

Mathematikaufgabe 99

[Home](#) | [Startseite](#) | [Impressum](#) | [Kontakt](#) | [Gästebuch](#)

Aufgabe: Staffeln Sie 80 Flugzeuge in 10 Flugflächen so, daß diese den größtmöglichen Sicherheitsabstand zueinander haben.

Lösung: Wir verwenden zur Lösung der Aufgabenstellung eine selbstorganisierende Karte bzw. ein Kohonennetz [1]. Zu Beginn unserer Staffelung seien die Flugzeuge noch völlig willkürlich verteilt (das trifft in der Praxis kaum jemals zu). Zweidimensionale Zufallspositionen können wir mit folgendem MATLAB-Aufruf erzeugen:

```
>> pos = randtop(8,10)
```

```
pos =
```

```
Columns 1 through 13
```

```
0.2663  0.6862  1.6788  2.2589  3.3349  3.7009  4.8347  5.5094  0.4527  1.3805  2.0650  2.9078  3.5761
```

```
0.3880  0.3916      0  0.2157  0.4163  0.4191  0.1862  0.0213  1.0423  1.0633  0.6198  1.0510  0.9664
```

```
Columns 14 through 26
```

```
4.3570  5.0649  5.8392  0.0082  0.6719  1.7088  2.5814  3.0859  3.9927  4.4650  5.3391  0.5908  1.1328
```

```
0.7910  0.6849  0.6180  1.2744  1.6475  1.4044  1.2688  1.4354  1.6339  1.4873  1.5624  2.2640  2.2280
```

```
Columns 27 through 39
```

```
2.0647  2.5574  3.7109  4.2812  5.1109  5.7431  0.3029  0.8879  1.4469  2.5288  3.2661  4.0713  4.4696
```

```
1.9798  2.1410  2.0651  2.0092  2.0242  2.2373  3.0117  2.6178  2.6749  2.6733  2.6681  2.7192  2.6718
```

```
Columns 40 through 52
```

```
5.4210  0.4191  1.2812  2.1905  2.8637  3.4329  4.0367  5.0050  5.9486  0.1483  0.6310  1.4531  2.2746
```

```
2.7784  3.5996  3.4646  3.3380  3.5626  3.4733  3.2267  3.5748  3.2631  4.0756  4.0121  4.2316  4.1040
```

```
Columns 53 through 65
```

```
2.9548  3.7515  4.7061  5.3415  0.3602  1.0734  2.0087  2.5378  3.3015  4.0025  5.1426  5.5408      0
```

```
4.1392  4.1643  4.2094  3.8905  4.9382  4.8962  4.9780  4.7123  4.9615  4.8718  4.9168  4.6917  5.5334
```

```
Columns 66 through 78
```

```
0.8323  1.4625  2.1951  3.2925  3.8892  4.7847  5.2937  0.4431  1.1154  1.8385  2.7006  3.6836  4.2359
```

```
5.5864  5.2760  5.2146  5.4276  5.2189  5.4479  5.3957  5.8353  5.8580  5.9140  5.8227  6.2523  6.0337
```

```
Columns 79 through 80
```

```
4.9124  5.6775
```

```
6.2309  5.8522
```

Mit dem Plotbefehl

```
>> plotsom(pos)
```

Mathematikaufgabe 99

lassen sich die Zufallspositionen auch grafisch darstellen. Es ergibt sich die Verteilung gemäß Abb. 1.

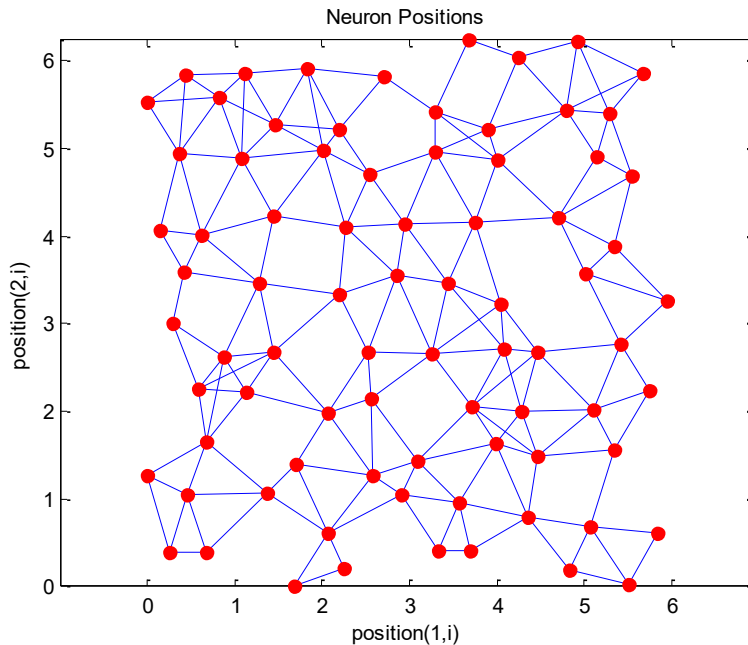


Abbildung 1. Willkürliche Verteilung von 80 Flugzeugen in zweidimensionaler Darstellung

Zur Staffelnung verwenden wir die MATLAB-Funktion `hextop`:

```
>> pos = hextop(8,10)
```

Columns 1 through 13

```
0 1.0000 2.0000 3.0000 4.0000 5.0000 6.0000 7.0000 0.5000 1.5000 2.5000 3.5000 4.5000
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0.8660 0.8660 0.8660 0.8660
```

Columns 14 through 26

```
5.5000 6.5000 7.5000 0 1.0000 2.0000 3.0000 4.0000 5.0000 6.0000 7.0000 0.5000 1.5000
0.8660 0.8660 0.8660 1.7321 1.7321 1.7321 1.7321 1.7321 1.7321 1.7321 1.7321 2.5981 2.5981
```

Columns 27 through 39

```
2.5000 3.5000 4.5000 5.5000 6.5000 7.5000 0 1.0000 2.0000 3.0000 4.0000 5.0000 6.0000
2.5981 2.5981 2.5981 2.5981 2.5981 2.5981 3.4641 3.4641 3.4641 3.4641 3.4641 3.4641 3.4641
```

Columns 40 through 52

```
7.0000 0.5000 1.5000 2.5000 3.5000 4.5000 5.5000 6.5000 7.5000 0 1.0000 2.0000 3.0000
3.4641 4.3301 4.3301 4.3301 4.3301 4.3301 4.3301 4.3301 4.3301 5.1962 5.1962 5.1962 5.1962
```

Columns 53 through 65

```
4.0000 5.0000 6.0000 7.0000 0.5000 1.5000 2.5000 3.5000 4.5000 5.5000 6.5000 7.5000 0
5.1962 5.1962 5.1962 5.1962 6.0622 6.0622 6.0622 6.0622 6.0622 6.0622 6.0622 6.0622 6.9282
```

Mathematikaufgabe 99

Columns 66 through 78

```
1.0000 2.0000 3.0000 4.0000 5.0000 6.0000 7.0000 0.5000 1.5000 2.5000 3.5000 4.5000 5.5000
6.9282 6.9282 6.9282 6.9282 6.9282 6.9282 6.9282 7.7942 7.7942 7.7942 7.7942 7.7942 7.7942
```

Columns 79 through 80

```
6.5000 7.5000
```

```
7.7942 7.7942
```

Auch die geordneten, selbstorganisierten Positionen können wieder mit dem Befehl

```
>> plotsom(pos)
```

graphisch veranschaulicht werden (siehe Abb. 2):

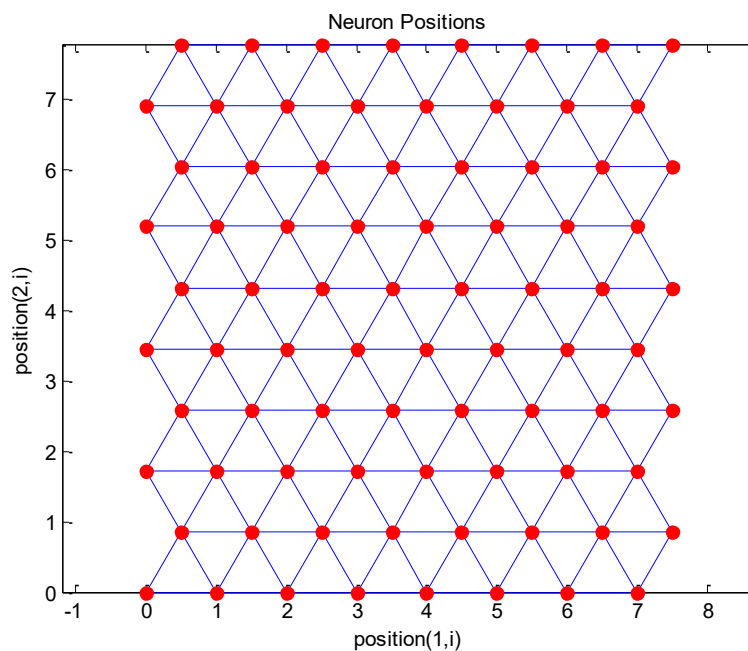


Abbildung 2. Geordnete Verteilung der 80 Flugzeuge nach erfolgter hexagonal gepackter Höhenstaffelung

Die hexagonale Packung ist in der Tat diejenige, bei der die Flugzeuge den größten Sicherheitsabstand haben, und sollte daher bei einer autonomen Staffelung auch Berücksichtigung finden.

Literatur

- [1] Günter Bachelier: Einführung in selbstorganisierende Karten. Tectum-Verlag, Marburg 1998