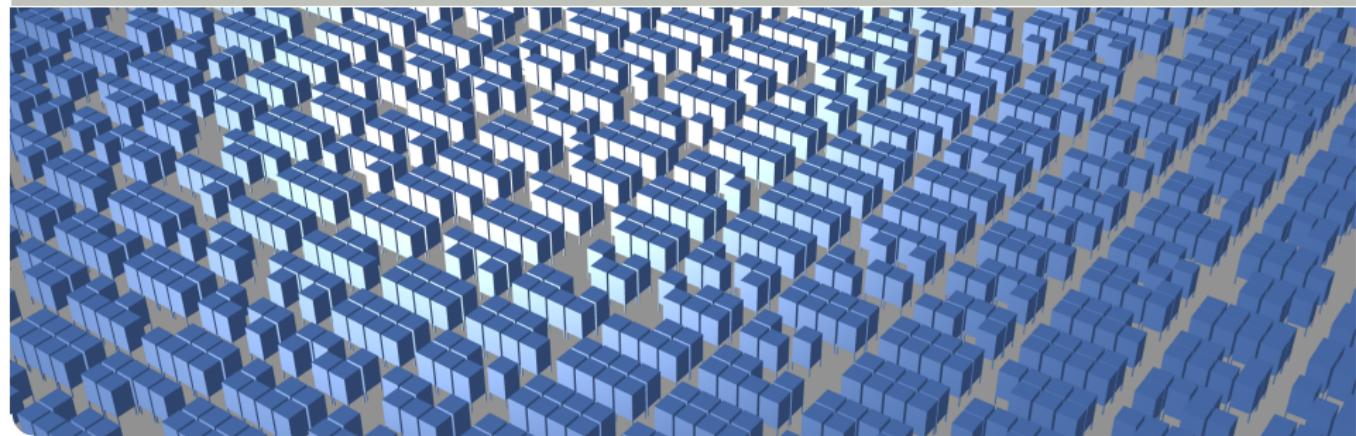


Grundlagen des Operations Research

Teil 0 – Einführung

Lin Xie | 19.10.2021

PROF. DR. LIN XIE - WIRTSCHAFTSINFORMATIK, INSbesondere OPERATIONS RESEARCH

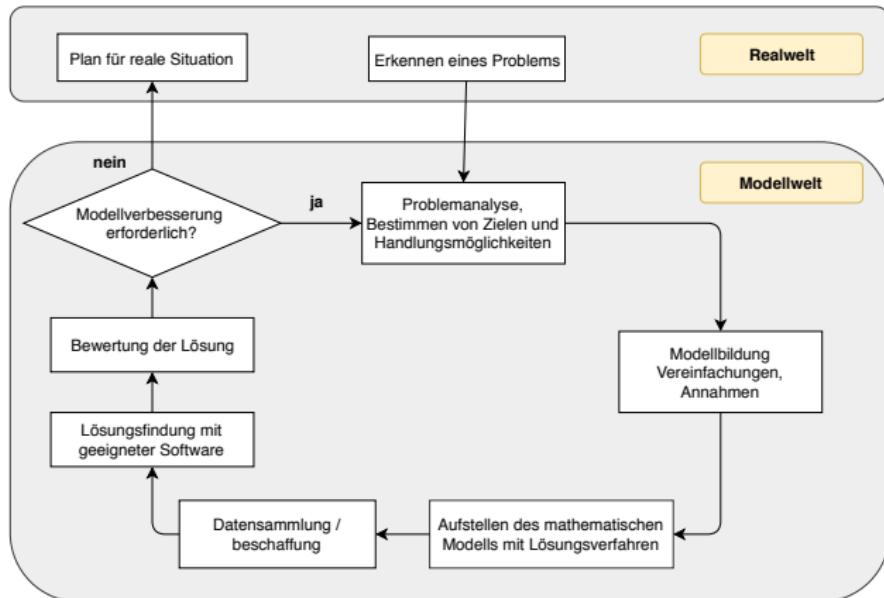


Operations Research (OR)

- GOR www.gor-ev.de
 - OR heißt Entwicklung und Nutzung von quantitativen Modellen und Methoden zur Entscheidungsunterstützung
 - Operations Research ist geprägt durch die Zusammenarbeit von Mathematik, Wirtschaftswissenschaften und Informatik
- INFORMS www.informs.org
 - In a nutshell, operations research (O.R.) is the discipline of applying advanced analytical methods to help make better decisions.
 - More complete data
 - Consideration of all available options
 - Careful prediction of outcomes and estimates of risk
 - The latest decision tools and techniques

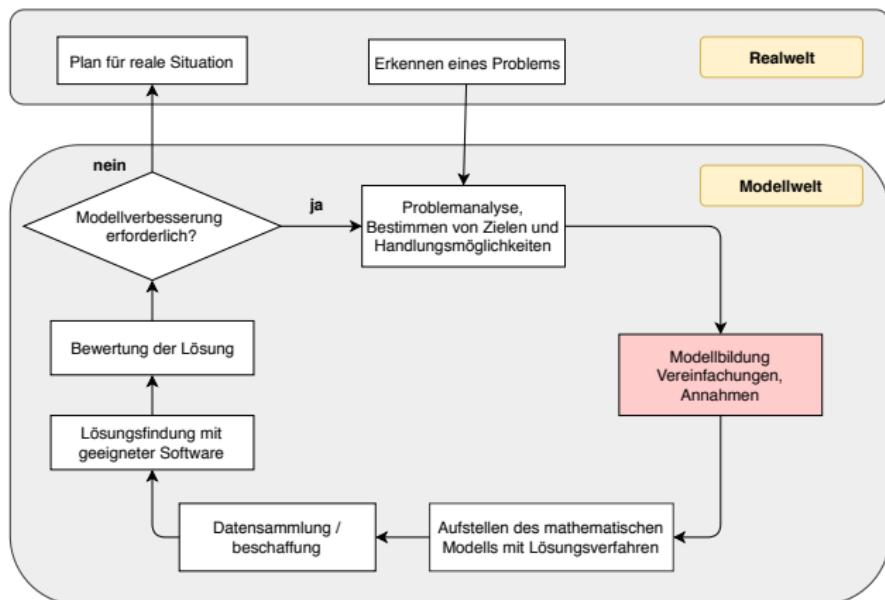
Operations Research

Vorgehensschema



Operations Research

Vorgehensschema



Operations Research

Modellbildung

- Ein **Modell** ist eine Abstraktion der Realität und bildet das Planungsproblem in seinen wesentlichen Aspekten korrekt ab.
[Littger 1992]

Operations Research

Modellbildung

- Ein **Modell** ist eine Abstraktion der Realität und bildet das Planungsproblem in seinen wesentlichen Aspekten korrekt ab.
[Littger 1992]
- „Right solution cannot be obtained from the wrong model“

Operations Research

Modellbildung

- Ein **Modell** ist eine Abstraktion der Realität und bildet das Planungsproblem in seinen wesentlichen Aspekten korrekt ab.
[Littger 1992]
- „Right solution cannot be obtained from the wrong model“
- Bei einem OR-Projekt muss zunächst geklärt werden, was der Entscheidungsträger wirklich will (**Zielfunktion**),

Operations Research

Modellbildung

- Ein **Modell** ist eine Abstraktion der Realität und bildet das Planungsproblem in seinen wesentlichen Aspekten korrekt ab.
[Littger 1992]
- „Right solution cannot be obtained from the wrong model“
- Bei einem OR-Projekt muss zunächst geklärt werden, was der Entscheidungsträger wirklich will (**Zielfunktion**), welche Freiheitsgrade (**Entscheidungsvariablen**) man hat und

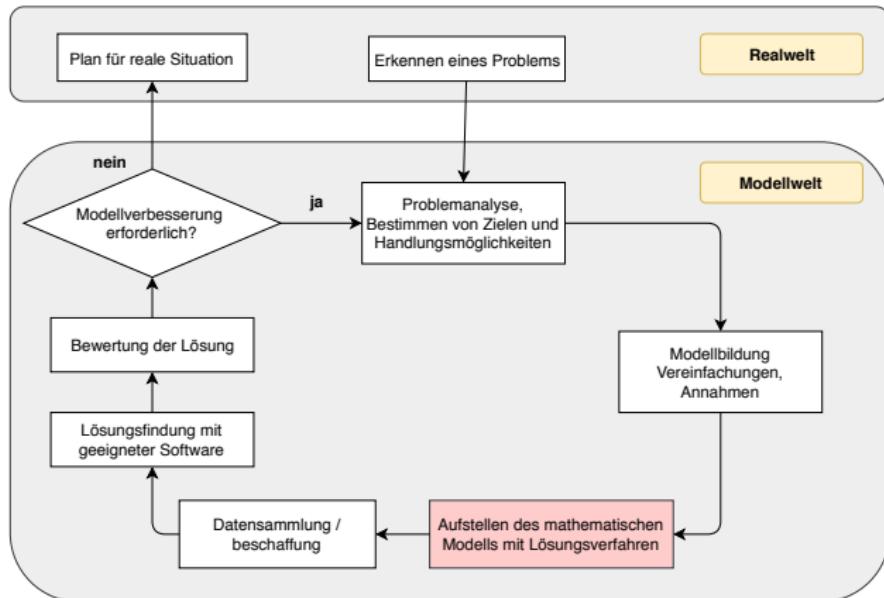
Operations Research

Modellbildung

- Ein **Modell** ist eine Abstraktion der Realität und bildet das Planungsproblem in seinen wesentlichen Aspekten korrekt ab.
[Littger 1992]
- „Right solution cannot be obtained from the wrong model“
- Bei einem OR-Projekt muss zunächst geklärt werden, was der Entscheidungsträger wirklich will (**Zielfunktion**), welche Freiheitsgrade (**Entscheidungsvariablen**) man hat und welche Nebenbedingungen (**Restriktionen**) berücksichtigt werden sollen.

Operations Research

Vorgehensschema



Methoden des Operations Research

- Optimierung
 - Lineare, ganzzahlige, gemischt-ganzzahlige,
 - Nichtlineare, netzwerkbasiert
 - Heuristiken und Metaheuristiken
- Simulation
- Entscheidungstheorie
 - Multikriterielle Entscheidungsunterstützung
- Datenbasierte Verfahren

Methoden des Operations Research

- Optimierung
 - Lineare, ganzzahlige, gemischt-ganzzahlige,
 - Nichtlineare, netzwerkbasiert
 - Heuristiken und Metaheuristiken
- Simulation
- Entscheidungstheorie
 - Multikriterielle Entscheidungsunterstützung
- Datenbasierte Verfahren

Exakte Optimierung

Anwendungen des Operations Research

- Sicht der Wirtschaftsinformatik: Anwendungssysteme zur Entscheidungsunterstützung mit quantitativen Methoden
- Entscheidungsunterstützung z.B. in
 - Produktionsplanung
 - Supply Chain Management
 - Standortplanung
 - Netzwerkdesign
 - Personaleinsatzplanung
 - Lagerhaus
 - Logistik, Transport, Verkehr
 - Projektplanung, Portfolioselektion
 - Finanzplanung, Marketing
 - Nicht nur Planung, sondern auch Operations

Operations Research plastisch

- Viele Produktionsplanungsprobleme lassen sich als Optimierungsprobleme definieren (z.B. product mix).
- Unterschiedliche Ressourcen, wie Produktionsmaschinen, Rohstoffe, Teilprodukte und Personal müssen optimal eingesetzt werden.
- Dabei sind oft komplexe Reihenfolge- und Terminrestriktionen zu berücksichtigen.



Operations Research plastisch

- Ein Stromnetz wird meistens von mehreren Energiequellen versorgt, die unterschiedliche Kapazitäten und Kostenfunktionen aufweisen.
- Die Last variiert stark nach Tageszeit (Industrie, Fernsehprogramm etc.) und die Produktion muss danach angepasst werden.
- Dabei soll die Produktion möglichst kostengünstig erfolgen.
- Ein weiteres Problem ist die Bestimmung von Energietarifen, die den Produktionskosten möglichst gerecht entsprechen.



Operations Research plastisch

- Transport- und Distributionsprobleme werden als Optimierungsmodelle formuliert.
- z.B. Suche nach kürzesten oder kostenminimalen Transportwegen (GPS-Navigation)



Operations Research plastisch

- Das Traveling Salesman Problem ist eines der bekanntesten und meist untersuchten Optimierungsprobleme.
- Ein Handlungsreisender soll in einer Rundreise (auch Tour genannt) n vorgegebene Städte besuchen. Er startet dazu in einer dieser Städte, besucht nacheinander die restlichen Städte, und kehrt schließlich zu seinem Ausgangspunkt zurück.
- Das eigentliche Optimierungsproblem besteht darin, die Rundreise so zu planen, dass ihre Gesamtlänge minimiert wird.



Operations Research plastisch

- Das Traveling Salesman Problem ist eines der bekanntesten und meist untersuchten Optimierungsprobleme.
- Ein Handlungsreisender soll in einer Rundreise (auch Tour genannt) n vorgegebene Städte besuchen. Er startet dazu in einer dieser Städte, besucht nacheinander die restlichen Städte, und kehrt schließlich zu seinem Ausgangspunkt zurück.
- Das eigentliche Optimierungsproblem besteht darin, die Rundreise so zu planen, dass ihre Gesamtlänge minimiert wird.

Städte	mögliche Rundreisen	Laufzeit
3	1	1 msec
4	3	3 msec
5	12	6 msec
6	60	60 msec
7	360	360 msec
8	2.520	2,5 sec
9	20.160	20 sec
10	181.440	3 min
11	1.814.400	0,5 Stunden
12	19.958.400	5,5 Stunden
13	239.500.800	2,8 Tage
14	3.113.510.400	36 Tage
15	43.589.145.600	1,3 Jahre
16	653.837.184.000	20 Jahre



Operations Research plastisch

- Dienstplanung bei einer Fluggesellschaft
 - Modell hat mehr als 4 Mio. Variablen und mehrere hundert tausend Restriktionen.
 - Braucht ca. 8 GB Hauptspeicher.
 - Rechenzeit beträgt mehrere Stunden.
 - Können nicht grafisch oder mit Excel gelöst werden!
 - Notwendig sind: Modelgeneratoren, Modellierungssprachen, Entscheidungsunterstützungssysteme, Software-Bibliotheken zur automatisierten Lösung von Optimierungsproblemen



Aktuelles Projekt 1: Robuste Fahrzeug- und Dienstplanung im ÖPNV

- Optimale Anzahl der Fahrer und Fahrzeuge festlegen um alle Services abzudecken
- Fahr- und Dienstpläne zu generieren
- Ersatzmitarbeiter/Ersatzfahrzeuge miteinbeziehen



Aktuelles Projekt 2: Entscheidungsunterstützungssysteme für unterschiedliche Sportarten

- Entwicklung der Entscheidungsunterstützungssysteme mit Hilfe von Datenanalyse-Methoden, um die Erfolgsstrategien der unterschiedlichen Sportarten zu erforschen.
 - Teamsport (football, handball, basketball)



- Wintersport (curling, bobsleigh, luge, skeleton, ski jumping)



Aktuelles Projekt 3: Automatisierte Lagerhäuser

- Einsatz von Robotern in Lagerhäusern
- Anstatt Picker durch die Regalsysteme zu schicken, um die Waren aufzunehmen, sollen die Regale zu den Pickern gebracht werden.
- Unterschiedliche Ressourcen, wie Roboter, Arbeitsstationen, Regale und Personal müssen optimal eingesetzt werden.

Aktuelles Projekt 3: Automatisierte Lagerhäuser

- Einsatz von Robotern in Lagerhäusern
- Anstatt Picker durch die Regalsysteme zu schicken, um die Waren aufzunehmen, sollen die Regale zu den Pickern gebracht werden.
- Unterschiedliche Ressourcen, wie Roboter, Arbeitsstationen, Regale und Personal müssen optimal eingesetzt werden.



AmazonRobotics



Swisslog



GreyOrange



Scallog

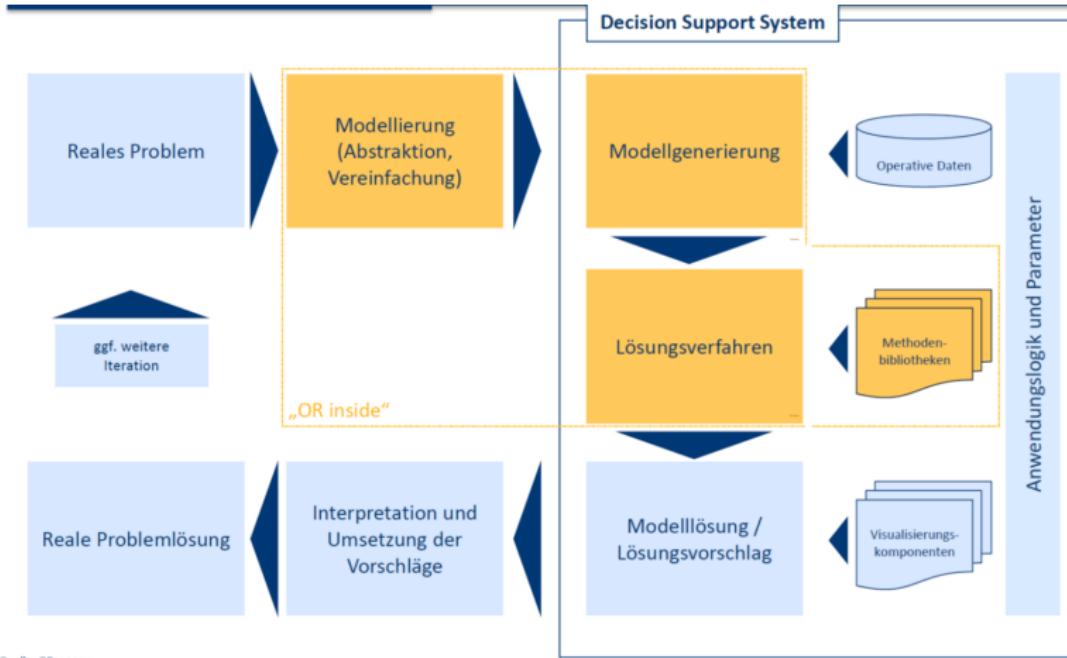


Hitachi



Alibaba Group

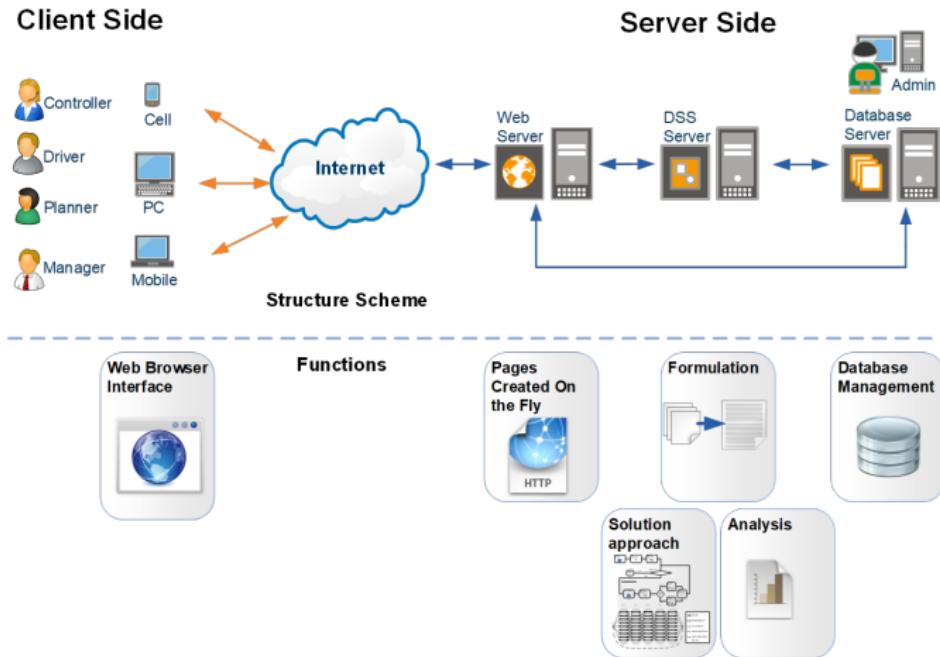
Decision Support System mit OR-Modellen



Quelle: ORconomy



Decision Support System mit OR-Modellen



Optimierungssysteme

Optimierungssysteme (aus Suhl/Mellouli, S. 19):

- sind betriebliche Anwendungssysteme,
- die Optimierungsmodelle generieren und verarbeiten können
- und dabei durch formale Methoden Ergebnisse produzieren,
- die eine möglichst gute Handlungsanweisung im Sinne einer gegebenen Zielfunktion (oder manchmal mehrerer Zielfunktionen) darstellen.
- werden i.d.R. als entscheidungsunterstützende Systeme implementiert.

Einige Definitionen

- **OR** (Operations Research): quantitative Methode zur betrieblichen Entscheidungsfindung
- **MS** (Management Science): praktisches OR bzw. wissenschaftliche Methoden für das Management
- **EUS/DSS** (Entscheidungsunterstützungssysteme/Decision Support Systems): Unterstützung des Benutzer bei der Entscheidungsfindung – kein Ersatz für den menschlichen Entscheider
- **LP** (Lineares Programm): Entscheidungsproblem, dessen Zielfunktion und Restriktionen lineare Funktionen der kontinuierlichen Entscheidungsvariablen sind.
- **Optimierung**: die Bestimmung eines Maximums oder Minimums einer Funktion, die auf einen (beschränkten) Bereich definiert ist.
- **Optimierungsmodell**: fasst die Eigenschaften von Variablen, Restriktionen und Zielfunktion(en) zusammen und legt die Abhängigkeiten und zulässigen Wertebereiche fest.