

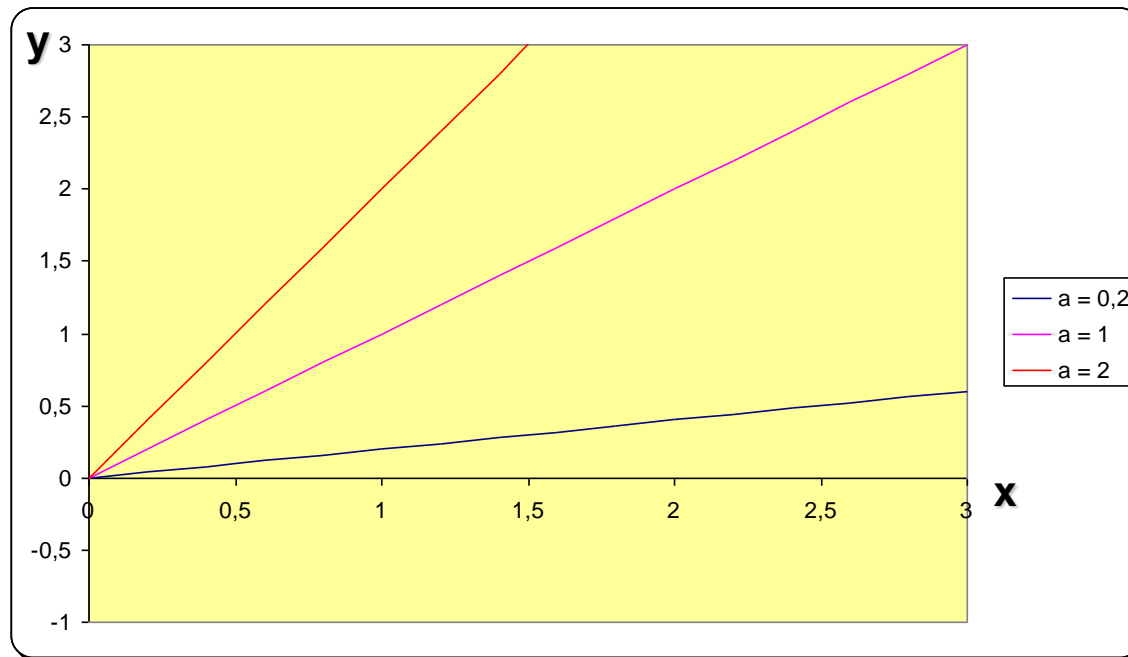
Die Quantitative Modellierung

Basisfunktionen für die Quantifizierung der Wirkungen zwischen Faktoren

- **Richtlinie**: Die Funktionen, die die Verbindungen zwischen den Faktoren quantifizieren, müssen entweder monoton fallend oder steigend sein. Das resultiert aus der qualitativen Modellierung. Entweder ist die Wirkungsrichtung „+“ oder „-“.
- **Es existieren folgende mögliche Verbindungen:**
 - → Bestandsfaktor: Die funktionale Beziehung stellt die erste Ableitung dar. Das bedeutet der Nettofluss ist die erste Ableitung des jeweiligen Bestandes.
 - → Fluss-/ Informationsfaktor: Die funktionale Beziehung besteht aus einer algebraischen Funktion. Das bedeutet, es wird eine Ursache-Wirkungsbeziehung abgebildet, die in dem jeweiligen Simulationsschritt sofort ersichtlich ist.

Die Quantitative Modellierung

Basisfunktionen für die Quantifizierung der Wirkungen zwischen Faktoren
Lineares Wachstum: → Fluss-/ Informationsfaktor



Funktion: $y = ax + b$

Erklärung: Niedriges a → Niedrige Intensität und umgekehrt

Beispiel: Kauf und Vermehrung von Bücher oder CDs, Vollaufen einer Wanne

Die Quantitative Modellierung

Basisfunktionen für die Quantifizierung der Wirkungen zwischen Faktoren Lineares Wachstum: → Bestandsfaktor

Wasserzulauf = 5 * Aufdrehwinkel
des Wasserhahns

Flussfaktor

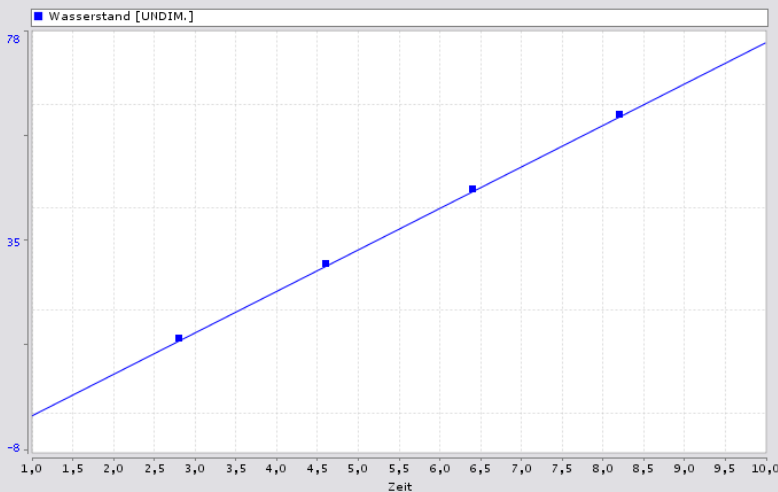
Wasserzulauf

Zustandsfaktor

Wasserstand



Unbenannt



+

Aufdrehwinkel des Wasserhahns

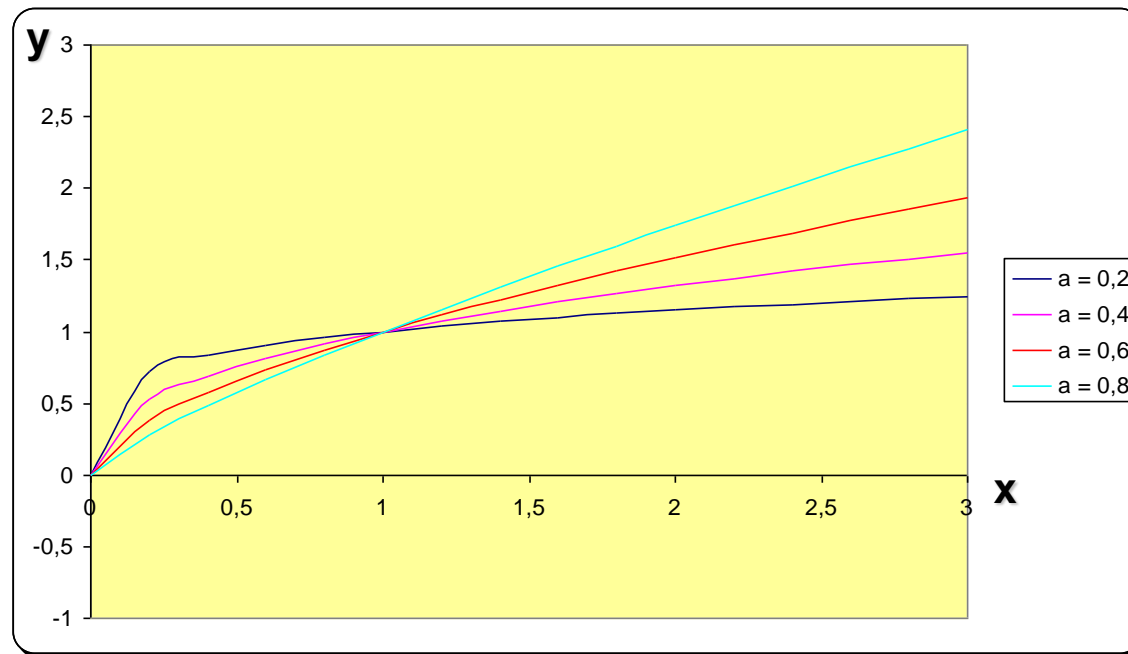
Informationsfaktor



Die Größe des Flussfaktors Wasserzulauf ist proportional abhängig vom Informationsfaktor Aufdrehwinkel des Wasserhahns ab. Das heißt, der Wasserzulauf ist nicht abhängig vom Wasserstand.

Die Quantitative Modellierung

Basisfunktionen für die Quantifizierung der Wirkungen zwischen Faktoren
Abnehmender Grenznutzen: → Fluss-/ Informationsfaktor



Funktion: $y = x^a$ mit $0 < a < 1$

Erklärung: Niedriges a → Hohe Intensität und umgekehrt

Beispiel: Güterkonsum, Lernkurve eines Menschen, Ausbau einer Verkehrsinfrastruktur

Die Quantitative Modellierung

Basisfunktionen für die Quantifizierung der Wirkungen zwischen Faktoren Abnehmender Grenznutzen: → Bestandsfaktor

$$\text{Ausbau der Verkehrsinfrastruktur} = \text{Ausbaufaktor} * (1 / \text{Verkehrsinfrastruktur})$$

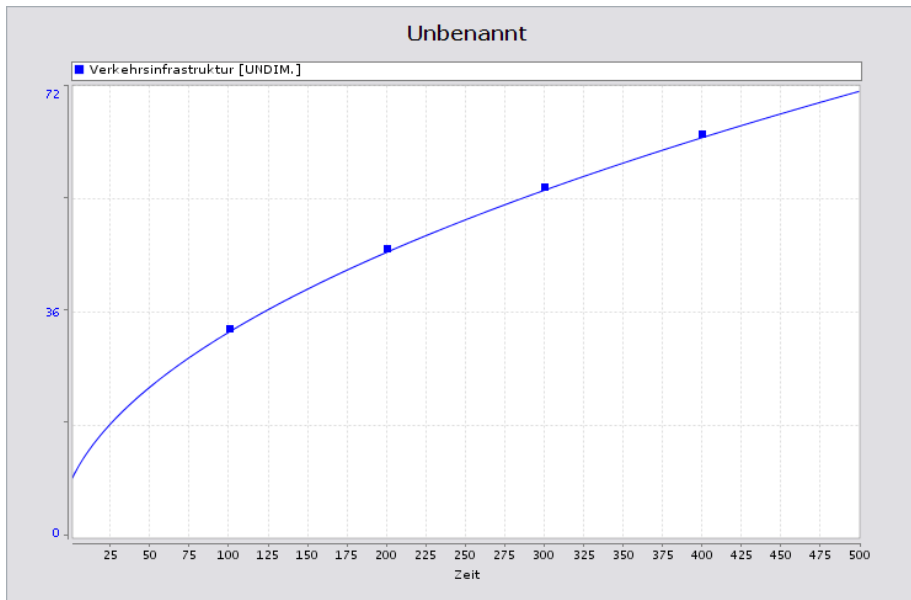
Zustandsfaktor



Flussfaktor

Ausbaufaktor

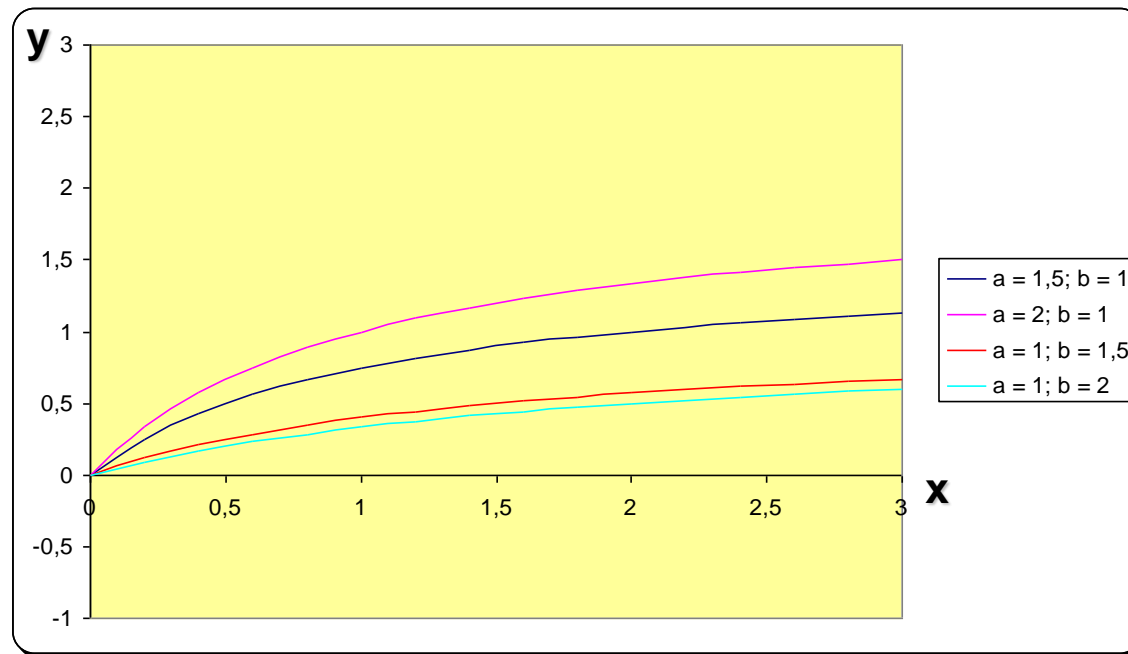
Informationsfaktoren



Die Größe des Flussfaktors Ausbau der Verkehrsinfrastruktur ist umgekehrt proportional abhängig vom Zustandsfaktor Verkehrsinfrastruktur und proportional abhängig vom Informationsfaktor Ausbaufaktor. Das bedeutet, je größer die vorhandene Verkehrsinfrastruktur desto kleiner der Ausbau der Verkehrsinfrastruktur

Die Quantitative Modellierung

Basisfunktionen für die Quantifizierung der Wirkungen zwischen Faktoren
Abnehmender Grenznutzen mit Sättigung: → Fluss-/ Informationsfaktor



Funktion:
$$y = \frac{ax}{b + x}$$

Erklärung: Hohes a und niedriges b → Hohe Intensität und umgekehrt; a ist in dem Fall das Ziel

Beispiel: Aufwärmen der Hände an der Heizung

Die Quantitative Modellierung

Basisfunktionen für die Quantifizierung der Wirkungen zwischen Faktoren Abnehmender Grenznutzen mit Sättigung: → Bestandsfaktor

$$\text{Aufwärmung} = \text{Aufwärmfaktor} * (1/\text{Handtemperatur}) * \text{Temperaturdifferenz}$$

Flussfaktor

Aufwärmung

Zustandsfaktor

Handtemperatur

Informationsfaktoren

Aufwärmfaktor

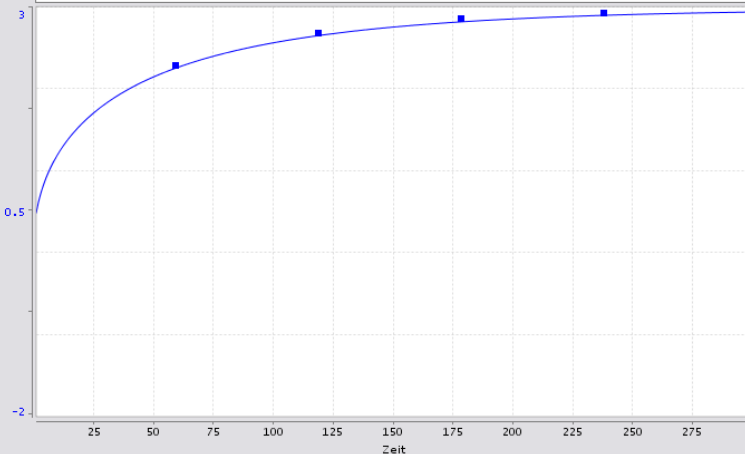
Temperaturdifferenz

Temperatur der Heizung

$$\text{Temperaturdifferenz} = 1 - \text{Handtemperatur} / \text{Temperatur der Heizung}$$

Unbenannt

■ Handtemperatur [UHDIM.]

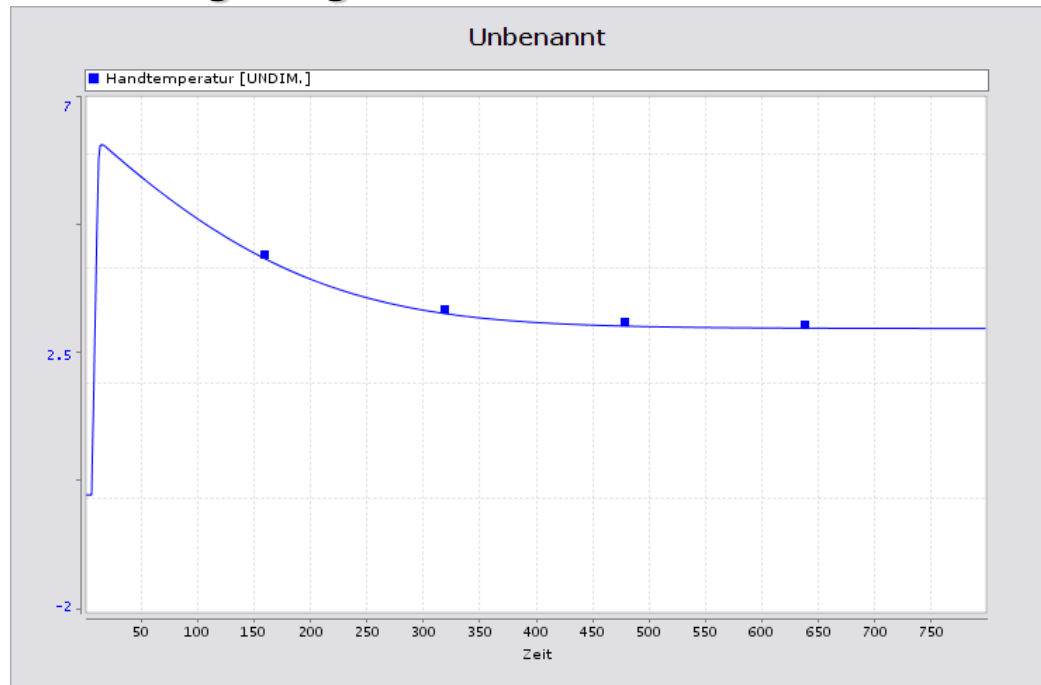


Die Größe des Flussfaktors Aufwärmung ist umgekehrt proportional abhängig vom Zustandsfaktor Handtemperatur und proportional abhängig von den Informationsfaktoren Aufwärmfaktor und Temperaturdifferenz. Das bedeutet, je größer die Handtemperatur desto kleiner die Aufwärmung. Die Aufwärmung verläuft aber nur so lange bis die Temperatur der Heizung erreicht ist.

Die Quantitative Modellierung

Basisfunktionen für die Quantifizierung der Wirkungen zwischen Faktoren
Abnehmender Grenznutzen mit Sättigung: → Bestandsfaktor

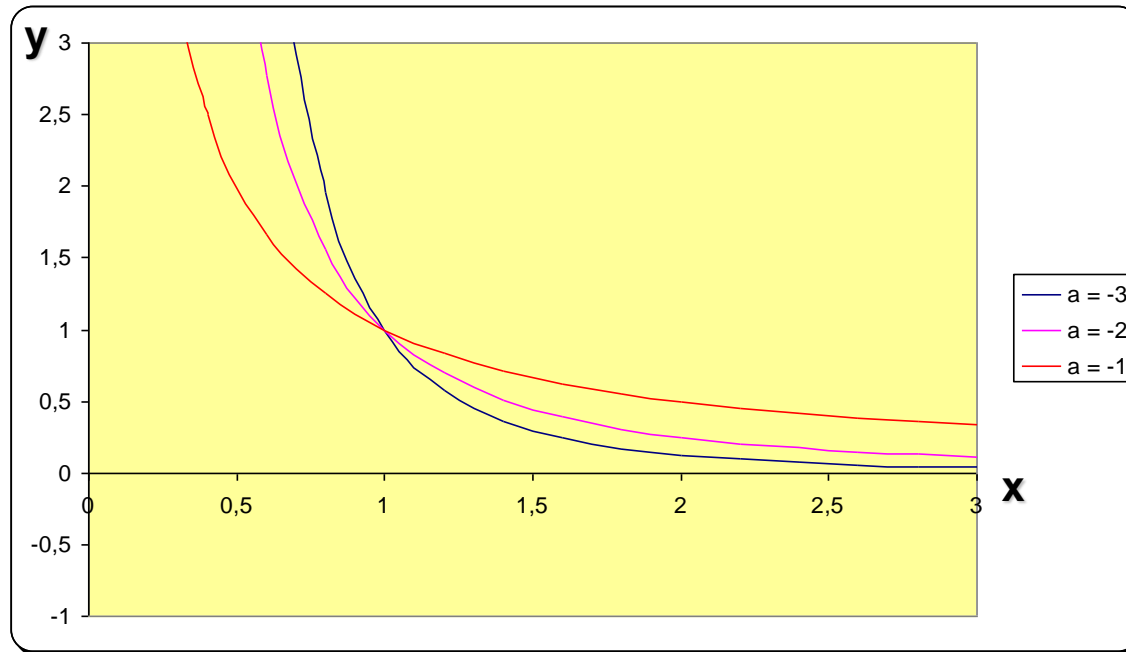
Zeitverzögerung = 6



Wenn eine Zeitverzögerung in der Informationskette für die Berechnung des Flussfaktors berücksichtigt wird, dann schießt der Wert erst über den Zielwert hinaus, um sich dann anschließend diesem von oben zu nähern. Das entspricht in diesem Beispiel dem Fakt, dass das Gehirn die Information des Aufwärmens zu spät erhält und somit die Hand an der Heizung gelassen wird. Nach Wegnehmen der Hand kühlt sich die Hand wieder ab.

Die Quantitative Modellierung

Basisfunktionen für die Quantifizierung der Wirkungen zwischen Faktoren
Degressives Fallen: → Fluss-/ Informationsfaktor



Funktion: $y = x^a$ mit $a < 0$

Erklärung: Niedriges a → Hohe Intensität

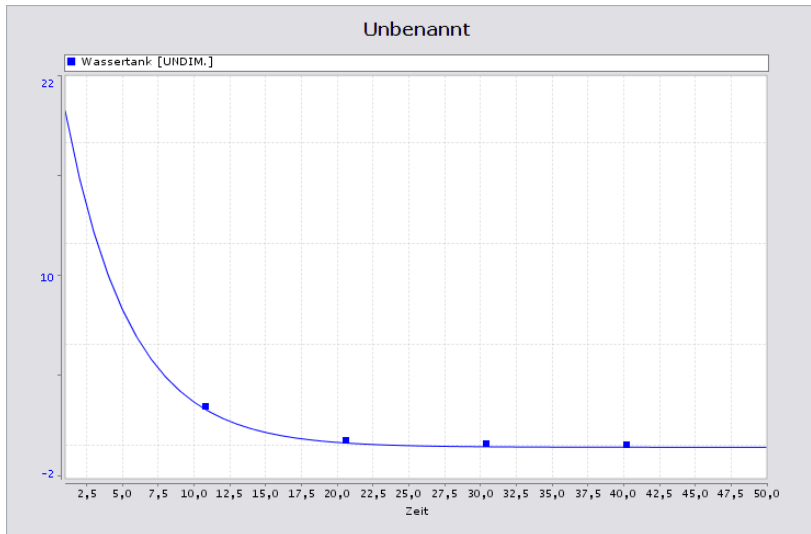
Beispiele: Wassertank läuft aus, Radioaktiver Zerfall

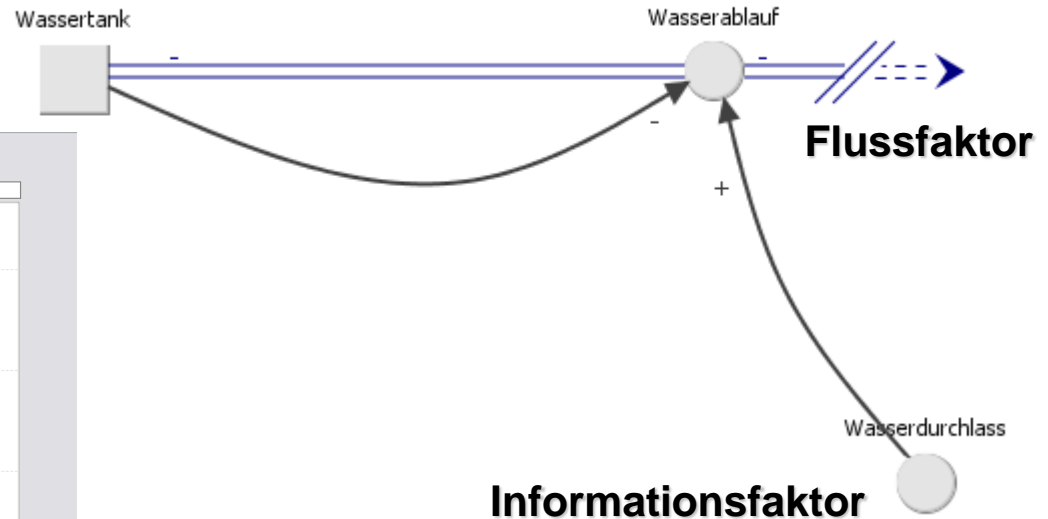
Die Quantitative Modellierung

Basisfunktionen für die Quantifizierung der Wirkungen zwischen Faktoren

Degressives Fallen: → Bestandsfaktor

Zustandsfaktor

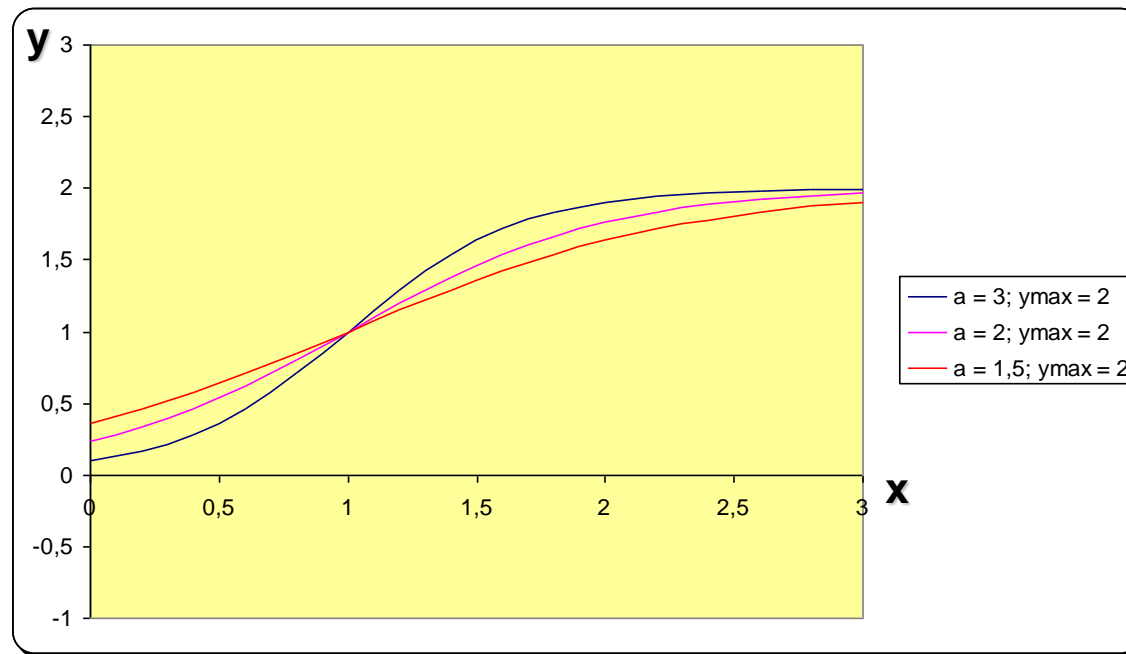


$$\text{Wasserablauf} = \text{if}([\text{Wassertank}] - [\text{Wasserdurchlass}] * [\text{Wassertank}] \leq 0, 0, [\text{Wasserdurchlass}] * [\text{Wassertank}])$$


Die Größe des Flussfaktors Wasserablauf ist proportional abhängig vom Zustandsfaktor Wassertank und vom Informationsfaktor Wasserdurchlass. Das bedeutet, je größer der Wassertank desto größer auch der Wasserablauf. Beim Modellieren muss beachtet werden, dass der Wassertank niemals negativ werden kann.

Die Quantitative Modellierung

Basisfunktionen für die Quantifizierung der Wirkungen zwischen Faktoren
Logistisches Wachstum: → Fluss-/ Informationsfaktor



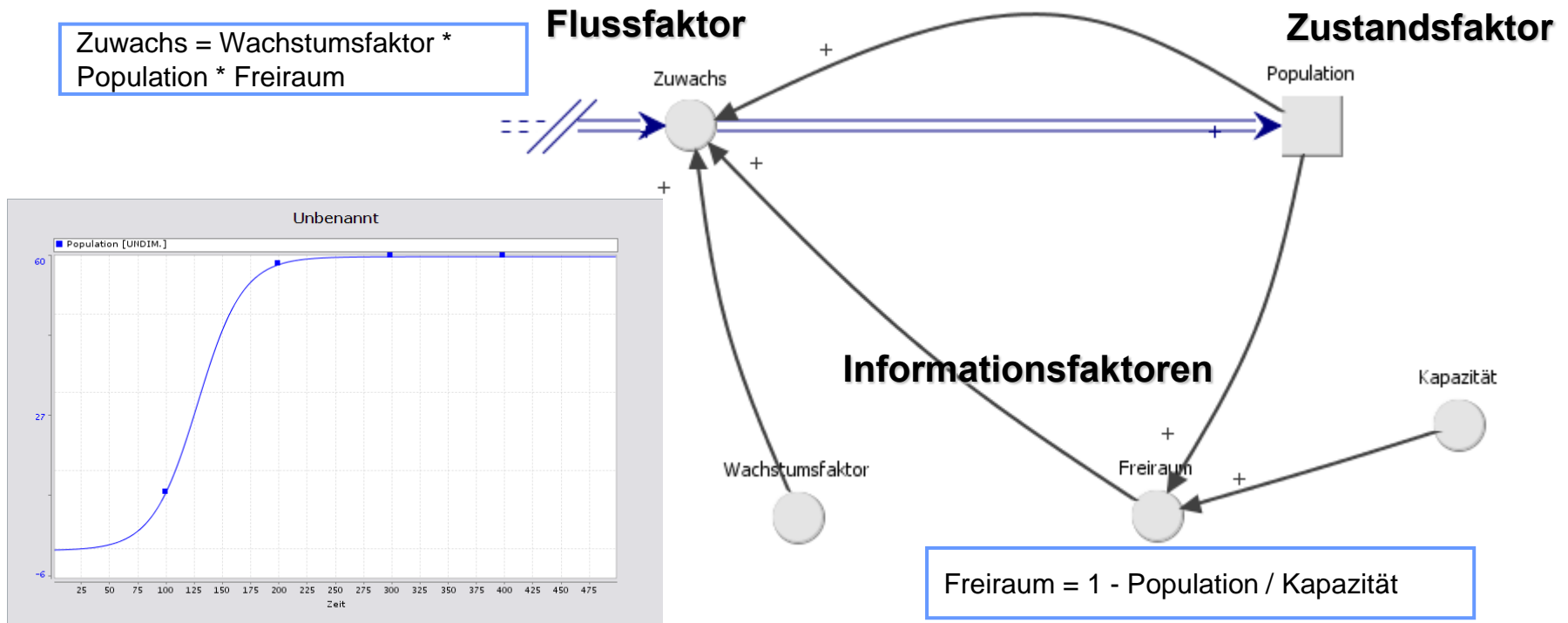
Funktion:
$$y = \frac{y_{\max}}{1 + e^{-a(x-1)}}$$

Erklärung: Hohes a → Hohe Intensität und umgekehrt, y_{max} ist die Grenze

Beispiel: Bakterienwachstum, Bevölkerung in den westlichen Industriestaaten

Die Quantitative Modellierung

Basisfunktionen für die Quantifizierung der Wirkungen zwischen Faktoren Logistisches Wachstum: → Bestandsfaktor

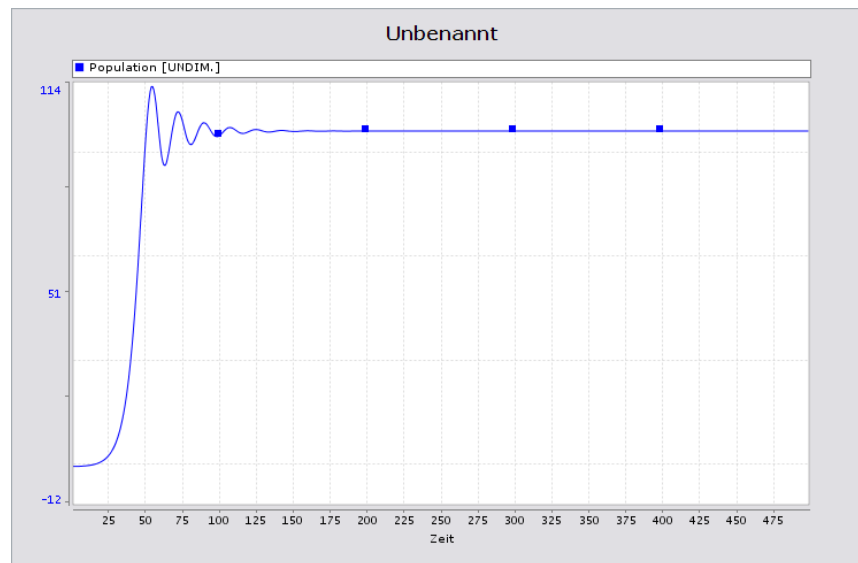


Die Größe des Flussfaktors Zuwachs ist proportional abhängig vom Zustandsfaktor Population und von den Informationsfaktoren Wachstumsfaktor und Freiraum. Es ist zu beobachten, dass die Population erst exponentiell, dann aber je näher die Population an die Kapazität gelangt nur noch degressiv wächst (S-Kurve).

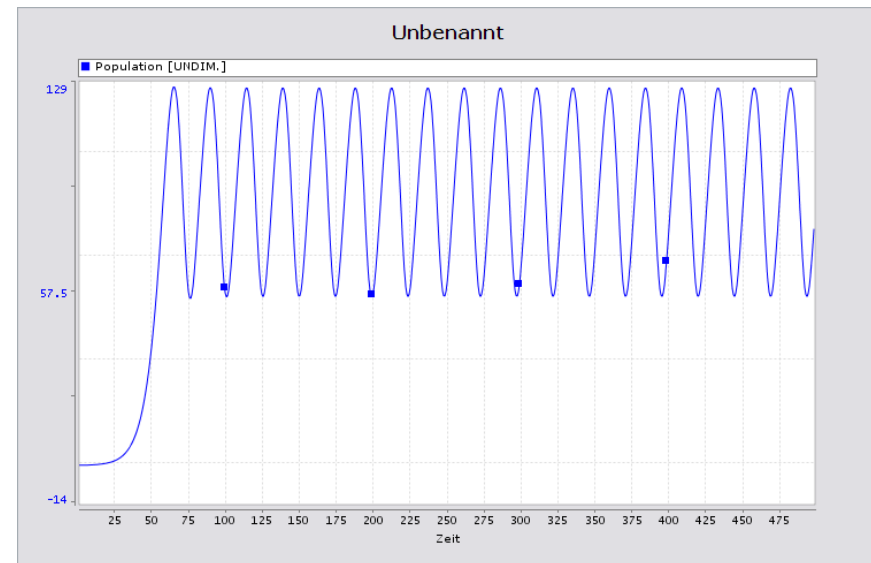
Die Quantitative Modellierung

Basisfunktionen für die Quantifizierung der Wirkungen zwischen Faktoren
Logistisches Wachstum: → Bestandsfaktor

Zeitverzögerung = 4



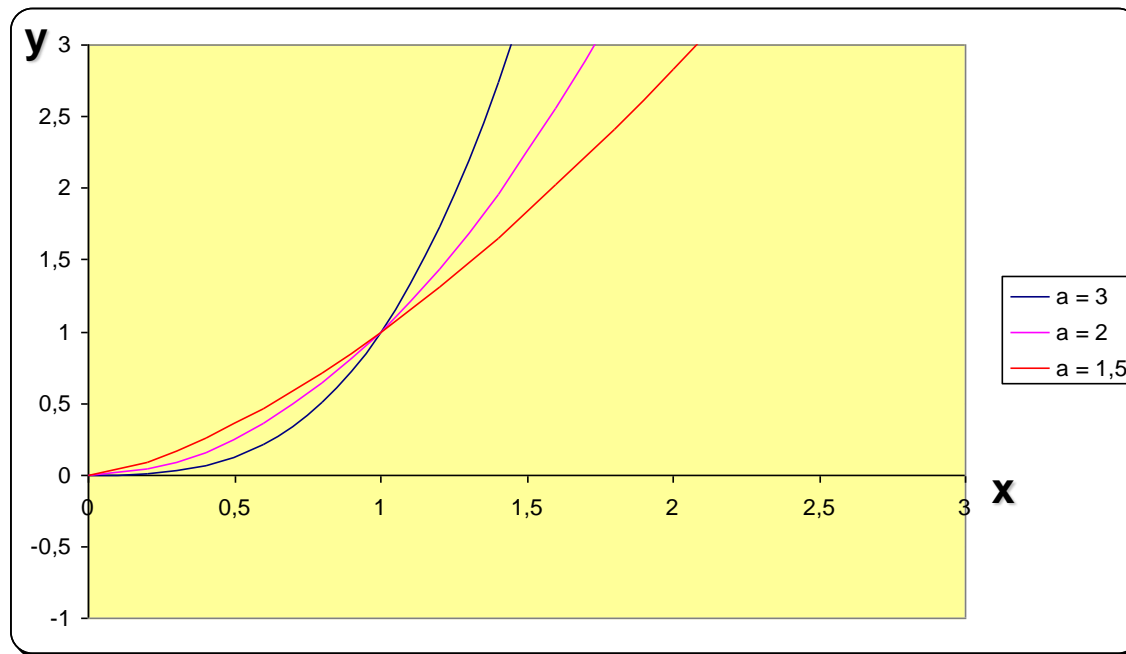
Zeitverzögerung = 6



Die Besonderheit beim Logistischen Wachstum besteht darin, dass beim Berücksichtigen einer Zeitverzögerung in der Informationskette für die Berechnung des Flussfaktors, man von einem Aufschwingen hin zum Chaos gelangt. Das entspricht dem realen Leben eher als keine Zeitverzögerung.

Die Quantitative Modellierung

Basisfunktionen für die Quantifizierung der Wirkungen zwischen Faktoren
Progressives Steigen (Exponentielles Wachstum): → Fluss-/ Informationsfaktor



Funktion: $y = x^a$ mit $a > 1$

Erklärung: Hohes a → Hohe Intensität

Beispiele: Kapitalverzinsung, Baumwachstum

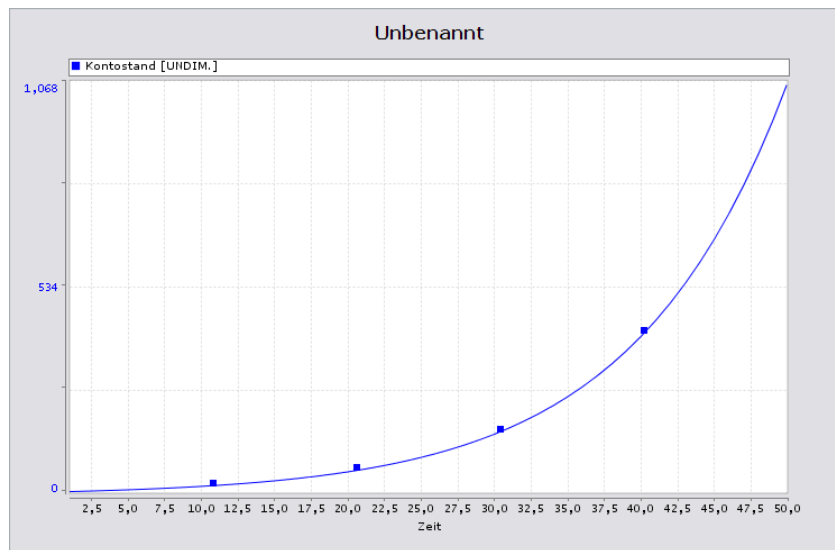
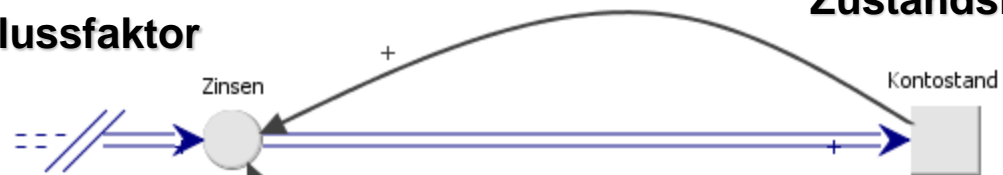
Die Quantitative Modellierung

Basisfunktionen für die Quantifizierung der Wirkungen zwischen Faktoren
Progressives Steigen (Exponentielles Wachstum): → Bestandsfaktor

$$\text{Zinsen} = \text{Zinssatz} * \text{Kontostand}$$

Flussfaktor

Zustandsfaktor



Informationsfaktor



Die Größe des Flussfaktors Zinsen ist proportional abhängig vom Zustandsfaktor Kontostand und vom Informationsfaktor Zinssatz. Das bedeutet, je größer der Kontostand desto größer auch die Zinsen.