Tabellenkalkulation

- ▷ Variable
- ▷ Funktionen
- ▷ Simulation
- ▷ Iteration I
- ▷ Induktion
- ▷ Rekursion
- ▷ Iteration II
- ▷ Grafik
- ▷ Datenbanken
- ▷ Grenzen

Variable

Variable: wechselnde Zuordnung zwischen einem Datenobjekt und einem Bezeichner

- ☐ Bezeichner wird als Stellvertreter für das Datenobjekt benutzt
- ☐ Datenobjekt wird auch
  - o Wert der Variablen bzw.
  - o Interpretation des Bezeichners

  genannt
- ☐ Zuordnung kann sich über der Zeit verändern
- ☐ Zuordnung wird über eine Wertzuweisung hergestellt
- ☐ Zuordnung zu einem gegebenen Zeitpunkt ist eindeutig

zusätzliche Einschränkungen hinsichtlich Datentyp, Gültigkeitbereich und Lebensdauer sind möglich

Variable in regulären Ausdrücken?

Variable in formalen Grammatiken?

Variable in Datenbanken?

Ziel ist persistente Speicherung von Daten

globale Variable: unbeschränkter Gültigkeitsbereich

lokale Variable: eingeschränkter Gültigkeitsbereich

Variable

Tabellenkalkulation: einzige Datenstruktur: Matrix von globalen Variablen (Zellen)

	A	B	C	D	E	F	G	H	...
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
...									

Bezeichner: Koordinaten einer Zelle als Paar

$\langle$Bezeichner$\rangle \rightarrow \langle$Spalte$\rangle$ $\langle$Zeile$\rangle$

A1, B8, H3

Wert (Datenobjekt): Resultat der *Auswertung* eines funktionalen Ausdrucks

Funktionen

Funktion: (wechselnde) Zuordnung zwischen einem funktionalen Ausdruck und einem Bezeichner

Tabellenkalkulation: Auswertung von funktionalen Ausdrücken.

1. Spezifikation eines oder mehrerer informationell gekoppelter Ausdrücke
2. (semi-)automatische Auswertung
3. Entnahme der gewünschten Resultate

funktionale Ausdrücke: Konstanten oder komplexe Ausdrücke

Konstanten: Der Wert einer Konstanten ist die Konstante selbst.

Zahlen: 2, 4.5, -17, 2e-3

Zeichenketten: 'Maier'

komplexe Ausdrücke: Der Wert eines komplexen Ausdrucks ergibt sich durch eine vereinbarte Berechnungsvorschrift (Semantik) für die Elemente des Ausdrucks

wert('3+4') := add(wert('3'),wert('4'))

Manipulation einer Tabelle

Eingabe von Ausdrücken

Formatieren von Zellen/Zeilen/Spalten

Darstellungsformate für Konstanten:

numerische		sonstige
Standard	5.8	Datum
(Festkomma-) Zahl	5.80	Uhrzeit
Währung	5.80 DM	Text
Buchhaltung	5.80 DM	Sonderformate
Prozent	5.8 %	benutzerdefinierte
Bruch	5 4/5	
Wissenschaft	5.80E+00	

Einfügen/Löschen von Zeilen/Spalten

Bewegen des Ansichtsfensters über die Tabelle

Unterteilen des Ansichtsfensters in zwei oder vier separat bewegbare Teilfenster

Funktionen

Funktion: eindeutige Abbildung aus einem Definitionsbereich (Vorbereich) in einen Wertebereich (Nachbereich)

$\rightarrow$ eindeutige Werteberechnung

$\rightarrow$ gerichtete Werteausbreitung

$$y = f(x)$$

$$f : X \rightarrow Y, x \in X, y \in Y$$

x: Argument

y: Funktionswert

Beispiele:

$$y = f_1(x) = 2x^2 + 5x - 3$$

$$y = f_2(x) = max(2, 4, 1, 8, \ldots, 9, 5, 4)$$

Mehrstellige Funktionen: Funktion mehrerer Argumente

$$m = h(x, y, z)$$

$$h : X \times Y \times Z \rightarrow M, x \in X, y \in Y, z \in Z, m \in M$$

Beispiele:

$$m = f(x, y, z) = x^2 + y^2 + z^2$$

Funktionen besitzen für jede Belegung ihrer Argumente entweder einen eindeutig ausgezeichneten Funktionswert oder sind an dieser Stelle undefiniert.

Funktionen vs. Relationen

Relation: $R(X,Y) \subseteq X \times Y$

Funktionen sind spezielle Relationen: Eine Funktion entsteht aus einer Relation durch Einschränkung auf eine eindeutige Funktionswertzuweisung:

$f : X \to Y \subseteq R(X,Y)$
$\forall x,y,z.(x,y) \in f \wedge (x,z) \in f \to y = z$

Relationen sind spezielle Funktionen: Eine Relation weist jedem Element aus seiner Domäne eindeutig einen Wahrheitswert zu und kann deshalb als (spezielle) Funktion interpretiert werden.

$R(X,Y) = f : X \times Y \to \{T,F\}$

Funktionen sind gerichtet und nur in Spezialfällen umkehrbar.

Relationen sind ungerichtet.

Einfache arithmetische Ausdrücke

arithmetische Ausdrücke über den Operatoren $\{+, -, *, /, **\}$ sind immer funktional.

> *funktionale Ausdrücke* in der Kalkulationstabelle beginnen immer mit einem Gleichheitszeichen.

absolute Ausdrücke: enthalten nur Konstanten.

Ausdrücke

	A	B	C	...
1	=3+4		=5/2	
2		=3*2		
...				

Werte

	A	B	C	...
1	7		2.5	
2		6		
...				

Funktionale Ausdrücke werden vom Tabellenkalkulationsprogramm *ausgewertet* und der Funktionswert in die betreffende Zelle geschrieben.

> zwei Sichten auf eine Kalkulationstabelle:
>
> 1. Oberfläche: Werte
> 2. Hintergrund: Ausdrücke

Einfache arithmetische Ausdrücke

relative Ausdrücke: enthalten Variable.

Variable werden in Ausdrücken durch ihre Bezeichner repräsentiert.

Ausdrücke

	A	B	C	...
1	4	3	2	
2		=a1+b1	=b2/c3	
...				

Werte

	A	B	C	...
1	4	3	2	
2		7	3.5	
...				

relative Ausdrücke begründen Abhängigkeitsverhältnisse zwischen Zellen.
Ihr Wert ist von der Wertebelegung anderer Zellen abhängig.

Ausdrücke

	A	B	C	...
1	4	3	2	
2		=a1+b1	=b2/c1	
...				

Werte

	A	B	C	...
1	4	3	2	
2		7	3.5	
...				

Einfache arithmetische Ausdrücke

Beispiel: Berechnung der Werte einer linearen Funktion
$\boldsymbol{y = f(x) = 2x + 1}$

Ausdrücke

	A	B	C	...
1	x=	3		
2	y=f(x)=	=2*b1+1		
...				

Werte

	A	B	C	...
1	x=	3		
2	y=f(x)=	7		
...				

zyklische Abhängigkeiten: die Werteberechnung für zwei (oder mehrere) Ausdrücke hängt wechselseitig voneinender ab.

$\rightarrow$ Fehlerzustand (wird aber später noch ausgenutzt werden!)

Ausdrücke

	A	B	C	...
1	x=f(y)=	=b2/4-1		
2	y=f(x)=	=2*b1+1		
...				

Simulation

Simulationsexperimente: Was passiert, wenn ...?

Beispiel: Workshop-Kalkulation

feste Kosten

Raummiete	2500 DM

teilnehmerabhängige Kosten:

Proceedings	30 DM
Erfrischungen	25 DM

feste Einnahmen:

Sponsor	500 DM

teilnehmerabhängige Einnahmen:

Teilnahmegebühr	100 DM

Simulation

1. Frage: wieviel Teilnehmer sind erforderlich, damit die Veranstaltung keinen finanziellen Verlust darstellt (Break-even point)?

Ausdrücke

	A	B	C	...
1		pro T.	Ges.	
2	Einnahm.			
3	Sponsor		500	
4	T-Gebühr	100	=b12*b4	
5	Summe E		=c3+c4	
6	Ausgab.			
7	Raumm.		2500	
8	Proceed.	30	=b12*b8	
9	Erfrisch.	25	=b12*b9	
10	Summe A		=c7+c8+c9	
11	Bilanz		=c5-c10	
12	Teiln.	50		
...				

Werte

	A	B	C	...
1		pro T.	Ges.	
2	Einnahm.			
3	Sponsor		500	
4	T-Gebühr	100	5000	
5	Summe E		5500	
6	Ausgab.			
7	Raumm.		2500	
7	Proceed.	30	1500	
8	Erfrisch.	25	1250	
9	Summe A		5250	
10	Bilanz		250	
11	Teiln.	50		
...				

Ermitteln der Gewinngrenze:

Teilnehmer	Bilanz
50	250
40	-200
45	25
44	-20

Simulation

2. **Modifikation der Bedingungen:** Mindestabnahme bei Proceedings 100 Stück.

   → Bis 100 Exemplare 3000 DM, jedes weitere Exemplar 30 DM.

   Konditional: wenn(Bedingung;dann;sonst)

   Bedingung: Ausdruck, der einen numerischen Wert liefert.
   Boolesche Vergleichsoperatoren ($\{=, <, >, \leq, \geq, \ldots\}$) ergeben bei Auswertung zu WAHR den Wert 1, sonst den Wert 0.

   dann: Ausdruck, der den Wert des Konditionals für den Fall Bedingung $\neq 0$ bestimmt.

   sonst: Ausdruck, der den Wert des Konditionals für den Fall Bedingung $= 0$ bestimmt.

   neuer Preis der Proceedings: P_{ges}=wenn(T>100,T*P,100*P)

Simulation

Ausdrücke

	A	B	C	...
1		pro T.	Ges.	
2	Einnahm.			
3	Sponsor		500	
4	T-Gebühr	100	=b12*b4	
5	Summe E		=c3+c4	
6	Ausgab.			
7	Raumm.		2500	
8	Proceed.	30	=wenn(b12>100; b12*b8;100*b8)	
9	Erfrisch.	25	=b12*b9	
10	Summe A		=c7+c8+c9	
11	Bilanz		=c5-c10	
12	Teiln.	50		
...				

Werte

B	C	...
	Ges.	
	500	
	5000	
	5500	
	2500	
	3000	
	1250	
	6750	
	-1250	

3. Frage: Wie hoch muß unter den veränderten Bedingungen die Teilnehmerzahl sein, um einen Verlust zu vermeiden?

Teilnehmer	Bilanz
50	-1250
60	-500
70	250
66	-50
67	25

Simulation

4. **veränderte Fragestellung:** Eine Teilnehmerzahl von mehr als 50 ist unrealistisch. Wie hoch muß die Teilnahmegebühr sein, um auch dann noch mit einem Gewinn abzuschließen?

Teilnehmer	Gebühr	Bilanz
50	100	-1250
50	120	-250
50	125	0

1. Am Beginn einer Bedingungskette müssen immer Konstanten stehen.
2. Wertmodifikationen bei Simulationsexperimenten finden immer am Anfang einer Bedingungskette statt.

Optimierungsprobleme: Direkte Berechnung von Extrem- und Zielwerten
$\rightarrow$ Solver

Eingebaute Funktionen

Eingebaute Funktionen: vordefinierte Funktionen für eine Vielzahl von Standardberechnungen.

Aufruf einer Funktion: Funktionsname(Argument[;Argument])

Argumente können beliebige Ausdrücke sein:

ln(25.3)

sin(a21*c23+c24)

abs(sin(c7))

Eingebaute Funktionen

Stelligkeit ist Bestandteil der Funktionsdefinition

nullstellig

Ausdrücke

	A	B	C	...
1	=pi()			
2	=zufallszahl()			
...				

Werte

	A	B	C	...
1	3.1416			
2	0.7855			
...				

einstellig

Ausdrücke

	A	B	C	...
1	4	=wurzel(a1)		
2		=exp(a1)		
3	blabla	=length(b2)		
...				

Werte

	A	B	C	...
1	4	2		
2		54.598		
3	blabla	6		
...				

zweistellig

Ausdrücke

	A	B	...
1	blabla	=identisch(a1;a2)	
2	blabla	=identisch(a1;a3)	
3	soso	=links(a1;4)	
...			

Werte

	A	B	...
1	blabla	1	
2	blabla	0	
3	soso	blab	
...			

Eingebaute Funktionen

dreistellig

Ausdrücke

	A	B	C	...
1	1	=wenn(a2;a1/a2;0)		
2	0	=wenn(a1>a2;a1;a2)		
...				

Werte

	A	B	C	...
1	1	0		
2	0	1		
...				

vierstellig

Ausdrücke

	A	B	...
1	blabla	=ersetzen(a1;3;3;a3)	
2	blabla	=ersetzen(a1;3;0;a3)	
3	soso	=links(a1;4)	
...			

Werte

	A	B	...
1	blabla	blasoso	
2	blabla	blasosobla	
3	soso		
...			

n-stellig

Ausdrücke

	A	B	C	...
1	bla	so	=verketten(a1;b1;a1)	
2	0	1	=oder(a2;a3;b3)	
3	0	0	=oder(a2;a3;b2;b3)	
...				

Werte

	A	B	C	...
1	bla	so	blasobla	
2	0	1	0	
3	0	0	1	
...				

Bereichsfunktionen

Bereichsangaben: Referenz auf eine Gruppe benachbarter Zellen

in einer Zeile	a1:f1
in einer Spalte	a1:a10
in mehreren Zeilen und Spalten	a1:f5

Bereichsfunktionen: verarbeiten alle Werte eines Bereiches (oder mehrerer Bereiche)

Ausdrücke

	A	B	C	...
1	2	1	=max(a1:b3)	
2	5	3	=min(a1:a3)	
3	7	2	=summe(a1:b1)	
4			=mittelwert(a2:b2)	
...				

Werte

	A	B	C	...
1	2	2	7	
2	5	3	2	
3	7	2	3	
4			4	
...				

Analogie: Vektor, Array in algorithmischen Programmiersprachen

Ausdrücke

	A	B	C	...
1	2	1	=index(a1:b3;2,2)	
2	5	3	=index(a1:b3;1,2)	
3	7	2	=index(a1:b3;2,3)	
...				

Werte

	A	B	C	...
1	2	2	3	
2	5	3	5	
3	7	2	2	
...				

Wichtige Funktionen

Mathematische Funktionen

sin, cos, tan

arcsin, arccos, arctan

arcsinhyp, arccothyp, arctanhyp

fakultät

ln, log, log10

produkt, potenz, exp, wurzel

abs, vorzeichen

abrunden, aufrunden

gerade, ungerade

summe

...

Statistische Funktionen

normvert(x;Mittelwert;Standardabw;Kumuliert)

poisson(x;Mittelwert;Kumuliert)

binomvert(Zahl_Erfolge;Versuche;Erfolgswahrsch;Kumuliert)

konfidenz(Alpha;Standardabw;Umfang_SP)

korrel(Bereich1;Bereich2)

max(Bereich), min(bereich), mittelwert(bereich), stabw(Bereich)

...

Wichtige Funktionen

Zeichenkettenverarbeitung (Text)

länge(Text)

verketten(Text1,Text2,. . .)

wiederholen(Text;Faktor)

finden(Suchtext;Text;Erstes_Zeichen)

ersetzen(Alter_Text;Erstes_Zeichen;Anzahl_Zeichen;Neuer_Text)

links(Text,Anzahl_Zeichen)

rechts(Text,Anzahl_Zeichen)

klein(Text), gross(Text)

. . .

Logik

falsch, wahr

und, oder

nicht

wenn

Weitere Bereiche: Matrix, Datenbank, Fehlerbehandlung, Datum&Zeit, Finanzmathematik

Beispiel: Projektkalkulation

Projektpartner:

- Firma A
- Firma B
- Uni C

Arbeitspakete:

- Anforderungsanalyse
- Prototypentwicklung
- Validierung

Finanzierungsmodi:

- unterschiedliche Organisationen
- unterschiedliche Aufgabentypen

Ausbalancierung des Aufwands:

- inhaltlich
- politisch

Deckelung der Gesamtkosten

Ausdrücke

	A	B	C	D	E	...
1		Firma A	Firma B	Uni C	Summe	
2	1. Anforderungsanalyse	=summe(b3:b4)	=summe(c3:c4)	=summe(d3:d4)	summe(b2:d2)	
3	1.1 Nutzerbefragung				=summe(b3:d3)	
4	1.2 Marktanalyse				=summe(b4:d4)	
5	2. Prototypentwicklung	=summe(b6:b9)	=summe(c6:c9)	=summe(d6:d9)	=summe(b5:d5)	
6	2.1 Bedienkonsole				=summe(b6:d6)	
7	2.2 Datenbank				=summe(b7:d7)	
8	2.3 Auswertungskomp.				=summe(b8:d8)	
9	2.4 Prognosemodul				=summe(b9:d9)	
10	3. Validierung	=summe(b11:b13)	=summe(c11:c13)	=summe(d11:d13)	=summe(b10:d10)	
11	3.1 Datenerhebung				=summe(b11:d11)	
12	3.2 Testläufe				=summe(b12:d12)	
13	3.3 Nutzerevaluation				=summe(b13:d13)	
14	Summe PM	=b2+b5+b10	=c2+c5+c10	=d2+d5+d10	=summe(b14:d14)	
15	Kosten/PM	28000	25000	10000		
16	Kosten/Partner	=b14*b15	=c14*c15	=d14*d15	=summe(b16:d16)	
...						

Ausdrücke

	A	B	C	D	E	. . .
1		Firma A	Firma B	Uni C	Summe	
2	1. Anforderungsanalyse	=summe(b3:b4)	=summe(c3:c4)	=summe(d3:d4)	summe(b2:d2)	
3	1.1 Nutzerbefragung	4		4	=summe(b3:d3)	
4	1.2 Marktanalyse	4	2		=summe(b4:d4)	
5	2. Prototypentwicklung	=summe(b6:b9)	=summe(c6:c9)	=summe(d6:d9)	=summe(b5:d5)	
6	2.1 Bedienkonsole	5			=summe(b6:d6)	
7	2.2 Datenbank		8	2	=summe(b7:d7)	
8	2.3 Auswertungskomp.	6	6		=summe(b8:d8)	
9	2.4 Prognosemodul			10	=summe(b9:d9)	
10	3. Validierung	=summe(b11:b13)	=summe(c11:c13)	=summe(d11:d13)	=summe(b10:d10)	
11	3.1 Datenerhebung	8		8	=summe(b11:d11)	
12	3.2 Testläufe		6		=summe(b12:d12)	
13	3.3 Nutzerevaluation	4			=summe(b13:d13)	
14	Summe PM	=b2+b5+b10	=c2+c5+c10	=d2+d5+d10	=summe(b14:d14)	
15	Kosten/PM	28000	25000	10000		
16	Kosten/Partner	=b14*b15	=c14*c15	=d14*d15	=summe(b16:d16)	
. . .						

Werte

	A	B	C	D	E	...
1		Firma A	Firma B	Firma C	Summe	
2	1. Anforderungsanalyse	8	2	4	14	
3	1.1 Nutzerbefragung	4		4	8	
4	1.2 Marktanalyse	4	2		6	
5	2. Prototypentwicklung	11	14	12	37	
6	2.1 Bedienkonsole	5			5	
7	2.2 Datenbank		8	2	10	
8	2.3 Auswertungskomp.	6	6		12	
9	2.4 Prognosemodul			10	10	
10	3. Validierung	12	6	8	26	
11	3.1 Datenerhebung	8		8	16	
12	3.2 Testläufe		6		6	
13	3.3 Nutzerevaluation	4			4	
14	Summe PM	31	22	24	77	
15	Kosten/PM	28000	25000	10000		
16	Kosten/Partner	868000	550000	240000	1658000	
...						

Beispiel: Kognitionspsychologische Experimente

dominierendes Meßverfahren: Reaktionszeitexperimente

Ziel: Abhängigkeiten zwischen Einflußfaktoren aufdecken

experimentelle Methode: Lösen einer Aufgabe in verschiedenen Varianten

- zwei freie Parameter (Einflußfaktoren)
- jeweils mindestens zwei Parametersetzungen (kognitive Kategorien)
- Beispiel 1: Verarbeitungszeit zum Erkennen von geometrischer Kongruenz

  Faktor A: Komplexität einer geometrischen Figur (groß/klein)

  Faktor B: Bewegung im Raum (Rotation/Spiegelung)
- Beispiel 2: Verarbeitungszeit zum Erkennen der syntaktischen Struktur eines Satzes

  Faktor A: Vorfeldbesetzung (Subjekt/Objekt)

  Der Mann sucht den Besen.

  Den Besen sucht der Mann.

  Faktor B: Sortale Kategorie des Subjekts (belebt/unbelebt)

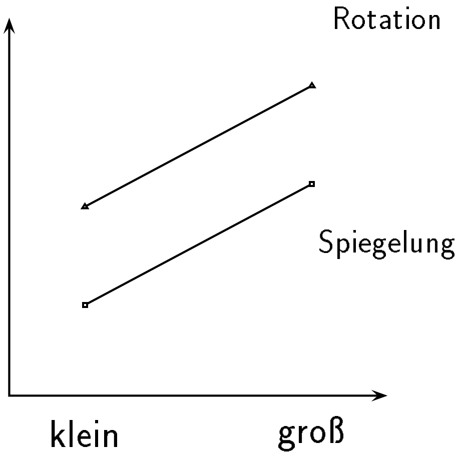
  Der Mann sucht den Besen.

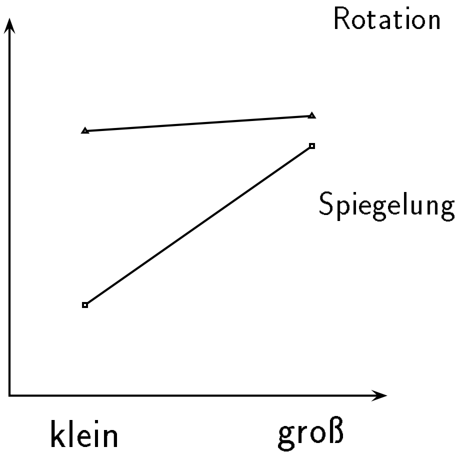
  Der Sessel sucht den Besen.

Beispiel: Kognitionspsychologische Experimente

Beobachtungen:

1. Reaktionszeiten für einen Kategorienwechsel bei A und B steigen proportional
   → keine wechselseitige Abhängigkeit
2. gegenläufige Tendenzen für B beim Kategorienwechsel bzgl. A
   → B ist von A abhängig und dies erfordert eine Erklärung durch das Verarbeitungsmodell!





Beispiel: Kognitionspsychologische Experimente

Aufgabe: (vier) Mittelwerte berechnen und grafisch geeignet darstellen

Ausdrücke

	A	B	C	D	...
1	kl/Rotation	kl/Spiegelung	gr/Rotation	gr/Spiegelung	
2	26	21	28	23	
3	23	21	31	25	
...	...	...	...	...	
51	24	24	29	30	
52	=m-wert(a2:a51)	=m-wert(b2:b51)			
53	=m-wert(c2:c51)	=m-wert(d2:d51)			
...					

Diagramm:

darzustellender Bereich: a52:b53

→ Diagramm → Liniendiagramm

Beispiel: Kognitionspsychologische Experimente

erweiterte Aufgabe: Streuung visualisieren

z.B. über Börsenkursdiagramm: (Höchstwert,Tiefstwert,Schlußnotierung)

Ausdrücke

	A	B	C	D	...
1	kl/Rotation	kl/Spiegelung	gr/Rotation	gr/Spiegelung	
2	26	21	28	23	
3	23	21	31	25	
...	...	...	...	...	
51	24	24	29	30	
52	=a54+a55	b54+b55	=c54+c55	d54+d55	
53	=a54-a55	b54-b55	=c54-c55	d54-d55)	
54	=m-wert(a2:a51)	=m-wert(b2:b51)	=m-wert(c2:c51)	=m-wert(c2:c51)	
55	=stdabw(a2:a51)	=stdabw(b2:b51)	=stdabw(c2:c51)	=stdabw(d2:d51)	
...					

Diagramm:

darzustellender Bereich: a52:b54 bzw. c52:d54

→ Diagramm → Liniendiagramm → Börsenkurse