

Musteraufgabe

Abitur Informatik

Musteraufgabe
Simulation

Musteraufgabe

- Beschreibung eines Systems *)

Das hier zu untersuchende Ökosystem beschreibt ein **reales System**. Um größere **Weideflächen** für Schafe zu schaffen, hatte man in New South Wales [Australien] vorhandene **Eukalyptuswälder** gelichtet. Man achtete darauf, etwa 20 % des Waldbestandes zu erhalten, um eine Versteppung des schon vorhandenen und nun zusätzlich entstehenden **Graslandes** zu verhindern.

...

*) Quelle der Aufgabe: Bossel, Systemzoo 2

ISBN 3-8334-1240-2 Systembeispiel Z406

Musteraufgabe

- Beschreibung eines Systems

...

Das System war durch die umliegenden Regionen weitgehend **abgeschlossen** und die insgesamt von ihm ausgefüllte Fläche allein von **Wald oder Grasland** bedeckt.

...

Musteraufgabe

- Beschreibung eines Systems

...

Weiterhin sind zwei für das System wichtige Tierpopulationen vorhanden, die beide sowohl auf das Grasland als auch auf den Wald angewiesen sind. Eine der Tierpopulationen ist eine ***Insektenpopulation***, die das Grasland im Larvenstadium benötigt und sich im Erwachsenenstadium von den Bäumen ernährt. Die andere Tierpopulation ist eine ***Vogelpopulation***, die zum Nisten die Bäume benötigt und sich von den Insekten ernährt.

Musteraufgabe

Teilaufgabe a)

Musteraufgabe

Teilaufgabe a)

Stellen Sie zu den in den drei folgenden Teilaufgaben jeweils beschriebenen, von einander unabhängigen Wachstumsvorgängen je ein Wirkungsdiagramm oder ein Flüßediagramm dar und skizzieren Sie den jeweiligen Verlauf des Zeitdiagramms.

Geben Sie an, welche **Wachstumsform** jeweils vorliegt, und begründen Sie.

Musteraufgabe

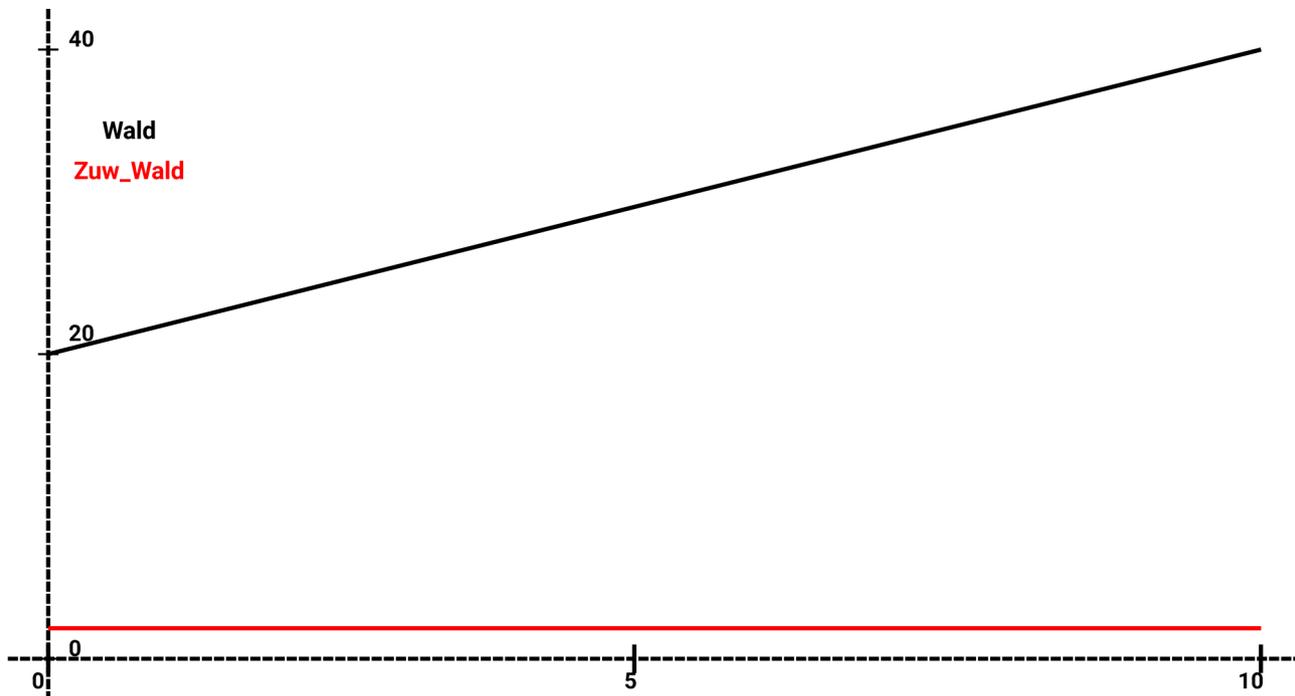
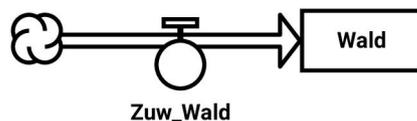
Wachstumsformen zu Teilaufgabe a)

- Die Biomasse der Bäume wächst jährlich mit einer konstanten Rate.
- Die Insekten vermehren sich wöchentlich um ein Zehntel (10 %) ihrer Biomasse.
- Die Vögel vermehren sich jährlich entsprechend ihrer vorhandenen Biomasse und der noch zur Verfügung stehenden Kapazität, die durch eine Maximalzahl begrenzt ist.

Musteraufgabe

- Die Biomasse der Bäume wächst jährlich mit einer konstanten Rate.

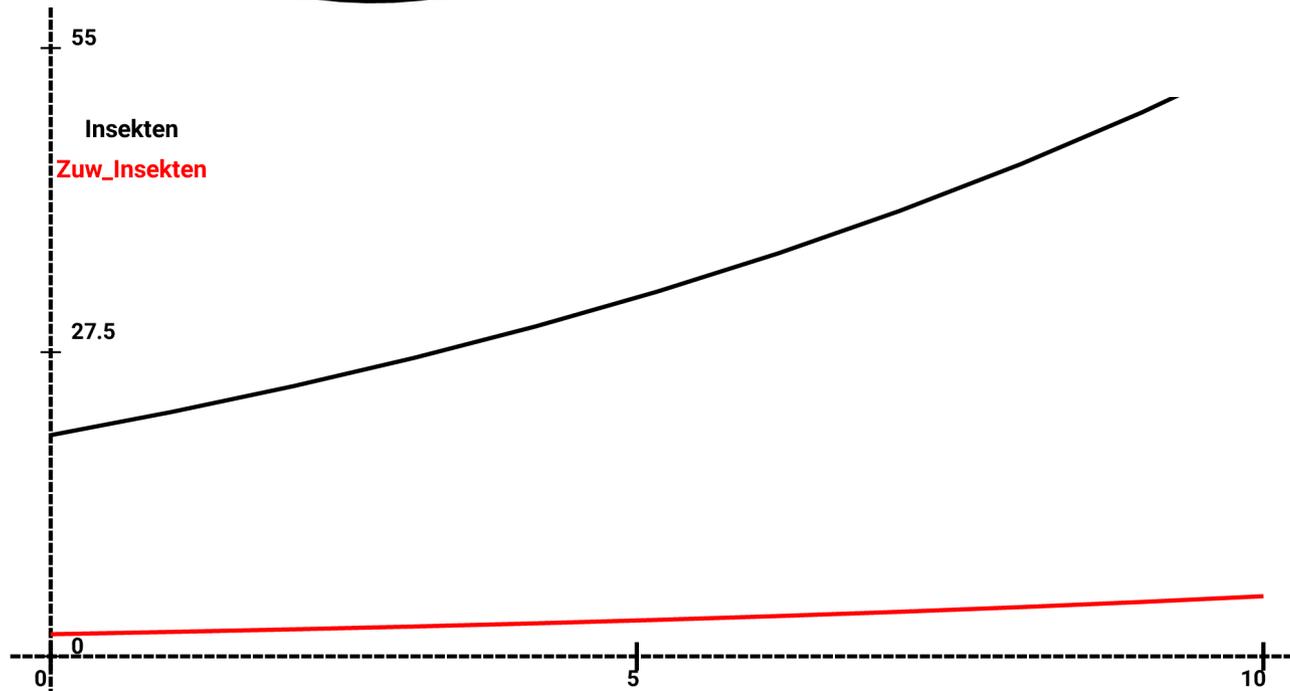
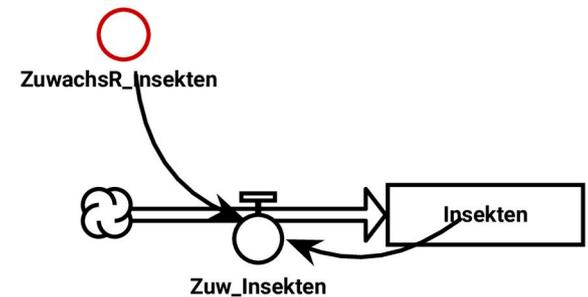
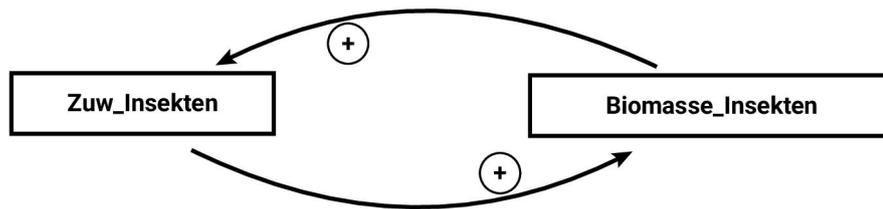
lineares Wachstum, da Zuwachs konstant



Musteraufgabe

- Die Insekten vermehren sich wöchentlich um ein Zehntel (10 %) ihrer Biomasse.

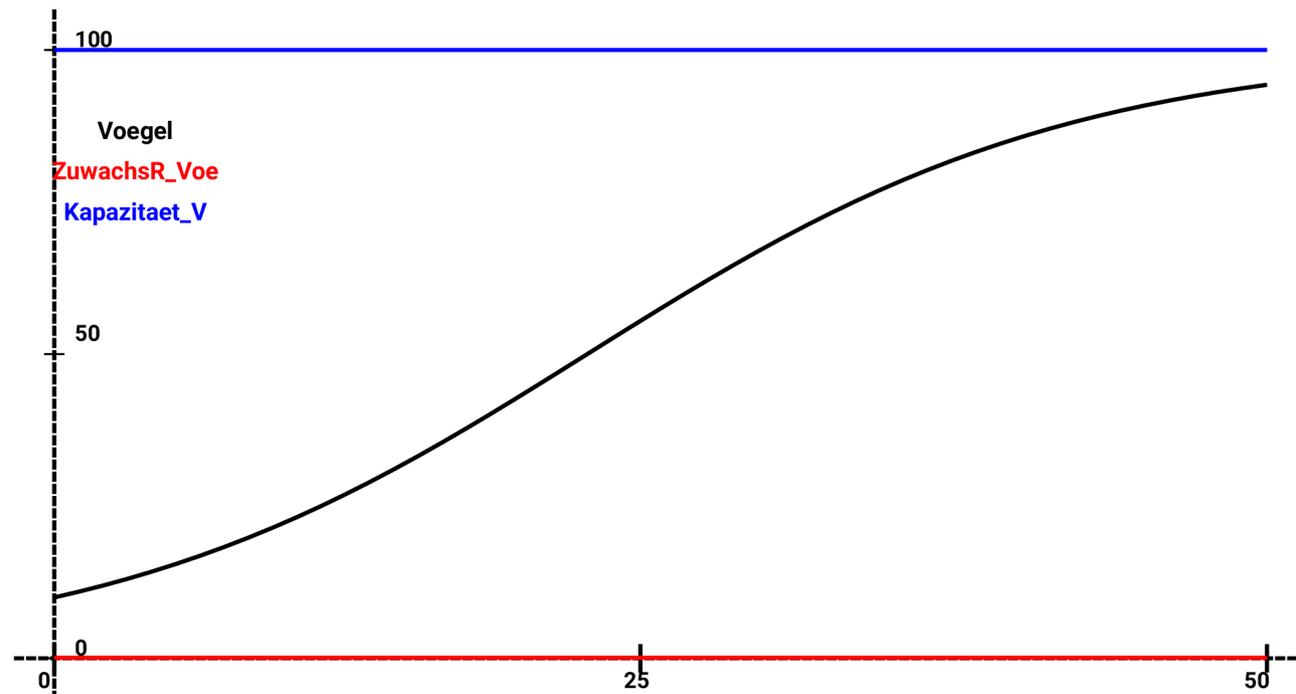
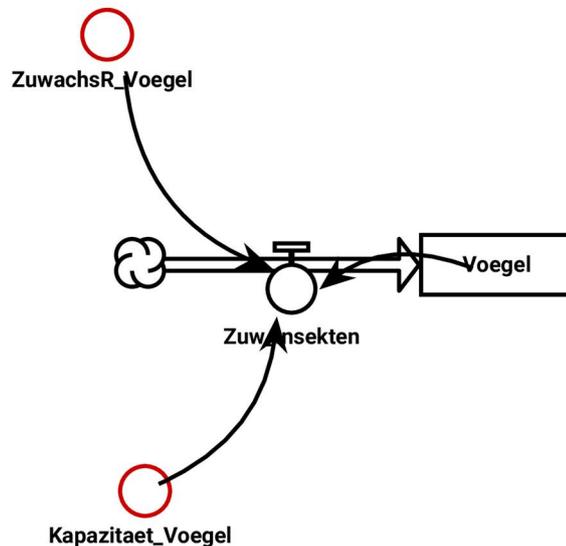
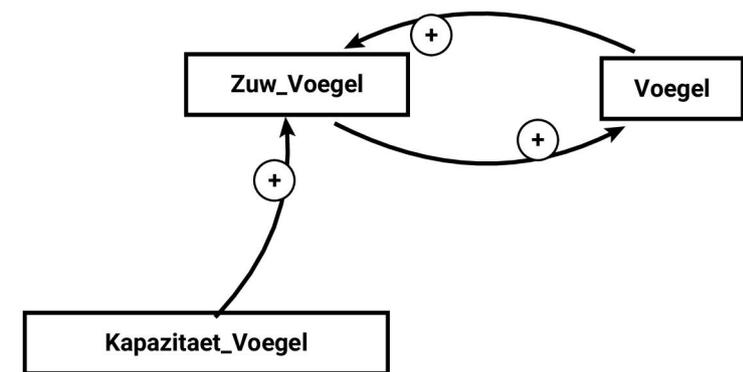
exponentielles Wachstum, da Zuwachs proportional zum Bestand



Musteraufgabe

- ... entsprechend ihrer vorhandenen Biomasse und der noch zur Verfügung stehenden Kapazität, ...

logistisches Wachstum, da Zuwachs proportional zum Bestand und freien Kapazität



Musteraufgabe

- Texteinschub vor der TA b)

Der Zuwachs der Biomasse der Bäume wird in der Regel von der vorhandenen Biomasse der Bäume abhängen, gleichzeitig aber durch die zur Verfügung stehende Fläche begrenzt sein. Weiterhin soll der Wald bewirtschaftet werden, indem Teile abgeholzt werden. Die durch Abholzen frei werdende Fläche wird von Grasland eingenommen.

Musteraufgabe

Teilaufgabe b)

Musteraufgabe

Teilaufgabe b)

Dieses eingeschränkte Szenario kann durch die folgenden Systemgleichungen beschrieben werden:

[→ siehe nächste Folie]

Erläutern Sie die angegebenen Systemgleichungen.

Musteraufgabe

Zustandsgleichungen

$$\cancel{\text{Wald_Biomasse.neu}} = \cancel{\text{Wald_Biomasse.alt}} + dt * (\cancel{\text{Zuwachs_Wald}} - \cancel{\text{Abholzung}})$$

$$\text{Startwert Wald_Biomasse} = 20$$

Zustandsänderungen

$$\begin{aligned} \text{Zuwachs_Wald} &= \text{ZuwachsRate_Wald} * \text{Wald_Biomasse} \\ & * (\text{Max_Biomasse_Wald} - \text{Wald_Biomasse}) / \text{Max_Biomasse_Wald} \end{aligned}$$

$$\text{Abholzung} = \text{AbholzRate}$$

Parameter

$$\text{AbholzRate} = 2$$

$$\text{ZuwachsRate_Wald} = 0,1$$

$$\text{Max_Biomasse_Wald} = 100$$

Musteraufgabe

- Lösung zu TA b)

Die Größe $Biomasse_Wald$ ist ein **Bestand** [Bestandsfaktor]; ~~dessen Wert durch Aufsummieren der Änderungen schrittweise berechnet wird.~~

Zustandsänderungen treten durch die **Flüsse** $Zuwachs_Wald$ und Abholzung auf. Der $Zuwachs_Wald$ zeigt die typischen Gleichungen für logistisches Wachstum, da er proportional nicht nur zu einem Faktor, sondern auch zum Bestandwert und zur freien Kapazität ist. [Der zusätzliche Teiler dient der Normierung.]

Die Abholzung wird als konstant angenommen.

Die **Parameter** definieren die für das System relevanten konstanten Werte.

Musteraufgabe

Teilaufgabe c)

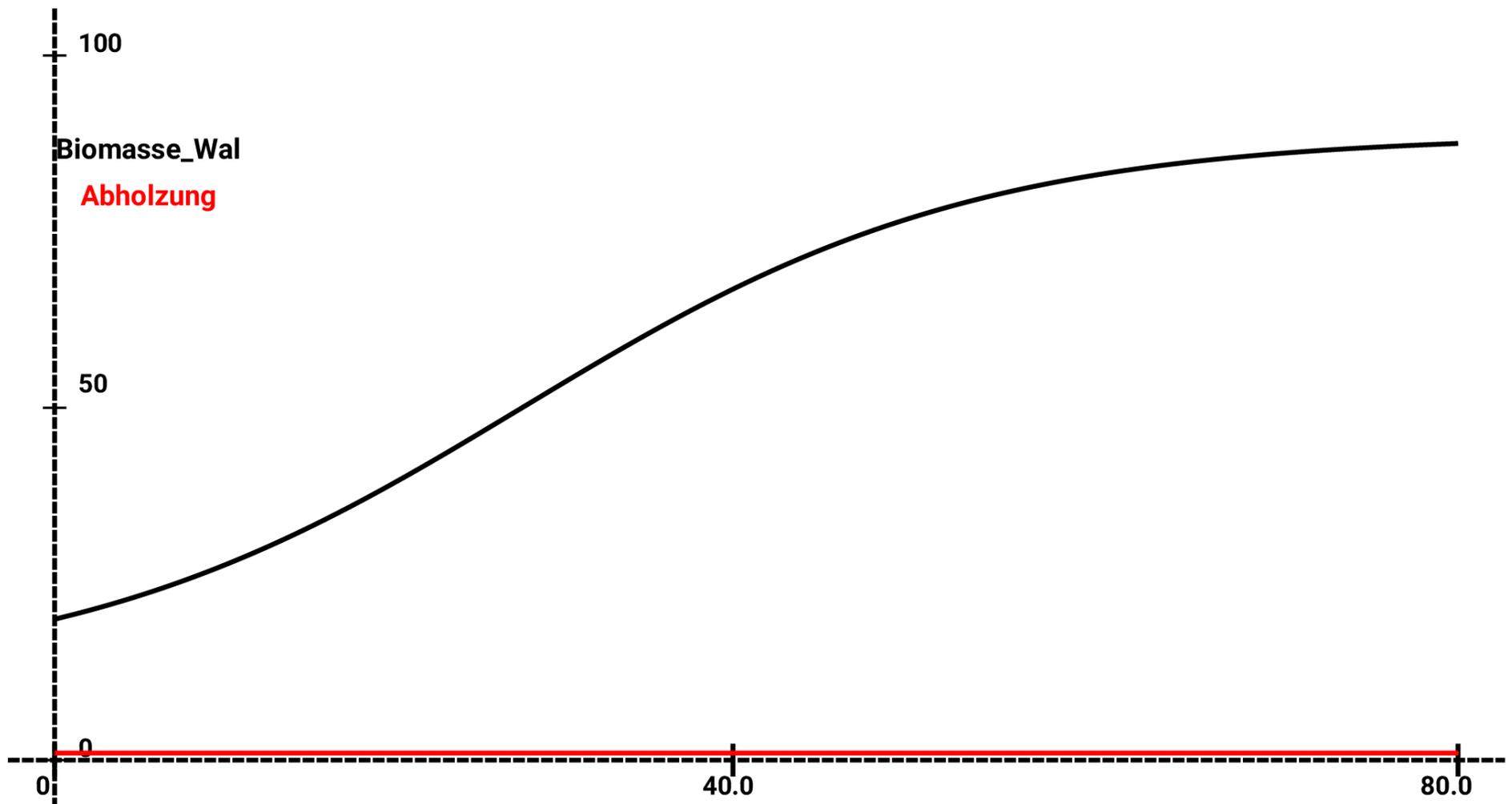
Musteraufgabe

- Teilaufgabe c):

Beschreiben Sie die Veränderung der Biomasse des Waldes in den beiden folgenden Diagrammen, die sich allein in der unterschiedlichen Biomasse der jährlichen Abholzung unterscheiden und erklären Sie, weshalb es zu den unterschiedlichen Reaktionen kommt.

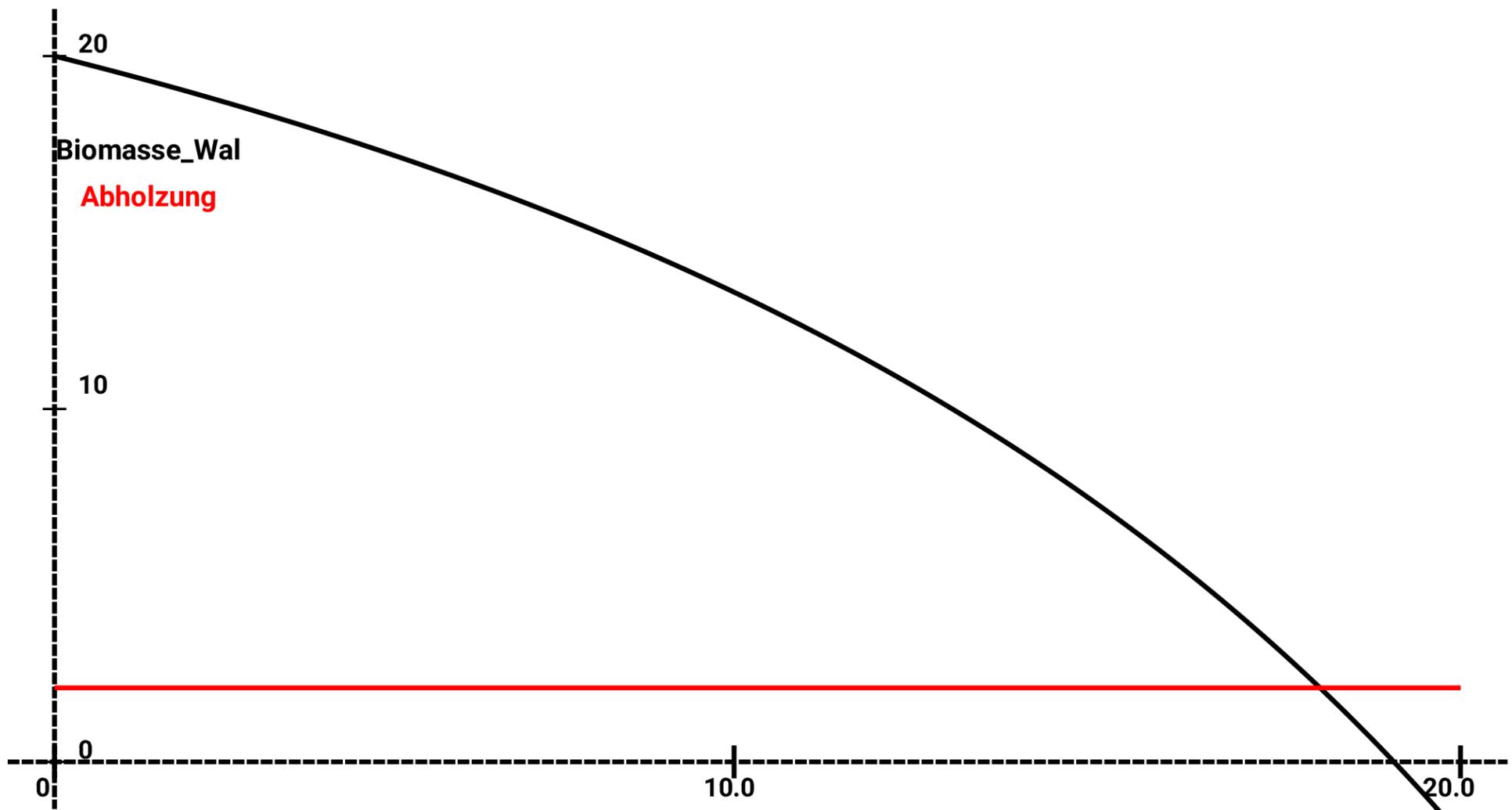
Musteraufgabe

- Erstes Bild



Musteraufgabe

- Zweites Bild



Musteraufgabe

- Lösung Teilaufgabe c)

Die erste Kurve (Bild 1) zeigt den typischen Verlauf für logistisches Wachstum, während die zweite (Bild 2) eine reine exponentielle Abnahme zeigt. Ursache ist, dass bei der zweiten Kurve die Abholzung größer ist als der anfängliche Zuwachs, so dass es gar nicht erst zu Wachstum kommen kann.

Musteraufgabe

Teilaufgabe d)

Musteraufgabe

- Teilaufgabe d)

Im Gegensatz zu der Annahme der Planer in New South Wales entwickelte sich das Ökosystem nicht wie erwartet, denn der restliche Waldbestand brach nach kurzer Zeit durch den Befall mit Schadinsekten zusammen.

Das nebenstehende Flüßediagramm zeigt einen Vorschlag zu einer Modellierung des Systems, mit der dieses nicht erwartete Verhalten des Systems simuliert werden sollte.

Musteraufgabe

- Teilaufgabe d)

Untersuchen Sie die zu Grunde liegende Modellierung auf Vor- und Nachteile.

Gehen Sie dabei auch auf die zu erwartenden Wachstumsformen ein.

Musteraufgabe

Die im Flüssediagramm dargestellte Modellierung stellt die auftretenden Bestandsgrößen und Flüsse dar und zeigt auftretende Wirkungen. Es ist sehr **einfach** und damit leicht zu verstehen.

[Hier können die Schülerinnen und Schüler die auftretenden Bestandsgrößen, Flüsse und Wirkungen beschreiben und erreichen damit Leistungen im Bereich I.]

Musteraufgabe

Man erkennt, dass die Zuwächse und Abnahmen jeweils **unabhängig von ihrer Bestandsgröße** sind, so dass für alle Bestandsgrößen lineares Wachstum modelliert wird [Bereich II].

Für Leistungen im Bereich III müssen sie das als Mangel erkennen und erläutern. Außerdem können sie schon an dieser Stelle auf die fehlenden Wechselwirkungen zwischen den Populationen eingehen.

[Im vorliegenden Diagramm taucht jeweils nur eine Richtung auf.]

Musteraufgabe

[Das hier dargestellte, den Schülerinnen und Schülern nicht bekannte und von ihnen nicht erwartete Zeitdiagramm zeigt dennoch nicht nur lineare Verläufe, ... die entsprechende fehlende Leistungen in der nachfolgend beschriebenen Lösung zu Teilaufgabe g) ersetzen kann.

Weiterhin können die Schülerinnen und Schüler an dieser Stelle schon auf die Frage eingehen, ob das Grasland als eigene Größe sinnvoll ist. Dazu s.u.]

Musteraufgabe

Teilaufgabe e)

Musteraufgabe

- Teilaufgabe e)

Erläutern Sie, welche Änderungen Sie für eine vollständige Modellierung des Systems für notwendig halten und begründen Sie.

Sie können zur grafischen Darstellung ihrer Veränderungen statt eines Simulationsdiagramms auch ein Wirkungsdiagramm verwenden.

Musteraufgabe

- ... Wirkungen nennen, die zwar in der Beschreibung des Systems auftauchen, im Modell aber nicht.
- ... darauf hinweisen, dass prinzipiell bei biologischen Systemen nicht davon ausgegangen werden kann, dass der Zuwachs unabhängig vom Bestandwert ist.
- ... andererseits sind biologische Systeme in der Regel auch durch eine Kapazität des Systems beschränkt

Musteraufgabe

Teilaufgabe f)

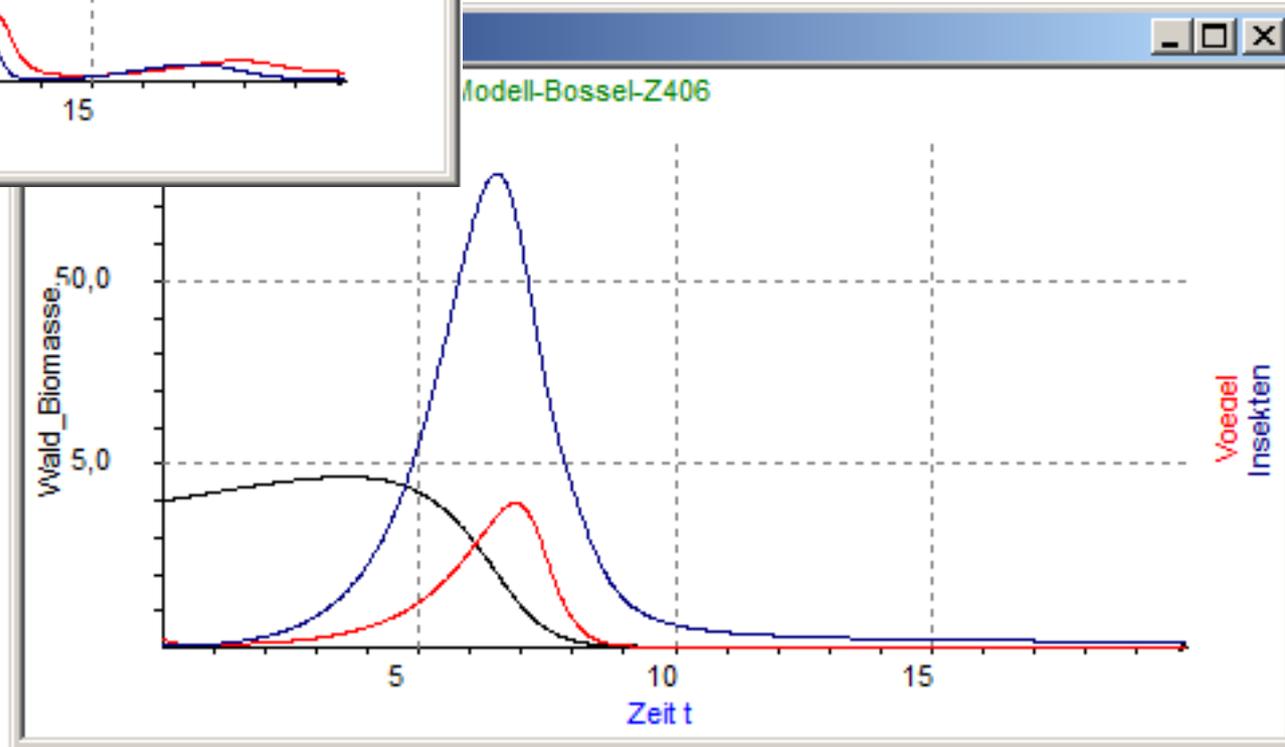
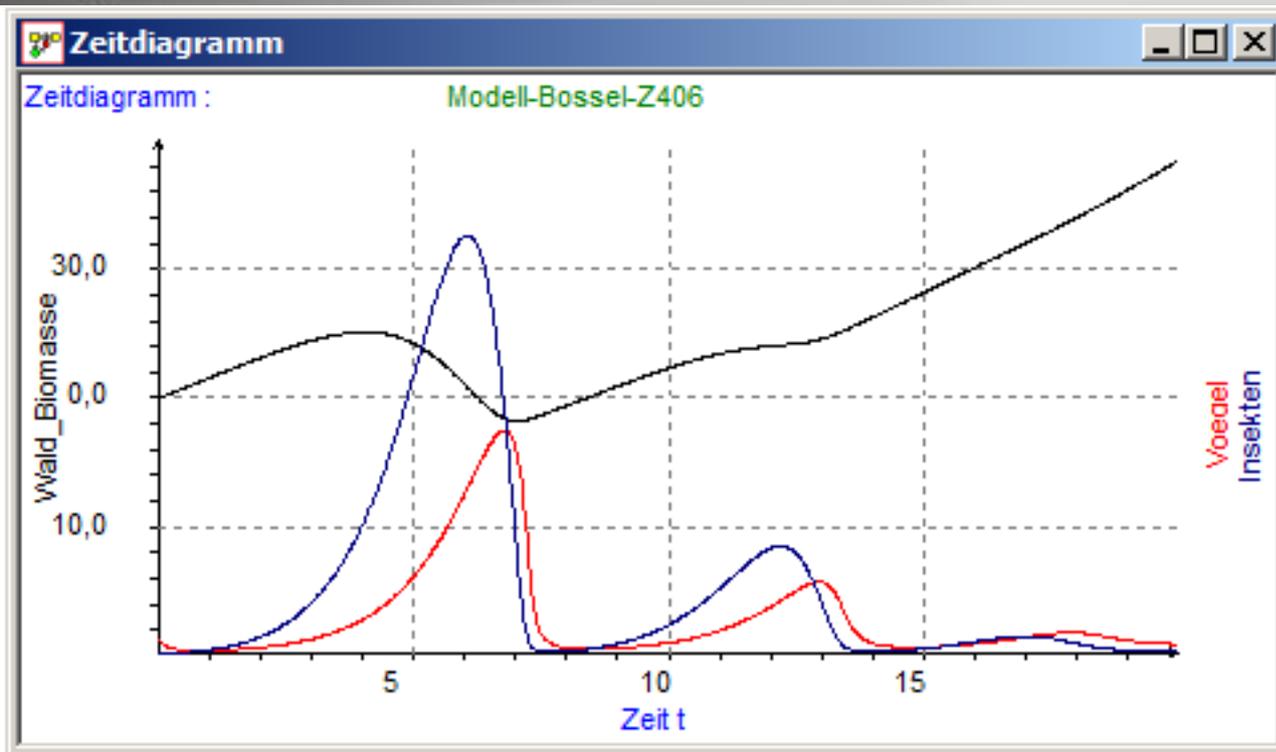
Musteraufgabe

- Teilaufgabe f)

Die folgenden Diagramme zeigen zwei Zeitdiagramme einer anderen Modellierung des Systems bei unterschiedlich hohen Abholzungsraten.

Beschreiben Sie die Unterschiede und die daraus resultierenden Auswirkungen auf das Ökosystem und begründen Sie aus der Beschreibung des Systems heraus, dass die Abholzungsrate zu den beobachteten Veränderungen führen kann.

Musteraufgabe



Musteraufgabe

Das zweite der beiden Diagramme zeigt das in der Problembeschreibung angegebene **tatsächliche Verhalten des Systems**: Bei hoher Abholzungsrate bricht der Waldbestand durch den steilen Anstieg der Insektenpopulation zusammen. Das hat die Folge, dass auch die Insektenpopulation und schließlich die Vogelpopulation **zusammenbrechen**.

Musteraufgabe

Bei **niedrigerer Abholzungsrate** tritt zwar auch ein starker Anstieg der beiden Tierpopulationen auf, der aber nicht zu einem vollständigen Zusammenbruch des Waldbestandes führt. Alle Populationen können sich nach der starken Abnahme wieder **erholen** und auftretende Schwankungen werden vom System kompensiert.

Musteraufgabe

Teilaufgabe g)

Musteraufgabe

- Teilaufgabe g)

Entwickeln Sie eine Empfehlung an die Bevölkerung der Region, die ihren Lebensunterhalt teilweise aus der Holzwirtschaft bezieht.

Musteraufgabe

Die Empfehlung an die Bevölkerung geht hin zu einer nachhaltigen Forstwirtschaft, bei der die Abholzung so niedrig gehalten wird, dass das System sich selbst dann erholen kann, wenn es zu einer explosionsartigen Vermehrung der Insekten kommt.