

# Formula

Besondere Lernleistung

Thomas Weise

# Verteidigung

- Was ist Formula?
- Wie ist Formula entstanden?
- Wie arbeitet man mit Formula?

# Was ist Formula?

- Formula ist ein Softwareprogramm, das Aufgaben aus den Bereichen Physik und Chemie lösen kann.
- Dabei werden Formeln aus einer Datenbasis verwendet. Diese Formeln kann der Benutzer eingeben und bearbeiten.
- Das Programm wählt für jedes Problem selbständig die richtigen Formeln aus und setzt diese auch ineinander ein.
- Formula ist einfach zu bedienen. Die Lösungen werden verständlich formuliert. Der Rechenweg ist nachvollziehbar und enthält alle Zwischenergebnisse.
- Alle internen Berechnungen verlaufen numerisch stabil.
- Es werden stets alle möglichen Ergebnisse ausgegeben.

# Wie ist Formula entstanden?

Formula wurde mit der Programmiersprache Delphi 4.0 von Borland programmiert.

Dabei mussten folgende Probleme gelöst werden:

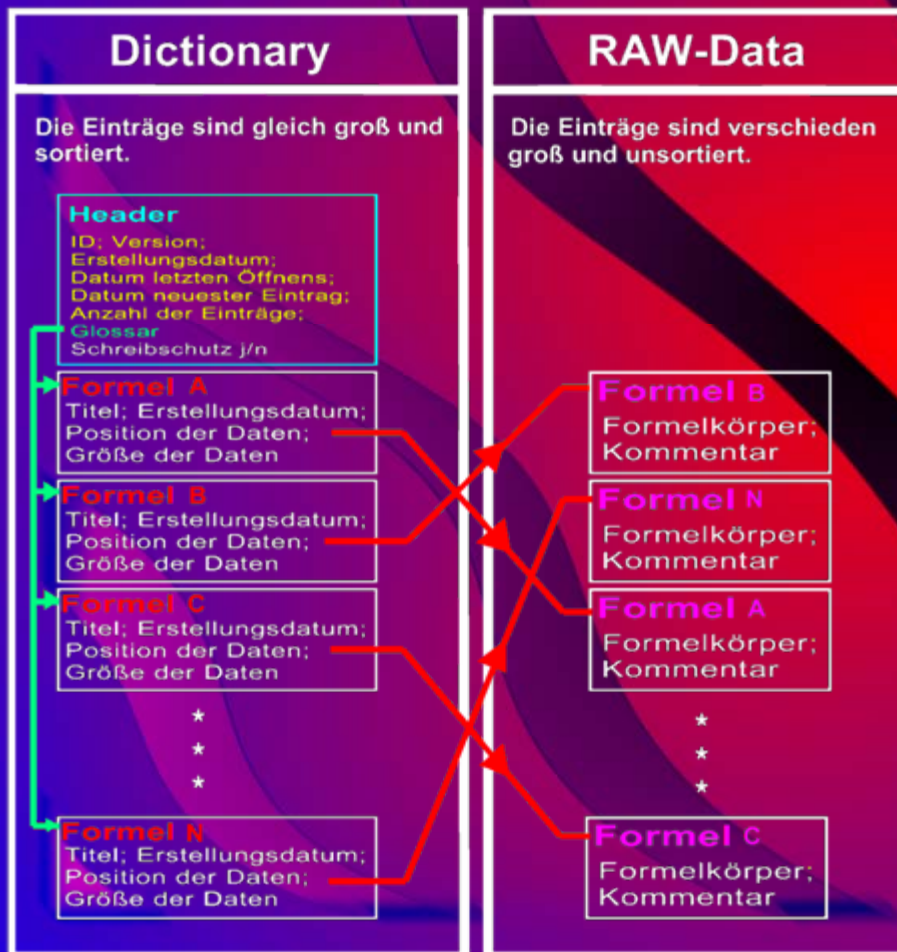
- Wie stellt man eine mathematische Formel auf dem Computer dar?
- Wie speichert man solche Formeln dauerhaft?
- Wie findet man Lösungen für Problemstellungen?
- Wie rechnet man Formeln mit Hilfe mathematischer Funktionen aus?
- Wie stellt man die mathematischen Grundfunktionen numerisch stabil dar?
- Wie schafft man es, alle möglichen Lösungen zu beachten?
- Wie erstellt man eine sinnvolle, möglichst selbsterklärende, Bedienoberfläche?

# Wie stellt man eine mathematische Formel auf dem Computer dar?

- Formeln bestehen aus Titel und Körper.
- Der Körper enthält Rechenoperationen, Parameter, Trennzeichen, Konstanten und Zahlen.
- Der Titel steht für das Ergebnis.
- Formeln werden als Objekte dargestellt.
- Diese Objekte enthalten zusätzlich einige Informationsdaten.

Bestandteil	Funktion	Beispiel
Titel	entspricht dem Ergebnis	Geschwindigkeit
Formelkörper	enthält die Rechenanweisungen	Weg/Zeit
Kommentar	Information	Die Geschwindigkeit gibt an, wie schnell sich ein Körper bewegt.
Erstellungsdatum	Information	19.06.2000

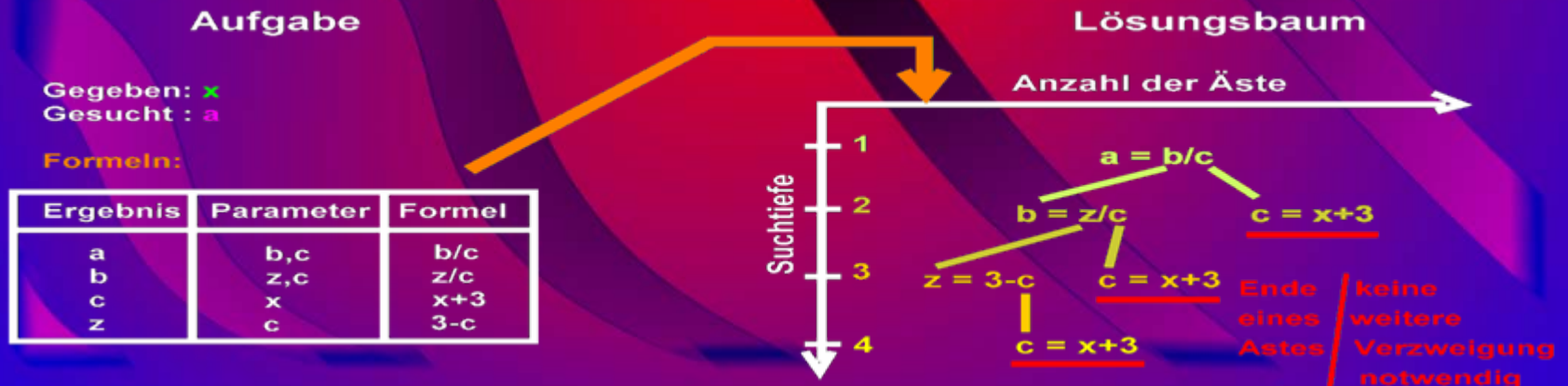
# Wie speichert man solche Formeln dauerhaft?



- Formeln werden in einer bestimmten Datenbasis, der Formelbasis, gespeichert.
- Diese besteht aus dem Dictionary, der Raw-Data-Datei und der Konstantendatei.
- Das Dictionary enthält sortierte Referenzen gleicher Größe auf die ungeordnet in der Raw-Data-Datei abgelegten Daten variabler Größe.
- Die Konstantendatei enthält die Konstanten einer Formelbasis.

# Wie findet man Lösungen für Problemstellungen?

- Der Name einer gesuchten Größe entspricht dem Ergebnis der entsprechenden Formel aus der Formelbasis und somit ihrem Titel.
- Die gegebenen Größen müssen möglichst mit den Parametern dieser Formel übereinstimmen, damit diese ausgerechnet werden kann.
- Ist das nicht der Fall, hat eine Formel beispielsweise mehr Parameter als Größen gegeben sind, so werden diese überzähligen Parameter wie neue Aufgaben behandelt.
- Dazu werden rekursiv passende Formeln gesucht und ineinander eingesetzt.



# Wie rechnet man Formeln mit Hilfe mathematischer Funktionen aus?

- Gefundene Formeln werden mit einem Parser ausgerechnet.
- Der Parser interpretiert nur die Formelkörper, da diese die Rechenanweisungen enthalten.
- Die in ihm enthaltenen Rechenzeichen werden in Funktionsaufrufe umgewandelt.
- Deren Durchführung erfolgt von der tiefsten Klammerebene nach außen hin.

1.  $2 * \text{Pi} * \text{Wurzel} ( J / ( m * g * a ) )$   
↓  
2.  $\text{Mul}(2; \text{Mul}(\text{Pi}; \text{Wurzel}(\text{Divi}(J; \text{Mul}(m; \text{Mul}(g; a))))))$



- Mathematische Funktionen sind in der globalen Funktionstabelle verzeichnet. Hier kann über ihren Namen die Parameterzahl und Speicheradresse abgefragt werden. Dadurch können sie aus einem Assemblermodul heraus aufgerufen werden.

# Wie stellt man die mathematischen Grundfunktionen numerisch stabil dar?

```
Type tRItem = Record
```

```
State : tRState;
```

```
Number: Extended;
```

```
End;
```

```
-1.0E4932..1.0E4932
```

Zustand	Bedeutung	Beispiel
sNumber	reelle Zahl	1
snUnendlich	-Unendlich	$\tan x$ ( $x \rightarrow -\pi/2$ )
sUnendlich	+Unendlich	$\tan x$ ( $x \rightarrow \pi/2$ )
sUnder	kleiner als $-1.0E4932$	$-(10^{1000000})$
sOver	größer als $1.0E4932$	$e^{45000}$
snotdefined	nicht definiert	$1/0$

- Werden mathematische Funktionen mit ungültigen Argumenten aufgerufen, so löst das Betriebssystem Exceptions aus.
- Diese Exceptions werden abgefangen und daraus das Ergebnis der Funktion ermittelt.
- Es wurde ein neuer Zahlentyp entwickelt, der die möglichen Zustände der Gleitkommazahlen der mathematischen Koprozessoren erweitert.
- Damit werden Terme wie Unendlich, -Unendlich, Unter- und Überlauf sowie „nicht definiert“ möglich.

# Wie schafft man es, alle möglichen Lösungen zu beachten?

- Aufgaben können mehrere Lösungen haben. Dies ist zum Beispiel bei  $x^2 = 4$  der Fall. Sowohl 2 als auch -2 kämen für  $x$  in Frage.
- Deshalb wird der Zahlentyp meiner Mathematik zu Zahlenkolonnen erweitert.
- Diese Zahlenkolonnen enthalten nun je die Lösungsmenge eines Terms.
- Ihre Herkunft muss beachtet werden, um falsche Ergebnisse zu vermeiden.

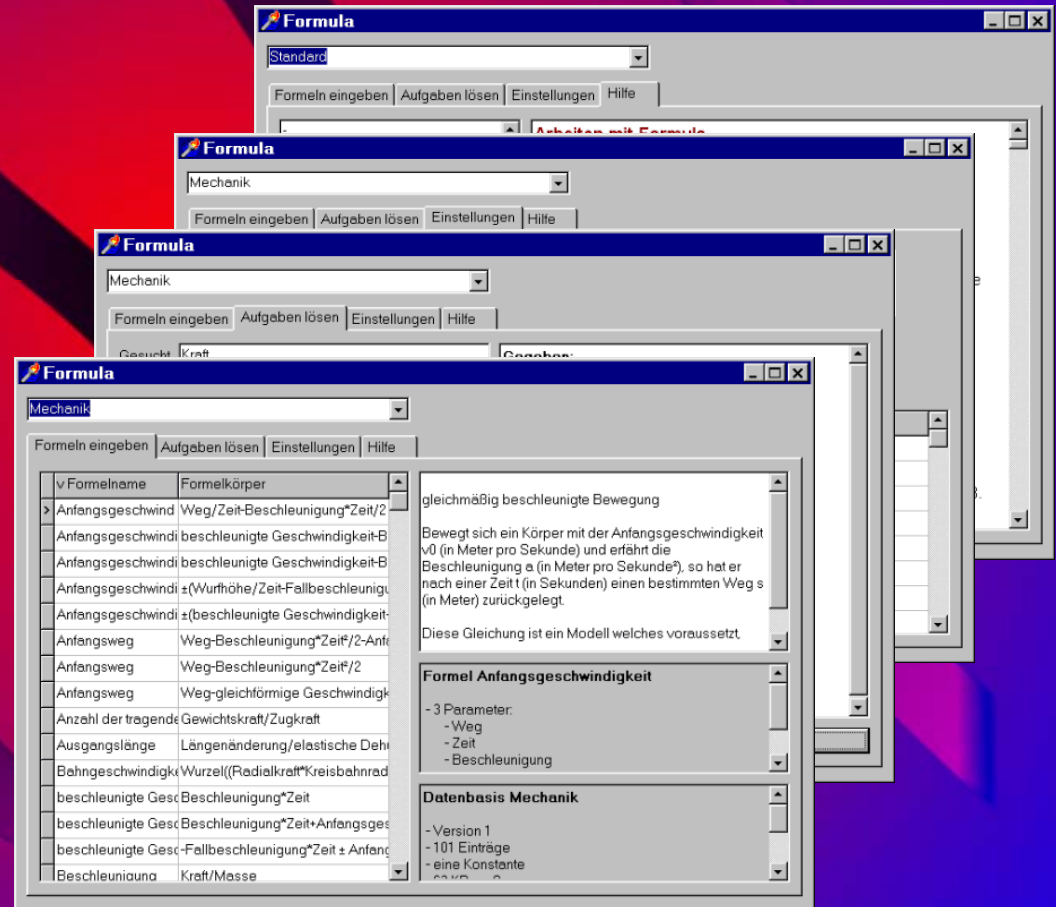
```
Type tRItem = Record
  State : tRState;
  Number: Extended;
End;
-1.0E4932..1.0E4932

Type R = Class (tObject)
  Private
    fNumbers: Array of tRItem;
  Public
    Property Numbers[Index: Integer]:tRItem;
      Read  GetNumber
      Write SetNumber;
End;
```

The diagram illustrates the relationships between the code elements. A pink box encloses the `tRItem` record definition and the `R` class definition. Blue lines connect the `State` property of `tRItem` to `sNumber`, the `Number` property to `snUnendlich`, the `End;` of the `tRItem` record to `sUnendlich`, and the `End;` of the `R` class to `sUnder`. A pink line connects the `fNumbers` property of the `R` class to `sOver` and `snotdefined`.

# Wie erstellt man eine sinnvolle, möglichst selbsterklärende, Bedienoberfläche?

- Die Bedienoberfläche von Formula ist in vier Register unterteilt:
- ein Hilferregister
- ein Einstellungsregister
- ein Rechenregister
- ein Eingaberegister.
- Links über den Registern befindet sich das Auswahlfeld für Formelbasen.



# Wie arbeitet man mit Formula?

- Eingaberegister:
  - Erstellen und öffnen einer Formelbasis.
  - Eingeben, modifizieren und löschen von Formeln.
- Rechenregister:
  - Berechnungen durchführen.
- Einstellungsregister:
  - Einstellungen vornehmen und Konstanten eingeben.
- Hilferegister:
  - Die Hilfe verwenden.

# Eingaberegister

- Erstellen und öffnen einer Formelbasis.
- Eingeben, modifizieren und löschen von Formeln.

Formula

# Rechenregister

- Formula kann zum Lösen von physikalischen und mathematischen Problemen mit Hilfe einer Formelbasis verwendet werden.
- Es ist jedoch auch möglich, es einfach als Taschenrechner zu gebrauchen, wobei es weitaus leistungsfähiger als der Windows-Standardtaschenrechner ist.
- Es ist oftmals sinnvoll, eine Aufgabe daraufhin zu untersuchen, ob mehr als eine Lösung sinnvoll ist.
- Zu allen Methoden werden Beispielaufgaben gelöst.

Aufgabe 1  
eine Lösung

- Ein Körper der Dichte 4 Gramm pro Kubikzentimeter und einem Volumen von 700 Kubikzentimetern wird mit einer Kraft von 800 Newton 300 Meter weit gezogen.
- Wie groß ist die dabei vollbrachte Leistung?

Formula

## Aufgabe 2

zwei Lösungen

- Eine Gondel mit der Masse 500 kg wird an ihrem Seil 10 Sekunden lang mit 3 Meter pro Quadratsekunde beschleunigt.
- Mit welchen Zugwinkeln kann die Kraft wirken, wenn die verrichtete Arbeit am Ende 2000 Newtonmeter betragen soll?

Formula

## Aufgabe 3

eine Lösung

- Berechne  $5^{3,3} - 3! / (7 * \sin 0,7)$

Bogenmaß

Formula

## Aufgabe 4

vier Lösungen

- $F(x)$  sei Arcussinus( $x$ ).
- Berechne  $F(x)$  für  $x^2 = 0,8$ .

Formula

# Einstellungsregister

- Einstellen von Rechenparametern
- Eingeben von Konstanten

Formula

# Hilferegister

- Die Hilfe verwenden

Formula

# Fragen

- In diesem Teil der Verteidigung meiner Besonderen Lernleistung „Formula“ können Sie mir Fragen stellen.

Formula