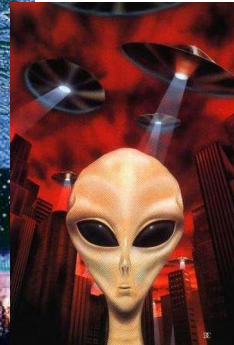
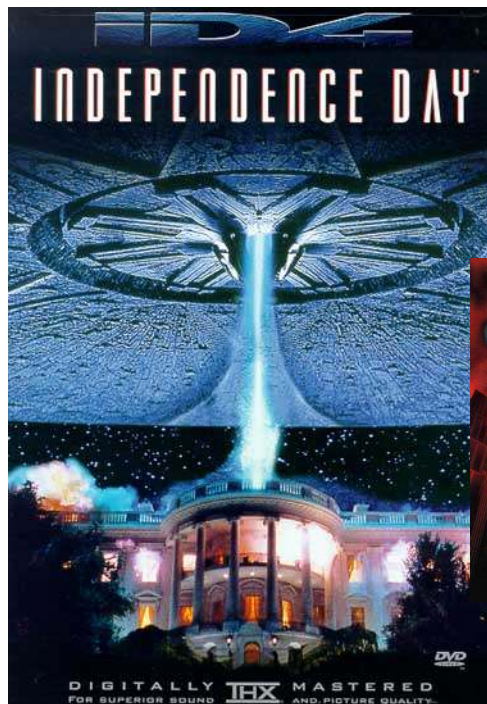
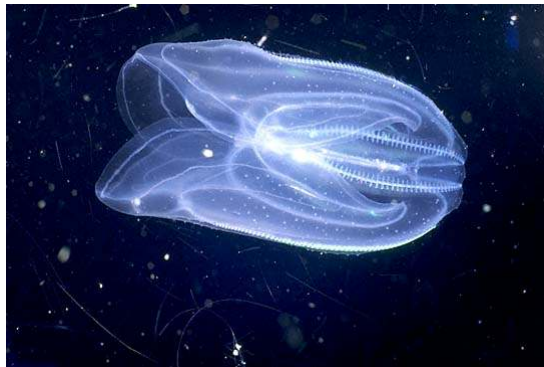
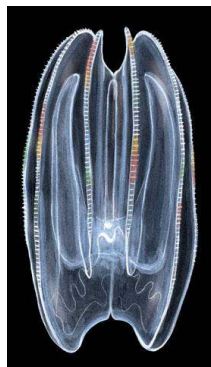


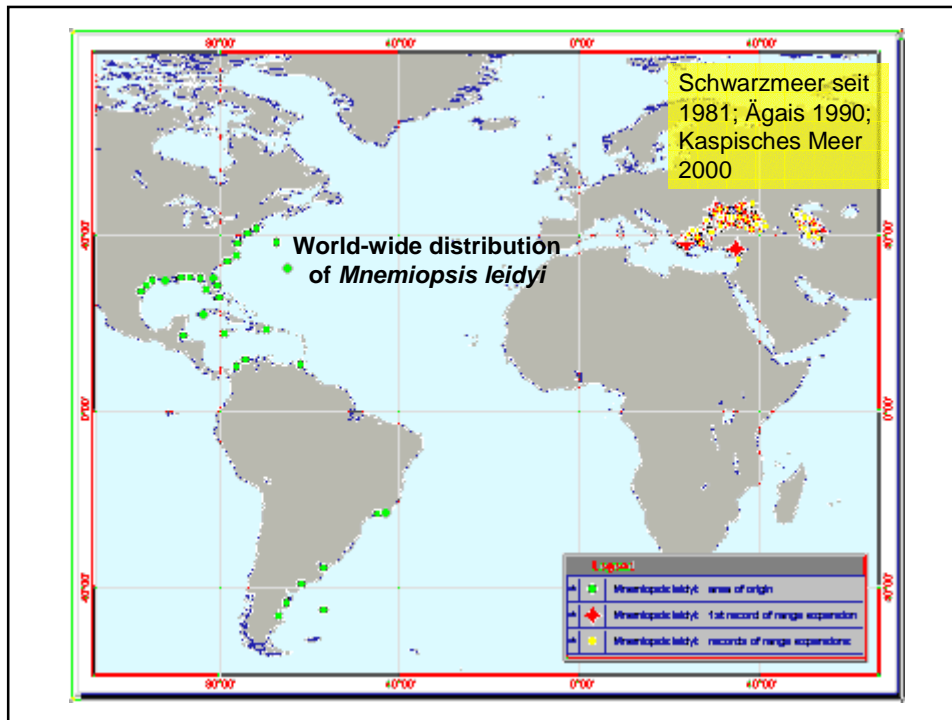
Invasionen



Spiegel online: *Fremde Quallen fressen sich durch Kieler Förde*



- Rippenqualle *Mnemiopsis leidyi* Mitte Oktober 2006 erstmals in Kieler Bucht (binnen einer Woche von 0 auf 30 Individuen pro qm Wasser – drastischer weiterer Anstieg)
- Ballastwasser von Schiffen
- ohne natürliche Feinde
- vertilgt nicht nur Fischeier und -larven, sondern auch Planktonbestände
- Verdrängt Nahrungskonkurrenten (früher begonnene Nahrungsaufnahme)



Schwarzmeer:

- Ohne natürliche Feinde explodierte die Population der Rippenqualle
 - Erst mit dem zusätzlichen Auftreten einer weiteren, auf *Mnemiopsis leidyi* als Beutetier spezialisierten Rippenqualle, *Beroe ovata*, im Jahre 1997 gelangte das Ökosystem wieder in eine Art Gleichgewicht;

Seitdem ist das Schwarze Meer mit zwei ortsfremden Arten besiedelt.



Zooplankton, Fischeier & Larven



Beroe ovata

Gebietsfremde Arten - Konkurrenzeffekte zum Zuschauen

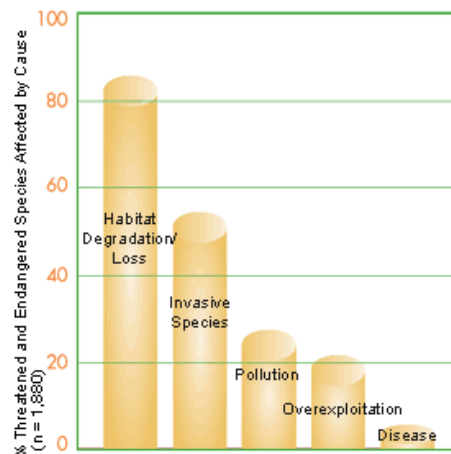
Definition:

Invasive gebietsfremde Arten: Arten, die absichtlich oder unabsichtlich in Gebiete außerhalb ihres natürlichen Lebensraums eingeführt werden und dort in der Lage sind, sich zu etablieren, einheimische Arten zu verdrängen und die neue Umgebung zu übernehmen. → **Ökologische Nische**

Neozoen (Tiere), Neophyten (Pflanzen), Neomyceten (Pilze) etc.
Allgemein spricht man von **Neobiota**.

- weltweit verbreitetes Phänomen
- alle Kategorien von Lebewesen und in allen Typen von Ökosystemen
- am häufigsten in terrestrischen Ökosystemen: Pflanzen, Säugetiere und Insekten.
- Bedrohung der biologischen Vielfalt durch invasive gebietsfremde Arten (nur noch von der Bedrohung durch Habitatverlust übertroffen)

Ursachen von Artensterben und Bedrohung



Häufigste **Ursache von Massenausbreitung**: Fehlende natürlicher Antagonisten, d.h. fehlender Konkurrenz- und Parasitendruck (freie Nische)



Folgen und Perspektiven:

- Natürlicher Lebensraum heimischer (autochthoner/indigener) Arten wird noch weiter eingeschränkt
- Struktur und Funktion von Ökosystemen können nachhaltig verändert werden (z.B. Monokulturen, Änderungen Nahrungsnetze, Stoffflüsse verändern sich etc.).

Heracleum mantegazzianum

**Ein
erstes
Beispiel**



**Aus Asien stammend – Herkulesstaude (bis zu 2m Höhe):
Saft ruiniert UV-Schutz der Haut
- Kontakt höchst ungesund.**

**Verdrängte die Einheimische, *Heracleum sphondylium*
(gleicher Effekt, aber in abgeschwächter Form).**

Rote Feuerameise (*Solenopsis invicta*)

- ursprünglich aus Südamerika
- seit etwa 1920 in den südlichen Staaten der USA
- rasche Verbreitung nach Einschleppung
- aggressives Verhalten gegen andere Ameisenarten und potentielle Angreifer (wie den Menschen)
- *Solenopsis invicta* = "Die unbesiegte Feuerameise".
- einer der häufigsten Allergieauslöser
- Texas: jährlich etwa 13 Prozent der Bevölkerung Opfer von Ameisenattacken
- Kombination der Kiefer und ihres Giftstachels am Hinterleib: beißt erst in die Haut und spritzt in die entstandene Wunde ihr Gift ein.
- Mehrere dieser Angriffe erfolgen in kurzen Abständen voneinander.

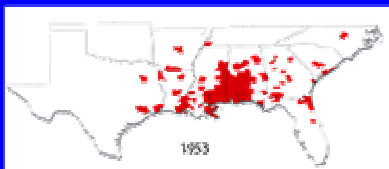


Fire ants in N. America

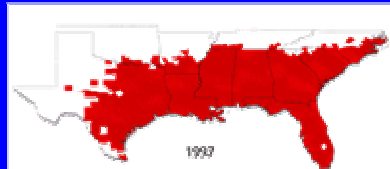


Ausbreitung der Feuerameisen in Nordamerika

Fire ants in N. America



Fire ants in N. America



- Staaten der Ameisen können sich zu großen Megastaaten zusammenschliessen.
- Einzelne Bauten stehen in ständigem Kontakt und agieren gemeinsam.
- Kommunikation verläuft über Pheromone und Geräusche (Reiben oder Klopfen der Beine)
- Texas: Preisgeld von 1.000 Dollar auf die Vernichtung des größten Staates der Feuerameisen ausgeschrieben
- Australien: erste Kolonie der Roten Feuerameise 1939 in einem Vorort von Melbourne entdeckt.
- 2004 hatte sie sich über den gesamten Großraum Melbourne ausgedehnt und war die vermutlich größte Ameisenkolonie weltweit: ihr Durchmesser wurde auf 100 Kilometer geschätzt.

Kennen Sie gebietsfremde Arten, z.B. in Deutschland?

Welche Eigenschaften müsste eine erfolgreiche invasive Art haben?

Ambrosia artemisiifolia L., Beifußblättrige Ambrosie



einjährige Pflanze, meist zwischen 0,20 m und 1,50 (max. 1,80) m groß

in Nordamerika einheimisch

kommt derzeit überwiegend in stark vom Menschen geprägten Lebensräumen wie z.B. an Straßenrändern vor

Ackerunkraut (Ruderalart)

Bis zu einer Milliarde Pollen je Pflanze

Windbestäubung

1000-5000 Samen pro Pflanze

Mehrere Jahrzehnte keimfähig

Ambrosia-Pollen sind stark allergen

Impatiens glandulifera Royle, Drüsiges Springkraut



50-200 cm

Himalaya

Einjährige Pflanze

Blüten sind reich an stark zuckerhaltigem Nektar und sind deshalb sehr attraktiv für Insekten => Bienentrachtpflanze

Insektenbestäubt

Gartenpflanze

auffällige Dominanzbestände, vor allem an Gewässern (konkurrenzstark?!)

Nur ca. 9 Samen pro Frucht, aber alle keimfähig

Kurzreichweitige ‚Schleuder-Ausbreitung‘ (-> *Rühr mich nicht an*)

Lysichiton americanus, Stinktierkohl, Amerikanischer



große Sumpfstaue, bis zu 1,5 m lange Blätter

Bis zu 80 Jahre alt

Konkurrenzstark, aber langsam wachsend

schattenverträglich

Je Kolben 300 - 650 Samen

Insektenbestäubt (Geruch!)

wird in Europa im Gartenhandel zum Verkauf

bildet dominante Bestände in Sumpf-Naturschutzflächen

Robinia pseudoacacia L., Robinie



bis 38 m hoher Baum (Pionierbaumart)

Hoher Samenansatz

windverbreitet

ursprüngliche Heimat der Robinie in Nordamerika sind die Appalachen

kann schon im Alter von 6 Jahren Samen produzieren, die mit dem Wind ausgebreitet werden

Das Eindringen der Robinie kann schnelle und weitreichende Vegetationsveränderungen auslösen:

-einerseits durch das Aufwachsen in zuvor gehölzfreien Biotopen.

- andererseits wird der Standort aufgedüngt durch die symbiotische Stickstoffbindung der Robinie => Magerkeitszeiger werden durch stickstoffliebende Arten ersetzt.

Ausgewählte Eigenschaften von in Mitteleuropa häufigen invasiven Pflanzenarten

Eigenchaften	Importieren gleichzeitiges	Importieren passiv	Neozoen (Kolonisator- arten) (Einfuhrarten)	Stichtag ausgewählte S. gigantea	Neozoen spezies Kolonisator- arten	Aktivem Management (Biosphärenpark)
Vegetative Fortpflanzung	-	-	-	+	+	-
Sexuelle Fortpflanzung	+	+	+	+	+	
Brüche Stängelstängel Angriffe						
Jungl. Licht	+	+	+	-	+	+
Jungl. Feuchte	-	+	+	+	+	+
Stellen Kolonisator- arten	+	-	+	+	+	+

¹ Samenproduktionsrate sehr hoch, ² E. canadensis bevorzugt trockene Böden,

³ Hohe Samenproduktion

Gesler Hager, T., Baskin, L. (2001): Wie rasch Arten „reisen“? In: Biologischer Anzeiger der Deutschen Gesellschaft für Ökologie 124 (Sonderheft), die Ökologie und die Invasivität S. 99-120

Gebietsfremde (Neozoen) und invasive Tierarten

➤ **Nicht-einheimische Tiere, Neozoen:** Tierarten, die seit Beginn der Neuzeit (1492) beabsichtigt oder unabsichtlich unter direkter oder indirekter Mitwirkung des Menschen in ein ihnen zuvor nicht zugängliches Faunengebiet gelangt sind und dort neue Populationen aufgebaut haben.

➤ **Abgrenzung:** (i) vom Menschen schon mit der Einführung des Ackerbaues im Neolithicum verbreiteten bzw. verschleppten Organismen (Archäozoen:); (ii) natürliche Arealveränderungen von Organismen.

Begriffe Neozoen, Neophyten (zusammen **Neobiota**) sollen die übliche, negativ wertende Terminologie entschärfen (vgl. Invasoren, Eindringlinge, Fremdlinge / invaders, intruders, exotics, aliens).

z. B. aus Pelztierfarmen entlaufene **Nordamerikanische Waschbären, fernöstliche Marderhunde oder auch Minks:** als nacht- und dämmerungsaktive Räuber Bedrohung für die Kleintierwelt und Konkurrenten für heimische Räuber.

Anderes Beispiel: **eingebürgerten Großsittiche im Wiesbadener oder Köln-Bonner Raum**

Halsbandsittich



Aktuelles Beispiel: Kastanienminier-Motte (*Cameraria ohridella*), stammt aus Südost-Europa – evtl. ‚per Anhalter‘ auf Autos.

Generelle Vorstellungen über erfolgreiche Tierarten – treffen aber nur manchmal zu:

Erfolgreiche Invasoren (Neozoen)	Nicht erfolgreiche Eindringlinge
1 großes natürliches Verbreitungsgebiet	kleines natürliches Verbreitungsgebiet
2 häufiges Tier im Verbreitungsgebiet	seltener im natürlichen Verbreitungsgebiet
3 nicht sesshaft	sesshaft
4 polyphag	mono- oder oligophag
5 kurze Generationsdauer (r-Strategie)	lange Generationsdauer (k-Strategie)
6 hohe genetische Variabilität	geringe genetische Variabilität
7 Kolonienbildner	Einzeltier
8 befruchtetes Weibchen kann eine Neubesiedlung durchführen oder parthenogenetische Vermehrung	Befruchtetes Weibchen kann alleine keine Neubesiedlung schaffen
9 größer als die meisten verwandten Arten	kleiner als die meisten verwandten Arten
10 an den Menschen gebunden	nicht an den Menschen gebunden
11 kann in einem weiten physikalischen Bereich existieren	kann nur in einem engen physikalischen Bereich existieren

In Deutschland: ca. 1400 nicht-einheimische Tierarten (gegenüber etwa 65.000 Autochthonen). Etwa 300 Arten stabile und umfangreiche Freilandpopulationen

Mitteleuropa: rund 1500 neue Tierarten in den vergangenen Jahren
Pflanzen: ca. 12.000 Neulinge

Aber: Mitteleuropa für Neophyten und Neozoen schwierig - die Arten dieser Region schon immer scharfer Konkurrenz ausgesetzt – kaum freie Nischen

Gegenteil: isolierte Inseln (z.B. Hawaii)

Amerika: 17 000 einheimischen Pflanzenarten stehen 5000 invasive Arten gegenüber



Australien

Miconia (Miconia calvescens)

Als Zierpflanze aus Mittel- und Südamerika

Mehrere Millionen Samen pro Jahr, Ausbreitung durch Schweine, Ratten, Vögel, Menschen; Samen überleben mehr als 8 Jahre – verdrängt heimische Baumarten (Tahiti: > 60% !!!)



Fountain Grass (Pennisetum setaceum)

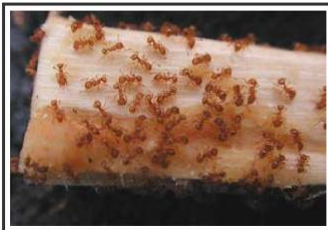
Als Zierpflanze aus Afrika

Viele windausgebreitete Samen; Samen überleben mehr als 7 Jahre, Pflanze feueradaptiert – verdrängt heimische Gräser und ändert Feuerregime, s. später



Coqui Frog (*Eleutherodactylus coqui*)
Kleiner Frosch aus Puerto Rica,
versehentlich eingeführt

Ausbreitung in Pflanzenmaterial –
gefährdet heimische Insekten und
Spinnen; Lärmbelästigung



Little Fire Ant (*Wasmannia auropunctata*)
Kleine Ameisenart aus Mittel- und
Südamerika

Ausbreitung in Pflanzenmaterial, insbes.
Zierpflanzen – gefährdet heimische Insekten,
schmerzhafte Bisse; ‚Hausinvasionen‘

Ähnliche Problematik in Hawaii:

Fremde Baumarten erobern hawaiianischen
monospezifischen Regenwald (*Metrosideros
ploymorpha*) und ändern dessen gesamte Dynamik
(z.B. *Miconia*, s. vorher)

...

Eingeführte Schlangen und Ratten dezimieren
bodenbrütende Vogelarten

....



„Alien busters“ – bekämpfen invasive Arten



.... und in Deutschland?

**Santpappel (*Abutilon theophrasti*), ein neues Unkraut in
Zuckerrüben und Mais**



Abutilon theophrasti



Büffelzikade *Stictocephala bubalus*



Verstärkte Ausbreitung dieser Zikade von Süden nach Norden

polyphages Tier

Ernährung von verholzenden aber auch krautigen Pflanzen

Schadwirkung durch Eiablage und zum Teil Saugtätigkeit

Neue Ameisenarten in Deutschland

***Paratrechina longicornis*; Formicinae**



Paratrechina longicornis (Formicinae) „Crazy Ant“
Tapinoma melanocephalum (Dolichoderinae)

- Polygyne Arten, bis zu 40 Königinnen
- können ihre Nester überall bauen
- sind Allesfresser (lebende und tote Insekten, Samen, Früchte, Pflanzensäfte, Vorräte im Haushalt usw.)
- bevorzugen Honigtau, deren Erzeuger (egal aus welcher Insektenordnung) sehr aggressiv vor Feinden geschützt werden.
- Vorkommen: Botanische - und Zoologische Gärten
- Verbreitung über Pflanzeneinfuhren

Neue Ameisenarten in Australien

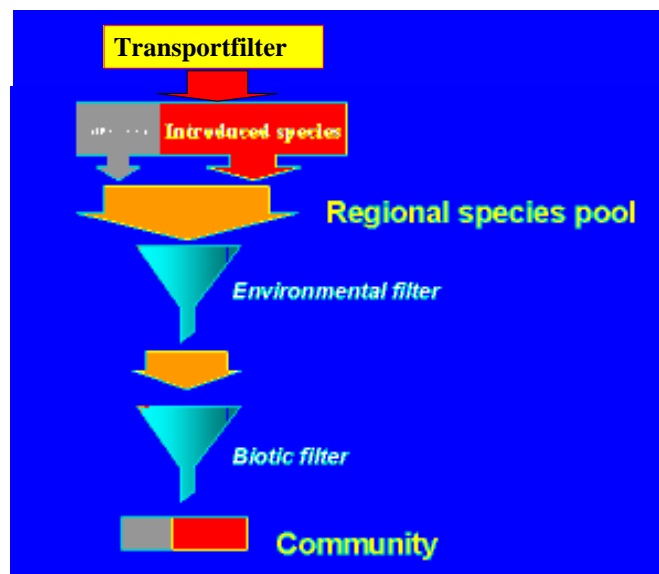
Paratrechina longicornis; Formicinae
Auswirkungen eines Ameisen-Befalls



links: Absterben der Vegetation infolge ‚Schutz‘ der Honigtauerzeuger (Cocciden); rechts: frei von Ameisen-Befall

Phasen der Einwanderung

Abiotische und biotische ‚Filter‘



Phasen der Einbringung von neuen Arten:

1. Herkunftsgebiet und Ausgangspopulation

2. Infektionsphase (vom Menschen determiniert):

Der Weg der **Gründerpopulation**

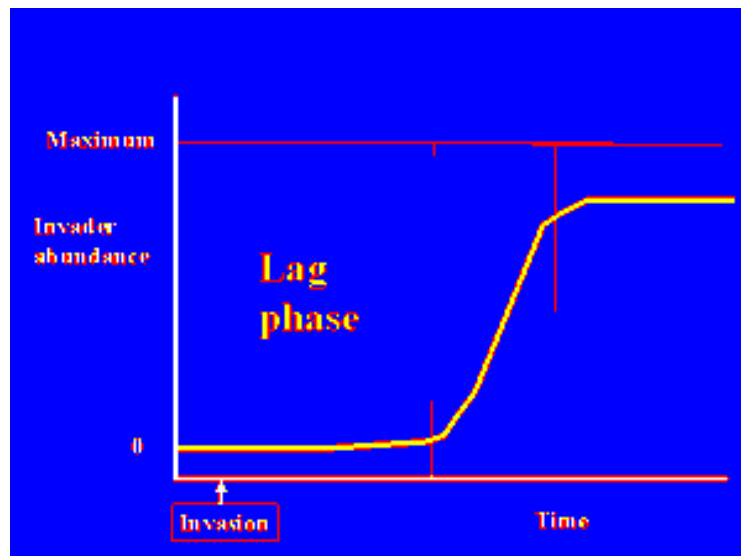
- Auswahl des Infektionsmaterials
- Zeiten des Infektionsvorgangs
- Anzahl und Beschaffenheit (Stadien, Geschlecht) der Individuen
- Eignung des Transportmittels
- Weg zum Zielgebiet (Entfernung und Dauer)
- Ausbringung im Zielgebiet (Habitat, Jahreszeit, Gruppierung)
- Etablierung (Scheitern, Erfolg)

3. Ausbreitungsphase im Zielgebiet (vom neuen Ökosystem determiniert):

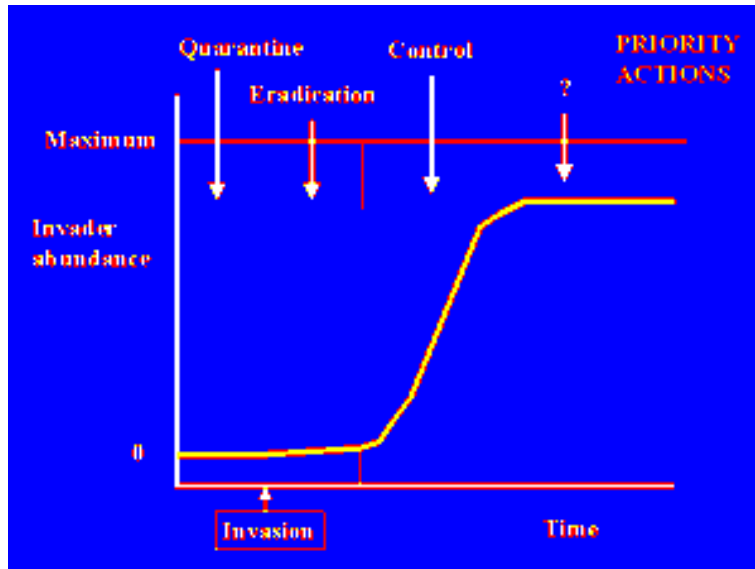
Die **Neopopulation**

- Etappe der Latenz (erste Vermehrung, ggf. genetische Selektion)
- Eigenausbreitung und Etablierung unter ökologischer Anpassung
- Phase des expandierenden Areal, "unreife" Arealstadien
- Phase des gereiften Areal: der potentiell erreichbare Siedlungsraum ist besiedelt
- Langfristig Chance für Bildung neuer Taxa

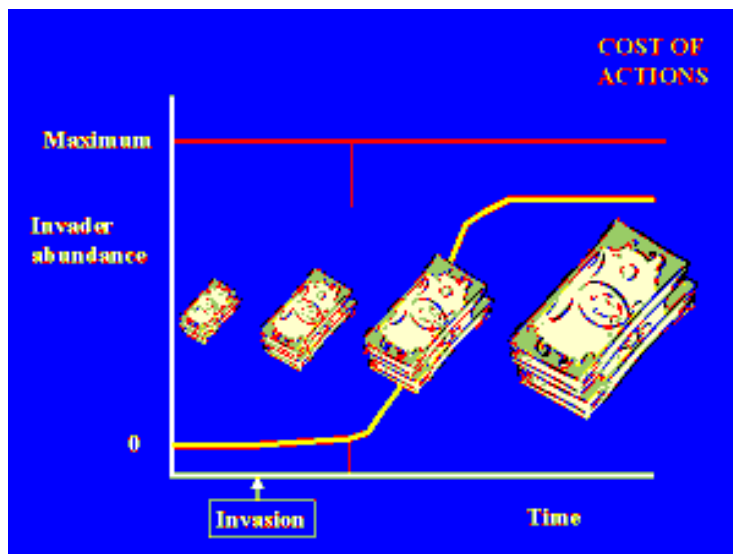
Typischer Invasionsverlauf



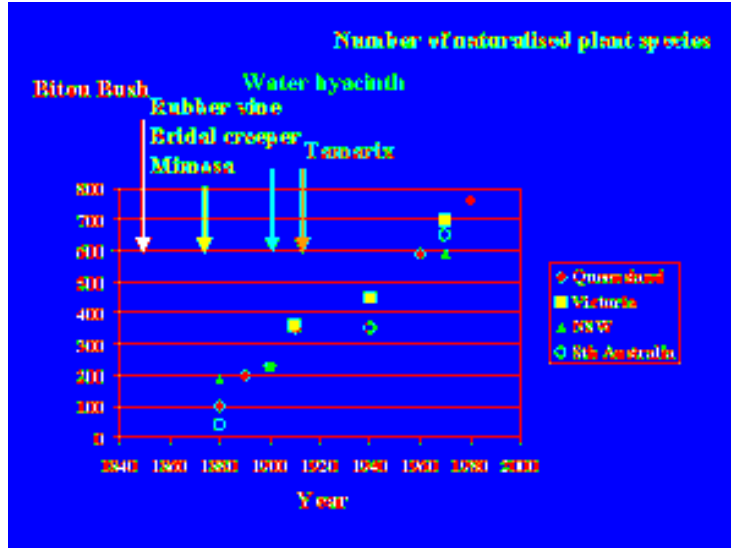
Möglichkeiten der Bekämpfung



Kosten der Bekämpfung

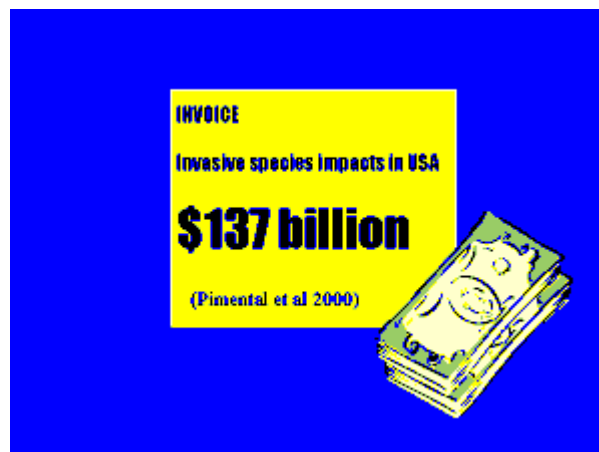


Zahl von erfolgreichen Invasoren in Australien



Vermutlich sind sehr viele invasive Arten noch in der ‚lag-phase‘ – schlummernde Gefahr!!

Ökonomischen Aspekte



Ökonomische Aspekte:

- Invasive gebietsfremde Arten: können beträchtliche und unwiderrufliche ökologische und sozioökonomische Veränderungen hervorrufen
 - genetische Ebene
 - Ebene von Artvorkommen
 - Ebene von Ökosystemen
- Direkte Kosten: Vorsorge, Bekämpfung und Schadensminderung + indirekte Kosten, die auf ihre Auswirkungen auf ökologische Dienstleistungen zurückzuführen sind.
- Zunahme durch wachsende Globalisierung der Märkte und durch Anstieg des weltweiten Handels sowie des Fernreiseverkehrs

Beispiele:



philippinische Reisbauern haben durch die invasive Gelbe Apfelschnecke (*Pomacea canaliculata*) Ernteverluste im Wert von fast einer Milliarde US-Dollar erlitten.

Gebietsfremde Unkräuter in Gewässern (z.B. Wasserhyazinthe (*Eichhornia crassipes*) und der Wassersalat (*Pistia spp.*)) weltweites Problem: in **afrikanischen** Ländern jährlich 60 Millionen US-Dollar für Bekämpfung

Gesundheit:



Asiatisches Tigermoskito (*Aedes albopictus*) (Dengue-Fieber!) - nach Afrika und Amerika eingeschleppt; Australien bedroht!

lebensgefährliche Stämme von *Escherichia coli*-Bakterien durch Fleischexporte verbreitet

Beispiel Zebramuschel



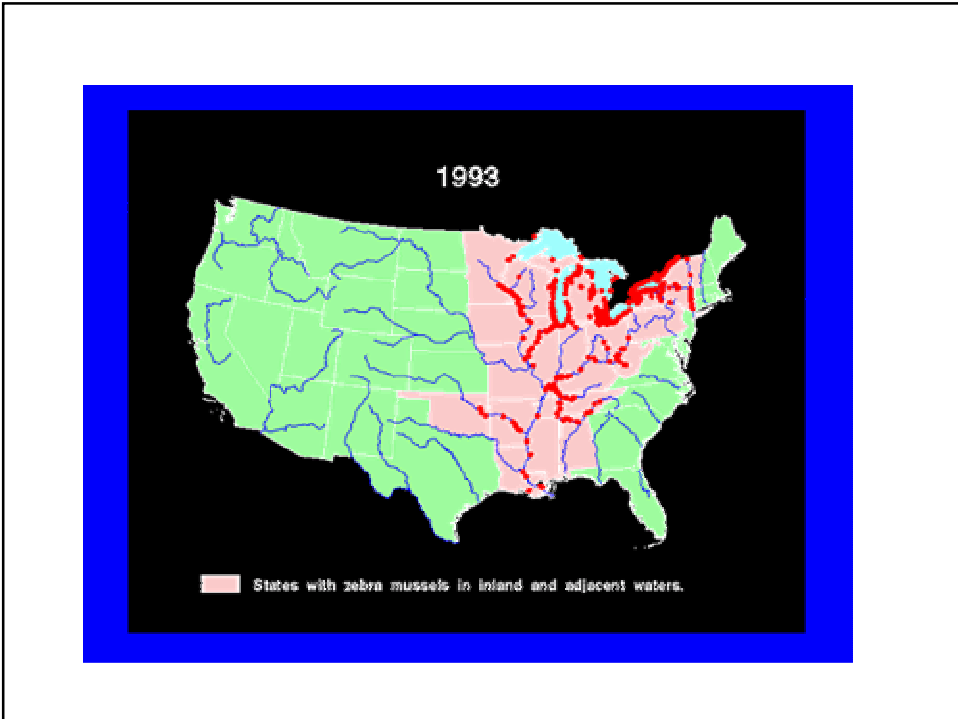
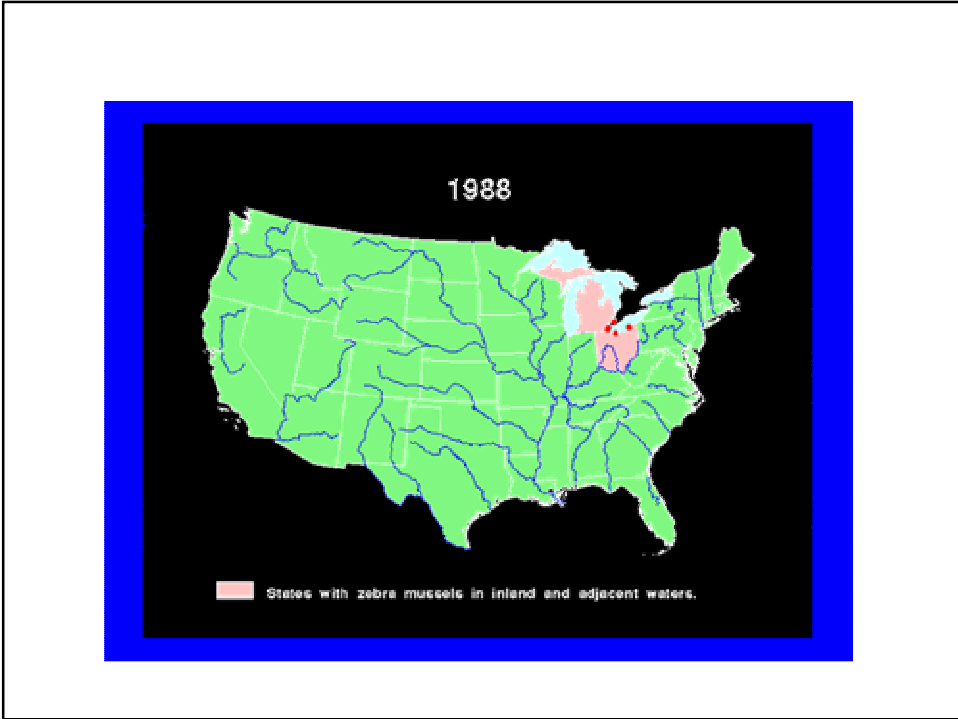
Zebra Mussel

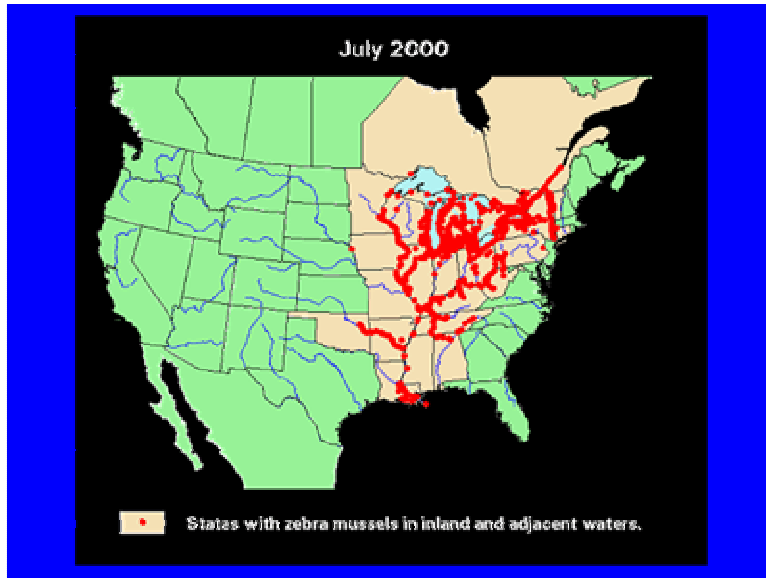
3 Milliarden Dollar Kosten, welche die **Europäische Zebromuschel** Jahr für Jahr in USA verursacht.

-über das Ballastwasser von Überseeschiffen eingeschleppte Art erobert zurzeit alle erreichbaren Gewässer der Vereinigten Staaten.

- mit Dichten von bis zu 700 000 Individuen pro Quadratmeter verstopfen diese Muscheln, in Abwesenheit ihrer natürlichen Feinde, Wasserleitungen und überwuchern einheimische Lebensgemeinschaften.







Amerika:

Besonders verheerend: mit Saatgut eingeschleppte **europäische Ackerunkräuter**

- wesentlich aggressiver als einheimische Unkräuter
- 73 Prozent der Ackerbegleitflora stammt ursprünglich nicht aus Amerika
- Schätzungen: Unkräuter bewirken Ernteaufälle von 12 Prozent; 26 Milliarden Dollar Kosten durch invasive Kräuter. Hinzu kommen 3 Milliarden Dollar für Herbizide.

Beispiele aus natürlichen Ökosysteme:

Aus Europa als Zierpflanze eingeführt: Blutweiderich (*Lythrum salicaria*)
 Innerhalb kürzester Zeit mit Ausbreitungsrate von 115 000 Hektaren pro Jahr den ganzen Kontinent erobert.
 Viele Feuchtgebiete fast vollständig vom Blutweiderich dominiert.
 Bekämpfung dieser Art kostet den Staat jährlich 45 Millionen Dollar.



purplepages  

HOME GET STARTED WHAT'S NEW THE PROJECT FAQ



Table of contents

Learn about our purple loosestrife control goals and methods

Find out how you can become part of the solution

Check out our lesson plans and [download materials](#)

Rearing & releasing beetles, other types of control, project timelines & details

The Purple Loosestrife Project at Michigan State University Room 334 Lansing, MI 48824

Welcome to the Purple Pages!
 This is the homepage of the Purple Loosestrife Project at Michigan State University. Learn more about our biological control project, which engages Michigan citizens and young adults in the control of purple loosestrife using the plant's natural enemies.
 Want to [get started](#)? Go to the [F.A.Q.](#) page - [Frequently Asked Questions](#) or check the [Michigan](#) and [N. American](#) contact lists to connect with another volunteer or resource professional.
 Want to receive an update, and learn how to rear and release beetles in your area? [Contact a Michigan Cooperative Biological Control \(CBC\) Network member nearby!](#) or see the [list of professionals](#).

The Purple Loosestrife Project at Michigan State University Room 334
 Natural Resources East Lansing, MI 48824

A Beautiful Killer



Invasive Arten können abiotische Prozesse verändern! Beispiel:

- *Andropogon gayanus* (Gambgras) wurde als Grünfutter 1931 nach Nordaustralien eingeführt
- mehrjähriges Gras aus Afrika
- wird bis 4m hoch, heimische Arten nur rund einen Meter
- Untersuchung inwieweit das natürliche Feuerregime verändert wird
- 2 Untersuchungseinheiten (mit Gambgras, einmal ohne Gambgras) Hauptvegetation beider Standorte: Grassavannen gleicher Struktur

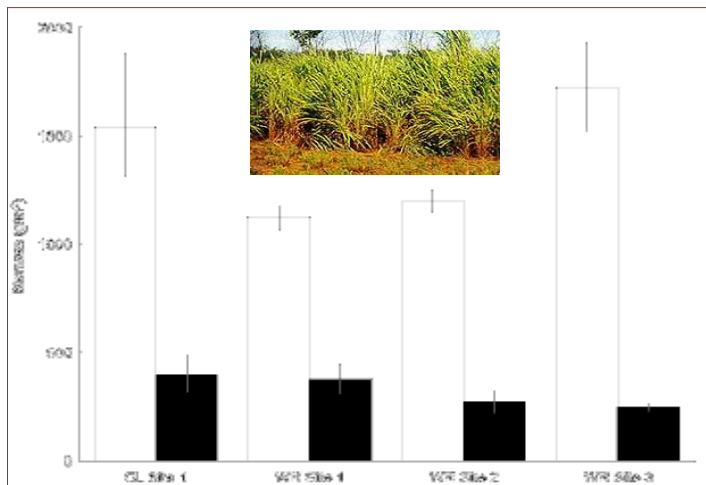


Charakteristik natürlicher Feuer

- frühe Feuer im Mai und Juni können vorkommen, Brennstoffe sind noch feucht und führen zu patchy Bränden mit einer geringen Intensität (2000 kW/m)
- mit fortschreitender Trockenzeit werfen die Bäume ihre Blätter ab, die Brennstoffmenge nimmt zu und es kommt zu Intensitäten bis 8000 kW/m



Biomassenentwicklung auf einem m²



schwarz:
einheimische
Gräser

hell: dominiert
vom
eingeführtem
Andropogon
gayanus

Biomasse des Gambagrases erreicht ein Vielfaches der Biomasse einheimischer Gräser

Ergebnisse

Table 1 Summary of (a) weather characteristics, and (b) fire behaviour of experimental fires at Wilkeson Reserve and Kapiga Research Station. Rows are mean values (\pm SD). The Kapiga data are based on five years of fire monitoring. Detailed results are presented in Williams *et al.* (1998)

	Wilkeson Reserve mit Gambagrass		Kapiga	
	Site 1-Fire	Site 2-Fire	Fire	Late
(a) Weather Characteristics				
Temperature ($^{\circ}$ C)	30.1	29.6	30.3	30.1
Relative Humidity (%)	36	34	34	34
Wind Speed ($m\ s^{-1}$)	1	0.4	2	3
Wind Direction	90	311	90	180
(b) Fire Behaviour				
Peak ($h\ hr^{-1}$)	4.4 (0.6)	10.2 (1)	3.2 (0.4)	8.8 (0.4)
Peak Moisture (% DMW)	66.4 (1.2)	43.5 (1.2)	19.5 (2.2)	11.1 (0.9)
Rate of Spread ($m\ s^{-1}$)	N/A	0.22 (0.03)	0.37 (0.1)	0.76 (0.1)
Fire Intensity ($kW\ m^{-2}$)	N/A	15700 (10700)	2100 (250)	2700 (250)
Char Height (m)	5.2 (0.3)	9.9 (0.6)	1.3	2.8
Scorch Height (m)	21 (0.7)	35 (0.5)	11	20

**Trotz der hohen Feuchtegehalte ist die Ausbreitung in der frühen Trockenzeit mit Gambagrass doppelt so schnell wie ohne
8x höhere Feuerintensität, Verkohlungshöhe mit Maximalwert von 15m, im Schnitt aber 5,2 bzw. 9,9 m**



Konsequenzen

- Brennstoffmenge in „befallenem“ Unterwuchs im Durchschnitt 4x höher und kann zu mehr als einem Feuerereignis im Jahr führen
- Gambagrass blüht später als einheimische Gräser und bleibt bis in die späte Trockenzeit in dichten Beständen stehen
- Feuer können in der frühen Trockenzeit 8 x stärkere Intensitäten erreichen
- Landbesitzer müssen invasierte Landstriche mehrmals im Jahr niederbrennen um die Gefahr eines Großereignisses zu verhindern
- trotz geringer Windgeschwindigkeiten sind große Flächen betroffen
- Änderung der Vegetationsstruktur und Gemeinschaften, Rückgang von Habitaten (hohe Baumsterberaten) und damit einhergehend der Artenvielfalt

Fazit

- Invasive Arten sind ein großes und zunehmendes ökologische und ökonomisches Problem
- Direkte Verdrängungs- und Vernichtungseffekte anderer Arten + Veränderung ökosystemarer Prozesse
- Vorhersagen, welche Arten potentiell invasiv werden, sind schwierig aber zunehmend wichtig
- Entscheidende Mechanismen in den verschiedenen Stadien sind noch in Erforschung (spannende Forschungs- Bachelor- und Masterarbeitsthemen!)

Sukzession (Pflanzen)

Definition

Phasen

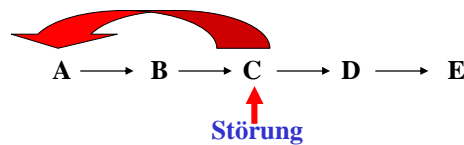
Prozesse



Sukzession (Pflanzen) - Definition

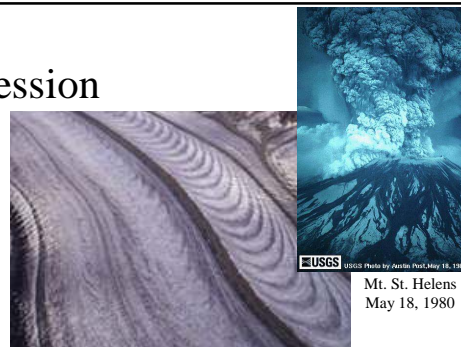
- Gerichteter Prozess, bei dem eine (Pflanzen-)Gemeinschaft schrittweise eine andere ablöst
 - Als Resultat einer intrinsischen (=inhärenten) Entwicklung im Ökosystem ('natürliche' Abfolge)
 - Oder durch Störungen wie Wind, Feuer, Vulkanaktivitäten, massiver Schädlingsbefall, Krankheiten oder Landnutzung
- In einer spezifischen Umwelt gibt es eine charakteristische Abfolge biotischer Gemeinschaften, die sich in der Zeit nach einer Störung sukzessive ersetzen.

- Häufige Annahmen bei Sukzessionen:
 - Keine tiefgreifenden Veränderung im regionalen Klima
 - Keine Katastrophen
 - Lange Zeiträume (u.U. hunderte von Jahren)
- Einige Stadien der charakteristischen Abfolge können auch ausgelassen werden
- **Störungen** führen die biotische Gemeinschaft zu einem anderen, meist früheren, Sukzessionsstadium.



Typen der Sukzession

- Primärsukzession
 - Ausgelöst durch massive Störungen, die Substrat freilegen und Pflanzenwachstum zunächst verhindern
 - Beispiele: Gletscherrückzug; Vulkanaschendeposition
- Sekundärsukzession
 - Etablierte Pflanzengemeinschaft wurde zerstört aber ohne nennenswerte Bodenstörung
 - Beispiel: Waldsukzession nach Feuer – Pionierwald re-etabliert sich und wird schliesslich durch Klimaxwald ersetzt

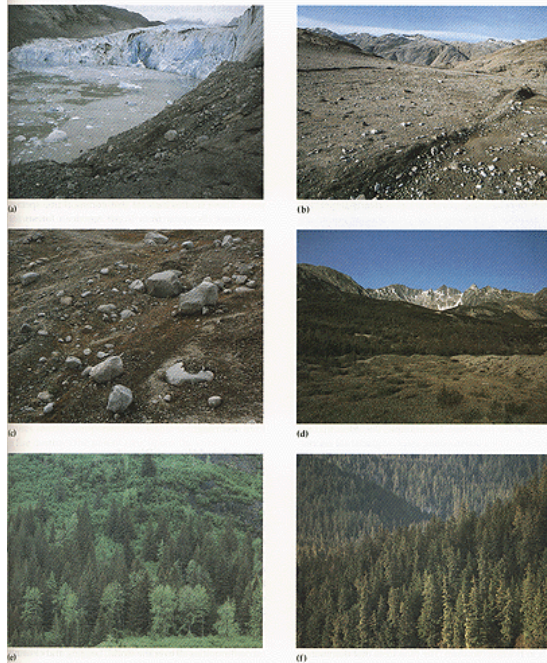


Gilkey Glacier, Alaska

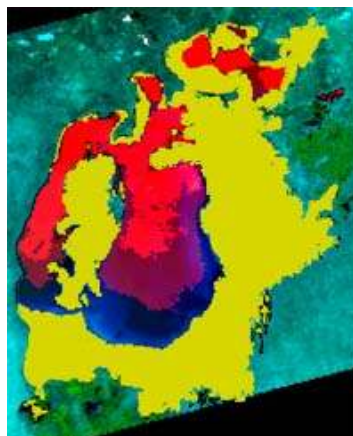


wildfire
from www.us.gov

Primärsukzession nach Gletscherrückzug (Alaska)



Weiteres Beispiel einer Primärsukzession



Austrocknung des Aralsees 1960 - 1999

Sekundär-Sukzessionsstudie auf Brache in New Jersey



Jahr 1 – Dominanz von Annuellen



Jahr 5 – Goldrute dominiert



Jahr 10 – Goldrute, Astern, ...
Nadelgehölze treten auf



Jahr 20 – Laubgehölze
treten auf



Jahr 28 – Laubwald
(Ahorn)

Photos from
www.ecostudies.org

Beispiel Sekundärsukzession Brache Lappland



Abbildung 3: Brachfeld 1 Jahr alt



Abbildung 4: Brachfeld 7 Jahre alt



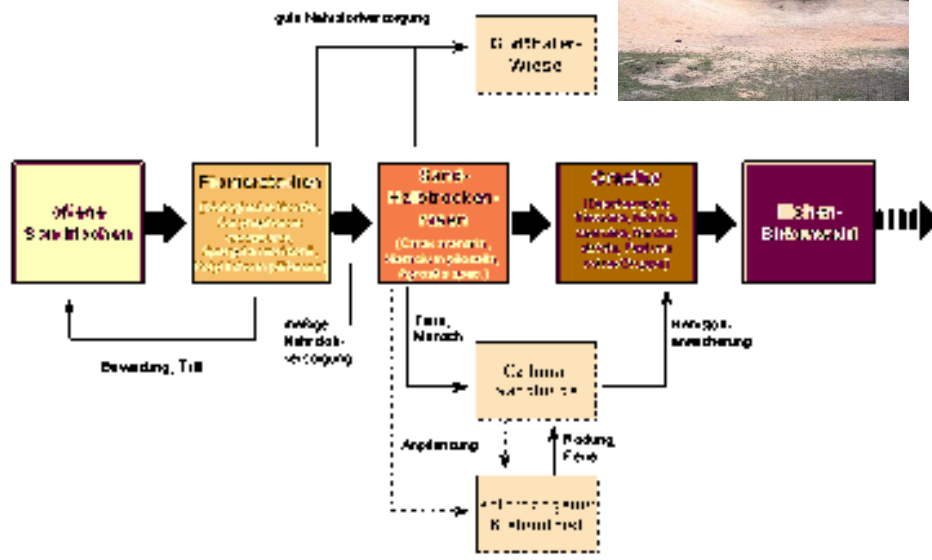
Abbildung 5: Brachfeld 17 Jahre alt



Abbildung 6: Brachfeld 35 Jahre alt

Nicht nur Änderung des Artenspektrums: (i) Zunahme der Artendiversität, (ii) zunehmende Vernässung, (iii) Nährstoffverarmung, (iv) Versauerung

Sukzession auf Binnendünen:



Stadien der Sukzession

- (Pionierstadium)
- Übergangsstadien
- Klimaxstadium



Ehemaliger Truppenübungsplatz,
Brandenburg

Übergangsstadium

- Übergangsgemeinschaften (Serale Gemeinschaften): Die verschiedenen 'temporären' Gemeinschaften in der Sukzession
- Serale Arten: - Arten, die schliesslich ersetzt werden
 - Beispiel Wald: Annuelle Pflanzen, Sträucher, schattenintolerante Bäume



Straucharten auf Mt. St. Helens
photo by John Donohue - 1995 or 1996

Klimaxstadium

- **Klimax gemeinschaft:** Das “letzte” Stadium der Sukzession – besteht aus Pflanzen, die sich erfolgreich unter den von ihr selber verursachten Bedingungen (z.B. im eigenen Schatten) reproduzieren können
- **Klimaxarten:** Arten, die Standorte unter Klimaxbedingungen besiedeln
 - Meist tolerante Baumarten (je nach abiotischen Standortbedingungen – ‘potentiell natürliche Vegetation’)

In Realität meist auch nur temporär aufgrund von Störungen!

Höchste Artenzahl meist bei mittleren Sukzessionsstadien:

- Pionierarten, serale Arten sind NOCH da,
- Klimaxarten sind SCHON da

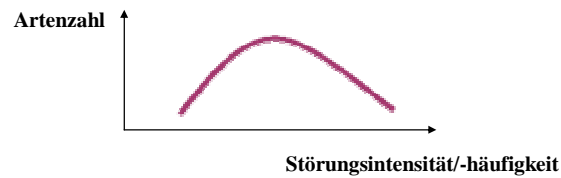
Sukzession und Störungen:

Störung: .. "any relatively discrete event in space and time that disrupts ecosystem, community, or population structure and changes resources, substrate, or the physical environment" (White and Pickett 1985).

→ Intermediate Disturbance Hypothesis:

Hypothese: Artenzahl ist bei mittlerer Störungsintensität und -häufigkeit am höchsten

- Störungen verhindern Klimaxgemeinschaft
- Koexistenz von seralen und Klimaxarten möglich



Warum ersetzen einige Arten andere Arten im Verlauf der Sukzession?- Relevante Prozesse



Prozesse im Verlauf der Sukzession

➤ **Konkurrenz (negative Beeinflussung)**

(z.B. um Nährstoffe, Licht, Raum,...)

➤ **‚facilitation‘ (positive Beeinflussung)**

(z.B. Flechten und Moose fördern Bodenbildung,
Leguminosen fixieren Stickstoff, Schutz vor negativen
Umwelteinflüssen wie Wind, indirekter Fraßschutz, ...)

➤ **‚Inhibition‘ (‘Verhinderung‘)**

(z.B. reduzierte Lichtverhältnisse, Allelopathie, ...)

➤ **Zufallsprozesse**

(z.B. Zeitpunkt des Erscheinens kann Ablauf der
Sukzession bestimmen (priority effect))