

ÖGORN News

Nr. 1 / Juni 2000



ÖGOR-News 1/2000

Juni 2000

Inhaltsverzeichnis

Editorial	2
Berichte über wissenschaftliche Veranstaltungen	4
Viennese Workshop on Optimal Control, Dynamic Games and Nonlinear Dynamics	4
Festveranstaltung zum 60. Geburtstag von Prof. Feichtinger	5
Bericht über die IFORS 99 Tagung in Beijing, China	6
ÖGOR-Preis für Diplomarbeiten und Dissertationen	9
Preisträger des Jahres 1999	9
Ausschreibung des ÖGOR-Preises 2000	12
OR-Neuigkeiten in Österreich	13
Neue OR Arbeitsgruppe an der Universität Klagenfurt	13
Projektgruppe Experimentelle Wirtschaftsforschung an der Universität Graz . .	14
Workshop „Experimental Economics“ an der Universität Graz	15
ÖGOR Neuigkeiten und Interna	16
Neuer ÖGOR-Arbeitskreis „Financial Engineering“	16
Neuer ÖGOR-Vorstand	16
Neue Mitglieder gesucht	17
Erfolgreiche OR-Anwendungen in der Praxis	18
Zuschnittplanung für eine Tischlerei	18
Optimale Standortwahl für einen zweistufigen Produktionsprozeß	20

Impressum:

Herausgeber: Österreichische Gesellschaft für Operations Research, c/o Institut für Ökonometrie, OR und Systemtheorie, TU Wien, Argentinierstraße 8, A-1040 Wien.

Redaktion: Bettina Klinz, Institut für Mathematik B, TU Graz, Steyrergasse 30, A-8010 Graz.

Druck: Universität Wien.

Editorial

Wertes ÖGOR-Mitglied, werter Leser, wertete Leserin der ÖGOR-News,

nach einer längeren Pause liegt nun wieder ein Exemplar der ÖGOR-News vor. Im Zusammenhang mit der Wahl eines neuen ÖGOR-Vorstandes erfolgte im November 1999 auch eine neue Aufgabenverteilung im Vorstand. Ich habe die Aufgabe der Herausgabe der ÖGOR-News übernommen. Ich möchte an dieser Stelle im Namen aller ÖGOR-Mitglieder meinem Amtsvorgänger, Herrn Dr. Alfred Kalliauer, für seine wertvolle Arbeit für die ÖGOR-News sehr herzlich danken.

Ich habe mir zum Ziel gesetzt, in die ÖGOR-News vermehrt Informationen zu OR-Aktivitäten in Österreich zu integrieren. Als ersten Schritt in diese Richtung enthält diese Ausgabe der ÖGOR-News Beiträge zu zwei neuen Serien, die ich in den nächsten Ausgaben fortsetzen möchte. In der ersten Serie soll über erfolgreiche Anwendungen von OR-Methoden in der Praxis berichtet werden. In dieser Ausgabe liegt der Schwerpunkt auf Grazer Aktivitäten in diesem Bereich. Es wird über ein Projekt der Universität Graz sowie über ein Projekt der Technischen Universität Graz berichtet. Die zweite Serie soll zum Ziel haben, über OR Neuigkeiten in Österreich (sowohl im universitären Umfeld als auch in Unternehmen) zu berichten. Diese Ausgabe enthält Kurzvorstellungen der noch jungen OR-Arbeitsgruppe an der Universität Klagenfurt sowie der neuen Projektgruppe „Experimentelle Wirtschaftsforschung“ an der Universität Graz.

Neben den bereits genannten Beiträgen enthält diese Ausgabe Berichte über wissenschaftliche Veranstaltungen (Seventh Viennese Workshop on Optimal Control, Dynamic Games and Nonlinear Dynamics in Wien, IFORS 99 Tagung in Beijing und Festveranstaltung zum 60. Geburtstag von Prof. Feichtinger in Wien). Ein weiterer Schwerpunkt ist dem ÖGOR-Preis für Diplomarbeiten und Dissertationen gewidmet. Zunächst werden die Preisträger des Jahres 1999 und deren Arbeiten kurz vorgestellt. Im Anschluß daran wird zur Bewerbung um den Preis des Jahres 2000 eingeladen.

Als weitere Neuerung werden die ÖGOR-News künftig in elektronischer Form auf der ÖGOR-Webseite <http://www.bwl.univie.ac.at/bwl/prod/oegor/oegor.htm> zur Verfügung stehen. Mitteilungen von eher kurzfristigem Interesse (Vortragsankündigungen, Stellenangebote etc.) sollen künftig über einen elektronischen Verteiler verbreitet werden. Wer in diesen Verteiler aufgenommen werden möchte und seine e-mail Adresse der ÖGOR noch nicht bekanntgegeben hat, wird gebeten, eine e-mail an klinz@opt.math.tu-graz.ac.at zu senden. Aufgrund dieser Neuerung habe ich darauf verzichtet, einen Tagungskalender in diese Ausgabe der ÖGOR-News aufzunehmen. Ich möchte mich in der Zukunft in den gedruckten ÖGOR-News hauptsächlich auf die Ankündigung von Tagungen beschränken, die im Zusammenhang zur ÖGOR stehen. Andere Tagungen möchte ich ausschließlich über den flexibleren und billigeren elektronischen Verteiler ankündigen. An dieser Stelle möchte ich darauf hinweisen, daß zahlreiche nationale und internationale OR-Gesellschaften auf Ihren Webseiten einen eigenen Bereich mit Tagungsankündigen anbieten. Die Webseite von EURO auf <http://www.ulb.ac.be/euro> und die dort angegebenen Links sowie der

elektronisch verfügbare EURO-Bulletin sind ein guter Startpunkt für Recherchen in dieser Richtung.

Da die Verschickung der ÖGOR-News auf dem klassischen Postweg nicht gerade billig ist, wäre es evtl. für die Zukunft zu erwägen, auf eine rein elektronische Variante der ÖGOR-News umzusteigen bzw. zumindest diese Alternative wahlweise für jene, die auf die Papiervariante verzichten möchten, anzubieten. Bitte lassen Sie mich Ihre Meinung zu diesem Thema wissen.

Die ÖGOR-News sind für Sie, werter Leser, wertere Leserin, gedacht. Um uns besser auf Ihre Interessen und Bedürfnisse einstellen zu können, bitte ich Sie um Mitteilung von Bereichen über die Sie via ÖGOR-News informiert werden möchten. Wer einen Beitrag für die ÖGOR-News verfassen möchte, ist ebenfalls herzlich eingeladen, mit mir Kontakt aufzunehmen. Beiträge im \LaTeX oder \TeX -Format werden bevorzugt, andere Formate sind jedoch ebenfalls möglich. Ich bitte diesbezüglich um Absprache mit mir.

Ganz besonders möchte ich diejenigen, die in der Praxis tätig sind, ermutigen, über ihre OR-Tätigkeit zu berichten. Es wäre sehr schön, wenn sich in Zukunft in der in diesem Heft gestarteten Serie zu Berichten des Einsatzes von OR-Methoden in der Praxis Beiträge aus dem universitären Umfeld mit Praktikerbeiträgen ergänzen.

Kontaktadresse:

Bettina Klinz
Institut für Mathematik B
Technische Universität Graz
Steyrergasse 30
A-8010 Graz
e-mail: klinz@opt.math.tu-graz.ac.at

Bettina Klinz (Editor der ÖGOR-News, Graz)

Berichte über wissenschaftliche Veranstaltungen

Seventh Viennese Workshop on Optimal Control, Dynamic Games and Nonlinear Dynamics

Das „Seventh Viennese Workshop on Optimal Control, Dynamic Games and Nonlinear Dynamics: Theory and Applications in Economics and OR/MS“ fand vom 24.-26. Mai in Wien statt. Dieses Workshop war das mittlerweile siebente seiner Art, das seit 1981 in (meist) dreijährigem Abstand in Wien von G. Feichtinger und R.F. Hartl veranstaltet wurde. Das Thema war an der Schnittstelle zwischen Wirtschaftswissenschaften, angewandter Mathematik und Informatik angesiedelt, wobei starke Bezüge zu OR-Methoden und -Modellen bestanden. Die Beiträge lassen sich grob in vier Teilbereiche einteilen:

1. Kontrolltheoretische Modelle:

Hier werden mathematische Modelle des Firmenverhaltens oder ganzer Volkswirtschaften betrachtet und analysiert, wobei die Untersuchung der zeitlichen Entwicklung (Dynamik) im Vordergrund steht. Typisch für diese Modelle ist meist, daß zu jedem Zeitpunkt eine Investitionsentscheidung getroffen werden muß, d.h. eine Entscheidung, ob Ressourcen zur Investition in die Zukunft oder zur unmittelbaren Gewinnung von Nutzen z.B. durch Konsum oder Dividendenausschüttung verwendet werden sollen.

2. Dynamische Spiele:

Diese Modellklasse unterscheidet sich von der ersten durch das Vorliegen einer Konkurrenzsituation, d.h. der eigene Nutzen oder Gewinn hängt auch von den Aktionen der Konkurrenten ab. Derartige Modelle sind insbesondere auf Firmenebene für die Ermittlung des Marketing-Mix (z.B. Preisbildung und Werbeeinsatz) relevant. Hier stehen verschiedene Lösungskonzepte zur Auswahl, wobei „open loop“ Gleichgewichte relativ einfach und „feedback“ Lösungen schwieriger zu finden sind.

3. Nichtlineare Dynamische Systeme:

Diese Modellklasse hat in den letzten Jahren große Beachtung gefunden. Ein wesentliches Untersuchungsobjekt hier ist die Möglichkeit, daß einfache dynamische Systeme (ohne zufällige Störungen) Zeitpfade ökonomischer Variablen (z.B. Inflation, Börsenkurse) ergeben, die wie ein Zufallsprozeß aussehen. Man spricht dann von chaotischem Verhalten.

4. Künstliche Intelligenz und Computational Economics:

Ebenfalls im Workshop vertreten waren einige Beiträge über die Anwendung von Methoden der künstlichen Intelligenz (z.B. künstliche neuronale Netze oder genetische Algorithmen) zur Modellierung des Lernverhaltens von ökonomischen Entscheidungsträgern.

Näheres kann unter <http://www.bwl.univie.ac.at/bwl/prod/EVENTS/ws2000/> nachgelesen werden.

Etwa 130 Teilnehmer kamen zur Tagung und besuchten die knapp 100 Vorträge in den prunkvollen Räumlichkeiten der Industriellenvereinigung am Schwarzenbergplatz. Daneben gab es ein reichhaltiges soziales Programm mit Empfang im Festsaal der TU-Wien, Cocktailempfang in der Industriellenvereinigung, Eintritt und Führung durch das Bank Austria Kunstforum, Empfang im Senatssitzungssaal des Wiener Rathaus sowie ein Abschlußbuffet im Arkadenhof der Wiener Universität.

Richard F. Hartl (Wien)

Festveranstaltung aus Anlaß des 60. Geburtstages von Prof. - Gustav Feichtinger

Der ehemalige ÖGOR-Präsident und eines der aktivsten Mitglieder der ÖGOR, o.Univ.-Prof. Dr. Gustav Feichtinger wird 60! Dies scheint kaum möglich, da er doch noch so jugendlich und dynamisch wirkt. Dennoch ist es wahr, und im Rahmen des „Seventh Vinnese Workshop on Optimal Control, Dynamic Games and Nonlinear Dynamics“ fand am Mittwoch, dem 24. Mai 2000 im großen Festsaal der Industriellenvereinigung eine vorgezogene Geburtstagsfeier statt. Obwohl Herr Feichtinger erst Mitte Juli Geburtstag hat, wollten die Organisatoren die Gelegenheit nützen, daß viele in- und ausländische Freunde und Kollegen anläßlich des Workshops ohnehin schon in Wien sind.

Die Festveranstaltung wurde organisiert von seinen ehemaligen Schülern und Assistenten Univ.-Prof. Dr. Engelbert Dockner, Universität Wien, Univ.-Prof. Dr. Mikulas Luptacik, WU Wien, Univ.-Prof. Dr. Gerhard Sorger, London und Univ.-Prof. Dr. Richard Hartl, Universität Wien.

Im ersten Teil der Veranstaltung wurde das wissenschaftliche Werk des Jubilars vorgestellt: Nach der Begrüßung durch Univ.-Prof. Dr. Richard F. Hartl (Wien, ehemaliger Schüler und Assistent) hielt Univ.-Prof. Dr. Franz Ferschl (München, wissenschaftlicher Lehrer) seine Laudatio. Sodann würdigte Univ.-Prof. DDr. Helmut Frisch (Wien, Kollege der Fachgruppe Mathematik an der TU) die Verdienste des Jubilars im Rahmen der Wirtschaftsmathematik der TU Wien, und Univ.-Prof. DDr. h.c. George Leitmann (Berkeley, Ehrendoktor der TU Wien) dessen internationalen Forschungsleistungen und Kooperationen.

Zuletzt wurde als besondere Überraschung für den Jubilar die Festschrift

Dockner, E.J., Hartl, R.F., Luptacik, M., Sorger, G. (Eds.)
Optimization, Dynamics and Economic Analysis: Essays in Honor of Gustav Feichtinger, Physica, 2000.
ISBN 3-7908-1295-1

übergeben, die scheinbar bis zuletzt geheim gehalten werden konnte.

Details (z.B. Inhalt) zu dieser Festschrift können auf der Springer Homepage unter http://www.springer.de/cgi-bin/search_book.pl?isbn=3-7908-1295-1 nachgelesen werden. An dieser Stelle sei der Schluß des Vorwortes zitiert:

Professor Feichtinger has not only had a significant impact on the scientific community through his research and his publications, he has also paved the way into the world of scientific research for many scholars, who hold now senior research and teaching positions in various universities or research institutes. For some of them he was an advisor in the early stages of their academic careers when they finished their doctoral studies. Others had their first academic positions at the Institute for Econometrics, OR, and Systems Theory before they went on to other universities. And yet for others he acted as a catalyst in forming their own research agenda, even if he was never formally involved in their career as a teacher, advisor, or colleague. This remarkable influence is rooted in Professor Feichtinger's ability to encourage others for interesting research topics. Not only is his enthusiasm for research infectious, he is also more than willing to discuss possible solutions to open problems with anybody who is interested in those problems. We believe it is safe to say that the editors of this volume along with many other former students, coworkers, or colleagues owe part of their success in academia to the early encouragement by and the constant interaction with Professor Feichtinger. On the occasion of his 60th birthday we would like to thank him for this positive influence through the present Festschrift.

Richard F. Hartl (Wien)

Bericht über die IFORS 99 Tagung in Beijing

Die großen IFORS Tagungen finden alle drei Jahre statt. Die 15-te Auflage der „Triennial IFORS Conference“ fand vom 16.-20. August 1999 im Friendship Palace Hotel in Beijing, China statt. Dem Programmkomitee stand Prof. Paolo Toth (Università di Bologna), der zukünftige IFORS Präsident, vor. Das Organisationskomitee wurde von Prof. Xiang-Sun Zhang, dem Präsidenten der chinesischen Gesellschaft für Operations Research, geleitet.

An der Konferenz nahmen über 1000 Teilnehmer aus über 50 verschiedenen Staaten teil. Ca. 800 davon kamen von außerhalb von China. Auffallend war die hohe Anzahl von mehr als 300 registrierten Begleitpersonen. Die unerwartet große Anzahl an registrierten Teilnehmern zwang die Organisatoren zu mehrmaligen kurzfristigen Planungsänderungen im Vorfeld der Tagung, insbesondere was die Abwicklung des Begleitprogramms betraf. Dem Organisationsteam ist zur gelungenen Tagungsorganisation zu gratulieren. Die Veranstaltung einer derart großen Tagung verursacht selbst in Ländern mit einem höheren wirtschaftlichen Entwicklungsstand vielfache Schwierigkeiten, die es zu meistern gilt. In einem Land wie China sind diese natürlich um ein Vielfaches größer.

Das wissenschaftliche Programm

Das wissenschaftliche Programm der Tagung fand an vier Tagen (Montag, Dienstag, Donnerstag und Freitag) statt. Der Mittwoch war, wie es der Tradition der großen IFORS-Tagungen entspricht, zur Gänze dem Rahmenprogramm gewidmet. An den vier genannten Tagen wurden insgesamt ca. 1100 Vorträge gehalten, die auf 27 parallele Sektionen aufgeteilt waren. Den Löwenanteil im endgültigen Programm nahmen Vorträge von Forschern aus Mitgliedsländern der APORS (Association of Asian-Pacific Operational Research Societies, 420 Vorträge), aus Mitgliedsländern der EURO (Association of European Operational Research Societies, 387 Vorträge) sowie aus Mitgliedsländern der NORAM (Association of North American Operations Research Societies within IFORS, 192 Vorträge) ein.

Neben den Sektionsvorträgen fanden zwei Plenarvorträge statt. Prof. David Ryan (University of Auckland, Neuseeland) sprach im Rahmen der Eröffnungsveranstaltung der Tagung zum Thema „Real Operations Research“. Er eröffnete den Zuhörern einen interessanten Einblick in seine Erfahrungen über das Wechselspiel von Theorie und Praxis des OR. Am Donnerstag sprach Prof. Egon Balas (Carnegie Mellon University, USA), ein Weltexperte auf dem Gebiet der ganzzahligen Optimierung, zum Thema „Mixed-Integer Programming and Sequential Convexification“. Ferner gab es 8 Tutorials zu verschiedenen aktuellen OR-Themen. Bei etwa der Hälfte der Sektionsvorträge handelte es sich um eingeladene Vorträge. Im Vorfeld der IFORS Tagung wurden die Mitgliedergesellschaften angeschrieben und um die Nominierung eines (mehrerer) nationaler Repräsentanten gebeten, der/die einen speziellen Vortrag als „national contribution“ abhalten sollte. Leider kamen viele Gesellschaften dieser Bitte nicht nach und, bedauerlicherweise wurden diesen Vorträgen kein eigener Platz im Programm zugewiesen, sodaß sie im Meer der Vorträge untergingen. Ich hatte in diesem Zusammenhang die Ehre die ÖGOR zu vertreten.

Am letzten Tag der Konferenz fand eine spezielle Plenarsitzung zur Feier des 40-jährigen Bestehens von IFORS stand. Diese Sitzung wurde von Prof. Graham Rand geplant und geleitet. Mit der Unterstützung von Fotos, Dias und Interviewausschnitten auf Tonbändern wurde die Geschichte von IFORS auf eindrucksvolle Weise Revue passieren gelassen. Um dem multinationalen, grenzenlosen Charakter von IFORS Ausdruck zu verleihen, durfte jedes Mitgliedsland einen Repräsentanten nominieren, der/die zum Abschluß dieser Sitzung zu einer Miniparade der Repräsentanten auf die Bühne gebeten wurde. Abermals oblag mir die Ehre, die ÖGOR zu vertreten. Überraschenderweise war ich unter den Personen am Podium die jüngste.

Nähere Details zum wissenschaftlichen Programm können dem Programm entnommen werden, das unter der Adresse <http://www.ifors.org/conferences/ifors99> zum Download zur Verfügung steht.

Die Gelegenheit der IFORS Tagung wurde von EURO und IFORS auch zur Abhaltung von Sitzungen genutzt. Ich vertrat die ÖGOR auch im Rahmen dieser Sitzungen.

Das Rahmenprogramm

Traditionellerweise nimmt das Rahmenprogramm bei den großen IFORS Tagungen einen wichtigen Platz ein. Sonntag abends fand ein stimmungsvoller Begrüßungsempfang im Garten des Konferenzhotels statt. Dienstag abends wurden die Tagungsteilnehmer und die registrierten Begleitpersonen in das Theater des 21. Jahrhunderts gefahren, wo eine eigens für die IFORS 99 Tagung zusammengestellte Vorführung aus Chinese Opera, chinesischem Tanz und chinesischer Akrobatik stattfand. Für meinen persönlichen Geschmack war die Vorführung zu sehr auf den Touristengeschmack abgestimmt und erlaubte kaum Einblicke in die chinesische Kultur. Am vortragsfreien Mittwoch fand eine Exkursion zur chinesischen Mauer und zu den Ming Gräbern statt. Leider war das Wetter extrem schlecht (strömender Regen und Nebel), sodaß den Teilnehmern die bei schönem Wetter großartige Aussicht von der chinesischen Mauer verwehrt blieb. Das schlechte Wetter hatte aber den Vorteil, daß außer den Tagungsteilnehmern nur sehr wenige Touristen unterwegs waren. Der Transport zu diesen beiden Events erfolgte in 36 Bussen, wobei die Insassen jedes Busses von einem Fremdenführer betreut wurden. Die Busse wurden von einer Polizeieskorte begleitet, um ein rascheres Vorankommen im Verkehr zu ermöglichen. Aus Kapazitätsgründen war es leider nötig, die Mittwochsexkursion in 2 Gruppen zu organisieren; die eine Gruppe besuchte zuerst die chinesische Mauer und dann die Ming Gräber und die andere Gruppe zuerst die Gräber und dann die Mauer. Donnerstag abends fand das Konferenz-Bankett statt. Die Teilnehmer wurden aus Kapazitätsgründen auf fünf verschiedene Restaurants im Komplex des Konferenzhotels verteilt. Da man keinen Einfluß darauf hatte, welchem Restaurant man zugeteilt wurde, resultierte diese Vorgangsweise im Nachteil, daß man eine Gelegenheit verpaßte, sich mit Kollegen zu treffen, wenn nicht der Zufall die Hand im Spiel hatte. Im Rahmen des Banketts wurde ferner der IFORS Preis für OR in Entwicklungsländern vergeben. Der Preis erging wie das letzte Mal an einen Forscher aus China.

Für diejenigen, die die Teilnahme an der IFORS Tagung mit einem touristischen Aufenthalt in China kombinieren wollten, wurde eine Reihe von speziellen Besichtigungstouren im Vor- und Nachfeld der Tagung angeboten.

Die nächste große IFORS Tagung findet vom 8.-12. Juli 2002 in Edinburgh statt. Interessierte seien auf die Webseite <http://www.som.umd.umich.edu/ifors2002> verwiesen.

Bettina Klinz (Graz)

ÖGOR-Förderungspreis für Diplomarbeiten und Dissertationen

Die Preisträger des Jahres 1999

Der ÖGOR-Förderungspreis für Diplomarbeiten und Dissertationen wurde 1999 an die Herren Dr. Bernd Bullnheimer (Dissertation, Universität Wien), Dr. Gernot Tragler (Dissertation, TU Wien) und DI Christian Zelle (Diplomarbeit, TU Graz) verliehen. Im Anschluß werden die Preisträger und die ausgezeichneten Arbeiten kurz vorgestellt.

Christian Zelle: Schichtplanoptimierung in der Flugzeugwartung

Herr DI Zelle begann im Herbst 1992 das Studium der Technischen Mathematik, Studiengang Informations- und Datenverarbeitung an der Technischen Universität Graz und schloß dieses Anfang 1999 mit Auszeichnung ab. Seit Mai 2000 ist Herr Zelle Dissertant am Institut für Mathematik der TU Graz und arbeitet an einem Verschnittproblem der Papierindustrie. Seine mit dem ÖGOR-Preis ausgezeichnete Diplomarbeit mit dem Titel "Optimal Shift Scheduling in Aircraft Maintenance" verfaßte er in Zusammenarbeit mit Austrian Airlines am Institut für Mathematik der TU Graz unter der Betreuung von Prof. Franz Rendl.

Zusammenfassung: Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit einem Thema der Personaleinsatzplanung, der "Schichtplanoptimierung in der Flugzeugwartung". Ausgehend von einer diesbezüglichen konkreten Problemstellung bei den Austrian Airlines, sollen für das Wartungspersonal am Flughafen Wien-Schwechat Schichtpläne ermittelt/errechnet werden, die zu jedem Zeitpunkt den vorraussichtlich anfallenden Personalbedarf decken. Als Grundlage zur Berechnung eines Schichtplanes dient ein Personalbedarfsprofil d.h. eine Vorgabe zu welcher Zeit wieviele Arbeiter einer gewissen Qualifikation benötigt werden. Da es sich bei der Wartung um eine Art Dienstleistungssystem — im Gegensatz zu einem Produktionssystem — handelt, muß anfallender Bedarf meist sofort gedeckt werden. Im Falle der Flugzeugwartung wird dieser Personalbedarf proportional zu den sich am Boden befindlichen Flugzeugen angenommen. Somit stellt der Flugplan schon eine wichtige Grundlage für dieses Bedarfsprofil dar: Aus den Standzeiten der Flugzeuge wird auf das Reparaturaufkommen laut Wartungsplan sowie fallweise zusätzlich erforderliche — meist unvorhergesehene — Wartungsarbeiten geschlossen.

Das vorliegende Schichtplanproblem wurde als ganzzahliges (binäres) lineares Programm formuliert. Die Lösung wird in zwei aufeinander aufbauenden Schritten erreicht: In der ersten Phase ist die Zielfunktion des Optimierungsproblems eine zu minimierende Kostenfunktion. Die Restriktionen dieses linearen Programmes werden durch verschiedene Faktoren vorgegeben: Arbeitszeitgesetz und Kollektivvertrag verlangen die Einhaltung von Wochenruhezeiten, Mindestzeiten zwischen aufeinanderfolgenden Schichten, maximale

Arbeitszeit pro Woche etc. Diese "Mindestrestriktionen" garantieren die gesetzliche Gültigkeit des Schichtplanes. In der zweiten Phase werden andere Zielfunktionen und Restriktionen eingesetzt, um die Ergebnisse aus der ersten Phase vor allem in sozialen Hinsichten zu verbessern. Man versucht z.B. die Anzahl der Arbeitsantritte zu minimieren, zu kurze Freizeitperioden zu vermeiden oder Arbeitszeit und Freizeit zu blocken. Dabei sucht man nur noch in der eingeschränkten Menge der kostenoptimalen Lösungen aus Phase 1. Ausserdem ist es wichtig "Zusatzrestriktionen" einzuführen, die den Arbeitsrhythmus regelmässiger gestalten und somit die soziale Komponente des Schichtplans verbessern. Aus medizinischer Sicht ist dies z.B. eine Begrenzung der aufeinanderfolgenden Nachtschichten, aus familiärer Sicht z.B. eine möglichst hohe Anzahl an ganzen freien Wochenenden.

Entsprechend dem Lösungsansatz erfolgt die Errechnung eines Schichtplanes in zwei Phasen

- Die erste Phase führt auf Grundlage der "Mindestrestriktionen" zu einem Rohschichtplan, der eine kostenoptimale Bedarfsdeckung ermöglicht, somit auch die Zulässigkeit des vorgeschlagenen Arbeiterpools beweist, aber kaum zusätzliche soziale Komponenten berücksichtigt.
- In der zweiten Phase erfolgt unter Hinzunahme der "Zusatzrestriktionen" die soziale Nachoptimierung: Unter Beibehaltung der Bedarfsdeckung und der Kostenoptimalität wird der Rohschichtplan verbessert, indem obengenannte, unterschiedliche Zielfunktionen eingesetzt werden.

Die erzielten Ergebnisse rechtfertigen diesen Ansatz. Die resultierenden kostenoptimalen Arbeitspläne aus der ersten Phase, die nur diesen "Mindestrestriktionen" genügen, sind aus Sicht des Arbeitnehmers noch nicht akzeptabel. Nach mehreren Nachoptimierungsversuchen durch verschiedene Zielfunktionen gelingt in der zweiten Phase die Errechnung eines praktisch guten, sozial ausgewogenen Schichtplanes, der auch bei den Verantwortlichen bei Austrian Airlines Anklang gefunden hat.

Gernot Tragler: Ein optimales Kontrollmodell zur Bekämpfung des illegalen Drogenkonsums

Herr Dr. Tragler hat von 1987–1993 an der TU Wien Technische Mathematik, Studienfach Wirtschafts- und Planungsmathematik, studiert. Seit Abschluß seines Diplomstudiums ist er als Vertragsassistent am Institut für Ökonometrie, Operations Research und Systemtheorie der TU Wien in Rahmen von verschiedenen Forschungsprojekten tätig. Seine prämierte Dissertation mit dem Titel „Optimal Control of Illicit Drug Consumption: Treatment versus Enforcement“ hat er an dem genannten Institut unter der Betreuung von Prof. Gustav Feichtinger erstellt.

Zusammenfassung: There has been considerable debate about what share of drug control resources should be allocated to treatment vs. enforcement. Most of the debate has presumed that there is one particular answer to that question, but it seems plausible that the optimal mix of interventions might vary as the size of the problem changes. We formulate the choice between drug treatment and enforcement as an optimal control problem. This perspective suggests that, if the initial number of drug users is small and tends to grow toward a larger equilibrium, then it is optimal to rely primarily on enforcement at first, in order to keep prices high and suppress initiation to the extent possible. Enforcement spending should increase as the number of users grows, but not nearly so fast in percentage terms as treatment spending should. Hence, it is optimal for treatment to receive a larger share of control resources when a drug problem is mature than when it is first growing. The model generates a variety of other insights, including: (1) detecting the onset of a drug epidemic quickly is valuable because total costs are much lower if control begins early, when the number of users is small; (2) people who perceive drug use to be costly for society should favor greater drug control spending per user and allocating a greater proportion of that spending to enforcement; (3) sharp price declines, such as those observed in the 1980s for cocaine in the U.S., do not necessarily imply a policy failure; indeed, it can be optimal to have such declines; and (4) under certain conditions it can be optimal to spend a very large amount per user – primarily on treatment – in a manner that prevents the epidemic from ever expanding beyond its initial, low use state.

Bernd Bullnheimer: Ant Colony Optimization für Vehicle Routing Probleme

Herr Dr. Bullnheimer hat Wirtschafts- und Sozialwissenschaften an den Universitäten Augsburg (Abschluß Diplomökonom BWL), Swansea (Austauschstudent) und Wayne State University, USA (Master) studiert. Seine prämierte Dissertation mit dem Titel „Ant Colony Optimization for Vehicle Routing“ hat er im Rahmen seines Doktoratsstudiums am Lehrstuhl für Produktion und Logistik der Universität Wien unter der Betreuung von Prof. Richard Hartl angefertigt. Zur Zeit ist Herr Dr. Bullnheimer als Assistent der Geschäftsleitung der Firma Süddekor in Süddeutschland tätig.

Zusammenfassung: In this doctoral thesis we analyze the potential of the ant colony optimization meta-heuristic to solve hard combinatorial optimization problems within the field of vehicle routing. We examine this new method from an algorithmic point of view where we concentrate on modifications of the procedure itself, as well as from an application point of view where we focus on the adaptation of the procedure to unsolved problems. We present computational results and show that our improved algorithms are a valid alternative to tackle vehicle routing problems. Furthermore we suggest parallelization strategies for ant colony optimization algorithms.

ÖGOR-Preis 2000 für Diplomarbeiten und Dissertationen

Wie in den letzten Jahren werden von der ÖGOR auch heuer wieder maximal zwei ÖGOR-Preise für hervorragende Diplomarbeiten oder Dissertationen im Bereich des Operations Research vergeben. In Betracht kommen sowohl theorieorientierte als auch praxisorientierte Arbeiten, die die Voraussetzung erfüllen, daß sie im Studienjahr 1999/2000 approbiert wurden.

Die Preisträger werden eingeladen, ihre Arbeit bei der ÖGOR Jahrestagung im November im Rahmen eines Vortrags vorzustellen.

Einreichfrist: 15. September 2000

Einreichadresse:

Vorsitzender der ÖGOR
o. Univ.-Prof. Dr. Richard F. Hartl
Universität Wien
Institut für Betriebswirtschaftslehre
Lehrstuhl für Produktion und Logistik
Brünner Straße 72
A-1210 Wien

Einzureichende Unterlagen:

- Zwei Exemplare der Arbeit
- Einseitige Kurzfassung
- Befürwortung des Betreuers
- Lebenslauf des Bewerbers

OR-Neuigkeiten in Österreich

Neue OR Arbeitsgruppe an der Universität Klagenfurt

Am Institut für Mathematik der Universität Klagenfurt wurde im Herbst 1998 mit der Berufung von Prof. Dr. Franz Rendl eine neue Arbeitsgruppe „Operations Research“ gegründet. Gemeinsam mit dem bereits davor bestehenden Arbeitsbereich „Angewandte Statistik“ wurde hiermit eine starke Profilierung des Instituts auf dem Gebiet der angewandten Mathematik und Statistik geschaffen.

Die neue Arbeitsgruppe umfaßt neben dem Leiter, Prof. Rendl, die zwei Universitätsassistenten Dr. Ilse Fischer und Dr. Gerald Gruber sowie zwei wissenschaftliche Mitarbeiter, die aus Dritt- bzw. Forschungsförderungsmitteln finanziert werden.

Im Bereich der Lehre liegt der Schwerpunkt auf der Betreuung der Studierenden des Studiums Technische Mathematik, welches einen Studiengang Operations Research anbietet. Darüber hinaus werden auch Servicevorlesungen für andere Studienrichtungen angeboten.

Im Bereich der Forschung werden folgende Gebiete abgedeckt:

- Diskrete Mathematik und Kombinatorik (Fischer)
- Kombinatorische Optimierung (Gruber, Rendl)
- Innere Punktemethoden für nichtlineare Optimierung (Gruber, Rendl)
- Konvexe Optimierung (Sotirov, Dukanovic, Rendl)

Inhaltlich werden derzeit folgende Themenbereiche verstärkt untersucht:

1. *Approximation kombinatorischer Optimierungsaufgaben:* Hier ist die Ausgangssituation folgende: In letzter Zeit haben sich semidefinite Relaxationen von NP-schweren Problemen wie Max-Cut oder Max-Clique als sehr leistungsfähig herausgestellt, und eine wahre Flut wissenschaftlicher Arbeiten nach sich gezogen. Bei der algorithmischen Umsetzung werden oft Innere Punkte Methoden verwendet, um die resultierenden semidefiniten Programme zu lösen. Diese sind im Vergleich zu linearen Programmen viel rechenaufwendiger und für large-scale Probleme wenig geeignet.

Es wird daher jetzt untersucht, wie man semidefinite Relaxationen durch lineare Programme approximieren kann und gleichzeitig vorhandene Strukturen des Problems (sparsity) beibehalten kann. Dies ist ein umfangreiches Projekt, und erste Erfahrungen mit Max-Cut und Graph-Equipartition liegen bereits vor, die zeigen, daß dieser Zugang durchaus konkurrenzfähige Resultate liefern kann.

2. *Clusterungsprobleme in der Telekommunikation:* Ein zweiter anwendungsbezogener Schwerpunkt ist die Behandlung von Partitionsproblemen, wie sie sehr häufig in der Telekommunikation auftauchen. Auch hier führt eine schlaue Kombination linearer

und semidefiniter Relaxationen auf brauchbare Lösungsansätze, die auch in der Praxis eingesetzt werden.

3. *Schrankenberechnung beim quadratischen Zuordnungsproblem:* Ein letzter Schwerpunkt liegt in der Untersuchung von quadratischen Zuordnungsproblemen (QZP). Dieser Problemtyp stellt nach wie vor eine Herausforderung an angewandte Mathematiker dar, da einerseits viele Problemformulierungen im OR auf das QZP führen, andererseits es nach wie vor sehr schwierig ist, dieses Problem exakt zu lösen.

Zur Zeit werden einige neuartige Ansätze, die auf Dualitätsbetrachtungen bei semidefiniten Programmen basieren, verwendet, um neue Schranken zu untersuchen. Die verwendeten Methoden stammen dabei aus den Bereichen konvexe Optimierung, Lagrange Dualität und nichtglatte Optimierung.

Der Leiter der Arbeitsgruppe, Prof. Rendl, verfügt ferner über langfristige Erfahrungen in der Zusammenarbeit mit Anwendern aus Industrie und Wirtschaft. In einer Reihe von Diplomarbeiten und Projekten wurden praktische Anwendungen des OR in Mittel- und Großbetrieben untersucht, z.B. ELIN ETG Weiz, AVL Medizintechnik Graz, Firma Salomon Friesach. Zur Zeit gibt es enge wissenschaftliche Kontakte mit der TELEKOM Austria zur Behandlung von Clusterungsproblemen. Die Arbeitsgruppe ist Kontakten mit Anwendern gegenüber sehr aufgeschlossen.

Interessenten wenden sich an

Prof. Franz Rendl
Institut für Mathematik
Universität Klagenfurt
Universitätsstraße 65–67
A-9020 Klagenfurt
e-mail: franz.rendl@uni-klu.ac.at

Weitere Informationen sowie neuere wissenschaftliche Arbeiten finden sich auf der Webseite der Arbeitsgruppe unter der Adresse

<http://www.uni-klu.ac.at/groups/math/optimization/index.html>

Franz Rendl (Klagenfurt)

Projektgruppe Experimentelle Wirtschaftsforschung an der Universität Graz

Mit 1.2. 2000 hat eine neue Projektgruppe zum Thema „Experimentelle Wirtschaftsforschung“ am Institut für Statistik und Operations Research an der Karl-Franzens-Universität Graz ihre Arbeit aufgenommen. Das Projekt mit dem Volltitel „Modellierung, experimentelle Untersuchung und Analyse von Rationalität, individuelle Entscheidungsfindung vs. Gruppenverhalten — Experimentelle Wirtschaftsforschung“ wird vom Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (FWF) unter der Projektnummer P13919-OEK gefördert.

Die Projektgruppe wird von Frau Prof. Ulrike Leopold-Wildburger geleitet. Weitere Mitarbeiter sind Mag. Markus Glawischnig, Mag. Alois Lafer und Dr. Jörg Schütze.

Die experimentelle Wirtschaftsforschung ist ein junger Wissenschaftszweig innerhalb der Wirtschaftswissenschaften, der sich mit im Laboratorium wiederholbaren Fragestellungen beschäftigt. Als Schwerpunkte des Projekts sind Prognosen von Zeitreihen samt Bildung von Erwartungen geplant. Die Basis für diese Untersuchungen wurde bereits in Pilotprojekten gelegt. Für schon betrachtete Fragestellungen sollen sowohl weitere Experimentserien in wesentlich größerem Umfang durchgeführt werden, als auch modifizierte Konzepte zu Vergleichszwecken untersucht und umgesetzt werden. Die neuen Untersuchungen haben zum Ziel, zu überprüfen, welche Möglichkeiten es für die Erforschung des (rationalen) Verhaltens der Versuchspersonen als Einzelindividuen, aber auch als Gruppenentscheidung gibt. Prognosen über das Verhalten von Wirtschaftssubjekten zählen zu den wichtigsten Aufgaben der Wirtschaftsforschung.

Kontaktadresse

Univ.-Prof. Dr. Ulrike Leopold-Wildburger
Institut für Statistik und Operations Research
Universität Graz
Universitätsstraße 15/E3
A-8010 Graz
e-mail: ulrike.leopold@kfunigraz.ac.at

Als erste größere Aktivität der Projektgruppe mit Außenwirkung veranstaltet die Gruppe einen internationalen Workshop zum Projektthema. Eine Vorankündigung dieses Workshops findet sich im nächsten Beitrag.

Ulrike Leopold-Wildburger (Graz)

CEEL Workshop „Experimental Economics“ an der Universität Graz

Bei diesem Workshop mit dem Titel „Experimental economics“, der gemeinsam mit den Universitäten Trento (Italien) und Exeter (Großbritannien) abgehalten wird, handelt es

sich den dritten Workshop der CEEL-Serie. Informationen zu den Vorgänger-Workshops finden sich auf der Webseite von CEEL (Computable and Experimental Economics Laboratory) der Universität Trento (<http://www-ceel.gelso.unitn.it>).

Der dritte Workshop der CEEL-Serie wird von der Projektgruppe „Experimentelle Wirtschaftsforschung“ an der Universität Graz unter der Leitung von Prof. Ulrike Leopold-Wildburger organisiert. (Siehe den Vorgängerbeitrag.)

Der Workshop findet am Freitag, dem 20. Oktober und am Samstag, dem 21. Oktober 2000 an der Universität Graz statt. Als Themenschwerpunkte des Workshops sind vorgesehen:

1. Sanktionsforschung
2. Räuber-Beute-Modelle (Schwerpunkt Lotka-Volterra)
3. Experimente im Bereich der Steuerprüfung
4. Prognoseexperimente

Zum Workshop werden namhafte Experten erwartet. Unter anderem hat Prof. Dr. Reinhard Selten, Nobelpreisträger für Ökonomie 1994, von der Universität Bonn seine Teilnahme an diesem Workshop bereits zugesagt.

Details zum Workshop und zum Programm werden zeitgerecht auf der Webseite des Instituts für Statistik und Operations Research (<http://www.kfunigraz.ac.at/soowww>) bekanntgemacht werden. Interessenten werden gebeten sich für weitere Informationen an folgende Adresse zu wenden:

Univ.-Prof. Dr. Ulrike Leopold-Wildburger, Dr. Jörg Schütze
Institut für Statistik und Operations Research
Universität Graz
Universitätsstraße 15/E3
A-8010 Graz
e-mail: ulrike.leopold@kfunigraz.ac.at, joerg.schuetze@kfunigraz.ac.at

Ulrike Leopold-Wildburger (Graz)

ÖGOR Neuigkeiten und Interna

Neuer ÖGOR-Arbeitskreis „Financial Engineering“

Vor einigen Monaten hat sich ein neuer ÖGOR-Arbeitskreis zum sehr aktuellen Thema „Financial Engineering“ konstituiert. Dieser Arbeitskreis steht unter der Leitung von Dr. Martin Kührer (Siemens AG, Wien). Als erste Veranstaltung des neuen Arbeitskreises fand am 23. Mai 2000 ein Fachseminar zum Thema „Künstliche Intelligenz im Finanzbereich“ bei der Siemens AG in Wien statt. Ein Bericht über diese Veranstaltung wird in der nächsten Ausgabe der ÖGOR-News erscheinen.

Neuer ÖGOR-Vorstand

In der ÖGOR Generalversammlung am 8. Oktober 1999 an der Universität Graz wurde ein neuer ÖGOR Vorstand gewählt, dem die unten genannten acht Personen angehören. In der ersten Vorstandssitzung des neuen Vorstands am 4. November 1999 an der TU Wien wurde die Aufgabenverteilung innerhalb des Vorstands festgelegt.

Dem Vorstand gehören die folgenden Personen an (Aufzählung in alphabetischer Reihenfolge):

- a.o. Univ.Prof. Dr. Immanuel Bomze (Uni Wien, Immanuel.Bomze@univie.ac.at): Arbeitskreise
- o.Univ.Prof. Dr. Richard Hartl (Uni Wien, hartl@pom.bwl.univie.ac.at): Vorsitzender
- Univ.Prof. Dr. Werner Jammerneegg (WU Wien, Werner.Jammerneegg@wu-wien.ac.at): stellvertretender Schriftführer
- Dr. Wolfgang Katzenberger (Wien, dr.katzenberger@utanet.at)
- a.o. Univ.Prof. Dr. Bettina Klinz (TU Graz, klinz@opt.math.tu-graz.ac.at): Editor der ÖGOR-News, stellvertretender Kassier
- Dr. Martin Kühner (Siemens AG, Wien, martin.kuehner@siemens.at): stellvertretender Vorsitzender
- Dr. Ulrich Pferschy (Uni Graz, Ulrich.Pferschy@kfunigraz.ac.at): Kassier
- Dr. Gernot Tragler (TU Wien, tragler@eos.tuwien.ac.at): Schriftführer

Neue Mitglieder gesucht

Die ÖGOR würde sich sehr über frisches Blut freuen. Jedes Mitglied, das Ideen zur Werbung neuer Mitglieder, insbesondere von in der Industrie tätigen Personen, hat, wird herzlich eingeladen, initiativ zu werden und sich beim Vorsitzenden der ÖGOR, Prof. Richard Hartl (hartl@pom.bwl.univie.ac.at) zu melden.

Das Formular zum Beitritt zur ÖGOR findet sich (im Adobe pdf-Format) auf der ÖGOR-Webseite unter <http://www.bwl.univie.ac.at/bwl/prod/oegor/form.PDF>.

Erfolgreiche Anwendungen von OR-Methoden in der Praxis

Zuschnittplanung – Entwicklung eines Optimierungsmoduls für ein Tischlerei-Softwarepaket

Immer wenn Produkte oder Teile durch das Ausschneiden aus größeren Rohstoffelementen gewonnen werden, stellt sich das Problem der Zuschnittplanung. Dabei wird versucht, die benötigten Teile unter bestmöglicher Nutzung des Rohmaterials zu gewinnen. Darunter ist im allgemeinen die Minimierung des Verschnitts, also des Abfalls, zu verstehen.

Ein allgegenwärtiges Problem einer Tischlerei ist das Zuschneiden von *Brettern* aus größeren Einheiten (Leimholzplatten, Spanplatten, Massivholz), hier als *Grundplatten* bezeichnet. Meist werden dabei rechteckige Bretter verschiedenster Proportionen aus rechteckigen Grundplatten geschnitten. Auch bei Brettern mit unregelmäßiger Form wird meist zuerst ein entsprechend umgeschriebenes rechteckiges Brett erzeugt, das dann weiter zurechtgeschnitten wird.

Je nach Art der verwendeten Sägetechnologie unterscheidet man *orthogonale* und *nicht-orthogonale* Schnittmuster (bei ersterer müssen alle Schnitte parallel zu den beiden Randkanten der Platten erfolgen) sowie *Guillotine Schnitte*, bei denen ein Schnitt nur durchgehend von einer Kante in gerader Linie zur gegenüberliegenden Kante erfolgen kann.

Die Aufgabenstellung besteht meist aus einer Stückliste von rechteckigen Brettern, die erzeugt werden müssen, sowie aus den Maßen der zur Verfügung stehenden Grundplatte. Es wird berechtigterweise angenommen, daß die Grundplatten in beliebiger, d.h. ausreichender Zahl vorhanden sind. Gesucht ist im allgemeinen Zuschnittproblem ein Zuschnittplan, durch den alle Bretter der Stückliste mit der verwendeten Sägetechnologie hergestellt werden und der möglichst wenige Grundplatten benötigt.

Das Institut für Statistik und Operations Research der Universität Graz hat für einen kleinen Softwarebetrieb ein solches Zuschnittproblem bearbeitet. Die beteiligte Firma, die selbst aus einer steirischen Tischlerei hervorgegangen ist, bietet ein spezielles Branchensoftwarepaket für Tischlereien an. Darin wird der gesamte Produktions- und Verwaltungsablauf einer typischen mittelständischen Tischlerei erfaßt. Das noch fehlende Modul der Zuschnittoptimierung wurde am Institut von ao. Univ.-Prof. Dr. Hans Kellerer und Dr. Ulrich Pferschy geplant und in Zusammenarbeit mit drei Diplomanden erstellt.

Im konkreten Zuschnittproblem wurden grundsätzlich nur orthogonale Guillotine-Schnitte zugelassen, was der normalerweise in den Kundenbetrieben verwendeten Geräteausstattung entspricht. Unterschieden werden mußten zwei unterschiedliche Fälle, je nachdem ob eine Orientierung der Bretter vorgegeben ist (z.B. wenn die Struktur der Holzmaserung von Bedeutung ist) oder ob ein Brett bei der Anordnung auf der Grundplatte um 90° gedreht werden darf (z.B. bei Spanplatten).

Für jede dieser beiden Problemstellungen wurden zwei Näherungsverfahren, also Heuristiken, die zwar nicht unbedingt eine Optimallösung, aber dafür in relativ kurzer Rechenzeit

eine passable Lösung finden, entwickelt und programmiert. Bei umfangreichen Tests mit simulierten Daten konnte keine klare Dominanz einer der beiden Algorithmen festgestellt werden. Da aber die Laufzeit bei beiden Verfahren für realistische Probleme mit einigen hundert Brettern nur wenige Sekunden beträgt, werden stets beide Algorithmen ausgeführt und die jeweils bessere Lösung verwendet.

Beim Testen der Programme mit zufällig erzeugten Daten und der entsprechenden Rückkoppelung mit dem fachkundigen Auftraggeber mußte festgestellt werden, daß die in der Literatur verwendete Testdatenerzeugung kaum den realen Gegebenheiten entsprechen. Insbesondere wird selten darauf eingegangen, daß in der Praxis oft mehrere Bretter der gleichen Größe bzw. unterschiedlicher Länge aber gleicher Breite benötigt werden (man denke an die Bretter eines Bücherschranks). Daher mußten die verwendeten Verfahren teilweise adaptiert und auf die von den Tischlereifachleuten vorgegebenen Testanforderungen angepaßt werden.

Grundsätzlich arbeiten die implementierten Algorithmen nach einer zweistufigen *level-orientierten* Vorgangsweise. Dabei werden in der ersten Stufe Levels, das sind Streifen von nebeneinanderliegenden Brettern, zusammengestellt. Die Höhe eines Levels ist durch das höchste Brett, das es enthält, bestimmt, seine Breite ist durch die Breite der Grundplatte beschränkt. In der zweiten Stufe werden Levels so zu einer Grundplatte aneinandergereiht, daß diese jeweils möglichst gut ausgenützt wird.

In beiden Stufen werden Heuristiken und Rucksack-Packungsmethoden verwendet, um eine günstige Einteilung der Bretter in Levels, bzw. der Levels auf Grundplatten zu erreichen. Diese Level-Orientierung erzeugt in natürlicher Weise die geforderte Guillotine Eigenschaft des erzeugten Schnittmusters.

Eine zweite Zielsetzung ergibt sich beim Zuschnitt von billigen Rohstoffen, wie z.B. manchen Spanplatten. Dabei ist der Wert des anfallenden Verschnitts weniger bedeutend als der Verbrauch an Arbeitszeit und Maschinenzeit. Der Rohstoffpreis wird also von den Personalkosten und den Gerätekosten dominiert. Die dabei anfallenden Kosten sind abhängig von der gesamten *Schnittlänge* sowie von der *Anzahl der Schnitte* und der *Anzahl der Drehungen*, welche einen besonderen Arbeitsaufwand und eine Fehlerquelle darstellen.

Für dieses in der Literatur bisher nicht behandelte Problem wurde ein neues Verfahren entwickelt, das von der Level-Orientierung abgeht und die unterschiedlichen Möglichkeiten, ein gewisses Schnittmuster auszuschneiden, berücksichtigt.

Die entwickelten Algorithmen wurden in das Tischlereisoftwarepaket eingebaut und werden bereits erfolgreich verwendet. Aufbauend auf der Analyse von Rückmeldungen der Anwender wurden nach einer Testphase noch entsprechende kleinere Modifikationen an der Vorgangsweise durchgeführt.

Ulrich Pferschy (Graz)

Optimale Standortwahl für einen zweistufigen Produktionsprozeß

In diesem Beitrag wird über ein erfolgreiches Praxisprojekt berichtet, das von der Arbeitsgruppe „Kombinatorische Optimierung“ am Institut für Mathematik der Technischen Universität Graz im Auftrag eines großen internationalen Konzerns bearbeitet wurde. Die Arbeitsgruppe wird von Prof. Rainer Burkard geleitet. Der folgende Bericht ist eine gekürzte Fassung eines Beitrags, der für den ECMI-Newsletter Nr. 1/2000 verfaßt wurde.

Introduction

The company has 12 factories spread all-over Europe and produces more than 1500 products. In order to reduce this large number of products so as to get a tractable problem the company grouped the products into 300 groups according to their cost characteristics. Furthermore, a representative product was introduced for each group and thus, we could work on a problem with 300 products instead of 1500. According to their composition and usage the 300 products can be classified into 4 classes *A*, *B*, *C* and *D*. All products are produced in a two stage process and each product is unequivocally specified by the properties *Prop1* it gains in the first production phase and the properties *Prop2* it gains in the second production phase. Basically, after running through the first phase and gaining the required setting of properties *Prop1*, the products go through the second phase in order to gain the required setting of properties *Prop2*. The machines used in the two phases of the production process are essentially different and will be called *machines of type I* and *machines of type II*, respectively. There are 47 settings of properties *Prop1*, 178 settings of properties *Prop2*, 154 machines of type I and 53 machines of type II. Notice that not every pair (*Prop1*, *Prop2*) defines a valid product. The products produced by the company are delivered to 21 warehouses in 20 different countries according to specified demands. For the production of the product categories various raw materials are needed. However, only the most important and expensive ones are considered to be relevant for the cost analysis, the number of such raw materials amounting to 29.

The company considers the redistribution of the machines of type I and II to the factories, as well as the eventual closure of some machines (of either type) or factories, so as to fulfill all demands and to minimize the total costs arising in production and transportation over a time horizon of one year.

Numerous parameters and data are associated to machines, the factories and the products as described in some detail in the next section.

Specification of the data

Data related to machines. Let us denote the set of the machines of type I by M and the set of the machines of type II by L . For any machine $m \in M$ ($l \in L$) we are given the factory $\bar{j}(m)$ ($j(l)$) where the machine m (l) is currently located, and the output $\bar{s}_{\tilde{c}m}$ (in kg of product having the setting \tilde{c} of *Prop1*) per hour at machine m or $s_{\tilde{f}l}$ (in kg of product having setting \tilde{f} of *Prop2*) per hour at machine l . Further, for any machine m (l)

we are given the energy consumption \bar{e}_m (e_l) due to electricity needs (in kWh), the energy consumption \bar{g}_m (g_l) related to gas needs (in kWh), the average number \bar{f}_m (f_l) of workers needed to operate the machine, and the maintenance cost \bar{o}_m (o_l) per working-hour (in Euro/hour). Furthermore, for each machine m of type I and for each machine l of type II we are given the maximum operating time per year at each country j specified by the entries of the matrices (\bar{h}_{mj}) and (h_{lj}) , respectively. These are, however, not the nominal operating times because of times losses due to e.g. technical breaks. The time losses are given as a percentage of the maximum operating time and are denoted by $\bar{\tau}_m$ for machine m of type I and τ_l for machine l of type II.

Furthermore, we are given a number of parameters related to the transfer of equipment (machines of type I and II). The transfer is carried through by trucks whose transportation capacity is specified by the maximum number of transported pallets T_{ij} per origin-destination pair (i, j) . In the case of equipment transfer the origin-destination dependent transportation costs per truck are denoted by d_{ij} (in Euro/truck), where i is the origin and j is the destination. For each machine m (l) the needed number of pallets for its transportation \bar{t}_m (t_l) is given. Finally, there are some costs directly related to break-down and/or set-up of equipment denoted by \bar{c}_m and c_l for machine m and l , respectively.

Data related to factories. Let us denote the set of factories by J . For each factory $j \in J$ we are given the following cost parameters: the so called direct labor costs per hour D_j which are the costs of one man working hour (in Euro/hour), the electricity costs E_j and the gas costs G_j (in Euro/kWh), and the costs of raw materials R_{rj} per kg or raw material r at factory j . The set of raw materials is denoted by R .

Moreover, we are given the fixed production costs which consist of two parts: a fixed amount of costs Pc_j which occur as soon as the factory j exists, independently from the produced volume, (including e.g. costs for the administration staff, costs of the real estate, etc.) and the variable part of costs which depends linearly on the amount of the produced volume, the coefficient of this dependency being Qc_j at factory j . The variable fixed costs arise because of the necessity to build up or remove some resources (production equipment or storing facilities) depending on the overall volume produced by the considered factory. This would yield a step dependency which was then approximated by a linear dependency in order to avoid any complication resulting from nonlinearities in the model.

Data related to products. Let us denote by K the set of products. For each product $k \in K$ we are given its weight w_k and the number g_k of units of products fitting into a pallet. Moreover, we are given the composition of the product through the specification of the percentage CO_{rk} of raw material r in 1 kg of product k , as well as the average costs p_k of packaging material needed to package 1 kg of product k . Finally, for each product k and for each warehouse i we are given the overall demand N_{ki} for product k at warehouse i and the number of deliveries nr_{ki} of product k to warehouse i per year.

Data related to transportation. We are given the pure transportation costs a_{ij} per truck (as provided by the shipping company which takes over the transportation), and the customs clearance cost per shipment b_{ij} for every origin-destination pair (i, j) . There is also a customs tariff $cust_{ij}^k$ which specifies the customs to be paid for introducing a certain product k from country i to country j , in percentage of the value of the product. This

customs tariff applies only for certain origin-destination pairs, e.g. it does not apply between EU countries. Finally, there exist transportation limitations concerning the maximal weight W_{ij} and the maximum number of pallets P_{ij} allowed for a truck moving from country i to country j (due to weight limitations in some countries which might be on the route of the truck).

There are, finally, some more parameters to be considered concerning the evaluation of the nominal running times for filling lines. In general a machine of type II is able to produce several settings of properties Prop2, provided that the property-dependent pieces of the machine are replaced by the appropriate ones. This, of course, takes some time which is called *A-change time* and is denoted by Af_l for line l . Actually, the *A-change time* does not depend only on the machine l but also on the pair of setting of properties Prop1. However, aiming at avoiding complications which would arise by adding scheduling component to the considered facility location problem, we agreed with the company to consider average values of the *A-change time* taken over all possible pairs of consecutive settings.

Analogously, some time is also needed for changing the half-ready product which are the output of the first production phase and input of the second production phase, in the case that the products treated consecutively in some machine of type II have different settings of properties Prop1. This parameter is called *B-change time* and is denoted by Cp_l for machine l . Again, for each machine of type II we consider the average value of the *B-change times* taken over all possible pairs of consecutive setting of properties Prop2.

Mathematical model

The problem can be formulated as a mixed integer linear problem (MIP) by introducing the following binary, continuous, and integer **variables**.

Binary variables: z_j equals 1 if factory j gets closed and 0 otherwise, v_{lj} equals 1 if machine l of type I moves to factory j and 0 otherwise, w_{mj} equals 1 if machine m of type II moves to factory j and 0 otherwise.

Continuous variables: x_{kij} is the number of units of product k delivered to warehouse i by factory j , y_{klj} is the amount of product k treated by machine l of type II at factory j , \bar{y}_{kmj} is the amount of product k treated by machine m of type I at line j (in kg).

Integer variables: u_{ij} is the number of shipments (trucks) from factory j to warehouse i .

The **constraints** of the problem can be classified into *logical constraints* (of the type “each machine can be moved to at most one factory”, “no machine can be moved to a closed factory” etc.), *demand constraints* to guarantee that for each product k and for each warehouse i the overall amount of product k produced by all factories equals the corresponding demand at warehouse i , *capacity constraints* to guarantee that the operating time of the machines does not exceed the nominal time, and *transportation feasibility constraints* to guarantee that the weight and other limitations are respected.

Finally, there are some constraints to model the 2-phase production process. More specifically we require that the volume treated by the machines of type I complies with the volume treated by the machine of type II, for each product and for each factory.

The **objective function** is given as the sum of the overall variable production costs (including energy and gas costs, direct labor and maintenance costs), the fixed production costs (including the frozen costs and the costs depending on the overall produced volume), the costs of raw and packaging materials, the transportation cost, the customs cost (including customs clearance and customs tariffs), and the costs related to moving or closing machines of either type.

In order to incorporate the A -change times and the B -change times in the model, we compute the percentage of the overall lost time (including lost times due to technical breaks τ_l ($\bar{\tau}_m$), and lost time Cf_l , Cp_l due to A -change times and B -change times) with respect to the maximum operating time h_{lj} (\bar{h}_{mj}), for each machine. Then, an amount of time corresponding to that percentage is added to the net production times, and the sum is considered as operating time when computing the related variable production costs.

In this way we end up with a basic model with about 190000 variables among which about 2500 binary or integer variables, about 135000 constraints and 960000 non-zeroes in the coefficient matrix.

Several assumptions can additionally be incorporated in this basic model, e.g. constraints which limit the overall number of open factories, constraints which limit the number of factories which produce certain product categories, or constraints which limit the number of factories which produce products of a certain class (A,B, C or D).

Solution and results

We found that the problem is very large to be solved by traditional branch and bound techniques for mixed integer programming problems. Unfortunately the problem does not show any structure of a well studied combinatorial optimization problem and no valid cut inequalities are known for it. Some commercial software package for MIPs failed in solving the problem.

In order to reduce the number of binary and integer variables we first solved the linear programming relaxation of the given MIP and then developed and tested a number of rounding heuristics to fix (some of) the binary variables z_j , v_{lj} , and w_{mj} . We simply neglected the integrality of the transportation variables u_{ij} and solved the problem for continuous u_{ij} . (The latter were then rounded up in order to compute the exact value of the objective function for the best found solution.) After having reduced of binary variables to 200-400 (depending on the problem instance and on the constraints added to the basic model) the resulting MIP was solved by using traditional branch and bound methods. Within acceptable running times (up to 48 hours of CPU time) we could close the gap between the solution of the linear programming relaxation and the best found solution of the MIP up to 5-7% on a HP J200 PA RISC7200 unix machine with 1.5 GB RAM. The overall costs of the obtained solutions (corresponding to various scenarios and various constraints added to the basic model) would bring a saving of about 6-7% compared to the solution implemented actually by the company.

Eranda Dragoti-Çela (Graz)