Robert E. Tarjan

Die Suche nach „guter Struktur“

Matthias Bender
(mabe0053@studcs.uni-sb.de)

Seminar „Geschichte der Informatik“
Lehrstuhl Prof. Dr. Jörg Siekmann
Universität des Saarlandes

Robert E. Tarjan

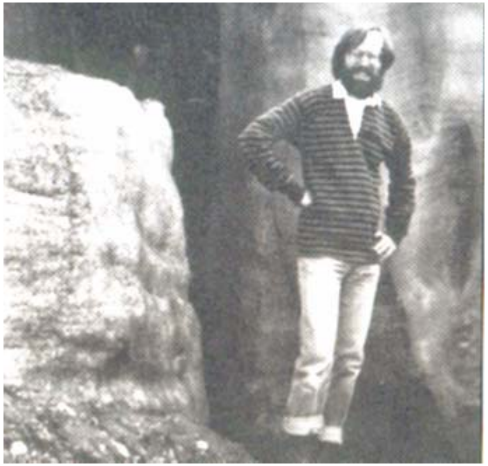
„I visualize structures, graphs, data structures. It seems to come easier than a lot of other things."

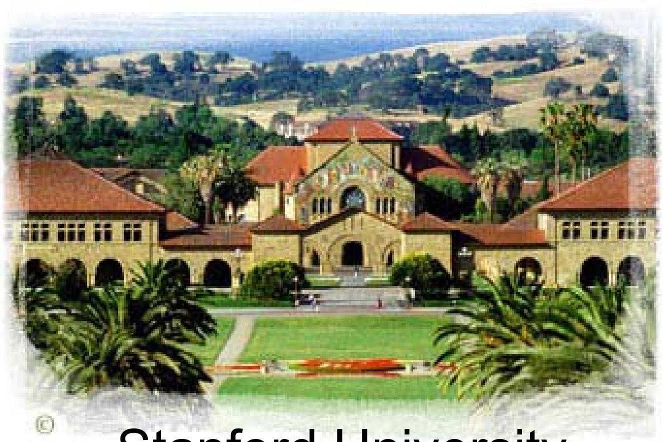
- Lebenslauf
- Preise / Auszeichnungen
- Forschungsgebiete

Lebenslauf

- geb. 30. April 1948 in Pomona, CA
- Frühes Interesse an Naturwissenschaft
- Erster Kontakt mit “Computern” während eines Sommerkurses 1964

Lebenslauf





Stanford University

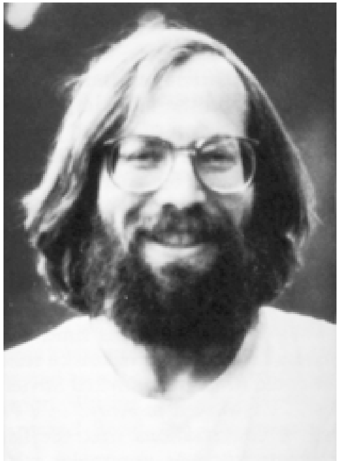
- B.S. (Mathematik)
  CalTech (Juni 1969)
- M.S. (Informatik)
  Stanford (Januar 1971)
- Ph.D. (Informatik)
  Stanford (Januar 1972)
  - Planarität von Graphen

Lebenslauf

Informatikgebäude, Princeton

- (Assistenz-) Professor
  - CU (1972-1973)
  - Stanford (1974-1980)
  - NYU (1981-1985)
  - Princeton (1985-)
- Weitere Forschung
  - AT&T (1980-1989)
  - NEC (1989-1997)
  - MIT (1996)

Preise / Auszeichnungen



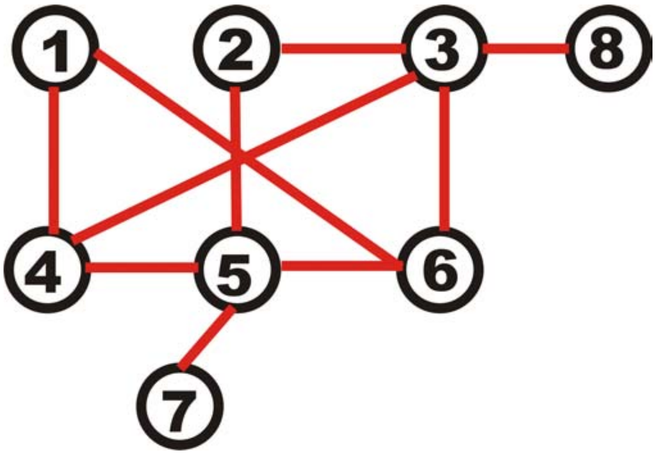
Robert E. Tarjan (1982)

ACM, Stifter des Turing-Preis

Unter anderem:

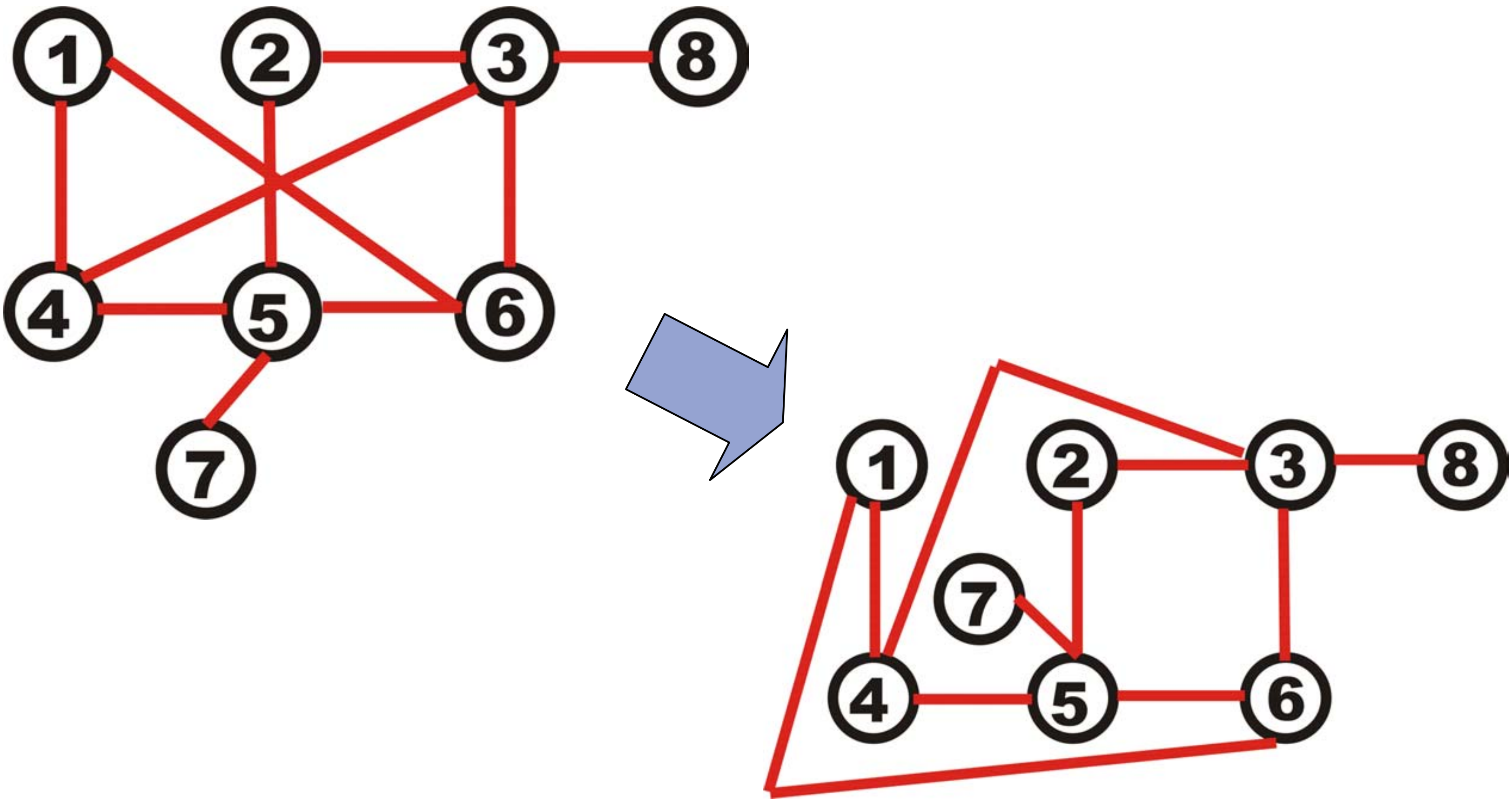
- Nevanlinna-Preis für Informationswissenschaften (1983)
- Wissenschaftspreis der Nationalakademie (1984)
- Turing-Preis (1986)
  - *“Fundamenteller Beitrag zu Design und Analyse von Algorithmen und Datenstrukturen”*

Forschungsgebiete Planarität von Graphen



- Ungerichteter Graph
- ohne “Überschneidungen”
- Wichtig z.B. bei
  - Straßenplanung
  - Schaltkreisen

Forschungsgebiete
Planarität von Graphen



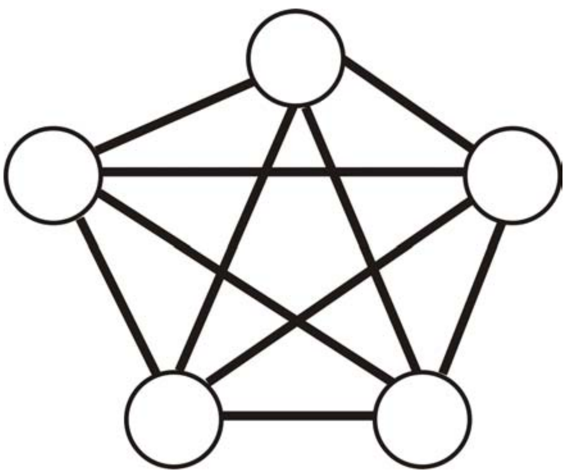
Forschungsgebiete Planarität von Graphen

Problem schon lange bekannt:

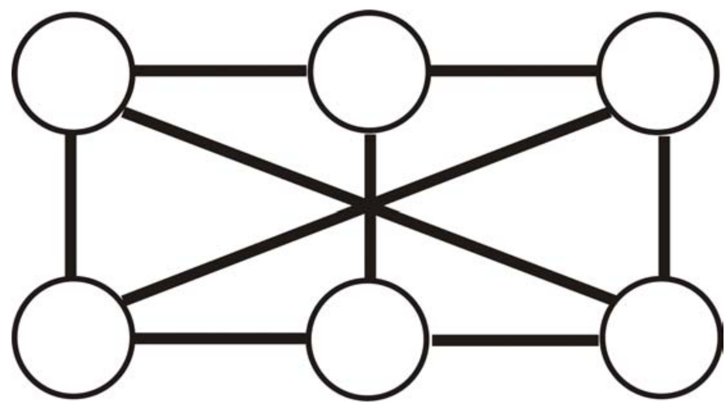
- Leonhard Euler (18. Jh):
  - Sei N die Anzahl der Knoten *($N \geq 3$)*:
    Hat ein Graph mehr als $(3*N - 6)$ Kanten, so <u>kann er nicht</u> planar sein

Forschungsgebiete Planarität von Graphen

- Kazimierz Kuratowski (1930):
  - *Jeder nicht-planare Graph enthält mindestens einen der folgenden beiden Teilgraphen:*



Kompletter Graph mit 5 Knoten



Kompletter Bipartiter Graph

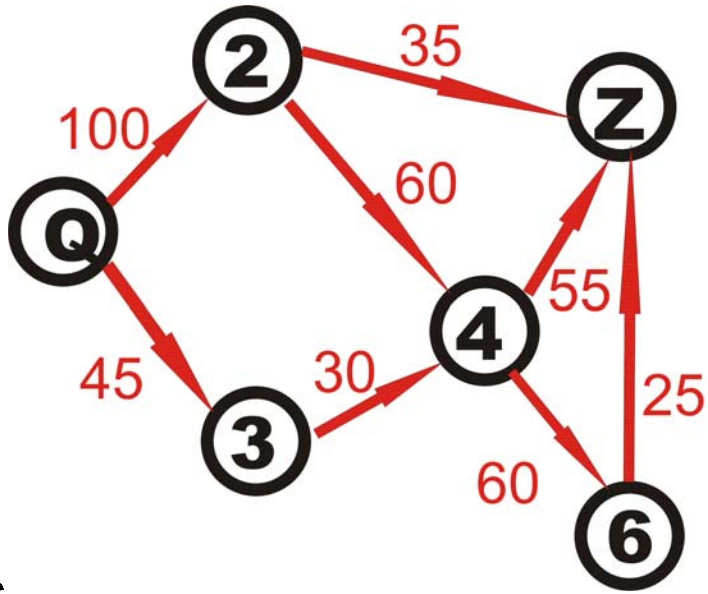
Forschungsgebiete Planarität von Graphen

- Robert Tarjan (Ph.D. Thesis, 1971)
  - Algorithmus aufbauend auf einer (!) Tiefensuche über alle Knoten

→ Laufzeit linear (in der Anzahl der Knoten)

Forschungsgebiete Maximum Network Flow

- Gerichteter Graph
- Kantengewichte ("Kapazitäten")
- Quell- / Zielknoten
- Problem: Maximaler Fluss von Quelle zum Ziel

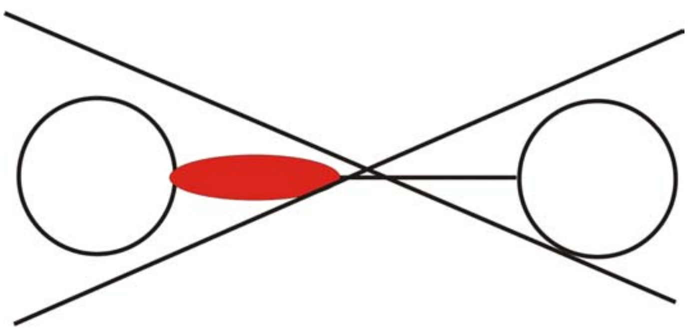


Forschungsgebiete
Maximum Network Flow

- Zwei natürliche Bedingungen (“Flow Conservation”):

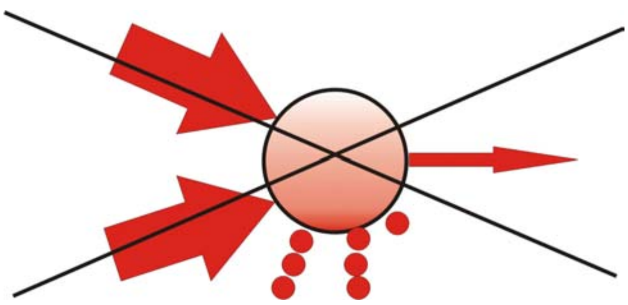
• *Für alle Kanten e:*

0 ≤ Flow(*e*) ≤ Kapazität(*e*)

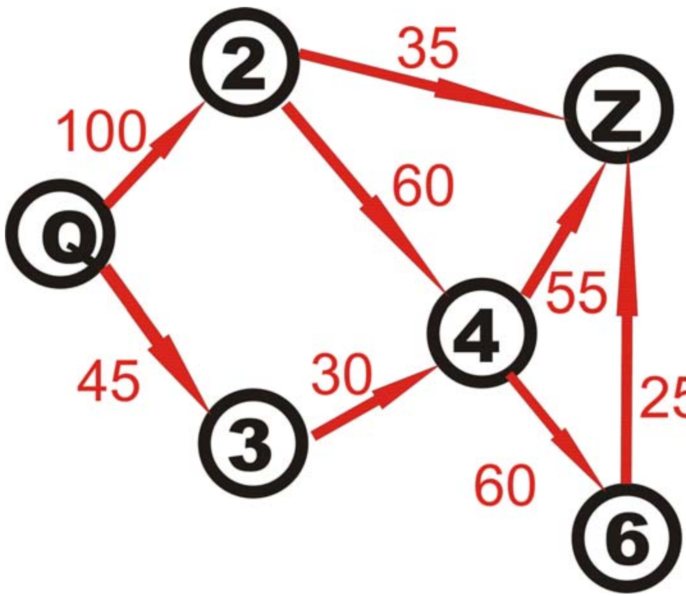


• *Für alle Knoten v (außer Quell- / Zielknoten):*

Summe der eingehenden Flows
=
Summe der ausgehenden Flows

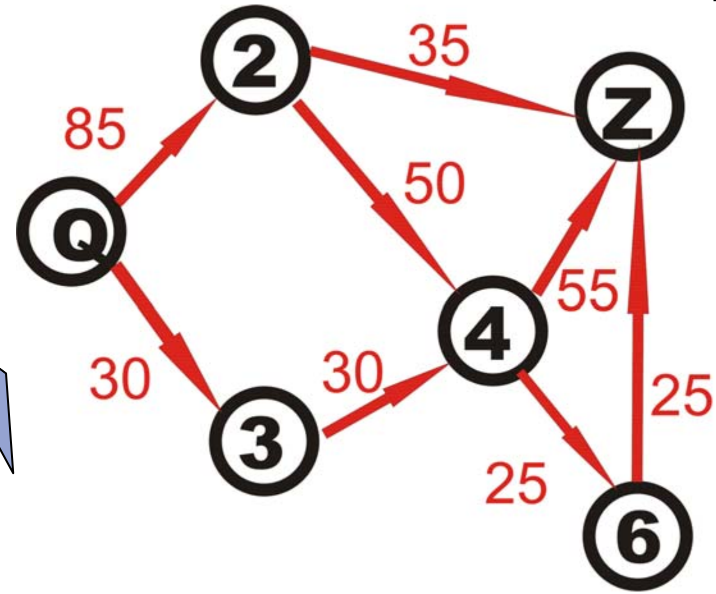


Forschungsgebiete Maximum Network Flow



Graph mit Kantenkapazitäten

Maximaler Fluss in diesem Graphe



Forschungsgebiete Amortisierte Analyse

"You've got a long sequence of operations on a data structure. You are not interested in individual operations, but in the average time of an operation over the sequence."

- Operationen $Op_1, \ldots, Op_n$
  - Kosten von Op_i: T_i
- Abschätzung der Gesamtkosten
  - $n * max_i\{T_i\}$
  - Naheliegend, aber oft wenig aussagekräftig
- Ziel: Amortisierung der "teuren" Operationen über Gesamtfolge

Forschungsgebiete
Amortisierte Analyse

- Binärzähler
  - *000 → 001 → 010 → 011 → 100 → 101 → …*
- "Laufweite" des Übertrags unterschiedlich
  - *10111 → 11000 → 11001*
- Annahme: Ersetzen einer Ziffer koste 1 €

  → *cost*(*i* → *i+1*) = 1 + *Anzahl endende Einsen in i*

Forschungsgebiete Amortisierte Analyse

- Kosten für eine Operation schwanken stark:
  - $1 \leq cost(i \rightarrow i+1) \leq 1 + ceil(\log_2 n)$
- "Primitive" Kostenschätzung für Zählen bis n:
  - $n * (1 + ceil(\log_2 n))$

Satz:

Die Gesamtkosten des Zählens von *0* nach *n* sind durch *2n* beschränkt

Forschungsgebiete
Amortisierte Analyse

Ziel: Erhöhen um 1

0 0 0

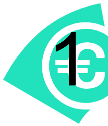
- Operation besitzt 2 €

Ändern der letzten Ziffer kostet 1 € …

0 0 1

… und übriger Euro wird “liegengelassen”

0 0 1



Forschungsgebiete
Amortisierte Analyse

Ziel: Erhöhen um 1 — 0 0 1

- Operation besitzt 2 €

Ändern der letzten Ziffer kostet 1 € … — 0 0 0

- “bezahlt sich selbst”

Ändern der vorletzten Ziffer kostet 1 € … — 0 1 0

… und übriger Euro wird “liegengelassen” — 0 1 0

Forschungsgebiete
Amortisierte Analyse

Ziel: Erhöhen um 1

- Operation besitzt 2 €

0 1 0

Ändern der letzten Ziffer kostet 1 € …

0 1 1

… und übriger Euro wird “liegengelassen”

0 1 1

Forschungsgebiete
Amortisierte Analyse

- Analyse ("Bankkontomethode"):
  - Jede Operation besitzt 2 €
  - Auf jeder *1* liegt 1 €
  - Jeder Übergang $01^k \rightarrow 10^k$ kostet $(k+1)$ € …
  - … und setzt $(k-1)$ € frei
  - Nettokosten pro Operation: 2 €
    $(k+1)$ € "Kosten" – $(k-1)$ € "Einnahmen"

Robert E. Tarjan
Die Suche nach “guter Struktur”

“If you get the right problems, if you ask the right questions, you’re a long way to the solution.”

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit