

Kwantitatieve kenmerken zijn makkelijk meetbaar + info over evolutionair potentieel  
 ! maar combinatie van vele genen  
 ! interactie van kenmerken met omgeving → onderscheiden genetische en omgevingseffecten  
 → overerfbaarheidsschatting ouders-nageslacht

variatie niet aan selectie onderhevig  
 (neutrale) genetische markers = variatie op DNA niveau → 1 gen of niet-coderend DNA  
 variatie binnen 1 locus: diversiteit van allelen in individu-populatie-soort  
 diversiteit uitgedrukt als: # variabele loci - # allelen per locus - gem. heterozygositeit

### selectieve genetische markers - Genomics

ecologische eigenschappen ~ genen → groot aantal microsattelites of SNPs  
 geassocieerd met ecologische kenmerken geassocieerd met selectiekracht  
 → selectiekracht zoeken/identificeren obv microsattelites/SNPs

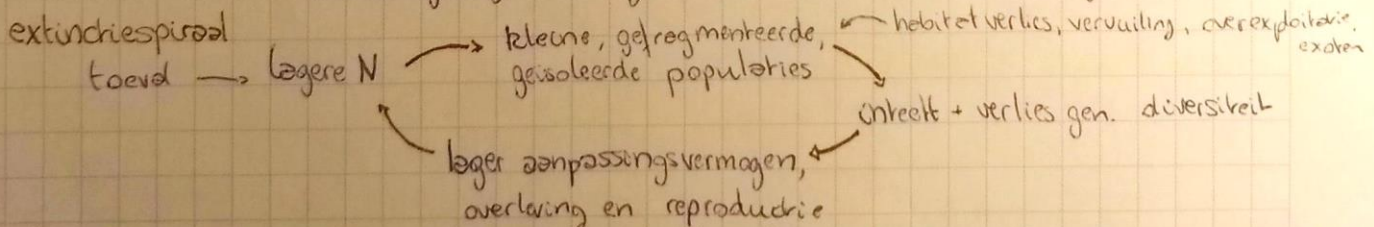
heterozygositeit - inteelt reproductie tussen verwanten → homozygositeit ↑  
 risico: blootleggen van nadelige recessieve allelen → fitness ↓

$F$  = inteeltcoëfficiënt = kans dat 2 allelen op 1 locus identiek zijn  
 $F ↑$  → fitness grotere kans om te dalen  
 hoe kleiner een populatie → meer verwante individuen volgende generatie

toevalsprocessen zijn belangrijker in kleine populaties

→ seksuele recombinatie: elke nakomeling (F1) krijgt random allel van elke vd ouders (P)  
 in oneindig grote populaties: allel/requenties stabiel doorheen de tijd  
 in kleine populaties: staalname-effect: hoe kleiner populatie, hoe groter de  
 afwijking in allel/requenties van F1 tov P  
 ↳ tgv seks = genetische drift

gen. drift: in kleine populaties: verlies/fixatie van allelen →  $p = 2N^{-1}$  / generatie  
 ↳ stichters effect: klein # kolonisten of versnippering gebied in kleine populaties  
 door toeval verschilt allel/requentie van stichters van de bron populatie  
 meestal gevolgd door genetische drift → verlies van gen. diversiteit




effectieve populatiegrootte: belangrijk: niet elk individu reproduceert zich  
 gen. drift werkt in op  $N_e$  niet op  $N$   $N \gg N_e$  vaak bv. 100 ♀, 1 dominant ♂, 99 andere ♂  
 $N_e$  beïnvloed door ongelijke sekse-ratio  $N_e = \frac{4 N_m N_f}{N_m + N_f}$

variatie in familie grootte

$$N_e = \frac{\bar{k} N - 1}{\bar{k} - 1 + V_k / \bar{k}} \quad \bar{k} = \text{gem. \# nakom. / koppel}$$

$$N_e = \frac{4N-2}{V_k+2} \quad \text{in ideale populatie is } k=2 \text{ en variatie } V_k=2$$

indien var in familie grootte  $> (V_k > 1)$  Poissonverdeling →  $N_e < N$

! fluctuaties in populatiegrootte over generaties  $\rightarrow N_e = \frac{t}{\sum \frac{1}{N_i}}$   
 ! onteelt reduceert  $N_e$  als gevolg van niet onafhankelijkheid van ind. individuen (of hun allelen)  
 $N_e = \frac{N}{1+F}$  

! toevallige demografische reductie  $\rightarrow$  demografische trechter  
 $\rightarrow$  pop.  $\downarrow$   $\rightarrow$  onteelt + gen. drift  $\rightarrow$  gen. div.  $\downarrow$   $\sim$  min. pop. grootte  
 $\sim$  duur lage pop. grootte  
 risico op fixatie allelen, inteeltdepressie, verlies evolutionair potentieel  
 $\rightarrow$  extinctiespiraal bv. Pyrenese steenbok extinct tgv jacht in 1900  
 $\hookrightarrow$  in 2000  
 $\rightarrow$  verlies evol. pot. bv. Iberische steenbok: laag evolutionair potentieel  
 recent 90% gestorven tgv infectieziekte  
 bv. Monniksrob: 1997 30% uitgestorven virale infectie + toxines dinoflagellaten  
 bv. Noordzeepopulatie gewone zeehond: 90% tgv virus epidemie  
 $\rightarrow$  inteeltdepressie: blijvend risico, lage fitness bv. Mauritius forenvalke 300 ind.

aanbeveling

Monitoring genetische diversiteit in ogenschijnlijk niet-bedreigde soorten  $\rightarrow$  preventief

genetisch herstel? doorbreken extinctiespiraal

$\rightarrow$  fragmentatie habitat ongedaan maken

$\rightarrow$  introductie gen. materiaal van andere populatie  $\ominus$  risico genetica swamping  
 inteeltdepressie

verschil in lokale adaptatie tss ind. van vs populaties  $\rightarrow$  verbreken geoadaptate gencomplex  
 epistasie tussen loci

! minimum populatiegrootte  $N_e > N_{ess}$   $N_e \approx t / (-2 \ln(H_t/H_0))$

$\hookrightarrow$   $N_e$  nodig voor behoud 95% gen. div. over 100 jaar

$T_{verlies} = -4 N_e p \ln p / (1-p)$

! herintroductie bij uitgestorven populaties

! haalbaarheidsstudie: 1. oorzaak extinctie, 2. randvoorwaarden hercreëren, 3. natuurl. herkoloniatie mogelijk? - verbind. gendog. pop.

4. mogelijke bronpop. zoeken, 5. herintroductie van groot # indiv., 6. monitoring gen. pop.

$N_e = \frac{4N-2}{V_k+2}$

gen. adaptatie aan gezangenschap  $\rightarrow$  ontbreken uitw. selectiedruk  $\rightarrow$  behoud  $\ominus$  recessieve allelen  
 lege  $N_e$  - drift, gen. variatie - onteelt, # generaties

$\rightarrow$   $N_e$  maximaliseren door  $V_k \downarrow$   $N_e = \frac{4N-2}{2} = 2N-1$

selectiedruk nabij, input uit wilde pop., minimaliseren pop. grootte, stambomen, ...

toepassing genenbanken: - cryptische diversiteit in kaart brengen: bv. meerdere Daphnia soorten

- afbakening management eenheden: groepen die gen. verwant zijn
- gen. toestand ve soort inkomsten:  $H_f$  inzicht bepalen,  $N/N_e$ , connectiviteit populaties, ...
- forensisch onderzoek: bv. visverkoop, bv. beer illegaal voor

### 3. Bedreigingen van biodiversiteit

#### 3.1 habitatverlies en -fragmentatie

O. Honnay

effecten van fragmentatie →  $NV$ , 'isolatie', 'randeffecten'

Lineaire relatie tussen  $S$  en  $N$ , grotere fragmenten bevatten grotere populaties  
kleine populaties zijn gevoeliger voor extinctions

Plant-pollinator interacties  $\bar{w}$  gezien als niet-symbiontisch mutualisme  
90% bestoven door dieren, 10% door abiotische factoren

dier bezorgt de plant een fitnessvoordeel in ruil voor bv. nectar 'floral reward'  
in kleine plantpopulaties is het plant-pollinator mutualisme in gevaar

→ pollenlimitatie: verminderde reproductie o.v.g. gebrek aan kwaliteit/kwantiteit pollen  
bv. Purperorchis: tekort aan pollinatoren leidt tot verminderde reproductie in kleine pop.

→ pollinatorproblemen bij heterostyle soorten: langstijlige en kortstijlige bloemen  
moet voldoende aanwezig zijn bv. Slanke sleutelbloem

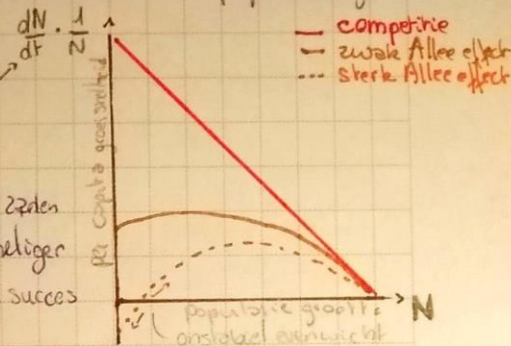
→ Allee-effect is een positieve relatie tussen de fitness van individuen en populatiegrootte

→ belang van bestuiverdiversiteit voor koffieproductie  
↳ verschillende bijensoorten zijn complementair  
= verschillende niches → grote range

→ ontelt leidt tot fitnessverlies: effect op kiemings succes zaden

→ omgevingsstochasticiteiten maken kleine pop extinciegevoeliger

→ kleine pop meer onderhevig aan temporele variatie in repr. succes



Gevolgen voor genetische diversiteit:

• verlies aan allelen - genetische drift

↳ gen. div. ↓ → evolutionair adaptatievermogen ↓ want minder  
gen. bronmateriaal om op in te werken

! kan terug aangevuld w door gene flow uit nabije populaties

! probleem bij isolatie door fragmentatie → Extinctie ↑

plantensoorten zijn gevoeliger indien

1. lage verspreidingscapaciteit
2. afhankelijkheid zaadbank
3. zelf-incompatibel
4. korte generatie tijd



minimale homerange = gebied dat een organisme nodig heeft voor zijn normale behoeften

↳  $L \sim$  Seizoenen → winter / opp.

ie. voedsel, water, beschutting/cover

randeffecten → ongeschikt maken van habitat t.g.v. instroom soorten, E en materie

↳ grotere, regelmatig-van-vorm habitats zijn weerstandiger dan kleine, onregelmatige  
bv. nestpredatie tot penetratie van loofm b.v. Raerogel, koekoek

extinctieschuld = vertraegde respons van soorten op habitatfragmentatie

Soortenrijkdom w bepaald door historisch landschap bv. Zweedse semi-natuurlijke graslanden

→ geen relatie tussen huidige connectiviteit/opp en huidige soortenrijkdom

## 3.2 Invasieve soorten

J. Mergeay

definitie + belang

= alle uitheemse geïntroduceerde soorten, alsook alle inheemse soorten die door menselijke toedoen veel abundantier worden, en die een schadelijke invloed uitoefenen op ecosystemen waar ze dat vroeger niet deden.

+ ⊖ invloed op andere organismen via biologische interacties of door omgevingskenmerken te wijzigen bv. N-afvoer

1958 grondlegger: Charles Elton "The ecology of invasions by animals and plants"

uitheemse soort dat zich kan handhaven zonder schaal = uitgeburgerde soort bv. konijn in Europa

oorzaak toenemend belang → globalisering

rijkdom (BNP) is een goede voorspeller van het # invasieve soorten

### invasieproces

1. Verbreiding vanuit oorspronkelijk verspreidingsgebied → introductie nieuw gebied

↓ 10%

2. Vestiging: reproductie in het nieuwe gebied

↓ 10% - lagfase -

3. verdere uitbreiding: secundaire verbreiding en secundaire vestiging soort w/ invasief!

bronnen van invasies: opzettelijk: jacht, vissery, gezelschapsdierenkolonisten, siergewas  
utilitaire planten en dieren

onopzettelijk: handelstransport, ontsnappen uit gevangenschap, meereizen, ballastwater

Lag-fase of aanloopfase: ~ lag-fase bij exponentiële populatie-aangroei

- lokale adaptatie aan nieuwe omgevingsomstandigheden kort tijd

- in situ evolutie van invasieve kenmerken bv. hybridisatie met lokale verwante soort

- multiple introducties nodig om voldoende gen. diversiteit op te bouwen

### factoren die invasiesucces bepalen

• intrinsieke kenmerken van soorten

◦ r-strategie: korte generatietijd, zelfbestuiving, hoge vruchtbaarheid, hoge groeisnelheid

◦ vegetatieve/klonale voortplanting (vooral bij equatorische soorten) bv. Brede waterpest

↳ ⊕ ongeroedig voor genetische drift en inbreed + geen totort partners ~ Allee-effect

⊖ laag evolutionair potentieel (geen recombinatie)

◦ grote hersengroottes bij vogels → adoptie van innovatief gedrag bv. nieuw voedsel, anti-predatorisch gedrag

◦ in nauwe associatie met de mens

• extrinsieke kenmerken / factoren

◦ invasiedruk = "Propagule pressure" ~ # individuen en invasiefrequentie

↳ maat om het aantal individuen dat in een nieuwe omgeving binnengebracht is uit te drukken

→ hoog → minder Allee-effecten of genetische effecten ~ # ind.?

→ ~ aanwezigheid metapopulatie ~ invasiefrequentie /

• competitieve release - Darwin's naturalisatie hypothese: een invasieve soort is in het nieuw gekoloniseerde gebied verlost van zijn concurrenten en kan daarom uitgroeien tot een pestsoort.

## op verschillende soorten

- enemy release: succes van invasieve soorten ~ verminderde interacties met antagonisten (pred, paras, path) inheemse soorten h wel last van antagonisten die niet zijn aangepast aan inv. soorten  
bv Noord-Amerikaanse grijze eekhoorn is groter en gaat efficiënter met voedsel om als de Europese rode eekhoorn. Parapox virus is dodelijk voor de rode eekhoorn, grijze ondevindgen lost maar kan deze ook verspreiden  
bv allelopathische stoffen bij planten
- soms tegendeel waar: nauw-verwante soorten die invasief k worden omdat habitat vereisten gelijk zijn, ook de juiste symbionten aanwezig zijn.
- hybridisatie → hoge heterozygositeit → hoge fitness
- generische paradox van de invasiebiologie: lage gen. diversiteit en toch succesvol
- associatie met de mens

ecologische impact: biodiversiteit - biotische homogenisering

bv. introductie van kosmopolitische vissoorten → homogenisering visfauna US  
invasie van nieuwe niche - ecosysteemveranderingen

interactie met habitatdegradatie passenged en driver model

evolutionaire gevolgen: verlies van invasiecapaciteit

menselijke en economische impact bv. jukofage coloradokeren → landbouwwoogst

zebramosael versloopt waterzuiveringssystemen, *Salvinia molesta* = drijvende plant → sloopvaart/visserij

muskeusrat ondergraven dijken, schimmel roeit bijna Amerikaanse kastanje uit

allergene pollen van *Ambrosia artemisiifolia*, brandwonden reuze bereklauw

maatregelen tegen invasies → bestre = preventie - beleid bv. Australië

→ enkel organismen waarvoor aangebond dat ze geen schade verrichten / k inburgeren in Europa omgekeerd: alle soorten onschadelijk tenzij tegendeel is bewezen

mechanische, chemische of biologische controle, biochemische controle → bv. feromonvallen

↳ vaak slecht afgelopen bv. vos & konijnen

↳ bundeldieren

## 3.3 Klimaatverandering basisgegevens en trends

L. De Meester

IPCC rapporten bundeling van ± 3200 publicaties → 1 geheel + zekerheidspercentages

toename [koolzuurgas] - ook metaan dat opgeslagen in permafrost zit, geprod. door bacteriën

250j → 30% ↑, 12 ton per Belg

nu ± 360ppm

3 scenario's: A1 snelle economische groei

A2 "business as usual"

B keuze voor duurzaamheid → ≈ 500ppm 2100

broeikaseffect (T)

2°C tot 8°C stijging in 100jaar, sterker aan de polen

veranderingen in zeespiegel en sneeuwbedekking zee-ijs (Arctica) doelt zeer sterke

veranderingen in neerslag: zeer grote droogtes te verwachten in Middellands zeegebied

veel onzekerheden: socio-economisch / politieke scenario's

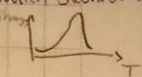
- secundaire effecten zoals CO<sub>2</sub>-aanrijking door oxidatie org. materie in permafrost, meren en vijvers als bron eerder dan als sink bij T<sup>↑</sup> (normaal buffer voor warmte)

- andere broeikasgassen: methaanproductie, ozonafbraak
  - interactie smelten ijs met oceaanstromingen
- werken met zekerheidspercentages!

### ecologische gevolgen

- veranderingen in fenologie: bv. snellere ontwikkeling, vroeger trekken naar noorden
- veranderingen in biogeografie: bereik van species sterk  $\sim T$ :  $\sim$  metabolisme  $\sim$  efficiëntie enzymen

voorspellingen via 'bioclimatic envelope modelling': niche bekijken, kijken waar deze later ligt zonder rekening te houden met migratie, evolutie: niche kan veranderen, interacties met andere soorten (nieuwe) is verwaarloosd in dit model = te positief!

belangrijke afwegen belang bij socio-economische scenario's / politiek  
 Soorten die voorkomen op hoge breedtegraden, mediterrane/tropische gebieden zullen slechtst doen  
 geen refugia's      streng klimaat      nieuwe T-range 

- veranderingen in interacties tussen soorten
  - bv. koolmees: jongen moeten geboren worden op moment dat # rupsen piekt. rupsen komen 20 dagen vroeger → koolmezen komen onder druk
  - bv. nieuwe invasieve parasieten / pathogenen: bv. lepidoptera Cemeraria op wilde kastanje
  - bv. Varroa op bijen      bv. schildpad uit terraria uitgezet in natuur
- evolutionaire veranderingen: bv. Zwartkopje - verandering in migratiepatroon (genetisch)  
 3 overwinteringsgebieden: W en O Afrika + Zuiden Engeland → dichter maar strengere winter minder succes

### Onderzoeksbenaderingen

#### 1. Reconstructie situatie vroeger: paleo-ecologie, paleogenetica

- ⊕ veranderingen zijn wel echt opgetreden
- ⊖ slechts mogelijk voor een beperkt aantal soorten, klimaatverandering  $\neq$  vroeger

#### 2. Space for time: klimaatgradiënt latitudinaal en altitudinaal → voorspellingen

- ⊕ eenvoudig
- ⊖ in de ruimte spelen mogelijk andere dynamieken dan in de tijd
- klimaatverandering resulteert in nieuwe combinaties van T, neerslag + lokale condities
- paired sites: habitats in een regio die heel verschillende condities heeft
  - ↳ bv. geothermale activiteit:  $T^2 >$  dan omgeving

#### 3. Lange termijn datasets: bv. Long term ecological research sites (LTER sites)

via een tijdreeksanalyse patronen onderzoeken  $\sim$  klimaatverandering  
 analyse effect NAO en ENSO klimaatsschommelingen North Atlantic Oscillation

- ⊕ klimaat los te koppelen van andere trends (vermesting / habitatfragmentatie)
- ⊖ enkel toepasbaar op bestaande gegevens

positieve NAO index → winter warm/nat in Europa, koud/droog Canada/Groenland, mild/nat Oosten VS  
 negatief: droog N. Europa, nat in zuidwesten, koud en meer sneeuw oost VS

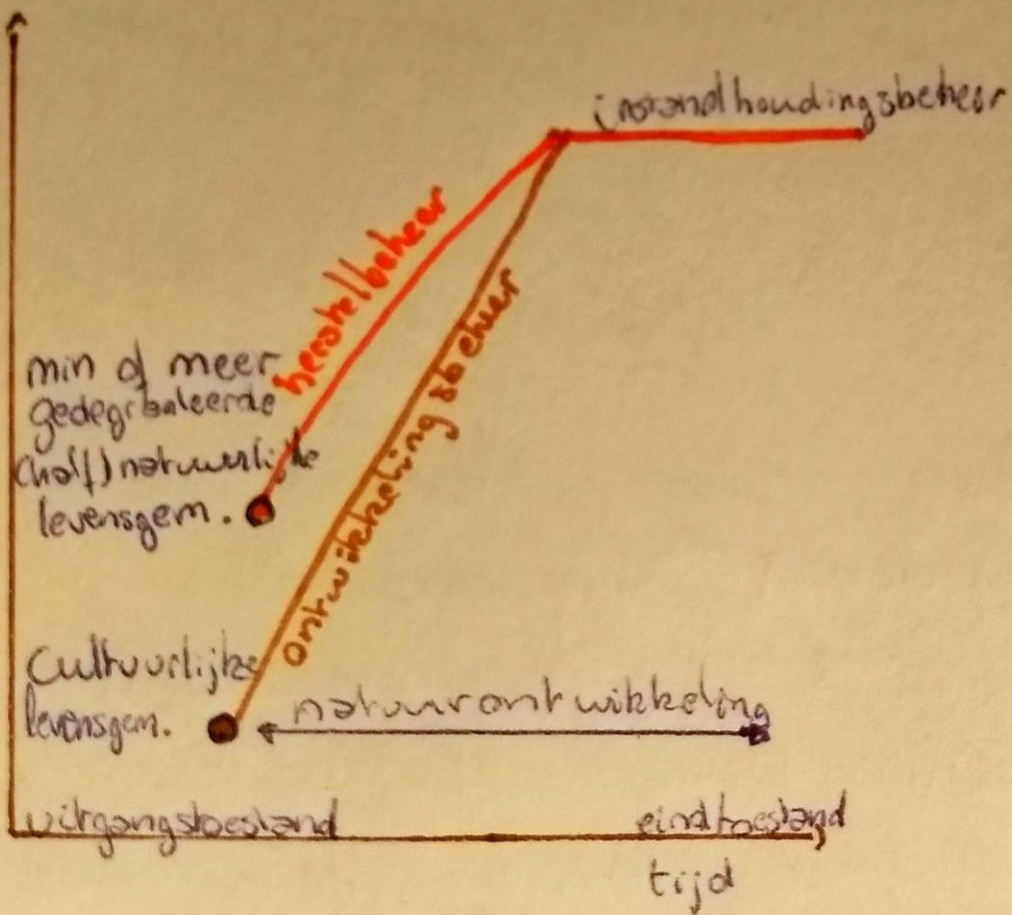
bv. invloed NAO op abundantie vd kegeljauw: indien geboren tijdens ⊕ NAO  
 → hoge opp. T van de Barents zee → lengte halfjaar kegeljauw ↑ → abundantie later stadium ↑

Het leefgebied van vele soorten fluchtusert mee met de NAO

pos. NAO → meer planten bloeien vroeger → jonggeburten profiteren → volgend jaar hogere maturiteit  
 neg. fase 2 jaar  $\sim$  NAO

Natuurwaarde en/of

graad van natuurlijkheid



# ENSO (El Niño Southern Oscillation cycle)

elke 2-7 jaar

verwarmt periodisch de oostelijke tropische stille Oceaan

zorgt samen met NAO voor de voornaamste schommelingen in klimaat

beïnvloedt zowel het leven op het land als in het water

geen passaatwinden, water richting oosten, opwelling in onderdrukt,  $T \uparrow$  westkust USA

normaal La Niña: passaatwinden O  $\rightarrow$  W, opwelling Z-Amerika  $\rightarrow$  Indonesië

## 4. Groot-schalige experimenten bv. Ecozon in Montpelier

Open top chamber: experimenten op de toendra

⊕ oorzaak-gevolg makkelijk te identificeren

⊖ sterk vereenvoudigd

## 5. Fysiologisch onderzoek voor mechanistische voorspellingen

bv. onderzoek naar T-tolerantiegrenzen  $\rightarrow$  hoe zullen soorten reageren

## 6. Simulatiemodellen $\sim$ empirische gegevens

## Interacties met andere factoren

### 1. Second-order effects: veranderingen in menselijk gedrag

- in toerisme

- gebruik van water bv. dammen, irrigatie

### 2. Habitatfragmentatie: vermindert migratie + genetische adaptatie

### 3. Alternatieve stabiele evenwichten

'regime shifts': plotselinge shift als respons op graduele verandering

bv. bos naar semi-woestijn

### 4. Invasieve soorten: opportunisten en generalisten in sterke dispersie $\rightarrow$ vullen als eerste niches

### 5. Eurofitering

Actie: onderscheid mitigatie / adaptatie

'assisted migration' ja/nee  $\rightarrow$  gevolgen?

## 4. Herstel van biodiversiteit (Restoration ecology)

### 4.1 Terrestrische milieus: natuurherstel

O. Honnay

### Natuurherstel in Vlaanderen

Het ruimtelijk structuurplan Vlaanderen (RSV) stelt afbakening op voor 150.000 ha natuurgebied (er mist nog 25.000 ha) en 53.000 ha bosgebied (er mist nog 10.000 ha)

De uitgangssituatie bepaalt mee de hersteltijd. De natuurlijke hersteltijd van een gedegradeerd ecosysteem en de ruimtelijke schaal van verstoring zijn positief gecorreleerd

Degradatie  $\rightarrow$  daling ecosysteemstructuur (soortrijkdom/complexiteit) en ecosysteemfunctie (biomassa, nutriënten)

Meest verbreide mens. impact  $\sim$  ontbossing en omzetting naar landbouwgrond

1850 131.000 ha bos (6%) = historisch dieptepunt

natuurherstel = geheel van maatregelen en processen waardoor levensgemeenschappen ontstaan met een hogere natuurwaarde en/of graad van natuurlijkheid dan er oorspronkelijk aanwezig waren.



natuurherstel: het geheel van maatregelen om de successie naar een meer natuurlijke toestand te versnellen en om de richting van de successie te optimaliseren.

- belemmeringen voor ecologisch herstel
- 1. abiotische barrière: herstel dmv fysische/chemische modificatie
  - 2. biotische barrière: herstel dmv biologische modificatie
  - 3. blijvend verbeterd beheer: instandhoudingsbeheer
- lokale omgevingsfactoren dienen beschikbaar te zijn opdat er een doelsoort zich kan vestigen en reproduceren  
mit overmaat nutriënten of verdrijving  
civieltechnisch (ecoduct, vistrap)  
natuurtechnisch (plagen, soilstripping)  
soort moet in staat zijn herstelde habitat te bereiken

typologie van natuurherstellandschappen → 3 streeftypelandschap ~ huidige mens. impact

- het geperceleerd cultuurlandschap: "stapsteen- en corridor-concept"  
ontwikkeling van lijn-, punt- en vlekvormige natuurwaarden. landbouw blijft de hoofdfunctie binnen het gebied en de bestaande percelering w. grotendeels behouden  
"verweking van natuur en landbouw"  
! lijnvormig landschap zorgt voor veel eutrofiëring door influx nutriënten e.d.
- het geperceleerd halfnatuurlijke landschap: "biodiversiteitsconcept"  
ontwikkeling van grote oppervlaktes hoogwaardige natuur. natuur wordt de hoofdfunctie. al dan niet met mogelijkheid voor landbouwers om met een gebruiksvereinkomst in beheer te participeren. bv. weinig mesten, ontel maaien + compensatie hiervoor  
het historische perceleringspatroon van de afgelopen eeuw blijft nog op vele plaatsen zichtbaar, hoewel lokaal een schaalvergroting kan w. gedaan door samenvoegen van percelen.
- het ongeperceleerd nagenoeg natuurlijk landschap "nieuwe wildernis-concept"  
ontwikkeling van grote aaneengesloten oppervlaktes natuur, waarbij de mens zo weinig mogelijk tussenkomt  
na evt. startbeheersmaatregelen wordt de ontwikkeling gestuurd door natuurlijke processen en jaar rond begrazing met grote, halfwilde tot wilde grazers.  
op de duur vervagen en verdwijnen de historische perceelsgrenzen. bepaalde natuurtypen kunnen verschijnen, maar ook verdwijnen. bv. langs de grensmaas: afgraven zandduinen en herstel van de natuurlijke overstromingsdynamiek + grote grazers  
bv. Oostvaardersplassen: geen aanwezigheid van toppredatoren → dieren sterven van honger

doelstellingen van en maatregelen voor ecologische restauratie

- het herstelde ecosysteem: is op de juiste manier geïntegreerd in de ruimere context  
+ mogelijke bedreigingen voor de gezondheid of integriteit vanuit het omliggend landschap worden gereduceerd of geëlimineerd  
→ biotische en abiotische connectiviteit + afscherming

Praktisch natuurherstel: lokale abiotische factoren, ruimtelijke context en de zaadbank  
belangrijkste abiotische factor in Vlaanderen is eutrofiëring → dominantie beperkt # soorten  
atmosferische N-depositie leidt tot een permanente aanvoer van N en natuurlijke habitats  
ook hoge gehalten in het grondwater via uitspoeling landbouwpercelen  
overmaat N en P id bodem: P is minder mobiel en is moeilijker te verwijderen, veel dieper  
Pitrus ~ hoge P-gehalte id bodem, tolerantie voor P door gas is veel lager

P-afvoer is cruciaal, maar bij pluggen  $\pm 10$  cm laag van de bodem verwijderen  
w̄ enkel/vnl nitraat verwijderd en blijft er nog veel P aanwezig  $\rightarrow$  N-tekort + K-tekort  
Uitmijnen van fosfor = nutriënten toevoegen: N + K zodat P w̄ gemobiliseerd en er  
voldoende biomassa kan w̄ aangemaakt. Kan ook via aanplanting boekweit  
of maïs  $\rightarrow$  zeer fijne wortels + scheiden zuren af die P kunnen opnemen.  
of in zaaier vlinderbloemigen bv. klover of luzerne  $\rightarrow$  N fixeren

Top soil stripping  $\rightarrow$  tot 50 cm afgraven  $\rightarrow$  'liming' =  $\text{CaCO}_3$  strooien: bindt aan  
fosfaat = fixatie tot mobiele calciumfosfaat dat niet kan opgenomen w̄ door planten  
meer in zure ecosystemen leidt liming tot stijging bodem pH  $\rightarrow$  mineralisatie organische  
stof  $\rightarrow$  rijk bij nutriënten.  
herintroduktie van soorten mbv. hoai

ruimtelijke verbreiding is vaak problematisch, zeker voor bosplanten: verbreidingslimitatie  
gebruik zaadbank van de voormalige, te herstellen vegetatie lijkt nog lang id bodem  
vnl moeilijk bij bossen en balkgraslanden want geen persistente zaadbank  
 $\rightarrow$  zaadbankasamenstelling bepalen

## 4.2 Aquatische milieus

F. Van de Meutter

Ondiepe meren  $> 5$  ha,  $< 3$  m diep, polymictisch, potentieel volledig met waterplanten bedekt  
ondiepe vijvers  $\approx$  meren maar  $< 1$  ha, minder windwerking/golfslag  
poelen vaak veel kleiner, onregelmatig uitdrogend, vaak geen vis!

In Vlaanderen: talrijke ondiepe vijvers van menselijke origine (turfpukken, opstouwen water, visvijvers, ...)  
natuurlijke meren zijn zeldzaam (bv. het Vinne, Virelles (waa))

talrijke poelen, overal in West Europa sterk afnemend

voorbij eeuw: sterke degradatie van ondiepe meren, vijvers en poelen

$\rightarrow$  eutrofiëring: meststoffen landbouw + verhoogde lading huishoudelijk afvalwater

### Alternatieve evenwichten in ondiepe meren

bv. Vijver Zwemlust (NL): vrij klein (1,5 ha), gelegen naast de rivier de Vecht

hypertroof, zeer troebel, algenbloei, zeer hoge visdensiteiten (vnl. brasem)

$\rightarrow$  willen ze een zwemvijver van maken  $\rightarrow$  wegvangen vis  $\rightarrow$  veel Daphnia  $\rightarrow$  helder water

na 2 jaar veel waterplanten  $\rightarrow$  veel poelstakken die 'zwimmersjeuk' veroorzaken

$\rightarrow$  parasiet (Trematode; platworm) Trichobilharzia ocellata: veel gastheren  $\rightarrow$  poelstak

zoekt gastheer thermotactisch, bij mens geraakt deze niet verder als huid

oplossing: vegetaties maaien  $\rightarrow$  waterplanten soorten spectrum verandert,

sneller afsterven planten  $\Rightarrow$  algenbloei helder plots over in troebel

sleutelrol nutriënten  $\rightarrow$  knikkeermodel: 2 waterhelderheids toestanden (helder-troebel)

vormen stabiele evenwichten die snel in elkaar kunnen overgaan.

omslagpunt verschilt tussen overgang helder  $\rightarrow$  troebel ( $1/[nutriënt]$ ) en troebel  $\rightarrow$  helder ( $1/[nutr.]$ )

want sterk verschillende levensgemeenschap

binnen bepaalde nutriëntenrange zijn andere factoren doorslaggevend!