

# LINDO API, LINGO & What'sBest!

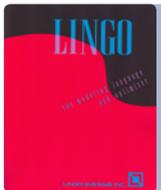
Power-Anwendungen für Optimierungsaufgaben

Die LINDO SYSTEMS Produktfamilie – Lösungen für unterschiedlichste Optimierungsprobleme. Lösungsmethoden und -algorithmen per API, Microsoft® Excel® oder einer systemeigenen Entwicklungsumgebung.



## LINDO API

Programmierschnittstelle zur Anwendungsentwicklung für unterschiedliche Programmiersprachen und Integration der Optimierungsalgorithmen in Matlab®



## LINGO

Verständliche Modellierungssprache und Entwicklungsumgebung

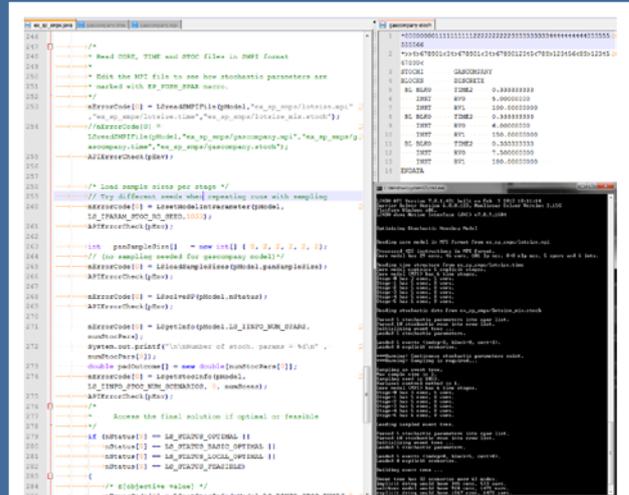


## What'sBest!

Microsoft® Excel® Add-In



## Lösungen für unterschiedlichste Optimierungsprobleme



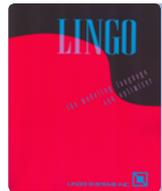
## LINDO SYSTEMS – Lösungen für unterschiedlichste Optimierungsprobleme

Die LINDO SYSTEMS Produktfamilie bietet Lösungen für die unterschiedlichsten Optimierungsprobleme. Dem Nutzer steht eine Vielzahl an Lösungsmethoden und -algorithmen zur Verfügung, die wahlweise per API, Microsoft® Excel oder einer systemeigenen Entwicklungsumgebung verwendet werden können.



### LINDO API

Programmierschnittstelle zur Anwendungsentwicklung für unterschiedliche Programmiersprachen und Integration der Optimierungsalgorithmen in Matlab®



### LINGO

Verständliche Modellierungssprache und Entwicklungsumgebung

Quickinformer – LINDO SYSTEMS – Produktfamilie
LINDO API - Windows (32-/64-Bit), Linux (64-Bit), Mac (64-Bit)
LINGO - Windows (32-/64-Bit), Linux (64-Bit), Mac (64-Bit)
What'sBest! – Windows (32- und 64-Bit)
eShop-Link: <a href="http://shop.additive-net.de/lindo.html">http://shop.additive-net.de/lindo.html</a>



### What'sBest!

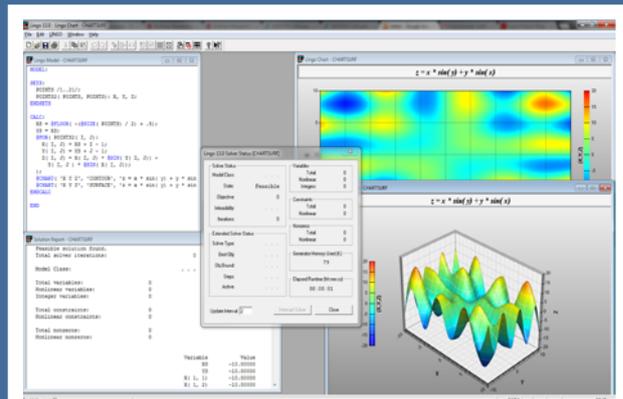
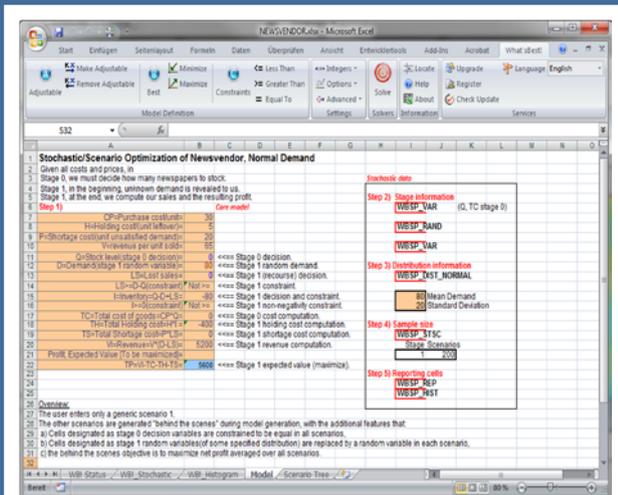
Microsoft® Excel® Add-In

## LINDO SYSTEMS – Integrierte und optionale Solver für nahezu alle Anwendungen

LINDO API, LINGO und What'sBest! enthalten in der Basisversion den primären und dualen Simplex-Algorithmus zur Lösung linearer Modelle. Die zum Einsatz kommenden Simplex-Algorithmen sind auf eine schnelle Lösung ausgelegt und können Modelle mit mehreren Millionen Variablen lösen. Ebenso ist die Optimierung ganzzahliger linearer Modelle mit den LINDO SYSTEMS-Produkten möglich. Diese verwenden eine Branch-and-Bound-Methode und umfangreiche Vorverarbeitung sowie Cut-Generation-Routinen, um auch sehr große Modelle in annehmbarer Zeit zu lösen. Des Weiteren werden Heuristiken eingesetzt, um schnell annehmbare ganzzahlige Lösungen zu finden. Zusätzlich zu den fest integrierten Solvern existieren

weitere, optional erhältliche Solver wie beispielsweise der Barrier- oder Nonlinear-Solver für die Lösung spezieller Modelle. Neben verschiedenen Lizenzierungsoptionen wie Einzelplatz- oder Mehrbenutzerlizenzen stehen verschiedene Lizenzklassen zur Auswahl. Die Lizenzklasse beschreibt die unterschiedliche Anzahl an jeweils verarbeitbaren Nebenbedingungen, Variablen und Integers.

Lizenzklassen für LINDO API, LINGO und What'sBest!			
Variante	Nebenbedingungen	Variablen	Integers
Super	1.000	2.000	200
Hyper	4.000	8.000	800
Industrial	16.000	32.000	3.200
Extended	unbegrenzt	unbegrenzt	unbegrenzt
Solver Suite	250	500	50



## Übersicht über optional erhältliche Solver für LINDO API, LINGO & What'sBest!

### Barrier Solver

Der optional erhältliche Barrier Solver löst lineare Modelle anhand der Barrier- oder Interior-Point-Methode. Dabei sucht der Barrier Solver das Optimum innerhalb des zulässigen Bereichs. Abhängig von Größe und Struktur eines Modells eignet sich der Barrier Solver besser als der integrierte Simplex Solver zur Lösung der linearen Modelle, da er schneller Ergebnisse liefert.

Der im Barrier Solver enthaltene **Quadratic Solver** ermöglicht die automatische Erkennung und Lösung von Modellen, deren Zielfunktion quadratisch ist und/oder deren Bedingungen quadratische Ausdrücke enthalten. Darüber hinaus können quadratische Modelle mit binären und allgemeinen ganzzahligen Einschränkungen gelöst werden.

### Conic Solver

Der optionale Conic Solver benötigt den Barrier Solver und ermöglicht die Lösung von Kegelloptimierungsproblemen 2. Ordnung (SOCP). Er wird automatisch aufgerufen, wenn Probleme als konvex erkannt werden.

### General Nonlinear Solver

Der optional erhältliche General Nonlinear Solver ermöglicht die Lösung von nichtlinearen sowie gemischt ganzzahligen und nichtlinearen Modellen. Die zugrunde liegende Technik basiert auf einem Generalized-Reduced-Gradient-Algorithmus (GRG). Es ist jedoch auch Successive Linear Programming (SLP) möglich.

### Global Solver

Der zusätzlich zum General Nonlinear Solver erhältliche Global Solver findet das globale Optimum nichtlinearer Modelle und stellt seine Suche nicht beim ersten gefundenen lokalen Optimum ein. Dabei zerlegt der Global Solver das nicht-konvexe nichtlineare Problem in mehrere konvexe lineare Unterprobleme und verwendet dann eine

Branch-And-Bound-Technik, um in den Unterproblemen nach der globalen Lösung zu suchen.

Der im Global Solver enthaltene **Multistart Solver** kann angewendet werden, wenn nur begrenzte Zeit zum Auffinden des globalen Optimums zur Verfügung steht. Die Qualität der

Lösungen des Multistart Solvers ist bei nicht-konvexen nichtlinearen Modellen höher als die Lösungsqualität des General Nonlinear Solvers.

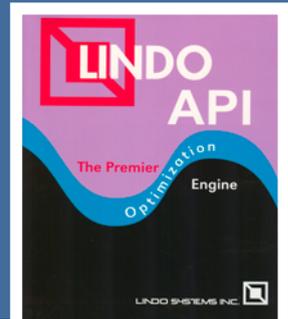


### Stochastic Solver

Der optional erhältliche Stochastic Solver unterstützt die Lösung von mehrstufigen stochastischen Modellen unter Einbeziehung von Unsicherheiten. Die Unsicherheit wird dabei beschrieben, indem entweder eine integrierte oder eine selbst definierte Verteilungsfunktion angegeben wird, welche die Zufallsvariablen beschreibt.

Ebenso können mit dem Stochastic Solver so genannte Chance-Constrained-Modelle gelöst werden, bei denen eine oder mehrere Bedingungen mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit verletzt werden dürfen.

## LINDO API – Erstellung von Optimierungsalgorithmen



### Programmierschnittstelle zur Anwendungsentwicklung für unterschiedliche Programmiersprachen und Integration der Optimierungsalgorithmen in Matlab®

Die LINDO API ermöglicht die nahtlose Integration der LINDO SYSTEMS Solver zur Optimierung von Modellen in eigene Applikationen. Die Programmierschnittstelle wurde so gestaltet, dass der Fokus auf Flexibilität und einfacher Handhabung liegt. Eine umfassende Dokumentation und zahlreiche Beispiele helfen beim Einstieg.

The screenshot shows a Java IDE with the following components:

- Source Code:** Java code implementing a solver callback. Key methods include:
  - `MySolverCallback`: Called by the solver to get problem data like `staff`, `iterations`, and `info`.
  - `MyErrorCallback`: Called to handle solver errors.
  - `BottomSolveActionPerformed`: A GUI event handler that reads user input from the dialog box and passes it to the solver.
- Log-Datei:** A log window showing solver progress, including:
  - Model name: `staff`
  - Objective value: `17.00000`
  - Iteration count: `17`
  - Final status: `Optimal solution found.`
- Modell-Datei:** A window showing the LINDO model code:
 

```

MODEL:
SETS:
  DAYS: NEEDS, START, OHDUTY;
ENDSETS
(OBJECTIVE) MIN = @SUM( DAYS( I): START( I));
$FOR( DAYS( TODAY):
  1 Calculate number on duty:
  2 OHDUTY( TODAY) =
  3 @SUM( DAYS( D): D #LE# 5:
  4 START( $WRAP( TODAY - D + 1, @SIZE( DAYS))));
  5 Enforce staffing requirement:
  6 OHDUTY( TODAY) >= NEEDS( TODAY);
  7 $GIN( START);
  8 $BIN( START);
  9 DATA:
  10 DAYS = $POINTER( 1);
  11 NEEDS = $POINTER( 2);
  12 $POINTER( 3) = START;
  13 $POINTER( 4) = OHDUTY;
  14 $POINTER( 5) = OBJECTIVE;
  15 $POINTER( 6) = $STATUS();
  16 $POINTER( 7) = DAYS;
  17 ENDDATA
  18 END
            
```
- Dialog Box:** A window titled "Lingo Staff Scheduling using Java" with a table for input:
 

Day	Needs	Start	On Duty
Mon	10	2	10
Tue	2	7	9
Wed	2	0	9
Thu	5	8	17
Fri	17	0	17
Sat	15	0	15
Sun	5	0	5
<b>Total</b>	<b>17</b>		



### Programmierschnittstellen und Beeinflussung der Solver

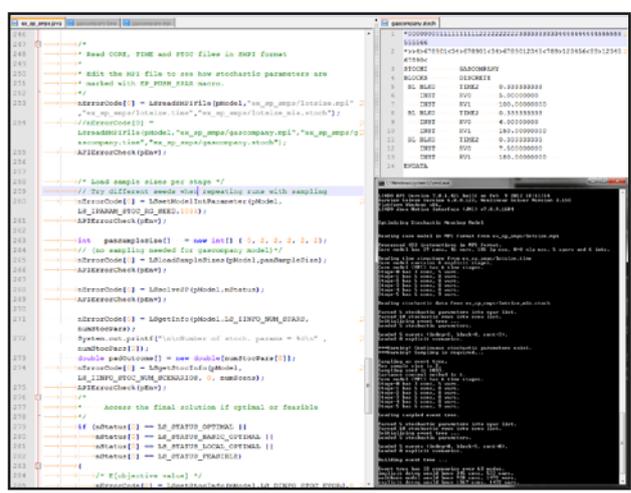
Die LINDO API verfügt über Bibliotheken für: C/C++, Java, Visual Basic, .NET, Delphi, Fortran, Ox und Matlab. In der jeweiligen API sind umfangreiche Routinen zur Formulierung und Lösung unterschiedlicher Modelle sowie Funktionen zur Modellmodifikation und Abfrage von Lösungen enthalten. Die LINDO API ist so gestaltet, dass der Anwender so viel Kontrolle wie möglich über die Solver erhält. Sobald die Lösungsroutine aufgerufen wird, analysiert die LINDO API das Problem und verwendet dabei die vom Nutzer gesetzten Parameter, so dass eine optimale Performance für das jeweilige Problem erreicht werden kann. Auch Funktionen zur Skalierung und Modellreduzierung sind in die zur Verfügung stehenden Solver integriert.

### Analysefunktion

Weiterhin enthält die LINDO API Werkzeuge, welche die Analyse von unausführbaren oder unbegrenzten Modellen erlauben. Diese Werkzeuge bestimmen den Teil des Modells, der die Quelle des Problems darstellt, so dass der Anwender sich nur auf eine relativ kleine Untereinheit des Modells konzentrieren muss, um Fehler in Formeln oder Daten zu finden. Bei unausführbaren Modellen können die in der LINDO API enthaltenen Werkzeuge irreduzibel inkonsistente Nebenbedingungen (IIS) herausfinden, bei unbegrenzten Modellen ist das Auffinden von irreduzibel unbegrenzten Spalten (IUS) möglich.

### Lizenzierung und Support

Für den Vertrieb von Anwendungen, welche die LINDO API Solver verwenden, sind spezielle Runtime-Lizenzen notwendig. Web- und Netzwerk-Anwendungen, die Multi-User-Sessions verwalten können, benötigen auch eine spezielle Lizenzierung. Für die Anwendungsentwicklung empfehlen wir einen zusätzlichen Supportvertrag. Mehr Informationen über den ADDITIVE Professional Service erhalten Sie unter: <http://www.additive-net.de/software/support>.

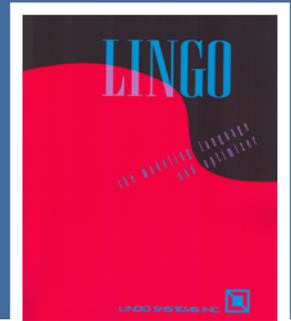


### Quickinforme – LINDO API

LINDO API - Windows (32-/64-Bit), Linux (64-Bit), Mac (64-Bit)

eShop-Link: <http://shop.additive-net.de/lindo/lindo-api.html>

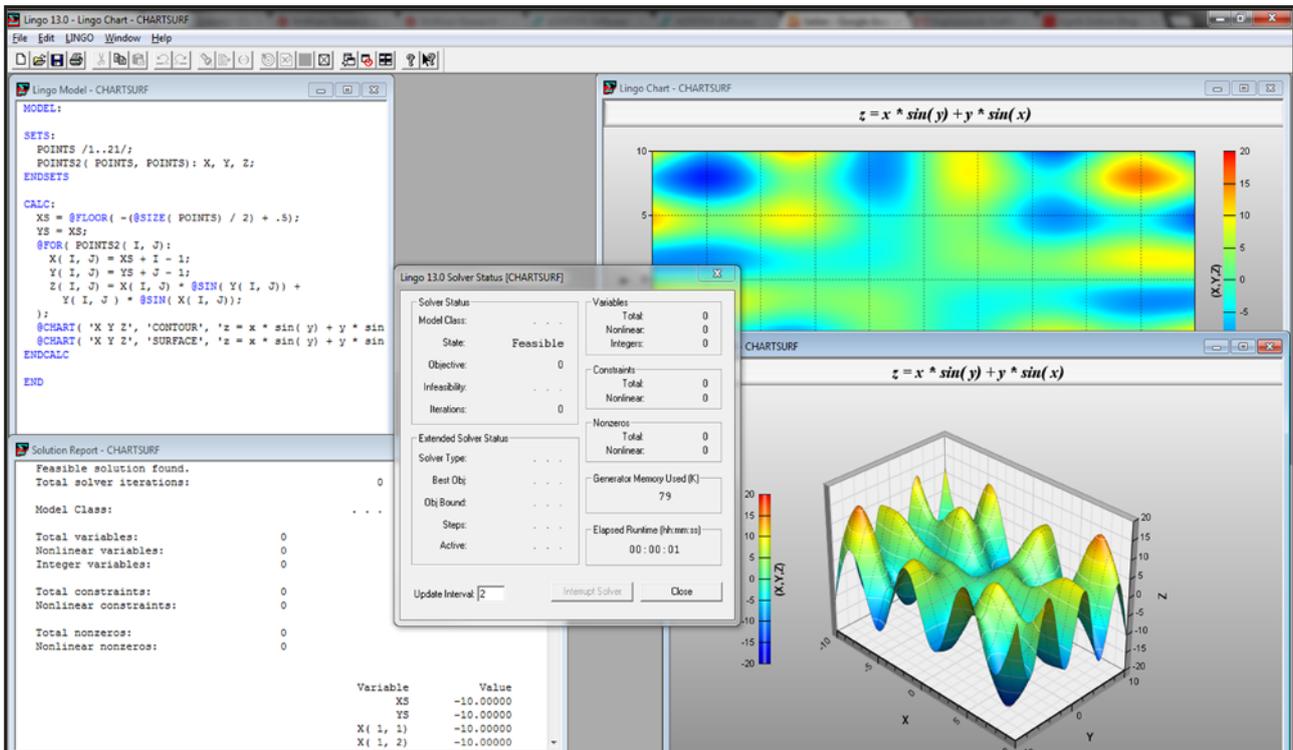
## LINGO – Einfache und schnelle Modellierung



## LINGO – Grafische Entwicklungsumgebung zur Lösung von Optimierungsaufgaben

LINGO verbindet eine grafische Entwicklungsumgebung, eine mathematische Modellierungssprache zur Formulierung von Modellen sowie leistungsstarke Solver zur Lösung von Optimierungsaufgaben.

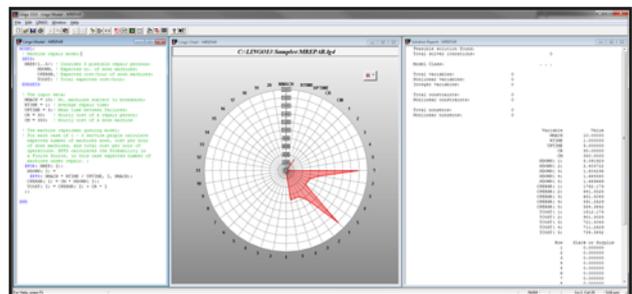
Das Schlüsselement von LINGO ist die mathematische Modellierungssprache, welche die Möglichkeit bietet, Aufgaben auf verständliche Weise zu formulieren. Die Entwicklungsumgebung bietet Syntax-Highlighting und kann die Lösungsinformationen textbasiert oder grafisch darstellen.





### Komfortable Möglichkeiten zur Informationsbeschaffung

LINGO erlaubt die Erzeugung von Modellen, die ihre Informationen direkt aus Datenbanken und Tabellenkalkulationsprogrammen erhalten. Später können die errechneten Lösungsinformationen wieder in eine Datenbank oder ein Tabellenkalkulationsprogramm geschrieben werden, so dass Berichte mit der gewünschten Anwendung generiert werden können.



### Dynamic Link Library und OLE-Schnittstelle

Die Funktionalität von LINGO kann mithilfe der aufrufbaren DLL oder OLE-Schnittstelle in eigene Anwendungen, die in einer Windows-Entwicklungs-umgebung wie etwa C#.NET, VB.NET, Visual Basic, Visual C++ oder Delphi erstellt wurden, eingebettet werden. Dabei kann die eigene Anwendung entweder als Frontend für das Optimierungsproblem dienen oder nur die Lösung und zugehörige Berichte erstellen.



### Lizenzierung und Support

Für die Anwendungsentwicklung empfehlen wir einen zusätzlichen Supportvertrag. Mehr Informationen über den ADDITIVE Professional Service erhalten Sie unter: <http://www.additive-net.de/software/support>.

<b>Quickinformer – LINGO</b>
LINGO - Windows (32-/64-Bit), Linux (64-Bit), Mac (64-Bit)
eShop-Link: <a href="http://shop.additive-net.de/lindo/lingo.html">http://shop.additive-net.de/lindo/lingo.html</a>

## What'sBest! – Optimierung in Microsoft® Excel®



## What'sBest! – Microsoft® Excel® Add-In für umfangreiche Optimierungsmodelle

What'sBest! ist ein Microsoft® Excel Add-In, mit dem umfangreiche Optimierungsmodelle innerhalb von Excel verarbeitet werden können. What'sBest! erweitert Excel um Solver für lineare und ganzzahlige Optimierungsmodelle und unterstützt komplette Excel-Arbeitsmappen, so dass eine Verteilung über mehrere Arbeitsblätter möglich ist.

The screenshot displays the Microsoft Excel interface with the 'What'sBest!' add-in. The main spreadsheet shows a 'SHIPPING COST REDUCTION' model with the following data:

Total Units From	From Steel Mill 1	@ Cost	From Steel Mill 2	@ Cost	Demand Constraint	Demand by Plant
To						
Plant A	50	\$200	0	\$500	=>=	50
Plant B	0	\$300	90	\$400	=>=	90
Plant C	50	\$500	30	\$500	=>=	80

The 'What'sBest!' dialog box shows the following information:

- MODEL INFORMATION:**
  - CLASSIFICATION DATA: Current Capacity Limits
  - Total Cells: 27
  - Numerics: 22
  - Adjustables: 6
  - Continuous: 6
  - Free: 0
  - Integers/Binaries: 0/0
  - Constants: 11
  - Formulas: 5
  - Strings: 0
  - Constraints: 5
  - Nonlinears: 0
  - Coefficients: 32
- MODEL TYPE:** Linear (Linear Program)
- SOLUTION STATUS:** GLOBALLY OPTIMAL
- OBJECTIVE VALUE:** 89000
- DIRECTION:** Minimize
- SOLVER TYPE:** ...
- TRIES:** 5
- INFEASIBILITY:** 0
- BEST OBJECTIVE BOUND:** ...
- STEPS:** ...
- ACTIVE:** ...
- SOLUTION TIME:** 0 Hours 0 Minutes 0 Seconds

The Microsoft Visual Basic window shows the following VBA code:

```

Function TheOverSum(val As Range) As Double
    TheOverSum = CDbl(val.Cells(1, 1).Value) +
                CDbl(val.Cells(2, 1).Value) +
                CDbl(val.Cells(3, 1).Value)
End Function

Function TheOverSumProduct(val1 As Range, val2 As Range) As Double
    TheOverSumProduct = CDbl(val1.Cells(1, 1).Value) * CDbl(val2.Cells(1, 1).Value) +
                        CDbl(val1.Cells(2, 1).Value) * CDbl(val2.Cells(2, 1).Value) +
                        CDbl(val1.Cells(3, 1).Value) * CDbl(val2.Cells(3, 1).Value)
End Function
    
```



### Drei Schritte zur optimalen Lösung

Die Lösung von Optimierungsproblemen mit What'sBest! in Excel lässt sich ganz einfach in drei Schritten vollziehen.

#### 1. Definition der Variablen

Im ersten Schritt müssen die Zellen der Arbeitsmappe ausgewählt werden, die durch die optimale Lösung angepasst werden sollen.

#### 2. Optimierungsziel festlegen

Im zweiten Schritt muss die Zelle ausgewählt werden, deren Inhalt maximiert oder minimiert werden soll.

#### 3. Nebenbedingungen spezifizieren

Der letzte Schritt besteht darin, mögliche Einschränkungen und Nebenbedingungen zu benennen, so dass die Lösung akzeptiert werden kann.

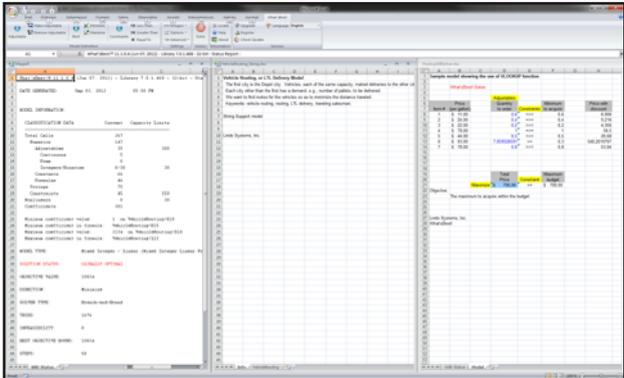
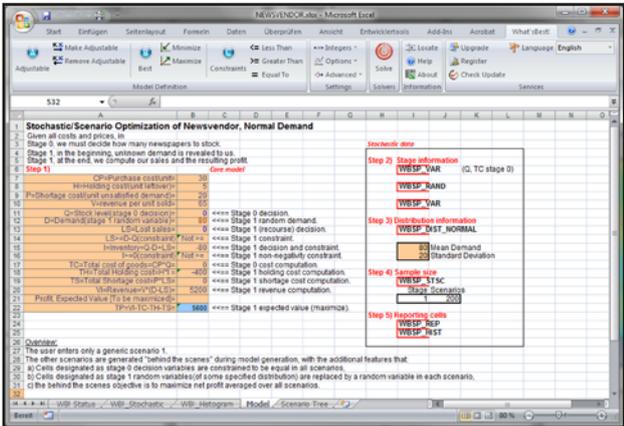
Jede der durch What'sBest! verwendeten Zellen wird mit einem speziell angepassten Excel-Format gekennzeichnet, so dass der Anwender die Rolle der Zellen für die Lösung des Problems auf den ersten Blick erkennen kann.

### Intelligente Integration

What'sBest! verwaltet die Details des Lösungsprozesses, so dass sich der Anwender auf die Gestaltung der Modelle konzentrieren kann. Beim Aufruf der Verarbeitungsfunktion analysiert What'sBest! das Problem und reduziert es bis hin zur Variablensubstitution. What'sBest! wählt anhand der Struktur des Modells den optimalen Solver aus und passt die internen Parameter entsprechend an.

### Umfangreiche Fehlerverwaltung

What'sBest! macht die Verfolgung von Problemen innerhalb eines Optimierungsmodells einfach. Es bietet eine umfangreiche Prüfung der Modelle, warnt und gibt Fehlermeldungen aus. Bei einem Problem während eines Lösungsprozesses erstellt What'sBest! eine detaillierte Fehlerbeschreibung und bezeichnet die Zellen in Excel, die das Problem verursachen.



**Quickinformer – What'sBest!**  
 What'sBest! – Windows (32- und 64-Bit)  
 eShop-Link: <http://shop.additive-net.de/lindo/what-sbest.html>

Kostenlose 30-Tage-Testversionen der  
LINDO SYSTEMS Produkte:  
<http://www.additive-net.de/lindo/download>



## Wissenswertes über die LINDO SYSTEMS Produktfamilie

### **SolverSuite – günstige Kompaktlösung für Einsteiger**

Die SolverSuite beinhaltet alle drei LINDO SYSTEMS Produkte – LINDO API, LINGO und What'sBest! – in einer jeweils reduzierten Lizenzklasse. Damit bleiben Sie bei kleineren Optimierungsproblemen unabhängig und können wahlweise eigene Anwendungen mit LINDO API erstellen, die grafische Entwicklungsumgebung von LINGO verwenden oder Ihre Optimierungen in Excel mit What'sBest! durchführen.

### **Beratung und Schulung**

Wir beraten Sie gerne zu: Systemintegration, Web-Applikationen, Datenbankfiltern, Datenbankanbindungen und Schulungen!

Kontaktieren Sie unser Beraterteam:  
+ 49 (0) 61 72 - 59 05 - 30 oder  
[lindo@additive-net.de](mailto:lindo@additive-net.de)

### **ADDITIVE Links**

ADDITIVE GmbH: <http://www.additive-net.de>  
ADDITIVE Academy: <http://www.additive-academy.de>  
ADDITIVE Support: <http://www.additive-net.de/support>  
ADDITIVE eShop: <http://shop.additive-net.de>

### **Modellbibliotheken**

Eine Vielzahl an kostenfreien Modellbibliotheken aus Bereichen wie Finanzwesen, Produktion oder Logistik steht Ihnen zum Download zur Verfügung:  
<http://www.additive-net.de/lindo/bibliotheken>



© 2019 ADDITIVE GmbH, alle Produktnamen sind eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Hersteller. Irrtum und Änderungen vorbehalten.