

KUNSTPLATFORM

WILFORD



awaken

koen van Mechelen



awaken
koen van mechelen

een
uitgave
van
Wilford X
2016

06

wilford x

Voorwoord

08

koen
vanmechelen

AWAKENER

18

jean-jacques
cassiman

*Genetische
diversiteit
is belangrijk
voor de soort*

30

marc
van ranst

*Virussen:
kunst op
nanoschaal*

34

joke
wellens

*De schone kunst
van het immuun-
systeem*



Foto Alex Deyaert

voorwoord

Vanaf 21 februari 2016 presenteert het gloednieuwe kunstplatform WILFORD X een opmerkelijke installatie van Koen Vanmechelen in Temse. *Awakener* is voor het eerst voorgesteld op de voorbije Biënnale van Venetië. Van het Canal Grande rechtstreeks over de Schelde naar de Wilfordkaai 10! Kunst èn baanbrekend onderzoek naar een mogelijk heilzaam verband tussen drie heel verschillende levende organismen: de paddenstoel, de kip

en de kameelachtigen.

WILFORD X bundelt een groep kunstminnaars die onder deze naam artistieke activiteiten organiseert. Kwalitatief, eigenzinnig en vooral los van commerciële doeleinden. Maar het is ook een ruimte waar creatieve geesten uit diverse kunstdisciplines in dialoog kunnen gaan met het publiek, op welke manier dan ook. Niet toevallig kiest WILFORD X voor Temse, want het wil een *brug* bouwen, weg van platgetreden paden, tussen de visie van de kunstenaar en het publiek.

Het publiek is essentieel voor WILFORD X. We dagen het uit om samen met de kunstenaars na te denken over kunst in onze samenleving. Ons eerste debat is daar een mooi voorbeeld van.

Wetenschappers J.-J. Cassiman, Marc Van Ranst en Joke Wellens gaan in gesprek met kunstenaar Koen Vanmechelen. Over diversiteit en anti-lichamen, over nooit meer ziek zijn en genetica, over hoe dieren mensen kunnen helpen in hetzelfde universum...

Geniet van dit multidisciplinair artistiek vraaggesprek!

Wilford X

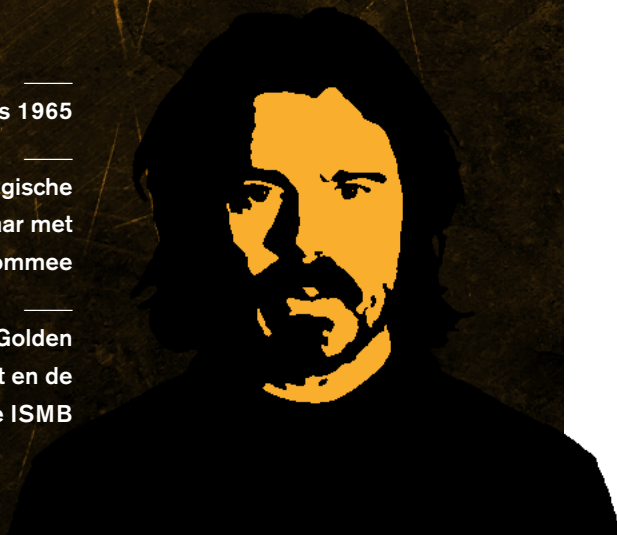
Dirk Blommaert | Karl Meersman | Liesbeth Van de Velde | Sabine Koklenberg | Jeremy Godenir | Joris Gijzen | Koen De Vlieger-De Wilde

awaken koen van Mechelen

° Sint-Truiden, 26 augustus 1965

Hedendaagse Belgische
conceptueel kunstenaar met
internationale renommee

Winnaar van de prestigieuze Golden
Nica in de categorie Hybrid Art en de
Best Artwork Award van de ISMB



awaken

ik ben geboren in de kruising, uit het snijpunt van drie vuren. Pluriform als een stamcel. Vader was filosoof en kunstenaar, mijn moeder een modeontwerpster, grootmoeder een topkok. Hun kwaliteiten hebben me gevormd. Als kind bouwde ik kleine kooien in de tuin die, nadat de bakker me een zak met kuitjes cadeau had gedaan, fluks kippenkooien werden. De strijd op leven en dood van een uitbrekend kuiken fascineerde me en schudde me wakker. Pril leven dat door de eierschaal breekt en de kooi verlaat

om op zoek te gaan naar het andere, de ander en zichzelf, daar was absoluut niets gewoons aan. Achter die schijnbare banaliteit voelde ik iets dat met me communiceerde. Mijn kooien werden broedkamers, de kokschool maakte plaats voor een restaurant en uiteindelijk mijn eerste atelier. Ik brak zelf door de schaal; kok werd kunstenaar, een vreemde vogel die wat had met vogels. En ik had een verlangen: creëren en communiceren.

Ik schuimde kippenmarkten af, voelde een drang om nooit te blij-

ven stilstaan. En spoedig maakte ik mijn eerste kippenkruising. De Mechelse Bresse had alles te danken aan zijn ouders: de Mechelse Koekoek uit België en de Poulet de Bresse uit Frankrijk, twee landen, twee culturen. In de kip versmolten ze met elkaar. Daarnaast ontwikkelden zich andere artistieke sporen. Uit mijn glaswerk, ontstaan in het oude vuur van Murano, ontwikkelde zich The Walking Egg, een eitje-op-poten dat de juiste plaats en temperatuur zocht om open te breken. Metaal en glas, vuurkinde-

ren. Uit mijn eerste houten vogels, quasi-prehistorische tweevoetige creaturen, stond in 2001 in Genk de eerste Cosmogolem op. Daarna trok hij de wereld in.

Kip, kooi en ei waren de oer-ingrediënten waar ik de volgende decennia mee experimenteerde en de energie probeerde vorm te geven die het uitbrekende kuiken in me had losgemaakt. ‘Wrange wanhoop’, omschreef een recensent mijn werk meer dan 15 jaar geleden. Meer eraan kon hij niet zijn. Mijn werk ging over het tegenovergestelde. Over de zoektocht naar identiteit en de manier waarop, over het levensbelang van diversiteit ook, soortelijk en intersoortelijk.

Betekenis wordt niet gegeven maar gevonden en onthuld. Het

woord is een belangrijk deel van de creatie. Taal moet je zelf smeden, verbale tools om je werk te captureren. In 1996, 1997 en 1998 maakte ik met auteur Gregie de Maeyer drie ‘kinderboeken’. In 1999 was er de eerste ‘Walking Egg Gazette’, voorloper van de huidige ‘The Accident’ en begonnen mijn eerste systematische gesprekken met journalisten en andere betekeniswerkers om de energie die ik vorm gaf ook op een talerige manier te ontsluiten.

Orde distilleren uit de massa werken die uit handen en hoofd voortspruiten is een werk van lange adem. Einde jaren negentig kreeg de Cosmopolitan Chicken Project (CCP) een duidelijke taxonomie. Steeds meer vond ik snijpunten tussen wetenschap en kunst, twee dis-

ciplines die veel te lang uit elkaars vaarwater zijn gebleven. Kern van de CCP was kruisen.

Wat hielden de drie projecten van CCP in? Eerst was er The Walking Egg. Net zoals het wandelende ei de perfecte temperatuur vindt om te breken, vonden de Belgische vruchtbaarheidsexpert Willem Ombelet en mezelf elkaar in dit project. Centraal stonden vruchtbaarheid en reproductie, benaderd vanuit de kruising tussen kunst, technologie en wetenschap. Drie immer zoekende disciplines, tuk op de feiten achter de waas. Vandaar het symbool van dit project: het transparante ei op kippenpoten. The Walking Egg verliet de ivoeren toren van de wetenschap en het laboratorium van de kunst. Het leunde meer aan

tegen de aanpak van de alchemisten die in hun vroeg-wetenschappelijke laboratoria onbevangen op zoek gingen naar de essentie van *ars* en *natura*. The Walking Egg wilde vruchtbaarheid brengen in de steriliteit. Letterlijk. Het ijverde voor recht op leven in ontwikkelingslanden. Recht voor alle vrouwen op moederschap.

CosmoGolem was de tweede pijler van de CCP. Opnieuw knoopte ik aan bij de oeroude *meme* van de anthropeia: de creatie van artificieel leven. Niet elk kind dat het ei verlaat, vindt zichzelf immers in de wereld die het verdient. Voor dergelijke kinderen was er de CosmoGolem: de houten beschermer die soelaas brengt. De ongevormde

materie die betekenis krijgt door de gemeenschap waarin hij gemaakt wordt. Hoop en hulp, communicatie en connectie, dat waren de beloftes van deze goedaardige reus. Hoewel zelf altijd stil, laat hij kinderen praten. Hoewel gesloten – op een luikje na – geeft hij hun de kans om zich te openen. En omdat ook de CosmoGolem altijd onderweg is, brengt hij ook culturen tot elkaar. Steeds meer golems duiken op, vaak maar niet altijd gedragen door een zusterband van twee steden. Van Nicaragua tot Zimbabwe, van India tot Chili gaf de golem op deze manier kinderrechten een gezicht.

Ook het artistiek-genetisch Cosmopolitan Chicken Research Project (CC*P) legt een brug tussen labo en studio. Ze werd gedragen

door de samenwerking met professor Menselijke Genetica Jean-Jacques Cassiman (KU Leuven). Dit project onderzoekt de genetische diversiteit van mijn nieuwe kippensoorten – nu met de Mechelse Cemani aan de 19de generatie – en de gevolgen van het vermengen van het genoom van verschillende kippenrassen. De resultaten van dit project kunnen model staan voor het vermengen van het genoom van menselijke bevolkingsgroepen.

In de lente van 2011, op de 54ste Biennale van Venetië, verklaarde ik mijn Open University of Diversity (OpUnDi) voor geopend. Het Cosmopolitan Chicken Project (CCP) vond een onderkomen in de 19de-eeuwse Gelatinefabriek in de Limburgse hoofdstad Hasselt.



Foto Goele Schoofs

**Behind the scenes,
photo shoot
AWAKENER/LIFEBANK
Desert of Abu Dhabi
(UAE), 2015**

Een 19de-eeuws kader voor 21ste-
eeuwse kunst. OpUnDi wilde tege-
lijk een creatief laboratorium, een
ontmoetingspunt en performance-
plaats zijn. Een onderdak voor mijn

kunstwerken, studio en atelier en
een plaats voor lezingen en meet-
ings. Maar OpUnDi is ook een rei-
zende incubator en intellectuele
ruimte. Waar ook ter wereld mijn

koen van mechelen

kosmopolitische project zijn tenten
opslaat, ontstaat een ‘dependance’
van ‘moederhuis’ OpUnDi.

OpUnDi werd een streng tussen
verleden en toekomst, een intel-
lectueel kruispunt voor al wie be-
zig is met mijn centrale focus: bio-
culturele diversiteit en identiteit.
OpUnDi zoog wetenschappers,
kunstenaars, filosofen, ethici en an-
deren aan om te participeren op het
kruispunt van zekerheid en onze-
kerheid, het zichtbare en wensbare,
van kennis en wijsheid en van het
onbeschrijfelijke en determineer-
bare. OpUnDi was een nieuw con-
cept dat bioculturele diversiteit te-
gelijk een evenwichtig platform en
onderkomen moest geven. Maar het
moet ook het filosofisch denkkader
achter mij de wereld insturen.

OpUnDi staat op de conflux van
de drie stromen die het Cosmopoli-
tan Chicken Project voeden: kunst,
wetenschap en technologie. Ars en
techne delen al honderden jaren lang
elkaars creativiteit, verbeelding
en een aanleg tot verwondering.
Samen kunnen ze erin slagen om
concepten als identiteit, diversiteit,
leven of natuur te benoemen of te
definiëren.

In 2014 besloot ik om met La Bio-
mista een nieuw project uit te bou-
wen in Genk. Samen met de stad,
herontwikkelen we de voormalige
mijnsite, en later zoo, van Zwart-
berg. De site bestaat uit 24 ha die
in drie identiteiten uiteenvalt: de
villa, de studio en het Cosmopolitan
Culture Park. In de gerestaureerde
villa wordt OpUnDi Genk onder-

gebracht. Daarnaast strijkt hier ook
de Library of Collected Knowledge
(L.O.C.K.) neer. Deze LOCK her-
bergt enerzijds het archief van het
mijnverleden en bewaart anderzijds
de kennis opgedaan binnen mijn
stichtingen. De bezoeker wordt hier
ook geïntroduceerd in het veelge-
laagde universum via een aantal
iconische werken die onder andere
op de Biënnale van Venetië en op
DOCUMENTA te zien waren. Ook
kunnen gasten van OpUnDi hier
verblijven.

In de studio, ontworpen door top-
architect Mario Botta, loodst een
greenhouse (serre) de bezoeker
eerst fysiek en temporeel door de
leefwereld van de oerkip en zet hem
op weg naar het nu. Het vormt een
wormgat van bijna 7.000 jaar oud

naar de kooien waarin alle overle-
vende generaties van het Cosmo-
politan Chicken Project te zien
zijn. De aanpasbare modules zullen
eveneens het broedcentrum her-
bergen. Op het einde van de serre
bevinden zich de kantoren (boven-
verdieping), het laboratorium en de
atelierruimte. Deze monden uit in
een depot en een auditorium voor
lezingen, video’s en conferenties.
Het gebouw wordt omringd door
een beeldenpark en geeft uit op een
indrukwekkende kooi met Stellers
zeearenden, één van de grootste
arendsoorten op de planeet. Deze
dieren vormen onderdeel van een
kweekprogramma waardoor de vol-
gende generatie terug in het wild
uitgezet kan worden. Het pad onder
de kooi buigt af richting het park dat

is opgedeeld in verschillende zones. Daarin zijn verschillende soorten-koppels en dieren te vinden die een cruciale rol spelen in het wetenschappelijk luik van het Cosmopolitan Chicken Project. Het gaat om de koppels kameel & struisvogel, lama & emoe en nandoe & alpaca. Bovendien is er plaats voor de gierparelhoen, de condor en de zwarte ooievaar. Tot slot wordt in het tweede deel van het park ook een wolvenverblijf uitgebouwd. Door middel van een wandeltocht ontdekt de bezoeker de verschillende identiteiten en de verschillende etappes van domesticatie (kooien), door het park naar dedomesticatie en de wildernis. Bedoeling is dat deze site op een duurzame manier ingebed

wordt als levend kwartier in de wijk en de stad.

La Biomista staat voor ‘gemixt leven’. We zijn vergeten dat we een onderdeel zijn van de natuur en dat fertiliteit van buitenaf komt. Het vreemde element is noodzakelijk om echt vruchtbaar te zijn. Vandaar vertrekt ook mijn Cosmopolitan Chicken Project-verhaal, waarin ik mijn kip telkens kruis met de nationale kip van een ander land. Intussen heb ik ook de stap gemaakt naar intersoortelijke kruisingen: de kip, de dromedaris, de lama, de alpaca, de champignon. La Biomista betekent dat de kruising in de CCP gevoelig wordt uitgebreid.

Belangrijk in dit kader was de geboorte van het project MECC: Mushroom, Egg, Chicken en Camel-

ids, dat voor het eerst op de 56e Biënnale van Venetië samen met AWAKENER/LIFEBANK.

MECC maakt een ketting tussen drie heel verschillende levende organismen: de paddenstoel, de kip en de kameelachtigen. Terwijl de kip haar wetenschappelijke, medische en zelfs artistieke waarde de afgelopen decennia heeft bewezen, hebben kameelachtigen nog steeds niet hun potentieel ingevuld. Antilichamen van een dromedaris beloven nochtans een krachtig wapen te zijn tegen virussen, maar de grondheid ervan kan nog niet volledig worden geleverd aan de mens. In het artistieke-wetenschappelijk project MECC worden kip, paddenstoel en dromedaris verbonden. Het project wil laten zien dat we op een

bepaalde manier allemaal verwant en met elkaar verbonden zijn, onderdeel van hetzelfde universum. En dat ook de mens deel uitmaakt van een planetair superorganisme. Hij is biocultureel verbonden met alle andere soorten, waarvan sommige van groot belang zijn om te kunnen overleven. De kunst is het vinden van de juiste agenten die de brug tussen de soorten vormen; hier kip en champignons.

Evolutie transformeert voortdurend het netwerk van energie dat zich over de planeet uitstrekt en al wat leeft, verbindt. In het project AWAKENER voor Wilford X maak ik dat netwerk zichtbaar via een combinatie van kunst en wetenschap. Alpaca, kip en paddenstoel vormen een onbekende ‘loop’ van

dat allesomvattende energiestelsel dat de mens uit het oog is verloren. Het ecologische snoer tussen al wat leeft, wordt doorgeknipt door de mens, cruciaal onderdeel van die link.

We moeten het idee van ‘vermengen’ meegeven aan jonge mensen. Hen leren dat de kip eigenlijk een migrant was die wij welkom geheten hebben en die we nu beschouwen als ‘van ons’. Terwijl er niks ‘ons’ aan is. En dat is mooi. We hebben die stap heel makkelijk kunnen zetten omdat de kip ons voordelen gegeven heeft. Intussen zijn de lama, de dromedaris, de alpaca en de kameel onze nieuwe migranten. Wat gaan we met hen doen? Gaan we ze verstoten? Niet als ze ons immuunsysteem vooruit kunnen helpen, zo-

als ik wil aantonen in een van mijn nieuwe projecten. Dan gaan we binnen honderd jaar ook zeggen dat ze ‘van ons’ zijn. Dat is antropologie. Het zijn die verhalen die we moeten kunnen begrijpen.

AWAKENER is de trigger die we nodig hebben om onze perceptie te veranderen. De kip, oeroud symbool voor verrijzenis, is mijn Awakener. Hij kondigt het verzeen bewustzijn aan dat waarschuwt tegen een mono-toekomst. Awakener geeft het voorbeeld door mogelijke bruggen te onderzoeken tussen verschillende levensvormen. Dat onderzoek is, zoals al mijn werk, steeds ‘in progress’. Het startte in Venetië en loopt nu verder, onder andere in Temse. ■

**AWAKENER/
LIFEBANK, 2015
GLASSTRESS 2015
GOTIKA
Fondazione Berengo,
la Biennale di Venezia,
Venice (IT)
Lightbox (Aluminum frame,
UV-Print on Polyester fabric,
LED lighting)
200 x 450 x 10 cm
© Koen Vanmechelen**



genetische diversiteit

jean-jacques cassiman

° Brussel, 25 april 1943

Onderzoeker en professor
in de menselijke genetica

Hoofd van het Centrum voor
Menselijke Erfelijkheid, verbonden
aan KU Leuven en Universitair
Ziekenhuis Leuven



is belangrijk voor de soort

precisie (gepersonaliseerde) geneeskunde

Het Menselijk Genoom project is beëindigd. Dankzij deze internationale samenwerking vinden we nu op het internet de ganse informatie over de opeenvolging van de meer dan 6 miljard bouwstenen van het menselijke DNA.

Dit project heeft heel wat nieuwe inzichten in de structuur en de functie van het menselijk DNA gegenereerd. Het vrij kunnen beschikken over al deze informatie is ook verantwoordelijk voor een

stroomversnelling in het onderzoek naar hoe onze cellen precies functioneren. Het ganse genoom kan worden afgetast om regio's te identificeren die mede verantwoordelijk zijn voor complexe ziekten zoals hart- en vaatziekten, depressies, reuma en vele anderen. Individuele verschillen in de samenstelling van genomen kunnen in het licht gesteld worden; het genoom van verschillende bevolkingsgroepen kan worden vergeleken; verschillen tussen mens en dier, tussen dieren onderling worden duidelijk;

nieuwe dier-, insecten- en planten-soorten worden ontdekt en in kaart gebracht; genetisch gemodificeerde organismen worden geproduceerd; de samenstelling van een minimaal genoom dat nog leven toelaat wordt ontrafeld bij bacteriën.

We kennen echter de identiteit nog niet van de iets meer dan 20.000 genen, laat staan de functie van alle DNA-segmenten. De kost om het DNA van 1 persoon volledig te bepalen is wel spectaculair afgenomen in de laatste jaren. Je kan nu heel je DNA voor minder

dan €1000 volledig laten analyseren en de prijzen dalen constant. Bovendien zijn we ons dankzij het genoomproject bewust geworden van het feit dat het DNA niet enkel informatie draagt om eiwitten aan te maken. Dit gedeelte van het DNA (wat men klassiek de genen noemt) is trouwens maar een 2 à 3% van het geheel. Daarnaast wordt het overgrote deel van het DNA afgeschreven in korte of lange RNA-moleculen die een belangrijke rol spelen in het fijnregelen van hoe we onze genen gebruiken. De identiteit van deze duizenden RNA's wordt stilaan ontrafeld, maar het zal nog wel een tijdje duren vooraleer we begrijpen hoe het nu allemaal in zijn werk gaat.

de rol van de omgeving, de epigenetica

We weten al lang dat in de verschillende weefsels en organen niet overal dezelfde eiwitten worden aangemaakt, al zit er overal hetzelfde DNA in; dat er dus mechanismen bestaan die ervoor zorgen dat er een specifieke set genen actief is in functie van het weefseltype, de leeftijd of andere omstandigheden. We weten ook dat in het DNA dat we van vader krijgen, sommige genen gemerkt zijn waardoor ze bij het kind niet actief zullen zijn. Moeder doet dat ook met haar DNA, maar voor andere genen dan vader. We krijgen dus DNA van elke ouder met een geslachtspecifieke 'imprint'. Daar houdt het echter niet op. Tijdens het leven in de baarmoeder,

maar ook na de geboorte zullen omgevingsfactoren de functie van heel wat genen beïnvloeden. Kleine chemische moleculen, die op het DNA zitten en op de eiwitten die het verpakken, wijzigen de samenstelling van het DNA zelf niet, maar zorgen ervoor dat bepaalde genen beter en andere minder goed werken of uitgeschakeld worden. We zijn dus wel degelijk het product van genetische en omgevingsfactoren. Daarnaast zijn er de miljarden bacteriën en hun DNA, die op onze huid, in onze mond, oren, neus en darm zitten die onder meer de manier waarop ons afweersysteem werkt beïnvloeden. Ook het voorkomen van ziekten kan worden toegeschreven aan de samenstelling van ons darmmicrobioom. In de komende jaren

zal het er nu op aankomen om dat ganse raderwerk van genen, RNA's en epigenetische factoren te ontrafelen. Dan pas zullen we een correct inzicht krijgen in hoe onze cellen functioneren; hoe we van een bevruchte eicel erin slagen zonder al te veel problemen een pasgeborene te worden zonder al te veel defecten; hoe we precies verouderen en of er ooit een kans komt om dit proces te stoppen of bij te sturen. Ook onze normale kenmerken (fysisch voorkomen, gedrag, karakter, etc.) zijn het resultaat van deze Nature-Nurture interacties.

Frequente ziekten – hart en vaatziekten, kankers, depressies, Alzheimer, etc. – zijn ook het resultaat van deze interacties. Nu al is duidelijk dat men op basis van gendefec-

ten of variaties in de samenstelling van genen geen volledige verklaring zal vinden voor het verhoogde risico dat sommige personen voor deze ziekten hebben. Hoe de normale epigenetische signalen worden gewijzigd, door welke omgevingsfactoren, is echter nog voorwerp van onderzoek. Onze kennis neemt dus enorm snel toe, maar hierdoor neemt de complexiteit van wat we onderzoeken blijkbaar ook toe.

transgenerationale effecten van omgevingsfactoren en van epigenetica

Er zijn nu ook aanwijzingen dat epigenetische invloeden van uitwendige factoren één of meerdere generaties later nog tot uiting kun-

nen komen, alsof ze erfelijk zijn geworden. Ze worden blijkbaar met het DNA langs de eicel of zaadcel doorgegeven.

Al jaren weet men bijv. dat een te laag geboortegewicht de persoon voorbeschikt tot hoge bloeddruk, hart- en vaatziekten en type 2 suikerziekte. Grootmoeders die rookten tijdens hun zwangerschap verhoogden het risico van hun kleinkinderen op astma...

Tijdens de zwangerschap worden er heel wat cellen uitgewisseld tussen moeder en kind, cellen die kunnen deelnemen aan de vorming van verschillende organen en die jaren later nog kunnen worden teruggevonden. Ook bij borstvoeding kunnen stamcellen van moeder naar kind worden doorgegeven. Er ont-



Foto's Alex Deyaert



Foto Michel Ronsmans





Foto's Alex Deyaert



staat als gevolg van die uitwisseling van cellen een soort ‘microchimerisme’ (verschillende types cellen in eenzelfde persoon) bij beiden.

Het geheel van genoom, microchimerisme en microbiom wordt door sommigen het ‘Hologenoom’ genoemd dat dan nog onder invloed van de omgeving het epigenoom vormt. Zelfs met een identieke DNA-samenstelling zal het bijna onmogelijk zijn om als individuen op een identieke manier te functioneren.

variatie in de samenstelling van het genoom

Het DNA van de moderne mens vertoont een grotere genetische diversiteit dan meestal verwacht

wordt. Individuele verschillen in DNA-samenstelling komen voor in 1/1000 van de in totaal meer dan 6 miljard bouwstenen. Deze grote diversiteit is enerzijds het gevolg van een sneller dan verwachte frequentie van mutaties in de loop van de evolutie van de Homo sapiens sinds zijn ontstaan. Anderzijds is deze grote diversiteit blijkbaar ook het gevolg van de omstandigheden waaraan de moderne mens, sinds het ontstaan van de Homo sapiens in Afrika, werd onderworpen voor, tijdens en na zijn migraties naar alle windstreken van onze planeet. De 1 à 5% Neanderthaler-DNA die vandaag nog wordt teruggevonden in het menselijk genoom van niet-Afrikaanse populaties – ook in Europa – draagt ook verder bij aan

die diversiteit. Merkwaardig is wel dat heel wat ziekteverwekkende mutaties eerder recent zijn ontstaan, namelijk tijdens de laatste 10-15.000 jaar.

onderzoek van de genetische diversiteit

De explosieve groei van biotechnologische methoden heeft ook een reeks belangrijke toepassingen mogelijk gemaakt van DNA-onderzoek in niet-medische domeinen. Er wordt in de eerste plaats nog veel gebruik gemaakt van analyse van een reeks korte DNA-fragmenten, zoals STR’s (Short Tandem Repeats) die zich een aantal malen kunnen herhalen; deze hebben het voordeel dat zelfs afgebroken DNA

kan geanalyseerd worden. Het onderzoek van een reeks van dergelijke DNA-fragmenten laat toe een DNA-profiel op te stellen dat uniek is voor elke persoon.

Naast de STR’s kan men voor genetische identificatie ook gebruik maken van het mitochondriaal DNA. De mitochondriën, de honderden kleine energiecentrales die

in elke cel voorkomen, bevatten een reeks kleine ringetjes DNA, het mitochondriaal DNA (mtDNA). Deze DNA-moleculen zijn niet alleen populair in de studie van de genetische evolutie van de moderne mens maar kunnen ook bijdragen in de identificatie van haren uit bijv. een bivakmuts. Naast het mtDNA dat exclusief via de moeder wordt overgeërfd, heeft het kern-DNA een ‘tegenhanger’ die exclusief via de vader wordt doorgegeven aan het mannelijke nageslacht, nl. het Y-chromosoom. De STR’s die hierop gelokaliseerd zijn, kunnen ook gebruikt worden voor genetische identificatie. Een beperking is wel dat analoog aan het mitochondriaal DNA de Y-chromosoom-STR’s evenmin toelaten om aan te tonen wie van de 2 verdachte



broers de dader van een moord of verkrachting is.

Vandaag wordt meer en meer gebruikgemaakt van de SNP's (Single Nucleotide Polymorphism) voor genetische identificatie. Dit zijn variaties in de aard van de bouwsteen die normaal op een bepaalde plaats in het DNA voorkomen. Dit kan in meer dan 15 miljoen plaatsen en kan daardoor unieke, individu-specifieke SNP-profielen genereren.

Daarnaast is er de recente ontdekking dat ons genoom meer dan duizend plaatsen vertoont waar stukken DNA in meerdere kopijen aanwezig of verdwenen kunnen zijn. Deze plaatsen vertonen dus Copy Number Variation, men noemt ze CNV's en bijna 12% van ons genoom bevat dergelijke plaatsen. Ongeveer tien

procent van de genen zijn gelokaliseerd in deze CNV's.

Verscheidene SNP's komen bijna exclusief voor in bepaalde bevolkingsgroepen. Selectie van deze SNP's laat toe een SNP-profiel op te stellen dat toelaat de bevolkingsgroep met een al dan niet grote waarschijnlijkheid te identificeren. Er is echter nog nood aan databanken met SNP-gegevens van zo veel mogelijk verschillende bevolkingsgroepen om dit vlot in de ganse wereldbevolking te kunnen gebruiken.

bijdrage van andere rassen en soorten aan het genoom van de moderne mens

Bij de meeste dieren, ook de mens, vindt men in hun DNA fragmenten

die afkomstig zijn van virussen en die zich daar in de loop van de miljoenen jaren evolutie ingenesteld hebben.

Het idee dat de moderne mens zijn oorsprong vindt in Afrika is nu algemeen aanvaard. Zowel DNA-analyse van de autosomale chromosomen als van het Y-chromosoom duiden op dezelfde oorsprong.

De verspreiding van de moderne mens in en uit Afrika naar de verschillende werelddelen verliep in kleine groepen, langs verscheidene routes en heeft duizenden jaren gevraagd. Waar het mitochondriaal DNA-onderzoek van de Neanderthaler geen bewijzen had voor vermenging met de moderne mens, heeft onderzoek van nucleaire DNA-sequenties duidelijk aange-

toond dat er toch vermenging is geweest waarbij vooral de mannelijke Homo sapiens zou 'vreemd' gegaan zijn met de vrouwelijke Neanderthalers daar in sommige bevolkingen tot 5% van het DNA afkomstig is van de Neanderthaler. Een gelijkaardig resultaat werd bekomen bij DNA-onderzoek van de recent in Siberië gevonden Homosoort, de Denisovan. Dat er mogelijks nog ander Homo-DNA is ons genoom zit moet ons niet verwonderen, maar zolang er geen resten zijn van die verwanten kan dit moeilijk worden aangetoond.

genetische variatie en genealogie

Y-STR's en mitochondriaal DNA zijn ook ideale genetische merkers voor genealogische analyses. Hierbij kan nagegaan worden of bijv. 2 mannen met een gelijkaardige familienaam mogelijk dezelfde voorvader hebben gehad. Analoog toont het mitochondriaal DNA aan of 2 personen dezelfde voormoeder hebben. Deze toepassing kan ook gebruikt worden op skeletresten uit een graf en laat dan ook toe om bepaalde 'historische vraagstukken' wetenschappelijk te bewijzen via DNA-analyse.

De DNA-molecule zorgt dus als het ware voor de fysische continuïteit tussen de generaties en kan dus met succes worden aangewend om

bepaalde vormen van afstamming te achterhalen. Het gebruik van deze mogelijkheden blijft stijgen.

het cosmopolitan chicken research project (ccrp)

De kennis en methodologie die het onderzoek van het menselijk DNA heeft gegenereerd om identiteit en diversiteit vast te stellen, vinden ook hun toepassing in het unieke kunstproject van Koen Vanmechelen. Sinds eind 1990 heeft hij verschillende kippenrassen gekruist met het oog op het doen toenemen van hun genetische diversiteit. De oerkip, Red jungle fowl, die aan de voet van het Himalayagebergte leefde, zou de belangrijkste voorouder zijn van al de nu bestaande

rassen. Over de eeuwen heeft de kip op een merkwaardige wijze de mens begeleid tijdens al zijn migraties. Door domesticatie, doorgevoerde selectie en inteelt, die ongeveer 7000 jaar geleden begon, zouden al de nu gekende kippenrassen zijn ontstaan, waarin ten gevolge van die gerichte selecties maar een beperkte genetische diversiteit zou overgebleven zijn. Deze 'zuivere' rassen blijven echter een belangrijke rol spelen over de ganse wereld voor de voeding van de bevolking en zijn als gevolg daarvan ook economisch heel belangrijk. Dit verlies aan genetische diversiteit zou een verklaring kunnen zijn voor de grotere gevoeligheid van deze industriële kippen aan virale infecties. De kip blijkt trouwens ook een van de

belangrijke reservoirs te zijn voor virussen die daar hun sprong naar de mens voorbereiden.

Recent werden een grote reeks SNP's (Single Nucleotide Polymorphisms) in het licht gesteld die een snelle analyse van polymorfismen in het kippengenoom toelaten. Tevens werd er evidentie gevonden voor het feit dat polymorfismen (SNP's) geassocieerd zijn aan het lichaamsgewicht, de vruchtbaarheid, de initiële groeikarakteristieken en het afweersysteem van kippen.

Het is dan ook duidelijk dat het onderzoek naar de genetische diversiteit van deze hybriden moet toelaten de vraag te beantwoorden of de kruisingen die Koen Vanmechelen heeft uitgevoerd de diversiteit hebben doen toenemen. De beschik-

bare resultaten hebben al bevestigd dat dit inderdaad het geval is. Anderzijds laat dit onderzoek ook toe na te gaan welke genen werden geselecteerd tijdens de domesticatie en in welke mate ze de nieuwe karakteristieken van deze rassen hebben verhoogd. Ook invloeden van de omgeving en van de aanwezige darmflora kan worden onderzocht bij een unieke reeks zuivere en hybride kippen van het project.

Daar dit project voor de kunstenaar ook symbool staat voor wat er met de menselijk soort gebeurt en kan gebeuren, worden ook een ganse reeks aspecten van de manier waarop de diversiteit wordt beheerd en wat haar impact kan zijn op de omgeving in kaart gebracht.



conclusie

Er zijn nog heel wat lacunes in onze kennis. Anderzijds is duidelijk dat de toename van huwelijken tussen partners uit verschillende regio's van de wereld de genetische diversiteit van de volgende generatie ten goede komt. Dit zou in de toekomst wel eens belangrijk kunnen worden voor de toekomst van de soort als de omgeving drastische wijzigingen zou ondergaan (bijv. door verdere klimaatopwarming). ■

Behind the scenes,
photo shoot
AWAKENER/LIFEBANK
Desert of Abu Dhabi
(UAE), 2015

virussen:

M a r c v a n r a n s t

° Bornem, 20 juni 1965

Hoogleraar virologie,
epidemiologie en bio-informatica
aan de KULeuven

Sinds 2007 interministerieel
("griep")-commissaris
om België voor te bereiden
op een volgende griepepidemie



kunst op nanoschaal

Virussen zijn de kleinste kunstwerkjes op onze planeet, en situeren zich op de grens tussen 'leven' en 'niet-leven'. Toen we ze ontdekten, iets meer dan 100 jaar geleden, gaven we ze een bijzonder pejoratieve Latijnse naam: 'virus' betekent namelijk 'vergif'. Dit doet de virussen eigenlijk groot onrecht aan, want slechts een minuscule klein deel van de virussen kan mensen ziek maken. De meeste virussen leven een onopvallend bestaan, zonder iemand echt lastig te vallen.

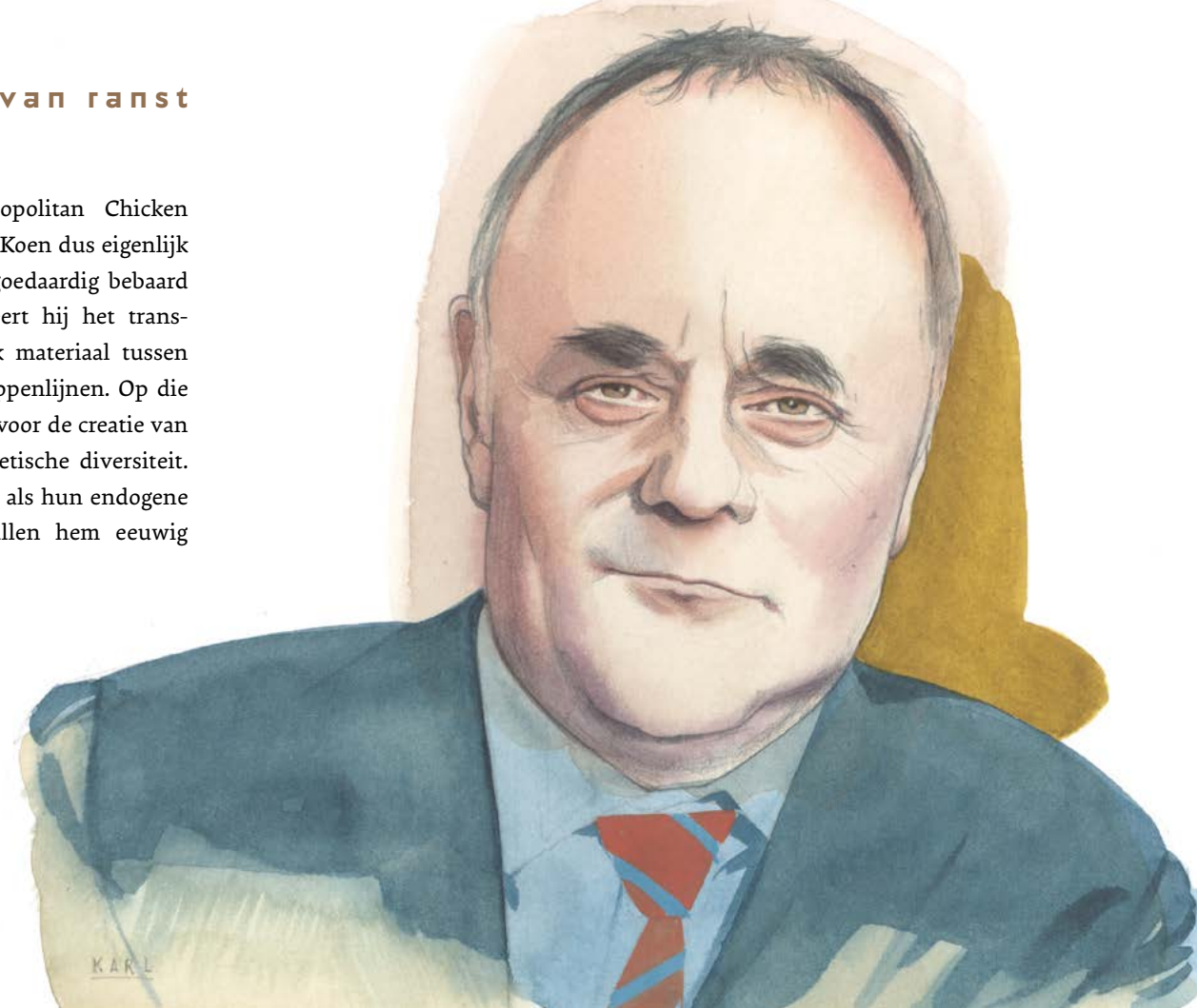
Virussen zijn mooi. Het zijn vaak pareltjes van symmetrie en eenvoud. Net als de 'arte povera'-kunstenaars op het einde van de jaren '60, slagen de virussen erin om met heel beperkte middelen uiterst interessante constructies te maken. Virussen hebben een erfelijk materiaal van slechts een paar duizend nucleotiden nodig om uiteindelijk hetzelfde ultieme doel te verwezenlijken als de mens met zijn 3 miljard basenparen: reproductie van zichzelf...

Weinig mensen realiseren zich dat meer dan 5% van ons menselijk DNA uit oude virussen bestaat. Ongeveer 50.000 zulke 'endogene retrovirussen' zijn een integraal deel van ieder van ons. Virussen zijn de transporteurs van erfelijk materiaal tussen de verschillende diersoorten in de natuur, en spelen aldus een belangrijke rol in onze evolutie. Als mens hebben we de virussen nodig om als soort te evolueren en te overleven.

Zonder een virus dat miljoenen jaren geleden een pri-maat-voorouder infecteerde en in zijn erfelijk materiaal kon binnen-dringen, zou Koen Vanmechelen nooit geboren zijn. Het syncyti-ne-eiwit, gebaseerd op de geneti-sche code van een retroviraal enve-lop-gen, zorgde er 51 jaar geleden voor, toen Koen nog enkel een ‘walking egg’ was, dat de cellen van Koens placenta konden versmelten met de cellen van de baarmoeder van mama Vanmechelen, en dat op die manier de zwangerschap voor-spoedig kon verlopen.

Zonder Koen Vanmechelen zou het Cosmopolitan Chicken Project nooit geboren zijn. Ik weet niet of de Chileense Mapuchekip deel uitmaakt van de genetische achtergrond van Koens kippen-collectie. Maar het zou wel leuk zijn, want deze Mapuchekippen leggen eieren met een mooie cyaanblauwe eierschaal. En deze kleur hebben we te danken aan een virus. Een relatief recente integratie van het endogene retrovirus, EAV-HP, zorgt blijkbaar voor deze blauwe kleur door een overexpressie van het SLCO1B3-gen in de eierschaalklier.

In het Cosmopolitan Chicken Project speelt Koen dus eigenlijk de rol van een goedaardig bebaard virus en faciliteert hij het transport van erfelijk materiaal tussen verschillende kippenlijnen. Op die manier zorgt hij voor de creatie van een enorme genetische diversiteit. Zowel de kippen als hun endogene retrovirussen zullen hem eeuwig dankbaar zijn.



“in het
cosmopolitan
chicken project
speelt koen
de rol van een
goedaardig
bebaard
virus.”

de schone kunst joke wellens

° Lommel, 30 oktober 1985

Bio-ingenieur VUB

Duurzaamheidscoördinator
en bedrijfsleider Lamasté



van het immuunsysteem

Kunstenaar Koen Vanmechelen en ik hebben twee zaken met elkaar gemeen: kippen en lama's. Over lama's heb ik iets meer te vertellen, aangezien ik er de laatste jaren letterlijk door omringd ben.

Tijdens mijn opleiding tot bio-ingenieur aan de VUB deed ik mijn thesis-onderzoek naar antilichamen die voorkomen in lama's. Het welzijn van deze dieren lag me heel nauw aan het hart en ik heb daarom voorgesteld om ook de verzorging en het beheer van de dieren op te volgen.

Net zoals heel wat ander onderzoek dat toen gebeurde met lama-antilichamen, was mijn thesis een succes. Nu, 7 jaar later, hou ik me vooral bezig met het beheren en verzorgen van de dieren wat een job op zich geworden is. We zorgen ervoor dat dit hoogtechnologisch onderzoek mogelijk is mét een garantie op het welzijn van de lama's, wat altijd onze prioriteit is geweest.

Maar waarom juist lama's? Om die vraag te beantwoorden, is er een korte introductie tot het immuunsysteem nodig.

inleiding tot immuunsysteem: wat zijn antilichamen?

Gedurende de evolutie hebben organismen vele verdedigingsmechanismen ontworpen tegen allerlei mogelijke bedreigingen.

Bij de mens is er eerst een **externe barrière** (zoals de huid, slijmvliezen,...) die doorbroken moet worden. Indringers die toch voorbij deze barrière geraken, stoten op een tweede verdedigingslinie, een snelle en minder specifieke im-

muunreactie, de zogenaamde ‘aan-geboren immuniteit’.

Maar gewervelden ontwikkel-den daarnaast ook een derde, zeer specifieke afweer: de ‘verworven of adaptieve immuniteit’. Dit sys-teem heeft weliswaar wat meer tijd nodig om op gang te komen maar is ook veel sterker en zorgt bovendien voor een langdurige bescherming. De adaptieve immuniteit ontwik-kelt een geheugen waardoor het zeer snel kan optreden wanneer een lichaamsvreemde stof een tweede maal ons lichaam binnen dringt.

Het is een enorm complex en on-gelofelijk efficiënt systeem.

Antilichamen spelen hierin een sleutelrol: ze zijn als de soldaten van de verworven immuniteit. Ze herkennen en binden heel speci-

fiek op lichaamsvreemde stoffen (antigenen) en fungeren ook als boodschapper naar andere cellen van het immuunsysteem zodat een domino-effect aan immunologische reacties op gang wordt gebracht. An-tilichamen zijn inzetbaar tegen alle mogelijke antigenen, groot of klein. Een enorm repertoire aan verschil-lende antilichamen is nodig om deze taak te vervullen.

Antilichamen zijn eiwitten.

Eiwitten bestaan uit een lange, lineaire keten van bouwstenen (aminozuren) die op een specifieke manier opgevouwen is en zeer veel verschillende functionaliteiten kan bevatten. Conventionele antilicha-men zijn eerder complexe eiwitten en schematisch ziet de structuur eruit zoals op *Figuur 1(a)*. Hier is te

zien dat deze structuur opgebouwd is uit twee identieke zware (H) en twee identieke lichte (L) ketens. De zware en lichte ketens zijn met el-kaar verbonden via een chemische interactie. De lichte keten heeft twee domeinen, de zware keten heeft er vier. Op het uiteinde van zowel de lichte als de zware keten, bevinden zich **de variabele domeinen: VH en VL**. De combinatie van deze twee variabele domeinen vormt **de anti-gen-bindingssite**, dus de plek waar het antilichaam zich zal vasthaken aan het antigen.

Redelijk complex dus.

Ons lichaam kan quasi oneindig veel verschillende antilichamen aanmaken, met telkens een unieke antigen-bindingssite. De basisstruc-tuur van antilichamen is echter op-

merkelijk goed bewaard gebleven bij zowat alle gewervelden.

de ontdekking van kameel-antilichamen

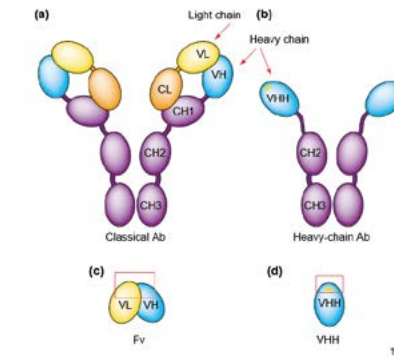
Niet zelden komt een nieuwe ont-dekking per toeval tot stand. Ook hier is dat het geval. Het verhaal van de kameel-antilichamen start in de jaren '80 tijdens een studentenprac-ticum onder leiding van **professor Hamers** aan de Vrije Universiteit Brussel. De opdracht was om anti-lichamen te isoleren uit het bloed van hun assistent. Maar omdat op dat moment het HIV-virus opkwam, werd besloten om niet met mense-lijk bloed te werken. De studenten wilden ook niet onnodig een muis euthanaseren, dus gebruikten ze

kamelenbloed dat nog in de vriezer zat.

De resultaten waren echter niet zoals verwacht. Aanvankelijk werd dan ook gedacht dat de studenten in de fout waren gegaan, maar een tweede experiment bevestigde de resultaten. Professor Hamers zette het onderzoek verder en al snel werd duidelijk dat kamelen-antili-chamen afwijken van de conventio-nele antilichamen.

Dit kwam als een grote verrassing. De aanmaak en inzet van conven-tionele antilichamen gebeurt in de natuur namelijk zó efficiënt, dat het moeilijk in te beelden was dat hier nog verbeteringen (of zelfs afwij-kingen) mogelijk waren.

De studenten hadden dus geen fout begaan, maar eerder een



Figuur 1:
Vergelijking
tussen een
conventioneel
antilichaam (a)
en een
zware-keten
antilichaam (b).
Het VHH-
domein van een
zware-keten
antilichaam
wordt Nanobody
genoemd (d).

Bron:

Muyldermans et

al. (2001), TiBS

VOL.26, 230-235

Naast kamelen bevatten ook lama's, dromedarissen en alpaca's deze speciale zware-keten-antilichamen. Het ontstaan hiervan is te verklaren door een genmutatie bij de voorouder van de Kameelachtigen, waardoor het CH1-domein is weggefallen. Dit domein stond namelijk in voor het vastankeren van de lichte keten.

De zware-keten-antilichamen zorgden bovendien voor een selectievoordeel waardoor ze tot op heden de evolutie hebben doorstaan. Welk voordeel dit juist was, is niet duidelijk.

Later werd ontdekt dat ook sommige haaisoorten zware-keten-antilichamen aanmaken. Evolutionair gezien zijn deze zware-keten-antilichamen bij haaien een *voorloper* op

de conventionele antilichamen bij gewervelden. Bij kameelachtigen gaat het echter om een *afwijking* ervan.

het nanobody®

Voor wetenschappers én industrie was dit een zeer interessante ontdekking omdat het antigeen-bindende domein (VHH) nu slechts door één keten gevormd wordt zonder verlies aan bindingscapaciteit, specificiteit of stabiliteit. **Het VHH domein** kan bovendien relatief makkelijk door bacteriën op grote schaal geproduceerd worden. De kleinere afmetingen maken dat het op nieuwe doelwitten kan binden, die voor conventionele antilichamen onbereikbaar waren.

De ontdekking van deze VHH-domeinen (*Figuur 1(d)*) met hun unieke structuur en functionele eigenschappen vormden de basis van een nieuwe generatie aan therapeutische antilichamen en werden **Nanobodies®** genoemd.

Alvorens de ontdekking in 1993 in het gerenommeerde vakblad *Nature* te publiceren, nam de onderzoeksgroep van professor Hamers een patent op de Nanobodies®. Dat werd het startschot van een uniek, hoogtechnologisch onderzoeksplatform. In 2001 werd de spin-off Ablynx opgericht, ondertussen uitgegroeid tot een succesvol beursgenoteerd bedrijf.

Ablynx legt zich als biofarmaceutische onderneming toe op de ontwikkeling van Nanobodies® als

therapeutisch proteïne voor verschillende ernstige en levensbedreigende menselijke ziekten zoals ontstekingen, trombose, reumatoïde artritis, oncologie en de ziekte van Alzheimer.

Ook op andere domeinen bewezen Nanobodies® hun nut als onderzoeks-*tool* (bij purificatie, kristallisatie of immunomodulatie) of als diagnostisch *tool* (biosensors, *in vivo* imaging).

De lama is op dit moment een onmisbare eerste schakel in het Nanobody®-platform aangezien zij zorgen voor *in-vivo* ontwikkeling van de antilichamen tegen een specifiek antigeen. Deze natuurlijke immuunrespons is tot op vandaag nog niet eenvoudig en op korte tijd *in-vitro* na te bootsen.

Na het opwekken van een immuunrespons, zit de taak van de lama erop. Enkel een klein bloedstaal is nodig en wordt naar het lab opgestuurd voor verdere verwerking:

~ De B-cellen, die instaan voor productie van antilichamen, worden uit het bloed gezuiverd.

~ De genen coderend voor het VHH domein worden uit de B-cellen geïsoleerd.

~ Deze genen worden ingebouwd in bacteriële cellen.

~ De bacteriële cellen zorgen voor de productie van het Nanobody® op grote schaal.

De moeilijkste stap is om hierna het Nanobody® van belang te selecteren uit een bibliotheek van tientallen miljoenen verschillende

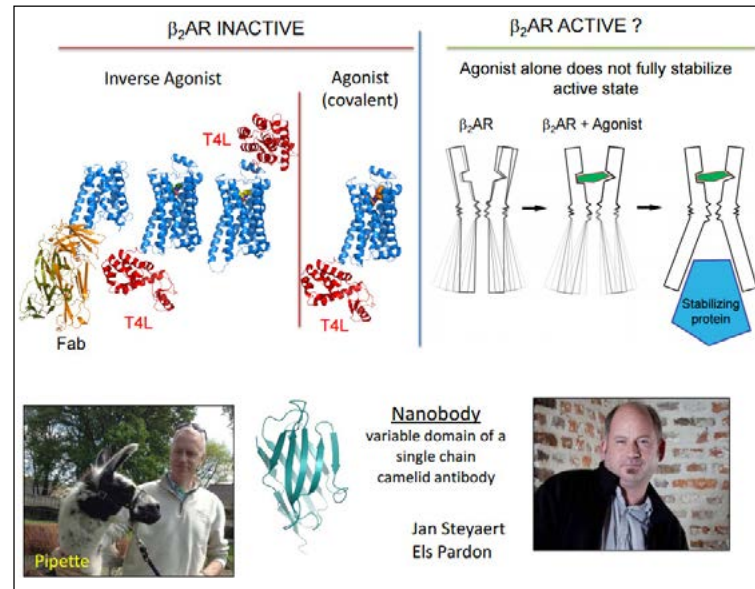
Nanobodies®. Gelukkig werd ook daarvoor een elegante techniek ontwikkeld.

het verhaal van 'pipet'

Pipet was één van de eerste lama's op de boerderijen hij maakte onmiddellijk duidelijk hoeveel potentieel er in het Nanobody®-onderzoek zat. Pipet werd namelijk gebruikt in het onderzoek van Brian Kobilka (US) die hiervoor in 2012 – samen met Robert Lefkowitz – de Nobelprijs voor chemie ontving.

Het onderzoek van Kobilka legde voor het eerst de werking bloot van een familie celwand-receptoren. Deze receptoren (*GPCR's of G-Protein Coupled Receptors*) zijn belangrijk voor het doorgeven van signalen

Figuur 2: Slide uit de lezing van prof. Kobilka na het in ontvangst nemen van de Nobelprijs.



van buiten naar binnen de cel. GP-CR's reguleren allerlei fysiologische responsen zoals spierrelaxatie, bloeddruk en insuline secretie. 40%

van de hedendaagse medicatie is op dit soort receptoren gericht.

Kobilka en zijn groep slaagden er voor het eerst in om, met behulp

van een Nanobody®, de structuur van zo'n receptor in actieve vorm te bepalen. Dit gebeurt door middel van een technologie die *X-straal-diffractie* heet. In feite is het een manier om moleculen zoals eiwitten te fotograferen. Eén voorwaarde is dat de eiwitten geblokkeerd zitten in een kristalstructuur.

In Kobilka's onderzoek was het een Nanobody® dat er uiteindelijk voor zorgde dat de receptor in een bepaalde toestand geblokkeerd werd, waardoor het 'gefotografeerd' kon worden en een hele nieuwe wereld aan mogelijke therapeutische toepassingen geopend werd.

Pipet kreeg dan ook terecht een eervolle vernoeming van Prof. Kobilka tijdens de Nobelprijsuitreiking (Figuur 2).

en wat met kippen en champignons?

De antilichamen bevinden zich voornamelijk in het bloed van de dieren maar worden ook via de melk aan het nageslacht doorgegeven. Ook in de darm komen bepaalde antilichamen voor, welke – in beperkte mate – in de mest worden uitgescheiden.

Wanneer later champignons op deze mest groeien, worden de antilichamen afgebroken tot bouwstenen (aminozuren) en opnieuw ingebouwd in andere eiwitten. Champignons maken geen antilichamen aan, maar verdedigen zich door toxines uit te scheiden.

Als kippen uiteindelijk de champignons in hun voeder verwerkt krijgen, zijn er dus geen intacte

antilichamen meer aanwezig, enkel de aminozuren waaruit ze ooit opgebouwd waren.

Op die manier worden de bouwstenen van antilichamen van organisme tot organisme doorgegeven, maar of dit ook een effect zal hebben op de immuniteit van de kippen laat ik liever in het midden. ■

met de steun van:

AVIA

Van de Velde

PrimaDonna

MOEA
architectural
designstudio

Hubo België

Duvel

Drukkerij VD

Assutron

Panos

met dank aan:

Gemeentebestuur
Temse,
Salvatore Bono,
Wiliam Segers,
Marleen Wynants
(VUB)

Lies Martens
(communication),
Michel Ronsmans
(drone),
Alex Deyaert
(fotografie),
Maarten Meersman
(webmaster),
Goele Schoofs
(process manager
K. Vanmechelen),
Reinhart Croon
(grafische vorm-
geving)

Peter Van den
Berge (veerman)

De dieren-
verzorgers van
Vrije gemengde
basisschool
Temse-Velle
(gecoördineerd
door Veronique
Van Leugenhaege)

Toeristische
dienst Temse,
Toerisme Waasland
en Toerisme
Scheldeland

Ria Van den Broeck
(Antiek Atelier)

Hifi Studio Heyman
Reference

met de steun van:

AVIA

Van de Velde

PrimaDonna

MOEA
architectural
designstudio

Hubo België

Duvel

Drukkerij VD

Assutron

Panos

colloquium
'kunst en wetenschap'
op 20.02.2016 om 16 uur

—
theaterzaal roxy
stationsstraat 29
9140 temse

—
met: koen vanmechelen
prof. jean-jacques cassiman
prof. marc van ranst
bio-ir. joke wellens

expo 'awakener'

van 21.02
tot 10.04.2016

—
wilford x
wilfordkaai 10
9140 temse

—
elke zaterdag
en zondag
van 14 tot 18 uur
of op afspraak:
info@wilfordx.be

www.wilfordx.be