

# Franz Hermann

## Prinzipien des Mathematischen Modellierens

Die vorliegenden Prinzipien wurden bisher als Grundlage zur Schaffung von mathematischen Modellen für Bedürfnisse der Ökologie eingesetzt. Auf der Basis dieser Prinzipien wurden im Zeitraum von 1999 bis 2005 mehr als zehn Modelle entwickelt. Alle Modelle befinden sich im Einsatz und wirken als Instrumente, auf deren Grundlage praktische Arbeiten auf dem Gebiet der ökologischen Reinigung unterschiedlicher Objekte in Europa, Amerika und Australien durchgeführt werden.

Gegenwärtig wird mathematisches Modellieren, wie nie zuvor, immer aktueller. Das sich immer mehr beschleunigende Tempo unseres Lebens überzeugt uns jeden Tag davon, dass das mathematische Modellieren als ein praktisches Instrument der Erkenntnis und der Prognosenaufstellung – im breitesten Sinne dieser Begriffe - ein unabdingbarer Schlüssel zur Lösung vieler aktueller Probleme der Wissenschaft, Technik sowie des sozialen, wirtschaftlichen und politischen Lebens in der Gesellschaft ist.

Dass die vorliegenden Prinzipien auf dem ökologischen Tätigkeitsgebiet eingesetzt wurden, beweist bei weitem nicht ihre nur spezifischen bzw. engen Anwendungsmöglichkeiten. Diese Prinzipien sind von einem grundsätzlichen Charakter und können zur Entwicklung von mathematischen Modellen in praktisch jedem Tätigkeitsbereich angewandt werden.

Wir erheben keinen Anspruch auf einen festen Interpretationsrahmen und Verständnis dieser Prinzipien. Möglicherweise könnten einige Prinzipien geändert, vereint bzw. erweitert werden. Wie jedoch die Praxis gezeigt hat, sind sie in ihrer Gesamtheit so oder so jene notwendige Grundlage, auf der im Wesentlichen das mathematische Modellieren aufgebaut ist.

### 1. Prinzip:

Das Prinzip der fundamentalen Basis (PFB)

Das mathematische Modellieren beginnt mit der Beschreibung des zu modellierenden Objektes (einer Maschine, eines Gerätes, eines technologischen Vorganges, einer Naturerscheinung, ...) in der Sprache der Mathematik. Im Ergebnis dessen, erhält man in der Regel irgendwelche mathematische Formeln und algebraische- bzw. Differenzialgleichungen.

### 2. Prinzip:

Prinzip der Diskretisierung bzw. Quantisierung (PD)

Alle abgeleiteten Formeln und Gleichungen sind mittels verschiedener numerischer Verfahren so zu transformieren, dass der moderne Computer sie erkennt. Zum Beispiel erhalten Differentiale  $dt$  als Inkrement  $\Delta t$

### 3. Prinzip

Prinzip der Bilanz (PB)

Im Modellierungsprozess sind unbedingt Bilanzgleichungen herzustellen:

$$B_1 - \sum m_1 = \delta$$

$$B_2 - \sum m_2 = \delta :$$

...

$$B_n - \sum m_n = \delta ,$$

Hierbei bezeichnen  $B_i$  Eingabe- und Ausgabedaten,  $m_i$  Modelldaten (Zwischendaten),  $\delta$  angenommener wahrscheinlicher Fehler im Rahmen des Modellierens.

Es ist klar, dass die angeführten Gleichungen von bedingtem Charakter sind. Die Herleitung solcher Gleichungen wird durch die Spezifik des Gebietes bestimmt, für das ein Modell aufgestellt wird.

Bilanzgleichungen sind ein integrierter Bestandteil des aufzustellenden Modells und dienen bei der Arbeit als ein Kontrollinstrument.

#### **4. Prinzip:**

Experimentprinzip (EP)

Neben den Bilanzgleichungen soll sich jedes Modell zu einem bestimmten Zeitpunkt auf konkrete experimentelle Daten stützen. Anderenfalls verliert das Modell seinen Bezug zur Wirklichkeit und wird zu reiner Theorie bzw. zu einer mathematischen Spielerei.

#### **5.Prinzip:**

Prinzip der Kalibrierung (PK)

Unter dem Prinzip der Kalibrierung wird die Einführung in die Formeln und Gleichungen des Modells von Parametern verstanden, die den vorhandenen Gesetzen der Wissenschaft nicht widersprechen, jedoch in einem bestimmten Zahlenintervallen frei zu ermitteln sind. Diese Parameter sind ein echtes Instrument, welches es ermöglicht, das Modell auf experimentelle Daten auszurichten.

#### **6.Prinzip:**

Prinzip der Detaillierung des Schemas (PDS)

Darunter ist eine Detaillierung der theoretischen Funktionsschemata des künftigen Modells gemeint. Auf dieser Etappe ist ganz genau zu klären, aus welchen „Baugruppen“ das künftige Modell bestehen wird. Auf der Grundlage dieses Schemas wird eine konkrete computergestützte Gestaltung des Modells aufgestellt.

#### **7.Prinzip:**

Prinzip der Übereinstimmung mit den Möglichkeiten (PÜM)

Dieses Prinzip hilft erforderliche Computer- und Werkzeugmittel (Computerkapazität: Schnelligkeit, Speicherung; Programmiersprache, ...) nüchtern einzuschätzen, abzuwägen und auszuwählen.

Wie die Praxis gezeigt hat, genügen nicht alle Computer und bei weitem nicht jede Programmiersprache zum Aufstellen des gedachten Modells. Deshalb muss vor dem Herangehen ans Aufstellen des Modells sichergestellt werden, dass der vorhandene Computer und die ausgewählte Programmiersprache den gestellten Anforderungen entspricht.

## **8. Prinzip:**

Prinzip der Standardisierung (PS)

Unbestritten ist, dass die Entwicklung eines guten Modells die Kräfte eines Einzelnen übersteigt. Für eine solche Aufgabe ist ein gut funktionierendes Team erforderlich. Allerdings ist die Lexik von modernen objektorientierten Programmierungssprachen dermaßen flexibel, dass es bei dieser Arbeit absolut unmöglich ist, ohne einen einheitlichen Standard auszukommen. Ohne diesen würden die Mitarbeiter auf einer bestimmten Arbeitsetappe aufhören, einander zu verstehen.

## **9. Prinzip:**

Rückzugsprinzip (RP)

Wer sich ernsthaft mit dem Programmieren befasst hat, weiß wie wichtig dieses Prinzip ist. Es ist notwendig, rechtzeitig Archivierungsmöglichkeiten einzelner Arbeitsetappen zu entwickeln, damit es jederzeit im Falle unvorgesehener Fehler möglich wäre, einen Schritt zurück zu gehen bzw. sich zurück zu ziehen.