

Aufgabe 1 Siedler

Teilnehmer-ID: ???

Bearbeiter dieser Aufgabe:

Daniel Hohmann

April 11, 2024

Inhaltsverzeichnis

1	Loesungsidee	2
1.1	Geometrisches Optimierungsproblem	2
1.2	platzieren der Doerfer	2
1.2.1	Raycastalgorithmus	2
1.3	Bruteforce	4
1.4	Innenkreis	4
1.5	Raster algorithmus	4
1.6	End Algorithmus idee	5
2	Umsetzung	5
2.1	Erste schritte und fehler	5
2.1.1	raster algorithmus	5
2.1.2	kreis algoihtmus	6
2.2	Die End Umsetzung	7
2.2.1	Geometrie.h: Geometriesche funktionen klasse Point, Polygon	7
2.2.2	Klasse Point	7
2.2.3	Klasse Polygon	7
2.2.4	Hauptprogramm/Hauptalgorithmus	8
2.2.5	Erweiterung des Programms, der Plot des Polygons samt doerfern	9
3	Beispiele	10
3.0.1	siedler1.txt	10
3.0.2	siedler2.txt	14
3.0.3	siedler3.txt	17
3.0.4	siedler4.txt	24
3.0.5	sielder5.txt	29
4	Quellcode	34
4.1	Geometrie.h	34
4.2	main.cpp	38

1 Loesungsidee

1.1 Geometrisches Optimierungsproblem

Bei der Aufgabe handelt es sich um ein Geometrisches optimierungsproblem. Wo das Problem darin liegt, den Besten Punkt innerhalb eines Polygons zu finden wo man ein Gesundheitszentrum errichten kann. Der Punkt muss die Bedingung erfüllen. Wenn ich ihn als Mittelpunkt eines Kreises benutze. Und ich einen Radius von 85km um ihn herumziehe, und den Kreis mit Doerfern fülle. Die alle einen Abstand von 10km zueinander haben, und im Polygon liegen Damit sich die Krankheiten nicht übertragen werden.

Die nächste Aufgabe wäre dann das Restliche Polygon noch mit Doerfern zu füllen fuer die aber gilt das sie einen Abstand von 20km zueinander haben müssen.

1.2 platzieren der Doerfer

Wenn ich den besten Platz gefunden habe, kann ich die Doerfer in Abständen von 10km platzieren, indem ich bei einem Radius von 10 anfangen und bis zu einem Radius von 80 hochzähle in 10er Schritten. Um nun die Punkte des Kreises zu berechnen:

Algorithmus umfang Punkte 1 Trigonometrische Funktionen

```
funktion punkte(centroid, polygon, distance)
    umfang_punkte = []
    for radius = 10 solange radius kleiner als 85 addiere zum radius 10
        umfang = 2 * pi * radius
        anzahl_punkte = (umfang/distance)

        for i solange i kleiner als anzahl_punkte addiere zu i 1
            winkel = (2 * pi * i)/anzahl_punkte
            x = centroid.x + radius * cos(winkel)
            y = centroid.y + radius * sin(winkel)
            wenn der punkt(x,y) im polygon liegt
                umfang_punkte.append(punkt(x,y))
```

so bekommen wir die Punkte die auf dem Umkreis des Kreises liegen. Um die Punkte fuer die nächsten Radien zu bestimmen, müssen wir lediglich den Radius erhöhen um 10 solange bis wir bei 80 angekommen sind. So wie in dem pseudo code veranschaulicht. Um die restlichen Doerfer danach im Abstand von 20km zu platzieren, kann ich auch die obige Funktion benutzen nur das ich eben bei dem Radius von 100 anfangen. Dadurch erreiche ich das der Abstand 20 ist und kann so weitermachen. Das einzige was ich im code noch ergänzen müsste ist ein weiteres if-Statement das schaut ob der Kreis noch das Polygon schneidet. Oder alternativ schauen ob ich noch einen Punkt auf dem Polygon mit dem gegebenen Radius platzieren kann, wenn nicht bricht das Programm ab. Das würde man dann aber eher mit einer while-do schleife realisieren.

1.2.1 Raycastalgorithmus

Ein wichtiges Problem was bis jetzt entsteht ist, wie kann ich schauen ob eben ein Punkt innerhalb des Polygons liegt oder nicht?. das Problem kann man mit Hilfe des raycastalgorithmus beheben werden man schaut ob ein Punkt innerhalb des Polygons liegt. Die Funktionsidee ist, das ich einen Punkt habe und von diesem Punkt aus versende ich Strahlen(rays), dann schaue ich wie oft dieser Strahl die Kanten meines Polygons schneidet. wenn die Anzahl ungerade

ist, liegt der Punkt innerhalb des Polygons. Ist die Anzahl jedoch Grade, liegt der Punkt ausserhalb des Polygons. Das heisst gegeben werden muss sein, mein Punkt den ich prüfen will $p(x_p|y_p)$ und mein Polygon $\{(x_i, y_i)\}_{i=0}^{n-1}$, hier steht n fuer die Anzahl der Eckpunkte. als naechstes initialisiere ich mein Counter intersectionCount mit 0.

Als naechstes lassen wir eine Schleife ueber alle Kanten des Polygons laufen, fuer jede Kante des Polygons gilt (P_i, P_{i+1}) , wobei $P_i = (x_i, y_i)$, $P_{i+1} = (x_{i+1}, y_{i+1})$:

Jetzt ueberpruefen wir jede Kante ob die horizontale Linie durch p schneidet.

Danach Bestimmen wir die y -Koordinaten der Kantenenden: y_i, y_{i+1} .

Nun ueberpruefen wir ob p zwischen P_i und P_{i+1} liegt oder andersherum ($y_i > y_p \neq (y_{i+1} > y_p)$).

Wenn nun die Kante die horizontale Linie schneidet berechne ich den x -Wert des Schnittpunkts der Kante $x_{\text{intersect}}$ was die horizontale Linie durch p ist:

$$x_{\text{intersect}} = x_i + (y_{i+1} - y_i) \frac{(x_{i+1} - x_i) * (y_p - y_i)}{y_{i+1} - y_i}$$

Als naechstes schauen wir das wenn $x_{\text{intersect}} > x_p$ zaehlen wir unseren intersectionCount um eins hoch.

Zum Schluss schauen wir dann wie hoch unser intersectionCount ist. wenn er ungrade ist liegt der Punkt im Polygon ist der Grade liegt der Punkt nicht im Polygon. Das sind alle wichtigen wesentlichen Funktionen, die fuer mein Algorithmus wichtig sind. zum visuellen Verstaendnis habe ich noch eine Veranschaulichungs-Bild.

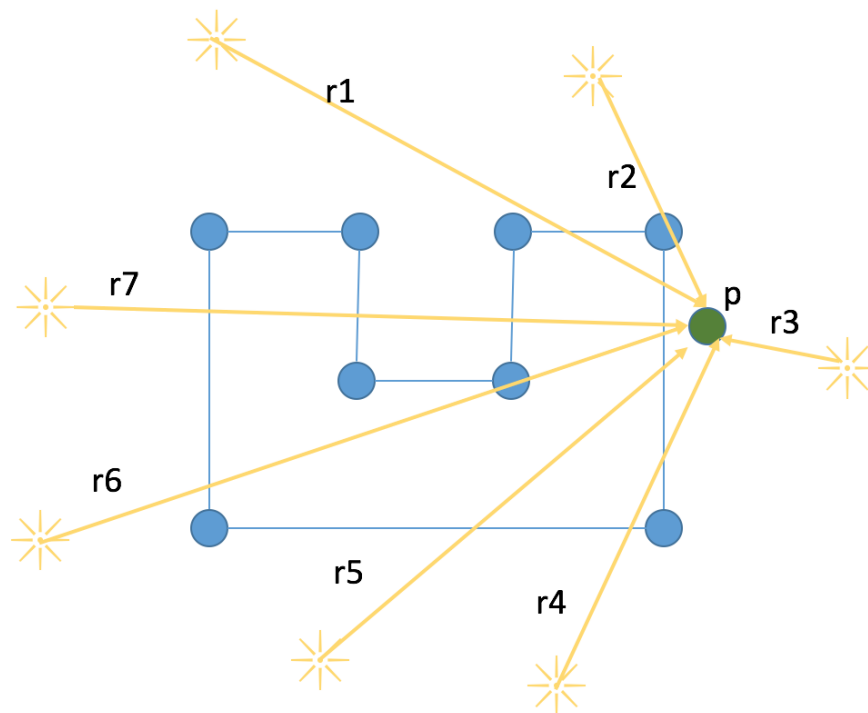


Figure 1: Darstellung Raycastalgorithmus innerhalb eines Polygons, Quelle: <https://kennycason.com/posts/2017-04-11-ray-casting.html>

1.3 Bruteforce

Der vermutlich einfachste weg der Mir einfaellt, waere es so lange zufaellige zahlen im bereich der min x,y und max x,y Koordinaten des Polygons zu generieren, bis man zweimal hintereinander Koordinaten generiert hat die wo sich der wert der punkte die innerhalb des Polygons liegen nicht aendert.

Algorithmus 1 Brutforce

```
funktion brutforce(x,y)
  counter = 0
  do while true
    x = zufaelliger wert > min x && < max x
    y = zufaelliger wert > min y && max y
    counter = aufruf funktion zum Berechnen der anzahl der Punkte(x,y)

    wenn counter == counter, zweimal hintereinander
  return x,y
```

Das Problem an dem ansatz ist natuerlich das ich wen ich pech habe zweimal den gleichen Punkt bekomme, oder aber ein punkt der sehr nahe am anderen liegt. Und der algorithmus deshalb nicht funktioniert. Abgesehen davon haben wir im worst case eine extrem lange laufzeit.

1.4 Innenkreis

eine Theoretisch bessere Idee die ich gefunden habe, ist es den innenkreis eines Polygons zu Berechnen. Der Innenkreis eines Polygons ist der kreis, mit dem groest moeglichen radius der innerhalb eines polygons liegt. Das Problem daran ist aber, das es nur bei regelmaessigen Polygonen funktioniert. Und bei unregelmaessigen Polygonen sogut wie unmoeglich ist den Innenkreis zu berechnen. damit ist die Idee sofort weckgefallen da min. zwei der Bsp. Polygone unregelmaessig sind.

1.5 Raster algorithmus

Ein weitaus besserer ansatz war meiner meinung nach der Rasteralgorithmus. Also ein Raster ueber das Polygon zu legen, und dann einfach den Punkt zu finden der am meisten Punkte mit einem radius von 85 Einheiten halten kann.

Algorithmus 2 Raster

```
funktion raster(polygon)
  points_x = []
  points_y = []
  x_werte = []
  y_werte = []
  for i in reichweite anzahl x werte der kanten des polygon
    x_werte.append(polygon.x)
  for i in reichweite anzahl y werte der kanten des polygon
    y_werte.append(polygon.y)
```

```

min_x = min(x_werte)
min_y = min(y_werte)
max_x = max(x_werte)
max_y = max(y_werte)

for min_x in reichweite max_x step Bsp. 10
    points_x.append(min_x)
for min_y in reichweite max_y step Bsp. 10
    points_x.append(min_y)

```

jezt nur noch schauen ob der punkt im polygon liegt wen ja lass ihn in der liste wenn nein nimm ihn raus

Am ende erhalten wir ein raster von Punkten, die ueber das Polygon im abstand von 10 Einheiten verteilt sind. jetzt koennte man die punkte alle durchgehen, und schauen welcher punkt die meisten punkte im radius von 85 Einheiten halten kann, und diesen punkt als Gesundheitszentrum setzen. Das Problem an diesem Ansatz ist das je geaener wir den optimalen punkt haben wollen, desto kleiner muss der abstand zwischen den Rasterpunkten werden. Je kleiner die Rasterpunkte werden je laenger dauert es sie alle durch zu iterieren. Das heist im volgeschluss das der Algorithmus nur fuer kleinste Polygone geeignet waere wenn ueberhaupt.

1.6 End Algorithmus idee

Meine End idee um den bestenpunkt innerhalb eins polygons zu bestimmen

Quellen:

- [1] Raycasting, <https://de.wikipedia.org/wiki/Raycasting>
- [2] Checking if a point is inside a polygon is RIDICULOUSLY simple (Ray casting algorithm) - Inside code (YouTube video), <https://www.youtube.com/watch?v=RSXM9bgqxJM>

2 Umsetzung

2.1 Erste schritte und fehler

2.1.1 raster algorithmus

ich habe viele probleme mit der umsetzung. Das groeste problem ist es, den optimalsten punkt innerhalb des polygons zu finden. So das ich moeglichst viele doerfer im abstand von 10km platzieren kann.

Meine erste idee war es, irgendwie ein raster ueber das polygon zu legen. So das ich nur noch schauen muss bei welchem rasterpunkt ich am meisten rasterpunkte im radius von 85km habe. Dass muestte dann auch der Beste platz sein, wo ich das Gesundheitszentrum platzieren kann.

Dafür habe ich mir einfach den kleinsten x und y wert, und den größten x und y wert gesucht. danach musste ich nur noch in meinem Gewünschten abstand nach oben zählen, von den kleinsten werten aus bis zu den größten. Damit hatte ich am ende ein raster von Punkten ueber das ganze Polygon. Damit ich nur die Punkte habe die auch wirklich im polygon liegen, hab ich einfach mit einem raycast algorithmus geschaut welcher punkt im polygon liegt und welcher nicht, der kommt auch in meinem finalen Programm zum einstaz heist ich erlautere ihn später noch mal genau.

Der ansatz hat auch am Ende funktioniert aber das Problem ist das wenn ich den abstand zu den rasterpunkten bestimme, am anfang also als Bsp.5 oder aber auch 1, dann habe ich zwar da die punkte. Und ich kann die auch durchiterieren, aber ich würde genau wegen den rasterpunkten, nie den genauen punkt finden.

Je geringer ich den abstand der punkte mache, desto genauer ist logischerweise auch das ergebnis geworden. Aber um so länger war auch die rechenzeit, die mein Rechner gebraucht hat. So das ich irgendwann bei einem Rasterpunkte abstand von 0.001 bei weit ueber einer stunde war. zudem muss ich nach dem rastern noch schauen, welcher der Punkte nun wirklich im Polygon lag und welcher eben nicht.

2.1.2 **kreis algorihtmus**

Ich habe versucht Bei meiner anderen umsetzung, den Besten platz mithilfe von Kreisen zu finden. Auf die idee bin ich gekommen als ich im Internet geschaut habe, was man alles beim polygon berechnen kann. Dabei bin ich auf den Innenkreis des Polygons gestossen, der den größten kreis innerhalb eines polygons darstellt.

wenn ich es dann noch schaffen würde den mittelpunkt des kreises zu bestimmen habe ich gewonnen. Das ganze hat am ende nicht so gut funktioniert, da ein paar der Bsp. Polygone unregelmässige polygone sind. wo es schwer bis gar unmöglich ist den innernkreis zu berechnen. Zudem ist mir als Problem aufgefallen das wenn ich versuche den mittelpunkt zu bestimme der punkt nie ganz genau ist.

2.2 Die End Umsetzung

2.2.1 Geometrie.h: Geometrische funktionen klasse Point, Polygon

2.2.2 Klasse Point

Um alles auch ordentlich darzustellen im code habe ich eine Geometrie.h datei erstellt, die alle Funktionen fuer die verarbeitung und die darstellung von Polygonen und Punkten enthaelt

Die Datei enthaelt eine klasse *Point*, die Aufgabe dieser klasse ist es, einfach ein Punkt darzustellen also zwei werte vom typ double. zudem hat die klasse *Point* zwei funktionen, die Erste ist es den x-wert eines punktes wiederzugeben (*getX()*), die zweite funktion soll den y-wert eines punktes wiedergeben (*getY()*).

2.2.3 Klasse Polygon

Die Klasse *Polygon* hat im Grunde die Aufgabe, ein Polygon darzustellen. wobei hier das Polygon im endefekt nichts anderes ist wie ein vector aus *Point*'s. mit eine der wichtigsten Funktionen ist die Funktion *centroid* Bestimmt den schwerpunkt des Polygons das ich spaeter fuer den Hauptalgorithmus brauche die Funktion *centroid* macht im endefekt nicht anderes als als erstes die flaeche des polygons mithilfe der Gauss'schen Trapezformel zu Berechnen. fuer die gilt:

$$\text{area} = \frac{1}{2} \left| \sum_{i=1}^n (x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i) \right|$$

Hierbei wird P_{n+1} als P_1 behandelt, d.h., $x_{n+1} = x_1$ und $y_{n+1} = y_1$. Der Schwerpunkt (cx, cy) des Polygons wird dann berechnet als:

$$cx = \frac{1}{6 \cdot \text{area}} \sum_{i=0}^{n-1} (x_i + x_{i+1}) \cdot (x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i)$$

$$cy = \frac{1}{6 \cdot \text{area}} \sum_{i=0}^{n-1} (y_i + y_{i+1}) \cdot (x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i)$$

Hierbei wird P_n als P_0 behandelt, d.h., $x_n = x_0$ und $y_n = y_0$.

Die naechste wichtige funktion der Klasse Polygon ist die Funktion *isInsidePolygon*. Diese funktion schaut ob ein punkt innerhalb des Polygons liegt.

Dies tut die Funktion mithilfe eines raycastalgorithmus. Die funktions idee ist das ich ein punkt habe und von diesem punkt aus versende ich strahlen(rays), dann schaue ich wie oft dieser strahl die kanten meines polygons schneidet. wenn die Anzahl ungrade ist, liegt der Punkt innerhalb des Polygons. Ist die annzahl jedoch Grade liegt der Punkt ausserhalb des Polygons. Das heisst gegeben muessen sein, mein Punkt den ich pruefen will $p(x_p|y_p)$ und mein Polygon $\{(x_i, y_i)\}_{i=0}^{n-1}$, hier steht n fuer die anzahl der Eckpunkte.

als naechstes inzialisiere ich mein counter intersectionCount mit 0.

Als naechstes lassen wir eine schleife ueber alle kanten des Polygons laufen, fuer jede kante des Polygons gilt $(P_i, P_i + 1)$, wobei $P_i = (x_i, y_i)$, $P_i + 1 = (x_i + 1, y_i + 1)$:

Jetzt ueberpruefen wir jede kante ob die horizontale linie durch p schneidet.

Danach Bestimmen wir die y -Koordinaten der Kantenenden: $y_i, y_i + 1$.

Nun ueberpruefen wir ob p zwischen P_i und $P_i + 1$ liegt oder andersherum $(y_i > y_p) \neq (y_i + 1 > y_p)$.

Wenn nun die kannte die Horizontale linie schneidet berechne ich den x -wert des Schnittpunkts der kante $x_{\text{intersect}}$ was die horizontale Linie durch p ist:

$$x_{\text{intersect}} = x_i + (y_i + 1 - y_i) \frac{(x_i + 1 - x_i) * (y_p - y_i)}{y_i + 1 - y_i}$$

Als naechstes schauen wir das wenn $x_{\text{intersect}} > x_p$ zaehlen wir unseren intersectionCount um eins hoch.

Zum schluss schauen wir dann wie hoch unser intersectionCount ist. wenn er ungrade ist liegt der Punkt im Polygon ist der Grade liegt der Punkt nicht im polygon. Das sind alle wichtigen wesentlichen Funktionen, die fuer mein Algorithmus wichtig sind.

2.2.4 Hauptprogramm/Hauptalgorithmus

Mein Hauptprogramm ist jetzt so Aufgeabaut das ich als erstes die Daten vom Polygon aus einer .txt datei auslese, das erspart mir viel arbeit. Die funktion *readPointsFromFile* steht ebenfalls in meiner klasse Polygon. Die Funktion macht nichts anderes, wie zu der angegebenen datei zu gehen, von jeder zeile die x und y koordinaten zu nehmen und diese als Punkt in das Polygon zu speichern.

als naechstes suche ich mir ein punkt der relativ zentral im Polygon liegt! Meine wahl ist hier auf den Centroid(Masseschwerpunkt) gefallen da er je nach Polygon der Mittelpunkt sein kann, und wenn nicht liegt er denoch relativ zentral in der mitte. die x und y werte des Centroid(die Werte bekomme ich

durch meine funktion *centroid* aus der Klasse Polygon) speichere ich mir als meinen startwert ab.

2.2.5 Erweiterung des Programms, der Plot des Polygons samt doerfern

3 Beispiele

3.0.1 siedler1.txt

Gesundheitszentrum: (137.308|74.0449)

Doerfer innerhalb des Radiuses von dem Gesundheitszentrum:

Das 1Dorf liegt bei den koordinaten: (147.308|74.0449)

Das 2Dorf liegt bei den koordinaten: (142.308|82.7051)

Das 3Dorf liegt bei den koordinaten: (132.308|82.7051)

Das 4Dorf liegt bei den koordinaten: (127.308|74.0449)

Das 5Dorf liegt bei den koordinaten: (132.308|65.3846)

Das 6Dorf liegt bei den koordinaten: (142.308|65.3846)

Das 7Dorf liegt bei den koordinaten: (157.308|74.0449)

Das 8Dorf liegt bei den koordinaten: (154.628|84.0449)

Das 9Dorf liegt bei den koordinaten: (147.308|91.3654)

Das 10Dorf liegt bei den koordinaten: (117.308|74.0449)

Das 11Dorf liegt bei den koordinaten: (119.987|64.0449)

Das 12Dorf liegt bei den koordinaten: (127.308|56.7244)

Das 13Dorf liegt bei den koordinaten: (137.308|54.0449)

Das 14Dorf liegt bei den koordinaten: (147.308|56.7244)

Das 15Dorf liegt bei den koordinaten: (154.628|64.0449)

Das 16Dorf liegt bei den koordinaten: (167.308|74.0449)

Das 17Dorf liegt bei den koordinaten: (165.498|84.3055)

Das 18Dorf liegt bei den koordinaten: (160.289|93.3285)

Das 19Dorf liegt bei den koordinaten: (152.308|100.026)

Das 20Dorf liegt bei den koordinaten: (109.117|63.7843)

Das 21Dorf liegt bei den koordinaten: (114.326|54.7612)

Das 22Dorf liegt bei den koordinaten: (122.308|48.0641)

Das 23Dorf liegt bei den koordinaten: (132.098|44.5006)

Das 24Dorf liegt bei den koordinaten: (142.517|44.5006)

Das 25Dorf liegt bei den koordinaten: (152.308|48.0641)

Das 26Dorf liegt bei den koordinaten: (160.289|54.7612)

Das 27Dorf liegt bei den koordinaten: (165.498|63.7843)

Das 28Dorf liegt bei den koordinaten: (177.308|74.0449)

Das 29Dorf liegt bei den koordinaten: (176.051|83.9925)

Das 30Dorf liegt bei den koordinaten: (172.36|93.315)

Das 31Dorf liegt bei den koordinaten: (166.466|101.427)

Das 32Dorf liegt bei den koordinaten: (158.741|107.818)
Das 33Dorf liegt bei den koordinaten: (100.117|59.3199)
Das 34Dorf liegt bei den koordinaten: (104.947|50.5335)
Das 35Dorf liegt bei den koordinaten: (111.811|43.2243)
Das 36Dorf liegt bei den koordinaten: (120.277|37.8518)
Das 37Dorf liegt bei den koordinaten: (129.812|34.7534)
Das 38Dorf liegt bei den koordinaten: (139.819|34.1238)
Das 39Dorf liegt bei den koordinaten: (149.668|36.0026)
Das 40Dorf liegt bei den koordinaten: (158.741|40.2718)
Das 41Dorf liegt bei den koordinaten: (166.466|46.663)
Das 42Dorf liegt bei den koordinaten: (172.36|54.7747)
Das 43Dorf liegt bei den koordinaten: (176.051|64.0973)
Das 44Dorf liegt bei den koordinaten: (187.308|74.0449)
Das 45Dorf liegt bei den koordinaten: (186.284|84.1098)
Das 46Dorf liegt bei den koordinaten: (183.256|93.7627)
Das 47Dorf liegt bei den koordinaten: (178.346|102.608)
Das 48Dorf liegt bei den koordinaten: (171.756|110.285)
Das 49Dorf liegt bei den koordinaten: (163.756|116.477)
Das 50Dorf liegt bei den koordinaten: (89.6007|59.0767)
Das 51Dorf liegt bei den koordinaten: (93.5904|49.7798)
Das 52Dorf liegt bei den koordinaten: (99.3698|41.4762)
Das 53Dorf liegt bei den koordinaten: (106.702|34.5061)
Das 54Dorf liegt bei den koordinaten: (115.288|29.1546)
Das 55Dorf liegt bei den koordinaten: (124.775|25.641)
Das 56Dorf liegt bei den koordinaten: (134.775|24.109)
Das 57Dorf liegt bei den koordinaten: (144.879|24.6215)
Das 58Dorf liegt bei den koordinaten: (154.673|27.1573)
Das 59Dorf liegt bei den koordinaten: (163.756|31.6127)
Das 60Dorf liegt bei den koordinaten: (171.756|37.8052)
Das 61Dorf liegt bei den koordinaten: (178.346|45.4815)
Das 62Dorf liegt bei den koordinaten: (183.256|54.3271)
Das 63Dorf liegt bei den koordinaten: (186.284|63.9799)
Das 64Dorf liegt bei den koordinaten: (197.308|74.0449)
Das 65Dorf liegt bei den koordinaten: (196.445|84.1849)
Das 66Dorf liegt bei den koordinaten: (193.88|94.0333)
Das 67Dorf liegt bei den koordinaten: (189.689|103.307)

Das 68Dorf liegt bei den koordinaten: (183.99|111.738)
Das 69Dorf liegt bei den koordinaten: (176.948|119.085)
Das 70Dorf liegt bei den koordinaten: (168.766|125.137)
Das 71Dorf liegt bei den koordinaten: (82.634|49.3308)
Das 72Dorf liegt bei den koordinaten: (87.5971|40.4464)
Das 73Dorf liegt bei den koordinaten: (93.9903|32.5285)
Das 74Dorf liegt bei den koordinaten: (101.63|25.805)
Das 75Dorf liegt bei den koordinaten: (110.295|20.4693)
Das 76Dorf liegt bei den koordinaten: (119.738|16.6749)
Das 77Dorf liegt bei den koordinaten: (129.687|14.5308)
Das 78Dorf liegt bei den koordinaten: (139.854|14.0989)
Das 79Dorf liegt bei den koordinaten: (149.948|15.3916)
Das 80Dorf liegt bei den koordinaten: (159.679|18.3715)
Das 81Dorf liegt bei den koordinaten: (168.766|22.9531)
Das 82Dorf liegt bei den koordinaten: (176.948|29.0045)
Das 83Dorf liegt bei den koordinaten: (183.99|36.3517)
Das 84Dorf liegt bei den koordinaten: (189.689|44.7832)
Das 85Dorf liegt bei den koordinaten: (193.88|54.0565)
Das 86Dorf liegt bei den koordinaten: (196.445|63.9048)
Das 87Dorf liegt bei den koordinaten: (195.688|112.669)
Das 88Dorf liegt bei den koordinaten: (189.442|120.757)
Das 89Dorf liegt bei den koordinaten: (182.085|127.85)
Das 90Dorf liegt bei den koordinaten: (173.774|133.796)
Das 91Dorf liegt bei den koordinaten: (164.685|138.469)
Das 92Dorf liegt bei den koordinaten: (76.2642|39.7856)
Das 93Dorf liegt bei den koordinaten: (81.9029|31.2627)
Das 94Dorf liegt bei den koordinaten: (88.7225|23.6516)
Das 95Dorf liegt bei den koordinaten: (96.5776|17.1146)
Das 96Dorf liegt bei den koordinaten: (105.301|11.7909)
Das 97Dorf liegt bei den koordinaten: (114.706|7.79409)
Das 98Dorf liegt bei den koordinaten: (124.593|5.20927)
Das 99Dorf liegt bei den koordinaten: (134.751|4.09157)
Das 100Dorf liegt bei den koordinaten: (144.964|4.4648)
Das 101Dorf liegt bei den koordinaten: (155.013|6.32101)
Das 102Dorf liegt bei den koordinaten: (164.685|9.62064)
Das 103Dorf liegt bei den koordinaten: (173.774|14.2934)

Das 104Dorf liegt bei den koordinaten: (182.085|20.2396)
Das 105Dorf liegt bei den koordinaten: (189.442|27.3326)
Das 106Dorf liegt bei den koordinaten: (195.688|35.4211)
Das 107Dorf liegt bei den koordinaten: (195.625|128.809)
Das 108Dorf liegt bei den koordinaten: (188.302|135.686)
Das 109Dorf liegt bei den koordinaten: (180.174|141.591)
Das 110Dorf liegt bei den koordinaten: (171.37|146.431)
Das 111Dorf liegt bei den koordinaten: (67.2032|35.5046)
Das 112Dorf liegt bei den koordinaten: (72.5863|27.022)
Das 113Dorf liegt bei den koordinaten: (78.9902|19.2811)
Das 114Dorf liegt bei den koordinaten: (86.3138|12.4038)
Das 115Dorf liegt bei den koordinaten: (94.4415|6.49864)
Das 116Dorf liegt bei den koordinaten: (103.245|1.65871)
Das 117Dorf liegt bei den koordinaten: (171.37|1.65871)
Das 118Dorf liegt bei den koordinaten: (180.174|6.49864)
Das 119Dorf liegt bei den koordinaten: (188.302|12.4038)
Das 120Dorf liegt bei den koordinaten: (195.625|19.2811)
Restliche doerfer ausserhalb des Radiuses des gesundheitszentrums:
Das 121Dorf liegt bei den koordinaten: (190.204|158.909)
Das 122Dorf liegt bei den koordinaten: (49.873|25.5147)
Das 123Dorf liegt bei den koordinaten: (61.4319|8.90762)
Das 124Dorf liegt bei den koordinaten: (182.05|185.392)
Das 125Dorf liegt bei den koordinaten: (37.8865|6.8479)
Das 126Dorf liegt bei den koordinaten: (192.062|202.893)
Das 127Dorf liegt bei den koordinaten: (15.2208|5.52637)

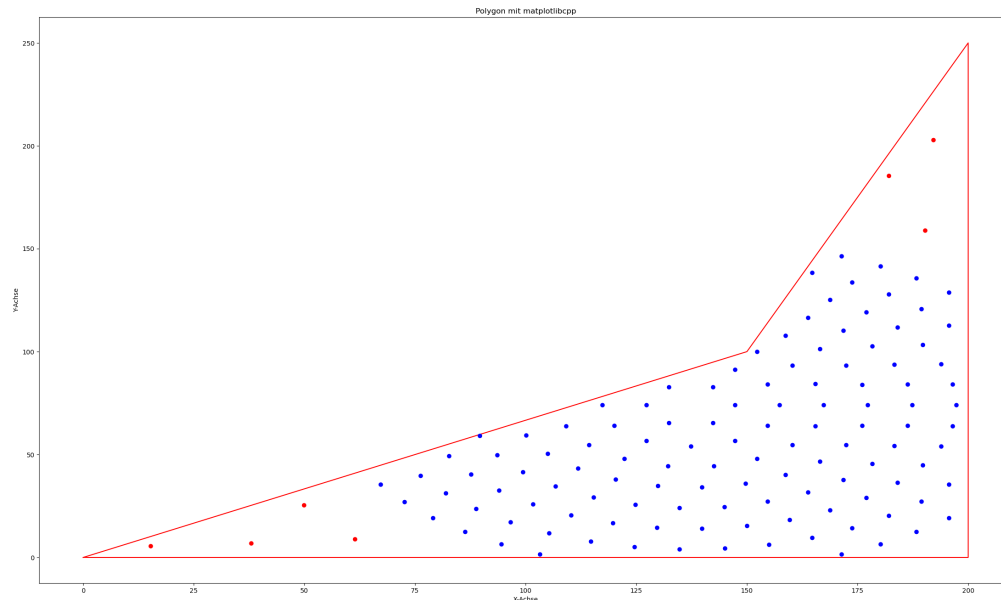


Figure 2: Polygon und Doerfer von siedler1.txt

3.0.2 siedler2.txt

jetzt

jetzt

Gesundheitszentrum: (5|8.66025)

Doerfer innerhalb des Radiuses von dem Gesundheitszentrum:

Das 1Dorf liegt bei den koordinaten: (15|8.66025)

Das 2Dorf liegt bei den koordinaten: (10|17.3205)

Das 3Dorf liegt bei den koordinaten: (2.66454e-15|17.3205)

Das 4Dorf liegt bei den koordinaten: (-5|8.66025)

Das 5Dorf liegt bei den koordinaten: (-3.55271e-15|1.77636e-15)

Das 6Dorf liegt bei den koordinaten: (10|0)

Das 7Dorf liegt bei den koordinaten: (22.3205|18.6603)

Das 8Dorf liegt bei den koordinaten: (5|28.6603)

Das 9Dorf liegt bei den koordinaten: (-12.3205|18.6603)

Das 10Dorf liegt bei den koordinaten: (-15|8.66025)

Das 11Dorf liegt bei den koordinaten: (-12.3205|-1.33975)

Das 12Dorf liegt bei den koordinaten: (-5|-8.66025)

Das 13Dorf liegt bei den koordinaten: (5|-11.3397)
Das 14Dorf liegt bei den koordinaten: (15|-8.66025)
Das 15Dorf liegt bei den koordinaten: (22.3205|-1.33975)
Das 16Dorf liegt bei den koordinaten: (35|8.66025)
Das 17Dorf liegt bei den koordinaten: (27.9813|27.9439)
Das 18Dorf liegt bei den koordinaten: (-17.9813|27.9439)
Das 19Dorf liegt bei den koordinaten: (-25|8.66025)
Das 20Dorf liegt bei den koordinaten: (-23.1908|-1.60035)
Das 21Dorf liegt bei den koordinaten: (-17.9813|-10.6234)
Das 22Dorf liegt bei den koordinaten: (-10|-17.3205)
Das 23Dorf liegt bei den koordinaten: (-0.209445|-20.884)
Das 24Dorf liegt bei den koordinaten: (10.2094|-20.884)
Das 25Dorf liegt bei den koordinaten: (20|-17.3205)
Das 26Dorf liegt bei den koordinaten: (27.9813|-10.6234)
Das 27Dorf liegt bei den koordinaten: (45|8.66025)
Das 28Dorf liegt bei den koordinaten: (34.1587|36.0421)
Das 29Dorf liegt bei den koordinaten: (-20.497|39.4808)
Das 30Dorf liegt bei den koordinaten: (-34.6846|13.6736)
Das 31Dorf liegt bei den koordinaten: (-32.1911|-6.06473)
Das 32Dorf liegt bei den koordinaten: (-20.497|-22.1603)
Das 33Dorf liegt bei den koordinaten: (-2.49525|-30.6312)
Das 34Dorf liegt bei den koordinaten: (17.3607|-29.382)
Das 35Dorf liegt bei den koordinaten: (34.1587|-18.7216)
Das 36Dorf liegt bei den koordinaten: (39.4483|44.8999)
Das 37Dorf liegt bei den koordinaten: (2.46754|58.5961)
Das 38Dorf liegt bei den koordinaten: (-42.707|-6.3079)
Das 39Dorf liegt bei den koordinaten: (-25.6053|-30.8785)
Das 40Dorf liegt bei den koordinaten: (-7.53263|-39.7436)
Das 41Dorf liegt bei den koordinaten: (22.3653|-38.2274)
Das 42Dorf liegt bei den koordinaten: (46.0382|-19.9032)
Das 43Dorf liegt bei den koordinaten: (64.137|18.8003)
Das 44Dorf liegt bei den koordinaten: (-30.678|-39.5796)
Das 45Dorf liegt bei den koordinaten: (-2.62107|-50.8538)
Das 46Dorf liegt bei den koordinaten: (27.3714|-47.0131)
Das 47Dorf liegt bei den koordinaten: (57.3808|-20.6014)
Das 48Dorf liegt bei den koordinaten: (2.44346|78.6136)

Das 49Dorf liegt bei den koordinaten: (-63.3253|23.8804)
Das 50Dorf liegt bei den koordinaten: (-60.3811|-16.3459)
Das 51Dorf liegt bei den koordinaten: (-35.7301|-48.27)
Das 52Dorf liegt bei den koordinaten: (-69.3821|-20.7897)
Das 53Dorf liegt bei den koordinaten: (-0.0232416|-71.1819)
Restliche doerfer ausserhalb des Radiuses des gesundheitszentrums:
Das 54Dorf liegt bei den koordinaten: (-0.0649169|-91.2114)

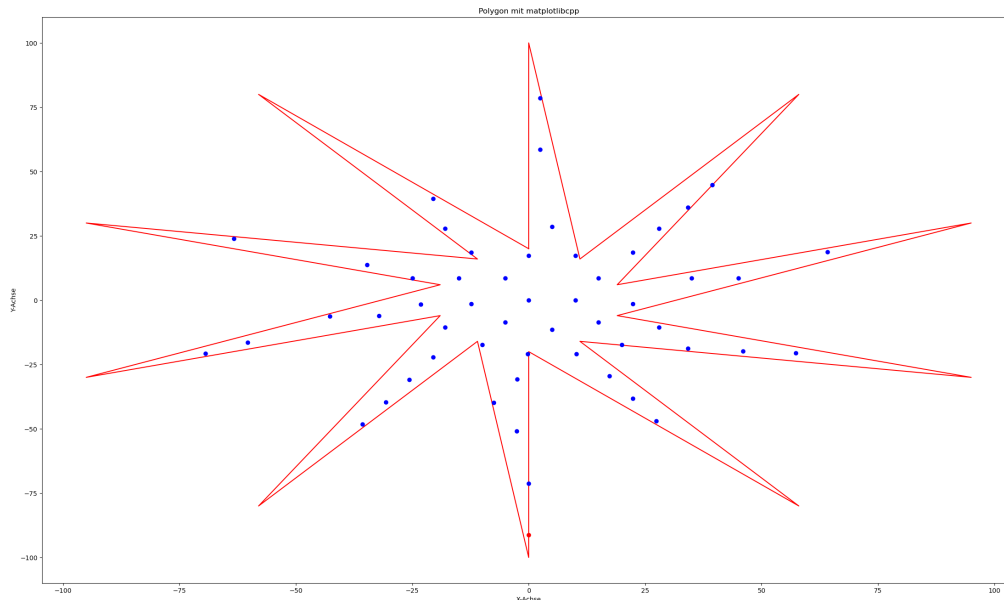


Figure 3: Polygon und Doerfer von siedler2.txt

3.0.3 siedler3.txt

jetzt

jetzt

Gesundheitszentrum: (80|83.6603)

Doerfer innerhalb des Radiuses von dem Gesundheitszentrum:

Das 1Dorf liegt bei den koordinaten: (90|83.6603)

Das 2Dorf liegt bei den koordinaten: (85|92.3205)

Das 3Dorf liegt bei den koordinaten: (75|92.3205)

Das 4Dorf liegt bei den koordinaten: (70|83.6603)

Das 5Dorf liegt bei den koordinaten: (75|75)

Das 6Dorf liegt bei den koordinaten: (85|75)

Das 7Dorf liegt bei den koordinaten: (100|83.6603)

Das 8Dorf liegt bei den koordinaten: (97.3205|93.6603)

Das 9Dorf liegt bei den koordinaten: (90|100.981)

Das 10Dorf liegt bei den koordinaten: (80|103.66)

Das 11Dorf liegt bei den koordinaten: (70|100.981)

Das 12Dorf liegt bei den koordinaten: (62.6795|93.6603)

Das 13Dorf liegt bei den koordinaten: (60|83.6603)
Das 14Dorf liegt bei den koordinaten: (62.6795|73.6603)
Das 15Dorf liegt bei den koordinaten: (70|66.3397)
Das 16Dorf liegt bei den koordinaten: (80|63.6603)
Das 17Dorf liegt bei den koordinaten: (90|66.3397)
Das 18Dorf liegt bei den koordinaten: (97.3205|73.6603)
Das 19Dorf liegt bei den koordinaten: (110|83.6603)
Das 20Dorf liegt bei den koordinaten: (108.191|93.9209)
Das 21Dorf liegt bei den koordinaten: (102.981|102.944)
Das 22Dorf liegt bei den koordinaten: (95|109.641)
Das 23Dorf liegt bei den koordinaten: (85.2094|113.204)
Das 24Dorf liegt bei den koordinaten: (74.7906|113.204)
Das 25Dorf liegt bei den koordinaten: (65|109.641)
Das 26Dorf liegt bei den koordinaten: (57.0187|102.944)
Das 27Dorf liegt bei den koordinaten: (51.8092|93.9209)
Das 28Dorf liegt bei den koordinaten: (50|83.6603)
Das 29Dorf liegt bei den koordinaten: (51.8092|73.3996)
Das 30Dorf liegt bei den koordinaten: (57.0187|64.3766)
Das 31Dorf liegt bei den koordinaten: (65|57.6795)
Das 32Dorf liegt bei den koordinaten: (74.7906|54.116)
Das 33Dorf liegt bei den koordinaten: (85.2094|54.116)
Das 34Dorf liegt bei den koordinaten: (95|57.6795)
Das 35Dorf liegt bei den koordinaten: (102.981|64.3766)
Das 36Dorf liegt bei den koordinaten: (108.191|73.3996)
Das 37Dorf liegt bei den koordinaten: (120|83.6603)
Das 38Dorf liegt bei den koordinaten: (118.743|93.6078)
Das 39Dorf liegt bei den koordinaten: (115.052|102.93)
Das 40Dorf liegt bei den koordinaten: (109.159|111.042)
Das 41Dorf liegt bei den koordinaten: (101.433|117.433)
Das 42Dorf liegt bei den koordinaten: (92.3607|121.703)
Das 43Dorf liegt bei den koordinaten: (82.5116|123.581)
Das 44Dorf liegt bei den koordinaten: (72.5047|122.952)
Das 45Dorf liegt bei den koordinaten: (62.9688|119.853)
Das 46Dorf liegt bei den koordinaten: (54.503|114.481)
Das 47Dorf liegt bei den koordinaten: (47.6393|107.172)
Das 48Dorf liegt bei den koordinaten: (42.8089|98.3852)

Das 49Dorf liegt bei den koordinaten: (40.3154|88.6736)
Das 50Dorf liegt bei den koordinaten: (40.3154|78.6469)
Das 51Dorf liegt bei den koordinaten: (42.8089|68.9353)
Das 52Dorf liegt bei den koordinaten: (47.6393|60.1488)
Das 53Dorf liegt bei den koordinaten: (54.503|52.8397)
Das 54Dorf liegt bei den koordinaten: (62.9688|47.4672)
Das 55Dorf liegt bei den koordinaten: (72.5047|44.3688)
Das 56Dorf liegt bei den koordinaten: (82.5116|43.7392)
Das 57Dorf liegt bei den koordinaten: (92.3607|45.618)
Das 58Dorf liegt bei den koordinaten: (101.433|49.8871)
Das 59Dorf liegt bei den koordinaten: (109.159|56.2784)
Das 60Dorf liegt bei den koordinaten: (115.052|64.3901)
Das 61Dorf liegt bei den koordinaten: (118.743|73.7127)
Das 62Dorf liegt bei den koordinaten: (130|83.6603)
Das 63Dorf liegt bei den koordinaten: (128.976|93.7252)
Das 64Dorf liegt bei den koordinaten: (125.948|103.378)
Das 65Dorf liegt bei den koordinaten: (121.038|112.224)
Das 66Dorf liegt bei den koordinaten: (114.448|119.9)
Das 67Dorf liegt bei den koordinaten: (106.448|126.092)
Das 68Dorf liegt bei den koordinaten: (97.3653|130.548)
Das 69Dorf liegt bei den koordinaten: (87.5714|133.084)
Das 70Dorf liegt bei den koordinaten: (77.4675|133.596)
Das 71Dorf liegt bei den koordinaten: (67.4674|132.064)
Das 72Dorf liegt bei den koordinaten: (57.9803|128.55)
Das 73Dorf liegt bei den koordinaten: (49.3947|123.199)
Das 74Dorf liegt bei den koordinaten: (42.0621|116.229)
Das 75Dorf liegt bei den koordinaten: (36.2827|107.925)
Das 76Dorf liegt bei den koordinaten: (32.293|98.6284)
Das 77Dorf liegt bei den koordinaten: (30.2565|88.7187)
Das 78Dorf liegt bei den koordinaten: (30.2565|78.6018)
Das 79Dorf liegt bei den koordinaten: (32.293|68.6921)
Das 80Dorf liegt bei den koordinaten: (36.2827|59.3952)
Das 81Dorf liegt bei den koordinaten: (42.0621|51.0916)
Das 82Dorf liegt bei den koordinaten: (49.3947|44.1215)
Das 83Dorf liegt bei den koordinaten: (57.9803|38.77)
Das 84Dorf liegt bei den koordinaten: (67.4674|35.2564)

Das 85Dorf liegt bei den koordinaten: (77.4675|33.7244)
Das 86Dorf liegt bei den koordinaten: (87.5714|34.2368)
Das 87Dorf liegt bei den koordinaten: (97.3653|36.7726)
Das 88Dorf liegt bei den koordinaten: (106.448|41.228)
Das 89Dorf liegt bei den koordinaten: (114.448|47.4206)
Das 90Dorf liegt bei den koordinaten: (121.038|55.0968)
Das 91Dorf liegt bei den koordinaten: (125.948|63.9425)
Das 92Dorf liegt bei den koordinaten: (128.976|73.5953)
Das 93Dorf liegt bei den koordinaten: (140|83.6603)
Das 94Dorf liegt bei den koordinaten: (139.137|93.8003)
Das 95Dorf liegt bei den koordinaten: (136.573|103.649)
Das 96Dorf liegt bei den koordinaten: (132.381|112.922)
Das 97Dorf liegt bei den koordinaten: (126.682|121.353)
Das 98Dorf liegt bei den koordinaten: (119.64|128.701)
Das 99Dorf liegt bei den koordinaten: (111.458|134.752)
Das 100Dorf liegt bei den koordinaten: (102.371|139.334)
Das 101Dorf liegt bei den koordinaten: (92.6408|142.314)
Das 102Dorf liegt bei den koordinaten: (82.5465|143.606)
Das 103Dorf liegt bei den koordinaten: (72.3789|143.174)
Das 104Dorf liegt bei den koordinaten: (62.4306|141.03)
Das 105Dorf liegt bei den koordinaten: (52.9878|137.236)
Das 106Dorf liegt bei den koordinaten: (44.322|131.9)
Das 107Dorf liegt bei den koordinaten: (36.6826|125.177)
Das 108Dorf liegt bei den koordinaten: (30.2894|117.259)
Das 109Dorf liegt bei den koordinaten: (25.3263|108.374)
Das 110Dorf liegt bei den koordinaten: (21.936|98.7789)
Das 111Dorf liegt bei den koordinaten: (20.2162|88.7486)
Das 112Dorf liegt bei den koordinaten: (20.2162|78.5719)
Das 113Dorf liegt bei den koordinaten: (21.936|68.5416)
Das 114Dorf liegt bei den koordinaten: (25.3263|58.9462)
Das 115Dorf liegt bei den koordinaten: (30.2894|50.0618)
Das 116Dorf liegt bei den koordinaten: (36.6826|42.1439)
Das 117Dorf liegt bei den koordinaten: (44.322|35.4204)
Das 118Dorf liegt bei den koordinaten: (52.9878|30.0847)
Das 119Dorf liegt bei den koordinaten: (62.4306|26.2902)
Das 120Dorf liegt bei den koordinaten: (72.3789|24.1462)

Das 121Dorf liegt bei den koordinaten: (82.5465|23.7143)
Das 122Dorf liegt bei den koordinaten: (92.6408|25.0069)
Das 123Dorf liegt bei den koordinaten: (102.371|27.9869)
Das 124Dorf liegt bei den koordinaten: (111.458|32.5685)
Das 125Dorf liegt bei den koordinaten: (119.64|38.6199)
Das 126Dorf liegt bei den koordinaten: (126.682|45.9671)
Das 127Dorf liegt bei den koordinaten: (132.381|54.3986)
Das 128Dorf liegt bei den koordinaten: (136.573|63.6719)
Das 129Dorf liegt bei den koordinaten: (139.137|73.5202)
Das 130Dorf liegt bei den koordinaten: (149.254|93.8523)
Das 131Dorf liegt bei den koordinaten: (147.032|103.827)
Das 132Dorf liegt bei den koordinaten: (143.381|113.372)
Das 133Dorf liegt bei den koordinaten: (138.38|122.284)
Das 134Dorf liegt bei den koordinaten: (132.134|130.373)
Das 135Dorf liegt bei den koordinaten: (124.777|137.466)
Das 136Dorf liegt bei den koordinaten: (116.466|143.412)
Das 137Dorf liegt bei den koordinaten: (107.377|148.084)
Das 138Dorf liegt bei den koordinaten: (57.3984|149.911)
Das 139Dorf liegt bei den koordinaten: (47.993|145.914)
Das 140Dorf liegt bei den koordinaten: (39.2699|140.591)
Das 141Dorf liegt bei den koordinaten: (31.4148|134.053)
Das 142Dorf liegt bei den koordinaten: (24.5952|126.442)
Das 143Dorf liegt bei den koordinaten: (18.9565|117.92)
Das 144Dorf liegt bei den koordinaten: (14.6189|108.666)
Das 145Dorf liegt bei den koordinaten: (11.6747|98.8804)
Das 146Dorf liegt bei den koordinaten: (10.1867|88.7699)
Das 147Dorf liegt bei den koordinaten: (10.1867|78.5506)
Das 148Dorf liegt bei den koordinaten: (11.6747|68.4401)
Das 149Dorf liegt bei den koordinaten: (14.6189|58.6541)
Das 150Dorf liegt bei den koordinaten: (18.9565|49.401)
Das 151Dorf liegt bei den koordinaten: (24.5952|40.8781)
Das 152Dorf liegt bei den koordinaten: (31.4148|33.267)
Das 153Dorf liegt bei den koordinaten: (39.2699|26.73)
Das 154Dorf liegt bei den koordinaten: (47.993|21.4063)
Das 155Dorf liegt bei den koordinaten: (57.3984|17.4095)
Das 156Dorf liegt bei den koordinaten: (67.2854|14.8247)

Das 157Dorf liegt bei den koordinaten: (77.4435|13.707)
Das 158Dorf liegt bei den koordinaten: (87.656|14.0802)
Das 159Dorf liegt bei den koordinaten: (97.7053|15.9364)
Das 160Dorf liegt bei den koordinaten: (107.377|19.236)
Das 161Dorf liegt bei den koordinaten: (116.466|23.9087)
Das 162Dorf liegt bei den koordinaten: (124.777|29.855)
Das 163Dorf liegt bei den koordinaten: (132.134|36.9479)
Das 164Dorf liegt bei den koordinaten: (138.38|45.0365)
Das 165Dorf liegt bei den koordinaten: (143.381|53.9483)
Das 166Dorf liegt bei den koordinaten: (147.032|63.4933)
Das 167Dorf liegt bei den koordinaten: (149.254|73.4682)
Das 168Dorf liegt bei den koordinaten: (144.721|130.683)
Das 169Dorf liegt bei den koordinaten: (138.317|138.424)
Das 170Dorf liegt bei den koordinaten: (130.994|145.301)
Das 171Dorf liegt bei den koordinaten: (29.0061|145.301)
Das 172Dorf liegt bei den koordinaten: (21.6825|138.424)
Das 173Dorf liegt bei den koordinaten: (15.2786|130.683)
Das 174Dorf liegt bei den koordinaten: (9.89547|122.201)
Das 175Dorf liegt bei den koordinaten: (5.61788|113.11)
Das 176Dorf liegt bei den koordinaten: (2.51335|103.555)
Das 177Dorf liegt bei den koordinaten: (0.630824|93.6869)
Das 178Dorf liegt bei den koordinaten: (0|83.6603)
Das 179Dorf liegt bei den koordinaten: (0.630824|73.6336)
Das 180Dorf liegt bei den koordinaten: (2.51335|63.7651)
Das 181Dorf liegt bei den koordinaten: (5.61788|54.2103)
Das 182Dorf liegt bei den koordinaten: (9.89547|45.12)
Das 183Dorf liegt bei den koordinaten: (15.2786|36.6374)
Das 184Dorf liegt bei den koordinaten: (21.6825|28.8965)
Das 185Dorf liegt bei den koordinaten: (29.0061|22.0192)
Das 186Dorf liegt bei den koordinaten: (37.1339|16.114)
Das 187Dorf liegt bei den koordinaten: (45.9377|11.2741)
Das 188Dorf liegt bei den koordinaten: (55.2786|7.57573)
Das 189Dorf liegt bei den koordinaten: (65.0095|5.07727)
Das 190Dorf liegt bei den koordinaten: (74.9768|3.81812)
Das 191Dorf liegt bei den koordinaten: (85.0232|3.81812)
Das 192Dorf liegt bei den koordinaten: (94.9905|5.07727)

Das 193Dorf liegt bei den koordinaten: (104.721|7.57573)

Das 194Dorf liegt bei den koordinaten: (114.062|11.2741)

Das 195Dorf liegt bei den koordinaten: (122.866|16.114)

Das 196Dorf liegt bei den koordinaten: (130.994|22.0192)

Das 197Dorf liegt bei den koordinaten: (138.317|28.8965)

Das 198Dorf liegt bei den koordinaten: (144.721|36.6374)

Restliche doerfer ausserhalb des Radiuses des gesundheitszentrums:

Das 199Dorf liegt bei den koordinaten: (4.12419|148.798)

Das 200Dorf liegt bei den koordinaten: (4.12419|18.523)

Das 201Dorf liegt bei den koordinaten: (18.7894|4.58268)

Das 202Dorf liegt bei den koordinaten: (148.897|11.181)

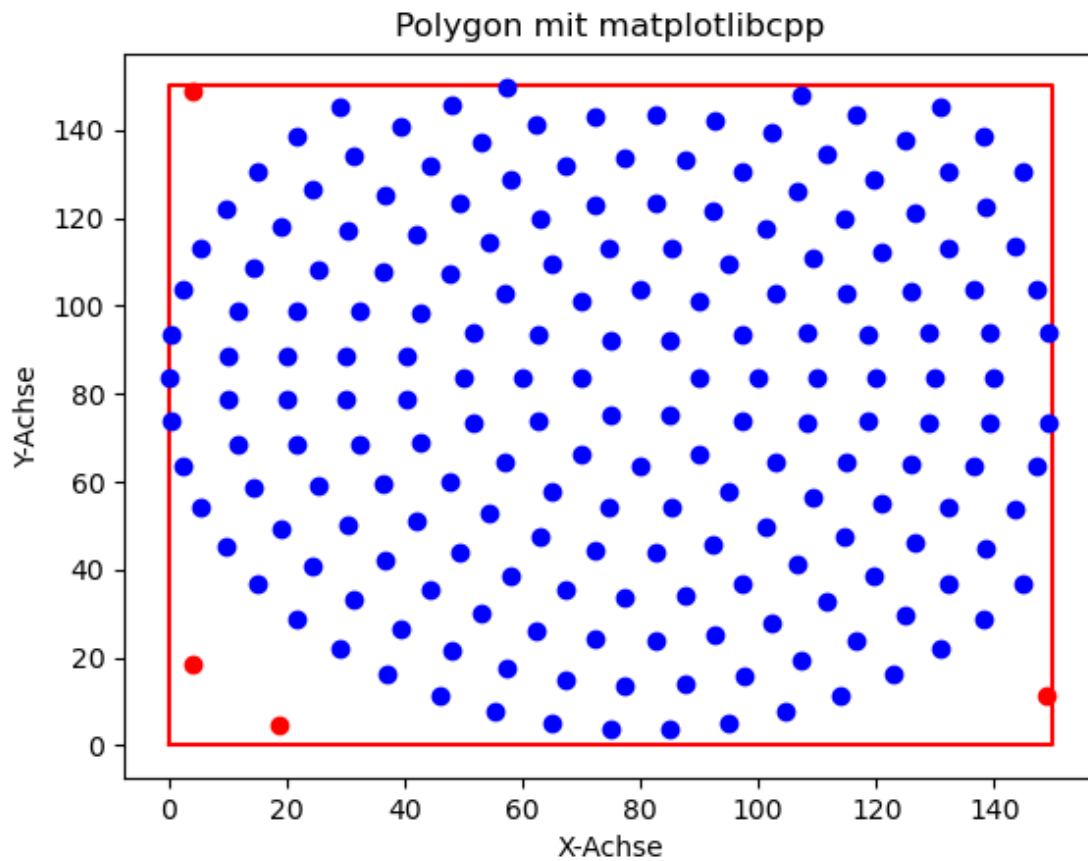


Figure 4: Polygon und Doerfer von siedler3.txt

3.0.4 [siedler4.txt](#)

jetzt

jetzt

Gesundheitszentrum: (100.897|31.7372)

Doerfer innerhalb des Radiuses von dem Gesundheitszentrum:

Das 1Dorf liegt bei den koordinaten: (110.897|31.7372)

Das 2Dorf liegt bei den koordinaten: (105.897|40.3974)

Das 3Dorf liegt bei den koordinaten: (90.8974|31.7372)

Das 4Dorf liegt bei den koordinaten: (95.8974|23.0769)

Das 5Dorf liegt bei den koordinaten: (105.897|23.0769)

Das 6Dorf liegt bei den koordinaten: (120.897|31.7372)

Das 7Dorf liegt bei den koordinaten: (110.897|49.0577)

Das 8Dorf liegt bei den koordinaten: (100.897|51.7372)

Das 9Dorf liegt bei den koordinaten: (90.8974|49.0577)
Das 10Dorf liegt bei den koordinaten: (83.5769|41.7372)
Das 11Dorf liegt bei den koordinaten: (80.8974|31.7372)
Das 12Dorf liegt bei den koordinaten: (83.5769|21.7372)
Das 13Dorf liegt bei den koordinaten: (90.8974|14.4167)
Das 14Dorf liegt bei den koordinaten: (100.897|11.7372)
Das 15Dorf liegt bei den koordinaten: (110.897|14.4167)
Das 16Dorf liegt bei den koordinaten: (118.218|21.7372)
Das 17Dorf liegt bei den koordinaten: (130.897|31.7372)
Das 18Dorf liegt bei den koordinaten: (129.088|41.9978)
Das 19Dorf liegt bei den koordinaten: (123.879|51.0208)
Das 20Dorf liegt bei den koordinaten: (106.107|61.2814)
Das 21Dorf liegt bei den koordinaten: (85.8974|57.7179)
Das 22Dorf liegt bei den koordinaten: (72.7067|41.9978)
Das 23Dorf liegt bei den koordinaten: (70.8974|31.7372)
Das 24Dorf liegt bei den koordinaten: (72.7067|21.4766)
Das 25Dorf liegt bei den koordinaten: (77.9161|12.4535)
Das 26Dorf liegt bei den koordinaten: (85.8974|5.75642)
Das 27Dorf liegt bei den koordinaten: (95.688|2.19294)
Das 28Dorf liegt bei den koordinaten: (106.107|2.19294)
Das 29Dorf liegt bei den koordinaten: (115.897|5.75642)
Das 30Dorf liegt bei den koordinaten: (123.879|12.4535)
Das 31Dorf liegt bei den koordinaten: (129.088|21.4766)
Das 32Dorf liegt bei den koordinaten: (140.897|31.7372)
Das 33Dorf liegt bei den koordinaten: (130.056|59.1191)
Das 34Dorf liegt bei den koordinaten: (122.331|65.5103)
Das 35Dorf liegt bei den koordinaten: (103.409|71.6582)
Das 36Dorf liegt bei den koordinaten: (83.8663|67.9303)
Das 37Dorf liegt bei den koordinaten: (68.5368|55.2486)
Das 38Dorf liegt bei den koordinaten: (63.7064|46.4622)
Das 39Dorf liegt bei den koordinaten: (61.2128|36.7505)
Das 40Dorf liegt bei den koordinaten: (61.2128|26.7238)
Das 41Dorf liegt bei den koordinaten: (63.7064|17.0122)
Das 42Dorf liegt bei den koordinaten: (68.5368|8.22577)
Das 43Dorf liegt bei den koordinaten: (75.4005|0.916647)
Das 44Dorf liegt bei den koordinaten: (83.8663|-4.4559)

Das 45Dorf liegt bei den koordinaten: (93.4022|-7.55431)
Das 46Dorf liegt bei den koordinaten: (103.409|-8.18389)
Das 47Dorf liegt bei den koordinaten: (113.258|-6.30508)
Das 48Dorf liegt bei den koordinaten: (122.331|-2.03594)
Das 49Dorf liegt bei den koordinaten: (130.056|4.35529)
Das 50Dorf liegt bei den koordinaten: (135.95|12.467)
Das 51Dorf liegt bei den koordinaten: (150.897|31.7372)
Das 52Dorf liegt bei den koordinaten: (149.874|41.8021)
Das 53Dorf liegt bei den koordinaten: (146.845|51.455)
Das 54Dorf liegt bei den koordinaten: (141.936|60.3006)
Das 55Dorf liegt bei den koordinaten: (62.9595|64.3058)
Das 56Dorf liegt bei den koordinaten: (53.1905|46.7053)
Das 57Dorf liegt bei den koordinaten: (51.154|36.7956)
Das 58Dorf liegt bei den koordinaten: (51.154|26.6788)
Das 59Dorf liegt bei den koordinaten: (53.1905|16.769)
Das 60Dorf liegt bei den koordinaten: (57.1801|7.47208)
Das 61Dorf liegt bei den koordinaten: (62.9595|-0.831447)
Das 62Dorf liegt bei den koordinaten: (70.2921|-7.80161)
Das 63Dorf liegt bei den koordinaten: (78.8777|-13.153)
Das 64Dorf liegt bei den koordinaten: (88.3648|-16.6667)
Das 65Dorf liegt bei den koordinaten: (98.365|-18.1986)
Das 66Dorf liegt bei den koordinaten: (108.469|-17.6862)
Das 67Dorf liegt bei den koordinaten: (118.263|-15.1504)
Das 68Dorf liegt bei den koordinaten: (127.346|-10.695)
Das 69Dorf liegt bei den koordinaten: (135.346|-4.50246)
Das 70Dorf liegt bei den koordinaten: (141.936|3.17377)
Das 71Dorf liegt bei den koordinaten: (146.845|12.0194)
Das 72Dorf liegt bei den koordinaten: (149.874|21.6723)
Das 73Dorf liegt bei den koordinaten: (160.897|31.7372)
Das 74Dorf liegt bei den koordinaten: (160.034|41.8772)
Das 75Dorf liegt bei den koordinaten: (147.58|69.4304)
Das 76Dorf liegt bei den koordinaten: (140.538|76.7775)
Das 77Dorf liegt bei den koordinaten: (46.2237|56.4513)
Das 78Dorf liegt bei den koordinaten: (42.8335|46.8559)
Das 79Dorf liegt bei den koordinaten: (41.1136|36.8255)
Das 80Dorf liegt bei den koordinaten: (41.1136|26.6488)

Das 81Dorf liegt bei den koordinaten: (42.8335|16.6185)
Das 82Dorf liegt bei den koordinaten: (46.2237|7.0231)
Das 83Dorf liegt bei den koordinaten: (51.1869|-1.86131)
Das 84Dorf liegt bei den koordinaten: (57.5801|-9.77916)
Das 85Dorf liegt bei den koordinaten: (65.2194|-16.5027)
Das 86Dorf liegt bei den koordinaten: (132.356|-19.3546)
Das 87Dorf liegt bei den koordinaten: (140.538|-13.3032)
Das 88Dorf liegt bei den koordinaten: (147.58|-5.95602)
Das 89Dorf liegt bei den koordinaten: (153.278|2.47548)
Das 90Dorf liegt bei den koordinaten: (157.47|11.7488)
Das 91Dorf liegt bei den koordinaten: (160.034|21.5971)
Das 92Dorf liegt bei den koordinaten: (170.897|31.7372)
Das 93Dorf liegt bei den koordinaten: (170.151|41.9293)
Das 94Dorf liegt bei den koordinaten: (167.929|51.9041)
Das 95Dorf liegt bei den koordinaten: (164.279|61.4491)
Das 96Dorf liegt bei den koordinaten: (60.1673|88.6675)
Das 97Dorf liegt bei den koordinaten: (45.4927|74.5193)
Das 98Dorf liegt bei den koordinaten: (32.5721|46.9573)
Das 99Dorf liegt bei den koordinaten: (31.0842|36.8468)
Das 100Dorf liegt bei den koordinaten: (31.0842|26.6275)
Das 101Dorf liegt bei den koordinaten: (32.5721|16.5171)
Das 102Dorf liegt bei den koordinaten: (35.5163|6.73101)
Das 103Dorf liegt bei den koordinaten: (39.854|-2.52207)
Das 104Dorf liegt bei den koordinaten: (45.4927|-11.045)
Das 105Dorf liegt bei den koordinaten: (52.3122|-18.6561)
Das 106Dorf liegt bei den koordinaten: (153.031|-14.9751)
Das 107Dorf liegt bei den koordinaten: (159.277|-6.88656)
Das 108Dorf liegt bei den koordinaten: (164.279|2.02521)
Das 109Dorf liegt bei den koordinaten: (167.929|11.5702)
Das 110Dorf liegt bei den koordinaten: (170.151|21.5451)
Das 111Dorf liegt bei den koordinaten: (180.897|31.7372)
Das 112Dorf liegt bei den koordinaten: (180.267|41.7638)
Das 113Dorf liegt bei den koordinaten: (42.5799|86.5009)
Das 114Dorf liegt bei den koordinaten: (26.5153|61.1871)
Das 115Dorf liegt bei den koordinaten: (23.4108|51.6324)
Das 116Dorf liegt bei den koordinaten: (21.5283|41.7638)

Das 117Dorf liegt bei den koordinaten: (20.8974|31.7372)
Das 118Dorf liegt bei den koordinaten: (21.5283|21.7105)
Das 119Dorf liegt bei den koordinaten: (23.4108|11.842)
Das 120Dorf liegt bei den koordinaten: (26.5153|2.28721)
Das 121Dorf liegt bei den koordinaten: (30.7929|-6.80312)
Das 122Dorf liegt bei den koordinaten: (36.1761|-15.2856)
Das 123Dorf liegt bei den koordinaten: (165.619|-15.2856)
Das 124Dorf liegt bei den koordinaten: (171.002|-6.80312)
Das 125Dorf liegt bei den koordinaten: (175.28|2.28721)
Das 126Dorf liegt bei den koordinaten: (178.384|11.842)
Das 127Dorf liegt bei den koordinaten: (180.267|21.7105)
Restliche doerfer ausserhalb des Radiuses des gesundheitszentrums:
Das 128Dorf liegt bei den koordinaten: (5.48351|61.6735)
Das 129Dorf liegt bei den koordinaten: (1.4105|41.854)
Das 130Dorf liegt bei den koordinaten: (1.4105|21.6203)
Das 131Dorf liegt bei den koordinaten: (5.48351|1.80086)
Das 132Dorf liegt bei den koordinaten: (13.4628|-16.793)
Das 133Dorf liegt bei den koordinaten: (192.793|-7.69841)

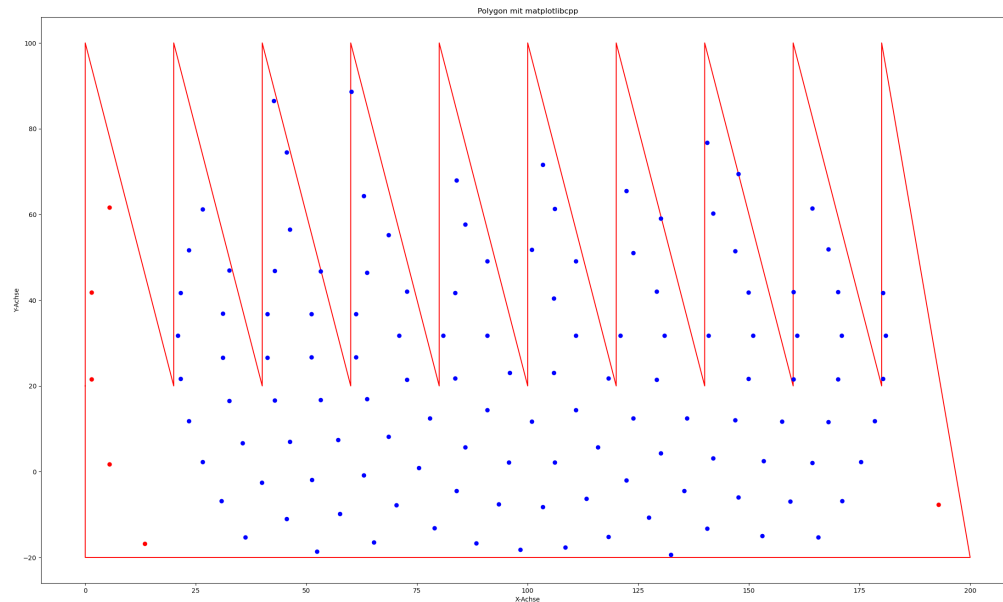


Figure 5: Polygon und Doerfer von siedler4.txt

3.0.5 sielder5.txt

jetzt

jetzt

Gesundheitszentrum: (110|58.7149)

Doerfer innerhalb des Radiuses von dem Gesundheitszentrum:

Das 1Dorf liegt bei den koordinaten: (120|58.7149)

Das 2Dorf liegt bei den koordinaten: (115|67.3752)

Das 3Dorf liegt bei den koordinaten: (115|50.0547)

Das 4Dorf liegt bei den koordinaten: (130|58.7149)

Das 5Dorf liegt bei den koordinaten: (127.321|68.7149)

Das 6Dorf liegt bei den koordinaten: (120|76.0354)

Das 7Dorf liegt bei den koordinaten: (110|78.7149)

Das 8Dorf liegt bei den koordinaten: (92.6795|68.7149)

Das 9Dorf liegt bei den koordinaten: (90|58.7149)

Das 10Dorf liegt bei den koordinaten: (92.6795|48.7149)

Das 11Dorf liegt bei den koordinaten: (100|41.3944)

Das 12Dorf liegt bei den koordinaten: (110|38.7149)

Das 13Dorf liegt bei den koordinaten: (120|41.3944)
Das 14Dorf liegt bei den koordinaten: (127.321|48.7149)
Das 15Dorf liegt bei den koordinaten: (140|58.7149)
Das 16Dorf liegt bei den koordinaten: (138.191|68.9755)
Das 17Dorf liegt bei den koordinaten: (132.981|77.9986)
Das 18Dorf liegt bei den koordinaten: (125|84.6957)
Das 19Dorf liegt bei den koordinaten: (115.209|88.2592)
Das 20Dorf liegt bei den koordinaten: (95|84.6957)
Das 21Dorf liegt bei den koordinaten: (87.0187|77.9986)
Das 22Dorf liegt bei den koordinaten: (81.8092|68.9755)
Das 23Dorf liegt bei den koordinaten: (80|58.7149)
Das 24Dorf liegt bei den koordinaten: (81.8092|48.4543)
Das 25Dorf liegt bei den koordinaten: (87.0187|39.4313)
Das 26Dorf liegt bei den koordinaten: (95|32.7342)
Das 27Dorf liegt bei den koordinaten: (115.209|29.1707)
Das 28Dorf liegt bei den koordinaten: (125|32.7342)
Das 29Dorf liegt bei den koordinaten: (132.981|39.4313)
Das 30Dorf liegt bei den koordinaten: (138.191|48.4543)
Das 31Dorf liegt bei den koordinaten: (150|58.7149)
Das 32Dorf liegt bei den koordinaten: (148.743|68.6625)
Das 33Dorf liegt bei den koordinaten: (145.052|77.9851)
Das 34Dorf liegt bei den koordinaten: (139.159|86.0968)
Das 35Dorf liegt bei den koordinaten: (131.433|92.488)
Das 36Dorf liegt bei den koordinaten: (122.361|96.7572)
Das 37Dorf liegt bei den koordinaten: (112.512|98.636)
Das 38Dorf liegt bei den koordinaten: (102.505|98.0064)
Das 39Dorf liegt bei den koordinaten: (92.9688|94.908)
Das 40Dorf liegt bei den koordinaten: (84.503|89.5355)
Das 41Dorf liegt bei den koordinaten: (77.6393|82.2263)
Das 42Dorf liegt bei den koordinaten: (72.8089|73.4399)
Das 43Dorf liegt bei den koordinaten: (70.3154|63.7283)
Das 44Dorf liegt bei den koordinaten: (70.3154|53.7016)
Das 45Dorf liegt bei den koordinaten: (72.8089|43.9899)
Das 46Dorf liegt bei den koordinaten: (77.6393|35.2035)
Das 47Dorf liegt bei den koordinaten: (84.503|27.8944)
Das 48Dorf liegt bei den koordinaten: (92.9688|22.5218)

Das 49Dorf liegt bei den koordinaten: (102.505|19.4234)
Das 50Dorf liegt bei den koordinaten: (112.512|18.7939)
Das 51Dorf liegt bei den koordinaten: (122.361|20.6727)
Das 52Dorf liegt bei den koordinaten: (131.433|24.9418)
Das 53Dorf liegt bei den koordinaten: (139.159|31.333)
Das 54Dorf liegt bei den koordinaten: (145.052|39.4448)
Das 55Dorf liegt bei den koordinaten: (148.743|48.7673)
Das 56Dorf liegt bei den koordinaten: (160|58.7149)
Das 57Dorf liegt bei den koordinaten: (158.976|68.7799)
Das 58Dorf liegt bei den koordinaten: (155.948|78.4327)
Das 59Dorf liegt bei den koordinaten: (151.038|87.2783)
Das 60Dorf liegt bei den koordinaten: (144.448|94.9546)
Das 61Dorf liegt bei den koordinaten: (79.3947|98.2537)
Das 62Dorf liegt bei den koordinaten: (72.0621|91.2836)
Das 63Dorf liegt bei den koordinaten: (66.2827|82.98)
Das 64Dorf liegt bei den koordinaten: (62.293|73.6831)
Das 65Dorf liegt bei den koordinaten: (60.2565|63.7733)
Das 66Dorf liegt bei den koordinaten: (60.2565|53.6565)
Das 67Dorf liegt bei den koordinaten: (62.293|43.7468)
Das 68Dorf liegt bei den koordinaten: (66.2827|34.4498)
Das 69Dorf liegt bei den koordinaten: (72.0621|26.1463)
Das 70Dorf liegt bei den koordinaten: (79.3947|19.1761)
Das 71Dorf liegt bei den koordinaten: (87.9803|13.8247)
Das 72Dorf liegt bei den koordinaten: (97.4674|10.3111)
Das 73Dorf liegt bei den koordinaten: (107.468|8.77911)
Das 74Dorf liegt bei den koordinaten: (117.571|9.29152)
Das 75Dorf liegt bei den koordinaten: (127.365|11.8273)
Das 76Dorf liegt bei den koordinaten: (136.448|16.2827)
Das 77Dorf liegt bei den koordinaten: (144.448|22.4753)
Das 78Dorf liegt bei den koordinaten: (151.038|30.1515)
Das 79Dorf liegt bei den koordinaten: (155.948|38.9971)
Das 80Dorf liegt bei den koordinaten: (158.976|48.65)
Das 81Dorf liegt bei den koordinaten: (170|58.7149)
Das 82Dorf liegt bei den koordinaten: (169.137|68.855)
Das 83Dorf liegt bei den koordinaten: (166.573|78.7033)
Das 84Dorf liegt bei den koordinaten: (162.381|87.9766)

Das 85Dorf liegt bei den koordinaten: (156.682|96.4081)
Das 86Dorf liegt bei den koordinaten: (60.2894|92.3134)
Das 87Dorf liegt bei den koordinaten: (55.3263|83.429)
Das 88Dorf liegt bei den koordinaten: (51.936|73.8336)
Das 89Dorf liegt bei den koordinaten: (50.2162|63.8033)
Das 90Dorf liegt bei den koordinaten: (50.2162|53.6266)
Das 91Dorf liegt bei den koordinaten: (51.936|43.5962)
Das 92Dorf liegt bei den koordinaten: (55.3263|34.0009)
Das 93Dorf liegt bei den koordinaten: (60.2894|25.1164)
Das 94Dorf liegt bei den koordinaten: (66.6826|17.1986)
Das 95Dorf liegt bei den koordinaten: (74.322|10.4751)
Das 96Dorf liegt bei den koordinaten: (82.9878|5.13938)
Das 97Dorf liegt bei den koordinaten: (92.4306|1.34493)
Das 98Dorf liegt bei den koordinaten: (122.641|0.0616177)
Das 99Dorf liegt bei den koordinaten: (132.371|3.04159)
Das 100Dorf liegt bei den koordinaten: (141.458|7.62318)
Das 101Dorf liegt bei den koordinaten: (149.64|13.6746)
Das 102Dorf liegt bei den koordinaten: (156.682|21.0217)
Das 103Dorf liegt bei den koordinaten: (162.381|29.4532)
Das 104Dorf liegt bei den koordinaten: (166.573|38.7265)
Das 105Dorf liegt bei den koordinaten: (169.137|48.5749)
Das 106Dorf liegt bei den koordinaten: (180|58.7149)
Das 107Dorf liegt bei den koordinaten: (179.254|68.907)
Das 108Dorf liegt bei den koordinaten: (177.032|78.8819)
Das 109Dorf liegt bei den koordinaten: (173.381|88.4269)
Das 110Dorf liegt bei den koordinaten: (168.38|97.3387)
Das 111Dorf liegt bei den koordinaten: (48.9565|92.9742)
Das 112Dorf liegt bei den koordinaten: (44.6189|83.7211)
Das 113Dorf liegt bei den koordinaten: (41.6747|73.935)
Das 114Dorf liegt bei den koordinaten: (40.1867|63.8246)
Das 115Dorf liegt bei den koordinaten: (40.1867|53.6053)
Das 116Dorf liegt bei den koordinaten: (41.6747|43.4948)
Das 117Dorf liegt bei den koordinaten: (44.6189|33.7088)
Das 118Dorf liegt bei den koordinaten: (48.9565|24.4557)
Das 119Dorf liegt bei den koordinaten: (54.5952|15.9328)
Das 120Dorf liegt bei den koordinaten: (61.4148|8.32169)

Das 121Dorf liegt bei den koordinaten: (69.2699|1.78465)
Das 122Dorf liegt bei den koordinaten: (154.777|4.90963)
Das 123Dorf liegt bei den koordinaten: (162.134|12.0026)
Das 124Dorf liegt bei den koordinaten: (168.38|20.0912)
Das 125Dorf liegt bei den koordinaten: (173.381|29.003)
Das 126Dorf liegt bei den koordinaten: (177.032|38.548)
Das 127Dorf liegt bei den koordinaten: (179.254|48.5229)
Das 128Dorf liegt bei den koordinaten: (189.369|68.7416)
Das 129Dorf liegt bei den koordinaten: (187.487|78.6101)
Das 130Dorf liegt bei den koordinaten: (184.382|88.1649)
Das 131Dorf liegt bei den koordinaten: (180.105|97.2552)
Das 132Dorf liegt bei den koordinaten: (39.8955|97.2552)
Das 133Dorf liegt bei den koordinaten: (35.6179|88.1649)
Das 134Dorf liegt bei den koordinaten: (32.5133|78.6101)
Das 135Dorf liegt bei den koordinaten: (30.6308|68.7416)
Das 136Dorf liegt bei den koordinaten: (30|58.7149)
Das 137Dorf liegt bei den koordinaten: (30.6308|48.6883)
Das 138Dorf liegt bei den koordinaten: (32.5133|38.8197)
Das 139Dorf liegt bei den koordinaten: (35.6179|29.265)
Das 140Dorf liegt bei den koordinaten: (39.8955|20.1746)
Das 141Dorf liegt bei den koordinaten: (45.2786|11.6921)
Das 142Dorf liegt bei den koordinaten: (51.6825|3.95116)
Das 143Dorf liegt bei den koordinaten: (168.317|3.95116)
Das 144Dorf liegt bei den koordinaten: (174.721|11.6921)
Das 145Dorf liegt bei den koordinaten: (180.105|20.1746)
Das 146Dorf liegt bei den koordinaten: (184.382|29.265)
Das 147Dorf liegt bei den koordinaten: (187.487|38.8197)
Das 148Dorf liegt bei den koordinaten: (189.369|48.6883)
Restliche doerfer ausserhalb des Radiuses des gesundheitszentrums:
Das 149Dorf liegt bei den koordinaten: (22.5653|10.1847)

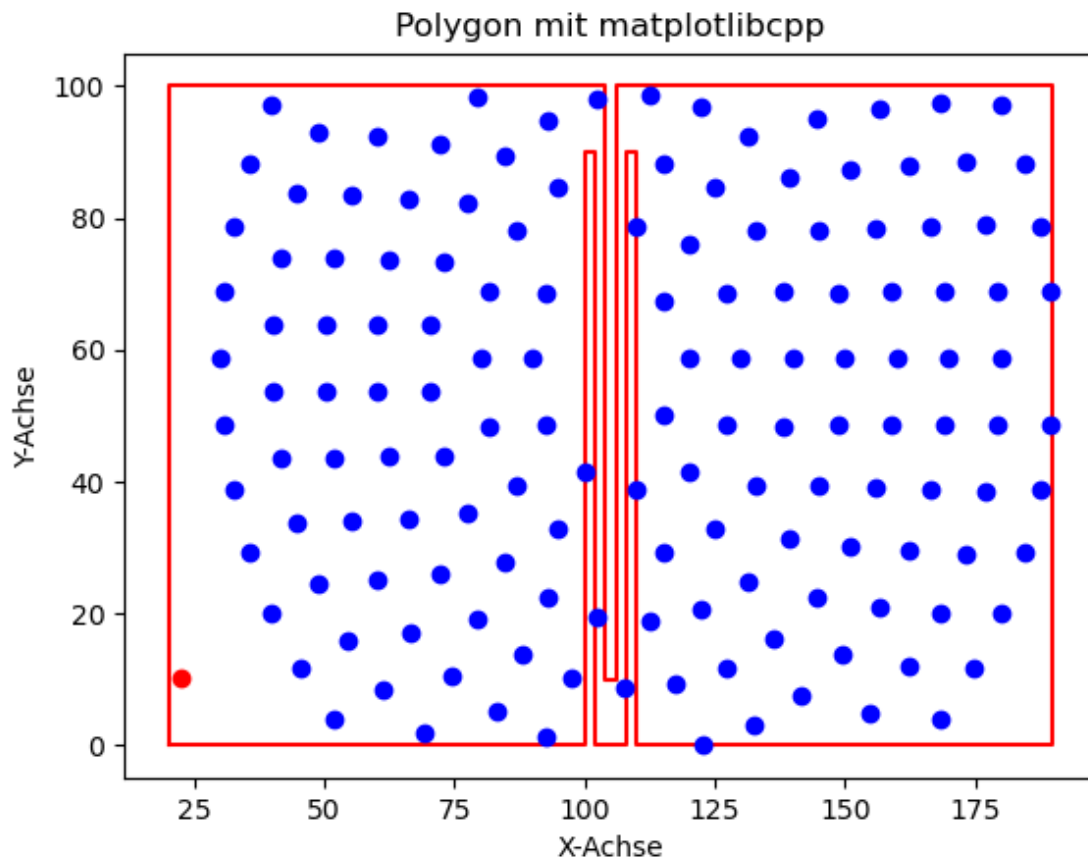


Figure 6: Polygon und Doerfer von siedler5.txt

4 Quellcode

4.1 Geometrie.h

```
#pragma once
```

```
#include <iostream>
#include <cmath>
#include <vector>
#include <sstream>
#include <fstream>
```

```
namespace Geometrie{
```

```
// klasse point um ein punkt darzustellen
class Point{
private:
    double x,y;
public:
    Point() : x(0.0), y(0.0){}
    Point(double _x, double _y) : x(_x), y(_y){}

    // funktionen zum returnen der x und y koordinaten
    double getX() const {return x;}
    double getY() const {return y;}

};

// klasse Polygon
class Polygon{
private:
    std::vector<Point> points;
public:
    Polygon(){}

    std::vector<Point> getPoints() const{
        return points;
    }

    const Point& getPoint(int index) const{
        return points[index];
    }

    // Funktion um ein Punkt in das Polygon hinzuzufuegen
    void addPoint(double x, double y){
        points.push_back(Point(x,y));
    }

    void addPointsFromVector(const std::vector<Point>& vec) {
```

```
    points.insert(points.end(), vec.begin(), vec.end());
}

// Funktion zum Bestimmen des Schwerpunktes oder auch Centroid des Poly
Point centroid() const {
    double cx = 0.0, cy = 0.0;
    double area = 0.0;

    for (int i = 0; i < points.size(); ++i) {
        double xi = points[i].getX();
        double yi = points[i].getY();

        double xi1 = points[(i + 1) % points.size()].getX();
        double yi1 = points[(i + 1) % points.size()].getY();

        double common = xi * yi1 - xi1 * yi;
        cx += (xi + xi1) * common;
        cy += (yi + yi1) * common;
        area += common;
    }

    area /= 2.0;
    cx /= (6 * area);
    cy /= (6 * area);

    return Point(cx, cy);
}

// Funktion zum schauen ob der punkt innerhalb des polygons liegt oder n
bool isInsidePolygon(const Point& p) const {
    int intersectioncount = 0;

    for(int i = 0; i < points.size(); ++i){
        double xi = points[i].getX();
        double yi = points[i].getY();
        double xi1 = points[(i + 1) % points.size()].getX();
```

```
double yi1 = points[(i + 1) % points.size()].getY();

if((yi > p.getY()) != (yi1 > p.getY()) && p.getX() < (xi1 - xi) *
    (p.getY() - yi) / (yi1 - yi) + xi){
    intersectioncount++;
}
}

return intersectioncount % 2 == 1;
}

// Funktion zum einlesen des Polygons von der file .txt
void readPointsFromFile(const std::string& filename) {
    std::ifstream file(filename);
    if (!file.is_open()) {
        std::cerr << "Fehler beim Öffnen der Datei: " << filename << std::endl;
        return;
    }

    std::string line;
    while (std::getline(file, line)) {
        std::stringstream ss(line);
        double x, y;
        if (ss >> x >> y) {
            addPoint(x, y);
        }
    }

    file.close();
}

};

};
```

4.2 `main.cpp`

```

#include <iostream>
#include <cmath>
#include <vector>

#include <Geometrie.h>
#include <matplotlibcpp.h>

namespace plt = matplotlibcpp;

// Funktion um die punkte eines umfangs Berechnen
std::vector<Geometrie::Point> umfang_punkte_eins(const Geometrie::Polygon& polygon,
    Geometrie::Point centroid, int radius){
    std::vector<Geometrie::Point> umfang_Punkte;
    double umfang = 2 * M_PI * radius;
    int anzahl_punkte = static_cast<int>(umfang/20);

    for(int i = 0; i < anzahl_punkte; ++i){
        double winkel = (2*M_PI*i)/anzahl_punkte;
        double x = centroid.getX() + radius * std::cos(winkel);
        double y = centroid.getY() + radius * std::sin(winkel);
        if(polygon.isInsidePolygon(Geometrie::Point(x,y))){
            umfang_Punkte.push_back(Geometrie::Point(x, y));
        }
    }
    return umfang_Punkte;
}

// Funktion um die letzten punkte im polygon zu bestimmen
std::vector<Geometrie::Point> last_points(const Geometrie::Polygon& polygon,
    const Geometrie::Point& center_point) {
    int radius = 100;
    std::vector<Geometrie::Point> end_points;
    std::vector<Geometrie::Point> points = umfang_punkte_eins(polygon, center_point, radius);
    // endet wenn der kreis so gros ist das kein punkt mehr im polygon platz hat
    while(points.size() > 0){

```

```

    end_points.insert(end_points.end(), points.begin(), points.end());
    radius += 20;
    points = umfang_punkte_eins(polygon, center_point, radius);
}
return end_points;
}

```

```

// Funktion zum berechnen der Punkte auf dem Umkreis eines Kreises in 10 rad
std::vector<Geometrie::Point> circle_Points(int distance, Geometrie::Point
const Geometrie::Polygon& polygon){
    std::vector<Geometrie::Point> umfang_Punkte;

    for(int radius = 10; radius <= 85; radius += 10){
        double umfang = 2 * M_PI * radius;
        int anzahl_punkte = static_cast<int>(umfang/distance);

        for(int i = 0; i < anzahl_punkte; ++i){
            double winkel = (2*M_PI*i)/anzahl_punkte;
            double x = centroid_circle.getX() + radius * std::cos(winkel);
            double y = centroid_circle.getY() + radius * std::sin(winkel);
            if(polygon.isInsidePolygon(Geometrie::Point(x,y))){
                umfang_Punkte.push_back(Geometrie::Point(x, y));
            }
        }
    }

    return umfang_Punkte;
}

```

```

// Funktion zum bestimmen des Gesundheitszentrums
Geometrie::Point gesundheitszentrum (int distance, Geometrie::Point centroid
const Geometrie::Polygon& polygon){
    std::vector<Geometrie::Point> points = circle_Points(distance, centroid_c
    Geometrie::Point end_point;
    int start_value = points.size();
    int end_value = 0;

```



```

Geometrie::Point centroid = centroid_circle;
// wir gehen gehen unsere 1 liste von punkten(doerfern) durch und schauen
// durch ob er ein besserer centroid waere
do{
    for(const Geometrie::Point& p: points){
        std::vector<Geometrie::Point> test_points = circle_Points(distance, p,
        if(test_points.size() > start_value){
            start_value = test_points.size();
            centroid = p;
        }
        // wen der wert vom vorherigem durchlauf gleich dem 2 durchlauf ist re
        // den vector
        if(start_value == end_value){
            end_point = p;
            return p;
        }
        end_value = start_value;

    }
}while(true);
}

```

```

int main() {
    // Erstellen eines Polygon Objektes
    Geometrie::Polygon polygon;

    // Punkte aus einer .txt file einlesen
    polygon.readPointsFromFile("../inputs/siedler1.txt");

    // bestimmen des centroid
    Geometrie::Point centroid = polygon.centroid();

    // bester punkt fuer das gesundheitszentrum
    Geometrie::Point gesundheitszent = gesundheitszentrum(10, centroid, polyg
    // vector mit den punkten innerhalb des radiuses von dem Gesundheitszentri

```

```

std::vector<Geometrie::Point> gesundheitszentrum_Points = circle_Points(1)
// Restlichen punkte ausserhalb des radiuses des gesundheitszentrums
std::vector<Geometrie::Point> end_points = last_points(polygon, gesundhe

//output
std::cout << "Gesundheitszentrum: " << "(" << gesundheitszent.getX() << "
std::cout << "Doerfer innerhalb des Radiuses von dem Gesundheitszentrum:
int counter = 1;
for (const Geometrie::Point p : gesundheitszentrum_Points) {
    std::cout << "Das " << counter << "Dorf liegt bei den koordinaten: " <<
    << p.getY() << ")" << std::endl;
    counter++;
}
std::cout << "Restliche doerfer ausserhalb des Radiuses des gesundheitsze
for (const Geometrie::Point p : end_points) {
    std::cout << "Das " << counter << "Dorf liegt bei den koordinaten: " <<
    << p.getY() << ")" << std::endl;
    counter++;
}

// Zustaz Plott erstellen mit matplotlibcpp
std::vector<double> _x_werte;
std::vector<double> _y_werte;
for(const Geometrie::Point p : end_points){
    _x_werte.push_back(p.getX());
    _y_werte.push_back(p.getY());
}

//std::cout << "groesse ohne algo: " << test.size() << std::endl;
std::vector<double>x_werte;
std::vector<double>y_werte;
for(Geometrie::Point p : gesundheitszentrum_Points){
    x_werte.push_back(p.getX());
    y_werte.push_back(p.getY());
}

```

```
}

// Polygon plotten
std::vector<double> x_points;
std::vector<double> y_points;
for(const Geometrie::Point point : polygon.getPoints()){
    x_points.push_back(point.getX());
    y_points.push_back(point.getY());
}
x_points.push_back(x_points[0]);
y_points.push_back(y_points[0]);

// Plot erstellen und Polygon plotten
plt::plot(x_points, y_points, "r-", x_werte, y_werte
, "bo", _x_werte, _y_werte, "ro");

// Optional: Fülle das Polygon
plt::xlabel("X-Achse");
plt::ylabel("Y-Achse");

// Titel des Plots
plt::title("Polygon mit matplotlibcpp");

// Plot anzeigen
plt::show();

return 0;
}
```