

Mathematische Modellierung von tierischen
Ökosystemen – ein Populationsmodell für
Fichtenwickler
Teil 3 Numerische Lösung

Manuel Koch

8. Februar 2008

Nordamerikanischer Fichtentriebwickler (Spruce Budworm)

- Larven befallen Nadelbäume (Fichten und Tannen)
- Zyklische Ausbrüche in Nordamerika
- ca. 1910-20, 1940-50, 1970-1980



Populationsmodell

- Änderungsrate der Würmer

(Larven/acre):

$$\dot{B} = r_B B \left(1 - \frac{B}{K'_S}\right) - \beta \frac{B^2}{\alpha^2 + B^2}$$

- Änderungsrate Baumbestand

(Zweige/acre):

$$\dot{S} = r_S S \left(1 - \frac{S}{K_S} \frac{K_E}{E}\right)$$

- Änderungsrate

Energiezustand

$$\dot{E} = r_E E \left(1 - \frac{E}{K_E}\right) - P \frac{B}{S}$$

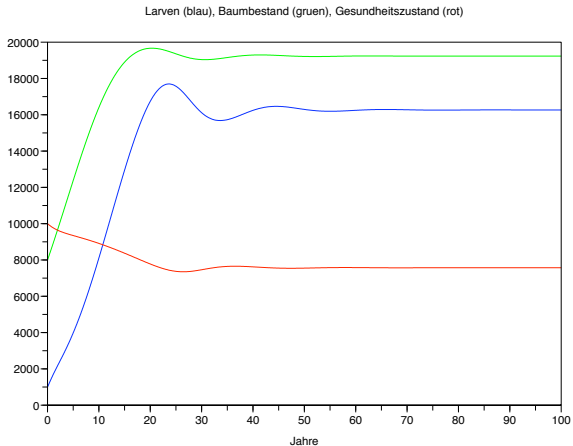
Par	Bedeutung
r_B	Zuwachsrate Larven/Jahr
K'	max. Larven/Zweig
β	max. gefressene Larven/acre
r_S	Zuwachsrate Bäume/Jahr
K_S	max. Baumbest. Zweige/acre
K_E	max. Energie
r_E	Zuwachsrate Energie/Jahr
P	Stressfaktor-Konstante

Nächste Schritte

- Beschreibt das Populationsmodell die Realität?
- Wie hilft uns das Modell?

⇒ Kalibrierung

Probieren führte nicht zu den gewünschten Ergebnissen...

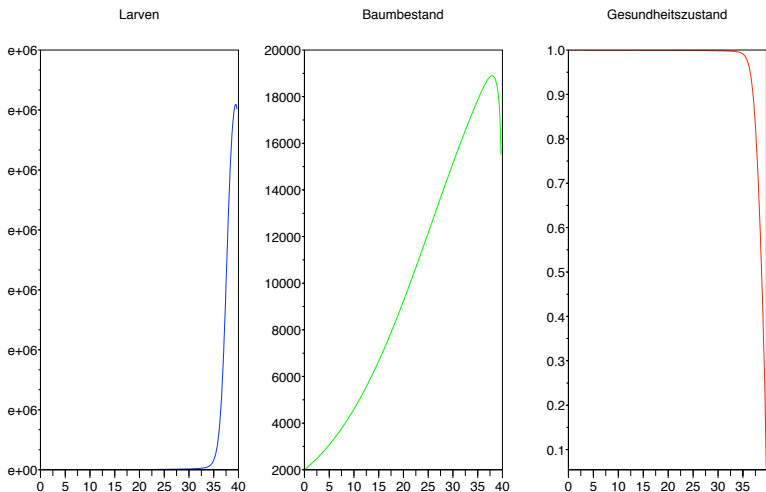


Numerische Ergebnisse - Kalibrierung [LJH78]

Ludwig, Jones, Holling, *Qualitative Analysis of Insect Outbreak Systems: The Spruce Budworm and Forest*, J. of Anim. Ecol., 1978

Par	Bedeutung	[LJH78]
r_B	Zuwachsrate Larven/Jahr	1.52
K'	max. Larven/Zweig	355
β	max. gefressene Larven/acre	43200
r_S	Zuwachsrate Bäume/Jahr	0.095
K_S	max. Baumbest. Zweige/acre	25400
K_E	max. Energie	1
r_E	Zuwachsrate Energie/Jahr	0.92
P	Stressfaktor-Konstante	0.0019

$B(0)=40$ Larven/acre; $S(0)=2000$ Zweige/acre; $E(0)=1$;

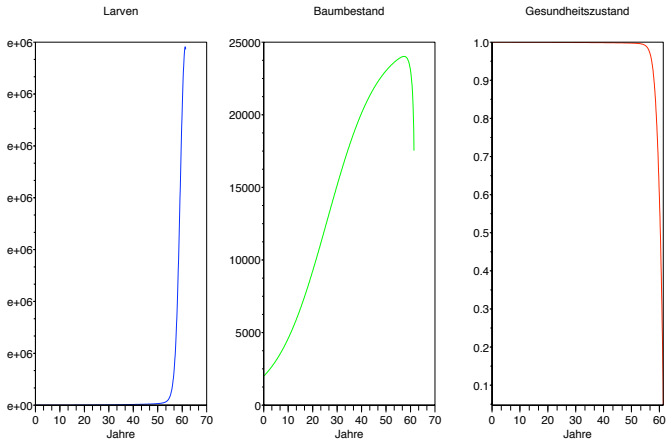


Wie lässt sich der Ausbruch verhindern?

Par	Bedeutung	[LJH78]
r_B	Zuwachsrate Larven/Jahr	1.52
K'	max. Larven/Zweig	355
β	max. gefressene Larven/acre	43200
r_S	Zuwachsrate Bäume/Jahr	0.095
K_S	max. Baumbest. Zweige/acre	25400
K_E	max. Energie	1
r_E	Zuwachsrate Energie/Jahr	0.92
P	Stressfaktor-Konstante	0.0019

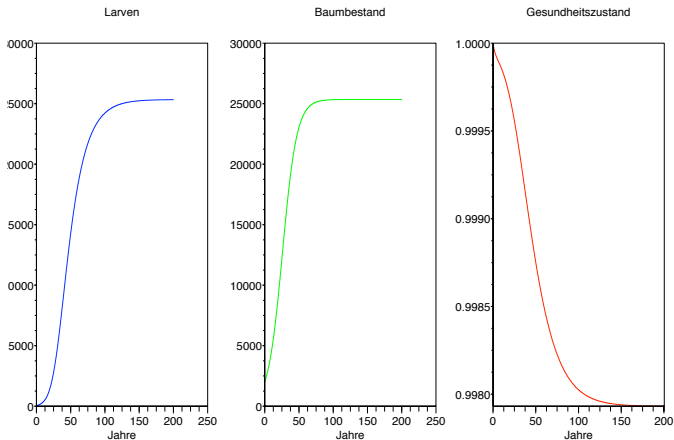
Numerische Ergebnisse - geringere Wurmreproduktion

$r_B = 1.52$ verringern auf $r_B = 1.0$ verzögert nur den Ausbruch



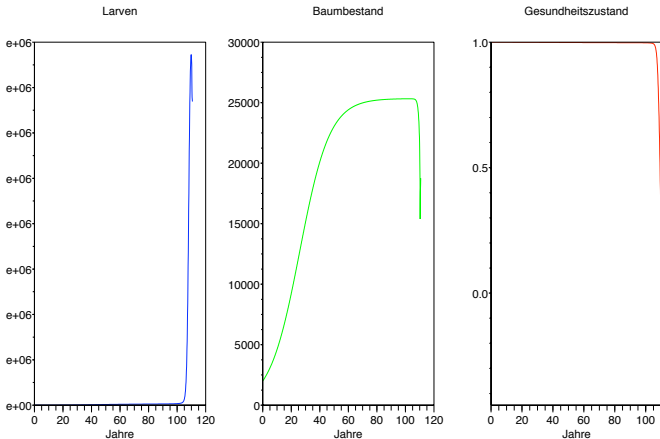
Numerische Ergebnisse - geringere Wurmreproduktion

$r_B = 1.52$ verringern auf $r_B = 0.81$ stoppt den Ausbruch



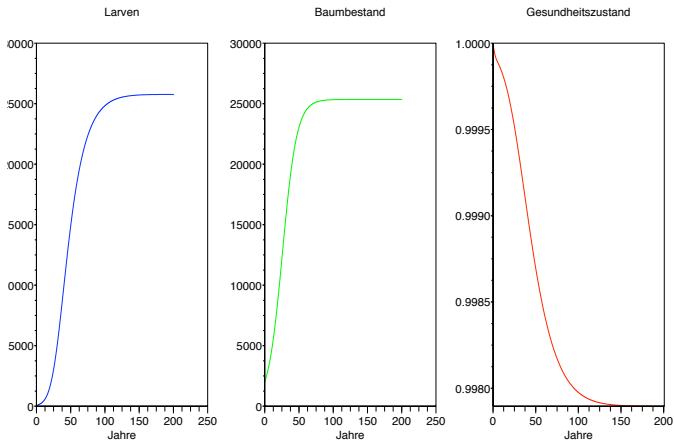
Numerische Ergebnisse - mehr Fressfeinde

$\beta = 43200$ vergrößern auf $\beta = 80200$ verzögert den Ausbruch



Numerische Ergebnisse - mehr Fressfeinde

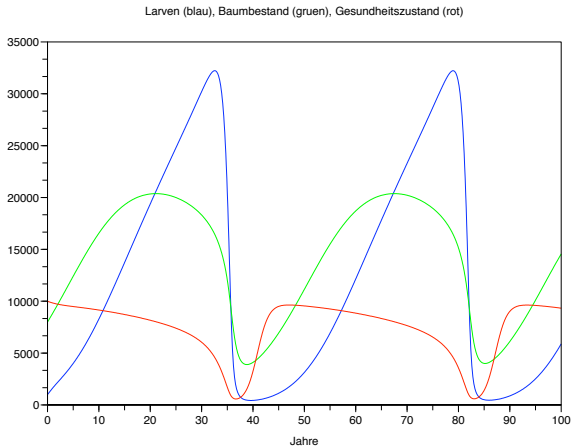
$\beta = 43200$ vergrößern auf $\beta = 81000$ stoppt den Ausbruch



Ein anderes Ökosystem...

Par.	[LJH78]	Variante
r_B	1,52	1,5
K'	355	389
β	43200	62000
r_S	0,095	0,15
K_S	25400	25400
K_E	1	10000
r_E	0,92	0,92
P	0,0019	1580

Numerische Ergebnisse -Variante



- Bassar, R. (2000), 'Qualitative Analysis of Spruce Budworm Outbreaks and Declines'.
online.redwoods.cc.ca.us/instruct/darnold/DEProj/Sp00/RonBassar/finalpaper.pdf, letzter Zugriff 18.2.2008.
- Ludwig, D., Jones, D. & Holling, C. (1978), Qualitative Analysis of Insect Outbreak Systems: The Spruce Budworm and Forest, *in* 'The Journal of Animal Ecology', Vol. 47, British Ecological Society, pp. 315–332.