

III.7 Welk afstandsbegrip is fundamenteel ?

North<sup>4)</sup> hfdstk 15 par 4 ; McVittie<sup>25)</sup>

We hebben in het voorgaande in vogelvlucht bekeken wat het afstandsbegrip in de astronomie of kosmologie wel is en wat het niet is en waar het toe dient. Eén van de dingen die opvielen is dat elke methode die een afstandsmaat geeft in theorie alleen maar bij benadering dezelfde afstandsmaat geeft als een andere methode. De benadering gaat het beste op voor kleine afstanden. Na deze constatering vraagt North zich af welk afstandsbegrip als fundamenteel moet worden beschouwd.

Wat bedoelt North met "fundamenteel" ? Hij noemt een aantal criteria, de één niet qua belangrijkheid vergelijkbaar met de ander, om de verschillende concepten op waarde te schatten :

- a) Het concept moet door de traditie gedragen worden, vertrouwd zijn.
- b) Je moet je vrij gemakkelijk kunnen voorstellen hoe je in de practijk afstanden meet.
- c) De praktische bepaling moet eenvoudig zijn
- d) en theoretisch ook gemakkelijk en eenvoudig zijn.
- e) Elk afstandsbegrip moet zoveel mogelijk voldoen aan de afstandsaxioma's ("de afstand tussen de punten P en Q" wordt voorgesteld door "d(P,Q)" :

ax 1 In één of andere betekenis van het woord bestaat er een maat voor de afstand tussen elk tweetal punten.

ax 2 Er bestaat een één-één correspondentie tussen de klasse van alle afstandsmaten en de positieve reële getallen.

ax 3  $d(P,P) = 0$

ax 4  $d(P,Q) > 0$  als P en Q niet hetzelfde punt zijn.

ax 5  $d(P,Q) = d(Q,P)$

ax 6  $d(P,Q) + d(Q,R) \geq d(P,R)$  Z.O.Z

ax 7 (postulaat van Archimedes) Als a en b ( $a > b$ ) de positieve getallen zijn die corresponderen met twee afstandsmaten, dan bestaat er altijd een getal n zodanig dat  $n \cdot b > a$  en n.b correspondeert met een afstandsmaat.

ax 8 (postulaat van Du Bois Raymond) Als a een positief getal is dat correspondeert met een afstandsmaat, dan correspondeert het getal  $a/n$ , n geheel, met een afstandsmaat.

Aan de hand van deze criteria onderzoeken North en Mc Vittie diverse afstandsbegrippen. De waardering van North en die van McVittie ten aanzien van de echt operationeel gedefinieerde soorten afstand, zoals  $d_A$ ,  $d_L$  en  $d_M$ , ontlopen elkaar niet veel, maar McVittie valt North's redenering aan wanneer het over de "proper distance" gaat. Ik zal nu North zelf aan het woord laten, zij het vertaald. De notatie heb ik op gewetensvolle wijze veranderd, eigen opmerkingen staan tussen haakjes.

Aan de axioma's 3 en 4 wordt door alle afstandsdefinities in de huidige kosmologie voldaan. Evenzo zijn de axioma's 1,2,7 en 8 in het algemeen aanvaardbaar, hoewel ze geamendeerd moeten worden als men veronderstelt dat de wereld eindig is. (Mocht in een bepaald kosmologisch model een of andere soort afstand een maximum waarde kennen, dan is niet aan ax 7 voldaan.)

De overblijvende axioma's 5 en 6 zijn het interessantst. We veronderstellen dat  $\bar{I}^{PQ} = \bar{I}^{QP}$  op alle kosmische tijdstippen.

Aan ax 5 wordt door  $d_M, d_V, d_P$  en  $d_{prop}$  alleen voldaan als hetzij R(t) constant is, hetzij de afstanden voor hetzelfde kosmische tijdstip bepaald worden, te weten het tijdstip waarop het licht van de ene bron bij de andere bron ontvangen wordt. Voor wat betreft  $d_A$  en  $d_L$  is het ook nodig dat de reistijd van het licht in beide richtingen gelijk is. Kortom, het zit wel goed met de reflexiviteit van deze begrippen.