

Konkurrenz der Arten

Ausbreitung der Weymouts-Kiefer

„Alle Organismen sind vollbeschäftigt als Problemlöser. Ihr erstes Problem ist, zu überleben.“
Karl R. Popper, Philosoph, Auf der Suche nach einer besseren Welt, Piper 1987, 23

Inhalt

1	Einleitung/Theorie.....	1
2	Aufgabenstellung	2
2.1	Beobachtungen/Messungen.....	2
2.2	Folgerungen.....	3
3	Simulation (Typ 9)	3
3.1	Annahmen	3
3.2	Simulationsdiagramm.....	4
3.3	Zeitdiagramm	4
3.4	Gleichungen	4
4	Vergleich von experimentellen Daten mit der Simulation.....	5
5	Interpretation	5
6	Literatur.....	6

1 Einleitung/Theorie

Zwischen verschiedenen Baumarten herrscht ein Konkurrenzkampf um Boden, Licht, Wasser und Nährstoffe. Es ist schwer vorherzusehen, wie sich so eine Konkurrenzsituation entwickeln wird, ist doch auch das Klima ein wichtiger Parameter. Umso interessanter ist es, wenn Daten über lange Zeiträume vorliegen, welche eine solche Entwicklung zeigen.

Eine Gruppe um Thomas Strohlgren vom Midcontinental Ecological Science Center in Fort Collins (Colorado) hat gezeigt, dass gerade artenreiche Ökosysteme – insbesondere die Zentren der Artenvielfalt – von Invasionen exotischer Pflanzen besonders stark bedroht sind.

Für natürliche Ökosysteme erweist sich der aus Europa als Zierpflanze eingeführte Blutweiderich oder die Grosse Goldrute als besonders verheerend. Innerhalb kürzester Zeit hat der violett blühende Blutweiderich mit einer Ausbreitungsrate von 115 000 Hektaren pro Jahr den ganzen Kontinent erobert. Viele Feuchtgebiete werden heute fast vollständig vom Blutweiderich dominiert¹. Seit rund 20 Jahren wird die Grosse Goldrute daher als äusserst aggressives Unkraut eingeschätzt (andere Pflanzen siehe²).



Abbildung 1: Strobe oder Weymouths-Kiefer (Pinus strobus)

2 Aufgabenstellung

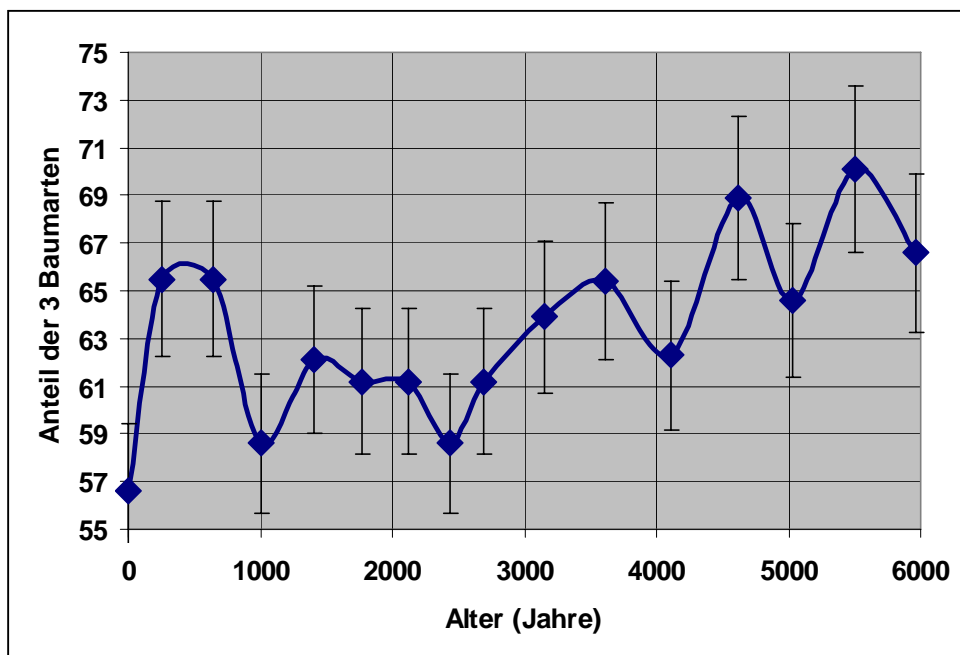
Man suche sich Daten, welche eine Konkurrenzsituation von Bäumen oder Pflanzen an einem konkreten Beispiel aufzeigen.

Viele Daten können in Büchern oder im Internet gefunden werden. Stichworte: Biodiversität, exotische Pflanzen,

2.1 Beobachtungen/Messungen

Die Weymouths Kiefer, Strobe, (*Pinus strobus*) (engl. Eastern white pine, northern white pine) ist einer der wertvollsten Bäume im östlichen Nordamerika. Seine Ausbreitung im Lake of the Clouds, ein See in der Umgebung der Waters Canoe Area im Nordosten von Minnesota wurde anhand von Pollenproben in Seesedimenten von A. J. Craig verfolgt³ und von der Universität von Minnesota ausgewertet⁴. Die Ansiedlung scheint etwa vor 9000 Jahre erfolgt zu sein, die Ausbreitung hat dann nochmals etwa 4000 Jahre gedauert.

Die Ausbreitung erfolgte auf Kosten von anderen Nadelbäumen, hauptsächlich Banks-Kiefer (*Pinus banksiana*) und der Rotkiefer (*Pinus resinosa*). Die Ausbreitungsgeschwindigkeit war somit durch eine Konkurrenz beschränkt, ebenso der Populationsraum. Der Anteil der Pollen der drei Baumarten Banks-Kiefer, Rotkiefer und Weymouths-Kiefer an den untersuchten Pollen ist über die Zeit einigermassen stabil geblieben – ein Hinweis auf die Begrenzung des Wachstums durch Licht, Boden und/oder Wasser.



Alter (Jahre)	Zeit vor 1970
9131	0
8872	259
8491	640
8121	1010
7721	1410
7362	1769
7005	2126
6699	2432
6444	2687
5983	3148
5513	3618
5022	4109
4518	4613
4102	5029
3624	5507
3168	5963

Abbildung 2: Anteil der Pollen der 3 untersuchten Baumarten an der Gesamtpollen – Menge

Die Bewaldung als Ganzes in der Waters Canoe Area hat sich während dem sehr langen Untersuchungszeitraum bei diesen drei Baumarten nicht stark verändert, aber es haben markante Verschiebungen zugunsten der Weymouths-Kiefer stattgefunden.

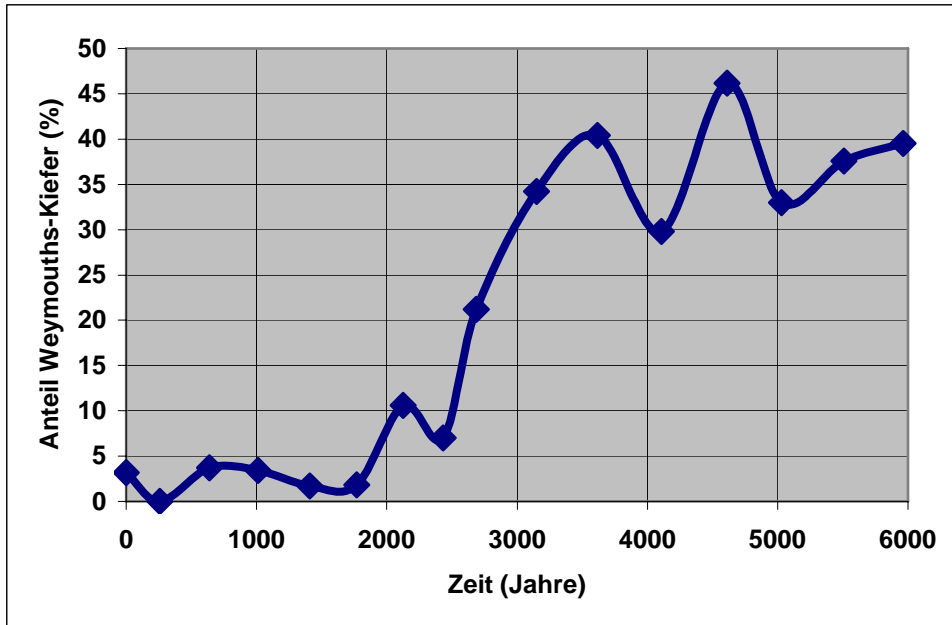


Abbildung 3: Anteile an Weymouths-Kiefern im Verlaufe der Zeit

2.2 Folgerungen

Man erkennt einen langsamen, fast unmerklichen Start, eine rasche Zunahme und ein Abflachen und Einpendeln auf ein neues Niveau.

Die Messdaten lassen eine Sigmoide oder ein logistisches Verhalten der Ausbreitung erwarten.

3 Simulation (Typ 9)⁵

3.1 Annahmen

Die Simulation geht davon aus, dass:

1. Die Ausbreitung einem logistischen Wachstum folgt.
2. Die Populationsgrenze und der Ausbreitungskoeffizient von experimentellen Daten erhalten werden können.

3.2 Simulationsdiagramm

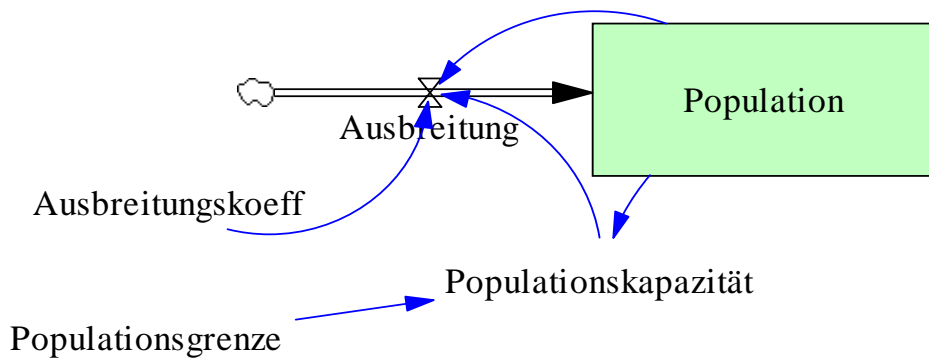


Abbildung 4: Simulationsdiagramm der Ausbreitung der Kiefer (Software Vensim® PLE⁶)

3.3 Zeitdiagramm

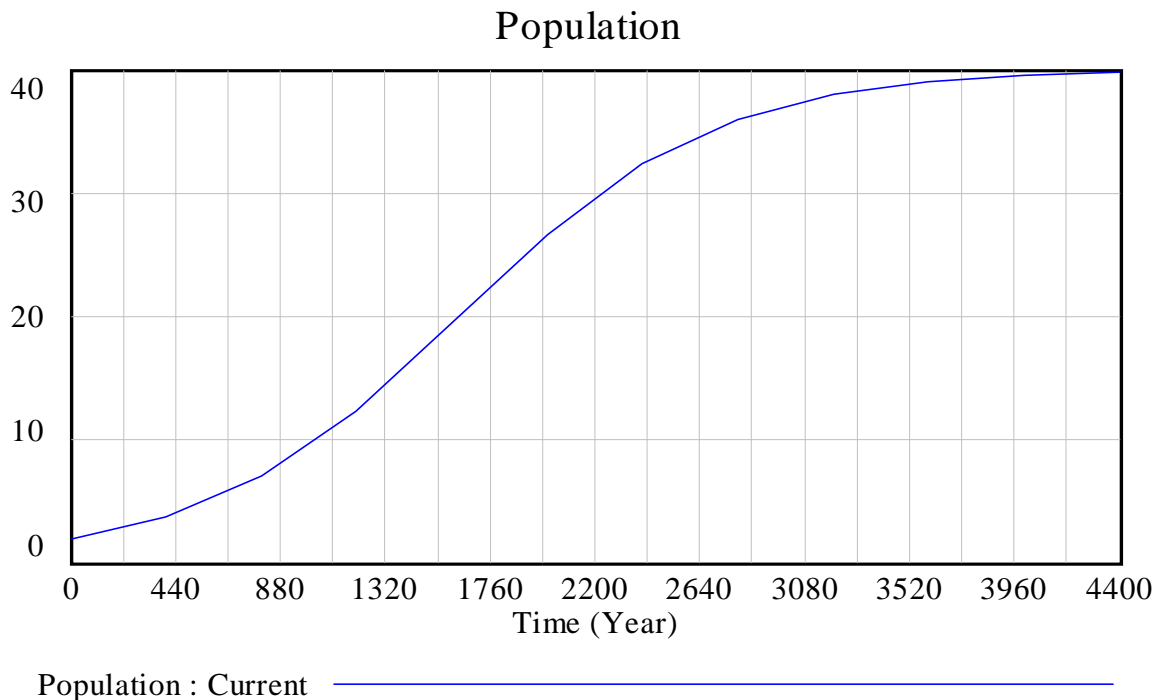


Abbildung 5: Zeitdiagramm der Ausbreitung der Kiefer

3.4 Gleichungen

- (01) $Ausbreitung = Ausbreitungskoeff * Population * Populationskapazität$
Units: Anteil/Year [0,?]
- (02) $Ausbreitungskoeff = 4.7e-005$
Units: 1/Year/Anteil [0,0.01]
- (03) $FINAL\ TIME = 4400$
Units: Year
The final time for the simulation.
- (04) $INITIAL\ TIME = 0$

- Units: Year
The initial time for the simulation.
- (05) Population= INTEG (Ausbreitung, 1.8)
Units: Anteil [0,100]
- (06) Populationsgrenze= 40
Units: Anteil [0,100]
- (07) Populationskapazität= Populationsgrenze-Population
Units: Anteil [0,100]
- (08) SAVEPER = 400
Units: Year [0,?]
The frequency with which output is stored.
- (09) TIME STEP = 10
Units: Year [0,?]
The time step for the simulation.

4 Vergleich von experimentellen Daten mit der Simulation

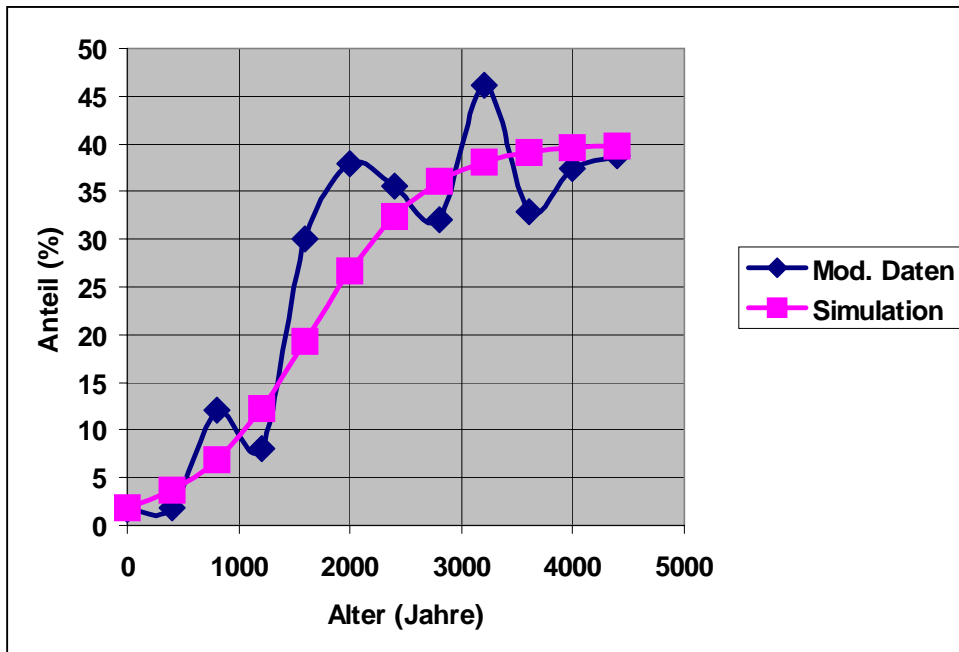


Abbildung 6: Vergleich von Messdaten mit der Simulation als Wachstumsfunktion

5 Interpretation

Die experimentellen Daten sind hervorragend, wenn man das Alter berücksichtigt. Die Streuung der Daten ist wohl gross, sie schwankt jedoch um die Funktion der Simulation. Man kann mit dieser Simulation den Schluss ziehen, dass sich die Situation am Beobachtungsort mit einem logistischen Wachstum gut beschreiben lässt.

Folgende Parameter lassen sich aus diesem Simulations-Modell ableiten:

- Die Populationskapazität der Weymouths-Kiefer ist in Gegenwart von Banks-Kiefer und der Rotkiefer ca. 40%. Das ist ein Mass für die Konkurrenzfähigkeit dieses Baumes gegenüber den anderen beiden Baumarten.
- Der Ausbreitungskoeffizient ist $4.7e-005$ 1/(Jahr*Anteil). Es handelt sich um eine Ausbreitungskonstante 2. Ordnung (Wachstumsparameter) und entspricht am Anfang einem exponentiellen Wachstum mit der Konstanten $k = 4.7e-005 * 40 = 1.88e-3$ (1/Jahr) und damit einer Halbwertszeit für die Ausbreitung von 369 Jahren.
-

6 Literatur

-
- ¹ Klaus, G., Der aufwendige Kampf gegen invasive Organismen, Neue Zürcher Zeitung, Forschung und Technik, Mittwoch, 05.05.1999, nach: Ecological Monographs 69, 25–46 (1999)
- ² Saarland, Ministerium für Umwelt, Neue Pflanzen in unserer Landschaft, http://www.umwelt.saarland.de/1840_11376.htm, 2004-08-12
- ³ Miner R., Wicklin F.J., University of Minnesota, The Geometry Center Calculus Development Team, <http://www.geom.uiuc.edu/education/calc-init/population/logistic.html>, 2004-07-27
- ⁴ The University of Minnesota, Geometry Center, Modeling Population Growth, Limits on Growth, <http://www.geom.uiuc.edu/education/calc-init/population/logistic.html>, 2007-06-27
- ⁵ Bützer Peter, Roth Markus, Die Zeit im Griff, verlag pestalozzianum, Zürich 2006, S. 94
- ⁶ Vensim @ PLE, Simulationssoftware, Ventana Systems Inc., 60 Jacob Gates Road, Harvard, MA 01451, <http://www.vensim.com/download.html>, 2007-12-12