szóhasználatban, mind pedig a klasszikus természettudományokban általában dolgok (tárgyak) statikus (elsődlegesen *térbeli*) rendjét, elhelyezkedését ölelte fel, s tartalmát csak speciális használatban bővítették dinamikai elemekkel (például a térbeli elhelyezkedéssel kapcsolatos erőkkkel a fizikai rendszereknél, vagy a vegyértékekkel a kémiai rendszereknél stb.). Nyilvánvaló, hogy egy ilyen struktúrafogalom nem alkalmas a mozgásformák objektív minőségi különbözőségének értelmezésére, s jogos az aggály egy olyan koncepcióval szemben, mely az egyes (pl. a biológiai és kémiai vagy a kémiai és fizikai) mozgásformák között csupán ilyen szűken értelmezett strukturális különbséget lát.⁴

A továbbiakban megkíséreljük kimutatni, hogy az egyes mozgásformáknak a *modern természettudomány (esetünkben a fizika) eredményeinek megfelelő struktúrafogalom* szerinti differenciálása nem jelent mechanisztikus redukcionizmust, ugyanakkor viszont lehetővé teszi az ontológiai vonatkozásban mindig bizonyos miszticizmust tartalmazó anyagfajta fogalom kiküszöbölését.⁵

Mindenekelőtt azt kívánjuk leszögezni, hogy objektív tartalmát tekintve már a klasszikus fizikai rendszereket, illetve jelenségeket leíró struktúrafogalom is lényegesen sokoldalúbb volt, mint amilyennek értelmezték. Annak oka, hogy mégis csupán a szűkebb értelmében használták (mégpedig sikeresen!), elsősorban az volt, hogy a vizsgált területeken a vizsgálat mélységéig a laplace-i determinizmus érvényes.

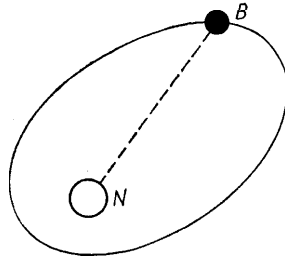
A struktúrafogalom klasszikus fizikai alkalmazásának egyik legtipikusabb és legközismertebb esete a naprendszer geometriai-dinamikai struktú-

³ Erre vonatkozó nézeteinket részletesen kifejtettük két korábbi tanulmányunkban. *Mezőelmélet és energetizmus. Magyar Filozófiai Szemle* 1965/6. sz., *A dialektikus materializmus anyagfogalma és a modern fizika. MM Tájékoztató* 1966/4. sz.

⁴ Lásd például Horváth J.: *A világ anyagi egységének helyes felfogásához*. E cikkében Horváth elsősorban H. Eilstein lengyel filozófus nézetei kapcsán fejti ki aggodalmait.

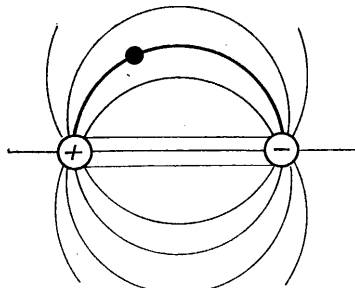
⁵ Az anyagfajta fogalmának használatával kapcsolatos ellenvetéseinkre a struktúrafogalom meghatározása után térünk ki.

rája.⁶ (1. ábra) Kepler első törvénye szerint a bolygók a Nap körül ellipszis pályán keringenek, melynek egyik gyújtópontjában a Nap áll. Ismeretes, hogy e geometriai struktúra dinamikai tartalma a két égitest közötti gravitációs vonzóerő és a bolygóra ható centrifugális röptőerő egyensúlya. Problémánk szempontjából magának a geometriai elrendeződésnek a dinamikus (folyamat) jellege a figyelemre méltó. *Az ellipszis egésze mint pálya ugyanis*



1 ábra

nem aktuálisan, hanem potenciálisan létezik. Adott pillanatban a bolygó mindig a pálya egy pontjában tartózkodik, s ekkor a pálya összes többi pontjai mint potenciális helyek léteznek számára. Egy teljes periódus során valamennyi potenciális hely realizálódik (aktualizálódik), s így alakul ki az ellipszis mint geometriai forma. (Már itt hangsúlyozni szeretnénk azt a mozzanatot, hogy valamely lehetséges hely aktualizálódása nem korlátozza a többi potenciális hely aktualizálódásának valószínűségét, sőt éppen hogy előfeltételül szolgál a dinamikai feltételek által megszabott valamennyi potenciális hely egy teljes periódus alatti *szükségszerű* aktualizálódásának. A mikrofizikai jelenségeknél ez nem így van, s ebben látjuk a makroszkopikus és mikroszkopikus kölcsönhatási szintek közötti leglényegesebb különbséget.) Már ez az egyszerű klasz-



2 ábra

⁶ Geometriai-dinamikai struktúráról olyan értelemben beszélünk, hogy a fizikai rendszereknél adott geometriai viszonyok (geometriai formációk) „egzisztálása”, stabilitása bizonyos dinamikai feltételek (például erők egyensúlya) függvénye, vagy, a másik oldalról közelítve a problémát, bizonyos dinamikai egyensúly csak meghatározott geometriai formáció esetén alakul ki. (Valamilyen geometriai-dinamikai struktúrája tulajdonképpen minden fizikai rendszernek — és bizonyos nem fizikai rendszernek is — van.

szikus fizikai példa is mutatja a fizikai struktúrafogalom objektív tartalmának egyrészt dinamikus jellegét,⁷ másrészt azt, hogy *nemcsak aktuális, hanem potenciális elemeket is tartalmaz.*

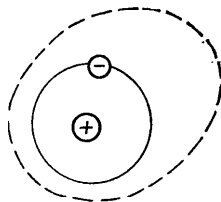
A következő példánk még mindig klasszikus fizikai jelenség, az elektrosztatikus tér. Két pontszerű, ellentétes előjelű töltés elektrosztatikus térének struktúráját a 2. ábra mutatja. Az ábrázolásához használt erővonalakkal kapcsolatban felvetődik a kérdés, hogy milyen realitást lehet ezeknek tulajdonítani. Mivel az kétségtelen, hogy az *erővonalak* nem testi létezők, a fizikai irodalomban (és oktatásban) azt szokták hangsúlyozni, hogy ezek nem is léteznek objektíve, hanem az erőter szerkezetét csupán szemléltetik, ábrázolják. Az — állandónak felfogott, ábrázolt — erővonalak objektív realitása ellen szól az a körülmény, hogy az erőter alapvető (mérhető) fizikai paraméterei, a térerősség és a potenciál, folytonosan változnak, vagyis az erőter kontinuum jellegű. Ennek ellenére úgy véljük, hogy az erővonalak objektív realitásának tagadása a fizikai gondolkodásmódban még mindig jelentős szerepet játszó mechanikai szemléletet tükrözi, melynek egyik igen jellemző vonása, hogy az objektív létezést — esetünkben a fizikai létezést — lényegében a testi létezéssel azonosítja, s a nem testi jellegű fizikai entitásokat csak akkor és annyiban tekinti objektív realitásnak, ha és amennyiben azok testi létezőkkel állnak kapcsolatban.

Nézzük meg azonban, hogy mi történik, ha az elektrosztatikus térbe egy pontszerű töltött ún. próbatest kerül? Az erőterek klasszikus elmélete, valamint az erőterekkel kapcsolatos tapasztalatok egyértelműen mutatják, hogy *a térbe került* — és ott magára hagyott — *töltött próbatest mindig valamely erővonal mentén mozog*, saját előjelétől függően az egyik vagy másik pólus felé. Kétségtelen, hogy az az erővonal, melyen a töltött test mint pályáján mozog, ugyanolyan objektív realitással bír, mint például a bolygópályák, és természetesen rá is áll mindaz, amit a bolygópályákkal kapcsolatban a dinamikus jellegéről, valamint a potenciális és aktuális egységéről mondtunk. Amennyiben a töltött próbatest a tér egy más pontjába kerül, úgy egy másik erővonal mentén fog mozogni, azaz ebben az esetben egy másik erővonal aktualizálódik a próbatest pályájaként. Általában tehát azt mondhatjuk, hogy *az erővonalak nem mások, mint a térben szabadon mozgó töltések lehetséges (potenciális) pályái.* Ha figyelembe vesszük, hogy a mai fizika feladta a klasszikus fizika azon álláspontját, hogy a fizikai mezők (erőterek) forrása, hordozója mindig valamilyen testi létező, s a tereket magukat is önálló fizikai entitásoknak tekinti, úgy elkerülhetetlen az a következtetés, hogy *a fizikai létezés minden esetben az aktuális és potenciális egysége.* Amennyiben pedig ezt elismerjük, semmiképpen sem lehet tovább ragaszkodni egy olyan feltételezéshez, hogy a testiség az anyag konkrét létezésének elengedhetetlen attribútuma, azaz tulajdonképpen a szubsztanciája.

Ismeretes, hogy Engels a dialektikus materialista filozófia kimunkálása során arra a következtetésre jutott, hogy a testiség az anyag egyetemes

⁷ Szükségesnek tartjuk megjegyezni, hogy itt kissé más értelemben alkalmazzuk a *dinamikus* jelzőt, mint a geometriai-dinamikai struktúra esetén. Ott bizonyos geometriai és — szó szerinti értelemben vett — dinamikai mozzanatok egymás mellé rendeléséről volt szó, míg itt a dinamikus jelzővel azt szeretnénk hangsúlyozni, hogy az általunk körvonalazott struktúrafogalom elsősorban nem *állapot*, hanem *történet*, *esemény* jellegű mozzanatok együttesére utal.

tulajdonságát fejezi ki.⁸ Engels — mint maga is többször hangsúlyozta — tudatosan törekedett arra, hogy filozófiai ítéletei a legmesszebbmenően adekvátak legyenek a kor szaktudományi eredményeinek tényleges tartalmával. S az Engels korabeli — csaknem száz évvel ezelőtti — természettudomány, mint már fentebb szó volt róla, valóban arra inspirálta a tudományos természetontológia kialakítására törekvőket, hogy a testiséget a létezés szubsztanciájának tekintsék. Az elmúlt száz évben azonban a természettudományok területén alapvető változások következtek be. Olyan mozzanatok kerültek előtérbe, melyek ugyan már jelen voltak a klasszikus természetmegismerésben is, de — főként az egy-egyértelmű természetleírásra való törekvés miatt — akkor



3 ábra

háttérbe szorultak. Ilyen mozzanatnak tekinthetjük pl. a potenciális és aktuális egységét a fizikai létezésben, vagy a véletlen kölcsönhatásokat, melyek mint ismeretes, a mikrofizikai megismerés kapcsán tettek szert kivételes fontosságra. Úgy véljük, hogy akik a testiséget ma is az anyag szubsztanciájának tekintik,⁹ az előbb említett és ezekhez hasonló mozzanatokat figyelmen kívül hagyják, s főként emiatt nem tudnak eljutni egy olyan struktúrafogalomhoz, mely a mozgásformák osztályozásának (vagy inkább talán rendszerezésének) elégséges alapjául szolgálhatna, s ezért kénytelenek ragaszkodni az anyagfajta fogalmához.

A mikrofizika legközismertebb geometriai-dinamikai struktúrája a Bohr-féle atommodell (3. ábra), e szerint a pozitív töltésű mag körül kör vagy ellipszis alakú pályákon keringenek az elektronok.¹⁰ Az atomszerkezet klasszikus értelmezése szerint a geometriai-dinamikai viszonyok itt teljesen hasonlóak a bolygómozgáshoz (vagyis a geometriai struktúra stabilitásának feltétele itt is ellentétes irányú erők egyensúlya), azaz mindaz érvényes, amit ott a potenciális és aktuális egységről mondtunk.

Itt azonban még számos, problémánk szempontjából jelentős mozzanatot találunk. Mindenekelőtt a következőt: a legegyszerűbb atom, a hidrogén esetében az egyetlen protonból álló mag körül egyetlen elektron kering, melynek, mint ismeretes, a *potenciális pályák egész sora áll rendelkezésére*. Ha valamilyen módon energiát közlünk vele, gerjesztjük, az új energiaállapotnak

⁸ Engels, F.: *A természet dialektikája*. MEM 20. kötet. Bp. 1963. 364. o.

⁹ Lásd például V. P. Tugarinov: *Az anyag vitás kérdései* In: Некоторые вопросы диалектического материализма, Leningrád 1962. E. F.: Szlopov: *Az anyagfajták és mozgásformák viszonya a természetben*. Voproszi Filozofii 1963/8. sz.

¹⁰ Mai ismereteink szerint nem a mag körül keringő elektronok klasszikus értelemben vett pályájáról, hanem egy sávban való tartózkodásuk valószínűségének eloszlásáról van szó, ez azonban gondolatmenetünk szempontjából még kedvezőbb is, hiszen így már a terminusokban is kifejezésre jut a potencialitás alapvető szerepe.

megfelelően valamely magasabb pályára *ugrik*, s mindaddig ott marad, míg energiátöbbletét le nem adja.

E jelenségből számunkra a következő mozzanat bír különös jelentőséggel. A Bohr-féle atommodell (klasszikus) dinamikai stabilitási feltételei szerint a lehetséges elektronpályák a mag körül kontinuusan helyezkednek el; ezzel szemben a kvantumelmélet és a tapasztalat egybehangzó állítása szerint a valóban lehetséges energiapályák diszkréték, azaz közöttük tiltott zónák vannak. Ez pedig azt jelenti, hogy *e potenciális pályák az atomhéjak kölcsönhatási szintjénél mélyebb szinten objektíve létező mozgásai, kölcsönhatási folyamatok megnyilvánulásai*. S talán ez a leglényegesebb mozzanat a korszerű struktúrafogalom kialakítása szempontjából. Rámutat ugyanis arra, hogy a struktúra potenciális elemei nem pusztán formai vagy logikai lehetőségek, hanem valamilyen — esetleg más kölcsönhatási szinteken létező — aktualitások megnyilvánulásai, azaz a pillanatnyilag éppen nem aktualizálódott potencialitások a fizikai rendszerek létezésének ugyanolyan reális mozzanatai, mint az aktuális komponensek. A vizsgált konkrét esetben tehát a hidrogénatomhoz mint fizikai entitáshoz nem csupán a mag és a körülötte keringő egyetlen elektron (tehát a tárgyi totalitás) tartozik, hanem mindazon potencialitások, melyek a különféle kölcsönhatásokban megszabják a rendszer viselkedését, s — mint a későbbiekben még bővebben látni fogjuk — végeredményképpen a magasabb mozgásszintet jellemző minőségi többlet lényegét alkotják.

Talán nem érdektelen, ha egy konkrét példán, a kvantummechanikai mozgás- (kölcsönhatási) szint példáján részletesen is megvizsgáljuk, mit is értünk azon, hogy az anyag fizikai létezésének adott szintjén fellelhető potencialitás mindig más szinten (vagy szinteken) zajló folyamatok, kölcsönhatások megnyilvánulása. Mint korábban kifejtettük, a kvantummechanikai állapot¹¹ kialakításában (determinálásában) a mikroobjektumok kvázi-individualitását hordozó alapvető kölcsönhatások mellett — velük egyenrangú — lényeges szerepet játszanak a közöttük és környezetük, az úgynevezett háttér közötti kölcsönhatások is. A háttér — melyen legáltalánosabb értelemben a minőségi sokféleségében és változásaiban végtelen anyagi világ egészbe értendő, kivéve a szóban forgó objektumot — változásai, oksági kapcsolatai, törvényszerűségei, illetve az adott objektum karakterét meghatározó kölcsönhatási szint alapvető, specifikus törvényszerűségei egymástól determinatíve függetlenek, azaz kölcsönhatásaik véletlenszerűek. Ezért *az objektum viszonylatában a háttérrel való kölcsönhatás minden pillanatban a véletlen kölcsönhatások együtteseként jelenik meg*. A szóban forgó objektum kvázi-individuális jellege természetesen bizonyos mértékig meghatározza, hogy e véletlen kölcsönhatások pillanatnyi együttese hogyan, milyen mélységig befolyásolja az objektum állapotát. Ennek következtében a mikroobjektumok változása, ha nem is egy-egyértelműen, de egy-sokértelműen determinálva van, azaz törvényszerű karaktert mutat. (Éppen ezt tükrözik a kvantummechanikai leírás törvényei.) A mikroobjektum potenciális paramétereinek valószínűségi eloszlása lényegében a környezet (a háttér) egy-sokértelmű determinációs befolyásának „sokértelmű” oldalát tükrözi. Nyilvánvaló, hogy a mikroobjektum állapotának potenciális mozzanatait hordozó véletlen kölcsönhatások a saját szintjükön lehetnek aktuálisak, sőt (esetleg) egy-egyértelműen meghatározot-

¹¹ A kvantummechanikai állapotra vonatkozóan lásd Müller A.: *Kvantummechanika és fizikai világkép*. Akadémiai Kiadó, 1967. 9—11. fejr.

tak is. Ez azonban nem jelenti azt, hogy a mikroobjektum szintjén mutakozó véletlenszerúségük és potencialitásuk kevésbé reális lenne, mint a más szinten érvényesülő szükségszerúségük és aktualitásuk.¹²

2. Mozgásformák; strukturális szintek

A mozgásformák és a struktúra viszonyát megalapozandó vizsgáljuk tovább az előző fejezetben utolsónak tárgyalt példát, a hidrogénatomot. Láttuk, hogy a protonból és elektronból szerveződött hidrogénatom — éppen kialakult atomi struktúrája következtében — olyan *fizikai* tulajdonságokkal rendelkezik, amelyekkel alkotórészei külön-külön nem rendelkeztek (pl. fényelnyelés és kibocsátás, polarizálhatóság, illetve dipólmomentum stb.). Az atomi struktúra azonban még ezeken túlmenő *lehetőségeket*, a *kémiai* viselkedés *lehetőségeit* stb. is tartalmazza. A hidrogén- — és természetesen minden más — atom az atomoknak a fizikain túlmutató, a molekuláris mozgásszinten karakterisztikus kémiai viselkedésnek és a kémiai mozgásforma vele együtt megjelenő törvényszerúségeinek objektív alapjául is szolgál.

Most megkísérrelhetjük, hogy az alapvető kérdésre válaszoljunk: mi az a többlet, ami az 1. álláspont képviselői által a magasabb rendű mozgásforma hordozójául feltételezett speciális anyagfajtában van, s végső fokon helytelenné és kilátástalanná teszi a mozgásformák *mechanisztikus* redukálását egy feltételezett legalapvetőbb formára? Az elemzett példák azt mutatják, hogy a bonyolultabb struktúra nemcsak több aktuális kölcsönhatást, hanem új potenciális faktorokat, új lehetőségeket is tartalmaz, s ezekben az új típusú kölcsönhatásokban megfelelő új törvényszerúségek is fellépnek. *Valamely rendszer tehát nemcsak tárgyi komponensekből áll, hanem viszonyokból is — s mindezek együttesen alkotják a rendszer struktúráját.* Látható, hogy felfogásunkban a struktúrafogalom az adott objektumoknak vagy rendszer típusoknak nem csupán a szó szerelmében vett *szervezetére* utal, hanem sokkal inkább az anyag konkrét létezési módjainak átfogó tartalmára.¹³

Újból hangsúlyozni szeretnénk azt is, hogy az általunk itt körülírt struktúra alapvetően dinamikus jellegű, hiszen a legegyszerűbb struktúraelemek, például a mechanikai mozgásokban szereplő pályák is csak *folyamatként* egzisztálnak, aktualizálódnak. Más szóval: a struktúra nem azonosítható az *állapottal*, kiváltképp nem a klasszikus fizikában leírt állapottal, melyen a pillanatnyilag aktuális effektív paraméterek bizonyos együttesét értették, hanem a potenciális és az aktuális mozzanatok mellett magában foglalja potencialitások aktualizálódásának folyamatát is (lásd például a bolygópályáknál mondottakat).

Az „anyagfajta” terminust csak akkor tartjuk elfogadhatónak, ha az egyes „anyagfajták” közötti minőségi különbségen a fenti értelemben vett strukturális különbséget érti, nem pedig valamiféle „szubsztanciális” különb-

¹² Az élettelen természetben uralkodó determinizmusra vonatkozó nézeteinket *Néhány gondolat a marxista determinizmus koncepcióról* c. vitacikkünkben fejtettük ki. *Magyar Filozófiai Szemle* 1967/6. sz.

¹³ A rendszer és az alkotórész komplementer viszonyáról de Broglie már húsz évvel ezelőtt az itt kifejtetthez hasonló struktúrafelfogást dolgozott ki. L. de Broglie: *Sur la complémentarité des idées d'individu et de système. Dialectica* 1948. 2. köt. 4/4. száma.

séget. Már csak azért sem, mert ez utóbbi felfogással kapcsolatban azt az igen zavarba ejtő ellenvetést lehet tenni, hogy ha például adott esetben a kémiai mozgászintre épülve valahol megjelennek az életjelenségek — a biológiai mozgásforma és természetesen az ennek hordozójaként szolgáló „biológiai anyagfajta” —, honnan származik ez utóbbiaknak a kémiai anyagfajtához képest szubsztanciális többlete. Két válasz lehetséges: vagy valamiféle anyagon kívüli teremtő erőt tételezünk fel (*vis vitalis* stb.), ami a materialisták számára nyilvánvalóan elfogadhatatlan, vagy pedig azt tételezzük fel, hogy a szubsztanciális többletet maga a kémiai mozgásforma „*hozza létre*”. A két felfogás azonban csak látszólag különbözik: igaz ugyan, hogy az utóbbi anyagi tényezőkkel operál, de mindkét esetben egyaránt anyagi szubsztancia *keletkezéséről* (illetve a fordított folyamat esetén megszűnéséről) van szó, ami összeegyeztethetetlen az anyag örökkévalóságáról szóló feltételezéssel, amely nélkül pedig nincs következetes materializmus.

3. Az anyag filozófiai fogalma és konkrét létezési módjainak struktúrája

Végső soron tehát inkább azzal a (2.) felfogással értünk egyet, amely szerint az egyes mozgásformák „anyagi” vonatkozásban visszavezethetők a mai ismereteink szerint legalapvetőbb elemirész-fizikai formára, strukturális vonatkozásban viszont minőségi különbség van közöttük. Ezen általános egyetértésen belül szükségesnek tartjuk néhány fogalommal, illetve viszonyal kapcsolatos felfogásunk részletesebb kifejtését.

Mindenekelőtt: ha az *anyag* filozófiai kategória a létező valóság totalitásának megjelölésére,¹⁴ úgy legáltalánosabb ontológiai értelemben *minden* dolog — egyenrangú komponensként — az anyag fogalma alá tartozik. Így az anyagfogalom csakis ezen az általánossági szinten használható relevánsan, ezért helytelenítettük az *anyagfajta* kategória használatát az egyes mozgásformákkal kapcsolatban, és ezért tettük idézőjelbe az anyagi megjelölést az előző bekezdésben is. Ha ugyanis következetesen ragaszkodunk a filozófiai anyagfogalom fenti értelmezéséhez — s a magunk részéről úgy véljük, hogy csakis ezen az alapon lehet egy következetes monista materializmust kialakítani —, úgy az a tény, hogy még az élőlények sem mások, mint (igen nagy számú) elemi részecskék és fizikai mezők igen bonyolult együttesei, valójában nem jelent anyagi visszavezethetőséget, hiszen a magasabb mozgásforma kétségtelenül tartalmaz olyan *viszonyokat, kölcsönhatásokat, erőket, törvényszerűségeket* stb., melyek az alacsonyabb szinteken nem léteznek, s ugyanakkor — ugyancsak a fenti anyagfogalomnak megfelelően — az anyagfogalommal jelölt totalitás részei. Hogy e fenntartás ellenére mégis inkább a fizikalizmus álláspontjával értünk egyet, annak oka az, hogy ez a felfogás a strukturális visszavezethetlenséget hangsúlyozza, márpedig a *struktúra* a fentebb kife-

¹⁴ Természetesen tudatában vagyunk annak, hogy az ilyen filozófiai anyagfogalom a konkrét megítélés — empirikus megalapozás, verifikáció — számára eléggé megfoghatatlan, ezért „az anyag = a létezők totalitása” kijelentést nem a filozófiai anyagfogalom definíciójául, hanem a dialektikus materialista filozófia alapvető axiómájaként, az anyag terminust pedig mint primitív fogalmat vezettük be. A filozófiai anyagfogalommal kapcsolatos felfogásunkat *A dialektikus materializmus anyagfogalma és a modern fizika* c. tanulmányunkban fejtettük ki. *MM Tájékoztató* 1966/4. sz.

tett álláspontunk szerint az *anyag konkrét létezési módjainak totális jellemzésére szolgáló fogalom*, s mint ilyen a filozófiai anyagfogalomnál alacsonyabb általánossági szinten releváns. Véleményünk szerint ez utóbbi a döntő mozzanat.

Még egy megjegyzést kell tenni az egyes mozgásformák „anyag hordozójával” kapcsolatban. A fentebb körvonalazott filozófiai anyagfogalom szemzögéből teljesen elhibázott az anyag összes ismert (és még ezután megismerendő) *konkrét megnyilvánulási formáiról* mint hordozóról beszélni. Ez ugyanis az anyag fogalmával jelölt totalitáson kívül még valami alapszubsztancia feltételezése lenne, azaz a világ indokolatlan megkettőzése. A legkézenfekvőbb az a feltevés, hogy valamely szint folyamatainak, történéseinek hordozója az alsóbb, illetve a környező szintek tárgyainak, eseményeinek, kölcsönhatásainak stb. az *együttese*. Ezek az emberi megismerés adott szintjének megfelelően mindig jól megragadhatók az empirikus megalapozás számára, s így mentesek az anyagfajta fogalomban fellelhető miszticizmustól.

Az eddigiek után talán nem meglepő, hogy saját felfogásunkkal erősen rokon gondolatokat vélünk felfedezni Rádi Péter idézett tanulmányában. Mindenekelőtt azt, hogy a mozgásforma, struktúra és kölcsönhatás terminusokat igen szoros egységben — helyenként csaknem szinonim értelemben — használja. Rádi e törekvéseivel kapcsolatos messzemenő egyetértésünk elenére legyen szabad egy-két ellenvetést tennünk. Mint tanulmányában egy helyen kifejti,¹⁵ ő a kölcsönhatás evidens dinamizmusa mellett a struktúrát lényegében statikus fogalomnak tekinti, ami véleményünk szerint ellentmond saját struktúra-meghatározásának, mely szerint „A struktúra nem más, mint elemek és kölcsönhatásaik rendszere”.¹⁶ Ez a meghatározás teljesen összhangban van a fentebb kifejtett koncepciónkkal, ha a kölcsönhatás terminust olyan általános értelemben használjuk, hogy a potencialitások, s aktualizálódási folyamataik is beleférjenek. Ilyen felfogásban a par excellence dinamikus komponensekből felépülő struktúra sem tekinthető „a kölcsönhatások eredményei statikai kifejezésének”, sokkal inkább az adott rendszer (vagy rendszertípus) minőségi totalitása kifejezőjének, mely minőségi totalitás a rendszernek mint egésznek más rendszerekkel — más kölcsönhatási szintekkel — kapcsolatos „viselkedését” determinálja.¹⁷ (Erre vonatkozó konkrét példát az atomi struktúra és a kémiai mozgás viszonyának elemzésénél látunk.)

Másik megjegyzésünk Rádi anyagfajta terminusát érinti. Ha ugyanis a struktúra az elemek és kölcsönhatásaik rendszere, mint Rádi az idézett helyen meghatározza, akkor mi marad még, ami *ugyanezen általánossági szinten* még egy terminus használatát indokolja — „Anyagfajtan sajátos struktúra és sajátos mozgásforma egysége alkotta konkrét különös totalitást érték.”¹⁸ Rádi különben már az előbb idézett helyen is hangsúlyozza, hogy az anyagfajta, a mozgásforma és a struktúra a különösség azonos fokát képviseli. Ez esetben pedig a struktúra, mely az adott szint „dologi” és „viszony” entitásainak totalitását jelenti, nyilvánvalóan betölti az adott konkrét létezési forma, vagyis az adott szinten funkcionáló mozgásforma „hordozójának” szerepét, s ilyenformán — véleményünk szerint — a struktúra kategóriával egy adott konkrét szint mind ontológiai, mind pedig gnoszeológiai vonatkozásban ma-

¹⁵ Rádi P.: *id. cikk* 395. o.

¹⁶ *Uo.* 372. o.

¹⁷ Ezzel a felfogással, ha jól értettük gondolatmenetét, minden bizonnyal Rádi Péter is egyetért.

¹⁸ Rádi P.: *id. cikk* 372. o.

radéktalanul átfogható (értelmezhető, leírható). Úgy tűnik, hogy e kategóriák mellett az anyagfajta fogalom használata egy olyan felfogást tükröz, mely szerint a konkrét különösség fokán is „megjelenik” az anyag mint olyan a maga érzékileg megfoghatatlan általánosságában. Az anyagfajta terminus problematikus voltát mutatja egyébként az is, hogy a struktúra és mozgásforma egységbe foglalásán túlmenő meghatározást Rádi sem tudott adni róla.

A fenti (és még néhány itt nem érintett) probléma ellenére szimpatikussá teszi számunkra Rádi felfogását az is, hogy a mozgásformákat és kölcsönhatási szinteket — vagyis a létezők objektíve különböző szintjeit — nem akarja erőszakoltan egybekapcsolni. Tudomásul veszi a modern természettudományok eredményei alapján, hogy a fizikai vagy kémiai mozgásforma nem köthető egyértelműen az atomok vagy a molekulák szintjéhez, inkább csak az egyes struktúrátípusokhoz. Így lényegében sikerül neki megoldani minden mozgásforma-osztályozás egyik nagy problémáját, a fizika és kémia viszonyának tisztázását, s a *mozgásfajta* fogalmának bevezetésével lehetővé teszi a korábbi lineáris osztályozások szoros kötöttségének feloldását is.

4. Néhány kiegészítő megjegyzés

Az anyagi világ fizikai struktúrájáról fentebb elmondottakat szükségesnek látjuk néhány olyan megjegyzéssel kiegészíteni, melyek részben struktúrafelfogásunk fizikán túli kiterjesztésének lehetőségére utalnak, részben pedig néhány eddig nem említett, de problémánk szempontjából lényeges nézetet érintenek.

Mindenek előtt felvetődhet az a kérdés, hogy vajon az anyagfajtának mint a különböző mozgásformák speciális anyagi hordozójának eliminálása nem jelenti-e egyben az anyag eliminálását is filozófiánkból, vagyis a következetes materializmus feladását. Úgy véljük, hogy az anyagi világ fizikai struktúrájának tárgyalásakor (lásd az 1. és a 2. fejezetet) lényegében már választ is adtunk erre a kérdésre, ezért itt részletezés helyett csupán röviden összegezzük a fenti problémát érintő nézeteinket, illetve érveinket.

a) Az említett fejezetekben kialakított struktúrafogalom — mely az adott rendszer (vagy rendszertípus, illetve kölcsönhatási szint) tárgyi és kontinuum jellegű entitásai mellett egyenrangú elemekként magában foglalja ezek viszonyait, objektíve reális lehetőségeit (potencialitásait), valamint az adott szint törvényszerűségeit is —, mint hangsúlyoztuk, nem csupán a formai viszonyoknak, hanem — mégpedig alapvetően — az adott konkrét különös totalitásának megjelölésére is szolgáló kategória (s mint ilyen ontológiai jellegű). Így ez a struktúra — pontosabban az alsóbb, illetve környező kölcsönhatási szintek struktúrája — a mozgásformák hordozójának funkcióját is betölti, illetve pontosan: ő maga a mozgásforma.

b) Nyilvánvaló az is, hogy itt nem csupán az anyagfajta kategóriának a struktúra kategóriával való formális helyettesítéséről van szó, hanem a filozófiai anyagfogalommal kapcsolatos koncepciónk (lásd a 14. lábjegyzetet) következetes érvényesítéséről, amennyiben nem tartjuk megengedhetőnek, hogy az anyag fogalmát más értelemben használjuk mint „az anyag = a létezők totalitása”. Más szóval: a struktúra fogalom itt kifejtett értelmezésével és használatával azt kívánjuk hangsúlyozni, hogy az anyag konkrét létezési módjairól szóló ismereteink a filozófiai anyagfogalomnál alacsonyabb

általánossági szinten funkcionálnak, ahol — ellentétben az anyag filozófiai fogalmával, melyet primitív fogalomnak tekintünk — megköveteljük, hogy a hipotézisekben alkalmazott fogalmak, törvények, viszonyok objektív tartalma az (empirikus vagy teoretikus) emberi megismerés számára (elvileg) mindig hozzáférhető legyen. Megítélésünk szerint a fenti struktúrafogalom eleget tesz ennek a követelménynek, ellentétben az anyagfajta fogalmával. (Feltételezve, hogy a fizikainál magasabb rendű kölcsönhatási — mozgási — szinteken is alkalmazhatónak bizonyul. E tekintetben biztató, hogy sok tekintetben rokon fejtegetéseit — úgy tűnik — sikeresen alkalmazza a kémiai és biológiai különösség szintjén is például Rádi Péter,¹⁹ s hogy a pszichofizikai probléma természetontológiai tárgyalásában Márkus György szemléletmódja is jelentősen alátámasztani látszik koncepciónkat.)²⁰

A következő probléma, mellyel röviden foglalkozni kell, az anyagi világ egészének struktúráját érintő általánosítás lehetősége. Az anyagi világ fizikai struktúrájára vonatkozóan fentebb kifejtett koncepció alapján mit mondhatunk az anyagi világ struktúrájáról általában? (Néhány olyan általánosságú konklúzió felvázolásáról van tehát szó, melyek nem kapcsolódnak egyik konkrét létezési módhoz, kölcsönhatási szinthez vagy mozgásformához sem.)

a) Az anyagi világ struktúrájának általános vonása, hogy a kvantitatíve is megragadható kölcsönhatásokon kívül elemei közé tartoznak az úgynevezett „viszony”-mozzanatok is, melyek egy konkrét struktúra esetén (egy konkrét minőség vagy viselkedésmód kialakításában) alapvető szerepet játszanak, az adott rendszert vagy rendszertípust lényegi módon jellemzik, de nem hozhatók egyértelmű megfelelésbe a kvantitatív kölcsönhatások egyikével, illetve véges halmazukkal sem. Az általunk korábban említett kategóriák közül tipikusan „viszony” jellegűnek tekintjük például a véletlent, mely *egy adott kölcsönhatásnak a jellege egy meghatározott vonatkozásban* (például egy elektron számára véletlen, hogy adott esetben a mérőberendezésben mint korpuszkulát vagy mint hullámot regisztráljuk-e). E „viszony”-mozzanatok döntő tulajdonsága, hogy „*van-nincs*” jellegűek, azaz például egy kölcsönhatás adott fizikai rendszer vonatkozásában vagy véletlen, vagy nem (tehát a véletlen viszony vagy van, vagy nincs), s az adott esetben megmutatkozó véletlen jellege nem érinti (esetleges) szükségyszerű voltát más vonatkozásban (és viszont); véletlen vagy szükségyszerű jellege tehát *az adott vonatkozásban élesen meghatározott*. Azért hangsúlyozzuk itt a „*van-nincs*” jelleget, mert önmagában a viszonyjelleg a kvantitatíve megragadható kölcsönhatásokat is jellemzi, hiszen például egy fizikai rendszer kinetikai energiája a vonatkoztatási rendszertől függő. Míg azonban az utóbbi kölcsönhatás típusok a „*van*” szituációban a legkülönbélebb értékeket vehetik fel, addig a „viszony” mozzanatok „*van*” szituációja mindig *egy* meghatározott totalitást, teljességet jelent (vagyis nem valamely rendszer paraméter jellegű tulajdonsága, mely a különböző vonatkoztatási rendszerekben különböző értékeket vehet fel, hanem olyan mozzanat, mely két rendszer — két objektum — viszonyát a maga totalitásában jellemzi).

b) Ugyancsak általános vonása, az anyagi világ struktúrájának, hogy az (aktuális és potenciális) kölcsönhatások egy adott rendszer vonatkozásában

¹⁹ Uo.

²⁰ Márkus Gy.: *Az észlelés és a pszichofizikai probléma. Magyar Filozófiai Szemle* 1968/2. sz.

egy szükségszerű és egy véletlenszerű szegmentumra oszlanak. Az anyagi világ struktúrájának e mozzanatát azért érezzük jelentősnek, mert a mozgásformák objektív elhatárolódásában döntő szerepet játszik az, hogy az adott szinthez tartozó rendszerek „viselkedésében” a szükségszerű vagy a véletlenszerű kölcsönhatások dominálnak-e?²¹ (Láttuk, hogy például a bolygópálya esetén a potenciális helyek egyben szükségszerű jelleggel is bírnak, míg például ha a kvantummechanikai rendszerek lehetséges állapotai közül egy véletlenszerűen megvalósul — aktualizálódik —, úgy a többi aktualizálódási valószínűsége szükségszerűen zérussá válik.)

c) Végül, az anyagi világ struktúrájának általános vonásaihoz sorolhatjuk a potencialitás és aktualitás egységét, vagyis azt, hogy minden konkrét anyagi rendszer potenciális és aktuális elemek egysége. A fizikai létezés vonatkozásában már bőszégesen argumentáltuk ezt. Bár jelen tanulmány célkitűzéseinek korlátozott volta és a megfelelő szakmai ismeretek hiánya miatt részletes kiejtésre nem vállalkozhatunk, úgy véljük, hogy potencialitás és aktualitás egysége jellemzi például az élőlényeket is, hiszen — meghatározott szempontból — talán minden organizmus jellemezhető a fizikai-pszichikai struktúrája által determinált lehetséges és megvalósult viselkedések (a külső ingerekre való reagálási lehetőségei, alkalmazkodási lehetőségei stb.) együttesével is.

Ami a tárgyalt problémakört — nevezetesen a struktúra ontológiai-ismeretelméleti szerepét — érintő nézeteket illeti, egy dologra szeretnénk kitérni. Igen sok — és lényegében sok szempontból nem alaptalan — bírálattal illették a marxista filozófusok Einsteint és Heisenberget (valamint más filozófálgató fizikusokat is) azért, mert az anyag helyett a struktúrát, sőt az anyagi világ objektív struktúrája helyett az ezt leíró matematikai struktúrát alapvető kategóriának értelmezik. Nyilvánvaló, hogy ez számunkra elfogadhatatlan álláspont,²² mégis úgy véljük, hogy a filozófiai torzulások (és torzítások) ellenére Einstein, Heisenberg és mások „strukturalista” törekvéseinek ösztönzője valójában egy nagyon is mély és világos problémameglátás, nevezetesen a struktúrafogalomnak a modern természetontológiában (illetve természettudományi világképben) játszott alapvető szerepének felismerése. Hasonló ez a szituáció, mint amilyennel a kvantummechanika Born-féle valószínűségi értelmezésénél találkoztunk, mellyel kapcsolatban a filozófiai „konklúziók” során egyesek egészen az elektron szabad akarátát proklamáló badarságig jutottak, ám a lényeg mégis csak a véletlen kölcsönhatások mikrofizikai szerepének felismerése volt. Meggyőződésünk, hogy a marxista filozófusoknak az idealista „természetfilozófia” következetes bírálatával egyenrangú fontosságú feladata az e „természetfilozófiákban” felvetett mély és időszerű problémák marxista módon való kidolgozása, megválaszolása is.

²¹ A makro- és mikrofizikai szintek objektív minőségi különbségére vonatkozóan lásd Müller A.: *Kvantummechanika és fizikai világkép*. Akadémiai Kiadó, 1967. 9. feje.

²² Jól ismert Heisenberg filozófiai „fejlődése”, aki nem utolsósorban az itt tárgyalt strukturalista szemlélet következtében jutott el a pozitivizmustól egy platóni jellegű objektív idealizmushoz. Erre vonatkozóan lásd például Biró G.: *Megjegyzések a fizikai idealizmus történeti periodizációjához*. *Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyesület Tudományos Közleményei* 1964/1. sz., Hársing L.: *A fizikai idealizmus mai formájának ismeretelméleti forrásai*. Uo. 1964/6. sz.

МАТЕРИЯ, СТРУКТУРА, УРОВНЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

А. Мюллер

Одно из главных препятствий успешного решения проблем, связанных с отношением и систематизацией форм движения, состоит в том, что исследователи до сих пор используют понятие структуры в узком смысле, заимствованном из классической физики, механики, отождествляя его с понятием пространственной структуры. На основе анализа физических примеров автор показывает, что современное понятие структуры помимо пространственной структуры включает в себя также и динамические соотношения, закономерности, актуальные и потенциальные взаимодействия и т. д. данных, низших и окружающих уровней, и — в принципе — всегда доступно для теоретического или эмпирического человеческого познания. На основании этого становится, таким образом, излишним понятие «вида материи», всегда содержащее определенные неуловимые, метафизические элементы, как категория «носителя» формы движения.

Заключительная часть работы посвящена анализу возможностей обобщения понятия структуры, сформулированного на основе физического познания.

MATTER, STRUCTURE, LEVELS OF INTERACTIONS

A. Müller

One of the chief obstacles to the successful solution of the problems concerning relationship and systematization of forms of movement consists in the interpretation by the researchers of the structure in its narrow sense derived even now from classical physics and mechanics. The author shows by reason of the analysis of physical examples that the modern concept of structure contains over and above the structure in space, dynamic relations, regularities, actual and potential interactions etc. of the inferior and surrounding levels, too, and is — in principle — always accessible to theoretical and empirical human cognition. So the category of „sort of matter” containing always certain inconceivable metaphysical elements as „carrier” of the form of movement becomes superfluous.

The concluding part of the paper discusses the possibilities of generalization of the concept of structure constructed on the strength of physical cognition.