

rende membranen komt overeen. Cyanobacteriën zijn waarschijnlijk de voorouders van bladgroenkorrels: ze zijn op een bepaald moment in de evolutie symbiose met plantencellen aangegaan.'

78 Van Walraven doet onderzoek naar de werking van ATP-synthase in cyanobacteriën. Het enzym is een soort motortje in het membraan dat werkt op een gradiënt van waterstofionen, oftewel protonen. Andere enzymen pompen voortdurend protonen naar de binnenkant van het membraan, zodat daar meer protonen zijn dan aan de buitenkant. Door een tunnel in ATP-synthase kunnen de protonen mondjesmaat weer naar buiten, en dat levert het enzym energie op. Met die energie plakt het een fosfaatgroep en een ADP-molecuul aan elkaar, zodat ATP ontstaat.

'De vraag is hoeveel protonen er naar buiten moeten om één ATP-molecuul te maken', zegt Van Walraven. 'Men dacht eerst dat het er drie waren, later vier. Dat was echt een dogma. Volgens mij is het niet zo star en is er een soort versnellingsbak die het aantal protonen per ATP kan aanpassen. Als het enzym meer protonen gebruikt, is er een lagere protongradiënt nodig.'

'Ik denk dat die versnellingsbak een methode is voor de bacteriën om zich aan te passen aan extreme omstandigheden. Cyanobacteriën komen overal voor. Bij temperaturen onder nul tot wel tachtig graden Celsius, bij pH-waarden tot boven elf. Ook op grote diepten in de zee zitten ze: ze kunnen alles aan. In een basisch milieu, bij hoge temperatuur en als er weinig licht is, gebruiken ze meer protonen per ATP, zodat ze niet zo veel energie hoeven te stoppen in een hoge protongradiënt. De meeste onderzoekers waren voorheen niet zo geïnteresseerd in resultaten over die extreme cyanobacteriën. Ze lezen liever over "normale" dingen zoals runderharten of *E. coli*. Nu het erop lijkt dat het "versnellingsbakmodel" ook geldt voor andere organismen, zoals *E. coli*, zal er wel meer interesse komen.'

### *Raar*

ATP-synthase bestaat uit verschillende subeenheden (zie de afbeelding), waarvan de meeste meervoudig aanwezig zijn. Enkele onderzoekers denken dat het aantal c-eenheden bepalend is voor het aantal protonen dat het enzym nodig heeft voor de aanmaak van ATP. 'Een idee is dat in het membraan losse c-eenheden rondzwemmen, misschien kan het enzym die vangen en weer loslaten om van versnelling