

FES NCB Naturalis

Zelfevaluatie

Inhoudsopgave

1. **Samenvatting** — 3
 2. **Inleiding** — 5
 3. **Beschrijving van het project, 2009 - 2015** — 6
 4. **Mid-term review, april – september 2012** — 8
 5. **Activiteiten en resultaten, 2010 – 2015** — 10
 - 5.1. **Integratie natuurhistorische collecties en bibliotheken** — 10
 - 5.2. **Digitalisatie van collectiegegevens** — 16
 - 5.3. **Opbouw laboratoriumcapaciteit** — 20
 6. **Realisatie strategische doelstellingen, 2010-2015** — 26
 7. **Continuïteit van het projectresultaat, 2016 en verder** — 33
 8. **Vervolg en afronding, 2016-2019** — 34
-
- Bijlage 1 – overzicht projectdocumentatie** — 35
 - Bijlage 2 – overzicht apparatuur morfologische en geologische laboratoria** — 36
 - Bijlage 3 – samenvatting evaluatie gebruik laboratoriumvoorzieningen 2015** — 37
 - Bijlage 4 – samenvatting evaluatie Naturalis als wetenschappelijk instituut, 2014** — 38

1. Samenvatting

In 2010 startte Naturalis een groot investeringsproject, waarvan de kosten grotendeels werden gedekt door een bijdrage uit het Fonds Economische Structuurversterking (FES). Het project had een drievoudig operationeel doel: overbrengen van een aantal grote natuurhistorische collecties naar Leiden en integratie van deze collecties binnen de nationale natuurhistorische collecties; productie en publicatie van collectiedata van meer dan zeven miljoen specimens, en inrichting van een hedendaags laboratorium voor collectiegerelateerd wetenschappelijk onderzoek. Voor de realisatie van dit laatste doel werkte Naturalis en het Fungal Biodiversity Centre CBS-KNAW samen op het gebied van de zgn. DNA-barcodering. Conform het projectplan werd bovendien een deel van de aangeschafte apparatuur geplaatst te Utrecht binnen de nationale faciliteit voor geologisch onderzoek.

Strategische doelstellingen betroffen de ontwikkeling van Naturalis tot – mede – een vooraanstaand wetenschapsinstituut; de realisering van een onderzoeksvoorziening die relevant is voor grote groepen binnen Aard- en levenswetenschappen in Nederland en daarbuiten; de vormgeving van Naturalis als academische werkplaats voor collectiegerelateerd onderzoek en onderwijs met drie Nederlandse universiteiten en tenslotte de realisering van voorwaarden waaronder de FES-investering op termijn tot een maatschappelijk batig saldo kan leiden.

Per einde 2015 was het veruit grootste deel van het project uitgevoerd. Een klein restbedrag staat nog ter beschikking voor latere investering binnen het kader van het projectplan. Met de vertegenwoordiger van de financier, de Directie Onderzoek en Wetenschapsbeleid van het Ministerie van OCW, is afgesproken om in 2016-2017 een eindevaluatie van het project door te voeren.

Het voorliggende rapport bevat de zelfevaluatie door Naturalis zelf, en waar van toepassing door het CBS-KNAW. Het wordt in samenhang met de financiële rapportage over projectbestedingen en –inkomsten

aangeboden aan de evaluatiecommissie. Conclusies van de zelfevaluatie kunnen als volgt worden samengevat.

- De hierboven genoemde **operationele doelstellingen** zijn gerealiseerd of overtroffen. Eveneens is een aantal problemen tot oplossing gebracht, of in ieder geval belangrijk gereduceerd, die tijdens de Mid-term evaluatie van het project, in 2012, waren gesignaleerd. Deze betroffen onder andere de staat van de te integreren collecties, publicatie van collectiegegevens, afstemming van data-selectie en -kwaliteit op gebruikerseisen, de bezettingsgraad van laboratoriumvoorzieningen en de plaatsing van apparatuur binnen de nationale geologische faciliteit. Open staan nog een aantal verdere collectieverhuizingen en integratieslagen om de toestand te bereiken die in het projectplan werd voorzien en een verdere intensivering van het gebruik van de laboratoriumfaciliteiten.
- Het merendeel van de **strategische doelstellingen** is eveneens gerealiseerd. Naturalis is, veel meer dan vóór de uitvoering van het project, mede een wetenschappelijk instituut, met een onderzoeksagenda en een onderzoeksstaf die in toenemende mate succesvol is in de verwerving van externe financiering voor onderzoeksprojecten. De huidige bijdrage aan het universitair onderwijs is groter dan de opgetelde bijdragen van de 'samenstellende instituten' die in Naturalis Biodiversity Center zijn opgegaan. Collecties zijn beschikbaar gebleven als onderzoeksvoorziening voor groepen in de ruime aard- en levenswetenschappen en in toenemende mate wordt gebruik gemaakt van gepubliceerde gegevens uit het digitalisatieproject. In de uitvoering van de strategie om maatschappelijke baten van de FES-investering mogelijk te maken is een aantal samenwerkingsovereenkomsten afgesloten met onderzoeksinstituten die dicht bij een toepassingsdomein staan. Hier zal nog verder vervolgd aan worden gegeven.
- De **bestendigheid van het projectresultaat** is onderwerp van beleidsvorming, waaronder wat betreft de eerder al genoemde intensivering

van de laboratoriumvoorziening, die deels tot additionele opbrengsten moet leiden. Deelname aan een initiatief van een aantal Europese natuurhistorische instituten om de collecties gezamenlijke collecties, ontsloten en verbonden door een gemeenschappelijk digitalisatieproject, als gedistribueerde onderzoeksvoorziening op de Roadmap van het *European Strategy Forum for Research Infrastructures* opgenomen te laten worden, kan te zijner tijd eveneens bijdragen aan de besteding van wat met FES-middelen is opgebouwd.

Het nog resterende bedrag uit het projectbudget zal worden ingezet na oplevering van het vernieuwde gebouw aan de Darwinweg 2 voor bestemmingen zoals voorzien in het FES-projectplan op het gebied van collectieopslag en laboratoriumvoorzieningen.

2. Inleiding

Per beschikking BEK/BPR-2009/137964-U gedateerd 15 december 2009 stelde het Ministerie van OCW een bedrag groot 30 miljoen euro uit het Fonds Economische Structuurversterking (FES) ter beschikking aan Naturalis Biodiversity Center voor uitvoering van het projectplan *Investeringsproject NCB: een onderzoeksfaciliteit op het gebied van biodiversiteit*. In artikel 6 van deze beschikking is de verplichting opgenomen om een evaluatie van het project uit te voeren. Deze evaluatie dient de activiteiten en resultaten van het project te beoordelen en, waar van toepassing, aanbevelingen voor de toekomst op te leveren.

Voor deze evaluatie zal een externe commissie worden ingericht. Het voorliggende verslag heeft als doel om deze commissie te informeren over de opzet van het project en over de uitkomsten van de evaluatie die Naturalis zelf heeft uitgevoerd. Het verslag betreft een eindevaluatie voor wat betreft het veruit grootste deel van het geplande werk en een toelichting op de voorgenomen besteding van een klein resterend deel van het projectbudget.

Mede naar aanleiding van een bespreking met het Ministerie van OCW van ons plan van aanpak voor de evaluatie besteden wij in dit verslag bijzondere aandacht aan de wetenschappelijke resultaten die door uitvoering van het investeringsproject mogelijk zijn geworden en aan de conclusies en aanbevelingen van de commissie die in 2012 de mid-termevaluatie heeft uitgevoerd.

Conform artikelen 2.2 en 5.8 van de genoemde beschikking heeft Naturalis bij de uitvoering van een deel van het projectplan samengewerkt met het CBS Fungal Biodiversity Centre van de Koninklijke Academie van Wetenschappen en Kunsten (CBS-KNAW). Deze samenwerking betrof de uitvoering van DNA-barcodingprojecten bij het CBS-KNAW en bij Naturalis en het gezamenlijk ontwikkelen van een Europees knooppunt in de mondiale infrastructuur voor beheer en publicatie van DNA barcodes. Over deze samenwerking hebben het CBS-KNAW en Naturalis op 17 oktober 2010 een overeenkomst afgesloten. De directie van het CBS-KNAW heeft zich op 8 november 2016 akkoord verklaard met de delen van het voorliggende verslag die betrekking hebben op de samenwerking.

Het voorliggende verslag moet in samenhang worden gezien met het financieel verslag over de bestedingen binnen het project tot einde 2015 en met de daarover afgelegde accountantsverklaring, beide gedateerd 14 april 2016, die samen met andere projectdocumentatie eveneens aan de evaluatiecommissie ter beschikking zullen worden gesteld.

3. Beschrijving van het project, 2009 - 2015

Dit rapport betreft de uitvoering en de resultaten van een investeringsproject dat in hoofdzaak werd gefinancierd met middelen voor kennisinfrastructuur die einde 2009 uit het Fonds Economische Structuurversterking (FES) ter beschikking werden gesteld. Het project is begin 2009 gestart met een aantal pilotprojecten, vooruitlopend op een overheidsbeslissing over het plan *NCB Naturalis, een onderzoeksfaciliteit op het gebied van de biodiversiteit* (16.11.2009). Na deze beslissing, in december 2009, zijn de geplande hoofdactiviteiten in uitvoering genomen. Tegen het einde van 2015 was veruit het grootstel deel van de deze activiteiten afgerond. Een klein deel zal worden afgerond nadat in Naturalis nieuwbouw beschikbaar is gekomen waarin enkele binnen het project geplande voorzieningen kunnen worden ondergebracht.

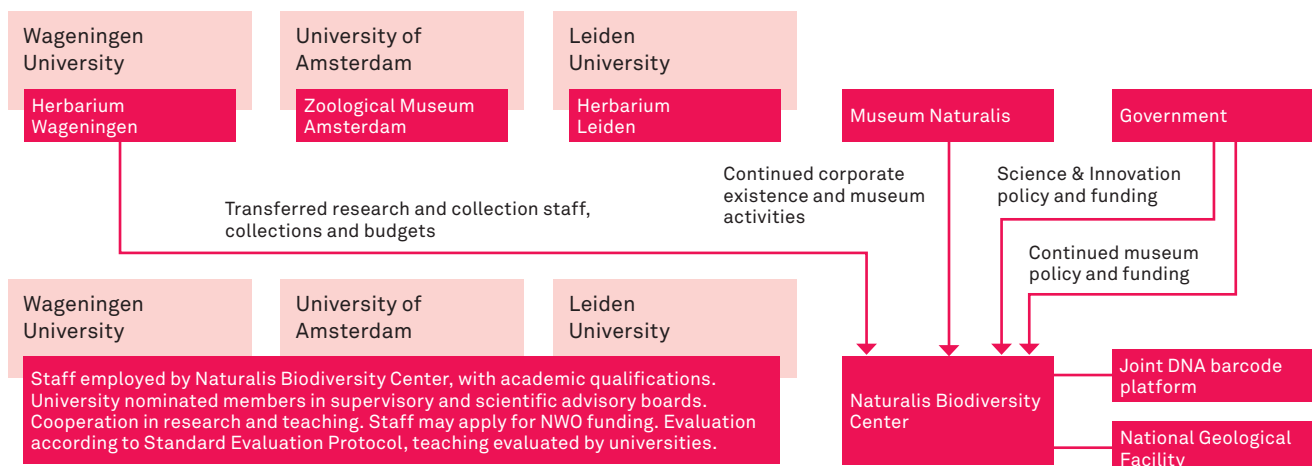
Het oorspronkelijke projectbudget was 35,3 miljoen euro, waarvan 30 miljoen euro uit het FES en 5,3 miljoen euro uit een structurele subsidie die het Ministerie van OCW in de periode 2008 t/m 2013 jaarlijks aan Naturalis ter beschikking stelde voor wetenschap en onderzoeksvoorzieningen. Gedurende de looptijd van het project zijn rentebaten gerealiseerd op vooruitontvangen subsidies. Conform de beschikking zijn deze rentebaten, per einde 2014 vastgesteld op ca. 1,2 miljoen euro, aan het projectbudget toegevoegd. Het bedrag uit het FES is niet bijgesteld voor loon- en prijsontwikkeling. Het bedrag ad 5,3 miljoen euro uit structurele subsidiering is dat wel; er is echter besloten om de betreffende bijstellingen niet toe te voegen aan het projectbudget en op andere wijze te besteden. Doordat bij opstellen van de projectbegroting nog niet bekend was welk BTW-regime voor het vernieuwde en geïntegreerde Naturalis zou gaan gelden, zijn destijds voorzichtigheidshalve alle kosten inclusief eventueel verschuldigde BTW begroot. Lopende het project is het regime komen vast te staan, hetgeen de effectieve bestedingsruimte in het project substantieel heeft vergroot.

De **operationele doelstellingen** van het project waren de volgende.

- Behoud en fysieke en organisatorische integratie van de collecties van het Zoölogisch Museum Amsterdam (UvA) en van de vestigingen van het Nationaal Herbarium Nederland (Universiteit Leiden, Wageningen University en - tot in 2006 – de Universiteit Utrecht) met de nationale natuurhistorische collectie van de Staat der Nederlanden, in beheer bij Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis: in totaal ca. 37 miljoen objecten.
- Productie en publicatie van gedigitaliseerde gegevens van tenminste zeven miljoen objecten uit de geïntegreerde collectie.
- Opbouw van hedendaagse laboratoriumvoorzieningen voor collectiegerelateerd biologisch en geologisch onderzoek: in Leiden bij Naturalis en in Utrecht bij het CBS-KNAW (laboratoria voor DNA-barcoding) en bij de Faculteit Geowetenschappen van de Universiteit Utrecht (plaatsing van een elektronen-Microsonde binnen een grotere configuratie t.b.v. geologisch onderzoek in Nederland).

Corresponderend met deze drie operationele doelstellingen zijn binnen het project drie grote programma's uitgevoerd: verhuizing en integratie van de universitaire collecties, digitalisering en publicatie van collectiegegevens en inrichting van laboratoria en andere onderzoeksvoorzieningen. Ieder van deze programma's had een eigen organisatievorm, waarover meer in het hoofdstuk 5 over activiteiten en resultaten.

Uitvoering van het project maakte deel uit van een groter transformatieprogramma waarin drie universitaire instituten en vier grote universitaire natuurhistorische collecties in Naturalis werden geïntegreerd en Naturalis zelf werd uitgebouwd tot nationale onderzoeksfaciliteit en excellent onderzoeksinstituut op het gebied van collectiegerelateerd biodiversiteitonderzoek, met een structureel samenwerkingsverband met de drie 'latende' universiteiten en met een renovatie- en nieuwbouwprogramma om de overgedragen collecties en in dienst genomen medewerkers adequaat te kunnen huisvesten.



Figuur 1 – integratie van universitaire instituten en taken in Naturalis en uitbouw van Naturalis tot mede een wetenschappelijk instituut, met structurele taken in het universitaire onderwijs.

Het bestuurlijke en financiële arrangement waarop dit transformatieprogramma was gebaseerd, kan als volgt in beeld worden gebracht.

Al met al zou het investeringsproject dan ook moeten bijdragen aan een aantal belangrijke **strategische doelstellingen**:

- de ontwikkeling van Naturalis tot een wetenschappelijk topinstituut op het gebied van het collectiegerelateerde biodiversiteitonderzoek;
- behoud van de structurele plaats van taxonomie en systematiek in de curricula en onderzoeksprogramma's van enkele Nederlandse universiteiten;
- de positionering van Naturalis als onderdeel van nationale en internationale infrastructuur voor biodiversiteitonderzoek;
- economische structuurversterking van Nederland en realisering van een batig saldo van maatschappelijke kosten en baten – de kernopgave van projecten die met middelen uit het FES werden gefinancierd.

De operationele en strategische doelstellingen van het project werden destijds breed onderschreven. Het projectvoorstel voor de investeringen is in 2008 beoordeeld door de toenmalige Commissie Nationale Roadmap Grootchalige Wetenschappelijke Infrastructuur en – specifiek voor de uit het FES te financieren investeringen – door het Centraal Planbureau. Deze instanties kwamen tot een gunstig beeld, met wat het CPB betreft enkele punten van zorg rond de structurele begroting en de output van collectiedigitalisatie. Nadat Naturalis in overleg met de betrokken universiteiten het projectplan had aangepast, in mei 2009, adviseerden ook de toenmalige Commissie van Wijzen en de toenmalige Commissie Economie, Kennis en Innovatie (CEKI) positief, waarna op Prinsjesdag 2009 de toekenning van het aangevraagde bedrag werd aangekondigd.

4. Mid-term review, april – september 2012

In oorspronkelijke planning had het investeringsproject een doorlooptijd van drie jaren. Mede in verband met enkele aanloopproblemen stond al vrij snel vast dat deze doorlooptijd niet haalbaar was. Einde 2011 is een nieuwe planning ingediend en door het Ministerie van OCW goedgekeurd, met medio 2015 als nieuwe einddatum van het project. Conform deze nieuwe planning werd in 2012 een mid-term review uitgevoerd.

De commissie die hiervoor bijeen werd gebracht richtte zich op de inrichting van het project, de tussentijdse resultaten en vooral op de context waarbinnen het project werd uitgevoerd: opbouw van Naturalis als onderzoeksinstituut en als wetenschappelijke infrastructuur, en samenwerking met universitaire en andere partners.

Onderstaand wordt de samenvatting uit het rapport van de externe review commissie weergegeven, en de reactie van het bestuur van Naturalis. De implementatie van een en ander in de tweede helft van het project komt in het hoofdstuk 5 over activiteiten en resultaten aan de orde.

- De **integratie van de collecties** leek de commissie een exemplarisch succes te gaan worden. De verhuizing en integratie van de collectie van het Zoologisch Museum Amsterdam - de grootste afzonderlijke operatie en één van de grootste verhuisoperaties binnen de Nederlandse erfgoedwereld ooit - was ondertussen praktisch zonder schade en vermissingen afgerond en had volgens de commissie tot een opstelling geleid die structureel en substantieel kosten bespaart. Wel zag de commissie een aantal issues rond de achterstanden in het beheer van de overgenomen collecties en het vroegere gebruik van conserveringsmiddelen die ondertussen vanwege gezondheidsrisico's niet meer aanvaardbaar worden geacht. Zonder oplossing zou de wetenschappelijke gebruikswaarde van een aantal geïntegreerde deelcollecties daardoor veel lager zijn dan beoogd, wat afbreuk zou doen aan het investeringsresultaat. Dit probleem speelde ook bij enkele botanische deelcollecties.

In de bestuurlijke reactie is hierop aangegeven dat de problemen waren onderkend. Met inzet van middelen die de universiteiten conform overeenkomst aan Naturalis over zouden dragen is een herstelplan opgesteld dat de beheersachterstanden in korte tijd tot ongeveer de helft zou moeten reduceren; de overige achterstanden zouden dan in het going concern worden aangepakt. Voor de vervuiling van de collectie was een aantal maatregelen getroffen, waaronder luchtfiltering, een toegangsregime en verstrekken van persoonlijke beschermingsmaatregelen. In de tweede helft van het project zou bovendien een aantal maatregelen worden genomen die de vervuiling zelf reduceren.

- Voor de **digitalisering van collectiegegevens** was volgens de commissie in de loop van 2011 een indrukwekkende projectorganisatie opgebouwd, met een onderverdeling van het werk in pilotprojecten, een aantal 'digistraten' en de inrichting van een permanente infrastructuur voor digitaliseren na afloop van het project. Voor een grote deelcollectie is gekozen voor uitbesteden. De commissie signaleerde dat de gekozen aanpak internationaal sterk de aandacht trok en ondertussen al het voorbeeld was geweest van verschillende andere digitaliseringsprojecten in de erfgoedsector.

In het plan voor het FES-project was de doelstelling opgenomen om de collectiedata niet alleen te digitaliseren maar ze ook te publiceren in internationale dataportalen. De commissie merkte op dat deze doelstelling in 2012 nog niet in uitvoering was genomen. Verder was volgens de commissie de keuze van prioriteiten op te beperkte gronden genomen en te weinig topdown gestuurd op relevantie binnen onderzoek en voor vraagstukken rond ecosysteemdiensten en de economische biodiversiteit.

In bestuurlijke reactie werd aangekondigd dat op korte termijn de eerste dataverzamelingen via de Global Biodiversity Information Facility (GBIF) gepubliceerd zullen worden. Ook zou in de tweede helft van het project een toets op de bruikbaarheid voor wetenschappelijk onderzoek worden uitgevoerd, waarna eventueel de prioritering zou

worden aangepast. Wel zou een minder topdown procedure worden gevolgd dan de commissie voorstond.

- Nadat aanloopproblemen gerelateerd aan de aanbestedingswetgeving waren opgelost, was de **laboratoriuminrichting** volgens de commissie goed op tempo gekomen. De productie van DNA- barcodes was zowel bij het CBS-KNAW als bij Naturalis conform of zelfs boven planning. Onderwerpen voor commentaar waren onder andere de nog relatief lage bezettingsgraad van een aantal apparaten alsmede achterblijven van de inrichting van een collectieregistratie-systeem bij DNA-barcodering, waardoor te weinig een link kan worden gelegd tussen de DNA-barcodes en de collectieobjecten waaruit het geïsoleerde DNA afkomstig is. Ook becommentarieerde de commissie de vertraging in de totstandkoming van de Nationale Geologische Faciliteit, waaraan Naturalis met een elektronen-Microsonde gefinancierd uit het FES-budget aan deelneemt. In de bestuurlijke reactie werd uiteengezet dat de aansluiting tussen het DNA barcoderingsproject en de collectieregistratie in de tweede helft van het project gerealiseerd zou worden. De hogere bezettingsgraad van apparaten zou volgen uit de groei van de eigen wetenschappelijke activiteiten van Naturalis en door verdere profilering van Naturalis als partner in grote onderzoeksprojecten.

Verdere bevindingen van de commissie hadden vooral betrekking op de organisatorische en financiële projectbeheersing, die als adequaat werden beoordeeld, en over de strategische doelstellingen en de context van het project. In dat verband sprak de commissie over de succesvolle opbouw van een groep van ambitieuze onderzoekers, ter versterking van de bestaande wetenschappelijke staf, maar signaleerde het ook een aantal punten van zorg, waaronder vooral het gebrek aan voortgang in de geplande integratie van universitaire instituten in Naturalis en de inrichting van de academische werkplaats. De commissie benadrukte het belang dat Naturalis bij NWO de status van 'ontvangende instelling' zou krijgen. In de bestuurlijke reactie werden deze constateringens onderschreven.

5. Activiteiten en resultaten, 2010 – 2015

5.1 Integratie natuurhistorische collecties en bibliotheken

In dit hoofdstuk worden, gerelateerd aan de operationele doelstellingen, de activiteiten en resultaten van de drie grote programma's beschreven: integratie van collecties, digitalisering en publicatie van collectiegegevens, opbouw van een laboratorium voor collectiegerelateerd biologisch en geologisch onderzoek, inclusief opbouw van een DNA barcoding-referentiesysteem bij Naturalis en bij het CBS-KNAW en inclusief een bijdrage aan de opbouw van de Nationale Geologische Faciliteit bij de Universiteit Utrecht.

In de loop van 2013 sloot Naturalis met de universiteiten in Leiden, Amsterdam (UvA) en Wageningen overeenkomsten af inzake, onder andere, de overdracht van de grote botanische en zoölogische collecties die deze universiteiten in beheer hadden. In deze overeenkomsten aanvaardde Naturalis voor de Staat der Nederlanden het eigendom van deze collecties, waarmee deze collecties onderdelen werden van de nationale natuurhistorische collectie, waarvoor Naturalis beheersverantwoordelijkheid heeft.¹ Al eerder, in 2010, nam Naturalis in dezelfde zin de verantwoordelijkheid op zich voor het beheer van de botanische collecties die tot dan het eigendom waren van de Universiteit Utrecht.

Met deze eigendomsoverdrachten correspondeert een belangrijke operationele doelstelling van het FES-investeringsproject: de overbrenging van deze collecties naar collectiedepots beheerd door Naturalis en de integratie met de overige nationale natuurhistorische collecties.

Voorafgaand aan de overdracht van de Amsterdamse, Leidse en Wageningse collecties had het adviesbureau Power of Culture BV op verzoek van Naturalis en formeel in opdracht van de

Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed een schouw van de collecties van de Universiteit van Amsterdam, de Universiteit Leiden en Wageningen University laten uitvoeren.² De collectie van de Universiteit Utrecht was al eerder geschouwd door het toenmalige Instituut Collectie Nederland (december 2008). Resultaten van deze collectieschouwen toonden een gemengd beeld van de toestand waarin de collecties zouden worden overgedragen. Naast een aantal goed beheerde en correct geregistreerde/ ontsloten deelcollecties was ook sprake van – soms zeer aanzienlijke – achterstanden in beheer en registratie van andere deelcollecties en van verschillende vormen van vervuiling met vroeger nog toegelaten conserveringsmiddelen.

Samen met de dynamiek in de vastgoedportefeuille van Naturalis zorgde dit gegeven ervoor dat het collectiehuisvestings- en integratieprogramma dat met 7,0 miljoen euro uit het FES was gefinancierd, onderdeel werd van een belangrijk groter collectieprogramma, dat naast een aantal verdere verhuisprojecten ook het herstel van ernstige beheersachterstanden en beperking van risico's van vroeger gebruikte conserveringsmiddelen omvatte (en omvat – het programma loopt nog). Aanvullende middelen hiervoor werden verkregen uit overgedragen incidentele middelen van de universiteiten waarvan collecties werden overgenomen. Ook werd een deel binnen het kader van het going concern en met inzet van reguliere middelen van Naturalis uitgevoerd en zal een deel worden gefinancierd in het kader van de renovatie en uitbreiding van de hoofdvestiging aan de Darwinweg 2. Dit ruimere programma loopt door tot in 2019, wanneer de nieuwe depots binnen de hoofdvestiging beschikbaar komen en deelcollecties uit een aantal tijdelijke depots naar deze vestiging kunnen worden overgebracht.

Een en ander kan als volgt in schema worden weergegeven.

¹ De algemeen directeur van Naturalis heeft deze bevoegdheid op grond van een algemene volmacht, die op 14 februari 1996 werd verleend door de toenmalige Minister voor Cultuur. Voorwaarde voor zulke toevoegingen aan het cultureel erfgoed van de Rijksoverheid was dat het museum de beheerslast kan dragen. Binnen het bestuurlijk-financieel arrangement dat ten grondslag ligt aan Naturalis Biodiversity Center (zie hierboven, blz. 6) is deze voorwaarde geborgd.

² Rapport van 29 juni 2011.

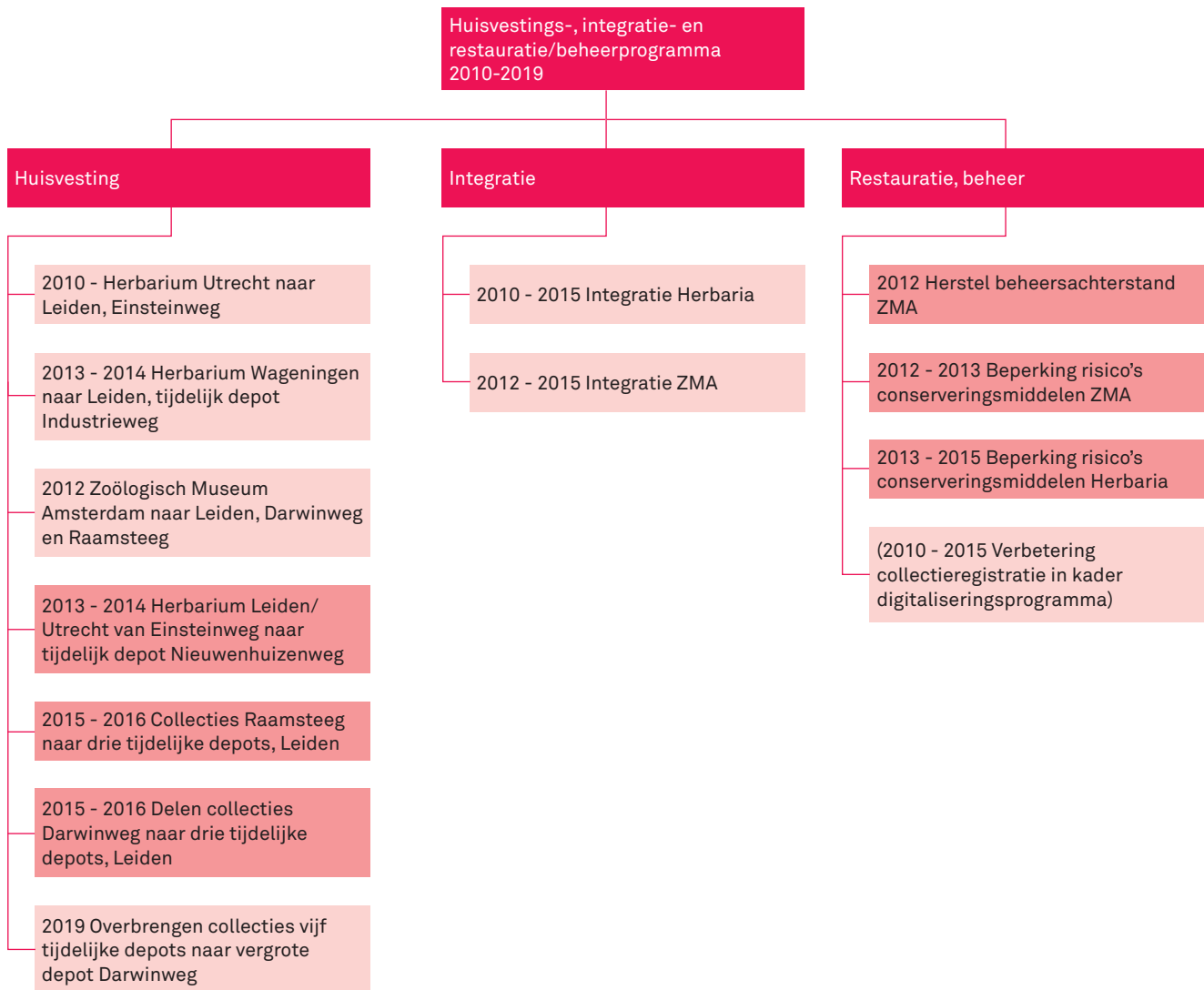


Fig. 2 – samenhang FES-investeringsprogramma met overige collectie-huisvestings-, restauratie- en integratieprogramma. Donkere tint: financiering buiten FES-investeringsprogramma; lichte tint: financiering deels buiten FES-investeringsprogramma.

Het doel van dit overkoepelend programma was, en is, om binnen het beschikbare budget te komen tot een veilig en eenvoudig toegankelijke collectie, waarin begrepen een kosten-efficiënte en geïntegreerde (her)inrichting van de collecties van het Zoölogisch Museum Amsterdam en de Herbaria van Wageningen University, de Universiteit Utrecht en de Universiteit Leiden binnen de tijdelijke en uiteindelijk binnen de definitieve depotruimten van Naturalis.

Uitvoering van het FES-integratieprogramma zou in principe geëvalueerd moeten worden als zelfstandige bijdrage aan de realisering van deze doelstelling. In de praktijk is dat echter niet goed mogelijk door de nauwe samenhang tussen en gemengde financiering van programmaonderdelen. Het voorliggende verslag betreft dan ook algemeen de staat van de collectie(-integratie) per einde 2015.

De verhuisprojecten en verdere integratie en restauratie vanaf 2016 blijven buiten de scope van dit verslag. Hierbij wordt echter opgemerkt dat het sluitstuk van de integratie, de verhuizing in 2019 van een groot aantal decentraal geplaatste

deelcollecties naar de uitgebreide depots in de uitgebreide en gerenoveerde centrale vestiging op de Darwinweg 2, voor een deel wordt gefinancierd uit het restant van het FES-projectbudget zoals dat einde 2015 is vastgesteld.³

Verhuizingen, integratie en beheer: algemeen

Door optimaal gebruik te maken van de bestaande depotruimten, door het “indikken” van de collecties, door aanschaf van nieuwe efficiëntere kasten en van modulaire opbergseenheden, maar ook door de kastrichting in de verschillende depotruimtes te draaien, is het gelukt om ruim voor einde 2015 een groot deel van de universitaire collecties in bestaande door Naturalis beheerde depots onder te brengen. Ook een zorgvuldig proces van

³. Zie hierboven, blz. 5, en onder, blz. 40.

afstoting, ontdebbling en verkleinen van samples⁴ heeft hiertoe bijgedragen. Hierbij is tegelijkertijd integratie gerealiseerd in de zin dat delen van de collecties die op taxonomische of andere wetenschappelijke gronden bij elkaar horen, ook fysiek dicht bij elkaar zijn geplaatst. Hoe ver deze integratie is doorgevoerd verschilt per deelcollectie.

De collectieschouwen waarnaar eerder is verwezen, toonden wat de registratie betreft belangrijke verschillen aan wat betreft zowel aanpak als bereikt niveau. Per brief van 14 december 2009 aan de Staatssecretaris van Cultuur heeft Naturalis toegezegd, de registratie van alle samenstellende delen van de collectie op tenminste het niveau te brengen van de registratie van de reeds beheerde nationale natuurhistorische collectie. Dit is ook zo gerealiseerd, waarin het hieronder te behandelen FES-collectiedigitaliserings-programma een belangrijke rol heeft gespeeld. In de verslagperiode zijn alle bewaareenheden – lades, potten, schappen etc. – op uniforme wijze van barcodes voorzien, die verwijzen naar beschrijvingen van de inhoud. In het kader van de collectiedigitalisatie zijn verder van ruim 8 miljoen afzonderlijke collectieobjecten de etiketgegevens gedigitaliseerd en hoge-resolutiefoto's gemaakt, waar de barcodes per bewaareenheid naar verwijzen. Van een deel van de overige objecten – ruim dertig miljoen – zijn niet op object-, maar op bewaareenheden-niveau afbeeldingen gemaakt, die veelal goed herkenbaar maken wat zich in die bewaareenheden bevindt. Bij één en ander is geen onderscheid gemaakt tussen de oorspronkelijke nationale collectie en de universitaire toevoegingen daaraan. Alle toegekende barcodes en gedigitaliseerde gegevens en afbeeldingen zijn via centrale databases vindbaar en via standplaatsregistratie in een sluitend systeem gebracht. Door de barcodering van de bewaareenheden zijn vervolgens ook de verplaatsingen te traceren.

⁴ In het bijzonder bij geologische monsters (gesteenten), waar het vaak mogelijk is om zonder verlies van wetenschappelijke waarden de oorspronkelijke monsters te verzagen tot aanzienlijk kleinere eenheden, waarna veel overtollig materiaal afgestoten kan worden. De aldus vrijkomende depotruimte kon ingezet worden t.b.v. integratie van andere deelcollecties.

De Erfgoedinspectie heeft in haar rapport van 26.6.2015 over de inspectie van de geïntegreerde collectie het voornemen uitgesproken om in de tweede helft van 2015 specifiek het registratieniveau van de collecties te inspecteren. Conclusies zijn bij opmaken van het voorliggende rapport nog niet beschikbaar, maar voor Naturalis staat vast dat de collectieregistratie dankzij het digitalisatieproject verregaand is verbeterd en geüniformeerd.

Verhuizing, integratie en beheer: botanische collecties

In de verslagperiode zijn de volgende collectieverhuizingen gerealiseerd.

- **Overbrenging van de collectie van het herbarium van de Universiteit Utrecht naar het depot van het Nationaal Herbarium Leiden.**
Tot in 2005 participeerde de Universiteit Utrecht in de Gemeenschappelijke Regeling op grond waarvan het Nationaal Herbarium Nederland de botanische collecties van drie universiteiten beheerde. In 2009 stelde de universiteit de collectie ter beschikking voor integratie in de collecties beheerd door Naturalis, met voorwaarde dat de collectie uiterlijk in het eerste kwartaal van 2010 werd overgebracht. Dit verhuisproject verliep daardoor onder bijzondere tijdsdruk, maar is in het voorjaar van 2010 in samenwerking met de Universiteit Leiden met succes afgerond. Het volledige herbarium werd ondergebracht in het depot van het Leidse herbarium in het Van Steenisgebouw, Einsteinweg 2 te Leiden, dat destijds nog door de Universiteit Leiden werd beheerd.
- **Overbrenging van de herbaria beheerd in het Van Steenisgebouw van de Universiteit Leiden naar een hiertoe gehuurd tijdelijk depot in Leiden.**
Na eigendomsoverdracht van het Leidse herbarium, begin 2013, werd Naturalis huurder van het depot in het Van Steenisgebouw. In de loop van 2013 ontstond de noodzaak om dit

herbarium plus het reeds overgenomen Utrechtse herbarium over te brengen naar een hiertoe te huren tijdelijk depot aan de Nieuwenhuizenweg in Leiden, doordat de universiteit het gebouw voor eigen doeleinden nodig had en daarom de huur opzegde. De verhuizing is begin 2014 afgerond. In vervolgprojecten werden aanpassingen in werkwijzen en voorzieningen doorgevoerd om de omstandigheden voor beheer en gebruik van de collectie te verbeteren.

- **Overbrengen van het herbarium van Wageningen University naar een hiertoe gehuurd tijdelijk depot in Leiden.**

Dit project werd tegen het einde van 2013 voltooid, na afspraken met de universiteit over delen van de collecties die werden overgedragen en delen die in Wageningen zouden achterblijven. Overgedragen collecties werden ondergebracht in een tijdelijk collectiedepot aan de Industrieweg te Leiden, alwaar deze collecties niet geraadpleegd kunnen worden. Er zijn werkprocedures vastgelegd om te zorgen dat collectiespecimens die voor onderzoek nodig zijn, tijdelijk overgebracht kunnen worden naar werkruimten in de vestiging Nieuwenhuizenweg, of naar de laboratoria.

Alle herbariumvellen, en dat is veruit het grootste deel van de deze collecties, zijn ongeacht herkomst tot op objectniveau gedigitaliseerd en daardoor direct van een volledige standplaatsregistratie zijn voorzien. Voor het overige deel zijn de collecties op het niveau van bewaareenheden gedigitaliseerd.⁵ Bovendien zijn alle bewaareenheden voorzien van een QR-code, zodat verplaatsingen gemakkelijk getraceerd kunnen worden. Hiermee is de collectieregistratie van het gehele botanische deel van de nationale natuurhistorische collectie wat betreft vindbaarheid op een uniform hoog niveau gekomen.

⁵ Dit betreft op alcohol bewaard plantmateriaal, zaden, houtmonsters, etc. Kwantitatieve gegevens zijn in het deel over de Collectiedigitalisering weergegeven.

Een belangrijk probleem bij de fysieke integratie van collecties was dat de universitaire herbaria traditioneel gebruik maakten van sterk verschillende formaten van herbariumvellen en opbergereenheden. Volledig ineenschuiven van zulke eenheden zou dan ook uitgebreide en moeilijk te verantwoorden ingrepen met zich meebrengen: ofwel bijsnijden van grote vellen, met groot risico van verlies van wetenschappelijke en overige erfgoedwaarden, ofwel afstemmen van bewaareenheden en kasten op het grootste formaat, wat tot aanzienlijk extra beslag op vierkante meters zou leiden. Het probleem is als volgt opgelost.

- De herbaria afkomstig van Wageningen University en de Universiteit Utrecht zijn ‘bevoren’, in de zin dat daaraan geen toevoegingen meer worden gedaan. Alle groei vindt plaats als uitbreiding van het vroegere “Leidse” deel van de collectie. Hiermee wordt voorkomen dat nog meer dan in het verleden, verschil in formaten van bewaareenheden ontstaat terwijl tegelijkertijd de vroegere afwijkingen worden geaccommodeerd.
- Fysieke integratie is bereikt door kasten uit de vroeger afzonderlijke herbaria waarin zich verwante soorten zijn opgeslagen, zoveel mogelijk bij elkaar te zetten. Dit proces zal voltooid worden bij overbrenging van alle herbaria naar de nieuwe en gerenoveerde depots aan de Darwinweg, in 2019.

In de mid-termreview is uitvoerig aandacht besteed aan de gezondheidskundige risico's die werken met de overgenomen herbaria met zich meebrachten. Het grootste afzonderlijke risico werd veroorzaakt door het vroegere gebruik van kwikverbindingen voor, onder andere, schimmelvrij houden van de collecties. Niet alleen de collectiebeheerders en onderzoekers die met specimens werkten liepen risico, maar ook medewerkers van het herbarium-digitaliseringsproject. Een aantal deelcollecties uit Wageningen was bovendien vervuild met PCBs.

Al voor overdracht heeft Naturalis door TNO en ARBO-diensten een intensief meetprogramma laten opzetten om te bepalen bij welke handelingen risico werd gelopen en welke beperkings-

en beschermingsmogelijkheden ingezet moesten worden. Dit resulteerde in een serie maatregelen, waaronder ventilatie, voorschriften voor collectiehandelingen en persoonlijke beschermingsmiddelen. Per het einde van 2015 zijn door de combinatie van genomen maatregelen risico's teruggebracht tot ver beneden grenzen waarboven actie ondernomen moet worden. Er is een monitoringsprogramma ingezet dat de risico's verder bewaakt.

Verder werd in de verslagperiode een project opgezet dat het risico bij de bron moest gaan aanpakken. In dit project, dat onder leiding van TNO werd uitgevoerd, is een papiersoort ontwikkeld die drager kan zijn van een substantie die een verbinding aangaat met het kwik in de uitgedampte kwikverbindingen. In het project is komen vast te staan dat dit papier produceerbaar is en aan de gestelde eisen van stabiliteit en absorptievermogen voldoet. Ook is een business case ontwikkeld voor productie van het papier. Het probleem speelt immers niet alleen binnen de herbaria die door Naturalis worden beheerd maar bij de meeste herbaria wereldwijd. Productie van het absorberende papier wacht bij vaststellen van dit verslag echter nog op initiatieven van producenten.

Verhuizingen, integratie en beheer: zoölogische collecties

Volgens het rapport over de mid-term review is de verhuizing in 2011 van de collecties van het Zoölogisch Museum Amsterdam een van de grootste verhuisprojecten binnen de Nederlandse erfgoedwereld geweest, en bovendien een project dat binnen die wereld als een exemplarisch succes beschouwd mag worden. Overwegingen hierbij waren gelegen in de uitzonderlijk grote aantallen (meer dan dertien miljoen objecten), maar ook de grote diversiteit van formaten en bewaareenheden, de kwetsbaarheid van veel van de collectieobjecten, de korte doorlooptijd van het project en tenslotte het feit dat de operatie in korte tijd en met minimale

schade en verlies werd afgerond. Vanuit drie depots in Amsterdam werd de collectie van het ZMA in 2012 verplaatst naar depots aan de Darwinweg en de Raamsteeg te Leiden, waar Naturalis de collectie in bruikleen nam, vooruitlopend op de eigendomsoverdracht.

Zoals bij de herbaria, werd ook de ZMA-collectie 'as is' overgenomen, hetgeen een aantal belangrijke opgaven impliceerde, die deels al voorafgaand aan de verhuizing aangepakt moesten worden. Dit betrof onder andere de naftaline afgegeven door insectenwerende middelen ('mottenballen') in het depot van het ZMA waarin de grote insectencollectie (> 5 miljoen objecten) was opgeslagen. De concentraties uitgedampte naftaleen die medewerkers en gasten van Naturalis zouden gaan inademen bij verhuizen, beheer en onderzoek van de specimina zou volgens metingen verre de toegelaten waarden overtreffen indien geen ingrijpende maatregelen zouden worden getroffen. De motenballen zijn dan ook direct bij het verhuisgereed maken van deze collectie verwijderd. Met één of enkele ballen per lade en 44.000 laden was dit een project op zich. Andere problemen betroffen onder andere te lage vloeistofniveaus bij in alcohol bewaarde specimina, sterk ongelijke opbergmethoden en -methoden, vervuiling met arseen en andere risicovolle stoffen.

Bij de fysieke integratie was één van de doelstellingen om collecties die kwetsbaar zijn voor temperatuurschommelingen, insectenvraat of stof, zoveel mogelijk in het depot Darwinweg onder te brengen. Hiertoe waren grote herinrichtings- en investeringsprojecten nodig. De meest omvangrijke en ruimtebesparende investeringen betroffen de aanschaf van kasten voor de integratie van de insectencollecties en van de recente en fossiele schelpencollecties van het ZMA en Naturalis. Dit betrof voor entomologie de inrichting van zes depotruimten (vloeroppervlak 1320 m²) met rolkasten voor de integratie op ladenniveau. Voor de mollusken betrof het de inrichting van drie depots (660 m²) met vaste kasten voor de integratie op objectniveau. De verdere integratie

van de entomologische collecties, veelal tot op objectniveau, is onderdeel van de reguliere werkzaamheden en behoort tot de vaste taken van de collectiebeheerders in de komende jaren.

Naast bovengenoemde inrichting is er geïnvesteerd in uitbreiding van bestaande opslagmiddelen bij Naturalis, zoals stellingen en kasten.

Ter bescherming van de objecten zijn de wetenschappelijke objecten waar nodig in nieuwe opbergmiddelen geplaatst welke aan museumstandaarden voldoen. Dit betreft o.a. zuurvrij karton en goede kwaliteit gestandaardiseerd glaswerk.

Behoudswerk zoals het “ompotten” van natte preparaten, het vastzetten en repareren van losse en/of beschadigde onderdelen en het omzetten van microscopische preparaten in nieuw daartoe aangeschafte preparatenkasten is uitgevoerd door daartoe aangesteld tijdelijk personeel gefinancierd uit het FES-budget. In 2014 zijn 30.345 objecten geconserveerd en/of gerestaureerd, in 2015 waren dat er 33.068, waarvan 21.556 alcoholpotten. Hiermee is de achterstand zoals geconstateerd tijdens de collectieschouw met tenminste 50% gereduceerd, waarbij objecten met grote wetenschappelijke waarde prioriteit hadden. De overige achterstanden zullen binnen het *going concern* van Naturalis worden ingelopen.

In de mid-term review is bij alle lof voor de destijds reeds getroffen maatregelen zorg uitgesproken over de vervuiling van, vooral, de entomologische collectie. Deze was tijdens de review in feite

ongeschikt voor wetenschappelijk onderzoek, immers de naftaline was in de loop der jaren zozeer in het houtwerk van de laden en kasten getrokken dat ook na verwijdering van de mottenballen en overbrenging naar geventileerde depots aan de Darwinweg, de concentraties van uitgedampte naftaline veel te hoog bleven. De collectie is bijna een jaar gesloten gebleven, totdat de hierboven aangegeven investering in nieuw collectiemeubilair was uitgevoerd. Vergelijkbare problemen met formaldehyde, dat uit gebruikte meubelplaatwerk vrijkwam, zijn op dezelfde wijze opgelost. De investering in nieuw collectiemeubilair was niet alleen nodig om de gebruikswaarde van de collectie te borgen, maar ook ter besparing op toekomstige huisvestings- en beheerlasten, en daardoor ook economisch verantwoord.

Collectiegebruik

Hoewel de definitieve integratie pas na oplevering van de renovatie en nieuwbouw aan de Darwinweg 2 mogelijk is, waren de grote wetenschappelijke zoölogische en botanische collectie in Nederland per einde 2015 al verder geïntegreerd dan ooit in het verleden. Van de aldus gecreëerde onderzoeksfaciliteit is intensief gebruik gemaakt. In 2015 ontving Naturalis in totaal ruim 700 externe wetenschappelijke bezoekers die gezamenlijk meer dan 1.800 dagen in de collectie doorbrengen. Meer dan de helft van de bezoekers was internationaal. Ongeveer 35.000 collectieobjecten werden uitgeleend aan – voornamelijk buitenlandse – wetenschappelijke instituten.

5.2 Digitalisatie van collectiegegevens

Doelen en resultaten

Met de verkregen FES gelden voor Collectie Digitalisering ad dertien miljoen euro moesten per einde van het programma (30-06-2015) twee doelen zijn behaald: de digitale ontsluiting van een groot aantal collectie-objecten (circa 7 van de 37 miljoen objecten), en de inrichting van een eigen digitale infrastructuur om na de projectfase permanent te kunnen blijven digitaliseren. Gedurende de looptijd van het programma is hier nog een derde doelstelling bijgekomen, te weten de digitale ontsluiting van de grootste (deel)collecties van de overige 30 miljoen collectie-objecten. Deze doelstellingen zijn alle binnen de projectperiode en binnen budget behaald of, wat de digitalisering van objecten betreft, met ruim 20% overtroffen.

(in miljoenen objecten)	ontsloten
Totaal digitaal ontsloten	8,6
Herbarium	4,3
Microscopische preparaten	0,9
Entomologie	0,9
Mollusken	0,6
Droge (e-)vertebraten	0,3
Geologie	0,2
Preparaten bewaard op alcohol	0,1
Houtmonsters	0,1
Tijdschriften, boeken, archiefstukken, plaatwerk	1,2

Tabel 1 – overzicht aantallen collectieobjecten waarvan digitale gegevens en afbeeldingen zijn geproduceerd.

De grootste (deel)collecties van de overige ca. 30 miljoen objecten zijn op niveau van bewaareenheid ontsloten, wat heeft geresulteerd in ruim 180 duizend digitaal ontsloten bewaareenheden:

(in miljoenen objecten)	ontsloten
Totaal digitaal ontsloten	181
Entomologie	100
Geologie	53
Botanie	13
Preparaten bewaard op alcohol	8
Vertebraten	6
Evertebraten	1

Tabel 2 – aantallen bewaareenheden waarvan digitale gegevens en afbeeldingen zijn geproduceerd.

Digitalisering draagt bij aan de toegankelijkheid en daarmee aan het gebruik van de collectie. Om dit te bereiken is het van groot belang de gedigitaliseerde collectiegegevens open toegankelijk te maken. De afgelopen jaren is daarom een infrastructuur ingericht om alle collectiedata digitaal duurzaam te ontsluiten. Voor het koppelen en publiceren van al deze digitale natuurinformatie heeft Naturalis de Netherlands Biodiversity API (NBA) ontwikkeld, een dataservice voor alle gebruikers.⁶ We leveren onze gegevens aan de Global Biodiversity Information Facility (GBIF) en portalen als Europeana en Wikimedia. Met het Naturalis BioPortal zijn de collectiegegevens overal voor iedereen te raadplegen. Daarnaast is het contextmateriaal dat in de 2D-straat is gedigitaliseerd via verschillende wegen toegankelijk (repository.naturalis.nl, www.natuurtijdschriften.nl en Biodiversity Heritage Library (BHL)).

jaar	objecten	2D-materiaal
2013	2.921.943	223.016
2014	4.589.745	444.010
2015	7.362.088	720.860

Tabel 3 - publicatie van gedigitaliseerde collectie-objecten en 2D-materialen. De aantallen zijn cumulatief vanaf het projectbegin tot het einde van ieder van de aangegeven jaren.

⁶. Zie <http://bioportal.naturalis.nl/>.

Uitvoering

Digitalisering op objectniveau

Binnen het FCD programma is een opzet gemaakt voor een prioriteitstelling met als doel alleen relevante collecties en gegevens te digitaliseren. Relevantie wordt in de eerste instantie bepaald door onderzoek uitgevoerd of gepland door Naturalis, binnen de geformuleerde beleidsprioriteiten. Daarnaast bepalen economische, maatschappelijke en ook collectietechnische overwegingen of er sprake is van relevantie.

De gevolgde procedure heeft ertoe geleid dat per digistraat een lijst met geprioriteerde collecties is opgesteld, die vervolgens zijn gedigitaliseerd. Naast de vastgestelde projecten had elke straat een stukje 'vrije ruimte' om in te kunnen spelen op actuele ontwikkelingen en nieuw onderzoek. De transparante werkwijze en het betrekken van de directe belanghebbenden gedurende het aanwijzen van de projecten, hebben gezorgd voor een vergroting van het draagvlak van de gemaakte keuzes onder de medewerkers.

Prioriteren is als onderwerp aan de orde geweest in de mid-term review. De commissie toonde zich voorstander van prioriteitstelling op basis van een visie op wat grootschalig biodiversiteitonderzoek binnen en buiten Naturalis nodig zal gaan hebben. In de bestuurlijke reactie hierop is de nadruk wat minder op een topdown benadering gelegd. Ondertussen is duidelijk dat gedigitaliseerde gegevens veel worden opgevraagd.

	opgevraagde data
Portaal	
Global Biodiversity Information Facility GBIF	130.000
Nederlandse Biodiversiteit API	2.800.000
Catalogue of Life	450.000

Tabel 4: opgevraagde Naturalis-content in verschillende portalen in het jaar 2015.

Alle aantallen in dit overzicht zijn minima. Voor de Nederlandse Biodiversiteit API is 2015 niet helemaal representatief vanwege een omvangrijke datatransfer van deze NBA naar de website van Europeana.

Digistraten

Om de doelstelling ten minste 7 miljoen relevante objecten op objectniveau digitaliseren te behalen, zijn binnen het FCD programma de zogenoemde 'digistraten' ingericht: productielijnen voor specifieke collectieonderdelen, elk met een focus op een specifieke objectsoort of bewaarmethode. Digitaliseren betekent hier het vastleggen van etiketgegevens behorende bij het object, met een link naar de bewaareenheid en naar de standplaats. Bij de meeste digistraten is ook van alle objecten een digitale afbeelding gemaakt.

Binnen Naturalis zijn circa 3,8 miljoen objecten in deze 'straten' gedigitaliseerd. Daarnaast zijn 4,8 miljoen objecten gedigitaliseerd binnen een uitbesteed project. Via Europese aanbestedingen zijn leveranciers geselecteerd. Voor de collectie van 4,3 miljoen herbariumvellen is door het geselecteerde bedrijf Picturae speciaal voor Naturalis een digitaliseringsset op basis van een lopende band ontwikkeld. Daarmee zijn op hoge snelheid herbariumbladen gedigitaliseerd en op basis van de foto's is door een gespecialiseerd bedrijf de data-invoer gerealiseerd. Ook het digitaliseren van tijdschriften (0,5 miljoen pagina's) is uitbesteed aan een marktpartij.

Kwaliteitscontroles

Bij de start van het FCD programma zijn minimale kwaliteitseisen gedefinieerd waaraan geproduceerde data en images moeten voldoen. Deze zijn in de pilotfases van de verschillende digistraten verder uitgewerkt en opgenomen in diverse werkprocessen. Het controleproces maakte voor bepaalde stappen gebruik van een steekproef, met ISO-norm 2859 als uitgangspunt.

Het kwaliteitsniveau dat aan de images werd gesteld, verschilde per straat. Op basis van de straatspecifieke eisen vond op de gemaakte foto's een steekproefsgewijze controle plaats. De eisen varieerden van de aanwezigheid van een barcode tot een leesbaar label of tot een volledige weergave van het object. Op het materiaal dat werd uitbesteed was een uitgebreide kwaliteitscontrole van toepassing, waarbij de images werden getoetst op Metamorfoze-standaarden.⁷

Digitalisering op bewaareenheidniveau

De collectieonderdelen die niet in de digistraten zijn gedigitaliseerd, zijn projectmatig op het niveau van bewaareenheid geregistreerd. Dit heeft geresulteerd in ruim 180.000 bewaareenheden op het niveau van lade, plank of doos. Per bewaareenheid is de taxonomische en geografische informatie vastgelegd in het collectieregistratiesysteem. Dankzij dit project hebben we nu inzicht in de omvang, inhoud en locatie van de complete collectie van Naturalis.

Bij de digitalisering is ook standplaatsregistratie gerealiseerd. Het doel van standplaatsregistratie is het te allen tijde terug kunnen vinden van objecten in de collectie. Een goede standplaatsregistratie is van groot belang voor het adequaat beheren van collecties. Hierdoor zal namelijk altijd inzicht zijn waar welke collectie zich bevindt: in welk collectiedepot, tijdelijke opslagruimte, bij welke onderzoeker of ander instituut.

In praktijk betekent de realisatie van de standplaatsregistratie dat alle locaties in de depots een standplaatscode hebben gekregen, dat alle bewaareenheden een bewaareenheidcode hebben gekregen en alle gedigitaliseerde objecten een objectcode. De bewaareenheden zijn gekoppeld aan de locaties en de objecten op of in deze bewaareenheden zijn op hun beurt weer aan de bewaareenheden gekoppeld.

⁷ 'Metamorfoze' is de naam van een nationaal programma voor digitalisering van het papieren erfgoed. Binnen dit programma zijn richtlijnen voor beeldkwaliteit van digitale afbeeldingen van papieren erfgoed ontwikkeld. Zie <https://www.meteorfoze.nl/kennis-onderzoek/lexicon/preservation-imaging>.

Permanente Digitale Infrastructuur

ICT infrastructuur

Binnen het digitaliseringsprogramma was het van essentieel belang om een (inter-)nationaal platform te ontwikkelen voor het samenbrengen, verwerken en beheren van digitale biodiversiteitsinformatie. De digitale infrastructuur en kennis die binnen de looptijd van het programma zijn opgebouwd hebben geresulteerd in technologische samenwerkingsverbanden voor het gebruik en ontsluiten van gedigitaliseerde objectdata, het combineren hiervan met andere data (bv. waarnemingsgegevens) en het koppelen van thesauri en indexen.

De belangrijkste systemen die in deze periode zijn ontwikkeld zijn:

- Atlantis BioXL - het centrale collectie registratiesysteem voor het beheer van de geologische, paleontologische en zoölogische collecties van Naturalis.
- Medialibrary - digitaal duurzame opslag bij het Nederlands Instituut voor Beeld en Geluid en snelle opslag voor media ontsluiting naar portals en apps.
- Netherlands Biodiversity API (NBA) - ontsluiting in het open domein van alle informatie aanwezig binnen de basissystemen.
- BioPortal - nationale toegangspoort voor natuurhistorische informatie: van basisgegevens van museumobjecten tot en met geïllustreerde soortbeschrijvingen.

Processen

Met de komst van het FCD programma heeft collectiedigitalisering binnen Naturalis vanaf 2010 een enorme vlucht genomen. Een belangrijk resultaat van het programma is de introductie van standaarden, protocollen en centrale registratiesystemen binnen een Permanente Digitale Infrastructuur (PDI). Zonder dit alles zou een solide inbedding van collectiedigitalisering in

de werkprocessen niet mogelijk zijn. Bovendien was van begin af aan duidelijk dat een omvangrijk programma als FCD alleen zin heeft als de resultaten achteraf goed beheerd en verder uitgebouwd kunnen worden. Na afronding van het programma moet digitalisering daarom op een gestructureerde en gestandaardiseerde manier onderdeel uitmaken van de werkprocessen binnen Naturalis.

Daarom zijn ten behoeve van de Permanente Digitale Infrastructuur de diverse taken en verantwoordelijkheden van collectiedigitalisering inzichtelijk gemaakt. Er is vastgelegd hoe het proces precies eruit ziet, wie erbij betrokken is, waar het plaatsvindt, welke apparatuur wordt gebruikt, enzovoort: de basis waarop we na afloop van het FCD programma het digitaliseren van onze collectie kunnen voortzetten.

Waardering

De digistraten zijn veelvuldig door Nederlandse en buitenlandse musea bezocht. Met name de Herbariumstraat trok veel aandacht. De bezoekers kregen presentaties over het digitaliserings-programma en rondleidingen langs de digistraten en er is veel kennis uitgewisseld.

Een greep uit de bezoekende partijen (in alfabetische volgorde):

- Nationaal: Beeld en Geluid, Digitaal Erfgoed Nederland, Koninklijke Bibliotheek, Ministerie van Onderwijs Cultuur & Wetenschap, Museum Catharijneconvent, Nationaal Archief, Rijksbureau voor Kunsthistorische Documentatie, Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, Rijksmuseum, Rijksmuseum Volkenkunde, Stadsarchief Amsterdam, Tresoar, Universiteitsbibliotheek Leiden, Universiteitsbibliotheek Groningen, Universiteit van Amsterdam.
- Internationaal: Biologiezentrum/ Oberösterreichische Landesmuseen (Linz), Digitarium (Finland), Institut Royal des Sciences

Naturelles de Belgique (Brussel), Museum für Naturkunde (Berlijn), Muséum National d'Histoire Naturelle (Parijs), Botanic garden Meise, National Museum of Natural Sciences (Washington), Natural History Museum of Denmark (Kopenhagen), Natural History Museum Oslo, Naturhistoriska Riksmuseet (Stockholm), Plantentuin Meise, Plantentuin Universiteit Gent, Royal Botanic Gardens Kew, Royal Museum of Central Africa (Brussel), The Natural History Museum (Londen), The Royal Botanic Garden Edinburgh.

Daarnaast is het project op vele fora binnen de erfgoed- en wetenschappelijke wereld gepresenteerd.

De digitalisering van de herbariumbladen heeft in samenwerking met Picturae gezorgd voor een nieuwe, goedkopere methode voor digitalisering. Deze methode wordt nu in diverse andere musea, nationaal en internationaal, ingezet voor digitalisering van de collecties.

Met het afgeronde digitaliseringsprogramma werd Naturalis in 2016 één van de vijf winnaars in de categorie onderzoeks- en digitaliseringsprojecten van Europa Nostra, de prijs die de Europese Unie jaarlijks uitreikt aan projecten die buitengewone prestaties hebben geleverd in het van behoud van en onderzoek naar erfgoed. De jury prees “het potentieel van dit ambitieuze project om toekomstige onderzoeksprogramma’s te faciliteren door een belangrijk deel van deze collectie vrij toegankelijk te maken voor onderzoekers en het grote publiek via Europeana en een API. Dit is een uitzonderlijk genereuze wijze om projectresultaten te verspreiden en een schoolvoorbeeld van een best practice in collectiedigitalisering.” De jury was bovendien onder de indruk van, zoals hij het stelde, “de selectie van objecten uit zo’n enorme collectie en de planning en uitvoering van het project.”⁸

⁸. Zie <http://www.europanostra.org/awards/196/>.

5.3 Opbouw laboratoriumcapaciteit

Doelstelling en resultaten: algemeen

De bijdrage uit het Fonds Economische Structuurversterking heeft Naturalis in staat gesteld, te investeren in ontwikkeling van een laboratorium volgens hedendaagse standaards voor biodiversiteits- en geologisch onderzoek aan collectie- en in het veld verzamelde specimens. In samenhang hiermee hebben Naturalis en het CBS-KNAW kunnen samenwerken in de ontwikkeling van productielijnen voor DNA-barcoding in Leiden en Utrecht, en heeft Naturalis een substantiële bijdrage kunnen leveren aan de opbouw van de Nationale Geologische Faciliteit.

In hoofdlijnen was een laboratoriumfaciliteit gepland bestaande uit de volgende componenten:

- DNA-laboratoria waaronder DNA barcoding-productielijnen bij Naturalis en het CBS-KNAW, en een 'ancient DNA'-laboratorium voor analyse van kleine, sterk gefragmenteerde delen van genoom die nog gewonnen kunnen worden uit collectiespecimens en (recente) fossielen;
- morfologisch (op beeldvorming gerichte) laboratorium
- geologische laboratorium: diverse analytische apparatuur voor beeldvorming, bepaling van de chemische en fysische samenstelling van gesteenten- en andere materiaalmonsters
- GIS-laboratorium: laboratorium voor analyse van geografische data, veelal gerelateerd aan collectiespecimens en veldwerk
- elektronen-microsonde in de Nationale Geologische Faciliteit

Bij functionerende laboratoriumvoorzieningen hoort ook een formatie van laboratoriumpersoneel met de capaciteiten om de verschillende apparaten te bedienen of om onderzoekers daarin bij te staan. Ook hiervoor was een besteding uit de FES-bijdrage gepland, naast een besteding uit de structurele subsidie voor onderzoek en onderzoeksvoorzieningen in de periode 2008 t/m 2013.

Bij de operationalisering van deze plannen is een belangrijke doelstelling toegevoegd, te weten een ingrijpende vernieuwing van de ICT-infrastructuur voor wetenschappelijk onderzoek.

Samenvattend kan gesteld worden dat de laboratoriumvoorzieningen en –formatie conform plan zijn opgebouwd. In het onderstaande worden activiteiten en resultaten binnen de verschillende componenten nader toegelicht.

DNA-faciliteiten

DNA barcoding

DNA barcoding betreft het gebruik van gestandaardiseerde kleine delen van het genoom van dieren, planten en andere organismen om soorten van elkaar te onderscheiden en nieuwe soorten te ontdekken. De barcodes – de specifieke sequenties van zulke delen van het genoom – vormen samen met goed gedetermineerde 'voucher specimens' in collecties en met een mondiale elektronische infrastructuur voor beheer en publicaties van de sequenties, het referentiesysteem dat zulke identificaties en ontdekkingen mogelijk worden gemaakt. Het referentiesysteem strekt zich uit over vele natuurhistorische musea en andere collectiebeherende instituten verenigd in het Consortium voor de Barcoding of Life (CBOL).

DNA barcoding was in de periode waarin de FES-aanvraag werd voorbereid, weliswaar een veelbelovende methode, maar veel van het potentieel was toen nog onbewezen. Niettemin was duidelijk dat de methode een sprongsgewijze vergroting van de capaciteit van taxonomische instituten voor soortidentificatie en –ontdekking mogelijk zou kunnen maken.

Binnen de procedure voor de nationale roadmap voor grootschalige infrastructuur in 2008 hadden niet alleen Naturalis maar ook het CBS-KNAW aanvankelijk ieder een eigen voorstel ingediend voor deelname met eigen productielijnen aan de wereldwijde infrastructuur. Deze aanvragen zijn

na overleg samengevoegd tot een voorstel voor een gemeenschappelijk project. Bij toekenning van middelen uit het FES aan Naturalis was de bepaling opgenomen dat Naturalis en het CBS-KNAW conform dat voorstel zouden samenwerken. Op 17 oktober 2010 ondertekenden beide partijen hiertoe een samenwerkingsovereenkomst. Met een totaalbudget ad 5,4 miljoen euro betrof dit gezamenlijke project het veruit grootste afzonderlijke deel van de laboratoriuminrichting.

DNA Barcoding faciliteit Naturalis

Volgens de overeenkomst was Naturalis gehouden tot het produceren en publiceren van 27.000 DNA-Barcodes, waarbij uitstel van publicatie van barcodes was toegestaan tot maximaal twee jaren, om de voorbereiding van wetenschappelijke publicaties gebaseerd op zulke gegevens mogelijk te maken. Bij de productie is als eerste de aandacht gericht op de ontwikkeling van de referentie-database voor in Nederland voorkomende soorten. Gebaseerd op de deskundigheid binnen Naturalis zelf en in het netwerk van experts rond Naturalis, was het mogelijk om gedetermineerde exemplaren van een groot aantal van deze soorten verkrijgen. Enkele tientallen specialisten hebben, betaald dan wel onbetaald, hun bijdrage geleverd. Naturalis heeft zich qua werkmethode gericht op samenwerking met de Barcode of Life Database (Guelph, Canada), zodat resultaten inpasbaar zijn binnen de wereldwijde e-infrastructuur voor soortherkenning en – ontdekking op basis van DNA barcodes.

Binnen dit project werd in Naturalis een werkstraat ingericht voor de digitalisering van de exemplaren die werden gebruikt in het moleculair onderzoek, bestaande uit hoge-resolutie microscopen, digitale fotoapparatuur en laboratoriumruimtes voor het veilig en hygiënisch bewerken van het materiaal. De laboratoria werden toegerust voor extractie, amplificatie en opslag van DNA, onder meer met behulp van robots. Het sequensen is gedurende het gehele project uitbesteed, aanvankelijk bij MacroGen Korea, later en na aanbesteding bij BaseClear (Leiden). Speciale programmatuur is aangeschaft en ontwikkeld voor de analyses van

de sequenties. De resultaten worden gepubliceerd in wetenschappelijke tijdschriften, en daarna geplaatst in internationale databases (EUBOLD, BOLD en GenBank).

In totaal heeft Naturalis ca. 70.000 exemplaren bewerkt, waaronder ruim 34.000 insecten en ongeveer 14.000 planten. Van deze 70.000 exemplaren werden 55.700 sequenties van 10.200 soorten geproduceerd. Tegen het einde van 2015 waren 22.500 barcodes van betrouwbaar gedetermineerde planten en dieren in het publieke domein beschikbaar, d.w.z. ruim 80% van het gestelde doel. Na het project zal het volgende deel gepubliceerd worden.

DNA barcoding faciliteit CBS-KNAW

Het CBS-KNAW werd conform de overeenkomst verantwoordelijk voor de opgave van de inrichting van een permanente infrastructuur voor DNA barcodes van fungi en het produceren en publiceren van een set van 33.000 DNA barcodes van fungi – ook hier weer met een mogelijkheid om publicatie met maximaal twee jaren uit te stellen. Daarnaast moest in samenwerking met Naturalis het Europese knooppunt van de Barcode of Life Database worden gerealiseerd en duurzaam worden ingericht.

De gerealiseerde DNA barcoding pipeline voor fungi bestaat uit de volgende componenten:

- DNA-extractie-lab. – Er werd een nieuwe procedure ontwikkeld om de stammen uit de CBS-collectie te kunnen extraheren. Deze direct-extraction methode maakt het mogelijk het DNA direct uit het inactieve schimmelmateriaal (in vloeibaar stikstof of in vriesdroog-ampullen) te verkrijgen.
- PCR en Sequencing platforms. – Door optimalisatie van de PCR-protocollen is een succesniveau van 90-95% bereikt. Er werd een Hamilton MicroLab Star pipetteer-robot aangeschaft. Hiermee werd de nauwkeurigheid aanzienlijk opgevoerd. In 2015 heeft CBS de functie van labmanager ingesteld voor de pipeline en de platforms.

- **Microscopie.** – Om de morfologische informatie van de stammen die voor DNA barcoding worden gebruikt, aan te vullen, werden twee Nikon SMZ25 stereo-microscopen en twee Zeiss Axio Imager lichtmicroscopen aangeschaft, en werden vijf camerasystemen vervangen.

Resultaten. – In totaal zijn van ongeveer 72.000 stammen DNA monsters genomen. Tegen het einde van 2015 waren 27.500 barcodes gepubliceerd, d.w.z. eveneens ruim 80% van het doel. De komende jaren zullen enkele artikelen worden gepubliceerd waarin het grootste deel van de overige barcodes onder de overeenkomst publiek beschikbaar wordt gemaakt. Inmiddels heeft CBS-KNAW één permanente fte laboratorium-staf voor de instandhouding van deze faciliteit beschikbaar gesteld.

Database, LIMS en EUBOLD

Op basis van de overeenkomst hebben Naturalis en CBS-KNAW gezamenlijk opdracht gegeven voor de ontwikkeling van het EUBOLD informatiesysteem, de Europese component in het mondiale BOLD-systeem. In dit systeem wordt het collectieregistratiesysteem van Naturalis gekoppeld aan een basaal Laboratorium Informatie Management Systeem (Geneious).

De website www.eubold.org werd in 2012 gelanceerd. Deze site biedt onder meer online programma's voor simultaneous sequence alignments voor identificatie, en programmatuur voor taxonomische analyses, en gap-analysis (geografische gebieden met weinig of geen gegevens). Er werd een Laboratorium Informatie Management Systeem (LIMS) gebouwd op het BioloMICS platform, en in 2010 in gebruik genomen. In 2011 werden hierop nog verbeteringen aangebracht.

Een nieuwe versie van de website (2015) bevat onder meer dynamische dashboards voor statistieken over barcoding campagnes naar tijd en plaats.

Hoewel dit deelproject daarmee in technische zin heeft 'geleverd', is echter vastgesteld dat binnen de mondiale infrastructuur de noodzaak

van afzonderlijke regionale knooppunten sterk is verminderd. Besloten is dan ook om doorontwikkeling na 2015 stop te zetten. Ontwikkelde functionaliteiten zijn ook van belang voor beheer van de eigen databases, en in die indirecte zin nog steeds functioneel voor de mondiale infrastructuur.

Ter afsluiting van dit gehele DNA barcoding deelproject werd op 5 juni 2015 door beide organisaties een symposium over DNA Barcoding georganiseerd in de Jaarbeurs Utrecht, met 122 deelnemers uit een breed spectrum van fundamenteel en toepassingsgericht onderzoek. Keynote speaker was de initiatiefnemer van het BOLD-project, Professor Paul Hebert (University of Guelph, Canada).

Overige DNA laboratoria Naturalis

De volgende laboratoria kunnen worden onderscheiden.

- **Next Generation Sequencing (NGS) lab.** -- Het NGS-lab is ingericht voor sequentie-analyse van totaal DNA. Er is gekozen voor een lage-kostenplatform Ion Torrent sequencer en een hoge doorvoer van samples. De keuze van deze aankoop is mede gebaseerd op de analyse van de voorzieningen die elders in het BioScience Park van Leiden beschikbaar zijn. Voor specifieke projecten maakte Naturalis daarnaast gebruik van onder meer de PacBio van het LUMC en de Illumina HiSeq van de bedrijven BaseClear en ZF Screens. Een werkstraat is ingericht met fragmentatieapparatuur, verscheidene apparatuur voor DNA-kwaliteitscontrole en amplificatieapparatuur. Verder is een krachtige server voor de opslag en analyses van de data aangeschaft. Een bioinformatica-pijplijn is ingericht om complexe data-analyse door studenten, technici en onderzoekers te laten uitvoeren. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de cloud computing-omgeving van Naturalis.
- **Oud-DNA laboratorium.** – Het "Ancient" DNA laboratorium is geheel separaat van de andere DNA-faciliteiten ingericht, om besmetting met

“recent” DNA tegen te gaan. Dit laboratorium bestaat uit een ruimte die gemakkelijk kan worden gedesinfecteerd en gereinigd. Daarnaast is er gezorgd voor een extra compartiment om schoon en veilig te werken met chemicaliën en een compartiment om DNA-amplificaties voor te bereiden. In de nieuwbouw is een “ultra clean room” voorzien voor deze werkzaamheden.

- SNP lijn. -- Samen met Biologie Leiden is een high-throughput platform ontwikkeld voor snelle analyse van puntmutaties in hele genomen. Hiermee kunnen per experiment 12.000 datapunten gegenereerd worden, gesplitst naar honderden individuen en tientallen markers, ten behoeve van populatie-genetisch onderzoek. Deze voorziening werd mede mogelijk gemaakt door een extra bijdrage uit het budget dat een consortium onder leiding van de Universiteit Leiden binnen de NWO-Middelgroot-regeling voor investeringen in onderzoeksvoorzieningen had verworven.

Morfologische en geologische laboratoria

De apparatuur voor de bestudering van natuurhistorische collecties in Naturalis is, zoals in veel andere natuurhistorische musea, tot laat in de twintigste eeuw bescheiden geweest en betrof in hoofdzaak lichtmicroscopen, sommige met onder meer-fasecontrast. Wel bezat Naturalis een Scanning Elektronen Microscoop en het Nationaal Herbarium Leiden een Transmissie Elektronen Microscoop.

De industrie heeft de laatste decennia veel nieuwe apparatuur ontwikkeld voor de bestudering van (interne) morfologische structuren, die belangrijke nieuwe mogelijkheden bieden binnen het onderzoek van structuren aan de oppervlakte en in het inwendige van biologisch en geologisch materiaal. Het doel van de investering was dan ook om op dit gebied een grote stap vooruit te zetten en in feite gericht op een volledige vernieuwing van de infrastructuur voor het bestuderen van

de morfologie van planten, dieren, fossielen en gesteenten. Door scherpe inkoop en algemeen door verruiming van bestedingsmogelijkheden binnen het FES-project als gevolg van het vastgestelde BTW-regime en de realisering van rentebaten kon de voorgenomen aanschaf van apparatuur nog overtroffen worden met de aanschaf van een geavanceerde zgn. Micro-CT-scanner voor niet-destructieve beeldvorming.

Voor een overzicht van de gerealiseerde onderdelen van de geologische en morfologische laboratoria zie bijlage 2. In vele gevallen werd een flankerend programma uitgevoerd van training, expertise-ontwikkeling en ontwikkeling van analytische werkrouines (pipelines, workflows). De hierboven genoemde aanschaf van de Micro-CT-scanner is het beginpunt geweest van de ontwikkeling van Naturalis tot een expertisecentrum op het gebied van 3D-analyse van biologische en geologische structuren.

Participatie in Nationale Geologische Faciliteit

In het projectplan was voorzien dat Naturalis 1 miljoen euro zou inbrengen voor aanschaf van een zgn. elektronen-microsonde⁹ binnen een gemeenschappelijk project van de Universiteit Utrecht, de Universiteit van Amsterdam, het Nederlands Instituut voor Ecologie NIOO-KNAW en het Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee NIOZ . Doel van dit project was de inrichting van een Nationale Geologische Faciliteit voor chemisch en isotopenonderzoek aan gesteenten en andere materialen. Hierbij was de overweging dat Naturalis zelf behoefte had aan dit apparaat maar vanuit de eigen populatie van onderzoekers en gasten onvoldoende bezetting zou kunnen garanderen, terwijl elders in de geologische onderzoeksgemeenschap eveneens behoefte aan dit apparaat bestond.

⁹. Engels: Electron Microprobe, EMP.

Een en ander is goedgekeurd en in 2011 heeft het consortium de aanvullende middelen (NWO-Groot) verworven voor inrichting van de faciliteit, centraal gevestigd bij de Universiteit Utrecht. Met een kleine bijdrage vanuit deze aanvullende middelen heeft Naturalis daartoe een Field Emission Gun Electron Microprobe (FEG-EMP) aangeschaft en binnen de Nationale Geologische Faciliteit (NGF) geplaatst. De FEG-EPMP, in Nederland uitsluitend binnen deze NGF beschikbaar, is een nieuwe generatie elektronenmicrosonde voor kwantitatieve chemische analyse aan hoofd- en sporenelementen bij zeer hoge ruimtelijke resolutie (micrometers, soms zelfs tot op enkele honderden nanometers). Analyses worden gedaan aan geologische materialen (gesteenten, ertsen, mineralen, fossielen), buitenaardse objecten (meteorieten), experimentele producten (o.a. voor een nieuw model voor de oorsprong en evolutie van de Maan, dat met EU-subsidie op de VU wordt ontwikkeld) en industriële en archeologische materialen (metalen, keramiek, etc.). Het meten van Ca / Mg-verhoudingen in fossielen is een toepassing die een link legt met het onderzoek aan (paleo-) klimaat en de respons van levende organismen daarop. Daarnaast zal een recent VIDI-onderzoeksproject gericht op symbiose van sponzen en micro-organismen en het effect daarvan op kwaliteit van het water boven koraalriffen gebruik maken van deze analytische voorziening.

UU en VU leveren de technische ondersteuning bij het gebruik van de FEG-EMP. Veel projecten worden uitgevoerd door MSc studenten en promovendi op beide universiteiten. Analyses voor en door high-techbedrijven worden vanaf 2017 verwacht.

Naast de FEG-EMP en buiten het FES-investeringsproject is in Utrecht ook een ionensonde (Cameca nano-SIMS) geïnstalleerd, die volledig is aangeschaft met middelen uit NWO-Groot. Dit apparaat valt ook onder de NGF en levert de mogelijkheid voor high-throughput toepassingen van klimaat-proxies (met name stabiele isotopen) op bestaande en nieuw verzamelde geologische en

paleontologische collecties. Ook zijn betrouwbare dateringen mogelijk waarmee de DNA-gebaseerde moleculaire klok voor reconstructie van soortvorming kan worden gekalibreerd en belangrijke geologische gebeurtenissen met impact op de biosfeer kunnen worden gedateerd.

Kweek- en overige faciliteiten

In het investeringsplan was budget opgenomen om een ruimte met klimaatcellen in te richten om zo breed mogelijk ingezet te worden voor plant- en insectkweken. Dit budget zal worden besteed na gereedkomen van de nieuwbouw. Daarin zal ook een biohazard-ruimte worden ingericht om veilig te werken met categorie 2-organismen en genetisch gemodificeerde organismen. Opslag van weefsel is minimaal gerealiseerd maar behoort wel bij de nieuwbouwplannen. Een faciliteit om weefsel in vloeibare stikstof te bewaren wordt uitgewerkt. Deze bewaarmethode is essentieel voor toekomstig moleculair onderzoek. Daarnaast is het een alternatief voor weefselopslag in giftige stoffen.¹⁰

ICT infrastructuur

Op basis van een projectbudget ad 1,1 miljoen euro is in de periode 2013 t/m 2015 de volledige infrastructuur voor dataopslag, -transport en -bewerking voor wetenschappelijk onderzoek vernieuwd. Kernpunt van de transformatie was de overgang van een Windows- en hardware-gebaseerde structuur ten gunste van een schaalbare, cloud-gebaseerde structuur, met migratie van dataopslag en -bewerking naar een externe omgeving met geborgde continuïteit, beschikbaarstelling van High Performance Computing capaciteit op basis van Open Stack-software en 10 Gb/s-lijnen naar iedere computer die voor wetenschappelijke data-analyse ingezet wordt. Tegen het einde van 2015 was deze infrastructuur volledig toegankelijk en in gebruik.

¹⁰ Deze voorzieningen worden te zijner tijd bekostigd uit het nog niet bestede deel van het FES-investeringsbudget. Zie blz. 40.

Personeel en organisatie

Naturalis heeft tijdens het FES-project en deels gefinancierd uit het FES-budget een professionele organisatie ingericht voor het management van de laboratoria. Daarmee zijn aspecten als uniforme procedures en werkinstructies, en het veilig werken in alle laboratoria geborgd. Door reorganisatie bestaat de formatie van de afdeling nu uit acht permanente laboratoriumstaf; daarnaast staan één tot twee analisten onder langlopende contracten boven de formatie. Tijdens de projectfase werden regelmatig extra analisten en biologen aangesteld.

Huisvesting

Door ruimtegebrek in de bestaande panden van Naturalis, is vanaf het begin van het project ruimte gehuurd in het Sylvius-gebouw van de Universiteit Leiden. In een latere fase, toen de laboratoria in het zogeheten Van Steenis-gebouw ook werden opgeheven, werd ruimte gehuurd bij BioPartner, ook op het Bio Science Park in Leiden. Gebaseerd op de ervaring die werd opgedaan in deze tijdelijke ruimten, en gebaseerd op de expertise van het nieuw aangestelde afdelingshoofd, werden specificaties voor de te realiseren nieuwbouw aan de Darwinweg opgesteld.

Afhandeling aandachtspunten tussentijdse evaluatie 2012

Wat betreft de laboratoria was de belangrijkste zorg van de mid-term reviewcommissie de relatief lage bezettingsgraad van de toentertijd (midden 2012) reeds aangeschafte apparatuur. Dit probleem is in de tweede helft van het investeringsproject belangrijk minder groot geworden. Het gebruik van de voorzieningen wordt gemonitord – in bijlage 3 een samenvattende evaluatie over 2015 – en nog in 2016 zal een plan voor stimulering van het gebruik worden opgesteld. Dit plan zal ook de mogelijkheid van verhuur van vrije capaciteit betreffen. Hierbij wordt opgemerkt dat een apparaat dat niet regelmatig wordt gebruikt en in de evaluatie daarom ‘laag’ scoort op efficiency, toch een kritische rol kan spelen in onderzoek waarmee Naturalis zich als onderzoeksinstituut profileert.

6. Realisatie strategische doelstellingen, 2010-2015

Zoals in hoofdstuk 3 aangegeven, had de uitvoering van het FES-investeringsproject mede als doel om bij te dragen aan de realisering van een aantal ruimere, strategische doelstellingen. In relatie tot deze doelstellingen kan de uitvoering als volgt geëvalueerd worden. Hierbij wordt ook aandacht besteed aan de bevindingen uit de mid-term evaluatie en aan de wetenschappelijke resultaten.

Ontwikkeling van Naturalis

Deze ontwikkeling loopt door tot na afloop van de investeringsperiode waarover in dit rapport wordt bericht. De meest directe bijdrage van het FES-investeringsproject betrof de inrichting van moderne, veelzijdige laboratoria. Op de langere termijn zijn ook de collectie-integratie en – digitalisatie belangrijke voorwaarden voor deze ontwikkeling. Tot en met 2015 zijn de volgende resultaten behaald.

Onderzoekscapaciteit

IJkjaaren voor de evaluatie van de bijdrage van het FES-project aan de groei van de wetenschappelijke capaciteit zijn 2012, toen formeel de formaties zijn vastgesteld van de instituten die binnen Naturalis zouden worden geformeerd, en einde 2015, toen het FES-project (bijna volledig) werd afgerond.

Per einde 2012 was de opgetelde vaste formatie van medewerkers met een hoofdtaak in het onderzoek van ZMA, de Herbaria en Naturalis opgeteld 38 fte. Met inzet van middelen uit de OWB is aan deze vaste formatie voor een periode van vijf jaren een formatie voor research fellows (afgerond 7 fte) en promovendi (afgerond 12 fte) De posities zijn ingevuld door onderzoekers met expertise die aanvullend was op de aanwezige expertises van de vaste staf en met een verwacht potentieel in de verwerving van aanvullende onderzoeksfinanciering.

Mede in verband met de uitbouw van de capaciteit voor laboratoria en ondersteuning is de vaste formatie van onderzoekers geleidelijk per einde 2015 teruggebracht tot (afgerond) 34 fte, waarop nog

een beperkte verdere reductie zal worden toegepast in verband met een bezuiniging op de structurele financiering van Naturalis binnen het onderzoeken- en wetenschapsbeleid van de rijksoverheid. Tot en met 2017 zal bovendien de genoemde tijdelijke formatie worden afgebouwd in verband met uitputting van de reserve waaruit deze formatie werd onderhouden. Veel van de medewerkers die posities in deze formatie bezetten, konden echter dankzij natuurlijk verloop worden opgenomen binnen de vaste formatie. Nieuwe expertise die op deze wijze binnen Naturalis is gebracht betreft onder andere biodiversiteitinformatica en kennis van soortengroepen en biologische systemen die nog niet binnen Naturalis onderzocht werden. Een aantal van de nieuwe medewerkers heeft bovendien substantiële projectfinanciering verworven, wat zich heeft vertaald in mogelijkheid tot aanstelling van nieuwe projectmedewerkers.

Ook los daarvan is de omvang van de groep medewerkers die op basis van projectfinanciering een tijdelijke positie bij Naturalis bezetten, tijdens de looptijd van het project sterk gegroeid. Waar deze groep in het ijkjaar 2012 ongeveer 35 fte groot is, was deze tegen het eind van 2015 uitgegroeid tot ca. 60 fte.

Voor deze groei is de uitvoering van het FES-investeringsproject in belangrijke mate voorwaardenscheppend geweest. Door de opgebouwde laboratoriumcapaciteit en de geïntegreerde en digitaal ontsloten collecties is de aantrekkelijkheid voor getalenteerde onderzoekers sterk toegenomen, waardoor Naturalis jaarlijks een aantal van deze onderzoekers kon begeleiden in de aanvraag van een persoonlijke beurs waarmee zij tijdelijk in dienst van Naturalis zouden kunnen komen. Verder konden onderzoekers die reeds in dienst waren zich in hun projectaanvragen waar van toepassing verwijzen naar deze opgebouwde capaciteit. Aan de per saldo aanzienlijke vergroting van de onderzoekscapaciteit lag dan ook een toenemend succes in de verwerving van financiering voor onderzoeksprojecten ten grondslag. Dit succes kan als volgt worden weergegeven.

(in duizenden euro)	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Realisatie	1.151	1.453	1.304	2.933	3.687	2.984
Doelstelling	n.v.t.	n.v.t.	1.000	1.070	1.610	2.003
Verschil	n.v.t.	n.v.t.	304	1.863	2.077	981

Tabel 5 - doelstelling en realisatie externe fondswerving, 2010-2015.¹¹

Andere factoren die hieraan bijdroegen: W&S van het tijdelijk personeel, zoals boven gemeld, en intensieve begeleiding van onderzoekers die aanvraag indienen.

In de mid-term review was als belangrijk knelpunt naar voren gekomen dat Naturalis destijds nog niet als 'ontvangende instelling' door NWO was erkend – dit in tegenstelling tot de universitaire instituten die in Naturalis opgingen en die als onderdeel van 'hun' universiteiten wel de mogelijkheid hadden, bij NWO onderzoeksfinanciering aan te vragen. Dit knelpunt is in de loop van 2013 in overleg met NWO en het ministerie opgelost.

Geëvalueerde wetenschappelijke kwaliteit
Onderdeel van het financieel-bestuurlijk arrangement was dat Naturalis niet meer enkel als erfgoedinstelling, maar ook als wetenschappelijk instituut gefinancierd en beoordeeld zou gaan worden, waarbij de beoordeling uitgevoerd zou moeten worden conform het Standaard Evaluatieprotocol (SEP) dat KNAW, NWO en de VSNU hebben vastgesteld voor evaluatie van wetenschappelijke instituten. In overeenstemming hiermee is Naturalis in 2014 voor het eerst in de geschiedenis van het instituut conform dit protocol

¹¹ Met ingang van het jaar 2013 is de grondslag voor toeschrijving van projectinkomsten aan jaren gewijzigd in de zin dat vanaf dat jaar alle in het jaar toegekende projectbudgetten aan dat jaar worden toegerekend. In de jaren 2010 t/m 2012 zijn alleen de bedragen aan de jaren toegerekend die uit de verkregen projectfinanciering metterdaad in die jaren besteed konden worden. Dit verklaart een deel van de abrupte stijging van 2012 naar 2013. Echter de trend in het tijdvak – een sterke groei van de verworven projectfinanciering – is reëel. Het jaar 2014 is uitzonderlijk in verband met een toen verkregen donatie ad 1,2 miljoen euro voor het project 'DNA Waterscan'.

(versie 2009-2015) beoordeeld. In bijlage 4 zijn de uitkomsten van de evaluatie op instituutsniveau weergegeven; onderstaand de gemiddelde scores voor de vier beoordeelde kwaliteitsaspecten.¹²

A Quality	4,5
B Productivity	4,0
C Relevance	4,5
D Vitality and Feasibility	3,5

Tabel 6 – samenvattende beoordeling Naturalis als onderzoeksinstituut, evaluatiecommissie SEP, 2014.

Voor de bijdrage die uitvoering van het FES-project op de wetenschappelijke kwaliteit heeft gehad, is in het bijzonder van belang dat de commissie binnen het beoordelingscriterium Quality tot de maximale score voor 'Resources' kwam – die hulpmiddelen betroffen voornamelijk de geïntegreerde en digitaal ontsloten collecties en de opgebouwde laboratoriumfaciliteit. Alle documentatie in verband met deze evaluatie is opgenomen op de website van Naturalis.¹³

Onderzoeksresultaten

Belangrijke onderzoeksresultaten die tijdens de looptijd van het project en met inzet van opgebouwde capaciteit zijn behaald zijn:

¹² Zie <https://www.know.nl/nl/actueel/publicaties/standard-evaluation-protocol-sep-2009-2015>. De universitaire instituten die in 2013 overgingen naar Naturalis waren al wel eerder conform dit protocol beoordeeld.

¹³ Zie: <http://www.naturalis.nl/nl/over-ons/organisatie/governance/onderaan-pagina>.

- bepaling van de sequentie van het volledige genoom van de Koningscobra en analyse van de evolutie van het gifstelsel in deze slang;
- ontdekking van superdominantie van een beperkt aantal soorten bomen in de diversiteit van bomen van het Amazone-bassin;
- verdiept begrip in de evolutionaire en genetische mechanismen achter het ontstaan van houtvorming binnen oorspronkelijk kruidachtige plantsoorten;
- vaststellen van veranderingen tijdens de twintigste eeuw in de diversiteit van planten en bestuivers van deze planten in Nederland en verduidelijking van de rol van landgebruik, klimaatverandering en voedselbeschikbaarheid in deze veranderingen;
- DNA barcoding van alle in Nederland in het wild voorkomende soorten planten en van een groot deel van alle in het wild in Nederland voorkomende diersoorten;
- exploratie van vroegere diversiteit van fungi gebaseerd op oud DNA in arctische permafrostbodems;
- vaststellen dat Homo erectus waarvan door Eugène Dubois fossielen waarvan gevonden bij Trinil op Java reeds rond 50.000 jaar geleden schelpen gebruikte als gereedschap en voor graven van patronen;
- forensische identificatie van Indische Slangenwortel en andere beschermde plant- en diersoorten;
- vaststellen van het type en subtype waartoe de 'Diepenveen'-meteoriet behoort;
- exploratie van de genetische variatie in de tomaat, waaronder de variatie die nog vastgesteld kan worden in oude herbariumspecimens;
- vaststellen van het hoge evolutionaire potentieel van plankton.

Productie van DNA barcodes van type-stammen van fungi beheerd door het CBS-KNAW maakte onder meer mogelijk:

- identificatie van duizenden sequenties die bij GenBank als 'ongeïdentificeerd' waren gedeponneerd;

- evolutionair verband leggen tussen zich seksueel en zich asexueel voortplantende genera van fungi;
- beschikbaar stellen van DNA barcodes voor snelle identificatie van quarantaine-organismen in Europa en wereldwijd, voor karakteriseren van vele pathogene organismen en voor bepaling van de verspreiding van deze organismen;
- Identificatie van pathogenen die voedselbederf veroorzaken;
- Identificatie van pathogenen die zijn geassocieerd met menselijke allergieën en die voorkomen in het binnenklimaat.

Mogelijkheid dat het vakgebied waar Naturalis voor staat – de taxonomie en systematiek van planten en dieren, in ruime zin genomen – een structurele plaats blijft houden in de curricula en onderzoeksprogramma's van een aantal Nederlandse universiteiten.

Op 21 november 2013 sloten Naturalis, de Universiteit Leiden, Wageningen University en de Universiteit van Amsterdam conform het plan waarop de FES-beschikking betrekking had, een vier-partijenovereenkomst af die de positie van Naturalis binnen het universitaire onderwijs en onderzoek regelt. Onderdelen van deze overeenkomst zijn, onder andere:

- de inspanningsverplichting van de universiteiten om, per universiteit, tenminste één medewerker van Naturalis tot hoogleraar te benoemen, waarbij natuurlijk de kwaliteits- en overige benoembaarheidseisen van de betreffende universiteiten onverkort blijven gelden;
- het recht van voordracht van de universiteiten voor benoeming van ieder één lid, niet zijnde de voorzitter, in de Raad van Toezicht en in de Wetenschappelijke Adviesraad van Naturalis;
- de afspraak om jaarlijks onderwijsplannen te maken en te evalueren;
- definitie van een grens waarboven Naturalis gecompenseerd zal worden voor verleende bijdragen aan het wetenschappelijk onderwijs. Deze grens is vastgesteld op 15% van de

- opgetelde uren van de wetenschappelijke staf;
- wederzijdse toegang tot onderzoekfaciliteiten tegen tarieven als ware Naturalis een universitair instituut resp. als waren de universitaire instituten in nabijgelegen onderzoeksdisciplines¹⁴ onderdeel van Naturalis.

Met het afsluiten van deze overeenkomst kwamen in het bijzonder de universiteiten tegemoet aan een belangrijke zorg van de mid-term review commissie over het almaar uitblijven van een formele regeling voor, onder andere, de onderwijsbijdrage van Naturalis. Deze bijdrage is een kernstuk in het financieel-bestuurlijke arrangement waarop de beschikking over de bijdrage van het FES betrekking op had.

Per het einde van het academische jaar 2014-2015 was de stand in de uitvoering van deze overeenkomst als volgt.

- Zes leden van de wetenschappelijke staf zijn tevens benoemd als gewoon of bijzonder/ buitengewoon hoogleraar aan een Nederlandse of buitenlandse universiteit, waarvan twee aan de universiteit Leiden, één aan zowel de Universiteit Leiden als de Wageningen Universiteit en een aan de Universiteit van Amsterdam.
- De bezetting van de Raad van Toezicht en de Wetenschappelijke Adviesraad is conform de overeenkomst.
- Jaarlijks maken de universitaire partijen en Naturalis afspraak over de onderwijsinzet. Deze inzet was binnen de Universiteit Leiden al voor 2015 ruim boven het afgesproken bovengrens voor bijdragen 'om niet'. Binnen de Universiteit van Amsterdam en Wageningen University ligt de bijdrage nog beneden deze grens, maar wordt wel groei verwacht.

Wederzijdse toegang tot faciliteiten heeft, in aanvulling op benutting van de collecties, vooral betrekking op toegang tot wetenschappelijke literatuur. Voor onderzoekers van Naturalis die betrokken zijn bij het onderwijs en onderzoek van een universiteit is deze toegang geborgd in het kader van deze betrokkenheid.

Bij afsluiten van de Academische Werkplaats is een nulmeting uitgevoerd van de onderwijs-inspanning van Naturalis, het ZMA en de vestigingen van het Herbarium samen. Deze meting kwam uit op een jaarlijkse bijdrage groot 8.986 OBUs (onderwijsbelastingen). In 2015 kwam de bijdrage uit op 9.761 OBUs. Hierin zijn 1.584 OBUs voor inzet in masterstages niet meegerekend. Met één en ander is ruim voldaan aan de continuïteitsdoelstelling voor de positie in universitair onderzoek en onderwijs die het ZMA en het NHN, en informeel ook het 'oude' Naturalis, ten tijde van de planvorming voor het FES-project hadden.

De bijdrage aan deze continuïteit 'geleverd' vanuit het FES-investeringsproject betreft vooral de laboratoriumcapaciteit, die ook voor wetenschappelijk onderwijs wordt ingezet. Echter ook de collectie-integratie en -digitalisatie hebben bijgedragen. Zo is de benoeming van één van de medewerkers tot bijzonder hoogleraar Ethnobotanie aan Wageningen University niet los te zien van de beschikbaarheid en digitale ontsluiting van de herbaria waarop veel van haar onderzoek en onderwijs betrekking hebben. Een ander voorbeeld is het promotietraject dat met de Universiteit van Amsterdam is overeengekomen inzake een medewerker van Naturalis die is ingezet binnen het project DNA Waterscan en die voortbouwt op het referentiesysteem van DNA barcodes, voucher specimens collecties en publicatiemogelijkheden dat in het FES-investeringsproject is opgebouwd.

Positionering van Naturalis als onderdeel van nationale en internationale infrastructuur voor biodiversiteitonderzoek.

¹⁴ Binnen de Universiteit Leiden zijn dat in het bijzonder het Instituut voor Biologie Leiden en het Centrum voor Milieukunde Leiden; binnen de Universiteit van Amsterdam in het bijzonder het Instituut voor Biodiversiteit en Ecosysteem Dynamica en binnen Wageningen University in het bijzonder de Biosystematics group.

Behaalde resultaten in de periode 2010-2015 betreffen onder andere de positie op de Nationale Roadmap voor grootschalige wetenschappelijke infrastructuur. Sinds 2008 staan Naturalis en – in verband met de faciliteit voor DNA barcodering – het CBS-KNAW op deze Roadmap, iets wat destijds voor toekenning van middelen uit het FES een belangrijke voorwaarde is geweest. Hoewel bij gelegenheid van de vernieuwing van deze Roadmap, in 2011 en 2013, geen aanvullende middelen beschikbaar zijn gesteld, is de positie van Naturalis (en van het CBS-KNAW) wel verlengd. Ook in 2015 is verlenging aangevraagd; bij opmaak van dit verslag is nog niet formeel bekend of deze ook wordt toegekend.¹⁵ Wel is Naturalis, samen met de DNA Barcoding faciliteit bij het CBS en het aandeel in de Nationale Geologische Faciliteit, opgenomen in het overzicht – het ‘landschap’ – van grote onderzoeksfaciliteiten in Nederland.¹⁶

Verdere positionering van Naturalis als infrastructurele onderzoeksvoorziening betrof tijdens de looptijd van het project onder andere:

- voortgezette deelname aan het project SYNTHESYS dat wordt gefinancierd binnen het zevende Kaderprogramma voor onderzoek en technische demonstratie van de Europese Unie. Dit project betreft in hoofdzaak een financieringsregeling voor internationaal collectiebezoek.¹⁷
- de publicatie binnen een eigen infrastructuur en binnen internationale data portals van gegevens van miljoenen collectie-objecten.¹⁸

In dat laatste heeft het grootschalige digitaliseringsprogramma natuurlijk de belangrijkste bijdrage geleverd. Hierdoor zijn nieuwe toepassings-

mogelijkheden ontstaan die tot voor kort ondenkbaar waren. De gedigitaliseerde data spelen dan ook een belangrijke rol in nationale en internationale onderzoeksprogramma's. Hieronder enkele voorbeelden, voornamelijk van onderzoek in eigen huis.¹⁹

- De digitalisering van de hommels in de collectie bracht op een spectaculaire manier nieuwe mogelijkheden voor identificatie van in het veld waargenomen soorten. De patronen van vleugeladers van deze insecten zijn soortspecifiek: elke hommelssoort heeft een uniek aderpatroon. De scans van gedigitaliseerde laden bleken gedetailleerd genoeg voor taxonomische experts om op grond van het aderpatroon de individuele hommels op naam te brengen. Zo bouwden we een ‘vleugelbibliotheek’ op voor alle soorten Nederlandse hommels. Vervolgens hebben we een computersysteem ontwikkeld waarmee onbekende vleugels met onze vleugelbibliotheek kunnen worden vergeleken. Op deze manier is een nieuw en betrouwbaar identificatiesysteem voor hommels gecreëerd.
- De digitalisering van de Cholevinae (‘kleine aaskevers’) is van belang voor forensisch en voor fundamenteel evolutionair onderzoek. De gedigitaliseerde gegevens worden gekoppeld met zowel de DNA-gegevens op de Barcoding of Life Database (BOLD) als de web-based taxonomy pagina's, zodat onderzoeksmateriaal wereldwijd gemakkelijk beschikbaar wordt. Voor forensische toepassingen is het bovendien van belang om goede gegevens te hebben over de geografische verspreiding en fenologie (seizoensafhankelijkheid) van de soorten, zodat vondsten op een plaats delict juist geïnterpreteerd kunnen worden.
- Dankzij de gedigitaliseerde collectie van de Diptero-carpaceae (Meranti familie) hebben we kunnen aantonen dat de drooggevallen landmassa tussen Borneo, Sumatra en Java (samen Centraal Sundaland) destijds was bedekt met tropisch

¹⁵. [toevoeging 1.4.2017: onder de titel *Netherlands Infrastructure for Biodiversity and Ecosystem Dynamics* is een gezamenlijk infrastructureel initiatief van Naturalis, LifeWatch Nederland en CBS-KNAW opgenomen op de Roadmap, editie 2016. Zie <http://www.nwo.nl/documents/nwo/permanente-commissie/roadmap-grote-onderzoeksfaciliteiten>, blz. 92.

¹⁶. Zie <http://www.onderzoeksfaciliteiten.nl/facility/naturalis>.

¹⁷. Zie <http://www.synthesys.info/>

¹⁸. Zie hierboven, blz. 18.

¹⁹. Zoals eerder aangegeven is per einde 2015 op grote schaal data uit het digitalisatieproject extern opgevraagd. Het is niet bekend voor welke onderzoeksprojecten zulke data gebruikt worden.

regenwoud en niet zoals eerder verondersteld met een savanne-vegetatie.

- In samenwerking met het zaadveredelingsbedrijf ENZA Zaden is onderzoek verricht aan het genus Cucumis, waartoe de komkommer en meloen behoren. Met behulp van de gedigitaliseerde collectie zijn in combinatie met klimatologische data modellen gemaakt van de ecologische niches van diverse Cucumis soorten. Vervolgens hebben we op grond van de nicheprofielen warmte- en droogte-bestendige soorten geïdentificeerd die in aanmerking komen voor kruisingsexperimenten. Doel is om hiermee de komkommer en meloen 'klimaatbestendig' te maken.
- Marktonderzoek in West-Afrika heeft uitgewezen welke medicinale planten in grote hoeveelheden worden verhandeld. Met behulp van de gedigitaliseerde collecties is in kaart gebracht waar deze soorten in West-Afrika voorkomen, hoeveel van hun oorspronkelijke areaal nog steeds uit natuurlijke habitat bestaat en hoe ernstig de soorten worden bedreigd. Aan de hand van deze informatie kunnen bedreigde soorten worden geïdentificeerd waarvoor duurzame oogstmethoden ontwikkeld moeten worden.
- Het voormalige Beekbergerwoud staat bekend als ons laatste Nederlandse 'oerbos'. Natuurmonumenten is begonnen met een reconstructie van het Beekbergerwoud op voormalige landbouwgrond. Onze inventarisatie van de voormalige biodiversiteit met behulp van gedigitaliseerde collecties laat zien dat deze collecties bij uitstek geschikt zijn om vooraf een gedetailleerd beeld te verkrijgen van de flora en fauna die men wil laten terugkeren. Daarnaast kan er een herstelbeheer mee worden ontwikkeld waarin de invloed van mens en grote grazers optimaal op elkaar zijn afgestemd.

Een schatting van het gebruik van de laboratoriumcapaciteit in 2015 komt op ruim 200 gebruikersgroepen en tenminste 20 gebruikersgroepen van de FES-EMP in Utrecht. Veel daarvan betreft projecten waaraan niet alleen onderzoekers van Naturalis deelnemen, maar ook externe partijen.

Economische structuurversterking van Nederland en realisering van een batig saldo van maatschappelijke kosten en baten.

Zoals in hoofdstuk 2 aangegeven is deze doelstelling de kernopgave voor ontvangers van financiering uit het Fonds Economische Structuurversterking. In de maatschappelijke kosten- en batenanalyse was als analyseperiode een tijdvak van honderd jaren na investering opgenomen. Het is, ook naar het oordeel destijds van het CPB, plausibel dat hierbinnen een positief saldo van maatschappelijke kosten en baten van het investeringsproject zal optreden. De belangrijkste overweging bij de keuze van deze lange termijn was dat het wegvallen van de taxonomische capaciteit op academisch niveau in Nederland in het 'nul-alternatief', en de integratie in één centrum van deze capaciteit conform het 'project-alternatief', pas op zo'n lange termijn tot significante verschillen zou leiden in de maatschappelijke domeinen waarvoor beschikbaarheid van taxonomische capaciteit van belang is.

De lange termijn betekent dat realisering van het maatschappelijke saldo nog bij lange na niet geëvalueerd kan worden. Wel kan een voorlopig oordeel gevormd worden over de uitvoering van de operationele strategie bij deze lange-termijndoelstelling. Die strategie was, en is, tweeledig:

- Naturalis ontwikkelen tot erkend excellent onderzoeksinstituut, zodat partijen waarmee Naturalis in onderzoek samenwerkt of die onderzoeksresultaten van Naturalis benutten, zekerheid geboden kan worden dat men met "de besten in het vakgebied" te maken heeft;
- samenwerkingsovereenkomsten afsluiten met partijen in het onderzoek die dichter dan Naturalis zelf bij een toepassingsdomein staan en binnen zulke samenwerkingsverbanden onderzoeks- en ontwikkelprojecten uitvoeren.²⁰

²⁰ Voorafgaand aan toekenning van de bijdrage uit het FES is Naturalis gevraagd zo'n strategie te formuleren, precies met het oog op evalueerbaarheid.

Over de eerste doelstellingen is hierboven gerapporteerd. Voor de ontwikkeling van langlopende samenwerkingsverbanden voor onderzoek en ontwikkeling is de stand per einde 2015 als volgt.

- Samen met de Hogeschool Leiden, het Leids Universitair Medisch Centrum, de Universiteit Leiden en het bedrijf BaseClear is Naturalis in 2013 initiatiefnemer geweest voor de inrichting van het Centre of Expertise Generade. Dit regionale centrum voor hoger beroepsonderwijs en onderzoek richt zich op de opleiding van professionals binnen de life sciences, coördineert en bevordert toepassingsgericht onderzoek en stimuleert innovatie bij het regionale bedrijfsleven in de life sciences, waaronder op het life sciences park in Leiden zelf. Partijen stemmen binnen dit CoE de toegang tot elkaars faciliteiten op elkaar af en initiëren gezamenlijk onderzoeks- en onderwijsbeleid. Een medewerker van Naturalis is binnen het verband van het Centre tevens Lector Biodiversiteit aan de Hogeschool Leiden.²¹
- In 2014 heeft een particulier fonds een bijdrage ad 1,2 miljoen euro verleend voor ontwikkeling

van een DNA-gebaseerd expertsysteem voor identificatie van zoetwaterorganismen en interpretatie van wat zulke identificaties zeggen over de ecologische kwaliteit van het water en de aan- of afwezigheid van schadelijke of ziekten-overbrengende soorten. Dit project bouwt voort op de DNA-barcodingscapaciteit die binnen het FES-investeringsproject is ontwikkeld. Voor de uitvoering werkt Naturalis met vele partijen samen, waaronder met het kennis- en onderzoekscentrum voor de (drink-)waterbranche in Nederland, KWR Watercycle Research in Nieuwegein. KWR en Naturalis hebben in 2015 een langlopende samenwerkingsverband opgezet waarin partijen hun complementaire expertise, faciliteiten en relatienetwerken inbrengen voor gezamenlijke R&D-projecten voor DNA-gebaseerde identificatie en interpretatie van zoetwaterorganismen.

De opbouw van een systeem van samenwerkings-overeenkomsten waarmee Naturalis dichterbij een toepassingsdomein van collectiegerelateerde expertise en onderzoeksresultaten komt te staan, zal in 2017 en verder worden voortgezet.

²¹. www.generade.nl.

7. Continuïteit van het projectresultaat, 2016 en verder

Bij de beoordeling van de initiële aanvraag zijn continuïteit van de opgebouwde voorziening na afloop van de FES-financieringsperiode en ruimte daarvoor binnen de structurele instituuksbegroting belangrijke punten van aandacht geweest. De afsluiting van het project per einde 2015 is dan ook mede de aanleiding geweest voor een aantal beleidsinitiatieven die mede die continuïteit beogen te borgen. Deze initiatieven betreffen, onder andere:

- **Laboratoriumbenutting mede op basis van betaalde dienstverlening.**

Op basis van langlopende overeenkomsten met partijen in de militaire en burgerluchtvaart voert Naturalis identificaties uit van resten van vogels die met vliegtuigen in botsing zijn gekomen. Identificatie (soortherkenning) is onder andere van belang voor verbetering van strategieën om de kans op toekomstige botsingen met vogels van dezelfde soort te verkleinen, en in sommige gevallen ook in relatie tot aansprakelijkheid. Voor de uitvoering van deze diensten – overigens met een potentieel aanzienlijke maatschappelijke baat – zet Naturalis onder andere de met FES-middelen opgebouwde capaciteit in de DNA- en morfologische laboratoria in. In aanvulling hierop zal in 2016-2017 een plan worden ontwikkeld voor gebruik door externe partijen van de nog beschikbare laboratoriumcapaciteit

- **Algemeen het verdienvermogen van de sector Onderzoek en Onderwijs.**

In juni 2016 is een strategie hiervoor geformuleerd, op grond waarvan het haalbaar blijkt om het resultaat van 2015 en het verwacht resultaat van 2016 – jaarlijks tenminste drie miljoen euro – ook in de volgende jaren te behalen. Hoewel deze inkomsten primair additionele kosten denken, d.w.z. kosten die Naturalis niet zou hebben als de gefinancierde projecten niet zouden doorgaan, is een deel van de inkomsten direct of indirect toch ook inzetbaar voor ontwikkeling van laboratorium- en IT-capaciteiten. Dit geldt specifiek voor projecten zoals DNA Waterscan, waar verdere uitbouw van het DNA barcode-referentiesysteem dat met FES-middelen is opgebouwd, één van de gefinancierde projectdoelstellingen is.

- **Voorbereiding op ‘roadmap’-procedures op Nederlands en Europees niveau.**

Afhankelijk van de uitkomst van de lopende herziening van de Nationale Roadmap voor grootschalige onderzoeksinfrastructuur zullen Naturalis en partners een aanvraag indienen voor investeringen die mede een vervolg zijn op de investeringen die Naturalis en CBS-KNAW met middelen uit het FES hebben kunnen doen. In aanvulling daarop hebben Naturalis en enkele van de andere grote natuurhistorische Europese musea het initiatief genomen voor ontwikkeling van een voorstel voor een gedistribueerde collectie- en collectiedata-infrastructuur op Europees niveau. Beoogd wordt dit voorstel in te dienen binnen de procedure voor updating van de roadmap zoals vastgesteld door het European Strategy Forum for Research Infrastructures ESFRI, en vervolgens bij EU-lidstaten financiering voor de uitvoering van het voorstel te verwerven. Het binnen Naturalis te besteden deel van eventueel verworven middelen zal eveneens aanvullend zijn op de capaciteit die met FES-middelen is opgebouwd.

- **Integrale financiële meerjarenplanning voor Naturalis als geheel.**

Hierbinnen zullen kaders worden vastgesteld voor exploitatie van en herinvestering van het laboratorium en de onderzoeksgebonden IT-infrastructuur. Daarmee wordt tevens een taakstelling gegeven voor verwerving van externe middelen voor deze voorzieningen.

- **Bijdragen aan onderzoeks-agendavorming.**

In dit verband heeft Naturalis in de eerste helft van 2016 onder andere intensief deelgenomen aan de formulering van onderzoeksdoelen binnen een aantal van de zgn. ‘routes’ binnen de Nationale Wetenschapsagenda. In aanvulling daarop heeft Naturalis het initiatief genomen tot formulering van een onderzoeks- en kennisagenda specifiek voor biodiversiteitonderzoek, met bijdragen van partijen binnen en buiten het wetenschapsdomein. Een en ander zou op termijn moeten leiden tot nieuwe financieringsprogramma’s waarbinnen het eerder genoemde verdienvermogen van de sector Onderzoek en Onderwijs tot uiting zou kunnen komen.

8. Vervolg en afronding, 2016-2019

Bij vaststelling van het saldo van projectuitgaven en –inkomsten per midden 2015 is een batig saldo ad afgerond 1,7 miljoen euro berekend, terwijl wel alle tot en met 2015 geplande activiteiten binnen het project waren uitgevoerd en zelfs een aantal aanvullende investeringen mogelijk waren gebleken. Van het saldo is bij wijze van vooruitbetaling reeds een deel van toekomstige onderhouds- en licentiekosten van met FES-middelen aangeschafte voorzieningen betaald, waardoor per einde 2015 het nog niet bestede projectbudget is bepaald op 1.443.529 euro. Dit bedrag is het saldo zoals getoond in het financieel verslag d.d. 14 april 2014 dat in aanvulling op de voorliggende evaluatie aan de commissie wordt voorgelegd.

Bijgedragen aan het overschot hebben twee belangrijke ontwikkelingen:

- Bij aanvraag was nog niet bekend wel BTW-regime voor het geïntegreerde instituut zou gaan gelden. Voorzichtigheidshalve waren daarom alle projectuitgaven, daar waar van toepassing, inclusief te betalen BTW begroot. In de loop van 2013 is het BTW-regime vastgesteld. Daaruit kwam naar voren dat voor een deel van de binnen het FES-project betaalde BTW teruggevorderd kon worden. Deze mogelijkheid van terugvordering heeft geleid tot een koopkrachtvergroting in de zin dat voor een belangrijk aantal geplande aanschaffingen per saldo minder budget nodig was. Voor een deel is deze mogelijkheid benut om enkele aanvullende investeringen te doen, waaronder de geavanceerde CT-scanner genoemd in hoofdstuk 3.3, en voor een deel heeft de mogelijkheid van terugvorderen geleid tot het genoemde overschot.
- De FES-bijdrage en de toegevoegde bijdrage uit de structurele subsidiering van OCW-OWB zijn in de periode 2009 t/m 2013 ontvangen, waarbij de uitgaven conform planning doorliepen tot na deze periode, zodat in de eerste jaren

van het project de inkomsten de uitgaven ver overtroffen. De vooruitontvangen middelen zijn in overeenstemming met het geldende statuut conservatief beleend: behoud voor latere besteding was het primaire doel. Niettemin is een rentebaat ad afgerond 1,2 miljoen euro gerealiseerd.

Volgens artikel 9 van de beschikking waarmee FES-middelen zijn toegekend moeten rentebaten gerealiseerd op vooruitontvangen subsidies worden besteed binnen het kader van het project.

Voorgenomen bestedingen

Het resterende bedrag groot afgerond 1,4 miljoen euro zal aan verdere collectie-integratie en aan onderzoeksfaciliteiten worden besteed. In het kader van de collectie-integratie gaat dit om verdere integratie van deelcollecties op 'ladenniveau' en om verhuizing naar het vernieuwde collectiedepot aan de Darwinweg 2 van collecties botanie en collecties die zich nu nog op tijdelijke locaties bevinden. Daarnaast zal een deel van het overschot worden besteed aan de installatie van kweekkamers en overige faciliteiten in het nieuwe laboratoriumgebouw.

Verantwoording

Het nog niet bestede bedrag is bij de Overlopende passiva op de balans per einde 2015 van de stichting Naturalis Biodiversity Center opgenomen. Toekomstige uitgaven zullen op deze post in mindering worden gebracht en in de toelichting op deze post worden verantwoord. Bij volledige uitputting van de post, naar huidige verwachting medio 2019, zal het FES-investeringsproject volledig via de exploitatierekening van Naturalis worden afgewikkeld en verantwoord.

Bijlage 1 – overzicht projectdocumentatie

In de voorbereiding en uitvoering van het FES-investeringsproject is een groot aantal documenten geproduceerd. Voor de oordeelsvorming zijn de volgende documenten beschikbaar.

Aanvraag- en voorbereidingsvragen; toekenning

- Projectplan Investeringsproject NCB: een onderzoeksfaciliteit op het gebied van biodiversiteit. 16.11.2009. Dit document vat een groot aantal eerdere aanvraagdocumenten samen.
- Beschikking inzake het aangevraagde budget, 15 december 2014.
- Overeenkomst van 17 oktober 2010 tussen CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre en Naturalis over samenwerking in de uitvoering van het deel van het FES-investeringsproject dat betrekking heeft op DNA barcoding.
- Overeenkomst 18.4.2013 Universiteit Utrecht, Naturalis, Nederlands Instituut voor Ecologie NIOO-KNAW, Vrije Universiteit Amsterdam en het Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee inzake exploitatie van de Nationale Geologische Faciliteit .
- Gewijzigde planning FES-investeringsproject, 22.12.2011.
- Gewijzigde beschikking 13.1.2012.

Mid-term evaluatie

- Zelf-evaluatie Naturalis, 12.4.2012.
- Rapport Commissie Mid-Term Review, 22.8.2012.
- Bestuurlijke Reactie Naturalis, 23.10.2012.
- Brief d.d. Ministerie van OCW-OWB over de Mid-Term Review, 6.12.2012.

Jaar- en projectplannen en –verslagen

- Jaarplannen en jaarverslagen voor ieder van de jaren 2008 t/m 2013. Hierin is voor de jaren 2010 t/m 2013 steeds een verslag over activiteiten binnen het FES-investeringsproject opgenomen.
- Financiële jaarberichten 2010 t/m 2015: in de toelichting op de balans is in ieder van deze jaarberichten een afzonderlijke paragraaf over bestedingen in het kader van het FES-investeringsproject opgenomen. Het jaarbericht voor 2015 bevat bovendien, in de toelichting op de exploitatierekening, een overzicht van projectbaten en –lasten voor veruit het grootste deel van het project alsmede een weergave van het besluit inzake de bestemming van het exploitatieresultaat van dit deel van het project.

Bijlage 2 – overzicht apparatuur morfologische en geologische laboratoria

In de periode 2010-2015 zijn de volgende voorzieningen aangeschaft en geïnstalleerd.

- **Transmissie elektronenmicroscop.** Aangeschaft voor structuur analyse van celmateriaal. Ook randapparatuur is hiervoor geplaatst bijvoorbeeld ten behoeve van het snijden van ultradunne plakjes van het celmateriaal.
- **Field Emission Gun Scanning Electron Microscope.** Een scanning elektronenmicroscop met EDS-elementanalyse is aangeschaft om een breed scala aan materialen te analyseren van morfologie van botanisch materiaal tot chemische samenstelling van meteorieten.
- **Stereomicroscopen, ook met stacking faciliteiten.** Reguliere stereomicroscopen (29x Zeiss Discovery V8) zijn aangeschaft voor gebruik door onderzoekers, bezoekers en studenten. Ook zijn vier donkerveld-microscopen (Leica) aangeschaft ten behoeve van mineralogisch onderzoek en onderwijs. Daarnaast zijn zeven high-end Zeiss verworven.
- **Discovery V 12 en V 20 microscopen met camera, motor en stacking programmatuur voor hoge resolutie en scherptediepte fotografie.** Deze staan centraal opgesteld op de verschillende locaties en zijn onder meer gebruikt voor de bestudering van de exemplaren voor de referentiedatabase voor DNA-Barcodes.
- **Compound microscopen.** Compound microscopen (10x Olympus, 2x Zeiss) zijn aangeschaft voor hoge resolutie morfologisch en mineralogisch onderzoek.
- **Micro-CT-scanners.** Er is in 2015 een Zeiss Xradia micro-CT-scanner aangeschaft voor non-destructieve 3D imaging. Deze scanner is één van de twee in Nederland op dit moment en zet Naturalis daarmee internationaal in de frontlinie wat betreft 3D-imaging faciliteiten. Deze scanner zorgt voor gedetailleerde, niet-destructieve 3D-morfologie, produceert beelden met hogere resolutie en kan gebruikt worden op zachte weefsels zonder het toevoegen van schadelijke chemicaliën. Eerder werd in het project al een eenvoudiger scanner aangeschaft van het merk SkyScan. Deze kern-apparatuur werd gecombineerd met high-end computers en geavanceerde software voor 3D-reconstructie.
- **Spectroscopie en Röntgen-apparatuur.** Het geologie-laboratorium is aanzienlijk uitgebreid met spectrometers (UV-VIS, FTIR, Raman), cathodeluminescentie microscopie, röntgen fluorescentie (micro-EDXRF), röntgendiffractie en radiografie. Het GeoLab biedt onder meer de infrastructuur voor het Nederlands Edelsteen Laboratorium, een faciliteit die intensief wordt gebruikt door de Nederlandse juweliers, en waar aangeboden juwelen, parels en edelstenen worden getest op echtheid.

Bijlage 3 – samenvatting evaluatie gebruik laboratoriumvoorzieningen 2015

Onderzoeksvoorziening	jaarlijks	maandelijks	wekelijks	dagelijks	efficiëntie
Xradia				x	hoog
Skyscan				x	hoog
TEM			x		laag
FEG-SEM			x		middel
LV-SEM				x	hoog
V20				x	laag
V16			x		laag
V12				x	laag
V10				x	laag
V8				x	laag
DIC microscoop			x		middel
Qiagility robot			x		hoog
PGM NGS sequencer			x		hoog
Fragmentiser	x				laag
Kingfisher			x		hoog
Ultra-Microtoom			x		laag
Trim-microtoom			x		laag
Kweekkasten				x	hoog
Parafine mounter		x			laag
UV-VIS Evolution 600				x	hoog
FT-IR				x	hoog
Donker veld microscopen				x	hoog
PCR apparatuur				x	hoog
Ancient lab			x		laag
Flowcytometer			x		middel
Cavitron/centrifuge		x			laag
Faxitron			x		middel
Raman				x	hoog
Röntengenerator (FR 590)		x			laag
Diamond view			x		middel
Orbis / Edax			x	x	hoog
UV-VIS Ocean Optics			x		middel
Xiril pipetteerstation					Uitgefaseerd

Bijlage 4 – samenvatting evaluatie Naturalis als wetenschappelijk instituut, 2014

Onderstaand de tabel die de bevindingen van de SEP-Evaluatiecommissie op een vijf-puntenschaal samenvat.²²

A Quality	4,5
A1 Leadership	4,5
A2 Academic Reputation	4,0
A3 Organization	4,0
A4 Resources	5,0
A5 PhD training	4,5
B Productivity	4,0
B1 Productivity strategy	
B2 Productivity	
C Relevance	4,5
C1 Societal relevance	4,5
D Vitality and Feasibility	3,5
D1 Strategy	3,5
D2 SWOT analysis	3,5
D3 Robustness and stability	4,0

Het volledige evaluatierapport en gerelateerde documentatie is gepubliceerd op de website van Naturalis, <http://www.naturalis.nl/nl/over-ons/organisatie/governance/>.

²². Zie bladzijde 30-31. De sleutel voor deze tabel is als volgt.

5. Excellent Research is world leading. Researchers are working at the forefront of their field internationally and their research has an important

4. Very good Research is internationally competitive and makes a significant contribution to the field. Research is considered nationally leading.

3. Good Work is competitive at the national level and makes a valuable contribution in the international field. Research is considered internationally visible.

2. Satisfactory Work adds to our understanding and is solid, but not exciting. Research is nationally visible.

1. Unsatisfactory Work is neither solid nor exciting, flawed in the scientific and/or technical approach, includes repetition of other work, etc.

N

N

N