

## Landkarten

Für die Darstellung staatenspezifischer Kennwerte können Landkarten erstellt werden, in denen die einzelnen Staaten

- einerseits nur schemenhaft, z. B. in Form von Kreisen,
- andererseits die Größe der Staaten nicht proportional zur Fläche der Staaten, sondern zur Größe des jeweiligen Kennwertes dargestellt werden.

Beispiel:

Abbildung 1 zeigt eine schematische Darstellung Deutschlands und seiner Nachbarstaaten. Der Kennwert ist dabei die Fläche der jeweiligen Staaten, wie es auf Karten meist der Fall ist. Abbildung 2 zeigt die gleichen Staaten, allerdings wird die Größe der Staaten jetzt nicht im Verhältnis zu ihrer Fläche, sondern zum gesamten Bierkonsum des Staates dargestellt. Der Kennwert ist hier also der Gesamtbeerkonsum:

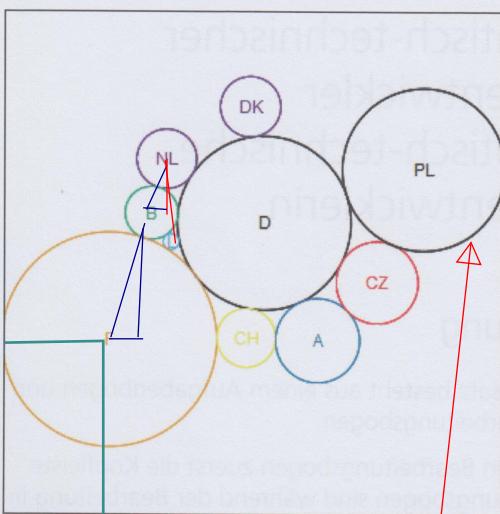


Abbildung 1: Fläche Deutschlands und der Nachbarstaaten

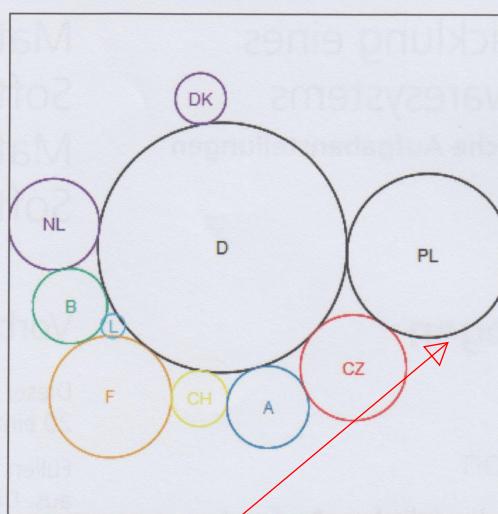


Abbildung 2: Bierkonsum in Deutschland und den Nachbarstaaten

Man erkennt am Vergleich der beiden Karten, dass in Frankreich deutlich weniger Bier getrunken wird als z. B. in Deutschland oder Tschechien.

## Aufgabe

Ihre Aufgabe bei der MATSEgraphie AG ist die Erstellung solcher schemenhaften Karten auf Basis vorgegebener Kennwerte (Ausgangspunkt) ist dabei immer die reale Lage der Staaten (angegeben durch den Mittelpunkt/Schwerpunkt), die realen Nachbarschaftsbeziehungen sowie der jeweils darzustellende Kennwert.

Die Darstellung der Karte ist umso besser, je mehr reale Nachbarschafts- und Lagebeziehungen erhalten bleiben. In den obigen Beispielen werden alle Nachbarschafts- und Lagebeziehungen (im Wesentlichen) korrekt dargestellt, so befindet sich Frankreich beispielsweise weiter im Südwesten von Deutschland und grenzt an Belgien, Luxemburg, die Schweiz und eben Deutschland. Die Koordinaten der einzelnen Staaten werden durch die Darstellung der Kennwerte in der Regel verfälscht, wie man beispielsweise oben an den unterschiedlichen Mittelpunkten der Kreise für die Niederlande gut sehen kann. Deshalb ist die numerische Größenordnung der Koordinaten im Ergebnis beliebig änderbar und die x- und y-Achse werden bei der Darstellung ausgeblendet. Die Qualität der Karte misst sich bei der Darstellung der Kennwerte allein an der möglichst guten Wiedergabe der realen Nachbarschafts- und Lagebeziehungen. Es kann allerdings vorkommen, dass nicht alle Lage- und Nachbarschaftsbeziehungen darstellbar sind. Die folgenden Beispiele nutzen wieder die Fläche der Staaten als Kennwert und zeigen die Staaten Mitteleuropas:

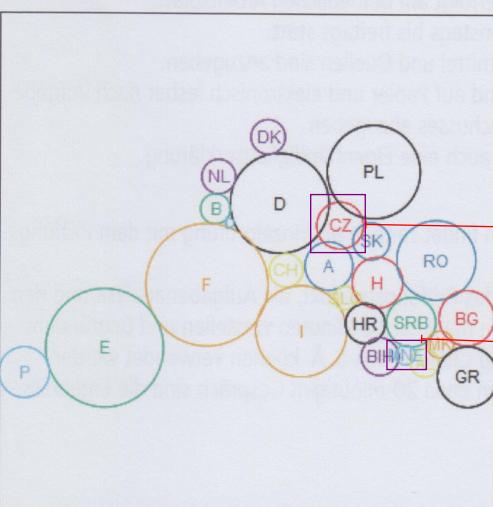


Abbildung 3: Fläche der Staaten Mitteleuropas 1

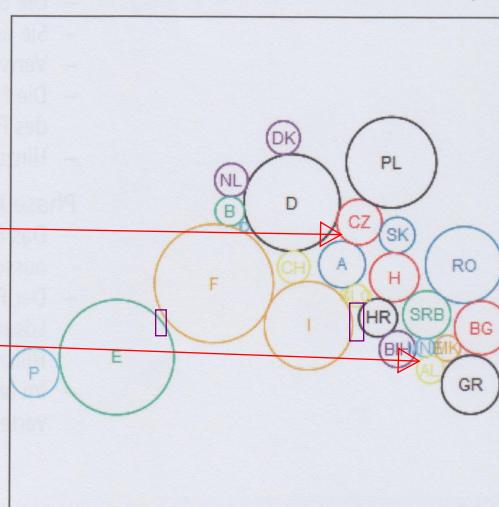
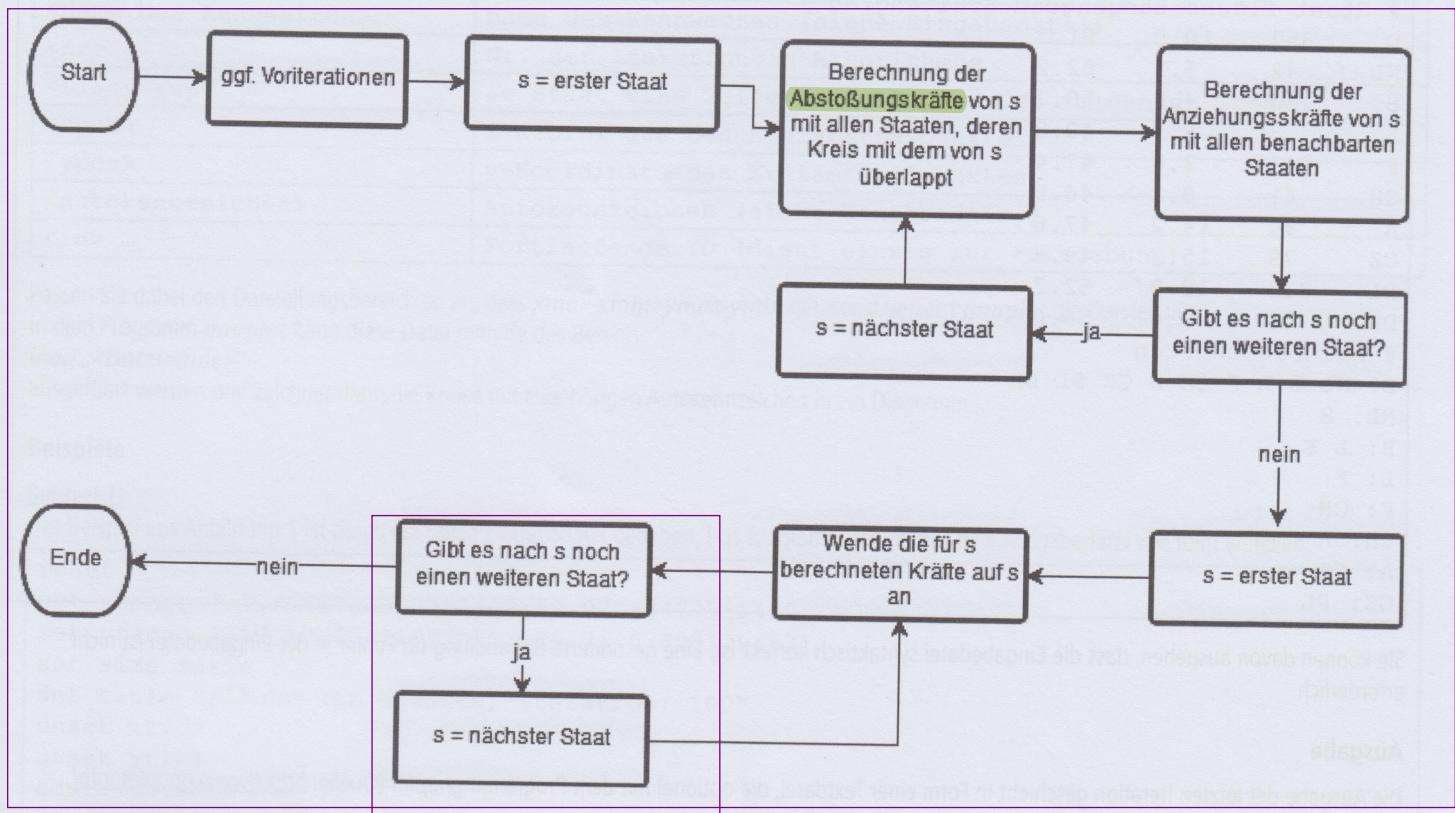


Abbildung 4: Fläche der Staaten Mitteleuropas 2

Man erkennt in Abbildung 3, dass sich die Darstellung von Tschechien (CZ) mit den umgebenden Kreisen überschneidet. Anderseits berühren sich die umgebenen Staaten nicht, obwohl sie Nachbarn sind. Abbildung 4 ist eine alternative Darstellung, bei der bei der Bestimmung der Kreismittelpunkte einerseits mehr Wert auf das Vermeiden der Überschneidungen gelegt wurde, andererseits aber auch größere Abstände benachbarter Staaten (z. B. Polen und Deutschland) in Kauf genommen wurden. Die beiden Abbildungen zeigen, dass die geforderte einfache Darstellung mit Kreisen nicht immer exakt alle Nachbarschaftsbeziehungen darstellen kann.

Die wesentliche Schwierigkeit des Algorithmus ist die Bestimmung der Mittelpunkte der Kreise. Als Ansatz kann dazu ein Iterationsverfahren verwendet werden, dessen einzelne Iterationen folgender Idee entsprechen:



Die erwähnten Abstoßungskräfte ergeben sich dabei, wenn die zu zwei Staaten gehörigen Kreise sich überschneiden. Die Kräfte wirken immer in die vom anderen Kreismittelpunkt entgegengesetzte Richtung und sind umso größer je größer die Überschneidung der beiden Kreise ist. Die erwähnten Anziehungskräfte ergeben sich, wenn die zu zwei laut Vorgabe benachbarten Staaten gehörigen Kreise sich nicht berühren. Die Kräfte wirken immer zum anderen Kreismittelpunkt hin und sind umso größer je größer der Abstand der beiden Kreise ist. Wie im Programmablaufplan zu sehen ist, müssen diese Kräfte zuerst alle berechnet werden. Erst anschließend wendet man die Kräfte an, indem man die Kreis(mittelpunkt)e gemäß der Kräfte verschiebt. Es bietet sich zum Beispiel an, die Anziehungs- und Abstoßungskräfte zwischen zwei Kreisen je Hälfte auf beide Kreise anzuwenden. Voriterationen – wie im Ablaufdiagramm erwähnt – können das Ergebnis positiv beeinflussen. Je nach Testfall kann es z. B. im Falle sehr starker Überschneidungen der Staaten in direkter Folge der Eingabedaten lohnen, die Staaten zunächst einmal auseinander zu schieben, um die Überschneidungen zu reduzieren.

## Eingabe

In der Eingabedatei wird zunächst der Name des Kennwertes angegeben, der später in der Ausgabe übernommen wird. Es folgen zeilenweise die Staaten mit den jeweiligen Werten (Autokennzeichen, Kennwert, geografische Länge in °, geografische Breite in °) wie unten im Beispiel angegeben. Anschließend folgen die Nachbarschaftsbeziehungen zeilenweise, wobei die Angabe grundsätzlich bidirektional zu verstehen ist, d. h. ist ein Staat A ein Nachbar von Staat B, so ist automatisch B auch Nachbar von A. Ab dem Zeichen „#“ ist der Rest einer Zeile als Kommentar zu werten.

```
Fläche der Staaten
# Staat Fläche Längengrad Breitengrad
D    357    10.0   51.3
NL   42     5.3    52.2
B    33     4.8    50.7
L    3      6.1    49.8
F    544    2.8    47.4
CH   41     8.2    46.9
A    84     14.2   47.6
CZ   79     15.3   49.8
PL   313    18.9   52.2
DK   43     9.6    56.0
# Nachbarschaften
D: NL B L F CH A CZ PL DK
NL: B
B: L F
L: F
F: CH
CH: A
A: CZ
CZ: PL
```

Sie können davon ausgehen, dass die Eingabedatei syntaktisch korrekt ist. Eine gesonderte Behandlung für Fehler in der Eingabedatei ist nicht erforderlich.

## Ausgabe

Die Ausgabe der letzten Iteration geschieht in Form einer Textdatei, die optional mit dem Programm *gnuplot* (Quelle: <http://www.gnuplot.info/>, ab Version 5) visualisiert werden kann. Die allgemeine Form soll lauten:

```
reset
set xrange [<xmin>:<xmax>]
set yrange [<ymin>:<ymax>]
set size ratio 1.0
set title "<Name des Kennwertes>, Iteration: <nr>"
unset xtics
unset ytics
$data << EOD
<Liste aus <xpos> <ypos> <radius> <autokennzeichen> <id> >
EOD
plot \
'$data' using 1:2:3:5 with circles lc var notitle, \
'$data' using 1:2:4:5 with labels font "arial,9" tc variable notitle
```

Die Tags in der linken Spalte sollen dabei von Ihnen durch die jeweiligen Werte ersetzt werden. Im Einzelnen sind das:

Tag	Inhalt
<xmin>	Kleinster x-Wert im Darstellungsbereich
<xmax>	Größter x-Wert im Darstellungsbereich
<ymin>	Kleinster y-Wert im Darstellungsbereich
<ymax>	Größter y-Wert im Darstellungsbereich
<Name des Kennwertes>	Name des Kennwertes (siehe Eingabedatei)
<nr>	Nr. der Iteration im Algorithmus
<Liste aus ... >	Je Staat eine Zeile unter Angabe der folgenden Größen:
<xpos>	x-Koordinate des Kreismittelpunktes
<ypos>	y-Koordinate des Kreismittelpunktes
<autokennzeichen>	Autokennzeichen (siehe Eingabedatei)
<id>	Fortlaufende ID (dient einzig zur Farbgebung)

Passen Sie dabei den Darstellungsbereich so an, dass  $xmax-xmin=ymax-ymin$  gilt, sonst verzerrt *gnuplot* die Darstellung.

In dem Programm *gnuplot* kann diese Datei mithilfe des Befehls

*load „<Dateiname>“*

ausgeführt werden und zeichnet dann die Kreise mit zugehörigen Autokennzeichen in ein Diagramm.

## Beispiele

### Beispiel 1:

Das Beispiel aus Abbildung 1 ist durch die obige Eingabedatei gegeben. Das Programm soll daraus eine Ausgabedatei wie folgt erstellen:

```

reset
set xrange [-1.6768708922754403:59.97843477951422]
set yrange [117.10937312950517:178.76467880129482]
set size ratio 1.0
set title "Fläche der Staaten, Iteration: 100"
unset xtics
unset ytics
$data << EOD
30.438864119050862 152.73557977809224 10.660048281673648 D 0
18.43880887779934 160.54316605183638 3.656366395715726 NL 1
16.614607057837105 153.89137982415392 3.2410224072142872 B 2
18.99936258255788 150.36949557013983 0.9772050238058398 L 3
11.482178392683641 138.34467959429173 13.159049284959082 F 4
28.25134945592923 138.631580241078 3.6125759969217834 CH 5
37.0300335950486 138.34200939167803 5.170882945826411 A 6
44.320214866432494 145.45522694169657 5.014626706796775 CZ 7
49.99690211285793 159.33542931270318 9.981532666656284 PL 8
28.69335573980313 166.9887831113014 3.6996385101659595 DK 9
EOD
plot \
'$data' using 1:2:3:5 with circles lc var notitle, \
'$data' using 1:2:4:5 with labels font "arial,9" tc var notitle

```

Die x- und y-Werte können dabei abweichend sein, da Verschiebungen und Skalierungen nicht eindeutig sind.

Die Ausführung dieser Datei in *gluplot* führt dann zu Abbildung 1.

### Beispiel 2:

Das Beispiel aus Abbildung 2 ist durch folgende Eingabedatei gegeben:

```
Bierkonsum
# Staat Bierkonsum Längengrad Breitengrad
D 8692 10.0 51.3
NL 1156 5.3 52.2
B 781 4.8 50.7
L 80 6.1 49.8
F 2077 2.8 47.4
CH 440 8.2 46.9
A 945 14.2 47.6
CZ 1573 15.3 49.8
PL 3724 18.9 52.2
DK 360 9.6 56.0
# Nachbarschaften
D: NL B L F CH A CZ PL DK
NL: B
B: L F
L: F
F: CH
CH: A
A: CZ
CZ: PL
```

Das Programm soll daraus eine Ausgabedatei wie folgt erstellen (x- und y-Werte können wieder abweichen):

```
reset
set xrange [40.41226597678614:252.16344891595293]
set yrange [556.6557194346734:768.4069023738401]
set size ratio 1.0
set title 'Bierkonsum, Iteration: 100"
unset xtics
unset ytics
$data << EOD
130.75856996179104 670.329507873215 52.59990048193541 D 0
59.59471181740985 679.7321956580033 19.182445840623714 NL 1
66.53769288230933 645.479274353041 15.767054928221077 B 2
84.75134919056445 637.0701789711383 5.046265044040321 L 3
83.77426794173593 607.1563881460903 25.71244122217362 F 4
121.31698596446444 606.5905583829117 11.834540545406394 CH 5
150.2939418794983 603.1694594234998 17.343668655843324 A 6
186.29225933877672 619.956411285807 22.376359198205208 CZ 7
217.73401360039136 667.2672385803339 34.42943531556155 PL 8
121.23658567357688 732.9139301876803 10.704744696916627 DK 9
EOD

plot \
'$data' using 1:2:3:5 with circles lc var notitle, \
'$data' using 1:2:4:5 with labels font "arial,9" tc var notitle
```

Die Ausführung dieser Datei in gnuplot führt dann zu Abbildung 2.

### Beispiel 3:

Das Beispiel aus Abbildung 3 und Abbildung 4 ist durch folgende Eingabedatei gegeben:

#### Fläche der Staaten

# Staat Fläche Längengrad Breitengrad

D	357	10.0	51.3
NL	42	5.3	52.2
B	33	4.8	50.7
L	3	6.1	49.8
F	544	2.8	47.4
CH	41	8.2	46.9
A	84	14.2	47.6
CZ	79	15.3	49.8
PL	313	18.9	52.2
DK	43	9.6	56.0
E	506	-3.7	40.5
P	92	-8.2	39.6
I	301	11.7	43.2
SLO	20	14.7	46.1
SK	49	19.7	48.8
H	93	19.2	47.1
HR	57	16.0	45.2
BIH	51	17.8	44.2
SRB	88	20.8	44.1
MNE	14	19.2	42.8
MK	26	21.7	41.6
AL	29	19.9	41.3
RO	228	25.0	45.9
BG	111	25.2	42.7
GR	132	22.9	39.5

#### # Nachbarschaften

D: NL B L F CH A CZ PL DK

NL: B

B: L F

L: F

F: CH E I

CH: A I

A: CZ SLO I SK H

CZ: PL SK

PL: SK

E: P

I: SLO

SLO: H HR

SK: H

H: HR SRB RO

HR: BIH SRB

BIH: SRB MNE

SRB: MNE MK RO BG AL

MNE: AL

MK: AL GR BG

AL: GR

RO: BG

BG: GR

Die Ausführung der zugehörigen Ausgabedatei in gluplot führt dann z. B. zu Abbildung 3 bzw. Abbildung 4.