

Mario Bunge<sup>7</sup>) splitst het begrip "coördinatensysteem" in een deel dat de waarneming betreft en een deel dat het wiskundig formalisme dient. :

1. Voor elke waarneming is een observatieplatform nodig, een soort referentiesysteem. Hier bedoelt Bunge iets anders mee dan met "coördinatensysteem" : een referentie systeem heeft fysische eigenschappen waar je niet omheen kan, referentiesystemen kunnen bijvoorbeeld ten opzichte van elkaar bewegen.

2. Coördinatensystemen daarentegen zijn willekeurig. Je kan een en hetzelfde referentiesysteem in oneindig veel coördinatensystemen afspiegelen. Als je echter wilt dat er een zinnige fysische interpretatie mogelijk is van het wiskundig formalisme, dan moet je bepaalde fysisch geïnspireerde restricties aan je coördinatensystemen opleggen. Zonder die restricties zou alles mogelijk zijn, aldus Bunge.

Bergmann<sup>6</sup>), die zegt het met Bunge eens te zijn, brengt de begrippen "referentiesysteem" en "coördinatensysteem" weer dichter bij elkaar (vandaar dat ik boven sprak van het splitsen van dat laatste begrip) :

Omdat noch een laboratorium, noch de hele planeet sterren lichamen zijn en omdat ze geen van beide het hele inwendige van het fysische apparaat doordrenken, moeten dergelijke referentiesystemen aanzienlijk aangevuld worden en in feite geïdealiseerd, voordat ze geschikt zijn om ondubbelzinnig het waar en wanner van een of andere gebeurtenis te beschrijven. Zo'n geperfectioneerd referentiesysteem noemt Bergmann een "coördinatensysteem".

Op het punt van restricties lijkt Bergmann het toch niet helemaal eens te zijn met Bunge :

Het is nodig om zinnige beperkingen op te leggen aan de ruimte-tijd ruimtes die je als natuurkundige beschouwt, maar de keuze van de coördinaten die je gebruikt bij het werken met fysisch toelaatbare ruimtes is geen kwestie van natuurkunde, maar van gemak. Coördinatensystemen geven slechts een manier van beschrijven en zijn niet iets dat in het werkelijke heelal bestaat, aldus Bergmann.

Soms lijken bepaalde coördinaten verdacht veel op observabelen; we zagen dat al bij het voorbeeld van North (hoek-coördinaten). Ehlers zegt daarover 3) :

In de algemene relativiteitstheorie zijn coördinaten niet meer dan labels om gebeurtenissen van elkaar te onderscheiden; ze representeren in het algemeen geen afstanden of tijden of anderszins meetbare fysische grootheden. In bijzondere gevallen kan je coördinaten aanpassen aan de wereldlijnen die object (een ster bijvoorbeeld) en waarnemer voorstellen. Je kan  $x^4$  dan laten samenvalLEN met de "eigen-tijd" (proper time) op die lijnen. Je kan ook andere voorwaarden voor de coördinaten kiezen om de uitdrukkingen voor fysische grootheden die van belang zijn te vereenvoudigen. In zo'n geval kunnen de coördinaten zelf observabelen voorstellen.

### III.2 Zijn coördinaten overbodig?

d'Inverno en Smalwood<sup>8</sup>) gaan heel expliciet in op het tweezijdig karakter van coördinaten, enerzijds zonder fysische betekenis, maar anderzijds onmisbaar om de stand van zaken uit te beelden :

Een of andere uitdrukking voor het element  $(ds^2 = g_{ik} dx^i dx^k)$  zal altijd twee soorten informatie bevatten, namelijk informatie betreffende de fysische of geometrische aspecten van de oplossing en informatie betreffende het gebruikte coördinatensysteem. In het ideale geval zouden we deze laatste informatie willen afsplitsen, want er zit geen enkele informatie tussen over het fysische karakter van de oplossing.

We voelen enerzijds de behoefte aan een coördinatensysteem om "uit te beelden" hoe de oplossing er uit ziet, maar anderzijds weten we dat ze op zich geen informatie bevat over het fysische karakter van de oplossing. Hoewel we daarom liever zonder ze zouden willen, weten we uit ervaring dat we niet erg ver zouden komen met interpreteren zonder coördinatensystemen. Aldus d'Inverno en Smalwood.