

D

huidige interesse in de mogelijkheid van buitenaards intelligent leven is begonnen met het artikel 'Searching for Interstellar Communication' (1959) van de Amerikaanse fysici Giuseppe Cocconi en Philip Morrison, en met het 'Project Ozma' (1960) van radioastronoom en astrofysicus Frank Drake: een 85 voet hoge radiotelescoop in Green Bank (West Virginia), gericht op twee nabije sterren die veel op onze zon lijken. De belangstelling van een breder publiek werd gewekt met het boek *Intelligent Life in the Universe* (1966) van de Amerikaanse astronoom Carl Sagan en de Rus Iosif Shklovskii.

Elk boek of exposé over de 'Search for Extraterrestrial Intelligence' (SETI) gaat in op de Vergelijking van Drake uit 1961. Drake stelde deze op om een schatting te kunnen maken van de afstand tot de dichtstbijzijnde beschaving die technologie ontwikkeld heeft om radiosignalen de ruimte in te sturen en dat ook doet – dit alles vanuit de aanname dat buitenaards leven veel zou moeten voorkomen, gezien de leeftijd van het heelal en het enorme aantal sterren. In feite zegt de vergelijking niet méér dan hoe we het aantal intelligente beschavingen in ons Melkwegstelsel kunnen schatten als we bedenken welke factoren daarvoor essentieel zijn.

De berekening gaat als volgt. Neem het gemiddelde aantal geschikte sterren dat jaarlijks in de Melkweg ontstaat en vermenigvuldig dat aantal met de fractie

Dan zouden we het toch gehoord hebben

De mogelijkheid van buitenaards intelligent leven

Voor velen is het een uitgemaakte zaak: alleen al op grond van het enorme aantal sterren in het waarneembare heelal moet intelligent leven elders voorkomen. Volgens de Fermiparadox is zulk leven echter uiterst zeldzaam. Dat is een minder fantasieloze gedachte dan op het eerste gezicht lijkt, want mochten we inderdaad uniek zijn, dan is ook dat verbijsterend. **door Piet van der Kruit**

THE EERIE SILENCE. ARE WE ALONE IN THE UNIVERSE?

door Paul Davies.
Allen Lane. New York 2010.
241 pag. € 29,95 (PB maart 2011 € 15,95)

CONTACT WITH ALIEN CIVILIZATIONS. OUR HOPES AND FEARS ABOUT ENCOUNTERING EXTRATERRESTRIALS

door Michael A.G. Michaud.
Copernicus Books. New York 2007.
460 pag. € 34,95

IF THE UNIVERSE IS TEEMING WITH ALIENS... WHERE IS EVERYBODY?

FIFTY SOLUTIONS TO THE FERMI PARADOX AND THE PROBLEM OF EXTRATERRESTRIAL LIFE
door Stephen Webb.

Copernicus Books. New York 2002.
288 pag. € 29,95

RARE EARTH. WHY COMPLEX LIFE IS UNCOMMON IN THE UNIVERSE

door Peter Ward en Donald Brownlee.
Copernicus Books. New York 2004.
335 pag. € 21,50

HOW TO FIND A HABITABLE PLANET
door James Kasting.

Science Essentials.
Princeton University Press.
Princeton 2009. 326 pag. € 29,95

THE CROWDED UNIVERSE. THE SEARCH FOR LIVING PLANETS
door Alan Boss.

Basic Books. New York 2009.
224 pag. € 27,50

sterren waar planeten omheen draaien, hoeveel er daarvan geschikt zijn voor leven, de fractie waarop leven ontstaat, de fractie waarvoor daaruit intelligent leven voortkomt en de fractie waarvoor dat leven een technologische fase doormaakt en signalen de ruimte in stuurt.

Het aantal geschikte sterren ligt tussen de één en tien per jaar; de andere factoren worden meestal optimistisch tussen 0.1 en 1.0 geschat. Dit betekent dat als er een geschikte ster is, zich daar meestal ook wel een geschikte planeet bij bevindt – en daaruit volgt dat de rest van

het verhaal zo niet onvermijdelijk, dan toch zeker hoogstwaarschijnlijk is. Toch hoeft dat natuurlijk niet zo te zijn en is het misschien naïef om te denken dat uit intelligent leven onvermijdelijk technologische ontwikkeling voortkomt. Immers, de meeste beschavingen ontwikkelen helemaal geen technologie, zoals beschreven in *Guns, Germs and Steel* (1997) van de Amerikaanse evolutionair bioloog Jared Diamond. Technologie is eerder uitzondering dan regel en alleen mogelijk als aan een groot aantal factoren is voldaan, waaronder geografische.

Bovenstaande vermenigvuldiging resulteert in tussen de één en tien geschikte sterren per jaar voor het ontstaan van leven. Om het aantal beschavingen op een bepaald moment te vinden moet je dan het aantal geschikte sterren vermenigvuldigen met het aantal jaren dat die beschavingen blijven bestaan en hun interesse behouden in communicatie. Het kan zijn dat dit slechts enkele tientallen jaren is, maar het zou ook een aanzienlijke fractie kunnen zijn van de ruwweg vijf miljard jaar die de zon nog resten. Recente modellen van de zon suggereren



Is er intelligent leven in ons Melkwegstelsel?

dat zij veel sneller dan gedacht aanzienlijk helderder wordt, zodat de aarde al over circa een miljard jaar onbewoonbaar wordt.

Tijdschalen voor andere catastrofes vanuit het heelal – botsing met een asteroïde of explosie van een nabije ster tot supernova – zijn nog veel korter. Daarnaast is het verre van vanzelfsprekend dat onze huidige beschaving, met haar beperkte grondstoffen en energie, kwetsbare milieu, neiging tot onbeheerste bevolkingsgroei en beperkte ruimte voor voedselvoorziening, zeer lange tijd kan overleven. Dat dit alleen met grote inspanning, met name gebruikmakend van gedetailleerde monitoring vanuit de ruimte en via verregaande internationale samenwerking, mogelijk zal zijn, bespreken Roger-Maurice Bonnet en Lodewijk Woltjer (voormalig directeuren van internationale wetenschappelijke organisaties voor ruimteonderzoek) in hun ori-

gaan zoeken naar signalen uit de ruimte: het 'Project Cyclops', met 1000 tot 1500 radiotelescopen waarvan de signalen verbonden kunnen worden, verspreid over een gebied van enkele kilometers diameter. NASA ging in 1992 over tot de financiering van een onderzoeksproject om met behulp van radiotelescopen naar signalen van buitenaardse beschavingen rond andere sterren te gaan zoeken, maar nadat dit door tegenstanders in het Amerikaanse Congres belachelijk was gemaakt, werd dit al snel beëindigd.

Tegenwoordig concentreren de activiteiten zich in het SETI Institute te Californië, dat samen met de Universiteit van Berkeley de 'Allen Telescope Array' (ATA) exploiteert, die uiteindelijk uit circa 350 radiotelescopen van zo'n zes meter diameter zal moeten bestaan. Het eerste deel van 42 elementen is al operationeel en geschonken door naamgever Paul Allen (medeoprichter van Microsoft).

leven in kan ontstaan, dit impliceert dat het 10^{20} (10 tot de macht 20, ofwel een getal met 21 cijfers voor de decimale komma) sterren moet bevatten om maar één voorbeeld van intelligent leven te bevatten.

Zes hier te bespreken recente boeken behandelen diverse aspecten van de mogelijkheid van het bestaan van buitenaards leven, SETI en de culturele invloed van het vinden van een andere beschaving. Om te beginnen stelt de Brits-Australische natuurkundige Paul Davies in zijn nieuwste boek *The Eerie Silence. Are We Alone in the Universe?* de

vraag of, als de omstandigheden er gunstig voor zijn, leven ook onherroepelijk moet ontstaan – wat weer tot de vraag leidt of het leven op aarde misschien meer dan éénmaal is ontstaan. Als het daarbij om vergelijkbaar leven gaat als het huidige, dan is dat moeilijk te onderscheiden, maar als er 'vreemd leven' ('weird life') bestaat, zou dat misschien wel te vinden zijn, bijvoorbeeld onder extreme omstandigheden diep in de oceanen, in het binnenste van vulkanen of in het met arsenicum vervuilde Mono Lake in Californië, waar organismen voorkomen die daar hun voordeel mee doen. Is dat leven ontstaan uit leven als het onze of gaat het om een 'tweede biosfeer'?

Er zijn weinig betrouwbare aanwijzingen dat leven inderdaad met behoorlijke waarschijnlijkheid ontstaat als de voorwaarden ervoor aanwezig zijn, concludeert Davies. Ook wijst hij erop dat onze technologische beschaving nog zo jong is dat andere beschavingen ons waarschijnlijk nog niet hebben kunnen opmerken. Als de dichtstbijzijnde beschaving op duizend lichtjaar ligt, dan ziet zij onze aarde zoals die was in 1010, toen er geen sprake was van moderne technologie. Alleen in het wel heel optimistische geval dat de dichtstbijzijnde beschaving op slechts tientallen lichtjaar afstand staat, zijn er voor haar tekenen van technologische ontwikkeling waar te nemen.

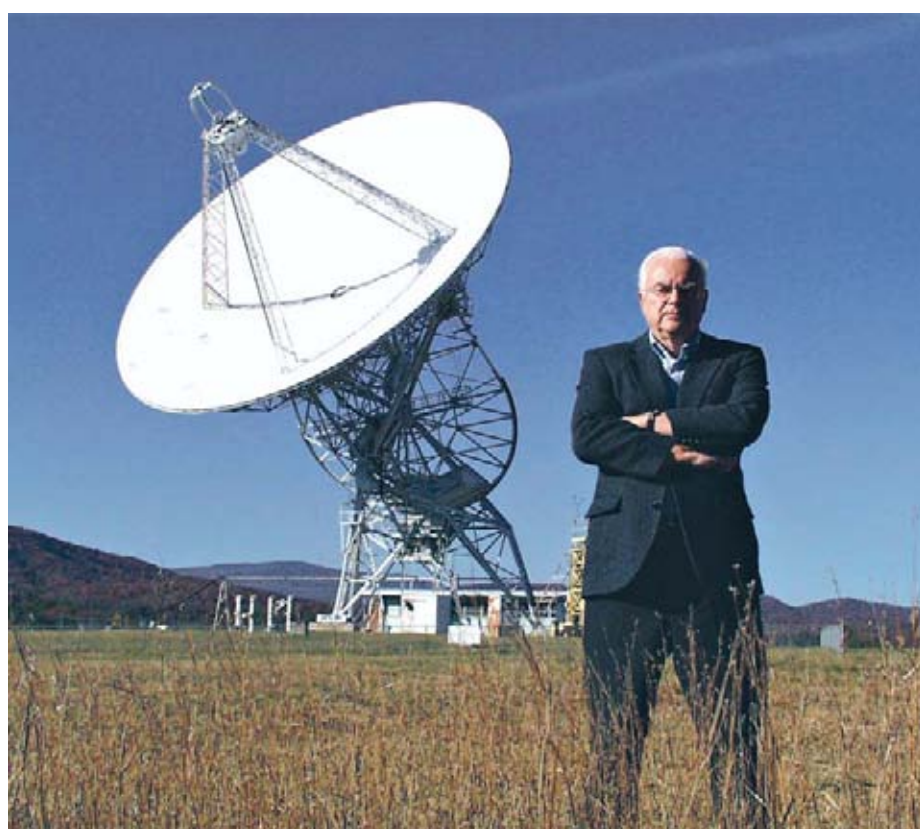
Het laatste deel van het boek gaat over de invloed van de ontdekking van buitenaards intelligent leven. Hoe zal die bekendgemaakt worden aan het grote publiek? En zal de andere beschaving een zegen of een bedreiging vormen? Het zogeheten *First SETI Protocol* uit 1989 regelt hoe te handelen als we buitenaards leven ontdekken. In een tweede protocol zou geregeld worden hoe erop te reageren. Michael Michaud, voormalig topdiplomaat in het Amerikaanse State Department, is de opsteller van het eerste protocol, maar zou zich vervolgens terugtrekken uit de discussie over het tweede toen bleek dat er geen overeen-

'In de optimistische schatting van SETI-aanhangers bevindt de dichtstbijzijnde beschaving zich op zo'n honderd lichtjaar afstand.'

ginele boek *Surviving 1000 Centuries. Can We Do It?* (2008). SETI-aanhangers nemen natuurlijk een optimistisch lange periode voor de levensduur van een beschaving (een miljoen jaar); in deze schatting bevindt de dichtstbijzijnde beschaving zich dan op zo'n honderd lichtjaar afstand.

Op basis van deze verheugende uitkomst is de afgelopen decennia een sterke lobby ontstaan om SETI te verwezenlijken. Dit heeft onder meer geleid tot een gedetailleerde studie naar de bouw van een radiotelescoop om systematisch te

Veel argumenten rond SETI en het bestaan van intelligent leven in het heelal zijn terug te voeren op het 'antropisch principe'. Dit stelt dat alles is zoals het is, omdat wij er anders niet zouden zijn om die vraag te stellen – en is dus van belang bij de vraag hoe uniek wij zijn. In *The Anthropic Cosmological Principle* (1986) werkten de astronoom John Barrow en wiskundige Frank Tipler dit principe verder uit en argumenteerden zij dat als het heelal precies zó is gemaakt dat het de voorwaarden schept dat er intelligent



De Amerikaanse astronoom en astrofysicus Frank Drake.

stemming was over 'actieve SETI', het door ons uitzenden van berichten.

Hoewel Michauds boek *Contact with Alien Civilizations. Our Hopes and Fears about Encountering Extraterrestrials* ontstond in de periode van dit 'incident' bevat het er geen verwijzing naar. Het is typisch een boek van een diplomaat; de ruim dertig hoofdstukken zijn onderverdeeld in meer dan tweehonderd korte onderwerpen van zo'n anderhalve pagina waarin uitvoerig wordt gedocumenteerd wat anderen over het onderwerp te zeggen hebben. De tekst krijgt daardoor het karakter van een beleidsstuk. Onderwerpen lopen uiteen van algemene en wetenschappelijke kwesties tot praktische, sociale, filosofische, diplomatieke en zelfs theologische vraagstukken. Michauds passie en eigen inzichten komen daarvoor nauwelijks naar voren. Een origineel punt evenwel is dat het zoeken naar radiosignalen werkt als een filter, waar-

antropisch karakter en gaan dus uit van de gedachte dat het heelal en het leven erin alleen kunnen bestaan doordat bepaalde eigenschappen ervan een specifieke waarde hebben. In zijn uiteindelijke oplossing komt Webb tot de conclusie dat leven, althans leven dat communicatie via radiogolven praktiseert, zeldzaam is. Voor deze stelling is de argumentatie echter nu juist minder overtuigend en baseert de auteur zich op diverse oplossingen en schattingen van waarschijnlijkheden die uit de lucht komen vallen.

De Amerikaanse astrofysicus Michael Hart zou met zijn invloedrijke artikel 'An Explanation for the Absence of Extraterrestrials on Earth' uit 1975 de Fermiparadox prominent maken in het publieke debat. Maar ook met twee andere artikelen heeft Hart de discussie over de vraag wanneer een planeet bewoonbaar is sterk beïnvloed. Zo definieerde hij de 'Continuous Habitable Zone' (CHZ) als die

'Alles is zoals het is, omdat wij er anders niet zouden zijn om die vraag te stellen.'

door we hoogstwaarschijnlijk voornamelijk die beschavingen zullen vinden – als zij al bestaan – die in ontwikkeling vergelijkbaar zijn met de onze.

Dat laatste punt brengt ons als vanzelf bij de Fermiparadox. Stephen Webb, docent fysica aan de Britse Open University, is al vanaf jonge leeftijd gefascineerd door deze paradox, waarin de hoge schattingen voor de kans op het bestaan van buitenaards leven in scherp contrast staan met het gebrek aan bewijs hiervoor. In zijn boek *If the Universe Is Teeming With Aliens... Where Is Everybody? Fifty Solutions to the Fermi Paradox and the Problem of Extraterrestrial Life* beschrijft Webb hoe de Italiaanse natuurkundige Enrico Fermi de paradox formuleerde tijdens een lunchdiscussie, waarbij hij het vraagstuk van de waarschijnlijkheid van buitenaards leven terugbracht tot de eenvoudige maar essentiële vraag: 'waar zijn ze dan?'

Webb vat de discussie over de Fermiparadox samen door de vijftig mogelijke oplossingen voor de vraag waarom, als er inderdaad zoveel buitenaardse beschavingen in de Melkweg zijn, we daarvoor dan geen bewijzen hebben, in drie categorieën te verdelen: 'ze zijn er al, maar we hebben ze niet opgemerkt', 'ze zijn er maar ze hebben nog niet geprobeerd met ons te communiceren' en 'ze bestaan inderdaad niet'. Oplossingen zijn bijvoorbeeld dat ze er zijn maar zich niet kenbaar maken, dat wij hen zelf zijn (dat we dus van elders komen, maar dat die informatie is verdwenen), dat de afstanden in het heelal te groot zijn voor communicatie, dat ze allemaal luisteren en niet uitzenden, dat ze een heel andere wiskunde hebben, dat de omstandigheden voor het ontstaan van leven zeldzaam zijn of dat de biologische evolutie zo lang duurt dat wij een van de eersten zijn. Webbs argumenten hebben veelal een

afstanden tot een ster die een planeet moet hebben om tijdens de gehele evolutie van die ster geen ijstijd- of broeikaseffecten te ondergaan die de planeet ongeschikt maken voor de evolutie van leven. Voor de zon bleek dit volgens Hart een opmerkelijk klein bereik te zijn, tussen 0.95 en 1.01 keer de afstand van de aarde-zon.

In *Rare Earth. Why Complex Life is Uncommon in the Universe* sommen geoloog Peter Ward en astronoom Donald Brownlee een nog veel groter aantal van zulke (eveneens veelal antropische) condities op, zoals de aanwezigheid van water (essentieel voor leven), een beschermend magneetveld, stabiele planeetbanen, de stabiliserende werking van de maan en Jupiter, de juiste planeetmassa (zodat waterdamp en oceanen niet verdampen) en de effecten van de platen tektoniek op de biologische evolutie.

Cruciaal in de argumentatie van de auteurs is het feit dat de aarde een relatief grote maan heeft, die de helling van de aardas ten opzichte van het baanvlak rond de zon stabiliseert, waardoor er getijden en een patroon van relatief milde seizoensveranderingen zijn. Verder heeft de zware planeet Jupiter onze omgeving vrijgemaakt van gevaarlijke kometen en asteroiden. De aanwezigheid van Jupiter en Saturnus, die door resonantie hun banen over zeer lange tijden stabiel lijken te houden, zorgt voor stabiliteit in het planetenstelsel, inclusief de aardbaan. Op grond van deze overwegingen komen de auteurs tot het standpunt dat eenvoudig leven weliswaar overvloedig kan voorkomen in het heelal, maar dat het evolueren tot dieren een zeldzame gebeurtenis is. Er bestaat vrij algemene consensus dat de dubbelplaneet aarde-maan is ontstaan door een schampbotsing van de aarde met een lichaam met ongeveer de massa van Mars. Als zulke botsingen zeldzaam zijn, zijn bewoonbare planeten dat ook.



Via een simpele formule valt uit te rekenen hoeveel beschavingen zich in het Melkwegstelsel bevinden.

How to Find a Habitable Planet van James Kasting, hoogleraar geowetenschappen aan Penn State University, maakt deel uit

een planeet mogelijk is, met veel aandacht voor Mars en Venus. De auteur heeft zelf veel werk verricht aan de *Con-*

‘Als de dichtstbijzijnde beschaving op duizend lichtjaar ligt, dan ziet zij onze aarde zoals die was in 1010.’

van de serie ‘Science Essentials’ van Princeton University Press en is daarmee technischer dan de andere hier besproken boeken. Desondanks is het goed te begrijpen voor een breed publiek.

De studie bestaat uit drie delen. Kasting beschrijft met veel kennis van zaken wat we weten over de vorming van de aarde en de stabiliteit van het klimaat. Vervolgens analyseert hij in groot detail wat de grenzen zijn waarbinnen leven op

tinuous Habitable Zones van planeten en vindt dat deze ruimer zijn dan Hart ze voorstelt. Pas in het derde deel spreekt Kasting over exoplaneten – planeten rond andere sterren – en beschrijft hij voortreffelijk de mogelijke technieken om ze te vinden.

Tot nu toe zijn er vooral planeten ontdekt met veel grotere massa’s dan de aarde en veelal in sterk elliptische banen. Sinds kort kan men ook de afname van

de helderheid van een ster meten als er een planeet voorlangs schuift (een paar honderdsten van een procent!) en ten slotte is er de deflectie (afbuiging) van het licht van een achterliggende ster door het zwaartekrachtveld van een planeet, waardoor een gravitatielens ontstaat, waarbij het licht van de planeet wordt gefocust en versterkt. De competitie tussen de onderzoeksgroepen om de eerste exoplaneet te vinden, wordt goed beschreven.

Ook documenteert Kasting hoe we binnenkort planeten met massa’s als de aarde in de *Continuous Habitable Zone*

zulke planeten te vinden en dus ook het wel en wee van projecten als Kepler, TPF en SIM onder een onzeker budget.

Boss geeft in zijn epiloog toe dat hij niets heeft gezegd over het ontstaan van leven in het heelal, laat staan over intelligent leven. Uit zijn aanname dat microbisch leven in overvloed voorkomt, volgt dat het onwaarschijnlijk is dat die laatste stap maar één keer gemaakt zou zijn. Zijn uitweg uit de Fermiparadox is dat beschavingen kort leven: net als mensen ‘born to die’.

‘Ze zijn er al, maar we hebben ze niet opgemerkt, ze zijn er maar ze hebben nog niet geprobeerd met ons te communiceren, of ze bestaan inderdaad niet.’

van sterren zoals de zon zullen vinden met satellieten als CoRoT van de European Space Agency (ESA) en het Franse Centre National d’Études Spatiales (CNES), gelanceerd in december 2006, of de Kepler-missie van NASA (maart 2009), en hun mogelijke opvolgers, zoals Space Interferometry Mission (SIM) en Terrestrial Planet Finder (TPF) van NASA en Darwin van ESA. Ook de stap waarbij met spectroscopische methoden in grote lijnen de samenstelling van de atmosfeer kan worden bepaald, speelt een fundamentele rol bij de toekomstige initiatieven. Door Kasting’s persoonlijke betrokkenheid bij NASA krijgen mogelijkheden met volgende generatie optische telescopen vanaf de aarde – zoals de European Extremely Large Telescope van de European Southern Observatory (ESO) – relatief weinig aandacht.

Kasting biecht op bevooroordeeld te zijn en graag te geloven in een heelal vol leven. Aan het einde van zijn boek concludeert hij dan ook dat er geen volledig overtuigende argumenten zijn om de aarde ‘zeldzaam’ of uniek te verklaren. In zijn perceptie moet de Fermiparadox betekenen dat de levensduur van beschavingen kort is, maar nog liever zou hij de ‘Prime Directive’ uit de sciencefictionserie *Space Trek* opvoeren – de eerste richtlijn voor contact met nieuw ontdekte beschavingen – waardoor we voorlopig niet gestoord worden in onze ontwikkeling.

Ten slotte is er het vorig jaar verschenen boek *The Crowded Universe. The Search for Living Planets* van de Amerikaanse astrofysicus Alan Boss. De auteur verrichte eerder theoretisch werk rond de vorming van planetenstelsels, is in recente jaren betrokken geraakt bij de zoektocht naar exoplaneten en is (evenals Brownlee overigens) nauw betrokken bij de Kepler-missie van NASA om te zoeken naar planeten rond een groot aantal nabije sterren. Het boek leest als een, strikt chronologisch geordend, dagboek. Het gaat niet echt over SETI, maar concentreert zich op de geschiedenis van de zoektocht naar exoplaneten, in het bijzonder naar een planeet vergelijkbaar met de aarde in de *Continuous Habitable Zone* van een ster als de zon. Vooral aandacht krijgen de plannen van NASA om

Het beeld dat uit het voorgaande naar voren komt, is dat het zeer waarschijnlijk is dat planeten met primitief leven in overvloed voorkomen in het heelal. Wat de condities zijn voor meercellig leven en hoe zeldzaam of overvloedig die gerealiseerd zijn, is onbekend. Intelligent leven – dat communiceert of andere beschavingen bezoekt – lijkt voorlopig uiterst zeldzaam. Desondanks is het van fundamenteel belang om te zoeken naar planeten als de aarde en met radiotelescopen een SETI-programma uit te voeren.

Prof. dr. P.C. van der Kruit is *Jacobus C. Kapteyn* hoogleraar in de sterrenkunde aan de Rijksuniversiteit Groningen. Hij hield in 2008 de tiende *J.H. van Oosbreelezing* onder de titel *Oorsprong. Voor meer achtergronden en verwijzingen zie een uitgebreidere bespreking van SETI op de website <http://www.astro.rug.nl/~vdkruit/jea3/homepage/SETIXL.pdf>.*

Overige literatuur

- J.D. Barrow en F.J. Tipler. *The Anthropic Cosmological Principle*. Oxford University Press. Oxford 1986.
- J. Billingham en B.M. Oliver. *Project Cyclops. A Design Study of a System for Detecting Extraterrestrial Intelligent Life*. NASA/Ames Pub. CR-114445. Moffett Field, Ca 1972.
- R.-M. Bonnet en L. Woltjer. *Surviving 1000 Centuries. Can We Do It?* Springer Praxis Books. New York 2008.
- J. Diamond. *Guns, Germs and Steel. The Fates of Human Societies*. W.W. Norton & Co. New York 1997.
- M.H. Hart. ‘An Explanation for the Absence of Extraterrestrials on Earth’, *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society* 16 (1975) 128-35.
- M.H. Hart. ‘The Evolution of the Atmosphere of the Earth’, *Icarus* 33 (1978) 23-39.
- P.C. van der Kruit. *Oorsprong. Over mens en heelal, wetenschap en religie, samenhang en toeval, de weg en de herberg*. Eburon. Delft 2008.
- I.S. Shklovskii en C. Sagan. *Intelligent Life in the Universe*. Dell. New York 1966.