

## Onderwerpen:

Sorteren (StraightSelectionSort, Bubblesort, InsertionSort)

Backtracking

Convex Hull

Recurisie

Sorteren (QuickSort / MergeSort)

Sorteren (mbv een binaire boom)

Dynamisch Programmeren

'Greedy' algoritmes

Kortste pad (Dijkstra, Bellman-Ford, A\* algoritme)

Alle kortste paden (Floyd-Warshall, Johnson)

Minimaal opspannende boom (Prim, Kruskal)

Kortste routes (handelsreizigesprobleem)

Ford Fulkerson

Complexiteit

Heuristieken

Zoekbomen in bordspellen (Minimax, AlphaBèta, ...)

## Onderwerpen:

Sorteren (StraightSelectionSort, Bubblesort, InsertionSort)

Backtracking

Convex Hull

Recurisie

**Sorteren (QuickSort / MergeSort)**

Sorteren (mbv een binaire boom)

Dynamisch Programmeren

'Greedy' algoritmes

Kortste pad (Dijkstra, Bellman-Ford, A\* algoritme)

Alle kortste paden (Floyd-Warshall, Johnson)

Minimaal opspannende boom (Prim, Kruskal)

Kortste routes (handelsreizigesprobleem)

Ford Fulkerson

Complexiteit

Heuristieken

Zoekbomen in bordspellen (Minimax, AlphaBèta, ...)

**“Verdeel en heers paradigma”**

**Idee is:**

- **Kies een element in de rij (splitselement)**
- **Alle elementen uit de rij kleiner dan het splitselement naar de linkerkant van het splitselement**
- **Alle elementen uit de rij groter dan het splitselement naar de rechterkant van het splitselement**
- **Sorteer de linkerkant (recursie)**
- **Sorteer de rechterkant (recursie)**

**QSort (rij, eerste, laatste)**

**Als eerste < laatste**

**Splits (rij, eerste, laatste, splits)**

**QSort (rij, eerste, splits-1)**

**QSort (rij, splits+1, laatste)**

**Splits (rij, eerste, laatste, splits)**

**splits := eerste**

**voorkant := splits+1**

**achterkant := laatste**

**zolang voorkant <= laatste**

**als rij [splits] > rij[voorkant]**

**Wissel ( rij[splits], rij[voorkant] )**

**splits := splits+1**

**voorkant := voorkant+1**

**anders**

**Wissel ( rij[voorkant], rij[achterkant] )**

**achterkant := achterkant-1**

## Splits (rij, eerste, laatste, splits)

splits := eerste

voorkant := splits+1

achterkant := laatste

**zolang voorkant <= achterkant**

als rij [splits] > rij[voorkant]

Wissel ( rij[splits], rij[voorkant] )

splits := splits+1

voorkant := voorkant+1

anders

Wissel ( rij[voorkant], rij[achterkant] )

achterkant := achterkant-1

## Splits (rij, eerste, laatste, splits)

splits := eerste

voorkant := splits+1

achterkant := laatste

zolang voorkant <= laatste

als rij [splits] > rij[voorkant]

Wissel ( rij[splits], rij[voorkant] )

splits := splits+1

voorkant := voorkant+1

anders

Wissel ( rij[voorkant], rij[achterkant] )

achterkant := achterkant-1

## Splits (rij, eerste, laatste, splits)

splits := eerste

voorkant := splits+1

achterkant := laatste

zolang voorkant <= laatste

als rij [splits] > rij[voorkant]

Wissel ( rij[splits], rij[voorkant] )

splits := splits+1

voorkant := voorkant+1

anders

Wissel ( rij[voorkant], rij[achterkant] )

achterkant := achterkant-1



# QuickSort

**Qsort (1, 23)**

60	96	44	29	73	79	45	78	51	49	55	48	77	13	16	95	1	12	78	91	68	20	98
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----

# QuickSort

60	96	44	29	73	79	45	78	51	49	55	48	77	13	16	95	1	12	78	91	68	20	98
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----

$\text{rij}[2] \geq \text{rij}[1]$   
Wissel ( $\text{rij}[2]$ ,  $\text{rij}[23]$ )  
 $\text{achterkant} := \text{achterkant}-1$

$\text{splits} := 1$   
 $\text{voorkant} := 2$   
 $\text{achterkant} := 23$

# QuickSort

60	98	44	29	73	79	45	78	51	49	55	48	77	13	16	95	1	12	78	91	68	20	96
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----

$\text{rij}[2] \geq \text{rij}[1]$   
Wissel ( $\text{rij}[2]$ ,  $\text{rij}[22]$ )  
 $\text{achterkant} := \text{achterkant}-1$

$\text{splits} := 1$   
 $\text{voorkant} := 2$   
 $\text{achterkant} := 22$

# QuickSort

60	20	44	29	73	79	45	78	51	49	55	48	77	13	16	95	1	12	78	91	68	98	96
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----

**$\text{rij}[2] < \text{rij}[1]$**   
**Wissel ( $\text{rij}[1]$ ,  $\text{rij}[2]$ )**  
 **$\text{splits} := \text{splits} + 1$**   
 **$\text{voorkant} := \text{voorkant} + 1$**

**$\text{splits} := 1$**   
 **$\text{voorkant} := 2$**   
 **$\text{achterkant} := 21$**

# QuickSort

20	60	44	29	73	79	45	78	51	49	55	48	77	13	16	95	1	12	78	91	68	98	96
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----

**rij[3] < rij[2]**  
**Wissel (rij[2], rij[3])**  
**splits := splits+1**  
**voorkant := voorkant+1**

**splits := 2**  
**voorkant := 3**  
**achterkant := 21**

# QuickSort

20	44	60	29	73	79	45	78	51	49	55	48	77	13	16	95	1	12	78	91	68	98	96
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----

**rij[4] < rij[3]**  
**Wissel (rij[3], rij[4])**  
**splits := splits+1**  
**voorkant := voorkant+1**

**splits := 3**  
**voorkant := 4**  
**achterkant := 21**

# QuickSort

20	44	29	60	73	79	45	78	51	49	55	48	77	13	16	95	1	12	78	91	68	98	96
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----

**$\text{rij}[5] \geq \text{rij}[4]$**   
**Wissel ( $\text{rij}[5]$ ,  $\text{rij}[21]$ )**  
 **$\text{achterkant} := \text{achterkant} - 1$**

**$\text{splits} := 4$**   
 **$\text{voorkant} := 5$**   
 **$\text{achterkant} := 21$**

# QuickSort

20	44	29	60	68	79	45	78	51	49	55	48	77	13	16	95	1	12	78	91	73	98	96
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----

$\text{rij}[5] \geq \text{rij}[4]$   
Wissel ( $\text{rij}[6]$ ,  $\text{rij}[20]$ )  
 $\text{achterkant} := \text{achterkant}-1$

$\text{splits} := 4$   
 $\text{voorkant} := 5$   
 $\text{achterkant} := 20$



# QuickSort

20	44	29	60	91	79	45	78	51	49	55	48	77	13	16	95	1	12	78	68	73	98	96
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----

**$\text{rij}[5] \geq \text{rij}[4]$**

**Wissel ( $\text{rij}[7]$ ,  $\text{rij}[19]$ )**

**$\text{achterkant} := \text{achterkant} - 1$**

**$\text{splits} := 4$**

**$\text{voorkant} := 5$**

**$\text{achterkant} := 19$**

# QuickSort

20	44	29	60	78	79	45	78	51	49	55	48	77	13	16	95	1	12	91	68	73	98	96
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----

$\text{rij}[5] \geq \text{rij}[4]$

Wissel ( $\text{rij}[5]$ ,  $\text{rij}[18]$ )

$\text{achterkant} := \text{achterkant} - 1$

$\text{splits} := 4$

$\text{voorkant} := 5$

$\text{achterkant} := 18$

20	44	29	60	12	79	45	78	51	49	55	48	77	13	16	95	1	78	91	68	73	98	96
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----

**rij[5] < rij[4]**  
**Wissel (rij[4], rij[5])**  
**splits := splits+1**  
**voorkant := voorkant+1**

**splits := 4**  
**voorkant := 5**  
**achterkant := 17**

# QuickSort

20	44	29	12	60	79	45	78	51	49	55	48	77	13	16	95	1	78	91	68	73	98	96
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----

$\text{rij}[6] \geq \text{rij}[5]$

Wissel ( $\text{rij}[6]$ ,  $\text{rij}[17]$ )

$\text{achterkant} := \text{achterkant} - 1$

$\text{splits} := 5$

$\text{voorkant} := 6$

$\text{achterkant} := 17$

# QuickSort

20	44	29	12	60	1	45	78	51	49	55	48	77	13	16	95	79	78	91	68	73	98	96
----	----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

**$\text{rij}[6] < \text{rij}[5]$**   
**Wissel ( $\text{rij}[5]$ ,  $\text{rij}[6]$ )**  
 **$\text{splits} := \text{splits} + 1$**   
 **$\text{voorkant} := \text{voorkant} + 1$**

**$\text{splits} := 5$**   
 **$\text{voorkant} := 6$**   
 **$\text{achterkant} := 16$**

# QuickSort

20	44	29	12	1	60	45	78	51	49	55	48	77	13	16	95	79	78	91	68	73	98	96
----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

**$\text{rij}[7] < \text{rij}[6]$**   
**Wissel ( $\text{rij}[6]$ ,  $\text{rij}[7]$ )**  
 **$\text{splits} := \text{splits} + 1$**   
 **$\text{voorkant} := \text{voorkant} + 1$**

**$\text{splits} := 6$**   
 **$\text{voorkant} := 7$**   
 **$\text{achterkant} := 16$**

# QuickSort

20	44	29	12	1	45	60	78	51	49	55	48	77	13	16	95	79	78	91	68	73	98	96
----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

**$\text{rij}[8] \geq \text{rij}[7]$**

**Wissel ( $\text{rij}[8]$ ,  $\text{rij}[16]$ )**

**$\text{achterkant} := \text{achterkant} - 1$**

**$\text{splits} := 7$**

**$\text{voorkant} := 8$**

**$\text{achterkant} := 16$**

# QuickSort

20	44	29	12	1	45	60	95	51	49	55	48	77	13	16	78	79	78	91	68	73	98	96
----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

$\text{rij}[8] \geq \text{rij}[7]$

Wissel ( $\text{rij}[8]$ ,  $\text{rij}[15]$ )

$\text{achterkant} := \text{achterkant} - 1$

$\text{splits} := 7$

$\text{voorkant} := 8$

$\text{achterkant} := 15$



# QuickSort

20	44	29	12	1	45	60	16	51	49	55	48	77	13	95	78	79	78	91	68	73	98	96
----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

**$\text{rij}[8] < \text{rij}[7]$**   
**Wissel ( $\text{rij}[7]$ ,  $\text{rij}[8]$ )**  
 **$\text{splits} := \text{splits} + 1$**   
 **$\text{voorkant} := \text{voorkant} + 1$**

**$\text{splits} := 7$**   
 **$\text{voorkant} := 8$**   
 **$\text{achterkant} := 14$**

20	44	29	12	1	45	16	60	51	49	55	48	77	13	95	78	79	78	91	68	73	98	96
----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

**rij[9] < rij[8]**  
**Wissel (rij[8], rij[9])**  
**splits := splits+1**  
**voorkant := voorkant+1**

**splits := 8**  
**voorkant := 9**  
**achterkant := 14**

# QuickSort

20	44	29	12	1	45	16	51	60	49	55	48	77	13	95	78	79	78	91	68	73	98	96
----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

**rij[10] < rij[9]**  
**Wissel (rij[9], rij[10])**  
**splits := splits+1**  
**voorkant := voorkant+1**

**splits := 9**  
**voorkant := 10**  
**achterkant := 14**

20	44	29	12	1	45	16	51	49	60	55	48	77	13	95	78	79	78	91	68	73	98	96
----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

**rij[11] < rij[10]**  
**Wissel (rij[10], rij[11])**  
**splits := splits+1**  
**voorkant := voorkant+1**

**splits := 10**  
**voorkant := 11**  
**achterkant := 14**

20	44	29	12	1	45	16	51	49	55	60	48	77	13	95	78	79	78	91	68	73	98	96
----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

**rij[12] < rij[11]**  
**Wissel (rij[11], rij[12])**  
**splits := splits+1**  
**voorkant := voorkant+1**

**splits := 11**  
**voorkant := 12**  
**achterkant := 14**

# QuickSort

20	44	29	12	1	45	16	51	49	55	48	60	77	13	95	78	79	78	91	68	73	98	96
----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

**$\text{rij}[13] \geq \text{rij}[12]$**

**Wissel ( $\text{rij}[13]$ ,  $\text{rij}[14]$ )**

**$\text{achterkant} := \text{achterkant}-1$**

**$\text{splits} := 12$**

**$\text{voorkant} := 13$**

**$\text{achterkant} := 14$**

20	44	29	12	1	45	16	51	49	55	48	60	13	77	95	78	79	78	91	68	73	98	96
----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

**rij[13] < rij[12]**  
**Wissel (rij[12], rij[13])**  
**splits := splits+1**  
**voorkant := voorkant+1**

**splits := 12**  
**voorkant := 13**  
**achterkant := 13**

# QuickSort

20	44	29	12	1	45	16	51	49	55	48	13	60	77	95	78	79	78	91	68	73	98	96
----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

splits := 13  
voorkant := 14  
achterkant := 13


voorkant is niet meer kleiner dan of gelijk als de achterkant;  
het splitsen is klaar.



# QuickSort

**Qsort (1, 12)**

**Qsort (14, 23)**



20	44	29	12	1	45	16	51	49	55	48	13	60	77	95	78	79	78	91	68	73	98	96
----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

**splits := 13**

**voorkant := 14**

**achterkant := 13**

# QuickSort (VBA)

```
Sub QSort(ByVal van As Integer, ByVal tot As Integer)

    Dim splitspunt As Integer

    If van < tot Then
        Call Splits(van, tot, splitspunt)
        Call QSort(van, splitspunt - 1)
        Call QSort(splitspunt + 1, tot)
    End If

End Sub
```

# QuickSort (VBA)

```
Sub Splits(ByVal van As Integer, ByVal tot As Integer, ByRef splitpunt As Integer)

    splitpunt = van
    x = van+1
    y = tot
    While x <= y
        if (Cells(x, 1) < Cells(splitpunt, 1)) Then
            hulp=Cells(x,1)
            Cells(x,1)=Cells(splitpunt, 1)
            Cells(splitpunt, 1)=hulp
            splitpunt=splitpunt+1
            x=x+1
        else
            hulp=Cells(splitpunt+1,1)
            Cells(splitpunt+1,1)=Cells(y, 1)
            Cells(y, 1)=hulp
            y=y-1
        end if
    Wend
End Sub
```

