

vragen voor enige beschouwingen over *De herziening van het fysische causaliteitsbeginsel*.

Een nadere bepaling van de inhoud die het causaliteitsbeginsel in de klassieke physica had verkregen is daartoe allereerst vereist. De gebruikelijke formulering, nl. „dat de toestand van een fysisch systeem op een zeker ogenblik de toekomstige toestanden volledig bepaalt”, geeft nl. direct aanleiding tot de vraag, wat daarbij onder „de toestand” en wat onder „volledig” moet worden verstaan.

De physica richt zich in haar onderzoek tot de niet-levende natuur en stelt zich tot taak daarin de quantitatieve betrekkingen op te sporen. Zij verkrijgt haar kennis door waarneming, welke, aangezien het gaat om de getalmatige verhoudingen, steeds de vorm van *telling* of *meting* aanneemt. Meting is daarbij altijd een vergelijking met maatstaven, die aan het veld van onderzoek zelf zijn ontleend.

De kenmerken van de toestand van een fysisch systeem zullen dus *grootheden* moeten zijn, wier getalwaarden door metende en tellende waarneming zijn of kunnen worden bepaald. Wij zullen deze grootheden in het algemeen als *observabelen* aanduiden. Afstanden, snelheden, impulsen, energieën, elektrische en magnetische veldsterkten zijn voorbeelden van observabelen. De volledige beschrijving van een toestand zal dus moeten omvatten de verzameling der getalwaarden van alle observabelen.

Niet alle observabelen behoeven echter door afzonderlijke metingen te worden bepaald. Als bijv. van een bewegende puntmassa de massa en de snelheid bekend zijn, kan de bewegingsenergie uit een eenvoudige wiskundige formule worden afgeleid. Men kan dus volstaan met het minimum aantal observabelen aan te geven, dat noodzakelijk en voldoende is om alle andere door berekening te vinden. Wij noemen deze de *onafhankelijke* observabelen.

Het causaliteitsbeginsel verlangt dus dat de toestand van een systeem op een zeker ogenblik, door de onafhankelijke observabelen zodanig kan worden gekenmerkt, dat ook de toekomstige waarden van deze observabelen daardoor zijn bepaald. In de beschrijving van het „nu” moet besloten zijn „wat worden zal” De toestand moet zowel het „zijn” als de „verandering van het zijn” omvatten.

De physica vat dit probleem aan door aan elk fysisch systeem tweerlei observabelen toe te schrijven. Men zou ze in het algemeen als de *statische* en de *kinetische* observabelen kunnen aanduiden. In de mechanica worden zij resp. *coördinaten* en *impulsen* genoemd, welke termen wij in het vervolg ook in meer algemene zin zullen gebruiken. Deze twee soorten observabelen staan tot elkaar in de volgende betrekking:

a. Als alle impulsen nul zijn, blijven alle coördinaten constant. Het systeem is dan statisch, hetgeen de term statische observabelen rechtvaardigt.

b. De coördinaten en impulsen zijn twee aan twee aan elkaar toege-