Een kind van convergerende technologieën

In plaats van synthetische biologie te omschrijven als een aparte discipline is het volgens sommigen veel relevanter om haar te plaatsen tegen een achtergrond van technologische ontwikkelingen zoals deze zich sinds het begin van het millennium hebben afgetekend. Reeds in 2005 schetste de Europese Commissie een gestructureerd beeld van deze ontwikkeling [i], een die verder door het Rathenau Instituut werd geëxpliciteerd in het rapport 'Leven Maken' [ii]. Hierin wordt synthetische biologie onder meer ingepast in de geleidelijke overgang van het analyseren en modificeren van volledig natuurlijke biologische systemen naar het moduleren en construeren van volledig kunstmatige systemen. Er worden in het rapport acht niveaus van kunstmatigheid onderscheiden:

1. Het niveau van de systeembiologie. Dit is het niveau van volledig natuurlijke systemen. Het omvat kennis van informatieopslag in RNA- en DNA-sequenties, energievoorziening, celstructuren, de uitwisseling van signalen tussen cellen, genregulering en metabole (=stofwisselings-) functies in natuurlijke systemen.
2. Het niveau van de moleculaire biologie en de klassieke gentechnologie. Op dit niveau is de technologie nog steeds gericht op het modificeren van natuurlijke systemen. Op basis van de kennis uit niveau 1 kunnen wetenschappers de werking van eiwitten en enzymen optimaliseren. Zij kunnen specifieke genen toevoegen of uitschakelen.
3. Het overgangsgebied tussen de gangbare, moleculaire biologie en de synthetische biologie. Op dit niveau worden ontwerpprincipes toegevoegd, maar nog wel op een tamelijk basaal niveau. De principes zijn gericht op individuele componenten en biochemische processtappen. Synthetische genen en metabole routes worden ontworpen, de genexpressie wordt gereguleerd en de vertaling van DNA in eiwitten wordt gemoduleerd. Dit is het niveau waarop Keasling en zijn medewerkers nieuwe stofwisselingstrajecten in gistcellen inbouwden voor de productie van artemisinine.
4. Op het vierde niveau staat het vermogen centraal van synthetische systemen om zich te vermeerderen in levende systemen. Er zijn synthetische mechanismen nodig voor de regulering, replicatie en translatie (vertaling in eiwitten) van synthetische genen. Deze mechanismen kunnen geïntegreerd worden in kunstmatige genetische systemen.
5. De integratie van de synthetische genen en mechanismen van het derde en vierde niveau brengt ons op het vijfde niveau van synthetische genomics. Hier worden celstructuren gecreëerd die de vorm van de cel bepalen en mechanismen die interacties binnen de cel en tussen cellen onderling reguleren.
6. De voorgaande stappen resulteren in biomoleculen en biochemische routes die in de natuur niet voorkomen.
7. Het hoogste niveau van integratie is het organisme dat gedeeltelijk (7) of geheel (8) uit synthetische onderdelen bestaat.

In hetzelfde rapport gaat het Nederlandse Rathenau Instituut zelfs nóg een stap verder in het verweven van synthetische biologie met andere disciplines. Het Instituut beschrijft synthetische biologie als een gevolg van de ontwikkeling van uiteenlopende wetenschappelijke disciplines en technologieën die onderling samenhangen. Bij dergelijke convergerende technologieën zien we een co-evolutie van verschillende technologieën en kennisgebieden. Elke technologie heeft een eigen dynamiek, maar toch vindt er een wederzijdse kruisbestuiving plaats. Vooral in een domein als synthetische biologie is de samenhangende ontwikkeling van biotechnologie, nanotechnologie en informatietechnologie opvallend aanwezig. Deze convergentie van technologieën maakt een bottom-up benadering van de biologie mogelijk. Daardoor roept het Rathenau Instituut synthetische biologie uit tot een schoolvoorbeeld van een 'convergerende technologie', waarin de zogenaamde NBIC-technologieën (nanotechnologie, biotechnologie, informatietechnologie en cognitieve wetenschappen) samenkomen.[iii]

[i] Europese Commissie, New and Emerging Science and Technology, Reference document on Synthetic Biology, 2005/2006, NEST Pathfinder Initiatives. 2005.
[ii] De Vriend H, van Est R en Walhout B. Leven maken: Maatschappelijke reflectie op de opkomst van synthetische biologie. Den Haag: Rathenau Instituut. 2007.
[iii] Zie met betrekking tot convergerende technologieën ook het IST-Project 'Converging technologies'.