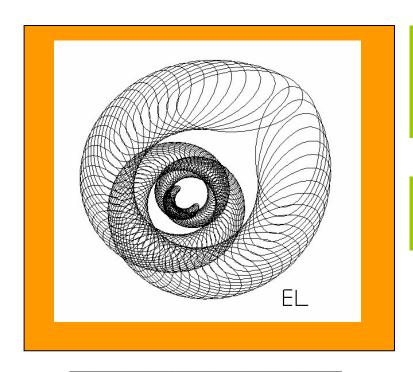


Am 18. Februar 1902 eröffnete die "Gesellschaft für elektrische Hoch- und Untergrundbahnen in Berlin" den Verkehr auf ihrer ersten Strecke zwischen Stralauer Thor und Potsdamer Platz.

Der Bau der Bahn war von Siemens & Halske am 10. September 1896 begonnen worden. Noch im Eröffnungsjahr wurden Verlängerungen bis Warschauer Brücke und Knie in Betrieb genommen.

Der Wagenpark umfaßte 56 Trieb- und 27 Beiwagen.



U-Bahn Auskunftssystem

Zwischen Mathematik und Informatik

Eberhard Lehmann



Saarbrücken 27.9.13 – 29.9.13 AKMUI - Tagung

Das Problem

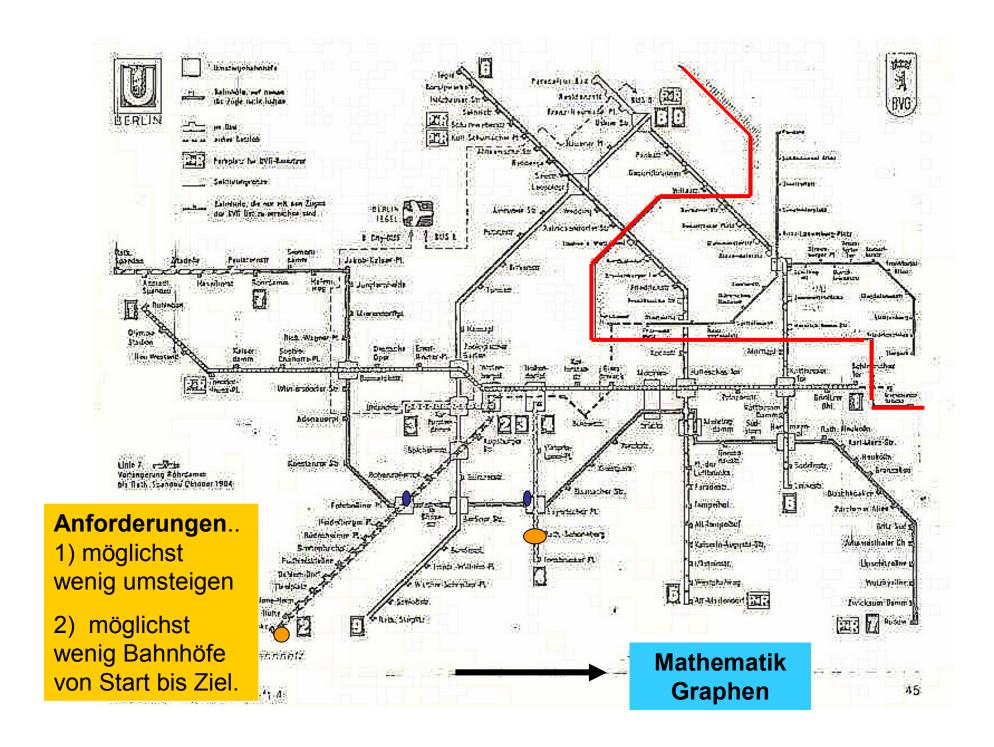
Für die Berliner U-Bahn

Eingabe: Startbahnhof → Zielbahnhof

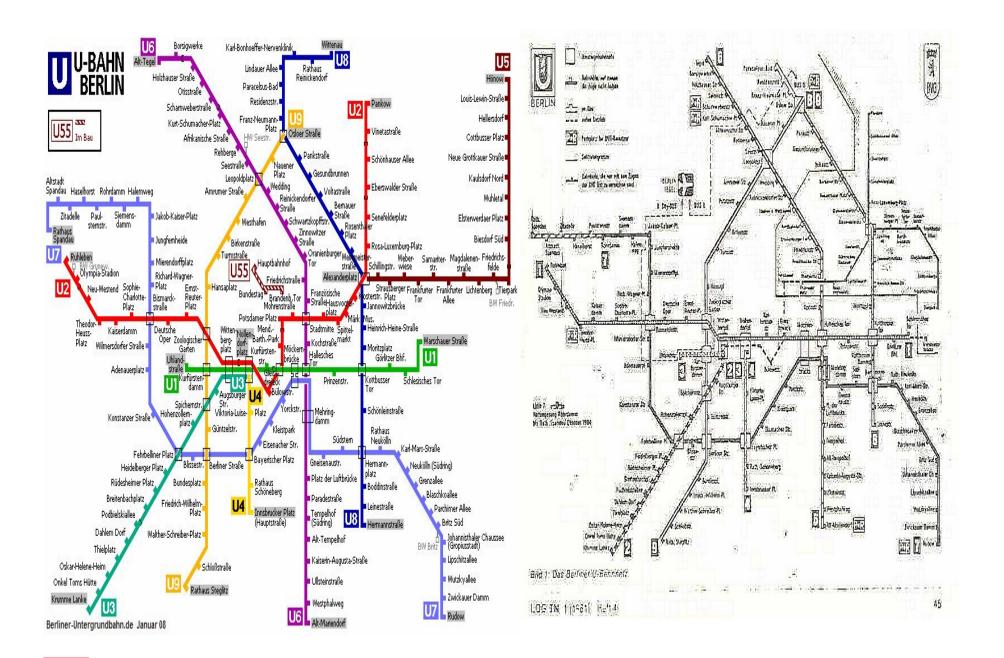
Ausgabe: Fahrweg

Möglichst wenig umsteigen und dann möglichst wenig Bahnhöfe

Modellierung 1

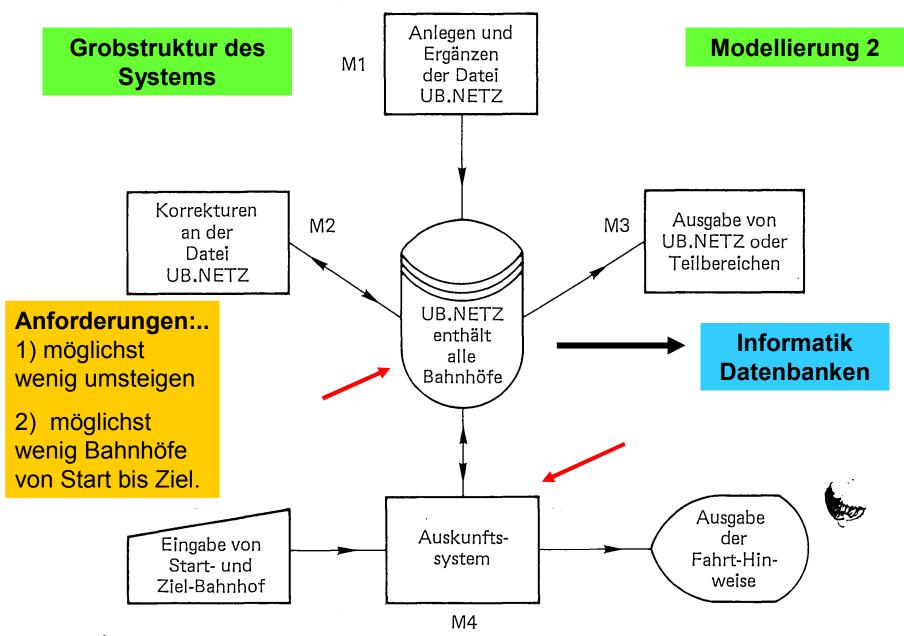






Beisorel: Ausgabe: Bitte geben Sie den Startbahnhof ein! Eingabe Rathaus Schöneberg. -Ausgabe, Bille geben Sie Ihren Zielbahnhof ein! Eingabe Krumme Lanke. Ausgable: 1. Fahren Sie mit der Linie - in Richtung Nollendoriplatz! 2. Umsteigen: Bayerischer Platz! 3. Fahren Sie mit der Linie 7 in Richtung Richard-Wagner-Plaiz! 4. Umsteigen: Fehrbelliner Platz! 5. Fahren Sie mit der Linie 2 in Richtung Krumme Lanke! 6. Ihr Zielbahnhof Krumme Lanke toigt auf den Bahnhof Onkel-Toms-Hütld! 7 Die BVG wunscht Ihnen ein angenehme Fahrt!!!

Zielsetzung: Ein Fahrschein mit Informationen zur Fahrt



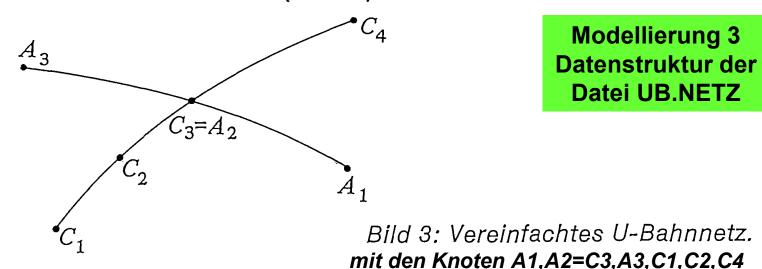
₭ Bild 2: Module des U-Bahn-Auskunftssystems.

Aus verschiedenen Vorschlägen kristallisierten sich zwei Strukturen heraus, die von zwei Arbeitsgruppen näher auf ihre Verwendbarkeit untersucht wurden:

- (a) Speicherung der Beziehungen zwischen den Bahnhöfen in einer Übergangsmatrix, hier vom Typ (101,101)
- (b) Codierung der Eigenschaften jedes Bahnhofs durch geeignete Zahlen. Hier 101 Datensätze (Bahnhöfe)

Zu (a):

Zur Erläuterung dieses Ansatzes betrachten wir ein vereinfachtes U-Bahnnetz (Bild 3).



LOG IN 1 (1981) Heft 4

Als Entfernung d(B_i,B_k) zweier Bahnhöfe B_i und B_k wird definiert:

$$d(B_i,B_k) := \begin{cases} 0, \text{ wenn } B_i = B_k \\ \text{Anzahl der Kanten zwischen } B_i \text{ und } B_k, \\ \infty, \text{ wenn } B_i \text{ von } B_k \text{ aus nicht erreichbarist.} \end{cases}$$

Dann beschreibt die Matrix

$$P^{(1)} = \begin{bmatrix} C_1 & C_2 & C_3 = A2 & C_4 & A_1 & A_3 \\ C_1 & C_2 & 1 & \infty & \infty & \infty & \infty \\ C_2 & 1 & 0 & 1 & \infty & \infty & \infty \\ C_3 & A_1 & \infty & \infty & 1 & 0 & \infty & \infty \\ C_4 & \infty & \infty & 1 & 0 & \infty & \infty \\ A_1 & \infty & \infty & 0 & \infty & \infty \end{bmatrix} \xrightarrow{\text{Mathematik}} Matrizen$$

die Situation bezüglich benachbarter Bahnhöfe (einstufige Übergangsmatrix).

Rechenregeln # steht für unendlich 0 + # = # + 0 = # # + # = # 0 + 0 = 0 a + # = # + a = # a + b = b + a = (a + b) Mathematik Verknüpfungs -gebilde

Die zweistufige Übergangsmatrix P⁽²⁾ gibt dann Auskunft über die Situation unter Berücksichtigung eines Zwischenbahnhofs. Entsprechendes gilt für die n-stufige Übergangsmatrix P⁽ⁿ⁾!

Bezüglich Bild 3 wird

$$P^{(3)} = \begin{bmatrix} C_1 & C_2 & C_3 & C_4 & A_1 & A_3 \\ C_1 & 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 3 \\ 1 & 0 & 1 & 2 & 2 & 2 \\ 2 & 1 & 0 & 1 & 2 & 2 & 2 \\ 2 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ C_4 & 3 & 2 & 1 & 0 & 2 & 2 \\ A_1 & 3 & 2 & 1 & 2 & 0 & 2 \\ A_3 & 3 & 2 & 1 & 2 & 2 & 0 \end{bmatrix}$$

Diese Matrix gibt einen vollständigen Überblick über die Anzahl der Kanten bzw. Zwischenbahnhöfe (= Kantenzahl-1) zwischen allen Bahnhöfen.

Übergangsmatrizen

P⁽ⁿ⁾ läßt sich rechnerisch aus P⁽¹⁾ bestimmen (vgl. [2], S. 145 f.). Man definiert dazu die folgende Matrizenverknüpfung:

Es sei $P^{(1)}_{(n,n)} = (p_{ik}^{(1)})_{(n,n)}$ eine Matrix mit $p_{ik}^{(1)}$ aus $N_0 U$ {unendlich}.

Dann wird die Min-Addition so definiert:

$$P^{(2)}=(p_{ik}^{(2)}_{(n,n)}):=(\min(p^{(1)}_{(i,j)}+p^{(1)}_{(j,k)}))_{(n,n)}$$

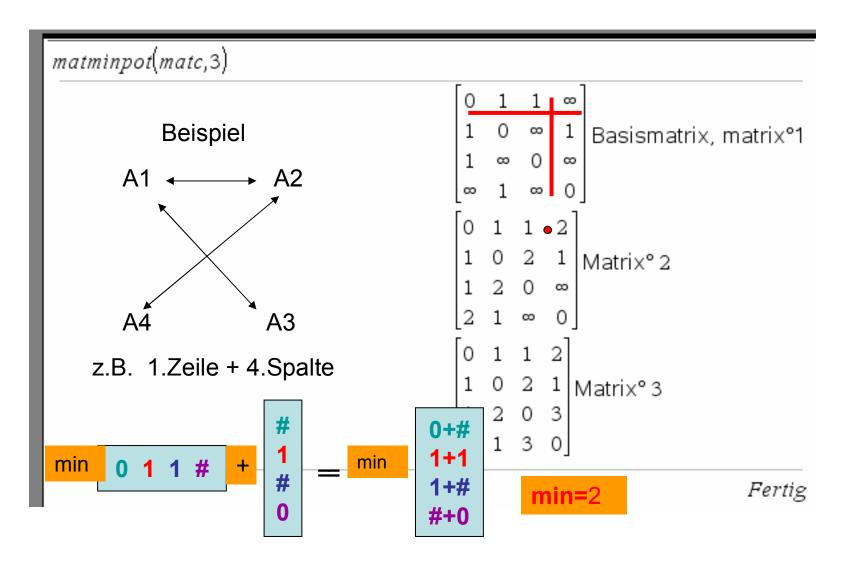
Rechenregeln

$$0 + \# = \# + 0 = \#$$
 $\# + \# = \#$
 $0 + 0 = 0$ $a + \# = \# + a = \#$
 $a + b = b + a = (a + b)$

Modellierung 5
Rechnen mit
Adjazenzmatrizen

Matrixeingeben: $A = (a_{2})_{(4,4)}$		A hat n Zeilen und n Spalten	
Fürivo	nlbisn	für alle Zeilen von A	
	Für l von l bis n	für alle Spalten von A	
	$d_{k'} = 0$ für $k = 1$ bis n	n Werte auf 0 setzen	
	für k von l bis n		
	$d_{\underline{\mu}} := (a_{\underline{\mu}} + a_{\underline{\mu}})$	Elemente für Stelle (i,l) sammeln	
	$c_{\underline{u}} := min(d_{\underline{u}})$	Minimum für die Stelle (i,l) ermittelt	
Matrixa	usgeben: C = (c₃) _(æ.g)	C hat n Zeilen und n Spalten	

Struktogramm für die Min-Potenz C= AoA einer Matrix A



Rechenregeln

$$0 + # = # + 0 = #$$

$$0 + 0 = 0$$

Rechnen mit Adjazenzmatrizen

a + b = b + a = (a + b)

matminpot 14/28 Define **matminpot**(*mat,expo*)= Prgm ©mat ist gegebene Matrix ©expo ist Hochzahl der gesuchten Potenz Local g,i,k,j,d,mini $d:=\dim(mat)$ matpot:=mat matp:=mat Disp matpot, "Basismatrix, matrix°1" For g, 1, expo-1For *i*,1,*d* 1 For k.1.d 1 mini:=∞ Odas ist das vorläufige MinimumO---Minimum für eine Position suchen ---For $j, 1, d \begin{bmatrix} 1 \end{bmatrix}$ ODisp matpot[i,j]+mat[j,k],"ijk",i,j,k ©Hilfsausgabe zwecks Programmanalyse If $0 \le matpot[i,j] + mat[j,k] < mini$ Then mini:=matpot|i,j|+mat|j,k| EndIf EndFor Informatik **Programmieren**

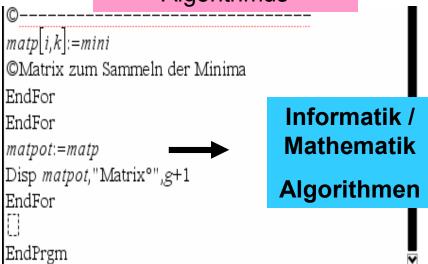
Modellierung 6

Programm zur Min-Potenz matrix°n (hier für den TI-Nspire)

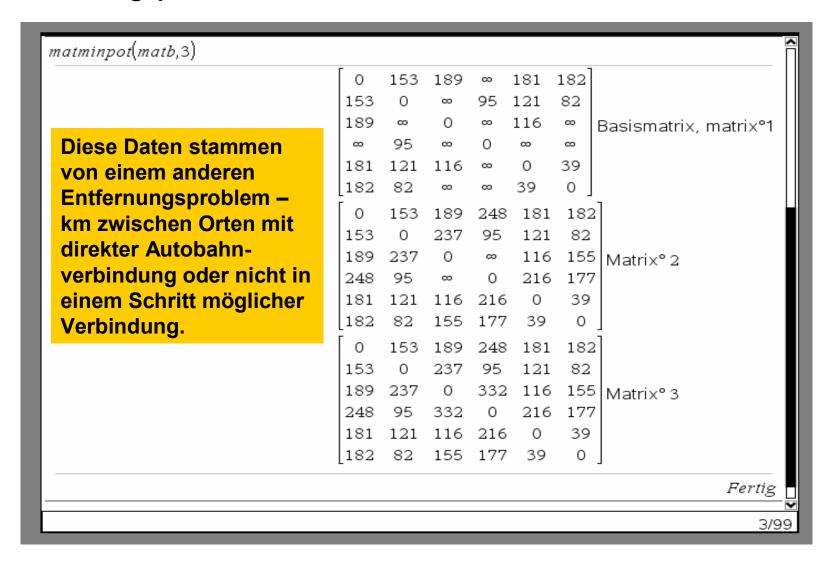
Siehe

E.Lehmann: Matrizenrechnung Anwendungen Teil 2 (Berlin 2008) . Seite 161

> Rechnen mit Adjazenzmatrizen, Algorithmus



Das Programm wird nun angewendet auf das obigen Entfernungsproblem



Der Ansatz mit Matrizen wurde beim vorliegenden Problem verworfen. U.a. ist die Speicherung der Adjazenzmatrix nicht ausreichend. Es müssen noch etliche weitere Daten gespeichert werden. Außerdem wäre noch das Rechnen mit den Matrizen einzuführen.

Den Schülern schien das oben angedeutete mathematische Modell zu komplex. Außerdem wäre für die Matrizen ein ganz erheblicher Speicherplatz vorzusehen.

So entschieden wir uns für den Ansatz (b).

Modellierung 8

Zu (b):

Nach mehrfachen Verbesserungen entstand die folgende Datenstruktur:

```
bhfnummer: 0..200;
bhfname: array (.1..25.) of char;
linie: array (.1..3.) of 0..10;
nummerauflinie: array (.1..3.) of 0..10;
endbhf: array (.1..3.) of 0..1;
```

Informatik Datenstrukturen

Bei den letzten Komponenten besteht das Feld aus jeweils 3 Elementen, da ein Bahnhof auf maximal 3 Linien liegt (Wittenbergplatz auf den Linien 1, 2, 3).

50	Friedrichstraße	0 0 6	0 0 12	0 0 0
F4	Dainieles ad Ota	0.00	0 0 40	0.00
51	Reinickend.Str.	0 0 6	0 0 13	0 0 0
52	Wedding	0 0 6	0 0 14	0 0 0
02	Wodamig		0 0 14	3 0 0
. 53	Leopoldplatz	0 9 6	0 16 15	0 0 0
		nsteigemöglic n Linie 6 nach		
62	Alt-Tegel	0 0 6	0 0 24	0 0 1

Endbahnhof von Linie 6

Anforderungen:..

- 1) möglichst wenig umsteigen
- 2) möglichst wenig Bahnhöfe von Start bis Ziel.

Auszug aus der Datei UB-Netz

Damit man von einem Startbahnhof aus jeden Zielbahnhof erreichen kann, müssen drei Fälle unterschieden werden:

- a) Fahrt ohne Umsteigen, z. B.
 Start: Thielplatz (Linie 2), Ziel: Hohenzollernplatz (Linie 2),
- b) Fahrt mit einmaligem Umsteigen, z.B. Start: Thielplatz (Linie 2), Ziel: Bundesplatz (Linie 9), Umsteigen: Spichernstraße (Linien 2 und 9),
- c) Fahrt mit zweimaligem Umsteigen, z.B.
 Start: Thielplatz (Linie 2), Ziel: Boddinstraße (Linie 8),
 Umsteigen: Fehrbelliner Platz (Linien 2 und 7) und
 Umsteigen: Hermannplatz (Linien 7 und 8)
 oder

Umsteigen: Wittenbergplatz (Linien 2, 3, 1) und Umsteigen: Kottbusser Tor (Linien 1 und 8)

oder

Modellierung 9

Umsteigen: Spichernstraße (Linien 2 und 9) und

Umsteigen: Osloer Straße (Linien 9 und 8).

1 x umsteigen

Friedrichstr. L6 nach Turmstr. L9



Beschreibung des Algorithmus "einmal umsteigen"

Start in 50 Friedrichstraße, Linie 0 0 6 0 0 12 0 0 0

Ziel in ? Turmstraße, Linie 0 0 9 0 0 12 0 0 0

Also nach allen Umsteigebahnhöfe auf Linie 6 suchen. Das sind

Stadtmitte Linien 0 2 6

Hallesches Tor 0 1 6

Mehringdamm 0 7 6

Leopoldplatz 0 9 6.

also Fahrt nach Leopoldplatz

3 Stationen

Richtung Alt-Tegel, Endbhf. (das sieht man an Nummern auf Linie 6 / zählen hier von Friedrichstraße. aufwärts 62 Alt-Tegel 0 0 6 0 0 24 0 0 1

Neuer Startbhf. 53 Leopoldplatz 0 9 6 0 16 15 0 0 0

3 Stationen

Altes Ziel ?? Turmstraße 0 0 9 0 0 12 0 0 0

Jetzt spielt sich alles auf Linie 9 ab, also kein Umsteigen mehr. Fahrt nach Turmstraße.

Richtung Rathaus Steglitz, weil Leopoldplatz Nummerauflinie 16 hat und Turmstr. 12. Zählt also abwärts, also

? Rathaus Steglitz 0 0 9, 0 0 1, 0 0 1 (endbhf.)

Neues Netz 2012

Entwurfsspezifikation

Struktur der Problemlösung (Fortsetzung) Eine erste Zerlegung des Problems ergab:

M4 AUSKUNFTSSYSTEM

Start- und Zielbahnhof eingeben! Kontrolle auf Vorhandensein in der Datei UB.NETZ, gegebenenfalls Neueingabe.	M 4.1
Ermitteln des Fahrwegs: Linie, Richtung, Um- steigebahnhöfe! Dabei sind 3 Fälle zu unterscheiden: a) Fahrt ohne Umsteigen, b) Fahrt mit einmaligem Umsteigen, c) Fahrt mit zweimaligem Umsteigen.	M 4.2
Falls mehrere Wege vom Start zum Ziel (mit möglichst wenig Umsteigen) existieren, den kürzesten Weg suchen.	M 4.3
Bahnhof vor dem Ziel ermitteln!	M 4.4
Fahrhinweise an den Benutzer geben!	M 4.5

Modellierung 10 Teilsysteme

weiter

⁴⁶ Zerlegung von Modul M4

Mathematik / Informatik Entwerfen Obaufeinerlinie (B1,B2:bahnhöfe)

Endbahnhoefelinie (linie: integer)

Vierbahnhoefeordnen (B1,B2,E1,E2:bahnhoefe)

Teilsysteme

zu 4.2

Obeinmalumsteigen (B3,B4:bahnhoefe)

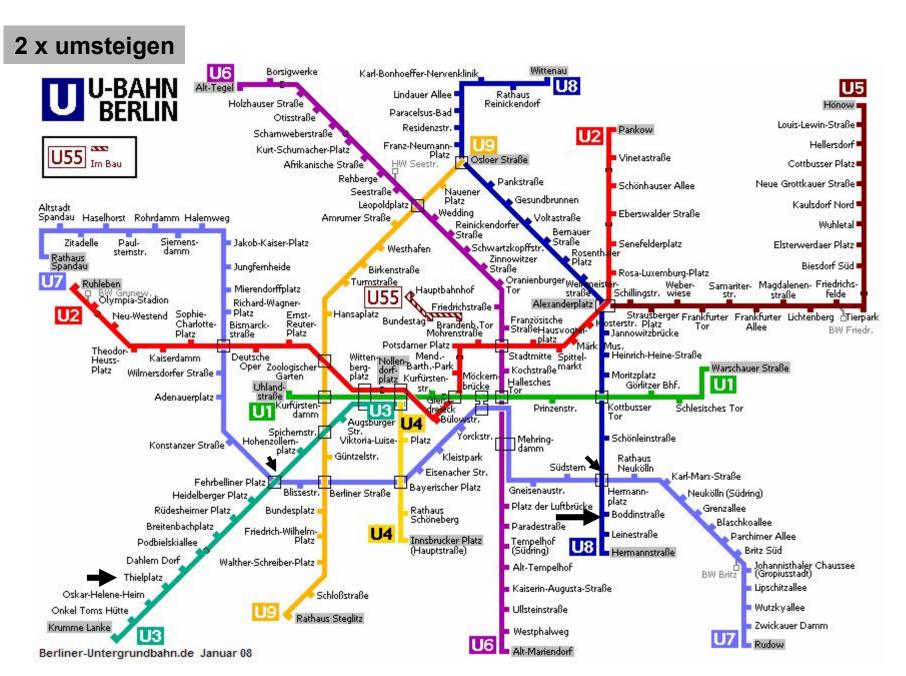
Fahrtrichtungsausgabe (B1:bahnhoefe)

Aufwelcherseitevomziel (eins,liz:integer)

Bahnhofvordemziel (B1:bahnhoefe,lin:integer)

Anzahlderbahnhoefevonbis (B1,B2bahnhoefe, lin:integer)

Modul- ab- kürzung	Prozedurname, Programmzeilen	Funktion der Prozedur
M4.2.1	OBAUFEINER- LINIE (B1, B2: Bahnhoefe) Zeilen 264–282	Feststellung, ob zwei Bahnhöfe B1 und B2 auf einer Linie liegen; ggf. wird die Linien- nummer ermittelt.
M4.2.2	ENDBAHN- HOEFEDERLINIE (lin: integer) Zeilen 309—329	Ermittlung der End- bahnhöfe der Linie "lin".
M 4.2.3	VIERBAHN- HOEFEORDNEN (B1, B2, E1, E2: Bahnhoefe) Zeilen 331–367	Die vier Bahnhöfe B1 (z.B. Startbahnhof), B2 (z.B. Zielbahnhof), E1 und E2 (End- bahnhöfe) werden nach ihrer Nummer auf der Linie geordnet.
M4.2.4	OBEINMALUM- STEIGEN (B3, B4: Bahn- hoefe) Zeilen 284–307	Nachdem festgestellt wurde, daß Start und Ziel nicht auf einer Linie liegen, wird un- tersucht, ob einmali- ges oder zweimaliges Umsteigen nötig ist.
M4.2.5	FAHRTRICH- TUNGSAUSGABE (B1: Bahnhoefe) Zeilen 246-255	Die jeweilige Fahrt- richtung wird zur späteren Ausgabe ge- speichert.
M4.4.1	AUFWELCHER- SEITEVOMZIEL (eins, liz: integer) Zeilen 362–382	Um den Bahnhof vor dem Ziel angeben zu können, muß festge- stellt werden, von welcher Seite man sich dem Ziel nähert.
M4.4.2	BAHNHOF- VORDEMZIEL (B1: Bahnhoefe, lin: integer) Zeilen 384-404	Mit Hilfe von M 4.4.1 wird der Bahnhof vor dem Ziel festgestellt, um den Fahrgast auf das Aussteigen vor- zubereiten.
M4.3.1	ANZAHLDER- BAHNHOEFE- VONBIS (B1, B2: Bahn- hoefe, lin: integer) Zeilen 406–417	Die Anzahl der Bahn- höfe von B1 bis B2 (einschließlich B2) wird festgestellt.



Ein ungerichteter Graph

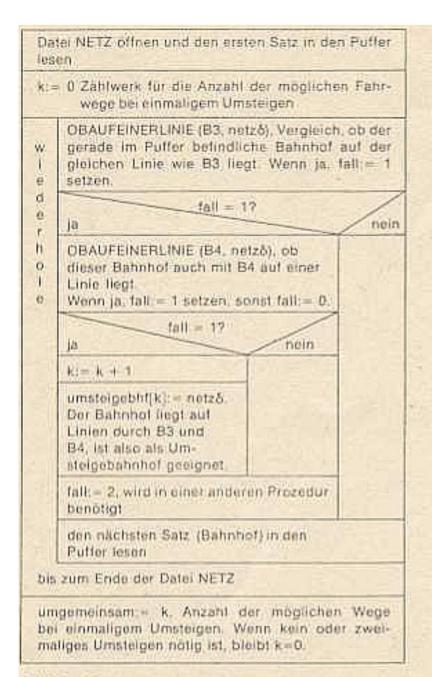
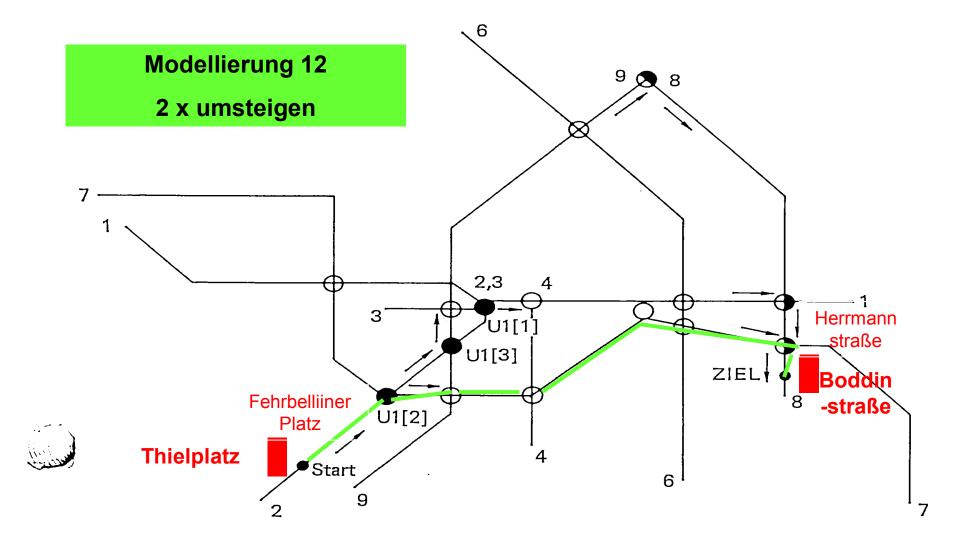


Bild 3: Struktogramm zur Prozedur OBEINMALUMSTEIGEN (B3; B4: Bahnhoefe).

Modellierung 11 1 x umsteigen

Struktogramm zu Modul 4.2.4 Obeinmalumsteigen(B3,B4:bahnhöfe)



- Potentielle Umsteigebahnhöfe auf der Linie von Start
- Potentielle Umsteigebahnhöfe auf der Linie von Ziel
- Weitere Umsteigebahnhöfe
- 2... Liniennummern

Bild 5: Start: Thielplatz, Ziel: Boddinstraße.

Modul M4.2.8 ZWEIMALUMSTEIGEN

- Aus der Prozedur AUSKUNFTSSYSTEM ist bekannt, ob zweimal umgestiegen werden muß.
 - (1) Mit Hilfe der Prozedur OBAUFEINERLINIE werden alle Umsteigebahnhöfe des Netzes festgestellt, die mit dem Startbahnhof auf einer Linie liegen. Diese Bahnhöfewerden im Feld U1[i] gespeichert (vgl. Bild 5).

Algorithmus 1

- (2) Für jeden dieser Umsteigebahnhöfe wird nun geprüft, ob man den Zielbahnhof mit einmaligem Umsteigen erreichen kann. Dazu wird OBEINMALUMSTEIGEN angewendet auf (U1[i],Zielbhf). Die dabei gefundenen Umsteigebahnhöfe werden im zweidimensionalen Feld umstfeld[i,j] gesammelt.
- (3) Ist ein Weg vom Start zum Ziel gefunden, werden sofort die einzelnen Streckenlängen berechnet. Der jeweils kürzeste Weg wird mit seinen Umsteigebahnhöfen festgehalten; diese beiden Bahnhöfe werden in ubf1 und ubf2 geschrieben.

- (1) Alle Umsteigebahnhöfe auf der (den) Startlinie(n) feststellen. Feld U1[i].
- (2) Alle Umsteigebahnhöfe auf der (den) Ziellinie(n) feststellen. Feld U2[k].
- (3) Auf alle Paare (U1[i],U2[k]) die Prozedur OBAUFEI-NERLINIE anwenden.

Realisiert wurde der zuerst genannte Algorithmus. Er wird für das Beispiel Thielplatz – Boddinstraße, siehe Bild 5, noch etwas ausgeführt:

Umsteigebahnhöfe von Thielplatz (Linie 2)



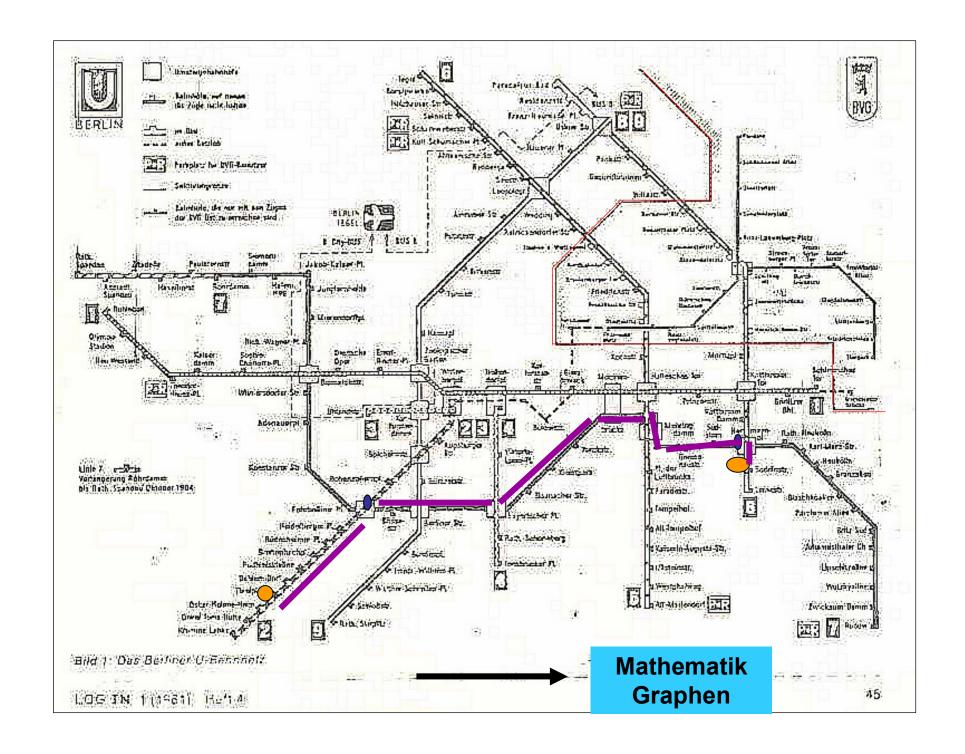
umstfeld[1,1]:= Daten von Kottbusser Tor

umstfeld[2,1]:= Daten von Hermannplaz umstfeld[3,1]:= Daten von Osloer Straße

Nach
Boddinstraße
auf Linie 8

Algorithmus 2

Thielplatz L2 – Fehrbelliner Platz L2, L7	6
Herrmannstraße L7,L8	10
Boddinstraße L8	1
L2 > L7 > L8	17
Thielplatz L2 – Wittenbergplatz L2,L3,L1	9
Kottbusser Tor L1, L8	6
Boddinstraße L8	3
L2 > L1 > L8	18
Thielplatz L2 – Spichernstraße L2, L9	8
Osloer Straße L9,L8	10
Boddinstraße L8	(15)
L2 > L9 > L3	(33)
Im alten Netz 1981	



Informatik Design von Oberflächen

Modellierung 13 Design WEITERE AUSKUENFTE ? (J.N) BITTE DEN NAMEN DES STARTBAHNHOFS EINGEBEN *WITTENBERGPLATZ BITTE DEN NAMEN DES ZIELBAHNHOFS EINGEBEN *OSLOER STRASSE FAHRHINWEISE ZIEL: OSLOER STRASSE * START: WITTENBERGPLATZ * SIE MUESSEN 1 -MAL UMSTEIGEN! RICHTUNG : RUHLEBEN * YON: WITTENBERGPLATZ * BIS: ZOOLOGISCHER GARTEN LINIE : 1 STATIONEN: 1 * VON: ZOOLOGISCHER GARTEN RICHTUNG : OSLOER STRASSE * BIS: OSLOER STRASSE LINIE : 9 STATIONEN: 8 * IHR ZIEL FOLGT AUF DIE STATION: NAUENER STRASSE * ANZAHL DER STATIONEN * GUTE FAHRT IHRE BVG WEITERE AUSKUENFTE ? (J.N) BITTE DEN NAMEN DES STARTBAHNHOFS EINGEBEN *THIELPLATZ BITTE DEN NAMEN DES ZIELBAHNHOFS EINGEBEN *WITTENBERGPLATZ FAHRHINWEISE * START: THIELPLATZ ZIEL: WITTENBERGPLATZ * SIE MUESSEN 0 -MAL UMSTEIGEN! * VON: THIELPLATZ RICHTUNG : WITTENBERGPLATZ * BIS: WITTENBERGPLATZ LINIE : 2 STATIONEN: 10 * IHR ZIEL FOLGT AUF DIE STATION: AUGSBURGER STRASSE * ANZAHL DER STATIONEN IHRE BVG * GUTE FAHRT WEITERE AUSKUENFTE ? (J.N)

Eingaben

Fahrschein

Eingaben

Fahrschein

Fahrkarten-Automat

Geben Sie Start und Ziel ein:

Start Wittenbergplatz

Ziel Osloer Straße

Informatik Automaten

Ihr Fahrschein:

Sie müssen 1 x umsteigen

Start: Wittenbergplatz Ziel: Osloer Straße

Von Wittenbergplatz Richtung Ruhleben Linie 1, Stationen 1

Bis Zoologischer Garten Umsteigen!

Von Zoologischer Garten Richtung Osloer Straße Linie 9, Stationen 8

Bis Osloer Straße Ihr Ziel folgt auf den Bahnhof Nauener Platz

Anzahl der Stationen insgesamt 9

GUTE FAHRT

IHRE BVG

Modellierung 14

Programmausschnitt

Hauptprogramm

```
825, 0000
826. 0000 BEGIN (* HAUPTPROGRAMM *)
827, 0000
           WEITER := 'J';
828. 0000
           WHILE WEITER = 'J'
829, 0000
           DO BEGIN
830, 0000
                831. 0000
                WRITELN<!!!!! U - B A H N
                                                      11111173
832. 0000
                833. 0000
                WRITELN:
834. 0000
                WRITELN('WAS WUENSCHEN SIE?');
                WRITELN(' FUER VERWALTER DES SYSTEMS: ');
835. 0000
836. 0000
                WRITELN(' 1: EINGABEN ZUM U-BAHNNETZ ?');
837. 0000
                WRITELN(' 2: KORREKTUREN AM U-BAHNNETZ ?');
838, 0000
                WRITELN(13: LISTE VON U-BAHN-BAHNHOFEN ?1);
839, 0000
                WRITELN:
840.0000
                WRITELN( 1
                            FUER ANWENDER: 133
841. 0000
                WRITELN(' 4: AUSKUENFTE ?');
842, 0000
                WRITELN;
                WRITELN(' 0: ENDE?');
843. 0000
844, 0000
                WRITELN;
845, 0000
                WRITELN('GEBEN SIE DIE GEWUENSCHTE ZIFFER EIN!');
846, 0000
                READLN
847.0000
                REPERT
848. 0000
                  READ (WUNSCH);
849. 0000
                  B := 1;
850. 0000
                  IF WUNSCH IN ['0', '1', '2', '3', '4']
851. 9999
                  THEN CASE WUNSCH OF
852. 0000
                         '0': GOTO 999;
                         '1': LIESBAHNHOF;
853. 0000
                         '2': BHFKORREKTUR;
854. 0000
855, 0000
                         '3': · ZEIGEBAHNHOEFE;
856. 0000
                         '4': AUSKUNFTSSYSTEM;
857, 0000
                       END (* UBAHN *)
                  ELSE BEGIN
858. 0000
859. 0000
                         B := 0;
869, 9999
                         WRITELN('FALSCHE EINGABE! BITTE WIEDERHOLEN!');
261. 0000
                         WRITELN(' 0,1,2,3 ODER 4 EINGEBEN!');
862. 0000
                       END;
863. 0000
                UNTIL B = 13
                     WUNSCH = ^4
364. 0000
                IF
865, 9999
                THEN BEGIN
866, 0000
                       REPERT
867. 8888
                         WRITELN('WEITERE AUSKUENFTE ? (J, N) ');
868, 9099
                         READLN;
                         READ (AUSKUNFT);
869, 9000
879. 9999
                              AUSKUNFT = 'J'
871. 0000
                         THEN AUSKUNFTSSYSTEM;
872. 0000
                       UNTIL AUSKUNFT = 'N';
873, 0000
                WRITELN('HABEN SIE WEITERE WUENSCHE? (J,N)');
874. 0000
875. 9999
                READLN
876. 0000
                READ(WEITER);
877. 9999
              END;
278.0000 999:
879,0000 END (* UBAHN *).
```

Das PASCAL-Programm zum Projekt hat 850 Zeilen

Projekt "U-Bahn-Auskunftssystem", Teil 1, in LOGIN 1981, Heft 4

Projekt "U-Bahn-Auskunftssystem", Teil 2, in LOGIN 1982, Heft 1

Beteiligt: 7 Schüler – 6 Schüler

Mathematik: Modellbildung, Tabellen, Adjazenzmatrizen, Rechnen

mit Matrizen, Graphenstrukturen, Minimierung

Informatik: Modellbildung, Top down-Entwurf, Datenbank,

Arbeiten in Listen, Datensätze, Modularisierung,

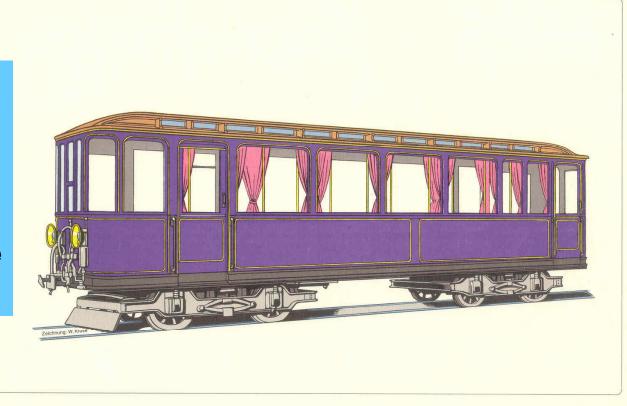
Struktogramme, Programmierung,

"Kaiserwagen" 1899

Informatikprojekt

Fachübergreifend

Geschichte Spurensuche



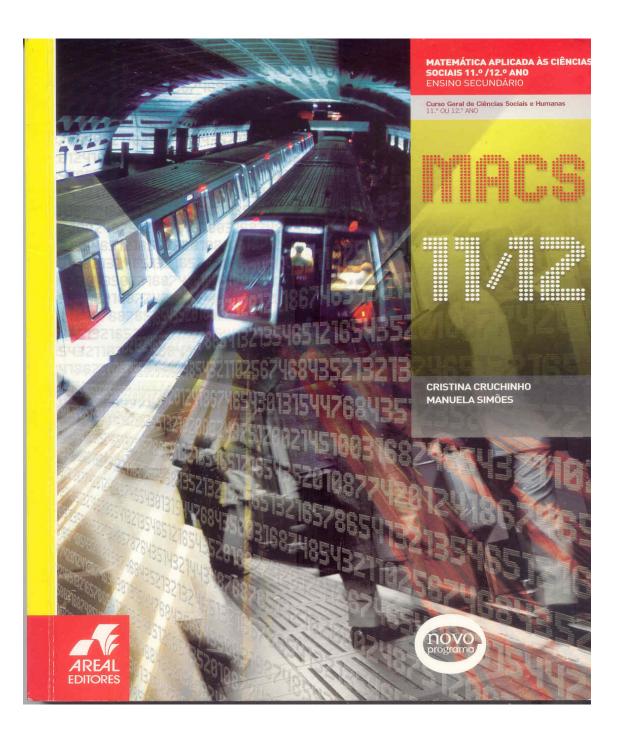
Der sogenannte "Kaiserwagen" war als erster Probewagen für die Berliner Hoch- und Untergrundbahn bereits 1899 von der Waggonfabrik van der Zypen & Charlier in Köln gebaut worden. In ihm fuhr Kaiser Wilhelm II. am 16. März 1908 vom Leipziger Platz bis Reichskanzlerplatz und eröffnete damit die Strecke nach Westend. Später fand er als Arbeitswagen (Bereisungswagen) Verwendung.

2. KUNSTBEILAGE FÜR DIE ABONNENTEN DER BERLINER MORGENZEITUNG DER TAGESSPIEGEL

Kaiser Wilhelm II fuhr damit 1908 von Leipziger Platz bis Reichskanzlerplatz

Etwa 1981





TEMA 1

Ca. 80 Seiten

MODELOS MATEMATICOS

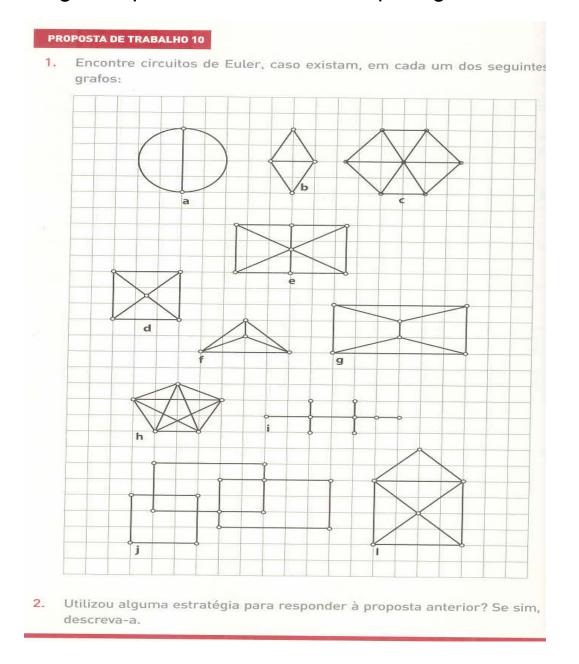
Matematica aplicada as ciencias sociais – curso geral de ciencias sociais e humanas 11 ou 12 ano

1. Modelos de Grafos 1.1. Introdução. Noções Básicas de Grafos	Modelos de Probabilidade	Inferencia Estatistica	50
2. Modelos Populacionais 2.1. Introdução 2.2. Conceitos Básicos 2.3. Crescimento Linear 2.4. Crescimento Exponencial 2.5. Crescimento Logarítmico		Sek1-Lehrplan Berlin.pdf	64 65 68 70 78
2.6. Crescimento Logístico			92

U-Bahnnetz in Lissabon



Einige Graphenstrukturen in dem portugiesischen Schülerbuch MAC 11/12



Eulerkreise?