

Automatisches Zeichnen von Graphen

1. Einführung, Teil 2

Prof. Dr. Petra Mutzel



Lehrstuhl für
Algorithm Engineering LS11
Universität Dortmund

2. VO WS07/08 16. Oktober 2007

Korrektur:

Literatur für diese VO

- M. Kaufmann, D. Wagner (Eds.): Drawing Graphs: Methods and Models, Lecture Notes in Computer Science, Tutorial, Vol. 2025, 2001, ISBN 3-540-42062-2.
- G. Di Battista, P. Eades, R. Tamassia, I. Tollis: Graph Drawing: Algorithms for the Visualization of Graphs, Prentice Hall, 1999, ISBN 0-13-301615-3.
- M. Jünger, P. Mutzel (Eds.): Graph Drawing Software, Mathematics and Visualization, Springer Verlag, 2004, ISBN 3-540-00881-0. „Technical Foundations“ auf Web
- Aktuelle Originalartikel 

Streifzug durch die Vorlesung

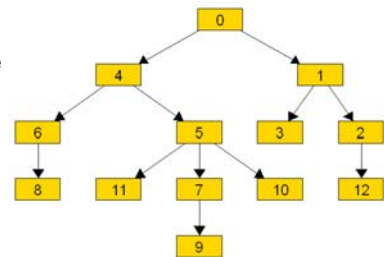
• Einführung



• Zeichnen von Bäumen

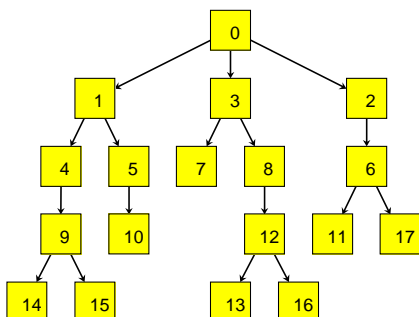
zu 2: Zeichnen von Bäumen

- Orga Diagramme
- Dateistrukturen
- Hierarchien
- Stammbäume
- ...



Reingold, Tilford 1981

Baumzeichnung



Zeichnen von Bäumen

- Algorithmen für Baumzeichnenverfahren

Algorithmus von Reingold / Tilford

Lineare Programmierung

- NP Vollständigkeit eines Baumzeichnenproblems

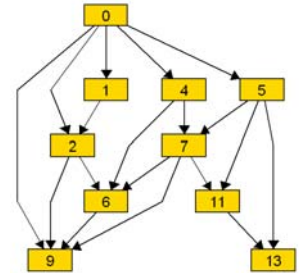
NP-Vollständigkeitsbeweis

Überblick Kapitel 1

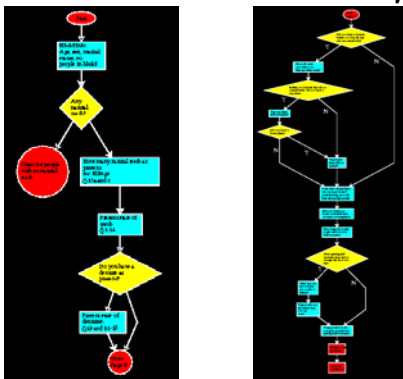
- Einführung
- Zeichnen von Bäumen
- ➔ • Hierarchische Zeichenverfahren

zu 4: Hierarchische Verfahren

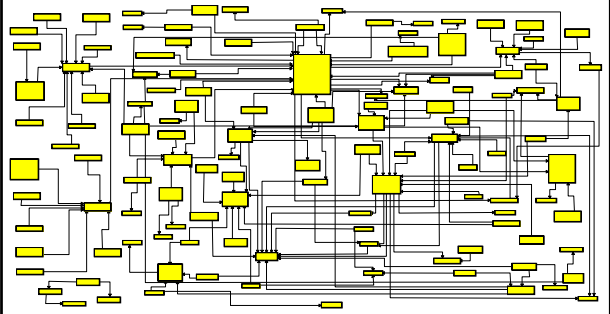
- Datenflußdiagramme
- Workflowdiagramme
- Activity Charts
- Organigramme
- ...



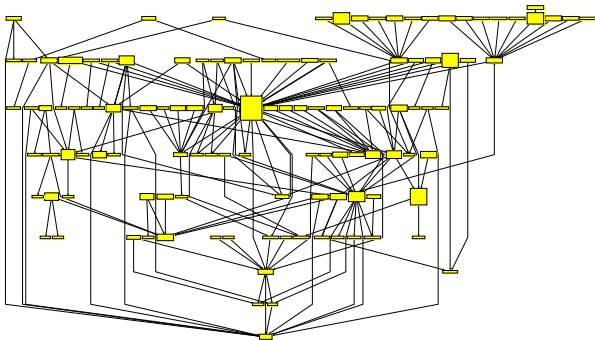
Adult Dental Health Survey 1998



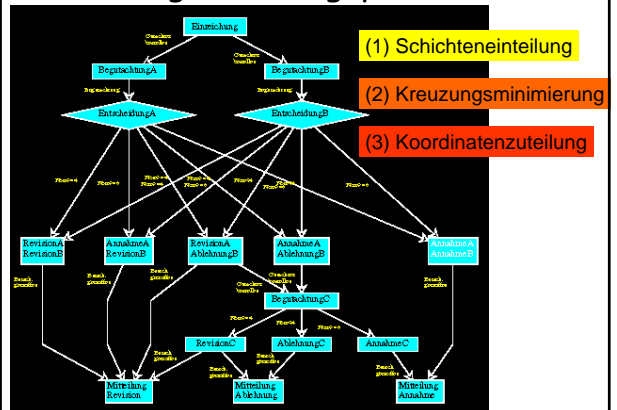
Datenbankmodell einer Versicherung



Datenbankmodell einer Versicherung



Begutachtungsprozess



Die Verflechtung der Stromwirtschaft (nach Michael Stele) taz

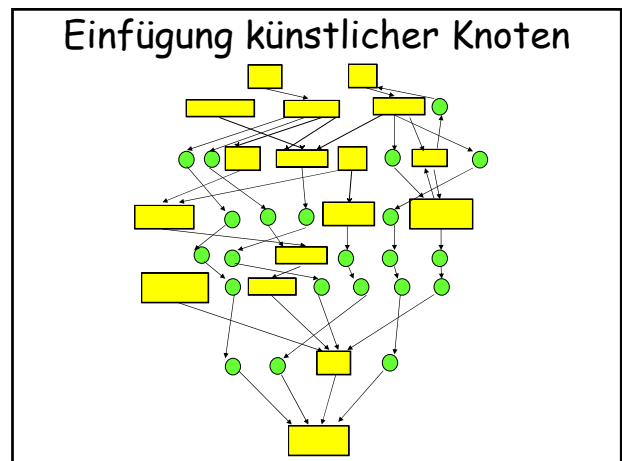
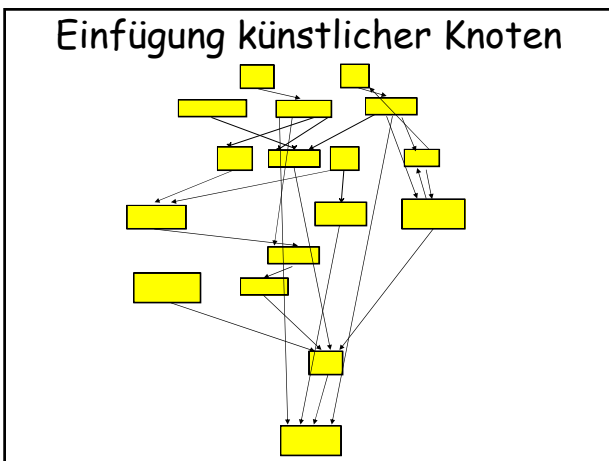
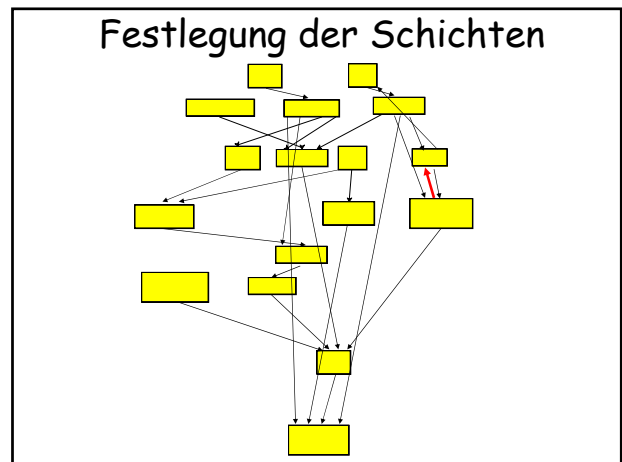
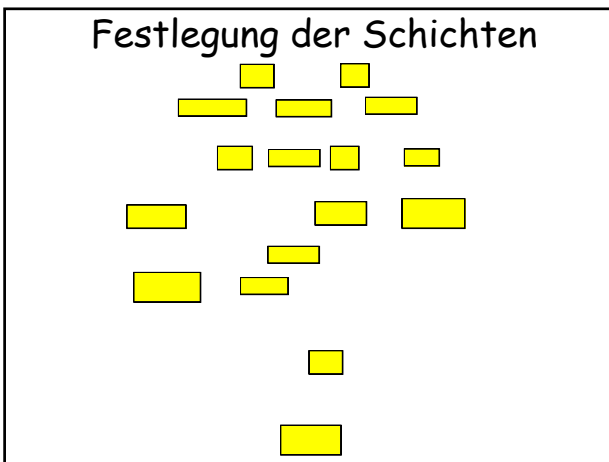
Wie stark verflochten die Stromwirtschaft in Deutschland ist, zeigt eine hierarchische Grafik von Michael Stele, Berlin. Die Hamburger Electricität-Werke AG ist beispielsweise mit 15,7 Prozent an der Großkraft AG München beteiligt. Diese mit einem Prozent an der Veba AG, diese mit 100 Prozent an der PreussenElektra AG, diese mit 17,8 Prozent an der Systemst AB Mainz und diese wiederum mit 21,8 Prozent an der Hamburgerischen Electricität-Werke AG. Ob es wohl Steuerpflicht gibt, die es erregt, sich solche komplizierten Besitzverhältnisse einzupreisen und mit Tausendern, Anzern und Leberwurstessen bewaffnet in die Mysterien der Stromwirtschaft-Spekulation einzutauchen? Oder überlässt die Finanzwelt diese Arbeit lieber Süppchen? Um sich selbstem weidlichen Klatschappan zuwenden?

Das wäre verständlich, denn die Verflechtung der Stromwirtschaft ist nahezu unentwirrbar, auch wenn die Grafik auf den ersten Blick sehr übersichtlich wirkt. Einmal angenommen, die Vag errechneten zehh Markt Gewinn. Dann gehören 25 Prozent davon der ESH GmbH (= 2.500 Mio. DM), davon 30 Prozent der Contigas AG (= 0,6474375 Mio. DM) und davon 100 Prozent der VEW AG (= 0,423 Mio. DM) und davon 12 Prozent der Bayerwerk AG (= 0,0732 Mio. DM). Aber 23,3 Prozent von den 0,623 Mio. DM gehören der Energie-Verwaltungs-GmbH (= 0,143125 Mio. DM), davon 30 Prozent der Contigas AG (= 0,0429375 Mio. DM) und davon 100 Prozent der VEW AG (= 0,143125 Mio. DM).

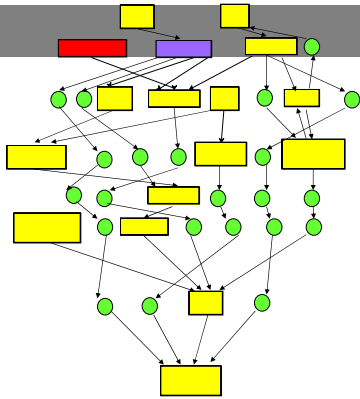
Dabei hat die Bayerwerk AG einen Gewinn also bereits auf seinen 0,143125 Mio. DM aufgeschoben. Aber die Bayerwerk AG ist zudem auch noch mit weiteren 22,3 Prozent daran an der Vag beteiligt, so dass von den zehn Markt auch die mit 2,25 Mio. abfallen und sich so mit einer Gewinnsumme von 2,368125 Mio. DM ergibt.

3) Ruf bei der Bayerwerk AG in München an (Dienstwahl Hauptverwaltung 089) 12341) und erkläre dort an der Vag beteiligt, so dass von den zehn Markt auch die mit 2,25 Mio. abfallen und sich so mit einer Gewinnsumme von 2,368125 Mio. DM ergibt.

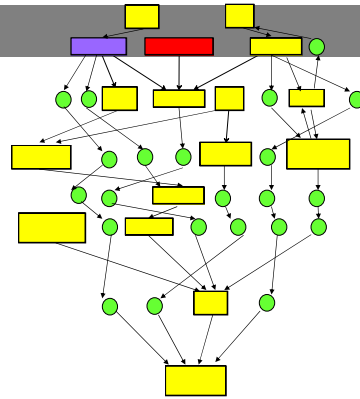
Gerhard Hausch



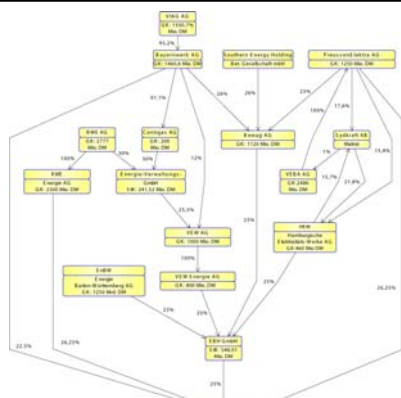
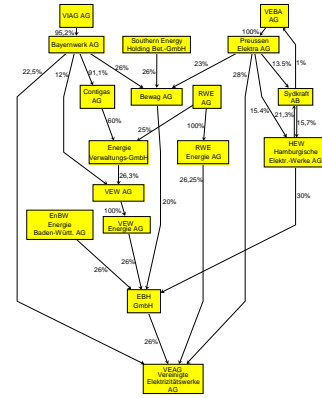
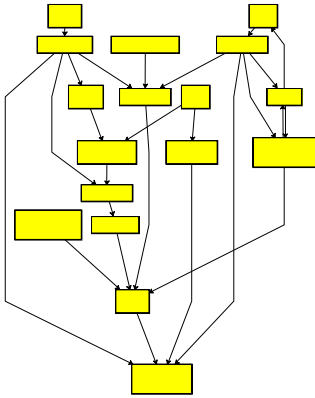
Kreuzungsreduktion



Kreuzungsreduktion



Begradigung der Kanten



Sugiyama Algorithmus

Die Verflechtung der Stromwirtschaft (nach Michael Stelte) taz

■ **Mysterien und Leberwurstbrote oder: Die wirren Grafiken der Welt (8)**

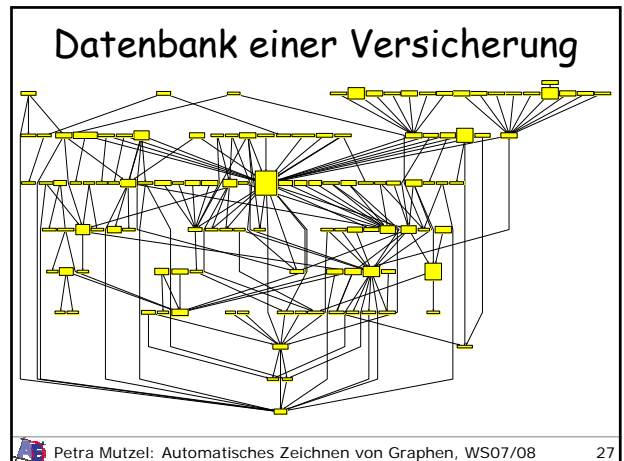
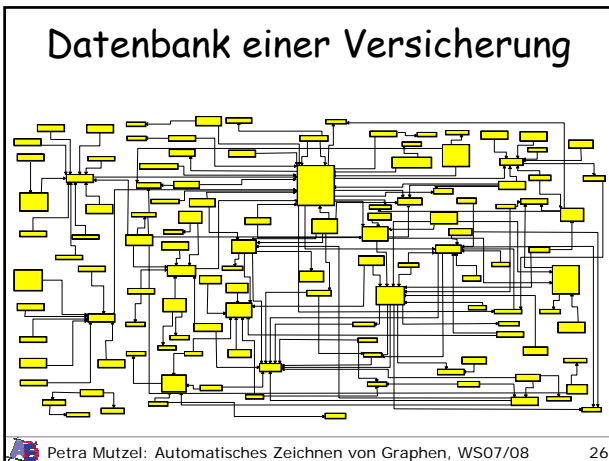
Wir sind verflochten die Stromwirtschaft in Deutschland ist, sagt ein bühlicher Groß aus Michael Stelte Berliner Energieversorger. Die Hamburgerische Elektrizitäts-Werke AG ist beispielsweise mit 15,7 Prozent an der Sydkraft AB Malmö beteiligt, diese mit einem Prozent an der Nibe AG, diese mit 100 Prozent an der Preussener-Energie AG, diese mit 17,8 Prozent an der Sydkraft AB Malmö und diese wiederum mit 21,9 Prozent an der Hamburgerischen Elektrizitäts-Werke AG. Ob es wohl Sommerzeit gilt, die es wegen, sich solche komplizierten Besitzverhältnisse einprägen und mit Taschenrechner, Äxchen und Leberwurstbrot bewaffnet in die Mysterien der Stromwirtschaft einzudringen? Oder bedeutet das Finanzamt diese Arbeit lieber Sisyphus? Das sich ständiges wädelndes Klempneren messen?

Das wäre verständlich, denn die Verflechtung der Stromwirtschaft ist nahezu unentwirrbar, auch wenn die Grafik auf den ersten Blick sehr übersichtlich wirkt. Einmal angenommen, die Welt ist wirtschaftlich sehr stark gewachsen. Dann gehören 25 Prozent davon der E.ON GmbH (= 2,50 DM), die von 25 Prozent der VEAG Energie AG (= 0,625 DM), davon 100 Prozent der VEAG AG (= 0,625 DM) und davon 91,1 Prozent ebenfalls der Bayernwerk AG (= 0,5675 DM) und sich so mit einer Gewinnsumme von 2,368215625 DM ergibt.

3) Wieviel schuldet die Bayernwerk AG letztlich der Veag AG?

1) Rechne aus, wieviel auch dazu kommt, da die Bayernwerk AG ja auch über die Beteiligung an der Bewegung AG an der E.ON GmbH beteiligt ist!

Gerhard Hirschel



Algorithmus von Sugiyama et al.

- Schichtenzuweisung** algorithmisch
 - Jeder Knoten wird einer Schicht zugeordnet, so dass alle Kanten von oben nach unten zeigen
- Kreuzungsreduktion**
 - Die Knoten werden nun innerhalb der Schichten so geordnet, dass es möglichst wenige Kreuzungen gibt.
 - Vorher werden „lange“ Kanten durch Kantenzüge ersetzt (Einfügen von virtuellen Knoten)
 - Optimierung
 - NP-schwierige OP
 - algorithmisch
- Knotenpositionierung**
 - Die Knoten und Kanten erhalten ihre genauen Koordinaten, so dass zick-zack Kanten verhindert werdenlineare Programmierung

2-Schichten Kreuzungsminimierung

Geg: Bipartiter Graph auf 2 Schichten, Permutation der oberen Schicht ist fixiert

Gesucht: Permutation der Knoten der unteren Schicht mit kleinster Anzahl von Kreuzungen

Bilayer Crossing Minimization Problem (fix), NP-hard

Exakte 2-Schichten Kreuzungsminimierung (fix)

Linear Ordering Problem

Finde eine Permutation π von $1, 2, \dots, n$ die $\sum_{u=1}^{n-1} \sum_{v=u+1}^n c_{\pi(u)\pi(v)}$ minimiert

Lösung mittels Branch&Cut Algorithmus

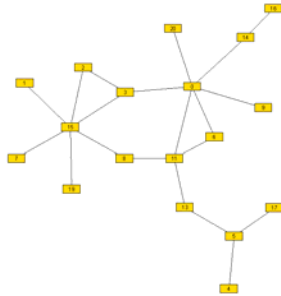
Überblick Kapitel 1

- Einführung
- Zeichnen von Bäumen
- Hierarchische Zeichenverfahren
- ➔ Kräftebasierte Verfahren

Petra Mutzel: Automatisches Zeichnen von Graphen, WS07/08 31

zu 4. Kräftebasierte Verfahren

- Netzwerke
- Soziale Netzwerke
- Beziehungsstrukturen
- Rechnernetze
- ...



Eades 1984

3. Kräftebasierte Verfahren

- Modellierung als Optimierungsproblem

Modellierung ästhetischer Kriterien

- Lösung des Optimierungsproblems

Simulated Annealing, Potentialfeldmethoden, etc.

Petra Mutzel: Automatisches Zeichnen von Graphen, WS07/08

33

Idee von kräftebasierten Verfahren

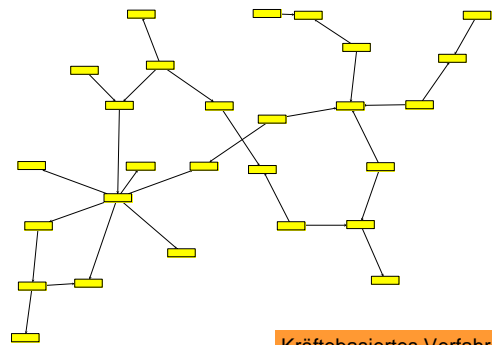
1. Simuliere physikalisches System: Knoten: Partikel, die sich gegenseitig abstossen
2. Kanten: Federn, die die jeweiligen Knoten anziehen
3. Erstellung eines Kräftesystems
4. Ziel: Berechnung eines energieminimalen Zustandes des Systems

- (Approximative) Lösung von Gleichungssystemen
- Geometrische Verfahren für große Graphen

Petra Mutzel: Automatisches Zeichnen von Graphen, WS07/08

34

Datenbank Modell



Kräftebasiertes Verfahren

Petra Mutzel: Automatisches Zeichnen von Graphen, WS07/08

35

Überblick

- Einführung
- Zeichnen von Bäumen
- Hierarchische Zeichenverfahren
- Kräftebasierte Verfahren
- Planare Zeichenverfahren

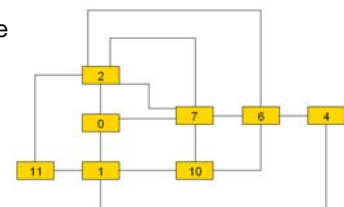


Petra Mutzel: Automatisches Zeichnen von Graphen, WS07/08

36

zu 5: Planare Zeichenverfahren

- Zustandsdiagramme
- State Charts
- Datenmodelle
- ER-Diagramme
- UML Diagramme
- ...



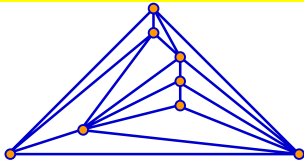
Tamassia 1986, De Fraysseix, Pach, Pollax 1990

Planare Zeichenalgorithmen

Kanonische Ordnungen

De Fraysseix, Pach, Pollack '90
Kant '96
Gutwenger, Mutzel '98

- Geradlinige Zeichnungen für 2-zusammenhängende planare Graphen
- 2-Phasen Algorithmus:
 - (1) berechne die kanonische Ordnung
 - (2) füge iterativ einzelne Knoten(-Ketten) hinzu

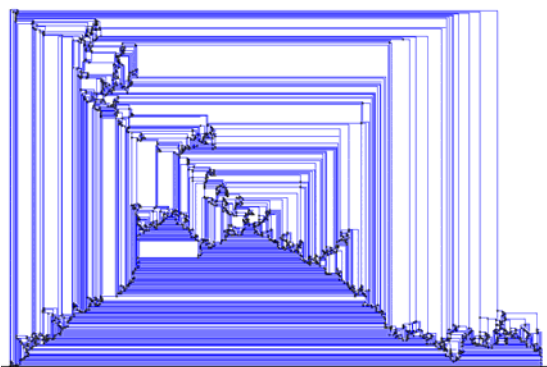
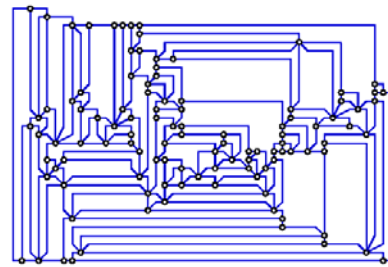
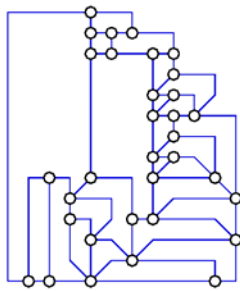
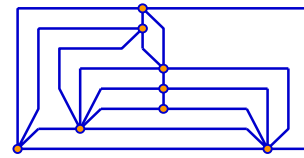


Planare Zeichenalgorithmen

Kanonische Ordnungen

Kant 1996
Gutwenger, Mutzel 1998

- Polylinien Zeichnungen für 2-zusammenhängende planare Graphen
- 2-Phasen Algorithmus:
 - (1) berechne die kanonische Ordnung
 - (2) füge iterativ einzelne Knoten (-Ketten) hinzu



zu 5. Planare Zeichenalgorithmen

- Geradlinige Verfahren (ohne Kantenknicke)

Algorithmus von De Fraysseix, Pach und Pollack

- Polyline Verfahren (Verallgemeinerungen von a)

Algorithmus von Gutwenger und Mutzel

- Knickminimierungs-Algorithmen

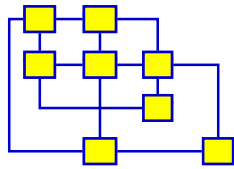
Transformation in ein Netzwerk-Flussproblem

- Erweiterungen von c)

Planare Zeichenalgorithmen

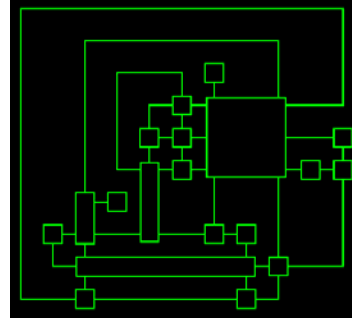
Netzwerk-Flußmethoden Tamassia 1984

- Knickminimierung für eine fixierte planare Einbettung
- Knotengrad kleiner gleich vier
- orthogonaler Zeichenalgorithmus:
 - (1) berechne das Netzwerk
 - (2) min-cost flow
 - (3) orthogonale Repräsentation
 - (4) Längenberechnung
 - (5) Kompaktierung



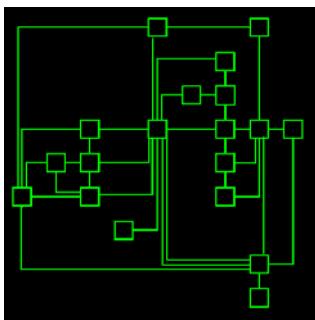
Erweiterung auf hohe Knotengrade

große Knoten Tamassia, Di Battista, Batini 1988



Erweiterung auf hohe Knotengrade

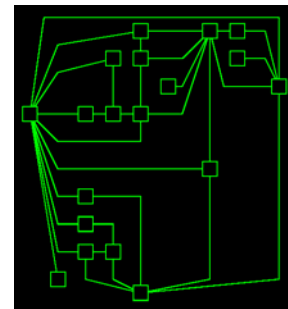
Grobes und feines Gitter Fößmeier, Kaufmann 1996



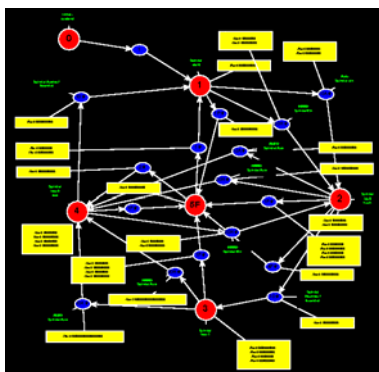
bis heute
kein
polynomieller
Algorithmus
bekannt

Erweiterung auf hohe Knotengrade

kurze diagonale Linien Klau, Mutzel 1998



Zustandsdiagramm



Automatisches Layout



Themen der planaren Verfahren

1. Theorie planarer Graphen / Einbettungen
2. Planaritätstestalgorithmus und Einbettungsberechnung
3. Planare knickfreie Zeichenalgorithmen
4. Erweiterungen von 3) für quasi-orthogonale Modelle
5. Planare orthogonale Zeichenalgorithmen
6. Erweiterungen von 5) für quasi-orthogonale Modelle

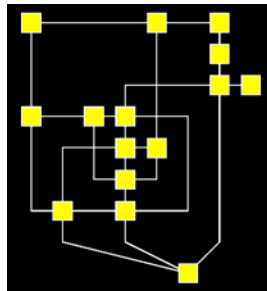
- Graphentheorie
- Graphenalgorithmen
- Datenstrukturen
- Netzwerkflußalgorithmen
- Offene Probleme

Überblick

- Einführung
- Zeichnen von Bäumen
- Hierarchische Zeichenverfahren
- Kräftebasierte Verfahren
- Planare Zeichenverfahren
- • Planaritätsbasierte Verfahren

zu 6. Planarisierungsverfahren

- Zustandsdiagramme
- State Charts
- Datenmodelle
- ER-Diagramme
- UML Diagramme
- ...



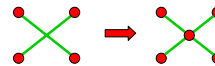
Planarisierungsverfahren - Idee

- (1) Finde kreuzungsminimale Zeichnung

Kreuzungsminimierungsproblem

Größte Planare Untergraphenproblem

- (2) Ersetze die Kreuzungen durch Knoten



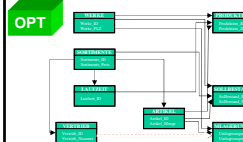
- (3) Verwende planares Zeichenverfahren

Animation des Planarisierungsverfahrens mittels größter planarer Untergraph

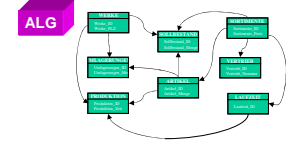


Planarisierungsverfahren

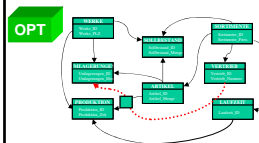
- (1) Größte planare Untergraph



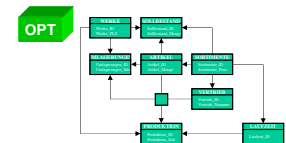
- (2) Berechne Einbettung



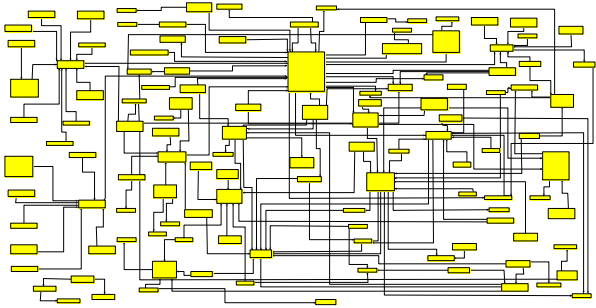
- (3) Wiedereinfügen der entfernten Kanten



- (4) Planares Zeichenverfahren



Datenbank Versicherung



Datenbank Versicherung

Datenmodell

- 120 Objekte
- 161 Relationen

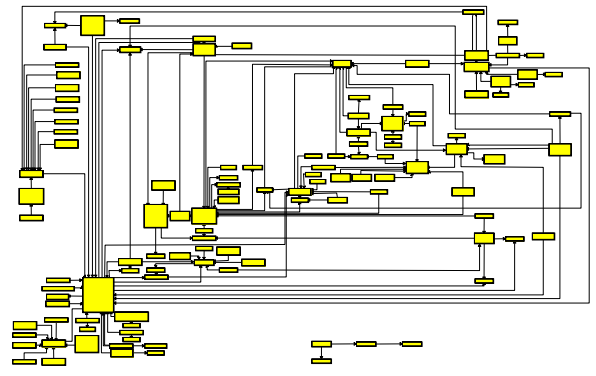
Originalzeichnung

- 122 Kreuzungen
- nicht-hierarchisch
- Anomalien

Unsere Zeichnungen

- Hierarchie
- Planarisierung (7 Kreuzungen)

Datenbank Versicherung



Planarisierungsverfahren

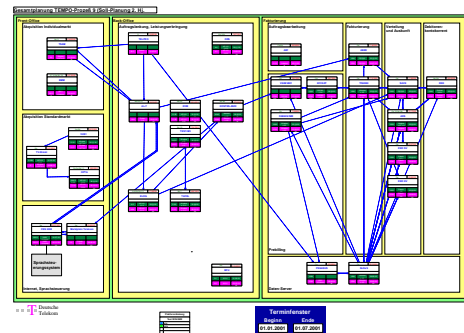
- Grösstes Planares Untergraphenproblem
 - Graphalgorithmen
 - NP-schwierige Optimierung
- Berechnung einer kombinatorischen Einbettung
 - Was ist eine gute Einbettung?
- Wiedereinfügen der entfernten Kanten
 - Kürzeste Wege Algorithmen
 - Spezielle Datenstrukturen

Überblick

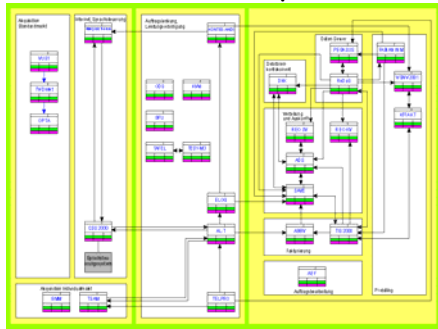
- Einführung
- Zeichnen von Bäumen
- Hierarchische Zeichenverfahren
- Kräftebasierte Verfahren
- Planare Zeichenverfahren
- Planaritätsbasierte Verfahren
- Spezielle Zeichenverfahren



Cluster-Graphen



Cluster-Graphen



Petra Mutzel: Automatisches Zeichnen von Graphen, WS07/08 62

