

A dolgozat címe: *A kvantummechanikai mérés fenomenológiai-hermeneutikai elemzése*

Szerző: *Pogány Ádám* III. fizikus

Intézmény: Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar

Témavezető: dr. Ropolyi László adjunktus

Dolgozatunkban két, egymástól látszólag igen távol álló szellemi teljesítmény: Heidegger korai filozófiája és a kvantummechanika közti összefüggéseket szeretnénk megvilágítani. Ezt oly módon tesszük, hogy Heidegger korai fomuve, a *Lét és ido* fogalmaival, gondolatmenetével próbáljuk értelmezni a kvantummechanikai mérés elméletének - a fizikusok körében máig is különböző interpretációkra vezető - problémáit, majd egy hermeneutikai körbe való belépéssel a kvantummechanikai szemléletmód alkalmazhatóságát vizsgáljuk a "jelenvalólét mint megértés" heideggeri kifejtésének értelmezésében. Ezzel valódi kölcsönhatásba hozzuk a két területet, s ennek során remélhetőleg mindkettő nyer egy új interpretációt.

Eloszor röviden összefoglaljuk a kvantumjelenségek klasszikus fizikai szemlélettel érthetetlen tulajdonságait és a kvantummechanikai mérés folyamatának problémáit, majd az eme nehézségek magyarázatára kialakult különböző interpretációkat.

A klasszikus fizikai mérés során állandóan használt fogalomrendszer alapjainak heideggeri kritikájával alátámasztjuk a XX. század előtti fizika inautentikusságát, hogy a későbbi elemzés során a kvantummechanikát a saját megismerésfogalmának tisztázására való törekvés miatt mint *autentikus* tudományt mutathassuk be.

Ezután a megértés heideggeri hármas elostruktúrájának alkalmazásával kiemeljük az érzékelés folyamatainak fontosságát, majd ezek elemzése során neurofiziológiai magyarázatot adunk a kvantummechanikai leírásmódra jellemző komplementaritásra. Az érzékelés és a mérés hasonlóságainak kimutatása után, a megértés jelentésadó folyamatként való értelmezésével (miközben az információ-jelentés kettősséget és Heidegger "mindennapi jelenvalólét" analízisét alkalmazzuk) pedig a hermeneutikai kört elemezzük kvantummechanikai szemlélettel, hogy aztán megállapíthassuk végso következtetésként: a kvantummechanika és Heidegger filozófiája közti kölcsönhatásból fény derült kapcsolatukra, és ezáltal mindkét terület új megvilágítást nyert.

“Martin Heidegger gondolatai és az elméleti fizika közötti közvetlen kölcsönhatásról mind a mai napig nem lehet beszélni. Heidegger írásai alig érintenek fizikai kérdéseket, és a mai fizikusok többsége csak néhány mondatot olvasott Heideggertől.

Ez a látszólagos idegenség azonban, véleményem szerint, csak tisztábbá teszi a két gondolkodási irányzat között a valóságban fennálló kapcsolatot. Ha ez a kapcsolat a külső kölcsönhatás ellenére is fennáll, akkor az nem lehet egy ún. szellemtörténeti függőség következménye. Sokkal inkább egy valódi konvergenciát jelent, amely abban gyökerezik, hogy mindkét irányzat ugyanannak az igazságnak egy darabját ragadta meg.

Nos, fennáll ez a kapcsolat valóban? S ha igen, hol mutatható ki?”

{C. F. von Weizsäcker, 1949}

I. Bevezetés

Dolgozatunkat remekül jellemzi a fenti Weizsäcker-idézet, mely eredetileg egy rövid kis cikk bevezetéséül szolgált.¹ Ebben a cikkben Weizsäcker nem fejt ki részletesen véleményét a saját maga által föltesztett kérdésekről, de azok - véleményünk szerint - jogosak, és megválaszolásukkal talán érdekes következtetésekre juthatunk. Jelen dolgozatunk szeretné nemcsak mélyebben feltárni az említett két szellemi teljesítmény közti kapcsolatot, hanem valódi kölcsönhatásba is hozni e két területet. Tesszük mindezt olyképpen, hogy a *Lét és idő* fogalmait, fenomenologikus módszereit alkalmazzuk a kvantummechanikai mérés során zajló különleges folyamatok értelmezésére, közben pedig a kvantummechanikai szemlélet alkalmazhatóságát is vizsgáljuk a heideggeri gondolatok elemzése területén.

Weizsäcker, aki kora fizikusait jól ismerte, közeli barátja volt Martin Heideggernek is (és a modern fizikát érintő kérdéseire mindig szívesen válaszolt), hiteles tanúnak tekinthető abban a kérdésben, hogy közvetlenül mennyire nem hatott egymásra a kvantummechanika és a heideggeri filozófia. Tény azonban, hogy a kvantumelmélet kidolgozása (1920-as évek második fele) és a *Lét és idő* születése (Heidegger 20-as évekbeli előadásaiából, jegyzeteiből 1927-ben kiadva) ugyanarra az időszakra esik, ráadásul a helyszín is egyezik: az első világháború utáni Németország, a Weimari Köztársaság. Hogy a vesztes háború utáni légkör milyen hatást gyakorolt a kvantummechanika kialakulására, azt Paul Forman egy egyedülálló, nagy visszhangot keltő tudománytörténeti cikkben elemezte². A heideggeri gondolkodásra tett befolyásáról pedig így ír Löwith, egy akkori Heidegger-tanítvány: "A háború utáni éveket minden hagyománynak és fennállónak a kritikája jellemezte; olyan, amilyennek a radikalitásáról a mai fiatal generáció nem képes kellő képet alkotni, mivel egy átvészelt katasztrófa után, nem valódi sóvárgásból és törekvésből, hanem telítettségéből és unalomból lázad. A *Lét és idő* jelszava: az egész áthagyományozott metafizika vagy ontológia »destrukciója«, ebben az első világháború utáni szituációban bírt ösztönző erővel. Közvetlenül pozitívan szólt hozzánk, mivel abban a tudatban éltünk, hogy semmi fennálló nem

¹ Weizsäcker 1980, 29. o.

² Forman 1971

maradhat fenn, ha alapjaiból kiindulva [...] nem kérdőjelezzük és nem újítjuk meg.”³ A klasszikus fizika válsága már a századfordulón elkezdődött - néhány jelenség a newtoni-maxwelli fizika lezárt keretei között értelmezhetetlen volt - ; ekkor született meg Einstein speciális, majd általános relativitáselmélete, ekkor vezette be Planck a hőmérsékleti sugárzás magyarázatára a hatáskvantum fogalmát, melyből aztán a háború után a kvantummechanika kivirágzott (igaz, nem Planck determinista elképzelései szerint).

Így a közös történelmi háttér is megerősíteni látszik dolgozatunk témaválasztását, ha ezt a klasszikus hermeneutikai felfogásban tekintjük: a közös életvilág, a közös horizontból eredő értelmezések szükségszerűen mutatnak párhuzamos vonásokat.

II. Ismeretelméleti problémák a kvantummechanikában

A kvantummechanika ortodox, koppenhágai értelmezése szerint a kvantummechanikai állapot nem jelenti a mikrorendszer valódi fizikai állapotát. Weizsäcker szavaival: “A megfigyelt tulajdonságokat a dolgoknak kell tulajdonítanunk, de nem tételezhetjük fel, hogy a dolgokra vonatkozó összes alternatíva objektíven el van döntve akkor is, ha nem voltak megfigyelve [...] A kvantumelmélet a tények valószínűségi összekapcsolására vonatkozó elmélet. A tényeket magukat klasszikusan kell leírni. Ahol a klasszikus leírás nem lehetséges, ott nincsenek tények.”⁴ Mivel tapasztalataink klasszikus fizikaiak, egy kvantumfizikai mérés végrehajtásakor a kísérleti feltételeket és a megfigyeléseket is a klasszikus fizika fogalomrendszerében kell leírnunk. Eme értelmezés szerint a Bohr-féle komplementaritási elv, a felcserélési és a határozatlansági relációk abból származnak, hogy a különböző klasszikus fizikai mennyiségek mérésére szolgáló kísérleti feltételek kölcsönösen kizárják egymást. Az ortodox felfogás szülőatyja, Bohr szavaival: “A kvantummechanikai formalizmus, amely közvetlenül olyan megfigyelések összefoglalását tűzi ki célul, melyek elemi fizikai fogalmakkal leírt kísérleti feltételek között születtek, kimerítő komplementer leírását adja a tapasztalatok igen széles körének. A szemléletes képek csak az atomi objektumok

³ Löwith 1984, 294. o.

állapota szempontjából veszítik érvényüket.”⁵ Az említett komplementaritási elv annak a meglepő ténynek a megfogalmazása, hogy a mikrorészecskékről rendszerint nincsen egyetlen makroszkopikus képünk, de mindig van kettő, melyek együtt kimerítően leírják az objektumot (pl. a fény részecske- és hullámképe). A határozatlansági reláció pedig a komplementer képekhez tartozó klasszikus fizikai mennyiségek⁶ egyidejű mérésének maximális pontosságaira ad objektív (nem a mérőműszerek tökéletlenségéből adódó) korlátot.

Az ortodox interpretáció szerint a kvantummechanikai állapotot leíró állapotfüggvény (vagy hullámfüggvény) - a realitás kérdésétől eltekintve - az időben kétféleképpen változhat; folytonos módon, melyet a kvantummechanika mozgásegyenlete, az időtől függő Schrödinger-egyenlet ír le, és diszkontinuous módon, egy mérés végrehajtásakor (ez a hullámfüggvény redukciója, kollapszusa vagy más néven kvantumugrás). Ez a dualisztikus jelleg természetesen különbözik a hullám-részecske dualitástól.

A mérés problémája pont ebből a kettősségből ered: a dinamikai leírás a Schrödinger-egyenlet által akkor működik, amikor nem hajtunk végre mérést az objektumon, a mérés során pedig nem. Az objektum hullámfüggvénye determinisztikusan változik az időben addig, míg mérést nem hajtunk végre rajta. Ekkor azonban véletlenszerűen "ugrik" a kvantummechanikai leírásban a mért fizikai mennyiségnek megfelelő operátor egyik sajátállapotába, mindegyikbe más-más valószínűséggel, melyeket a mérés előtti hullámfüggvény határoz meg.

A klasszikus szemlélet ennyi esetben történő kényszerű feladása különböző értelmezésekre adott lehetőséget a szakterületük alapjait jogosan tisztázni kívánó kvantumteoretikusok között. Nem véletlen tehát, hogy a kvantummechanika története megegyezik saját interpretációinak történetével.

III. A kvantummechanika különböző interpretációi

A Bohr-interpretáció azonban ellentmondásra vezet, ha feltesszük, hogy a mérőműszer és a megfigyelő is kisebb, a kvantummechanika determinisztikus

⁴ Weizsäcker 1980, 147. o.

⁵ Bohr 1964, 133-134. o.

⁶ pl. a részecskékéhez a helykoordináták, a hullámképhez az impulzuskoordináták tartoznak.

dinamikájának engedelmeskedő részrendszerekből áll. Ekkor ugyanis, bármit is tekintünk pontosan *mérésnek*, az objektum-műszer-szubsztum rendszerben megy végbe, s ekkor ez a folyamat is leírható lenne egy (bár igen bonyolult) Schrödinger-egyenlettel. Ebből Everett⁷ azt a következtetést vonta le, hogy a klasszikus elmélet nem alkalmazható megfigyelőt tartalmazó rendszerekre. Az ő "kollapszusmentes" interpretációja tehát megfigyelőket is tartalmazó rendszereket próbál meg konzisztensen leírni. A mérés eredményének valószínűségi jellege szerinte a tapasztalatok szubsztivitásából ered. Itt ezért logikailag ellentmondásmentes leíráson belül fér meg egymással a formális elmélet objektíven folytonos és kauzális, szubsztíven viszont nemfolytonos és valószínűségi jellege. Az Everett-féle interpretáció problémája, hogy nem világos, miként gondolta a megfeleltetést az ortodox nézet által megengedett kvantumugrásból származó valószínűségek és a megfigyelő szubsztív valószínűségei között. Ezért ezt az elképzelést is sokféleképpen értelmezték, ebből születtek a sok-világ, a sok-elme, stb. interpretációk, melyek napjainkban is divatosak.⁸

Még a kvantummechanika születésekor Einstein más irányból bírálta a koppenhágai interpretációt. Az ő realista nézőpontja karteziánus és Locke-i érzékelésfogalmakban gyökerezik, melyek szerint amit érzékelünk, az csupán egyfajta "tükörképe" egy tőlünk függetlenül létező realitásnak. Bohr viszont neokantiánus állásponton volt abban az értelemben, hogy az érzékelés során jönnek létre a világ leírásának alapjait adó kategóriák (Kanttól eltérően viszont a XIX. században kifejlődött látáselméletet alkalmazta), és elfogadta azt, hogy a mikrorészecskék világa egyfajta kanti *Ding-an-sich*, mely a maga valójában ismeretlen marad számunkra. A késői Heisenberg (mikor már kikerült Bohr befolyása alól) egy harmadik, Bohrral szemben radikálisan pozitívista hagyományokat követő véleményen volt: egyenesen értelmetlen az a kérdés ("metafizikai spekuláció"), hogy létezik-e egy igazi természete a valóságnak, a fizika csak a percepcióink közti összefüggések leírására vállalkozhat.⁹

Az Einstein és Bohr közti vitából születtek azután a kvantummechanika legérdekesebb problémái, például az eredetileg a kvantummechanikai leírás

⁷ Everett 1957

⁸ Az Everett- és hasonló típusú interpretációkról részletesebben lásd Barrett 1998

⁹ Az interpretációk különböző filozófiai háttéréről lásd Krips 1999

teljességét cáfolni kívánó (Einstein haláláig nem mondott le arról, hogy létezhet egy teljesen determinisztikus kép a mikrovilágról) Einstein-Podolsky-Rosen paradoxon.¹⁰ Erről itt elég annyit mondanunk, hogy már a kezdőfeltevése jellemzi Einstein realizmusát, s ebből egy gondolkísérlet (melyet később meg is valósítottak) eredményeinek elemzése után jutnak arra a következtetésre, hogy a kvantummechanika nem ad teljes leírást a fizikai valóságról, holott ezt a fizikai valóságot éppen másképpen definiálják, mint Bohrék: “Ha egy meghatározott fizikai rendszerben, anélkül, hogy azt bárhogyan is megzavarnánk, teljes biztonsággal (azaz egységnyi valószínűséggel) előre meg tudjuk mondani egy fizikai mennyiség értékét, akkor kell, hogy létezzék a fizikai valóságnak egy olyan eleme, amely ennek a fizikai mennyiségnek megfelel.”¹¹

Einstein után születtek még különböző realista interpretációk, pl. az ún. rejtett paraméteres elméletek, melyek feltételezik, hogy a kvantummechanikai indeterminizmus csak ismereteink hiányosságának köszönhető, és a kvantumfolyamatoknak lehetnek olyan rejtett változói, melyek ismeretében adható lenne egy determinisztikus leírás. A rejtett paraméterek létezése ellen ma már komoly érvek szólnak.

Dolgozatunkban a modern biofizikára, az érzékelés újabb elméleteire támaszkodva többek közt azt is szeretnénk megmutatni, hogy miért hoz szokatlan eredményeket a mikrovilág klasszikus fogalmainkkal történő leírása.

Összefoglalva, a kvantummechanika megértésének nehézségei tehát a következő, triviálisnak tűnő tények következményei:

- a mikrorészecskék nem a klasszikus fizika törvényeinek engedelmeskednek
- a mikrorészecskék vizsgálatára, tapasztalati tények szerzésére kizárólag makroszkopikus eszközöket használhatunk, melyek klasszikus fizikai tulajdonságokat mérnek. A mérési eredmények magyarázatára, kauzális leírására nem szemléletes, azaz közvetlenül tapasztalati úton nem ellenőrizhető (ezért fizikai realitásukban megkérdőjelezhető), tulajdonságokkal, fogalmakkal (pl. spin, állapotfüggvény) ruházzuk fel őket.
- a kvantummechanikai mérés során a mérőobjektummal való kölcsönhatás

¹⁰ Einstein et al. 1935

miatt a hullámfüggvény a klasszikus dinamikai mozgásegyenletektől eltérő, s épp ezért sok fizikus számára idegen és érthetetlen módon nemfolytonos változást “szenvet”. (Az ellenszenv a hullámfüggvény-redukció iránt jól érzékeltethető a kvantummechanika egyik megalapozója, Schrödinger kifakadásával, melyre még az elmélet kialakulása közben, 1926 szeptemberében került sor Bohrral való vitája során: “Ha hinnék benne, hogy ez az átkozott kvantumugrás gyökeret ver az elméletben, örökre bánnám, hogy valaha is beleártottam magam a kvantummechanikába.”¹²⁾

Megkísérrelhető tehát a kvantummechanikai mérések megértésének egy nem pozitivista hagyományokat - esetünkben Heideggert - követő végiggondolása, ha nem is feltétlenül jobb, de egy másfajta kvantummechanikai szemléletmód kidolgozása érdekében. Ennek során először a klasszikus mérést meghatározó fogalomalkotások olyan tulajdonságait emeljük ki, melyek a kvantummechanikában zavaróak, vagy használhatatlanok lesznek.

IV. A klasszikus fizikai mérés heideggeri kritikája

A klasszikus fizika, mint tapasztalati tudomány alapvető követelménye, hogy a kidolgozott elméletek összhangban legyenek a tapasztalattal, azaz egy elmélet elfogadhatóságának szükséges kritériuma, hogy ne mondjon ellent a kísérletek, mérések során tapasztalható jelenségeknek.

A klasszikus fizikai jelenségeket a hagyományos téridőben helyezzük el. A legtöbb klasszikus fizikai mennyiség mérése hosszúság- és időmérésekre vezethető vissza (lásd pl. CGS mértékrendszer, melyben minden fizikai mennyiség mértékegysége három alapmennyiség; a hosszúság, a tömeg és az idő mértékegységéből származtatható - a hagyományos tömegmérés is általában hosszúság (elmozdulás) mérésén alapul).

Az idő mérésekor így definiáljuk az egységet: először ezt és ezt látjuk (pl. pálcika árnyéka ott van - napóra, homok fent van - homokóra, mutató itt áll - óra), majd pedig egy másik eseményt látunk (a pálcika árnyéka máshol van, a homok

¹¹ Einstein et al., i. m.: 777.o

¹² Heisenberg visszaemlékezése szerint (az eredetiben *verdamnte Quantenspringerei*), Heisenberg 1983, 105. o.

lepergett, az óramutató máshol áll). Ha tehát ezt a két eseményt látjuk (egymás után), akkor mondjuk azt, hogy eltelt egy időegység. A hosszúság mérésekor pedig egyszerűen rámutathatunk az egységre, majd a mérésekkor ezzel hasonlítjuk össze a mérendő dolgokat.

A körülbelül így objektivált tér- és időfogalom teszi lehetővé a jelenségek klasszikus fizikai leírását, és a klasszikus fizikának, mint objektív természettudománynak a működését.

Mit is jelent ez az objektiválás? Két dolgot: azt, hogy *akárki* látja ezt és ezt (a fenti két eseményt), az időegység ugyanaz marad, és *akárki* látja a hosszegységet, a hosszegység ugyanaz lesz – és mivel az egységek egy objektív tér- és időfogalom nélkülözhetetlen alapjai, ez jelenti azt, hogy hiszünk egy objektív (tér- és időbeli) realitás létezésében. Másrészt viszont azt is jelenti, hogy *akárki* ugyanúgy értelmezi a fenti tapasztalatokat. Mivel a percepcióink, tapasztalataink azonosságáról nem tudunk meggyőződni, csak a konvenció biztosíthatja azt, hogy a két esemény érzékelése *akárki* számára ugyanazt az eltelt időegységet jelentse, függetlenül a két érzékelés közben eltelt “szubjektív időtől”, és azt, hogy egy bizonyos tárgy (mely lehet például egy mérőrúd egy beosztása) érzékelése a hosszegységet jelentse.

Lássuk, mit mond Heidegger a már többször említett *akárkiről* (das Man):

“ [...] az egymással mint olyan gondoskodik az *átlagosságról*. Az utóbbi az akárkinek egzisztenciális jellemzője. Az akárki létében lényege szerint az átlagosságra megy ki a játék. Ezért faktikusan annak az átlagosságában tartózkodik, ami illik, ami érvényes és ami nem az, aminek megszavazzák a sikert és amitől megtagadják. Ez az átlagosság körvonala az, hogy mire vállalkozhatunk, s mire szabad vállalkoznunk, ügyel minden egyes előbukkanó kivételre.”¹³

Eszerint mondhatjuk, hogy a klasszikus fizikai fogalmaink fent leírt “konvencionálva objektiválása” hozza létre a mérések során nyert tapasztalatok szokásos értelmezhetőségét, *mindennapos* jelentésösszefüggését azáltal, hogy eltekintünk az egyéni tér- és időérzékelések esetleges különbözőségétől, egy *átlagos* normát megszabva. Természetesen erre alapot ad az emberi faj érzékelő- és idegrendszeréről alkotott tudományos modell, melyre minden egyedé nagy mértékben hasonlít, és e nélkül persze nem is létezhetne tudományos megismerés.

¹³ Lét és idő (a továbbiakban LI) 259. o.

A tudós, elméletének kísérleti igazolásakor, vagy egy új kísérleti eredmény értelmezésekor úgy bizonyítja *akárki* számára az elméleti modell és a mérés eredményének összhangját, hogy saját, a jelenségre vonatkozó értelmezését egy mérőműszer viselkedése értelmezésének felelteti meg (a megfeleltetés során megpróbál *akárki* számára érthetően, vagyis az *akárki* módján gondolkodni), s a mérőműszer leolvasásakor már az előbb elmondott objektív fogalmakat használja. Így lesz az egyéni megértésből közösségi megértés.

“ [...] az egymássalét teljesen feloldja a saját jelenvalólétét »a mások« létmódjában, éspedig úgy, hogy a mások a maguk megkülönböztethetőségében és körvonalazottságában egyre inkább eltűnnek. Ebben a fel-nem-tűnésben és megállapíthatatlanságban fejt ki az akárki a maga tulajdonképpeni diktatúráját. Úgy élvezünk és szórakozunk, ahogy *akárki* élvez: úgy olvasunk, úgy ítélünk irodalomról, ahogy *akárki* lát és ítél...”¹⁴ stb. Tehát Heidegger nyomán kijelenthetjük, hogy a tudományos magyarázat közérthetősége éppen azon alapul, hogy a klasszikus fizikát művelő tudós megpróbálja az *akárki* módján értelmezni a jelenségeket, tárgyakat, heideggeri terminológiával a kéznéllevőt (*Vorhandenes*). Ez Heidegger számára egyenlő az inautenticitás lehetőségének használatával a tudományban, vagyis a hagyományos fizikai világkép “nyilvánossága” “ [...] mindent homályba borít, és az így elfedettet ismertnek és mindenki számára megközelíthetőnek tünteti fel.”¹⁵ Ez persze nem negatívuma a klasszikus fizikának, hiszen az éppen azt a célt (is) szolgálja, hogy a mindennapos élet jelenségeit magyarázza. (Itt persze nem szabad megfeledkeznünk az *akárki* történeti szituáltságáról sem. A jelenvalólét mindennapos létmódja függ a “mindennapoktól” is; például a kopernikuszi világkép ugyanúgy eltért az akkori hétköznapi gondolkodásmódtól, mint a kvantummechanikai szemlélet a maitól, mára azonban már teljesen megszokottá vált, hogy a Föld kering a Nap körül és nem fordítva.)

Azonban a XX. századi természettudományos világnézet, főleg a modern fizika új felfedezéseivel, eljutott a természeti jelenségek magyarázatának arra a szintjére, ahol a hagyományos fogalmakkal való leírás nagy nehézségekbe ütközik. Az atomi szintű folyamatok magyarázatára szolgáló, a kísérleti eredményeket hihetetlen pontossággal leíró elmélet, a kvantummechanika alapjairól szóló filozófiai

¹⁴ LI 259. o.

eszmefuttatások összterjedelme talán nagyobb, mint a szűk értelemben vett kvantummechanikai cikkeké. Az egyik alapkérdés a kvantummechanikai mérés problémája, melynek hermeneutikai értelmezését az e fejezetben leírt klasszikus fizikai méréstől elhatárolva, a megismerés folyamatainak különbözőségét hangsúlyozva szeretnénk megtenni oly módon, hogy megpróbáljuk a témát autentikus, tulajdonképpen (*Eigentlich*) módon megragadni.

V. A hermeneutikai megközelítésmód indoklása és radikalizálása

Elemzésünk kiindulópontjai Neumann János és a természettudományok hermeneutikájával foglalkozó mai filozófusok alapgondolatai. Neumann matematikailag, a kvantummechanika formalizmusát használva levezette¹⁶, hogy a kvantummechanikai mérésben a szubjektum-objektum határ tetszőlegesen eltolható, eszerint a mérőberendezés(ek) e határ bármelyik oldalán lehet(nek). Ezt összevethetjük Heelan álláspontjával, aki, mint Kiss Olga tanulmányában megfogalmazta, "...hermeneutikainak tekint bármiféle olyan cselekvést, mely elmozdítja a szubjektum és az objektum közti határvonalat"¹⁷. Kockelmans pedig (többek között) azt hangsúlyozza - szintén Kiss Olga szavaival -, hogy "a tudomány hermeneutikai megközelítésében azonban a megismerő embert nem mint kívülről vizsgálható objektumot tekintjük, hanem úgy, ahogy az magamagát tapasztalja: azaz világban-való-létként, melynek eredendő létmódja a megismerés."¹⁸ Mi azonban Kockelmans legfőbb munkáitól eltérően nem tudománytörténeti példák felmutatásával, a történeti szituáltság természettudományokban is fellépő meghatározó jellegének bizonyításával igyekszünk a megismerés folyamatának hermeneutikai-fenomenológiai leírására, hanem sokkal inkább Heideggerre támaszkodva egyfajta szubjektív megközelítésmódot választunk. Ez abban áll, hogy a kvantummechanikai megismerést az Önmaga (a "szubjektum" heideggeri terminusa) saját magunk általi megragadása részének tekintjük és ebben az értelemben mint autentikusat különböztetjük meg a klasszikus fizikaitól.

Dolgozatunk hátralévő részében tehát a heideggeri intésre - "*a döntő nem az,*

¹⁵ LI 260. o.

¹⁶ Neumann 1980, 238-254. o.

¹⁷ Kiss 2000, 117. o.

hogy kilépünk a körből, hanem hogy megfelelően lépünk bele"¹⁹ - hallgatva belépünk a kvantummechanikai mérés megértésének hermeneutikai körébe. Ebből először, mintegy melléktermékként, a komplementaritás és a részecske-hullám kettősség - a mikroobjektumok szintjén történő előbukkanásának - lehetséges magyarázatát kapjuk. A percepció-quantummechanikai mérés javasolt analógiájának fontosabb következménye lesz, hogy a megértés folyamatának Heidegger által kimutatott körszerkezete nem visz bele minket a körben forgó gondolkodás csapdájába. Mi nem a heideggeri választ adjuk erre a problémára, hanem éppen csak addig "forgunk körbe", ameddig ez a kvantummechanika egyik posztulátumának figyelembevételével még lehetséges. Mi tehát ebben az értelemben a korai Heideggernél radikálisabb hermeneutikát űzünk, hiszen ő ontológiai alapokra vezeti vissza választát: "A »körben forgás« a megértésben az értelem struktúrájához tartozik, amely fenoménnek a jelenvalólet egzisztenciális szerkezetében, az értelmező megértésben van a gyökere. A létezőnek, melynek számára világban-benne-létként önnön létére megy ki a játék, ontológiai kör-struktúrája van. De mivel a »kör« ontológiailag a kéznéllevőség (állag) létmódjához tartozik, egyáltalán kerülnünk kell, hogy ezzel a fenoménnel olyasvalamit jellemezzünk ontológiailag, mint a jelenvalólet."²⁰ Viszont Derridával ellentétben, kinek nézete - Caputo szerint²¹ - az, hogy "az értelmezés feladata pedig fenntartani a jelek remegő és végtelen tükör-játékát, gondoskodni arról, hogy a metafizika ne találjon utat a szövegekhez – leállítva a játékot, újra központ köré rendezve a rendszert, stabilizálva az áramlást, feltörve a kódot és újra feltámasztva az eredet utáni vágyakozást", mi nem visszük el a végtelenségig az értelmezések létrejöttének játékait, hanem megállunk a kvantummechanika által sugallt építőköveknél. Az így létrejövő egyfajta radikális hermeneutika tehát továbblép Heidegger felfogásánál, de nem megy el a dekonstrukció eredettagadásáig.

VI. Az érzékelés mint horizontnyitás

Első lépésben vizsgáljuk meg a percepciót mint hermeneutikai folyamatot.

¹⁸ Uo. 118. o.

¹⁹ LI, 295. o.

²⁰ LI, 296. o.(kiemelés tőlem)

Heidegger a megértésnek hármas előstruktúrát tulajdonít: “Az értelmezés mindenkor valami előzetesen (*Vorhabe*) alapul. Mint megértés-elsajátítás valamilyen már megértett rendeltetőséghez viszonyuló megértő létben mozog”²² -Az előzetes (*Vorhabe*) értelmezésünk szerint esetünkben a klasszikus fizikai fogalmaink az érzékelés (főleg a látás) során lejátszódó, a kvantummechanikai mérésnek megfeleltethető biofizikai-biokémiai folyamatok által történő kialakításának felel meg.

A másik kulcsfogalom az előretékinés (*Vorsicht*): “Az értelmezés mindenkor előretékinésen alapul, ami az előzetesen szándékolthoz egy meghatározott értelmezhetőség felől »nyúl hozzá«.”²³ -Az előretékinés fogalma megfeleltethető a választott mérési eljárásnak, a “meghatározott értelmezhetőség” - durván fogalmazva - itt például az, hogy a mikrorészecske hullám-, vagy részecsketulajdonságát akarjuk megmérni.

A harmadik tényező a megértés előstruktúrájában az előrenyúlás: ”Az értelmezés az értelmezendő létezőhöz tartozó fogalmiságot vagy magából e létezőből meríti, vagy olyan fogalmakba kényszeríti, melyeknek a létező a maga létmódjánál fogva ellenáll. De bárhogyan legyen is, az értelmezés akár véglegesen, akár fenntartással, kiválasztott egy meghatározott fogalmiságot; már eleve egy előrenyúláson alapul.”²⁴ Ennél az előrenyúlásnál (*Vorgriff*) a kvantummechanika koppenhágai interpretációjában nyilvánvalóan a második eset érvényesül: a mikrorészecskék “ellenállnak” a klasszikus fizika fogalmainak.

A három közül a *Vorhabe* fogalma a legkönnyebben támadható, hiszen -teszi fel Heidegger a kérdést saját magának- “ [...] ha az értelmezés eleve a megértettben mozog és belőle kell táplálkoznia, akkor hogyan hozhat létre tudományos eredményeket anélkül, hogy körben ne forogna, főképp, ha az előfeltételezett megértés még a szokásos ember- és világismeretben is mozog?”²⁵, majd nemsokára válaszol is rá: nem szabad ebben a körben vitiosust látnunk, hiszen nem egy megismerésmodellről van itt szó, hanem “Benne a legeredendőbb megismerés pozitív lehetősége rejlik, melyet persze csak akkor ragadhatunk meg helyesen, ha az

²¹ Caputo 1994, 155. o.

²² LI, 291-292. o.

²³ LI, 292. o.

²⁴ LI, 292. o.

²⁵ LI, 295. o.

értelmezés megértette: első, állandó és végső feladata, ne engedje, hogy mindenkori előzetese, előretékinése és előrenyúlása ötletek és populáris fogalmak révén adódjék, hanem úgy biztosítsa a tudományos témát, hogy ezeket magukból a dolgokból bontsa ki.”²⁶

Heidegger a matematikai fizika legfőbb erényét ebben látja²⁷: a természet matematikai felvázolása előzetesen felfedi a természetet és megnyit egy horizontot a saját kvantitatívan meghatározható mennyiségei számára. A klasszikus fizika eszerint azért működik saját keretei között ilyen jól, mert fogalmai magukból a leírni kívánt klasszikus fizikai jelenségekből alakultak ki.

A kvantummechanikai mérés megértésének esetében is ebbe a hermeneutikai körbe való helyes belépést lehet megkísérelni arról az oldalról, hogy hogyan alakulnak ki érzékelésünk során azok a klasszikus fizikai fogalmaink, melyek, ha nem is elégtelennek, de nehezen érthető jelenségmagyarázatokra vezetőknek bizonyultak. Itt természetesen nem szabad megelégednünk fogalmainknak a IV. fejezetben említett konvencionálisan objektíváló kialakításával, hanem “magukból a dolgokból”, azaz az “érzékelés kvantummechanikai leírásából” kell kibontanunk azokat. Az utóbbi idézőjelet sajnos azért voltam kénytelen használni, mivel a biofizika területén nem találtam erre vonatkozó irodalmat; a látás biológiai-biofizikai kutatása tudomásom szerint jelenleg még nem hatolt be a csak kvantummechanikával leírható jelenségek szintjére. Így az itt következő elképzelések leginkább azokra a próbálkozásokra hasonlíthatnak, melyeket Bohr tett komplementaritási elvének más diszciplínák és az emberi kultúrák területén történő alkalmazása érdekében²⁸, bár ez az alkalmazás a mi esetünkben talán inkább megengedett, hiszen a fizika berkeiben maradunk.

VII. A kvantummechanikai komplementaritás biofizikai alátámasztása

Közismert biofizikai elképzelés a látás duplicitásos elmélete. Az ember fényérzékelő sejtjei a retinán találhatóak. Ezekből egy foton elnyelése után itt nem részletezendő biokémiai folyamatok után akciós potenciál indul, mely az információt

²⁶ LI, 296. o. Mint már említettük, ez a válasz nem nyugtat meg teljesen bennünket, mi pontosabb elemzésre törekszünk

²⁷ LI, 587. o.

a látóközpontba közvetíti. A receptorsejteknek két típusa van, melyek felépítése eltér egymástól: a pálcikák és a csapok. Az elmélet szerint, melyet gerinceseken végzett megfigyelések igazolnak, a világosságlátás receptorai a pálcikák, a színlátásé a csapok. Az éleslátás helye a sárgafolt, melyre akkor gyűjti össze a szemlencse a fényt, amikor egyenesen nézünk valamire. Itt a csapok sűrűsége nagy, a pálcikáké kisebb. A látásélesség pedig azért itt a legnagyobb, mert az érzékelősejtek ingerületei egyenként vannak elvezetve az agykérgi látóközponthoz. (A 125 millió receptor ingerületeit 1 millió ún. ganglionsejt vezeti el, s minél perifériálisabb egy terület a retinán, annál több receptor kapcsolódik egy ganglionsejthez, ami a felbontóképesség csökkenését okozza.) Szürkületben, gyenge fényviszonyok mellett kevésbé látjuk a színeket, mivel a csapok érzékenyebbek a fényintenzitásra, csak relatíve erősebb fényben működnek. Ekkor az éleslátás csökken, és helye nem a sárgafolt, mivel ott a csapok nem működnek, hanem a sárgafolt körüli részek, ezért szürkületben akkor látunk legélesebben egy tárgyat, ha nem egyenesen rá, hanem egy kicsit mellé nézünk. Bár a csapoknak is van topologikus képe a látókéregben, mégis mondhatjuk, hogy egy foton beérkezésének tényéről (azaz helyéről és *idejéről*) és a foton *energiájáról*, vagyis színéről (a foton energiája $E=h\cdot\nu$, ahol h a Planck-állandó, ν a foton hullámhossza, azaz színe) más-más neurális mechanizmusok közvetítik az információt az agyba, ahol valamilyen módon érzeteink kialakulnak.

Mivel egy darab foton vagy egy csapot, vagy egy pálcikát gerjeszthet, ezek szerint talán nem erőltetett ezt az érzékelési folyamatot a kvantummechanikai mérés analógiájára felfogni, és párhuzamot vonni a Bohr-féle egymást kizáró mérőberendezések és az érzékelők e kettős szerepe között.

A Bohr irányításával létrejött koppenhágai interpretáció a mikrovilágról szerezhető ismereteink korlátosságát azzal magyarázza, hogy “ [...] nem lehet élesen különválasztani az atomi objektumok viselkedését attól a kölcsönhatástól, amely közöttük és a jelenségek fellépésének körülményeit definiáló mérőberendezések között lép fel”²⁹. (Itt bukkan elő először a fizikában egy bizonyos mértékű episztemológiai önreflexió, a tudományos módszerekkel megszerezhető ismeretek

²⁸ Bohr 1964, 44-50. o.

²⁹ Bohr 1964, 61. o.

kontextusfüggőségének elismerése, s ez teszi majd lehetővé számunkra, hogy a kvantummechanikát autentikus - *eigentlich* - tudománynak tekinthessük.) Így a fenti korlátozást matematikai formába öntő Heisenberg-féle határozatlansági reláció a következő módon származtatható a különböző kísérleti feltételek (az *előretétekintés* által meghatározott értelmezhetőség) komplementer jellegéből: “Minden elrendezés, amely alkalmas az elektronok és a fotonok közti energia- és impulzuskicserélődés tanulmányozására, szükségképpen elegendő határozatlanságot kell, hogy biztosítson a folyamat tér- és időbeli leírásában az $E=h\cdot\nu$ és $p=h\cdot\nu/c$ egyenletekben fellépő frekvencia definíciójához. Megfordítva, minden olyan kísérlet, amely megpróbálná pontosabban meghatározni az elektron és a foton ütközésének helyét – a tér- és időbeli vonatkoztatási rendszert definiáló rögzített mérőrudakkal és órákkal való kiküszöbölhetetlen kölcsönhatás miatt – lehetetlenné tenné, hogy pontosabban számot adjunk az impulzus- és energiamérlegről.”³⁰ (Pusztán csak történeti érdekesség, hogy a határozatlansági reláció ötlete ugyanakkor fogalmazódott meg Heisenbergben, amikor a *Lét és idő* napvilágot látott - 1927 februárjában)

Így a fenti példából az energia-idő kvantummechanikai konjugált változói és a köztük fennálló határozatlansági reláció neurofiziológiai értelmezést nyert. Klasszikus fizikai, vagy hétköznapi foglmaink (idő és energia-itt a foton energiájáról van szó, mely a kinetikus energia fogalmától eltér) már eredendően úgy alakultak ki az érzékelésünk során (egy “már megértett rendeltetésegsz”, ha úgy tetszik-*Vorhabe*), hogy ezek alkalmazása a mérési folyamatban természetszerűleg egy dualitást eredményez. (Az érzékelési folyamat megértésként való részletesebb értelmezéséről később még lesz szó.)

Egy másik, a látási mechanizmus során fellépő, talán kevésbé ismert jelenség a mozgás-definiált tárgyakhoz kapcsolódik. A csupán mozgásuk miatt megfigyelhető tárgyakra a máig is a legjobb példa a jelenség első megfigyelőjétől, Helmholtztól származik (Helmholtz, 1866). Ha egy lombhullató erdőt télen állva szemlélünk, az ágak összevisszaságában nem tudjuk megállapítani, melyik ág melyik fához tartozik. Ha viszont mozgunk, sétálunk, világosan kivehető ugyanez. A magyarázat az, hogy mivel a mozgó szemtől a különböző fák különböző távolságokra vannak, a fák

³⁰ Uo., 62. o.

retinára leképzett képei a retinán különböző sebességekkel fognak mozogni, ezt pedig a sebesség-érzékeny neurális mechanizmusok differenciált objektumokként továbbítják, majd ebből alakul ki az érzetek szintjén is a különbségtétel. A sebesség-érzékeny rendszer neurofiziológiai modellje nem olyan egyszerű, mint az előző példában, itt már nem a receptorsejteknél adódnak a különbségek (a pusztán fényerősség-definiált, azaz helyinformációt “küldő” objektumokhoz képest), hanem az ingerületet elvezető neuronok két szintjén (Reichardt, 1986), de ebben az esetben is levonhatjuk a következtetéseket a fentiek analógiájára. Itt is arról van szó, hogy ha nem is az érzékelősejtekre, de már a felsőbb idegi központokba érkező, egy tárgy helyéről és sebességéről “tudósító” információ különválasztódik, ha most a “mérőberendezéshez” hozzávesszük az receptorok utáni két neuronszintet is. Ekkor mondhatjuk, hogy az észlelt fotonból vagy a helyre, vagy a sebességre (persze a megfigyelt tárgy sebességére) vonatkozó információt tudjuk kinyerni. Az ily módon létrejövő percepció pedig a mindennapos hely- és sebességfogalom alapja. Így a klasszikus fizikai fogalmaink eredendő (*Vorhabe*) kettősségét kimutatva értelmezhetjük ezek mikrovilágbeli alkalmazásának dualisztikus jellegét (hullám-részecske kettősség).

VIII. A “megértés kvantummechanikája”

Ha már megvontuk a komplementer funkciójú érzékszék-mérőműszerek analógiát, akkor a *Vorhabe*, mint előzetes megértés megértés-előstruktúráját is kibonthatjuk. Itt fog szerepet kapni a kvantummechanika a heideggeri terminológia értelmezésében, így lesz teljes a hermeneutikai körünk, ha a kvantummechanika megértését önmagából fejtjük ki, s így lesz fenomenológiai a módszerünk, ha “önmagából láttatjuk azt, ami magát megmutatja úgy, ahogy magát magából megmutatja”. A fentiek szerint a megértésben kikerülhetetlenül jelenlévő objektum-szubjektum határvonalat eltolhatjuk a testünk és a mérési összeállítás közül a vizsgálandó mikroobjektum és a mérőműszer közé³¹. Ekkor a részecske-makroszkopikus műszer vagy környezet kölcsönhatást megértési folyamatnak

³¹ Lásd 16. a lábjegyzetet

tekinthetjük. Szigorúan Heideggert követve ezt nem tehetnénk, mivel szerintem csak a jelenvalólét lehet képes megértésre, de ha a már megértett működésű mérőműszer “átkerült a szubjektum oldalára”, akkor a mérési összeállítást joggal nevezhetjük “érzékszervnek”, s a fenti analógiánkat használva ez az “érzékelés” ekkor már mint *előzetes megértés* értelmezhető. Ezek után a kvantummechanika egy posztulátumával, a Planck-féle hatáskvantum bevezetésével “megkvantálhatjuk” a megértési folyamatot, hogy a hermeneutikai kör ne vihessen bennünket a megértés megértése, annak a megértése, stb. csapdájába.

IX. Szemiotikai fogalmak alkalmazása mérési szituációk hermeneutikai tárgyalásában - a megértés megértése

A könnyebb érthetőség kedvéért - a nehezkesebb kvantummechanikai és heideggeri terminológia mellett, de néha ahelyett - a modern információelmélet és a szemiotika fogalmait használjuk (a fizikai kölcsönhatásokra is), a megértést pedig olyan folyamatnak tekintjük, melynek során az információból, jelből jelentés lesz. Az információ egyik, legelterjedtebb definíciója³² (azaz annak egy speciális esete, amikor az üzenet vevője biztos abban, hogy a kapott üzenet pontos, nincsen benne zavarás, zaj):

$$\text{információ} = -\log(a \text{ vevő számára az üzenet vétele előtt adott valószínűség}).^{33}$$

Itt a definíció egy *üzenet* információtartalmát írja le, mely egy bizonyos valószínűséggel megtörténő eseményről tájékoztatja a vevőt. Ebből az összefüggésből számunkra most az a fontos, hogy minél valószínűbb az esemény, annál kisebb az üzenet információtartalma.

A jel információelméleti alapokon nyugvó fogalma pedig a *jeltárgy* (*objektum*), a *jelhordozó* és a *jelértelmező* (*interpretáns*) közötti hármas összefüggés alapján értelmezhető³⁴. Ezek közül az objektum (információforrás) és az interpretáns (vevő, a kapott információkból a jelentést létrehozó) különböző megjelenési formáit

³² Lásd pl. Cullmann et al. 1973, 111. o.

³³ A ‘log’ a (az informatikában általában kettes alapú) logaritmusfüggvény matematikai jelölése

³⁴ Lásd pl. Voigt 1977, 33. o.

és a megértési folyamatban játszott szerepüket fogjuk elemezni.

Egy üzenet információtartalma és a jelentése között különös kapcsolat áll fenn; mint Warren Weaver, az információelmélet egyik megalapozója fogalmazta: “Valami azt súgja, hogy az információ és a jelentés együttese analóg jelenség lehet a kvantumelmélet kanonikusan összekötött változópárjaival, azaz, hogy az információ és a jelentés bizonyos kombinált megszorításnak lehet alávetve, amely magában foglalja egyikük feláldozását, ha a másikra irányuló törekvés túlságosan erős.”³⁵ Eco *Nyitott mű* című könyvében hoz erre műelemzésbeli példákat³⁶, de az nem világos, hogy pontosan hogyan nyilvánul meg bennük ez a Weaver-féle sejtés. Mi, bár egy ilyen összefüggés pontos kimutatása további fontos következtetéseket vonhatna maga után, megelégszünk azzal, hogy Weaver sejtését értelmezzük oly módon, hogy abból a célunk elérését elősegítő eredményekre jussunk. Tehát minél egyértelműbbé akarjuk tenni egy üzenet jelentését, annál több információ közlése szükséges, és az interpretátor háttértudásának is megfelelő mennyiségűnek kell lennie - pl. egy egész nyelvi jelrendszert kell ismernie. Másrészt egy kis információtartalmú jelet - mely emiatt nem növeli jelentősen eddig meglévő ismereteinket - a már meglévő tudásunkba többféleképpen beilleszthetünk, azaz előzetes információink alapján többféleképp értelmezhetünk, több jelentést adhatunk neki.

Vizsgáljuk először azt, hogy egy mérést/érzékelést hogyan foghatunk fel információátvitelként, vagy jelfolyamatként (szemiózis).

A kvantummechanika szerint a részecske-mérőműszer kölcsönhatást egy (általában elektromágneses térben történő) szóródási folyamatként értelmezhetjük, a részecskéből “makroszkopikus információt nyerünk” azáltal, hogy a kölcsönhatás eredményeképpen a mérőműszer állapota (de a részecskéé is) irreverzibilisen megváltozik. Természetesen ebben a megfogalmazásban a kvantumfizikai mérés láthatóan különbözik a klasszikus esettől abban, hogy itt a mért objektum állapotváltozását a mérés során nem hanyagolhatjuk el.

Az elektromágneses tér kvantumelmélete szerint a kölcsönhatást fotonok közvetítik véges sebességgel (más típusú alapvető fizikai kölcsönhatásoknál - gyenge, erős, gravitációs - csak a közvetítő részecske más). Egy kölcsönhatás két

³⁵ In: Eco 1998, 164-165. o.

részecske közt tehát egy foton kibocsátásából és elnyeléséből áll. Ez feleltethető meg mikroszinten az információátadás egységének. Egy ilyen folyamat reverzibilis. Mi az információ-jelentés átmenetet irreverzibilisnek tekintjük - később részletezendő értelemben -, ezért ez nem megértés a mi fogalmaink szerint, csak (mikroszkopikus) információcsere két megkülönböztethetetlen részecske közt.

Egy mikroobjektum hullámfüggvénye, melyből bármely fizikai mennyiség mérése lehetséges eredményeinek valószínűségét határozhatjuk meg, tartalmazza az összes információt a részecskéről. Ezért egyértelmű jelentése van: mivel a hullámfüggvény hordozza mindazt, amit egy részecskéről megtudhatunk, az magát *a részecskét jelenti* számunkra. A méréskor a hullámfüggvény a mért fizikai mennyiség operátorának sajátállapotába ugrik, azaz nagyrészt elveszik belőle a mikroszkopikus információ. Közben a mérőműszerben a részecskére vonatkozó makroszkopikus információ (mivel a klasszikus fizikai mennyiséget mérünk) tárolódik, melyet - ha a műszert is részecskékből álló, azaz egy összetettebb hullámfüggvénnyel leírható objektumnak tekintjük - mikroszintű jelentésnek is nevezhetünk. Itt ismét alkalmazhatjuk Heidegger *akárki*-fogalmát: amikor a mérés során a mérőműszerrel mint sok részecskéből álló környezettel való kölcsönhatáskor az egyedi részecske egy szuperponált³⁷ állapotból a legvalószínűbb sajátállapotba kerül, a mérés-megértés analógia³⁸ felhasználásával mondhatjuk, hogy itt a részecske "elveszti önmagát". Ha az *akárki* fogalmát ily módon kiterjesztjük a mikrovilágra, Heideggerrel szólva: "Mint akárki-önmaga, a mindenkori jelenvalólét *szétszóródott* az akárkibe [...] A jelentésség utalásösszefüggését maga az akárki artikulálja, akinek kedvéért a jelenvalólét mindennapi."³⁹

Azáltal tehát, hogy makroszkopikus *információt nyerünk* a részecskéről, egyrészt *elveszik számunkra a mérés előtt adott jelentése*⁴⁰, ami nem más, mint a hullámfüggvény által hordozott információ, ezért a *mikroszintű információvesztés hatására mikroszintű jelentés* keletkezik. Mivel ez a jelentés valószínűségi

³⁶ Eco, i. m.: 150. o.

³⁷ A szuperponált állapot épp a mérés előtti hullámfüggvényt jelenti, benne nincsen a klasszikus fizikai mennyiségeknek meghatározott értéke, csak a lehetséges mérési eredményekhez tartozó sajátfüggvények - azok valószínűségével súlyozott - lineárkombinációja

³⁸ Lásd előző fejezet, utolsó bekezdés

³⁹ LI, 262. o.

⁴⁰ Mivel a mérés folyamata a hullámfüggvény-kollapszus miatt irreverzibilis, ezért mondjuk az információ-jelentés átmenetre is ezt.

törvények alapján jön létre (azaz általában a valószínűbb, a legvárhatóbb eredményt kapjuk), ezért érezzük jogosultnak az *akárki*, mint átlagosító, egysíkúvá tevő fenomén bevezetését a mikrorészecskék emberektől látszólag oly különböző világába.

A klasszikus fizikai mérés során, mint láttuk, az *akárki* egysíkúvá tétele a mért objektum és önmagunk (makro-)szintjén megy végbe - itt már eleve, az érzékelés miatt adott, mindennapos jelentése van egy mérendő tárgynak, a mérésakor kapott információnk nem csökkenti ezt a jelentést, éppen mivel az *akárki* konstituálja azt. Ezért nem mondhatjuk a klasszikus fizikáról, hogy autentikus tudomány lenne.

A kvantummechanikában viszont az ellentétes mikro- és makroszintű információ-jelentés átmenetek következtében a makrovilágban épphogy világ-, és ezáltal önmegragadás megy végbe. Ez úgy történik, hogy a mikroszintű jelentést a makroszkopikus információnak megfeleltetve (ugyanis mindkettő a mérőműszer állapota), s így értelmezhetővé téve meg tudjuk ragadni a *mikroobjektumot a maga kézhezállóságában*. S ha komolyan vesszük, és összevetjük egymással a két heideggeri alapkijelentést: "A világ az, amiből eredően a kézhezálló kézhez áll"⁴¹, és hogy " [...] ha a jelenvalólét a világot saját maga felfedi, és közel hozza magához, ha saját magának tulajdonképpeni létét feltárja, akkor a »világ«-nak ez a felfedése és a jelenvalólétnek ez a feltárulása mindig úgy megy végbe, mint azoknak az elfedéseknek és elhomályosulásoknak a kiiktatása, azoknak a torzulásoknak a megszüntetése, melyekkel a jelenvalólét elzárja magát önmagától."⁴², akkor levonhatjuk azt a következtetést, hogy a kvantummechanikai megismerés és az önmegragadás elválaszthatatlanul összefonódott.

A "megértés kvantummechanikáját" ily módon kifejtve most már tekinthetjük a kvantummechanikát autentikus tudományként a Schwendtner Tibor által megfogalmazott heideggeri értelemben: " [...] a tudományok tulajdonképpeni (autentikus) mozgása kutatási tradíciójuk megalapításának replikázó ismétléseként megy végbe. A produktív logikának nem az a szerepe e folyamatban, hogy beugorjon a tudományok helyett, hogy problémáikat megoldva levegye vállukról a gondot, hanem hogy eléjük ugorjon, avégett, hogy fenomenológiai eszközökkel kinyissa az eredetszféra dimenzióit, s ezzel megnyissa a tudomány előtt a kérdés, s

⁴¹ LI, 197. o.

az esetleges fogalmi revízió útjait, tehát a feladata nem terhek levétele, hanem épp ellenkezőleg, azoknak a terheknek a visszatétele, amelyektől a tudományüzem megszabadulni igyekszik."⁴³

X. Összefoglalás

Dolgozatunk alapvető célkitűzéseit tehát teljesítettük abban az értelemben, hogy sikerült alkalmaznunk a heideggeri analízist a kvantummechanikai mérés megértésében, ennek során a részecske-hullám dualizmusra és a komplementer jelenségekre nyertünk magyarázatot, egyfajta "fogalmi revíziót" végrehajtva a kvantummechanika autenticitásához járultunk hozzá. A másik oldalról - a kvantummechanika szemléletmódját és a mérés megértésként való felfogását alkalmazva - a heideggeri jelenvalólétanalízis továbbgondolásával, a hermeneutikai kör véges alkotóelemeinek felismerésével alkalmazhatóságának végső korlátait vizsgáltuk meg. Így mondhatjuk, hogy a heideggeri filozófia és a kvantummechanika kölcsönhatásából, összeértelmezéséből mindkét terület sokat nyert.

⁴² LI, 263. o.

⁴³ Schwendtner 2000, 178. o.

Irodalomjegyzék

- Barrett, Jeffrey A.: Everett's Relative-State Formulation of Quantum Mechanics -In: Stanford Encyclopedia of Philosophy <http://plato.stanford.edu/entries/qm-everett/> 1998
- Bohr, Niels: Atomfizika és emberi megismerés 1964, Budapest, Gondolat
Az idézett cikkek: Az atomok és az emberi megismerés (123-138.o.); Ismeretelméleti kérdések a fizikában és az emberi kultúrák (38-50. o.); Vita Einsteinnel az atomfizika ismeretelméleti problémáiról (51-99. o.)
- Caputo, J. D.: Hermeneutika a *Lét és idő* után - In: Athenaeum - Az európai tradíció az amerikai filozófiában II. kötet 2. füzet 1994, Budapest, T-Twins
- Cullmann, G. - Denis-Papin, M. - Kaufmann, A.: A hír tudománya - Az információelmélet alapjai 1973, Budapest, Gondolat
- Eco, Umberto: Nyitott mű 1998, Budapest, Európa
- Einstein, A. - Podolski, B. - Rosen, N.: Can quantum-mechanical description of physical reality be considered as complete? - In: Physical Review, 1935, **47**, 777-780
- Everett, H.: "Relative State" Formulation of Quantum Mechanics - In: Reviews of Modern Physics, 1957, **29**: 454-462
- Forman, Paul: Weimar Culture, Causality, and Quantum Theory, 1918-1927 - In: Historical Studies in the Physical Sciences, 3, 1971 1-115. o.
- Heidegger, Martin: *Lét és idő* 1989, Budapest, Gondolat, eredetiben: *Sein und Zeit*. - Jahrbuch für Philosophie und Phänomenologische Forschung, VIII, Halle: Niemeyer, 1927
- Heisenberg, Werner: A rész és az egész - Beszélgetések az atomfizikáról 1983, Budapest, Gondolat
- Kiss Olga: Irányzatok a mai tudományhermeneutikában - In: Replika, 2000 november, **41-42**: 115-124. o.
- Krips, Henry: Measurement in Quantum Theory - In: Stanford Encyclopedia of Philosophy <http://plato.stanford.edu/entries/qt-measurement> 1999
- Löwith, K.: *Heidegger — Denker in dürftiger Zeit*. Sämtliche Schriften, 8. Stuttgart,

Metzler, 1984; Az idézet magyarul in: Heidegger, M.: *Lét és idő* 1989, Budapest, Gondolat, 61. o.

Neumann János: *A kvantummechanika matematikai alapjai* 1980, Budapest, Akadémiai. Eredetileg *Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik*, 1932, Berlin, Springer

Schwendtner Tibor: *Heidegger tudományfelfogása* 2000, Budapest, Osiris

Voigt Vilmos: *Bevezetés a szemiotikába* 1977, Budapest, Gondolat

von Weizsäcker, Carl Friedrich: *Válogatott tanulmányok* 1980, Budapest, Gondolat

Az idézett cikkek: *A modern elméleti fizika és Heidegger filozófiája* 29-32.o.; *A klasszikus és kvantumelméleti leírások* 99-168. o.

Tartalomjegyzék

I. Bevezetés	3
II. Ismeretelméleti problémák a kvantummechanikában	4
III. A kvantummechanika különböző interpretációi	5
IV. A klasszikus fizikai mérés heideggeri kritikája	8
V. A hermeneutikai megközelítésmód indoklása és radikalizálása	11
VI. Az érzékelés mint horizontnyitás	12
VII. A kvantummechanikai komplementaritás biofizikai alátámasztása	14
VIII. A “megértés kvantummechanikája”	17
IX. Szemiotikai fogalmak alkalmazása mérési szituációk tárgyalásában - a megértés megértése	18
X. Összefoglalás	22
Irodalomjegyzék	23