Der Solver

Was ist der Solver

Der Solver ist ein Calc-Zusatzprogramm zur Lösung von Optimierungsaufgaben. Im Gegensatz zur Zielwertsuche können hier Aufgaben auch mit mehreren Variablen und Nebenbedingungen behandelt werden. Ergebnisse können einen bestimmten Wert, ein Maximum oder ein Minimum annehmen.

Der Solver ist ab OpenOffice 3 in Calc integriert undn wird über das Menü *Extras* aufgerufen.

Beispiel 1

Ein Bauer will 45 ha Ackerland mit Weizen und Zuckerrüben bebauen, keinesfalls aber mehr als 15 ha für den Rübenanbau verwenden. Arbeitskräfte stehen für insgesamt 1200 Arbeitsstunden zur Verfügung. Die erforderliche Arbeitszeit bei Weizen beträgt 20 h/ha, bei Rüben 60h/ha. Der Reingewinn beträgt bei Weizen € 300.- pro ha, bei Rüben € 600.- Wieviel Ackerland muss mit Rüben und wieviel mit Weizen bebaut werden, damit der Ertrag maximal ist?

Aufstellen der Tabelle (1)

Zunächst werden die vorgegebenen Werte in die Tabelle eingetragen. Die ha werden zunächst mit „1“ festgelegt. Danach erfolgt das Eintragen der Formeln. In Zelle C2 und C3 werden die benötigte Arbeitszeiten für 1 ha Weizen bzw. für Zuckerrüben eingetragen, in Zelle C4 die Gesamtarbeitszeit (=B2*C2+B3*C3), also die ha Weizen*20 und die ha Rüben*60. In Spalte D wird der Gewinn eingetragen, 300 für 1 ha Weizen, 600 für 1 ha Rüben.

Aufstellen der Tabelle (2)

In die Zielzelle D4 wird der Gesamtgewinn eingetragen: =B2*D2+B3*D3.

In Zelle B4 wird Anbaufläche für Weizen und Rüben berechnet: =B2+B3.

In der Zeile werden die maximalen Werte der zur Verfügung stehenden Ackerfläche und Arbeitszeit eingetragen.

SUMME | =B2*D2+B3*D3

	A	B	C	D
1		ha	Stunden/ha	Gewinn/ha
2	Weizen	0	20	300
3	Rüben	0	60	600
4	Gesamt	=B2+B3	=B2*C2+B3*C3	=B2*D2+B3*D3
5	maximal	45	1200	

Solver-Parameter

Über *Extras/Solver* wird der Solver gestartet.

1. Zunächst wird die Zielzelle eingetragen – die Zelle mit dem Gesamtgewinn.
2. Da der maximale Gewinn berechnet werden soll, wir als Zielwert die Optionsschaltfläche Max ausgewählt.
3. Als veränderbare Zellen werden die Zellen der Ackerfläche ($B$2:$B$3) markiert.

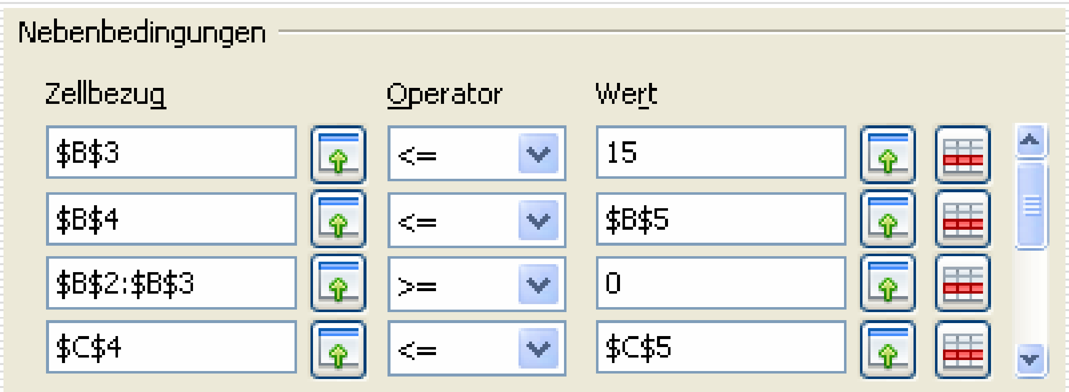
Nebenbedingungen (1)

Nun muss dem Solver noch mitgeteilt werden, welche Bedingungen bei der Lösung zu berücksichtigen sind.

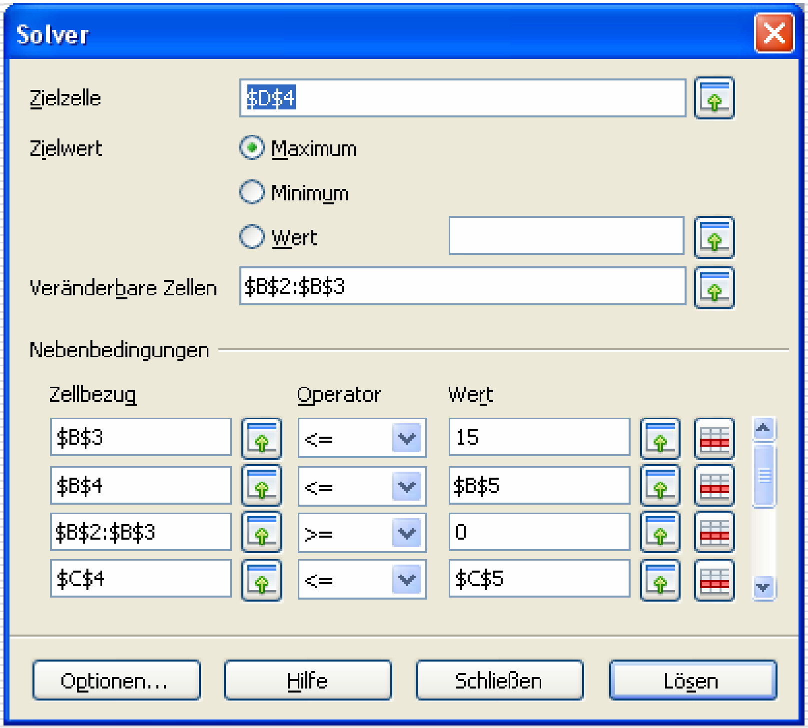
1. Anbaufläche für Rüben soll max. 15 ha betragen.
2. Die Gesamtanbaufläche darf nicht größer als 45 ha sein.
3. Die ha für Rüben und Weizen müssen größer oder gleich 0 sein.
4. Die Arbeitszeit darf maximal 1200 sein.

Nebenbedingungen (2)

Dazu wird im Abschnitt Nebenbedingung die Schaltfläche hinzufügen angeklickt, im Textfeld *Zellbezug* die gewünschte Zelle eingetragen, dann die Beziehung (<=, =, >=, Ganzzahlig oder Binär) ausgewählt und schließlich die Nebenbedingung (eine Zahl, eine Zelle, einen Zellbereich oder eine Formel) in das rechte Feld eingetragen.



Dialogfenster Solver



Die Schaltfläche *Lösen* startet den Optimierungs-prozess. Der Solver teilt anschließend mit, ob er eine brauchbare Lösung gefun-den hat. Durch Anklicken der Optionsschaltfläche *Übernehmen* akzeptiert man die Lösung.

Lösung : bei 37,5 ha Weizen und 7,5 ha Rüben beträgt der Gewinn € 15.750

Beispiel 2 (1)

Eine Großhandlung beabsichtigt, für höchstens € 9000,- zwei Typen von Kreissägen zu kaufen. Kreissäge A kostet im Einkauf € 300,-, Kreissäge B € 500,- Man möchte sich vom Type A mehr als ein Drittel der Anzahl von B, höchstens aber so viele Exemplare wie von B auf Lager legen. Der Gewinn bei Verkauf der Kreissäge A beträgt € 70,-, bei Gerät B € 140,-. Wie viele Kreissägen A und B soll die Großhandlung ankaufen, um den größt-möglichen Gewinn zu erzielen?

Beispiel 2 (2)

Trage die Daten in die Tabelle ein.

	A	B	C	D
1		Stück	Preis	Gewinn
2	Kreissäge A	1	300	70
3	Kreissäge B	1	500	140
4	maximal		9000	

Überlege:

Welche Formeln müssen in die Tabelle eingetragen werden?

Was ist die Zielzelle, der Zielwert?

Was sind die veränderbaren Zellen?

Beispiel 2 (3)

	A	B	C	D
1		Stück	Preis	Gewinn
2	Kreissäge A	1	300	70
3	Kreissäge B	1	500	140
4	maximal		9000	=B2*D2+B3*D3
5			=B2*C2+B3*C3	

Formeln:

In Zelle C5 wird der Kaufpreis eingetragen:
Stück KS A * Preis KSA + Stück KS B * Preis KS B

In Zelle D4 wird der Gewinn eingetragen:
St. KS A * Gewinn KSA + St. KS B * Gewinn KS B

Veränderbaren Zellen: Stück der KS A und KS B

Zielzelle: D4 (Gewinn), **Zielwert:** Maximum

Beispiel 2 (4)

Überlege Dir die Nebenbedingungen!

1. Die Kreissägen müssen > 0 sein
2. Die Kreissägen müssen ganzzahlig sein
3. KS A sollen > 1/3 der KS B sein
   dazu brauchen wir eine zusätzliche Formel
   (z.B. in Zelle B7: (KS B / 3) +1
   diese Formel ergibt mehr als 1/3 der KS B)
4. KS A sollen <= KS B sein
5. Der Preis soll <= 9000 sein

	A	B
1		Stück
2	Kreissäge A	1
3	Kreissäge B	1
4	maximal	
5		
6	Zusatzbed.	
7	mehr als 1/3 KS B	=B3/3+1

Beispiel 2 (5)

Einen Sonderfall nimmt der Operator ***Ganzzahlig*** ein: in den Feldern Zellbezug und Nebenbedingung sind die jeweiligen Zellen einzutragen, in dem Vergleichsfeld ist **Ganzzahlig** auszuwählen.

Lösung: bei 6 KSA und 14 KSB beträgt der maximale Gewinn € 2.380,-

Beispiel 3 (1)

Laut Diätvorschrift darf ein Kranker pro Tag maximal 30g Fett und 160g Kohlehydrate zu sich nehmen. Er muss gleichzeitig jedoch täglich mindestens 140g Eiweiß verzehren. Um den Bedarf zu decken, stehen die zwei Grundnahrungsmittel A und B zur Verfügung; A enthält 20% Eiweiß, 6% Fett und 35% Kohlehydrate, B enthält 60% Eiweiß, 5% Fett und 20% Kohlehydrate. Bei welcher Zusammensetzung wird die tägliche Mahlzeit am billigsten, wenn 1kg von A € 2,- und 1kg von B € 10,- kostet?

Beispiel 3 (2)

Versuche die Tabelle zu erstellen und die Formeln einzutragen, bevor Du die fertige Tabelle auf der nächsten Seite aufrust!

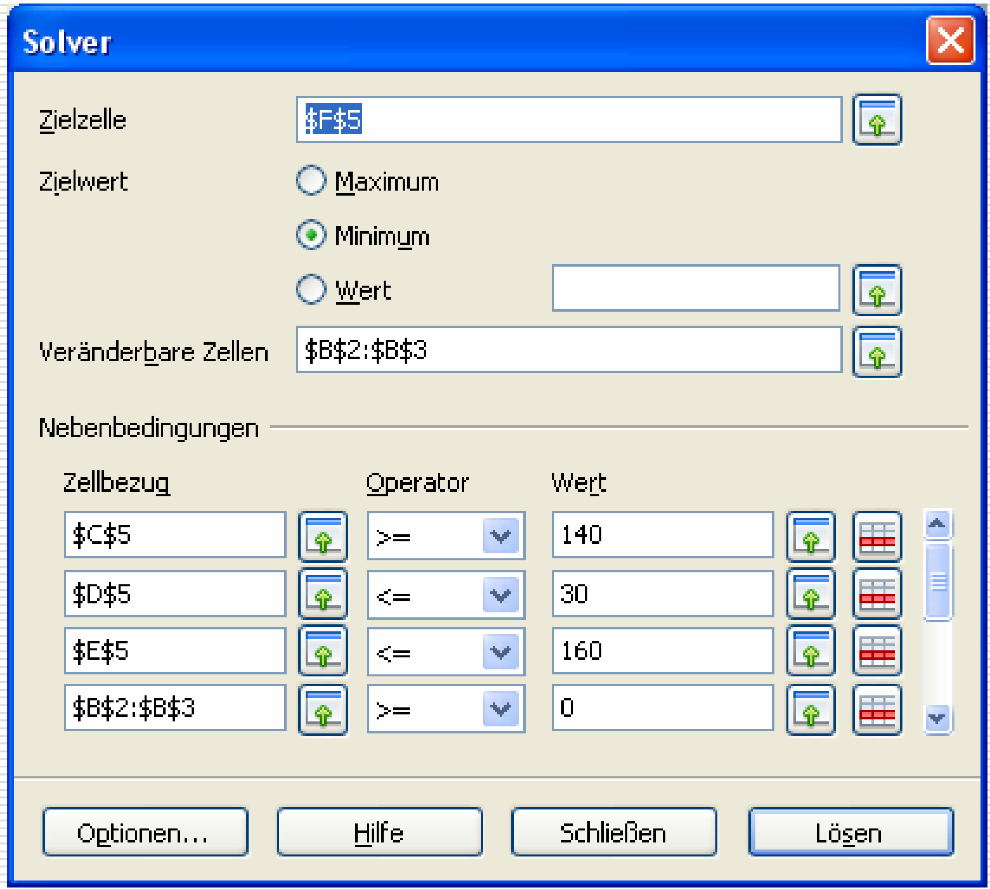
Beispiel 3 (2)

	A	B	C	D	E	F
1		g Nahrung	Eiweiß	Fett	Kohleh.	Preis/kg
2	Nahrung A	1	0,2	0,06	0,35	2
3	Nahrung B	1	0,6	0,05	0,2	10
4	soll		mind. 140	max. 30	max. 160	
5	tatsächlich		=B2*C2+B3*C3	=B2*D2+B3*D3	=B2*E2+B3*E3	=(B2*F2+B3*F3)/1000

Was ist die Zielzelle, der Zielwert?
Was sind die veränderbaren Zellen?
Wie lauten die Nebenbedingeungen?

Beispiel 3 (3)

Bei einer Zusammen-setzung von
400g Nahrung A und
100g Nahrung B
beträgt der Preis
der Mahlzeit € 1,8



Beispiel 4 (1)

Eine Zementfabrik besitzt zwei Lagerplätze L1 und L2. Im Lager L1 sind 120 t Zement, im Lager L2 sind 100 t Zement gelagert. Vier Baufirmen erteilen für vier Bauplätze B1, B2, B3, B4 Aufträge zur Lieferung von Zement, und zwar soll B1 mit 30 t, B2 mit 45 t, B3 mit 70 t und B4 mit 75 t Zement beliefert werden. Die nachfolgende Tabelle gibt die Entfernungen zwischen den Lagerplätzen und den Baustellen in km an.

Beispiel 4 (2)

	B_1	B_2	B_3	B_4
Lager1	2	3	5	3
Lager2	1	2	3	4

Es wird vorausgesetzt, daß die Transportkosten je Tonne und Kilometer € 10,- betragen. Unter der Annahme, dass von L1 der Bauplatz B3 mit der doppelten Menge Zement beliefert wird wie der Bauplatz B2, ist zu ermitteln, mit welchen Zementmengen aus den Lagern L1 und L2 die vier Baustellen beliefert werden müssen, damit die gesamten Transportkosten minimal sind! Berechne die Höhe der Transportkosten!

Beispiel 4 (3)

Es sind 2 Tabellen zu erstellen. In einer Tabelle werden die Transportkosten eingetragen (Entfernung*10 €/km). In der 2 Tabelle befinden sich die Liefermengen der Lager zu den Baustellen (d.h. die veränderbaren Zellen).

	A	B	C	D	E	F	G
1		B1	B2	B3	B4	Gesamt	
2	Lager 1	20	30	50	30		
3	Lager 2	10	20	30	40		
4	Kosten	=B2*B7+B3*B8	=C2*C7+C3*C8	=D2*D7+D3*D8	=E2*E7+E3*E8	=SUMME(B4:E4)	
5							
6		B1	B2	B3	B4	geliefert	gelagert
7	Lager 1	1	1	1	1	=SUMME(B7:E7)	120
8	Lager 2	1	1	1	1	=SUMME(B8:E8)	100
9	Summe	=SUMME(B7:B8)	=SUMME(C7:C8)	=SUMME(D7:D8)	=SUMME(E7:E8)		
10	benötigt	30	45	70	75		
11	Zusatz:	2 x L1->B2	=C7*2				

Beispiel 4 (4)

Die Transportkosten in Zeile 4 werden folgendermaßen berechnet:
(Kosten von L1->B1*Liefermenge L1->B1) + (Kosten von L2->B1*Liefermenge L2->B1), usw.
Die Formeln in Zeile 9 weisen die Liefermenge aus den Lagern 1 und 2 zu den vier Baustellen auf.
In den Zellen F7 und F8 stehen die Liefermengen aus Lager 1 bzw Lager 2.
In Zelle F4 stehen die gesamten Transportkosten. Diese Zelle ist die Zielzelle, dessen Wert ein Minimum werden soll.

Beispiel 4 (5)

Die Nebenbedingungen lauten:

1. Die Liefermenge ($B$9:$E$9) ist >= der benötigten Menge ($B$10:$E$10)
2. Die Liefermenge aus den 2 Lagern ($F$7:$F$8) ist <= dem Vorrat ($G$7:$G$8)
3. Der Bauplatz B3 ist von Lager1 mit der doppelten Menge Zement zu beliefert wie der Bauplatz B2
   ($D$7=2*$C$7 - Hilfsformel in C11)
4. Die Liefermengen sind >=0.

Beispiel 4 (6)

Die Transport-
kosten betragen
€ 6.100.-

Liefermengen:		B_1	B_2	B_3	B_4
	L_1	30	5	10	75
	L_2	0	40	60	0

Aufgabe1

Ein Textilgeschäft möchte insgesamt 1000 Jeans von drei Marken kaufen. Marke1 kostet im Einkauf € 30,– und bringt € 12,– Gewinn, Marke2 kostet € 22,– und bringt € 11,– und Marke3 kostet € 26,– und bringt € 14,–. Es sollen höchstens € 25.000,– ausgegeben werden. Die optimale Wahl ist herauszufinden, um den größtmöglichen Gewinn zu erzielen, wobei jedoch von Marke3 nur 250 Stück lieferbar sind.

Lösung: Bei Kauf von 250 Stück Jeans der Marke1, 500 Jeans der Marke2 und 250 Stück der Marke3 erzielt man einen maximalen Gewinn von € 12.000,–

Aufgabe2 (1)

Ein landwirtschaftlicher Betrieb verfügt über zwei Sorten von Düngemitteln. Der Gehalt eines jeden Düngemittels an Kalzium, Stickstoff und Phosphor, sowie der Preis für 1 kg eines jeden Düngemittels sind in der nachstehenden Tabelle angegeben. Es soll eine möglichst billige Mischung beider Düngemittel herge-stellt werden, die die in der Tabelle angegebene Mindestmengen in Mengeneinheiten (ME) von Kalzium, Stickstoff und Phosphor enthält.

Aufgabe 2 (2)

	1. Sorte 2. Sorte (in ME je kg)		Mindestgehalt der Mischung in ME
Kalzium Stickstoff Phosphor	5 3 1	2 3 3	24 27 15
Preis in € je kg	1,5	2	

Lösung: : 6 kg Dünger 1, 3 kg Dünger 2,
€ 15 Kosten/kg

Aufgabe 3

Gesucht ist eine Zahl. Wenn man von dieser Zahl 5 abzieht, muss das gleiche Ergebnis heraus-kommen, als ob man diese Zahl durch 5 geteilt hätte. Die Ergebnis muss eine positive Zahl sein.

Lösung: Die Zahl lautet 1,25.

Aufgabe 4 (1)

In einem Betrieb werden zur Erzeugung der Produkte P1 und P2 die Maschinen A, B und C eingesetzt. In der nachstehenden Tabelle ist angegeben, wieviele Stunden jede der Maschinen für die Herstellung von Teilen eines jeden Fertigproduktes eingesetzt werden muß und wieviele Stunden je Woche die einzelnen Maschinen zur Verfügung stehen Produkt P1 liefert als Gewinn € 38,- Produkt P2 € 20,- pro kg. Welche Menge jedes Produktes muss erzeugt werden, damit der erzielte Gewinn möglichst groß ist?

Aufgabe 4 (2)

Maschine	Zeit in Stunden für 1kg von		Nutzung in St.
	P1	P2	
A	4	8	80
B	10	4	100
C	8	0	64

Lösung: Die Produktion von 7,5 kg von Produkt A und 6,25 kg von Produkt B bringt einen maximalen Gewinn von € 410,-

Aufgabe 5 (1)

Eine Zementfabrik besitzt zwei Lagerplätze L1 und L2. Im Lager L1 sind 120 t Zement, im Lager L2 sind 100 t Zement gelagert. Vier Baufirmen erteilen für vier Bauplätze B1, B2, B3, B4 Aufträge zur Lieferung von Zement, und zwar soll B1 mit 30 t, B2 mit 45 t, B3 mit 70 t und B4 mit 75 t Zement beliefert werden. Die nachfolgende Tabelle gibt die Entfernungen zwischen den Lagerplätzen und den Baustellen in km an.

Aufgabe 5 (2)

	B 1	B 2	B 3	B4
Lager 1	2	3	5	3
Lager 2	1	2	3	4

Die Transportkosten je Tonne und km betragen € 10,-

a) Unter der Annahme, dass von L1 der B3 mit der doppelten Menge Zement beliefert wird wie der B2, ist zu ermitteln, mit welchen Mengen aus L1 und L2 die vier Baustellen beliefert werden müssen, damit die gesamten Transportkosten minimal sind! Berechne die Höhe der Transportkosten!

Aufgabe 5 (3)

b) Ändere unter den gleichen Bedingungen die 1. Tabelle der Entfernungen durch die nebenstehende Tabelle. Berechne die min. Transportkosten!

	B1	B2	B3	B4
L1	1	2	3	5
L2	2	3	5	3

Lösung:

a)	Transportkosten:		B1	B2	B3	B4
	€ 6.100,-	L1	30	5	10	75
		L2	0	40	60	0
b)	Transportkosten:	L1	15	35	70	0
	€ 5.800,-	L2	15	10	0	75

Aufgabe 6 (1)

Eine Raffinerie beliefert drei Großabnehmer mit Heizöl aus zwei verschiedenen Lagern. Der Lieferplan ist so zu erstellen, daß die gesamten Transportkosten minimal sind. Die Bedingungen sind aus folgenden Tabellen zu entnehmen:

Lager 1:	276250 t	Abnehmer 1:	228437,5 t
Lager 2:	201875 t	Abnehmer 2:	148750 t
		Abnehmer 3:	100937,5 t

Aufgabe 6 (2)

Transportkosten in € je t Heizöl bis Abnehmer			
	Abnehmer 1	Abnehmer 2	Abnehmer 3
Lager 1	1,8	1,7	1,6
Lager 2	1,5	1,0	1,9

Lösung: Transportkosten: € 705.500,
L1->Abn.1: 175.312,5t, L2->Abn.1: 53.125t,
L1 ->Abn.2: 0t, L2->Abn.2: 148.750t,
L1->Abn.3: 100937,5t, L2->Abn.3: 0t

Aufgabe 7 (1)

Minimiere die Transportkosten der Waren von der Firma zu den Lagerhallen, wobei berücksichtigt werden muss, dass Vorratskapazitäten der Firmen nicht überschritten werden dürfen und der Bedarf der Lagerhäuser gedeckt sein muss. (Transportkosten siehe nachfolgende Tabelle).

Die Produktion von Firma A ergibt 400 Transporte, von Firma B 240 Transporte und von Firma C 290 Transporte.

Das Lager Wien kann 170, Baden 90, Tulln 220, Graz 150 und Linz 300 Transporte aufnehmen.

Aufgabe 7 (2)

	Wien	Baden	Tulln	Graz	Linz
Firma A:	600	500	600	500	200
Firma B:	1000	800	1000	700	500
Firma C:	300	200	500	300	900

Lösung: Transportkosten: € 390.000,-

	Wien	Baden	Tulln	Graz	Linz
Firma A	0	0	220	0	180
Firma B	0	0	0	120	120
Firma C	170	90	0	30	0