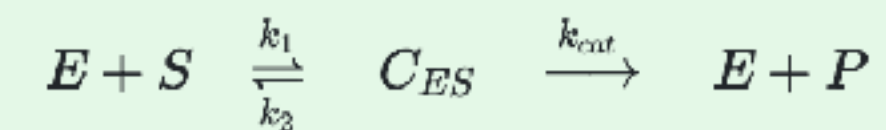

Werkcollege

Werkcollege

Oefening 17.1 (Reactievergelijkingen)



Bekijk de volgende reactievergelijking van een enzymatische reactie, waarbij een enzym (E) een complex vormt met een substraat (S). Dit complex (C_{ES}) catalyseert de reactie naar product (P), waarbij het enzym weer vrij komt. Echter kan het complex ook weer uit elkaar vallen zonder reactie, en weer $E + S$ opleveren.

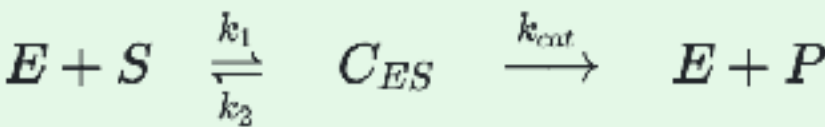


- Stel dat we een dynamisch model van dit systeem zouden willen maken. Wat zijn de variabelen die we zouden willen modelleren? Wat zijn de parameters?
- Aangenomen dat de reactiesnelheden direct proportioneel zijn aan de concentraties, is de

Werkcollege

Oefening 17.1 (Reactievergelijkingen)

Bekijk de volgende reactievergelijking van een enzymatische reactie, waarbij een enzym (E) een complex vormt met een substraat (S). Dit complex (C_{ES}) catalyseert de reactie naar product (P), waarbij het enzym weer vrij komt. Echter kan het complex ook weer uit elkaar vallen zonder reactie, en weer $E + S$ opleveren.



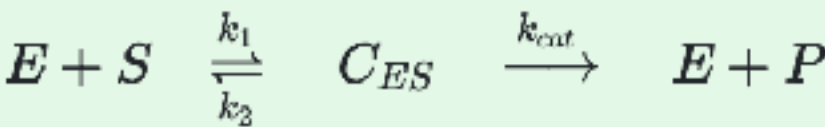
- a. Stel dat we een dynamisch model van dit systeem zouden willen maken. Wat zijn de variabelen die we zouden willen modelleren? Wat zijn de parameters?
- b. Aangenomen dat de reactiesnelheden direct proportioneel zijn aan de concentraties, is de

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
1									S	
2				E				E		
3					S	E				
4	E	S	S			E				
5						E		S		
6				E		S				
7	S									
8	S					S				
9	E								E	
10		E		S						

Werkcollege

Oefening 17.1 (Reactievergelijkingen)

Bekijk de volgende reactievergelijking van een enzymatische reactie, waarbij een enzym (E) een complex vormt met een substraat (S). Dit complex (C_{ES}) catalyseert de reactie naar product (P), waarbij het enzym weer vrij komt. Echter kan het complex ook weer uit elkaar vallen zonder reactie, en weer $E + S$ opleveren.



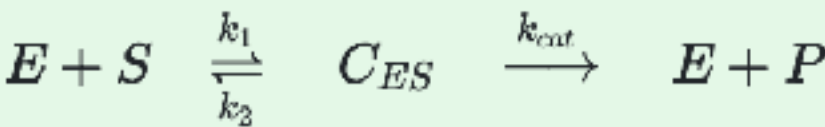
- a. Stel dat we een dynamisch model van dit systeem zouden willen maken. Wat zijn de variabelen die we zouden willen modelleren? Wat zijn de parameters?
- b. Aangenomen dat de reactiesnelheden direct proportioneel zijn aan de concentraties, is de

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
1									S	
2				E				E		
3					S	E				
4	E	S	S			E				
5						E		S		
6				E		S				
7	S									
8	S					S				
9	E								E	
10		E		S						

Werkcollege

Oefening 17.1 (Reactievergelijkingen)

Bekijk de volgende reactievergelijking van een enzymatische reactie, waarbij een enzym (E) een complex vormt met een substraat (S). Dit complex (C_{ES}) catalyseert de reactie naar product (P), waarbij het enzym weer vrij komt. Echter kan het complex ook weer uit elkaar vallen zonder reactie, en weer $E + S$ opleveren.



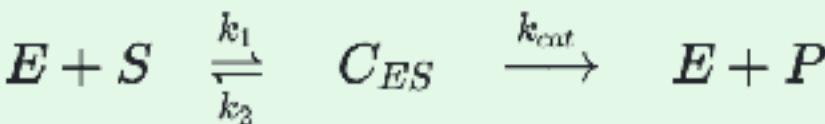
- a. Stel dat we een dynamisch model van dit systeem zouden willen maken. Wat zijn de variabelen die we zouden willen modelleren? Wat zijn de parameters?
- b. Aangenomen dat de reactiesnelheden direct proportioneel zijn aan de concentraties, is de

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
1									S	
2				E				E		
3						S	E			
4	E	S	S			E				
5						E		S		
6				E		S				
7	S									
8	S					S				
9	E								E	
10		E		S						

Werkcollege

Oefening 17.1 (Reactievergelijkingen)

Bekijk de volgende reactievergelijking van een enzymatische reactie, waarbij een enzym (E) een complex vormt met een substraat (S). Dit complex (C_{ES}) catalyseert de reactie naar product (P), waarbij het enzym weer vrij komt. Echter kan het complex ook weer uit elkaar vallen zonder reactie, en weer $E + S$ opleveren.



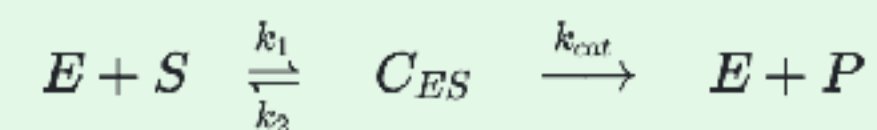
- a. Stel dat we een dynamisch model van dit systeem zouden willen maken. Wat zijn de variabelen die we zouden willen modelleren? Wat zijn de parameters?
- b. Aangenomen dat de reactiesnelheden direct proportioneel zijn aan de concentraties, is de

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
1									S	
2				E				E		
3						S	E			
4	E	S	S			E				
5						E		S		
6				E		S				
7	S									
8	S					S				
9	E								E	
10		E		S						

Werkcollege

Oefening 17.1 (Reactievergelijkingen)

Bekijk de volgende reactievergelijking van een enzymatische reactie, waarbij een enzym (E) een complex vormt met een substraat (S). Dit complex (C_{ES}) catalyseert de reactie naar product (P), waarbij het enzym weer vrij komt. Echter kan het complex ook weer uit elkaar vallen zonder reactie, en weer $E + S$ opleveren.



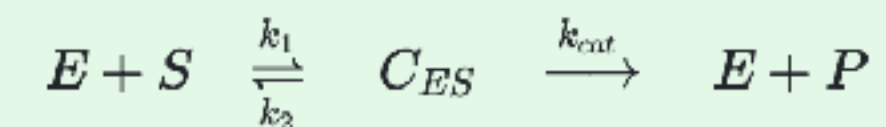
- Stel dat we een dynamisch model van dit systeem zouden willen maken. Wat zijn de variabelen die we zouden willen modelleren? Wat zijn de parameters?
- Aangenomen dat de reactiesnelheden direct proportioneel zijn aan de concentraties, is de

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
1									S	
2				E				E		
3						S	E			
4	E	S	S			E				
5						E		S		
6				E		S				
7	S									
8	S					S				
9	E								E	
10		E		S						

Werkcollege

Oefening 17.1 (Reactievergelijkingen)

Bekijk de volgende reactievergelijking van een enzymatische reactie, waarbij een enzym (E) een complex vormt met een substraat (S). Dit complex (C_{ES}) catalyseert de reactie naar product (P), waarbij het enzym weer vrij komt. Echter kan het complex ook weer uit elkaar vallen zonder reactie, en weer $E + S$ opleveren.



- Stel dat we een dynamisch model van dit systeem zouden willen maken. Wat zijn de variabelen die we zouden willen modelleren? Wat zijn de parameters?
- Aangenomen dat de reactiesnelheden direct proportioneel zijn aan de concentraties, is de

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
1									S	
2				E				E		
3						S	E			
4	E	S	S			E				
5										
6										
7	S									
8	S									
9	E									
10										

```

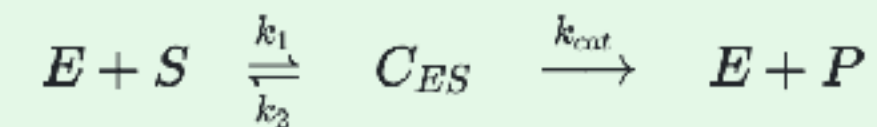
num_bumping <- 0
indices <- which(x == "E", arr.ind = TRUE)
num_bumping <- sum(sapply(1:nrow(indices), function(k) {
  i <- indices[k, 1]
  j <- indices[k, 2]
  sum(c(
    if (i > 1) x[i - 1, j] == "S" else 0,
    if (i < 10) x[i + 1, j] == "S" else 0,
    if (j > 1) x[i, j - 1] == "S" else 0,
    if (j < 10) x[i, j + 1] == "S" else 0
  ))
}))
num_bumping

```

Werkcollege

Oefening 17.1 (Reactievergelijkingen)

Bekijk de volgende reactievergelijking van een enzymatische reactie, waarbij een enzym (E) een complex vormt met een substraat (S). Dit complex (C_{ES}) catalyseert de reactie naar product (P), waarbij het enzym weer vrij komt. Echter kan het complex ook weer uit elkaar vallen zonder reactie, en weer $E + S$ opleveren.



- Stel dat we een dynamisch model van dit systeem zouden willen maken. Wat zijn de variabelen die we zouden willen modelleren? Wat zijn de parameters?
- Aangenomen dat de reactiesnelheden direct proportioneel zijn aan de concentraties, is de

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
1									S	
2				E				E		
3						S	E			
4	E	S	S			E				
5										
6										
7	S									
8	S									
9	E									
10										

```

num_bumping <- 0
indices <- which(x == "E", arr.ind = TRUE)
num_bumping <- sum(sapply(1:nrow(indices), function(k) {
  i <- indices[k, 1]
  j <- indices[k, 2]
  sum(c(
    if (i > 1) x[i - 1, j] == "S" else 0,
    if (i < 10) x[i + 1, j] == "S" else 0,
    if (j > 1) x[i, j - 1] == "S" else 0,
    if (j < 10) x[i, j + 1] == "S" else 0
  ))
}))
num_bumping

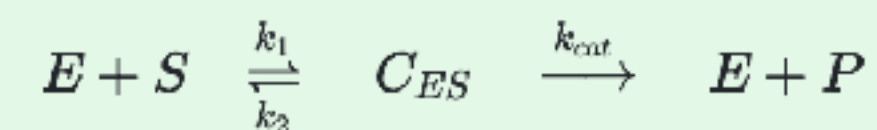
```

4

Werkcollege

Oefening 17.1 (Reactievergelijkingen)

Bekijk de volgende reactievergelijking van een enzymatische reactie, waarbij een enzym (E) een complex vormt met een substraat (S). Dit complex (C_{ES}) catalyseert de reactie naar product (P), waarbij het enzym weer vrij komt. Echter kan het complex ook weer uit elkaar vallen zonder reactie, en weer $E + S$ opleveren.



- Stel dat we een dynamisch model van dit systeem zouden willen maken. Wat zijn de variabelen die we zouden willen modelleren? Wat zijn de parameters?
- Aangenomen dat de reactiesnelheden direct proportioneel zijn aan de concentraties, is de

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
1									S	
2				E				E		
3						S	E			
4	E	S	S			E				
5										

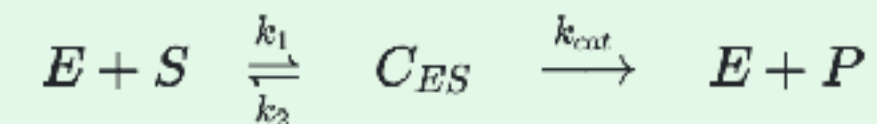
num_bumping <- 0

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
1										
2										
3										
4						E		E		
5										
6							E			E
7								E		
8										
9						E	E			E
10			E	E						

Werkcollege

Oefening 17.1 (Reactievergelijkingen)

Bekijk de volgende reactievergelijking van een enzymatische reactie, waarbij een enzym (E) een complex vormt met een substraat (S). Dit complex (C_{ES}) catalyseert de reactie naar product (P), waarbij het enzym weer vrij komt. Echter kan het complex ook weer uit elkaar vallen zonder reactie, en weer $E + S$ opleveren.



- Stel dat we een dynamisch model van dit systeem zouden willen maken. Wat zijn de variabelen die we zouden willen modelleren? Wat zijn de parameters?
- Aangenomen dat de reactiesnelheden direct proportioneel zijn aan de concentraties, is de

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
1									S	
2				E				E		
3						S	E			
4	E	S	S			E				
5										

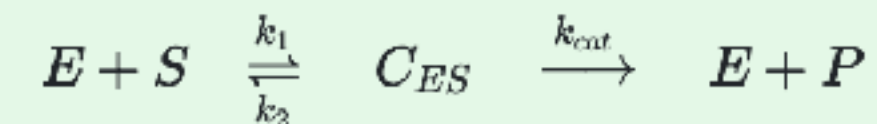
```

num_bumping <- 0
indices <- which(x == "E", arr.ind = TRUE)
num_bumping <- sum(sapply(1:nrow(indices), function(k) {
  i <- indices[k, 1]
  j <- indices[k, 2]
  sum(c(
    if (i > 1) x[i - 1, j] == "S" else 0,
    if (i < 10) x[i + 1, j] == "S" else 0,
    if (j > 1) x[i, j - 1] == "S" else 0,
    if (j < 10) x[i, j + 1] == "S" else 0
  ))
}))
num_bumping
  
```

Werkcollege

Oefening 17.1 (Reactievergelijkingen)

Bekijk de volgende reactievergelijking van een enzymatische reactie, waarbij een enzym (E) een complex vormt met een substraat (S). Dit complex (C_{ES}) catalyseert de reactie naar product (P), waarbij het enzym weer vrij komt. Echter kan het complex ook weer uit elkaar vallen zonder reactie, en weer $E + S$ opleveren.



- Stel dat we een dynamisch model van dit systeem zouden willen maken. Wat zijn de variabelen die we zouden willen modelleren? Wat zijn de parameters?
- Aangenomen dat de reactiesnelheden direct proportioneel zijn aan de concentraties, is de

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
1									S	
2				E				E		
3						S	E			
4	E	S	S			E				
5										


```

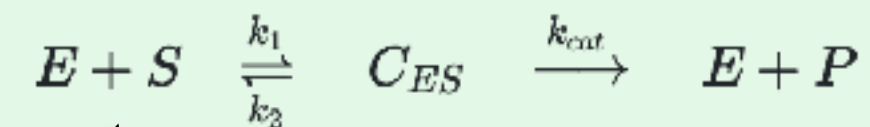
num_bumping <- 0
indices <- which(x == "E", arr.ind = TRUE)
num_bumping <- sum(sapply(1:nrow(indices), function(k) {
  i <- indices[k, 1]
  j <- indices[k, 2]
  sum(c(
    if (i > 1) x[i - 1, j] == "S" else 0,
    if (i < 10) x[i + 1, j] == "S" else 0,
    if (j > 1) x[i, j - 1] == "S" else 0,
    if (j < 10) x[i, j + 1] == "S" else 0
  ))
}))
num_bumping
  
```

0

Werkcollege

Oefening 17.1 (Reactievergelijkingen)

Bekijk de volgende reactievergelijking van een enzymatische reactie, waarbij een enzym (E) een complex vormt met een substraat (S). Dit complex (C_{ES}) catalyseert de reactie naar product (P), waarbij het enzym weer vrij komt. Echter kan het complex ook weer uit elkaar vallen zonder reactie, en weer $E + S$ opleveren.



- Stel dat we een dynamisch model van dit systeem zouden willen maken. Wat zijn de variabelen die we zouden willen modelleren? Wat zijn de parameters?
- Aangenomen dat de reactiesnelheden direct proportioneel zijn aan de concentraties, is de

‘+’ is de notatie voor reactievergelijkingen

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
1									S	
2				E				E		
3						S	E			
4	E	S	S			E				
5	num_bumping <- 0									


```

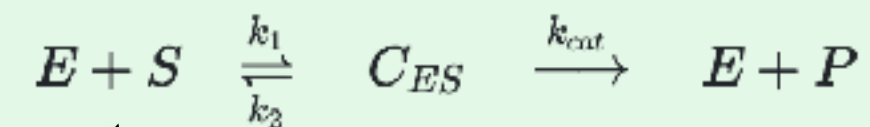
num_bumping <- 0
indices <- which(x == "E", arr.ind = TRUE)
num_bumping <- sum(sapply(1:nrow(indices), function(k) {
  i <- indices[k, 1]
  j <- indices[k, 2]
  sum(c(
    if (i > 1) x[i - 1, j] == "S" else 0,
    if (i < 10) x[i + 1, j] == "S" else 0,
    if (j > 1) x[i, j - 1] == "S" else 0,
    if (j < 10) x[i, j + 1] == "S" else 0
  ))
}))
num_bumping
  
```

0

Werkcollege

Oefening 17.1 (Reactievergelijkingen)

Bekijk de volgende reactievergelijking van een enzymatische reactie, waarbij een enzym (E) een complex vormt met een substraat (S). Dit complex (C_{ES}) catalyseert de reactie naar product (P), waarbij het enzym weer vrij komt. Echter kan het complex ook weer uit elkaar vallen zonder reactie, en weer $E + S$ opleveren.



- Stel dat we een dynamisch model van dit systeem zouden willen maken. Wat zijn de variabelen die we zouden willen modelleren? Wat zijn de parameters?
- Aangenomen dat de reactiesnelheden direct proportioneel zijn aan de concentraties, is de

‘+’ is de notatie voor reactievergelijkingen

Maar de SNELHEID moet afhangen van het **product**!

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
1									S	
2				E				E		
3						S	E			
4	E	S	S			E				
5	num_bumping <- 0									


```

num_bumping <- 0
indices <- which(x == "E", arr.ind = TRUE)
num_bumping <- sum(sapply(1:nrow(indices), function(k) {
  i <- indices[k, 1]
  j <- indices[k, 2]
  sum(c(
    if (i > 1) x[i - 1, j] == "S" else 0,
    if (i < 10) x[i + 1, j] == "S" else 0,
    if (j > 1) x[i, j - 1] == "S" else 0,
    if (j < 10) x[i, j + 1] == "S" else 0
  ))
}))
num_bumping
  
```

0

The figure displays a data visualization tool interface. At the top, a grid of 10 columns (V1-V10) and 5 rows is shown. The grid contains the following letters:

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
1									S	
2				E				E		
3					S	E				
4	E	S	S			E				
5										

Below the grid, a console window shows the following R code:

```

num_bumping <- 0
indices <- which(x == "E", arr.ind = TRUE)
num_bumping <- sum(sapply(1:nrow(indices), function(k) {
  i <- indices[k, 1]
  j <- indices[k, 2]
  sum(c(
    if (i > 1) x[i - 1, j] == "S" else 0,
    if (i < 10) x[i + 1, j] == "S" else 0,
    if (j > 1) x[i, j - 1] == "S" else 0,
    if (j < 10) x[i, j + 1] == "S" else 0
  ))
}))
num_bumping

```

The output of the code is displayed as a large black number **0**.

Werkcollege

Werkcollege

Stap 0

0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	4	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

Stap 1

0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0.4	0	0	0
0	0	0.4	2.4	0.4	0	0
0	0	0	0.4	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

Stap 2

0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0.04	0	0	0
0	0	0.08	0.48	0.08	0	0
0	0.04	0.48	1.6	0.48	0.04	0
0	0	0.08	0.48	0.08	0	0
0	0	0	0.04	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

Stap 3

0	0	0	0	0	0	0
0	0	0.01	0.07	0.01	0	0
0	0.01	0.14	0.47	0.14	0.01	0
0	0.07	0.47	1.15	0.47	0.07	0
0	0.01	0.14	0.47	0.14	0.01	0
0	0	0.01	0.07	0.01	0	0
0	0	0	0	0	0	0

Let op! Deze getallen zijn afgerond en daarom zijn sommige hokjes nog 0!

Werkcollege

Stap 0

0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	4	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

Stap 1

0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0.4	0	0	0
0	0	0.4	2.4	0.4	0	0
0	0	0	0.4	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

Stap 2

0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0.04	0	0	0
0	0	0.08	0.48	0.08	0	0
0	0.04	0.48	1.6	0.48	0.04	0
0	0	0.08	0.48	0.08	0	0
0	0	0	0.04	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

Stap 3

0	0	0	0	0	0	0
0	0	0.01	0.07	0.01	0	0
0	0.01	0.14	0.47	0.14	0.01	0
0	0.07	0.47	1.15	0.47	0.07	0
0	0.01	0.14	0.47	0.14	0.01	0
0	0	0.01	0.07	0.01	0	0
0	0	0	0	0	0	0

Stap 0

0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	4	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

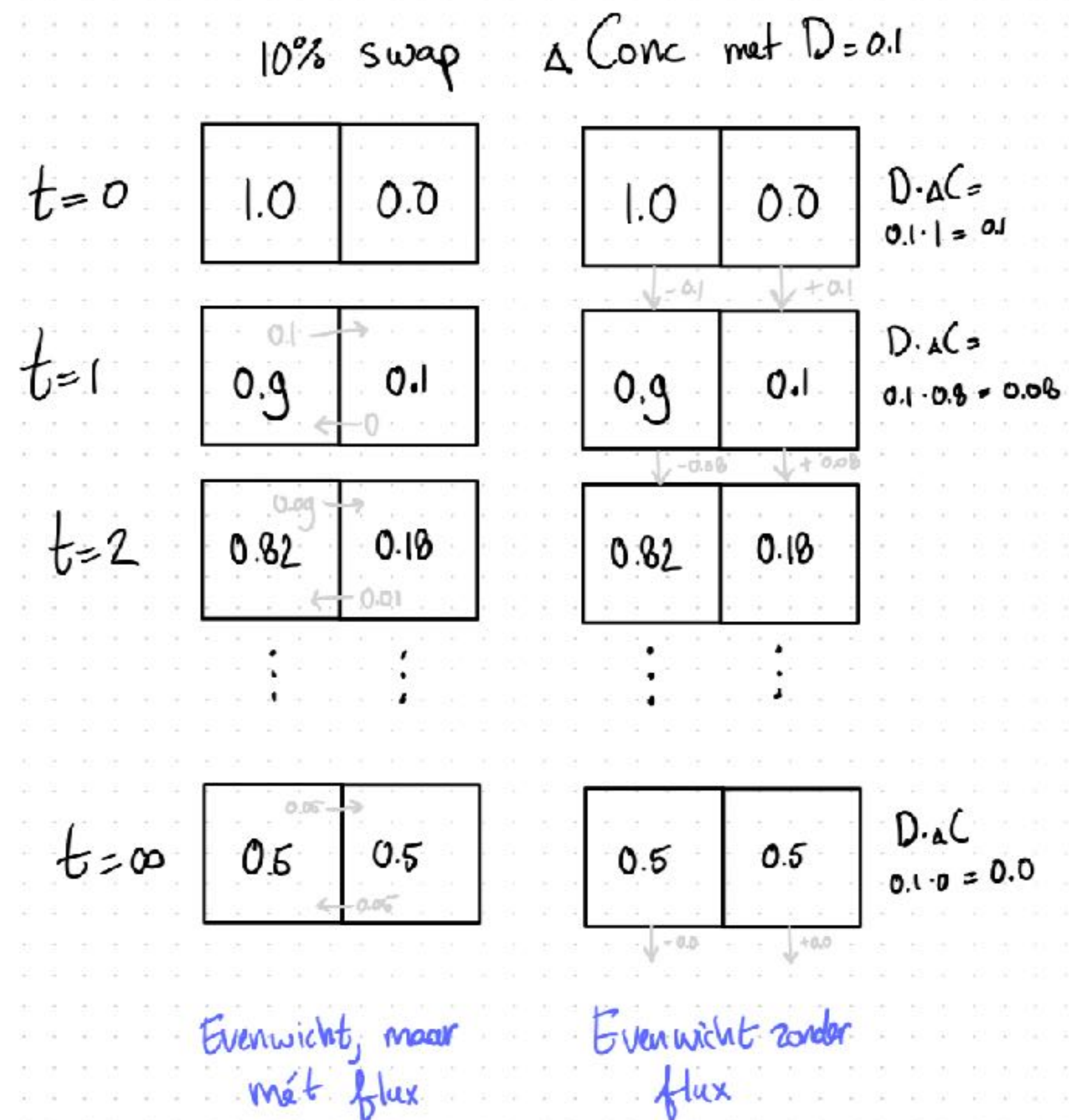
Stap 1

0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1.2	0	0	0
0	0	1.2	-0.8	1.2	0	0
0	0	0	1.2	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

Diffusie-constante van 0.3.... oeps.

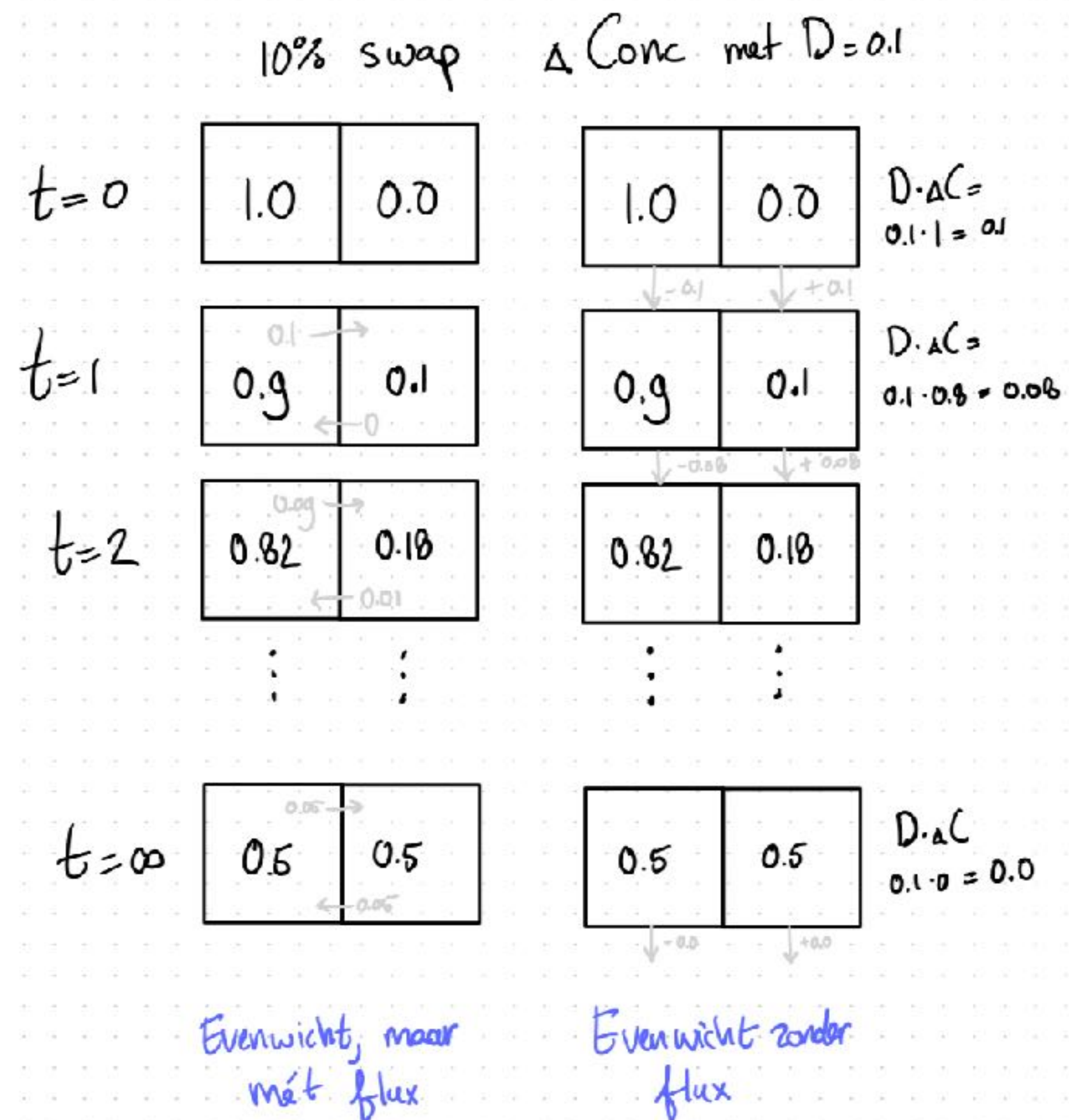
Let op! Deze getallen zijn afgerond en daarom zijn sommige hokjes nog 0!

Werkcollege



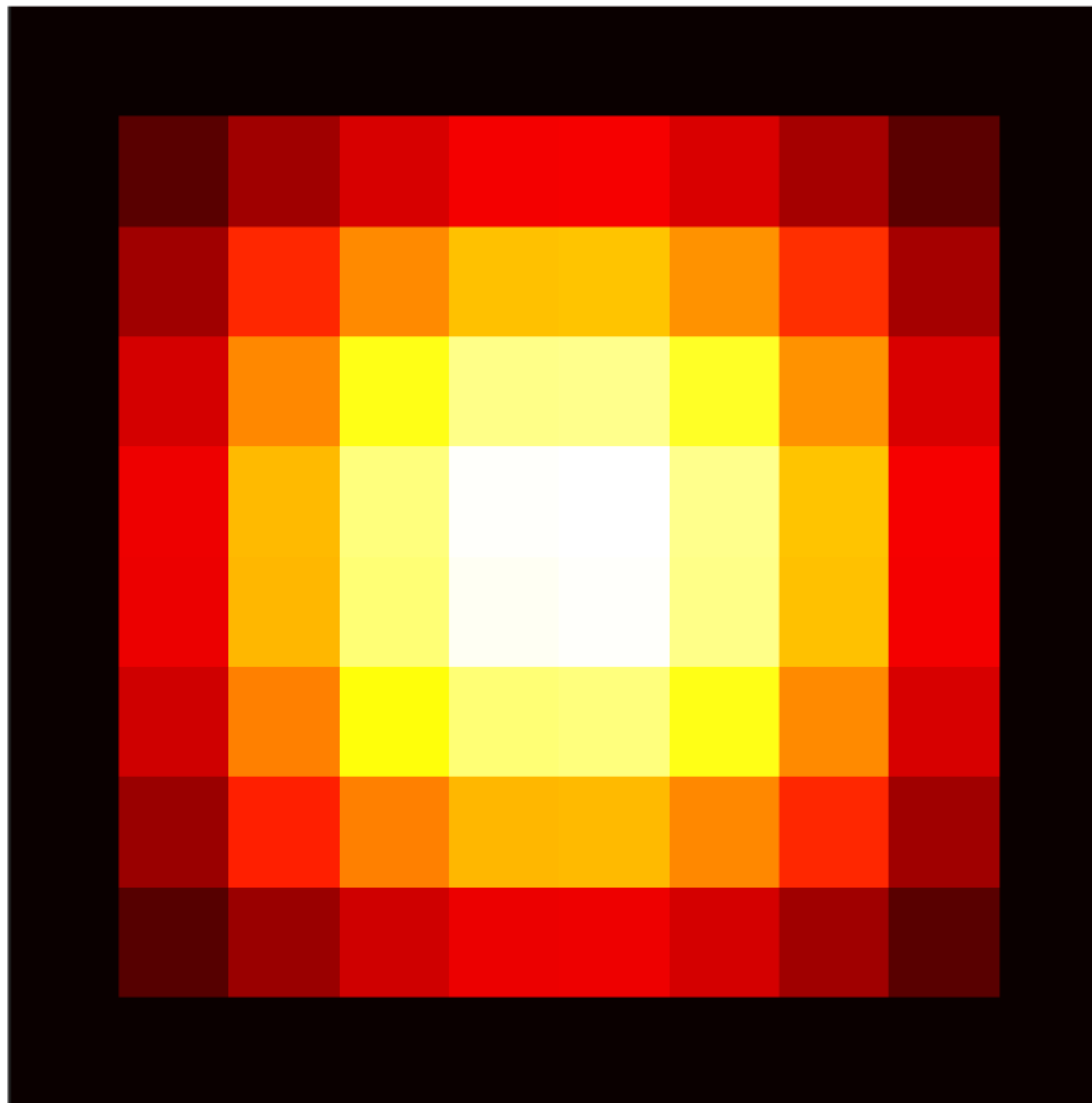
Werkcollege

Werkt de nepdiffusie wel?

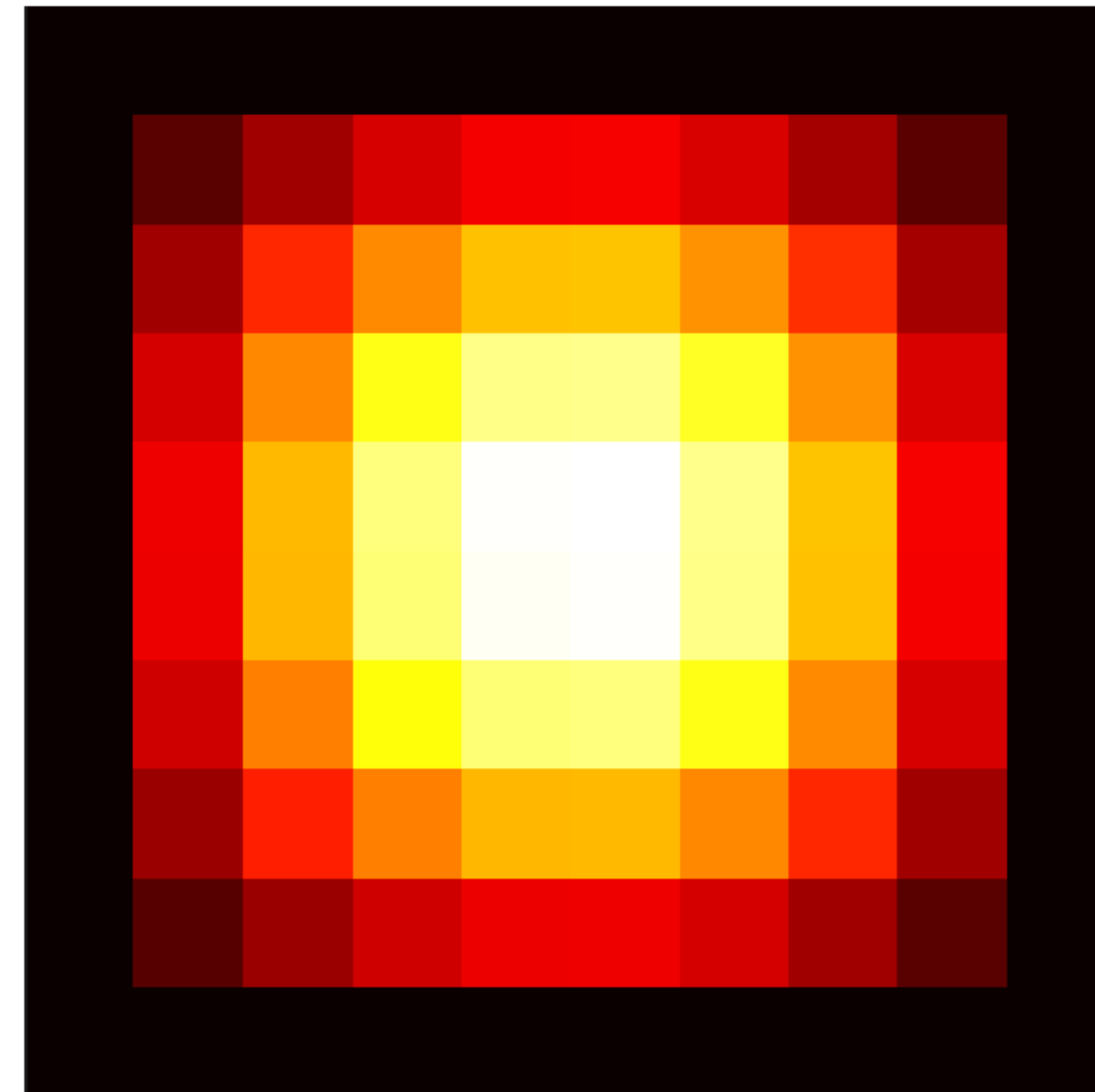


Werkcollege

10% Swap Method



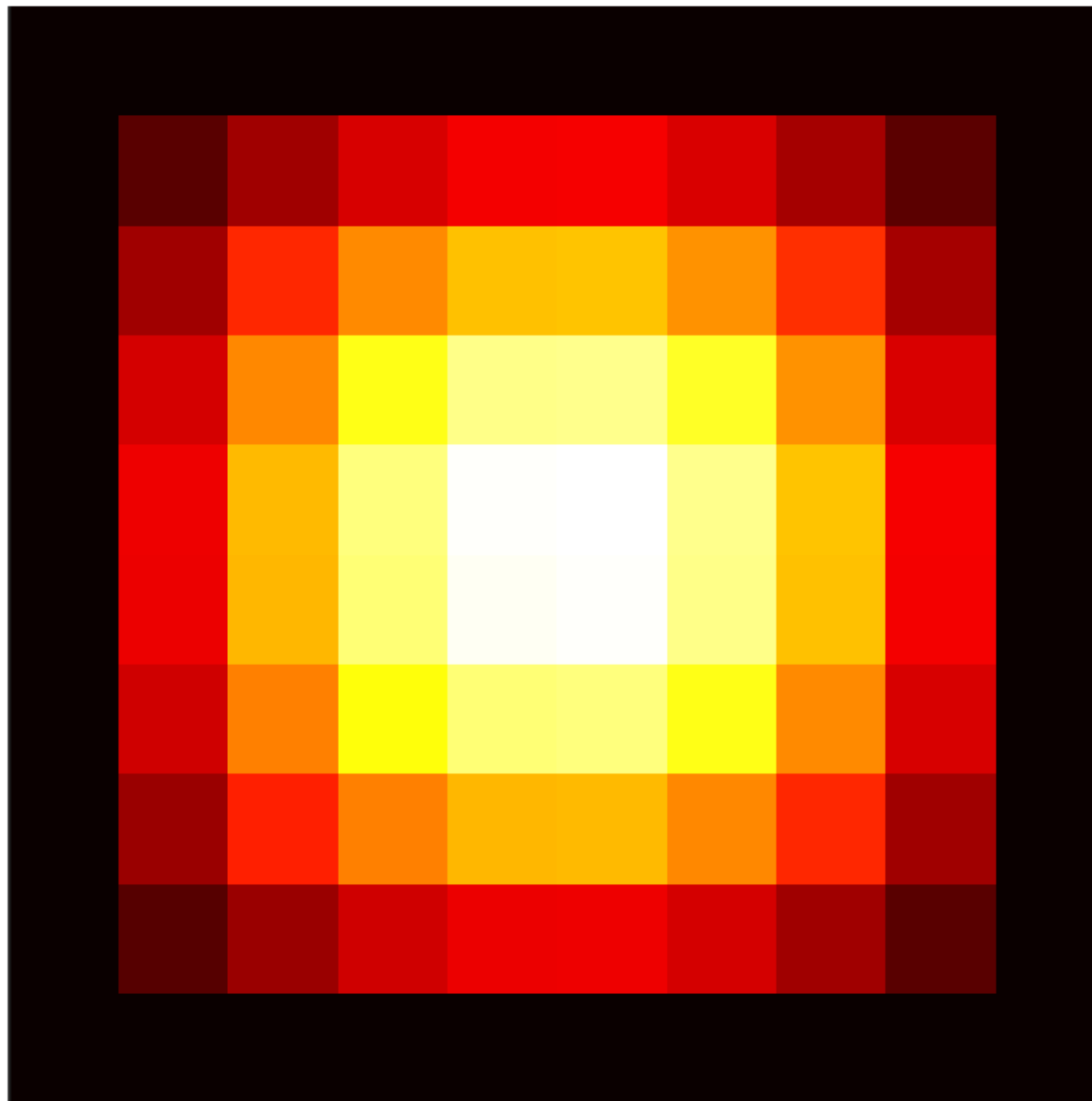
Fick's Law Method



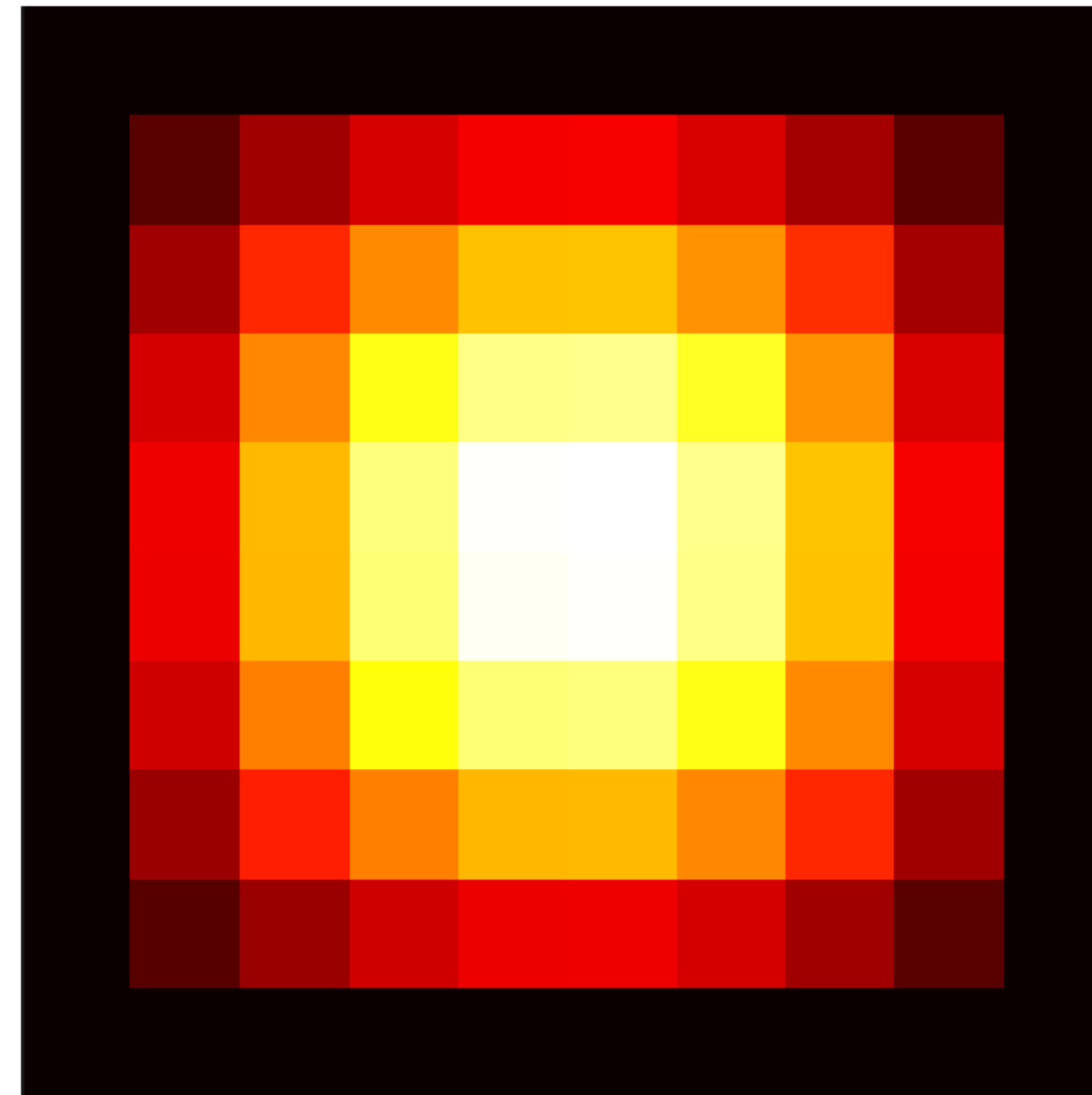
Werkcollege

Deze nep-diffusie is prima diffusie.

10% Swap Method

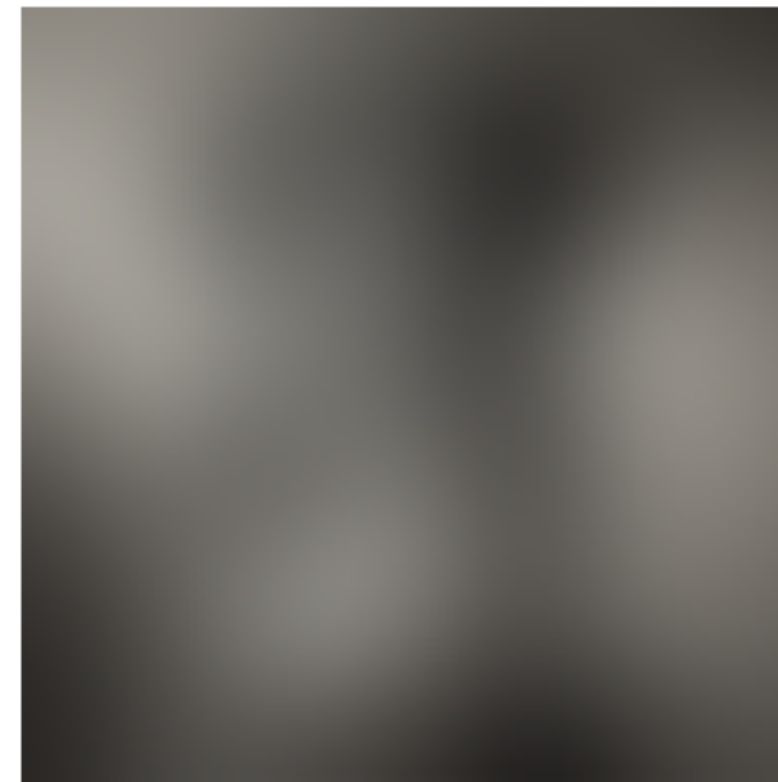
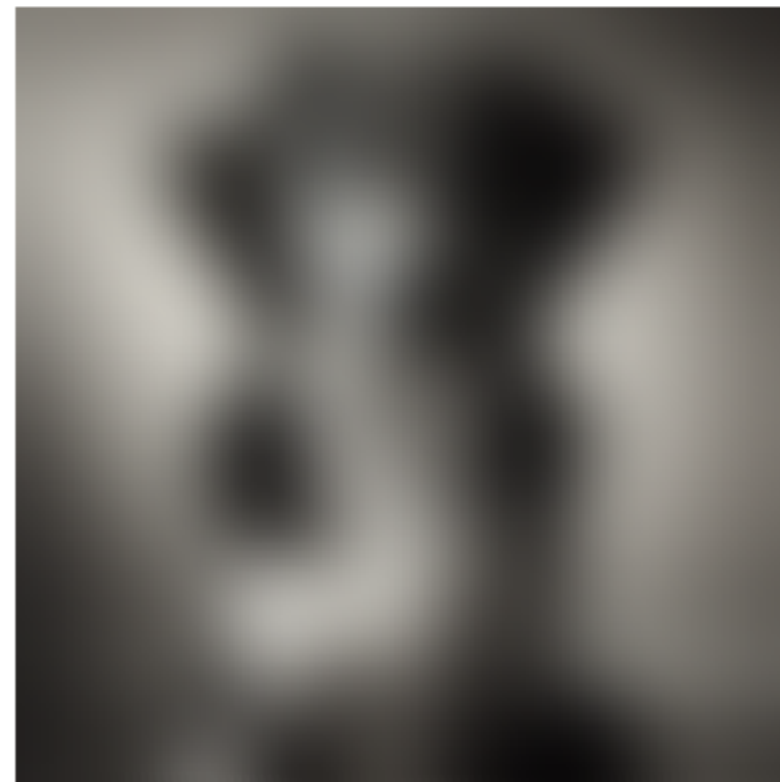
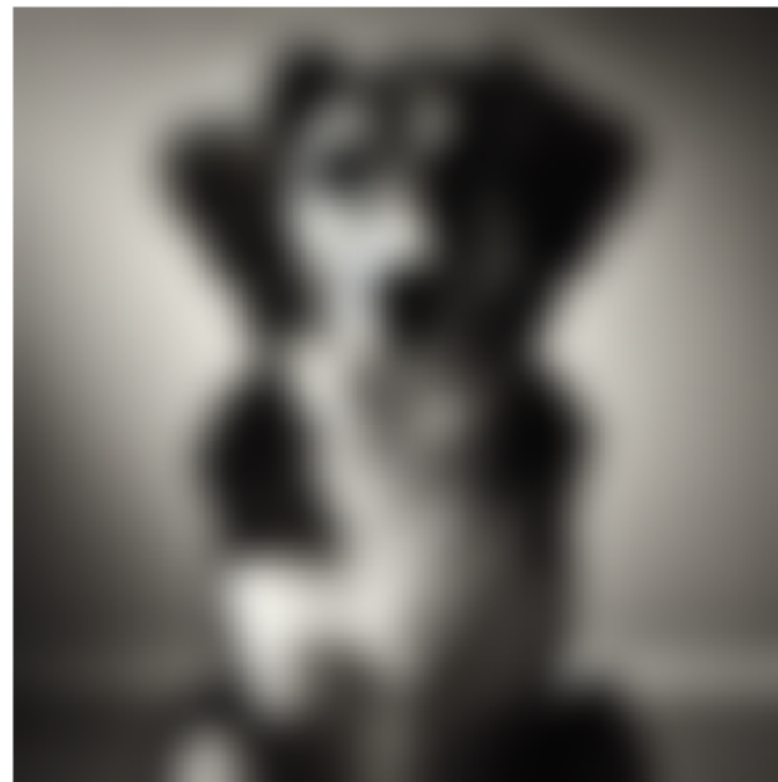


Fick's Law Method

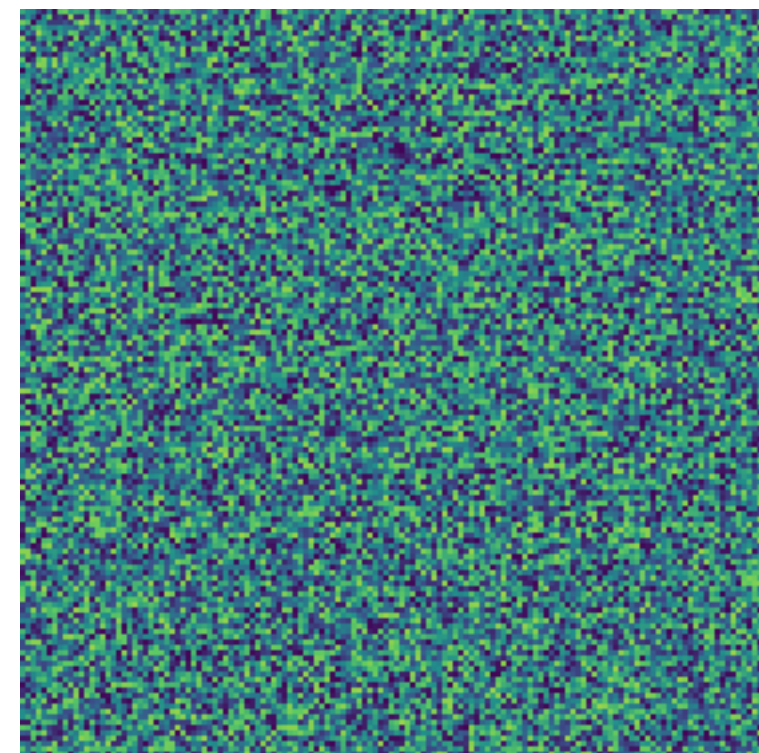
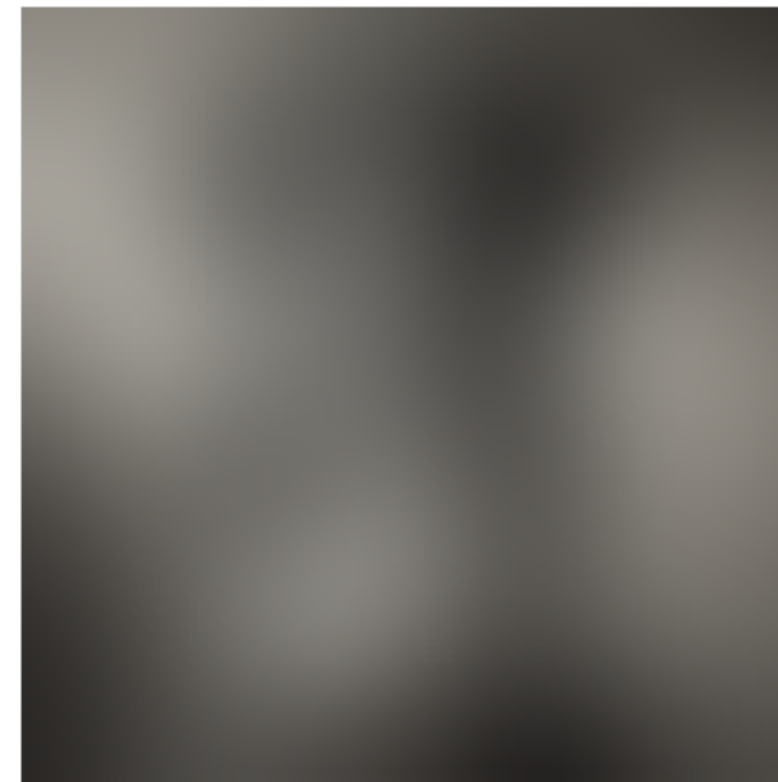
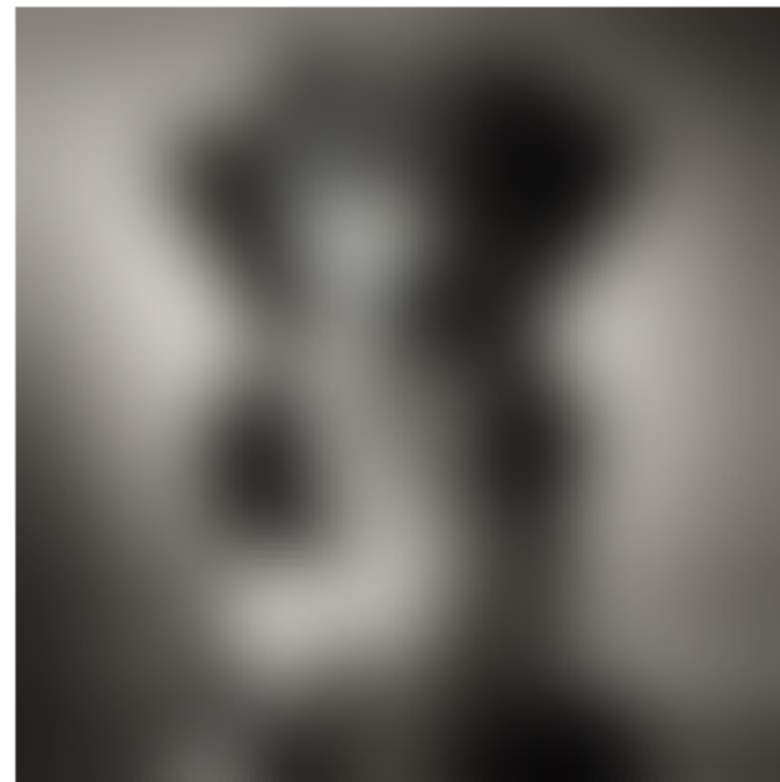
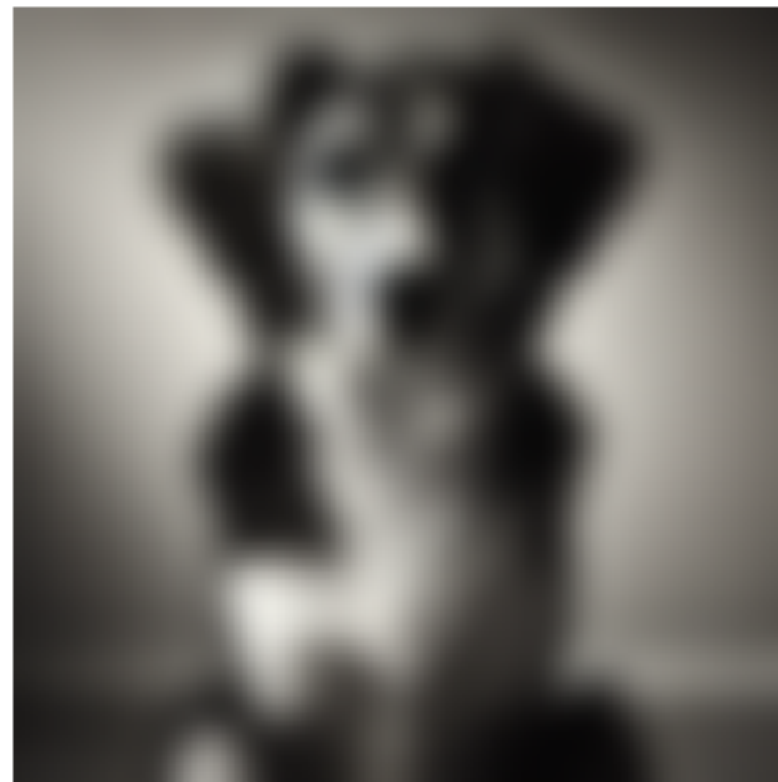


Wat hebben we dinsdag geleerd?

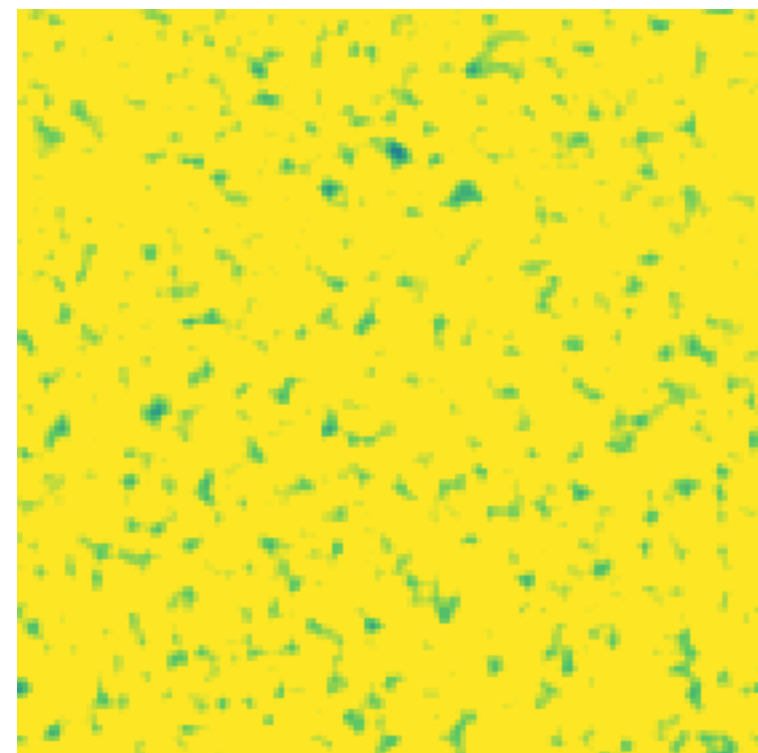
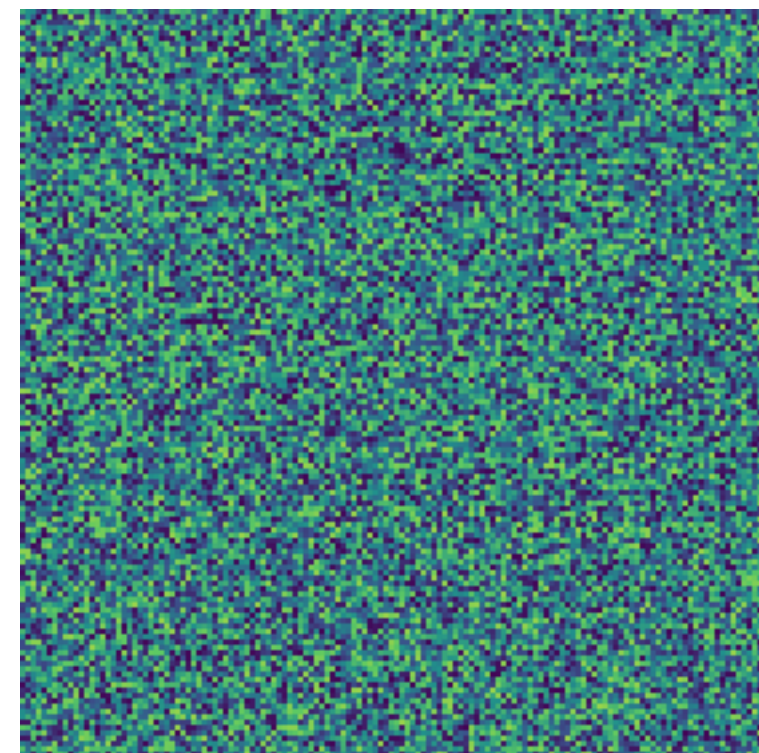
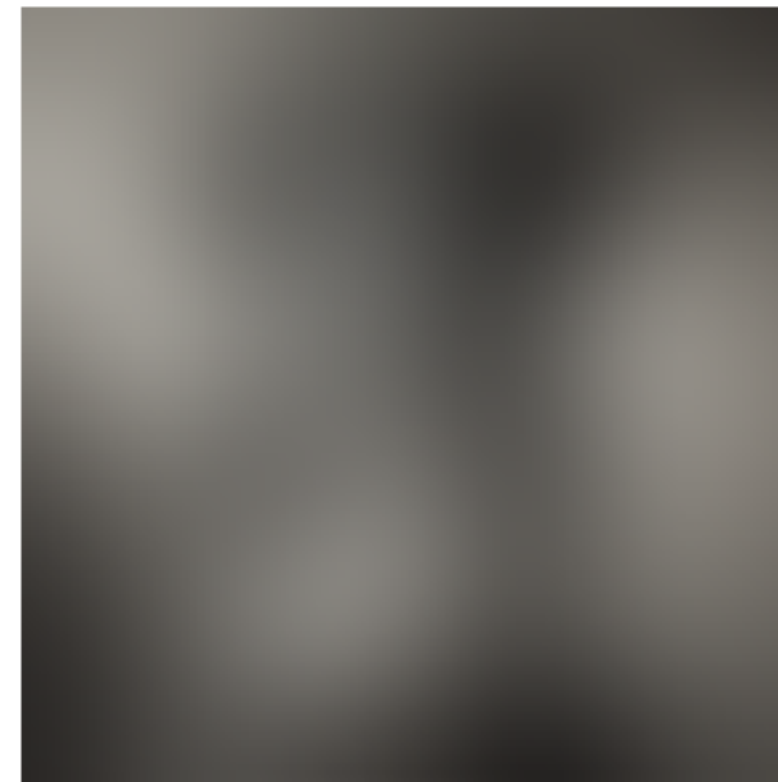
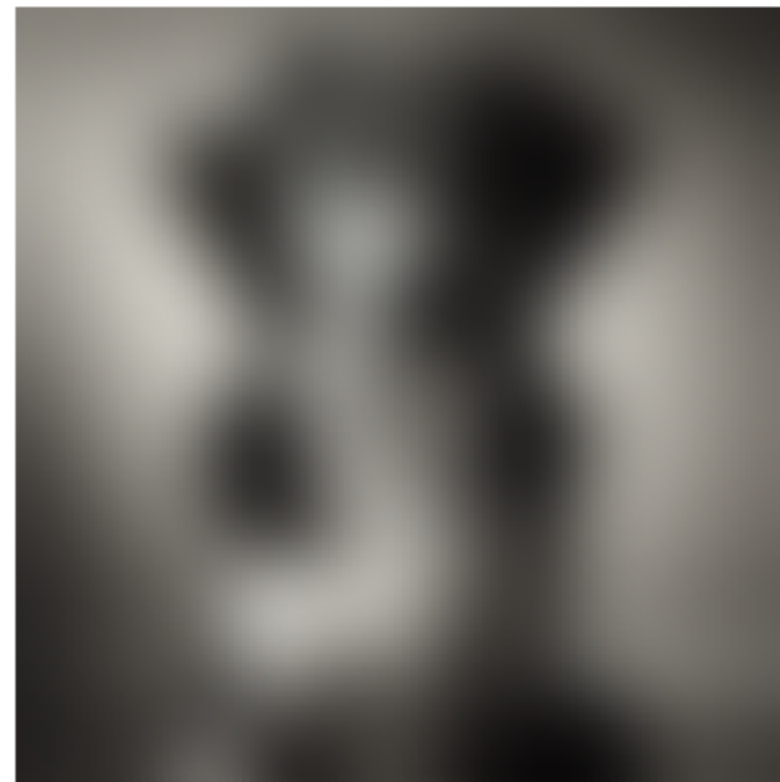
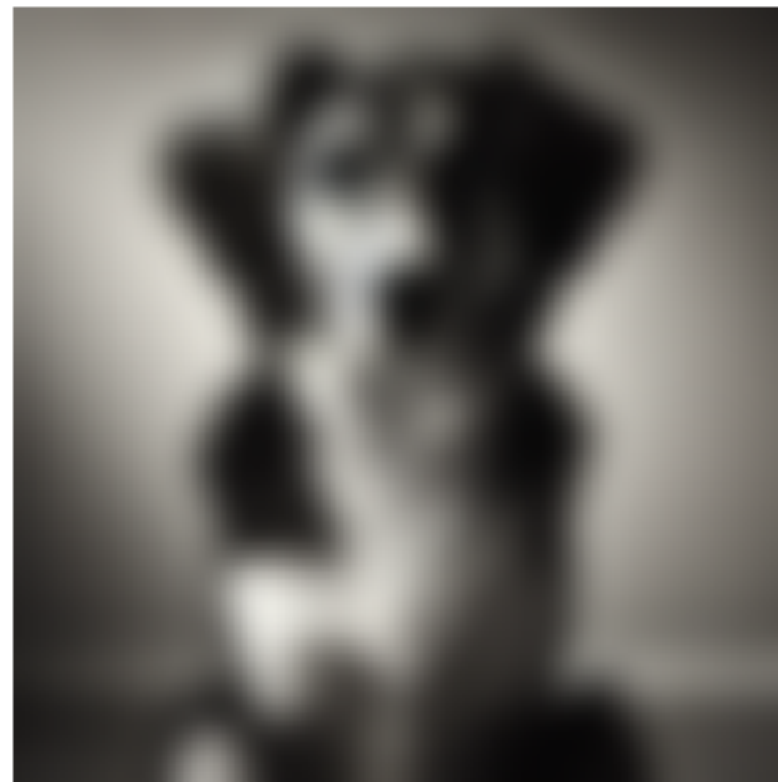
Wat hebben we dinsdag geleerd?



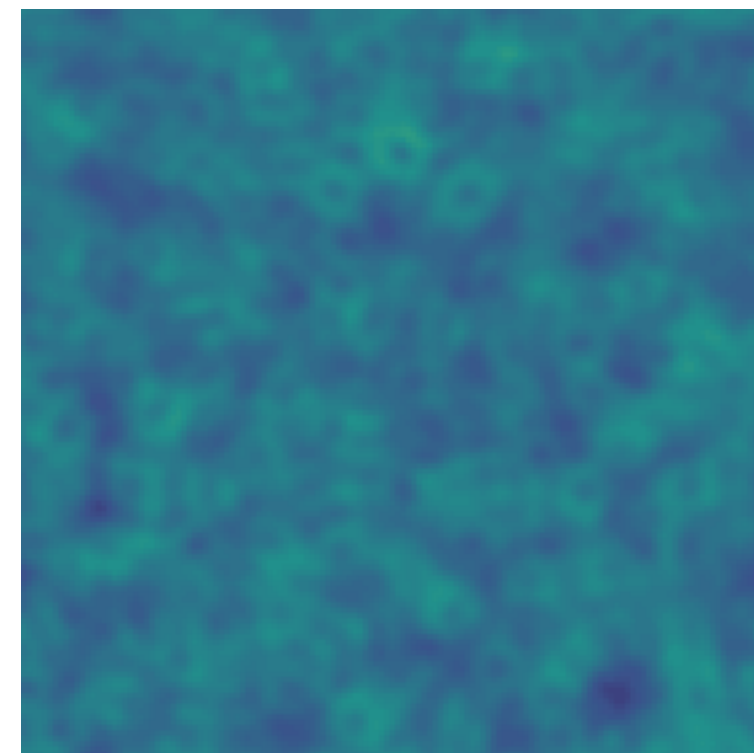
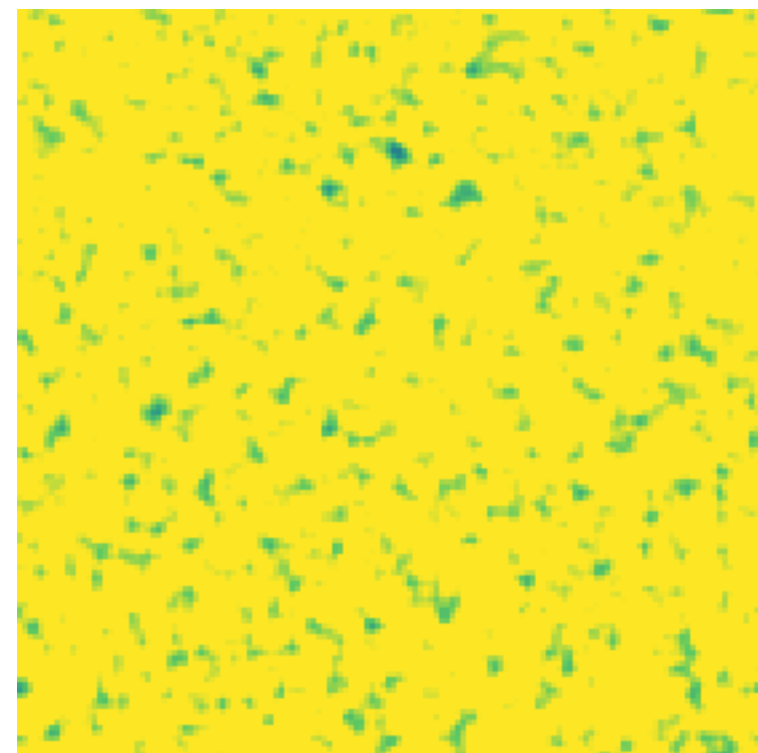
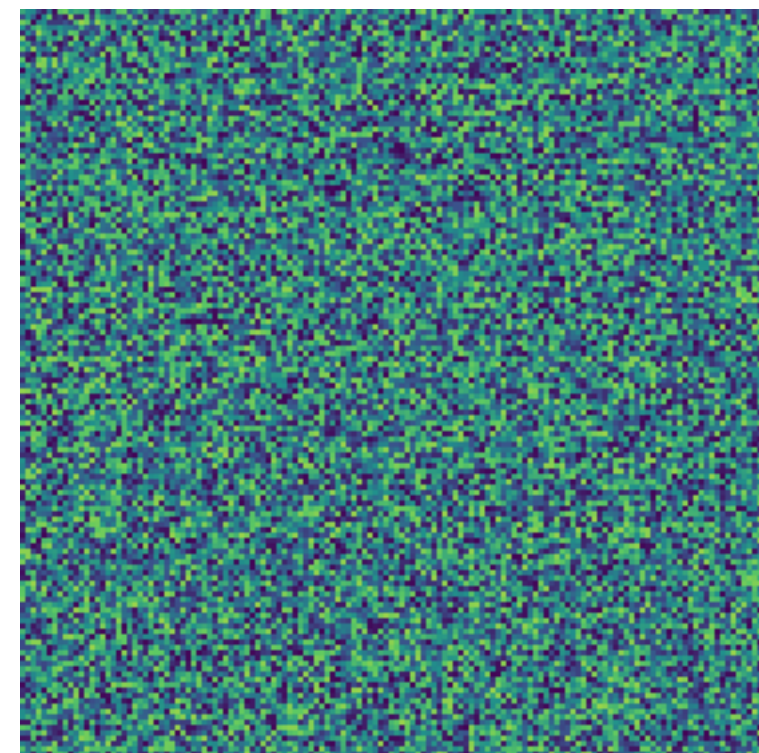
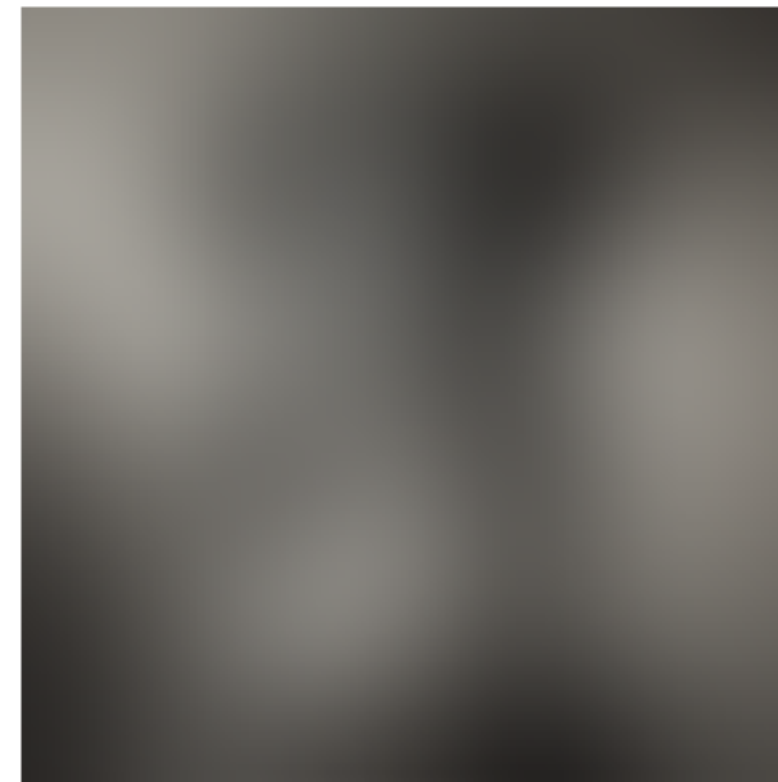
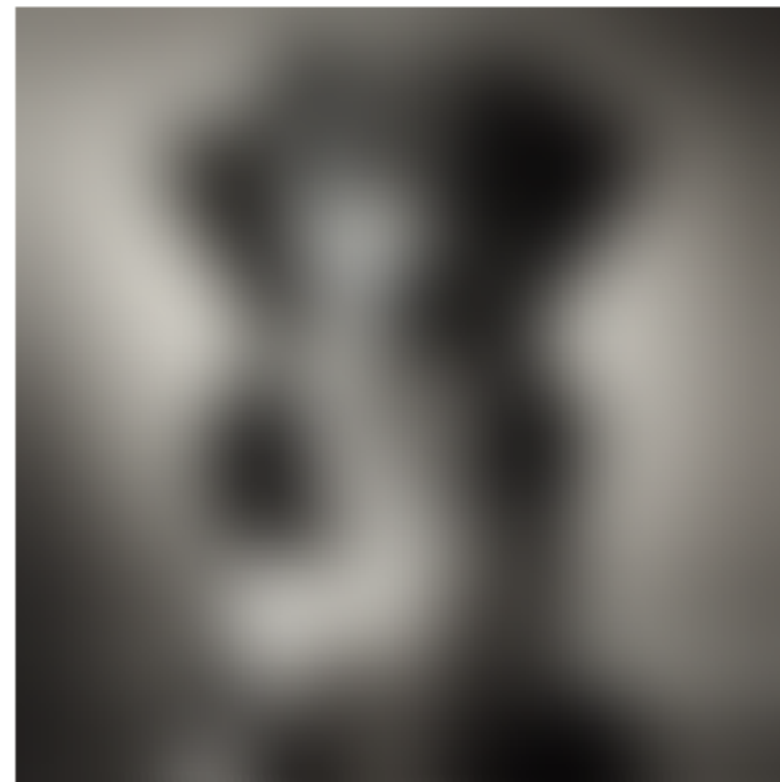
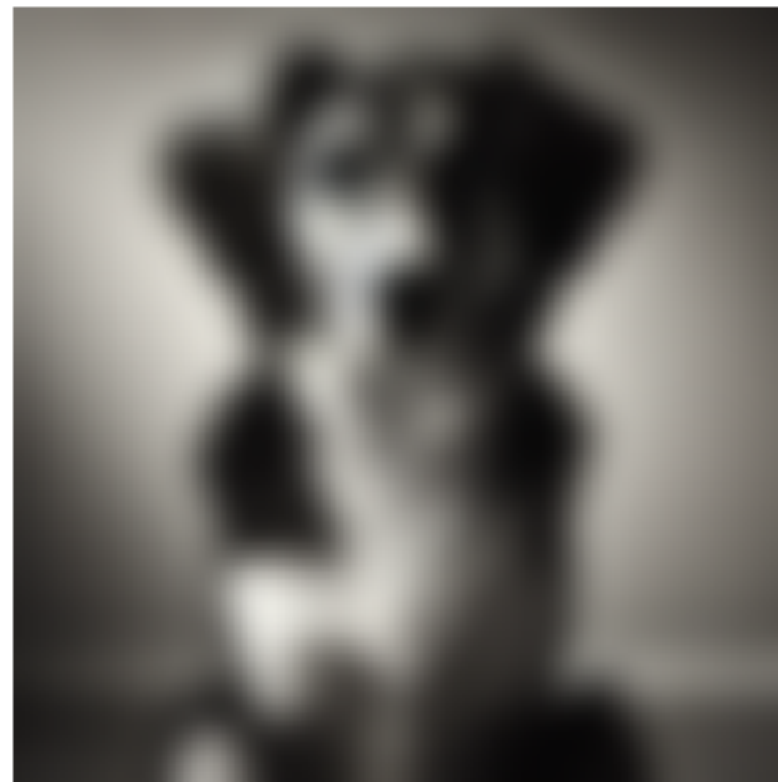
Wat hebben we dinsdag geleerd?



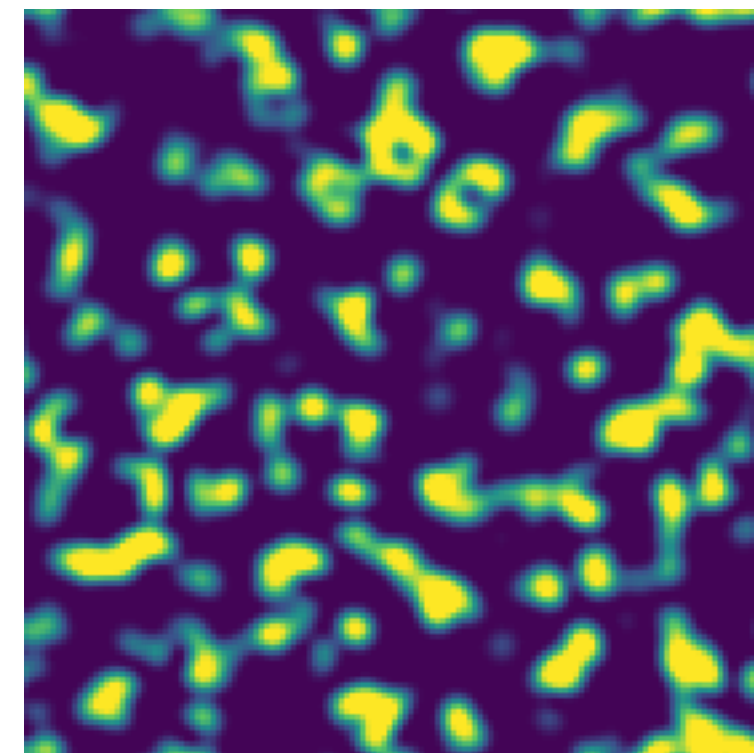
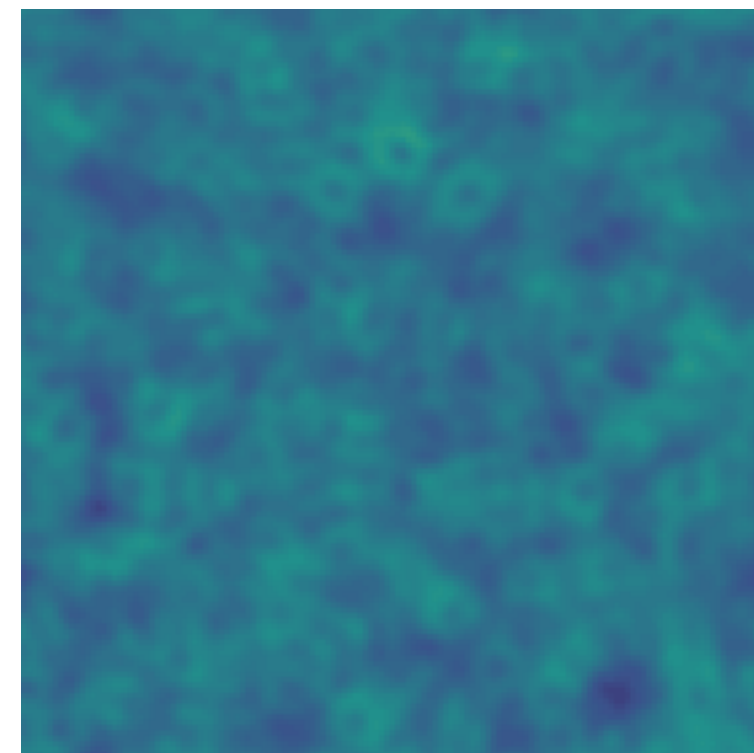
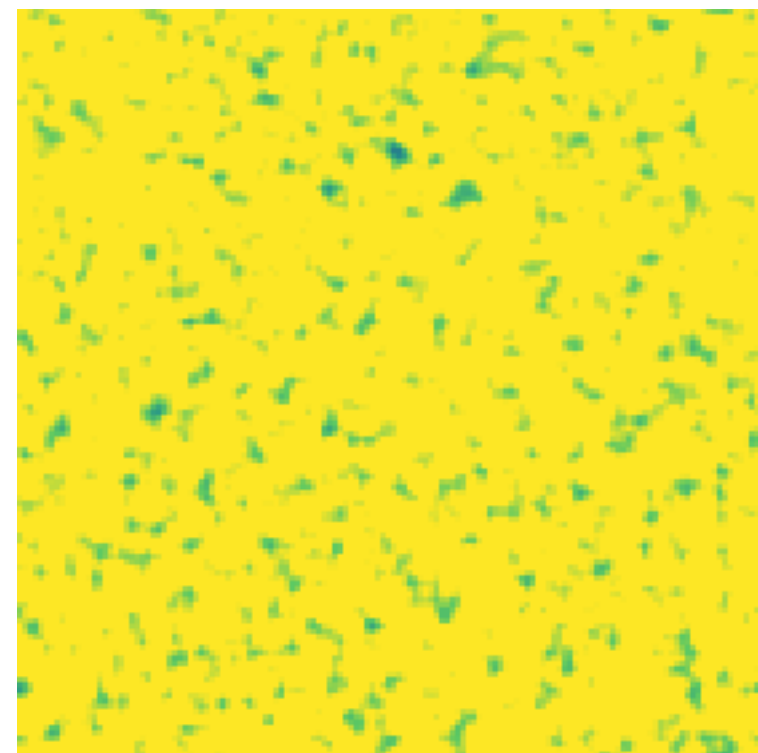
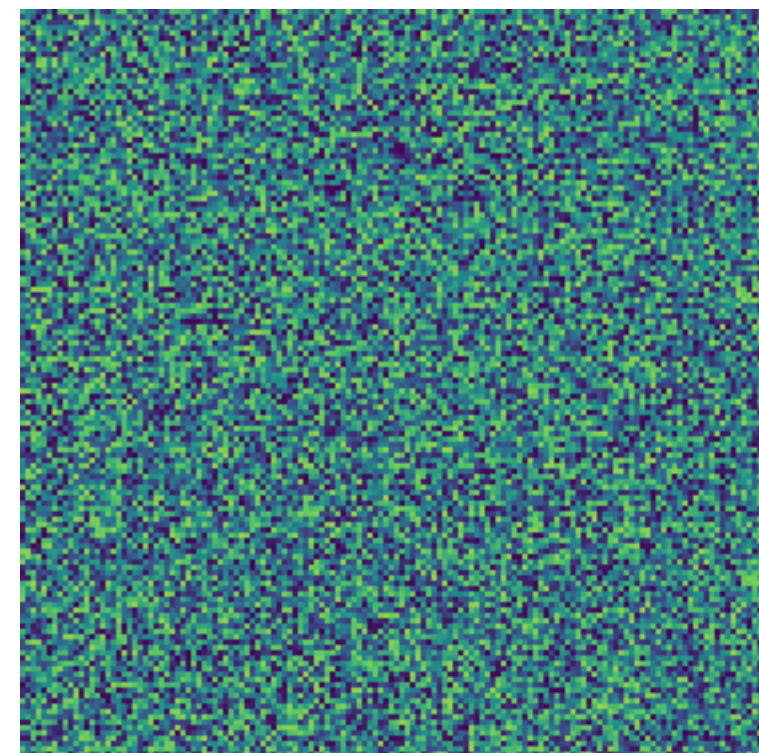
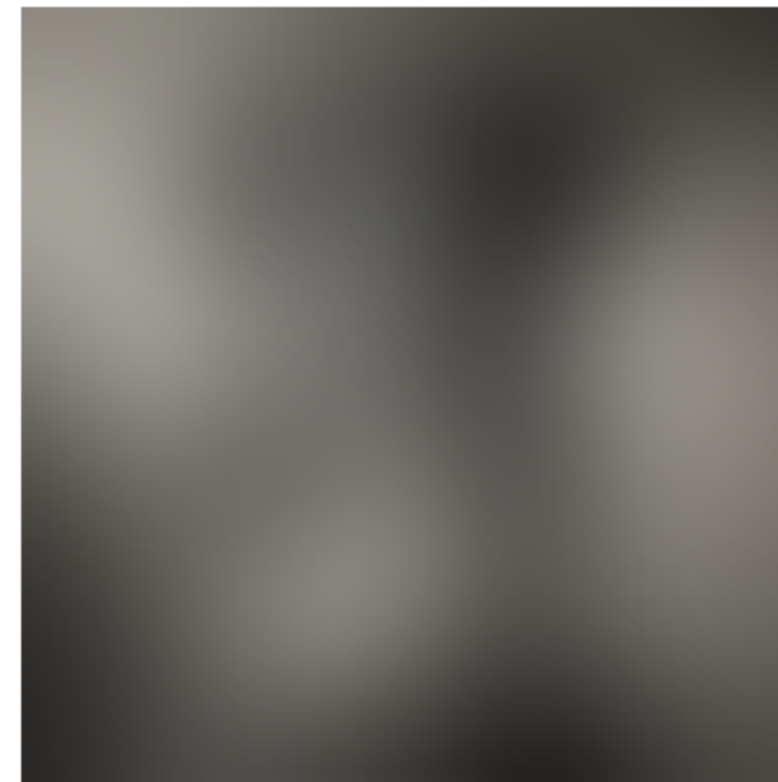
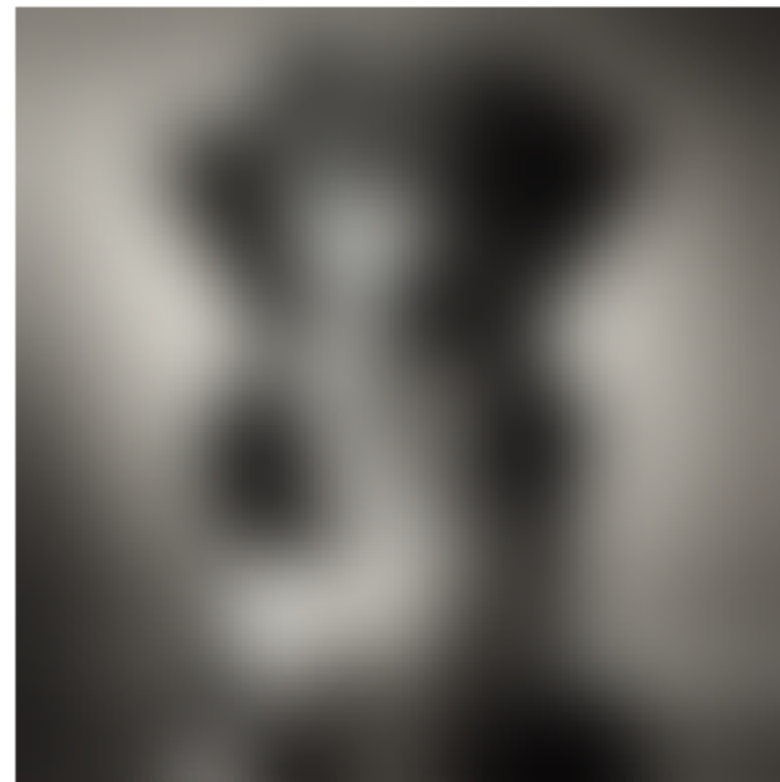
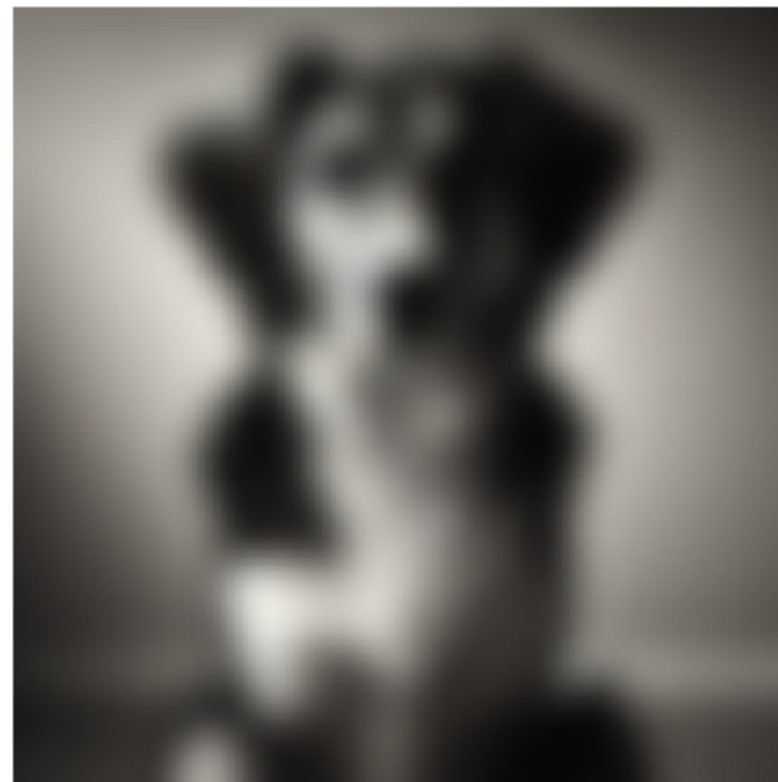
Wat hebben we dinsdag geleerd?



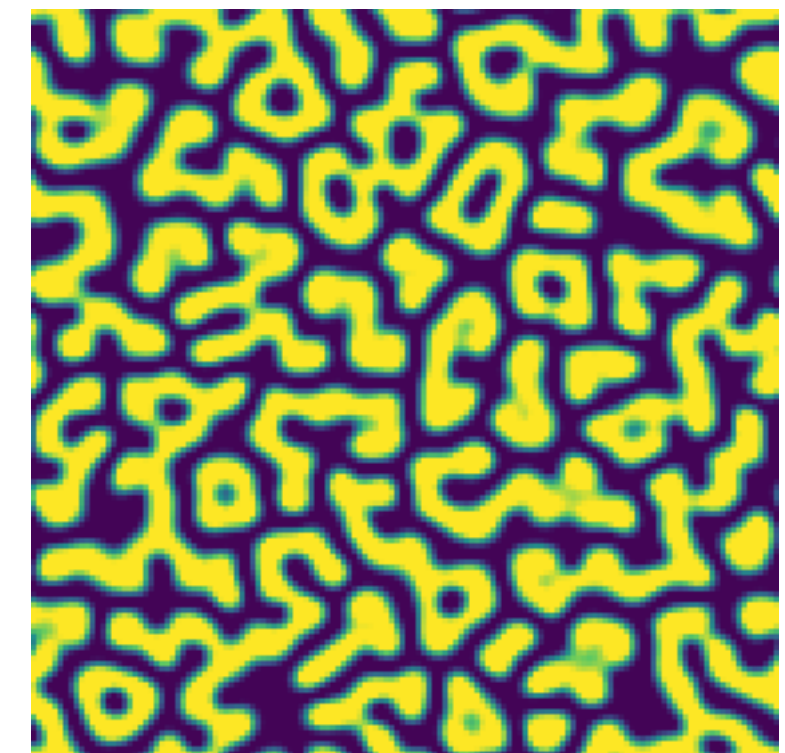
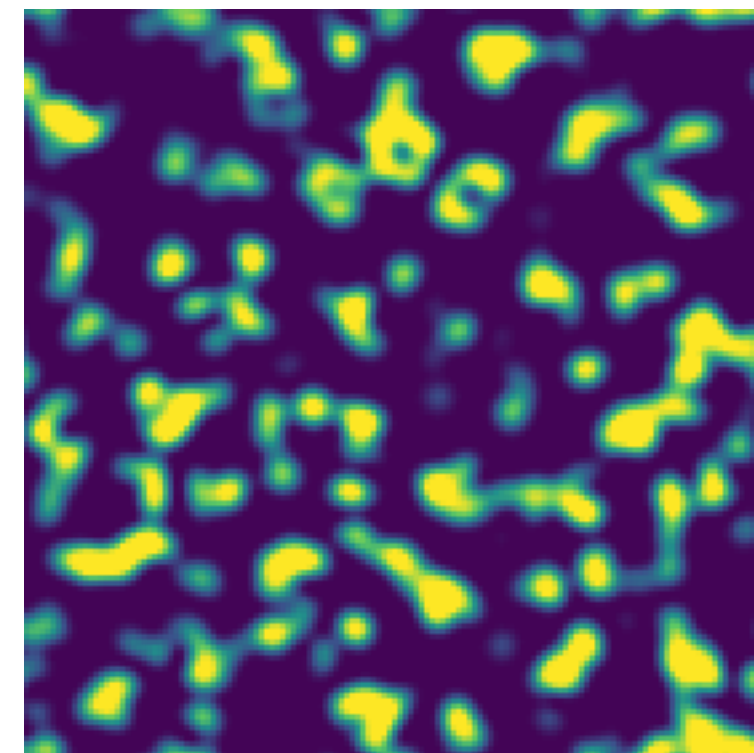
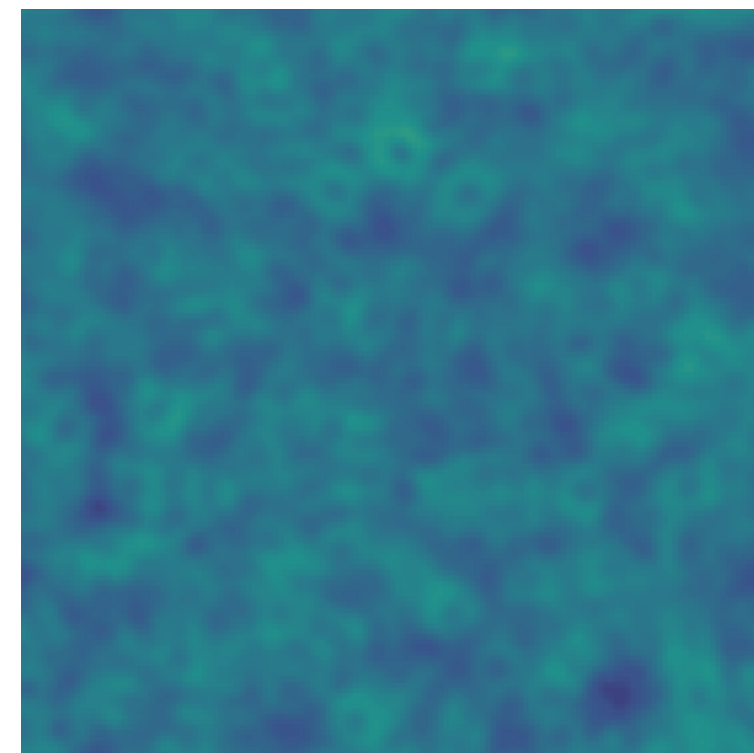
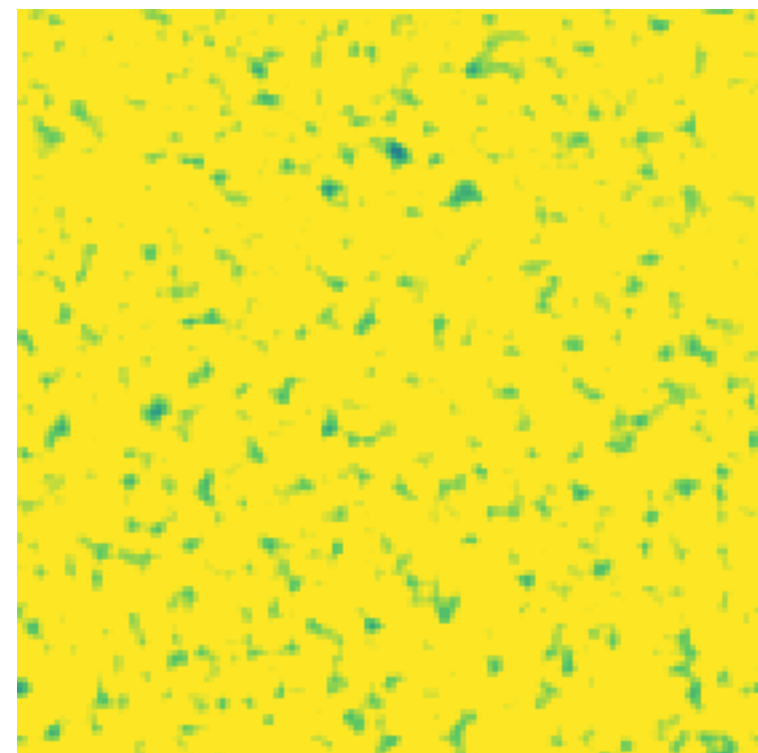
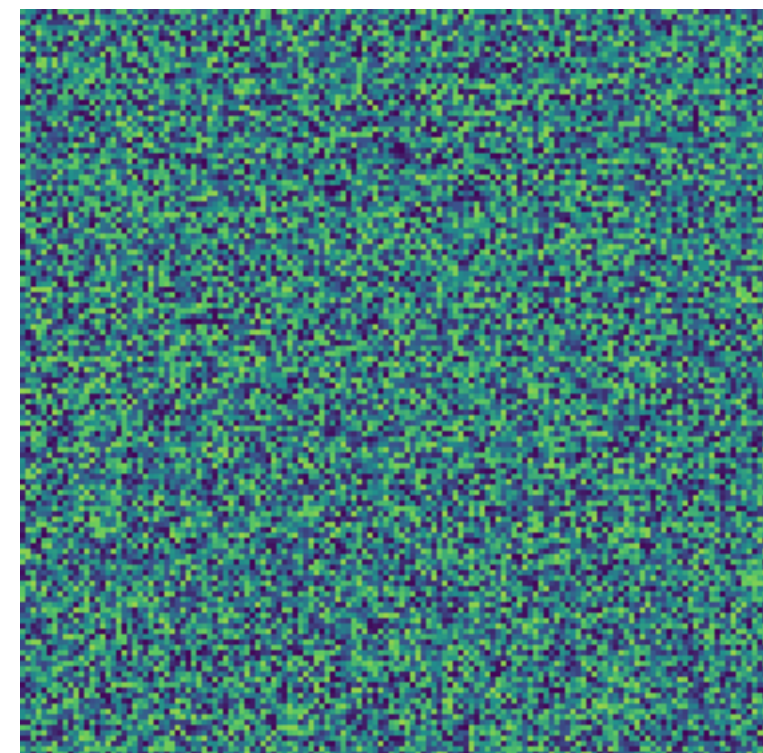
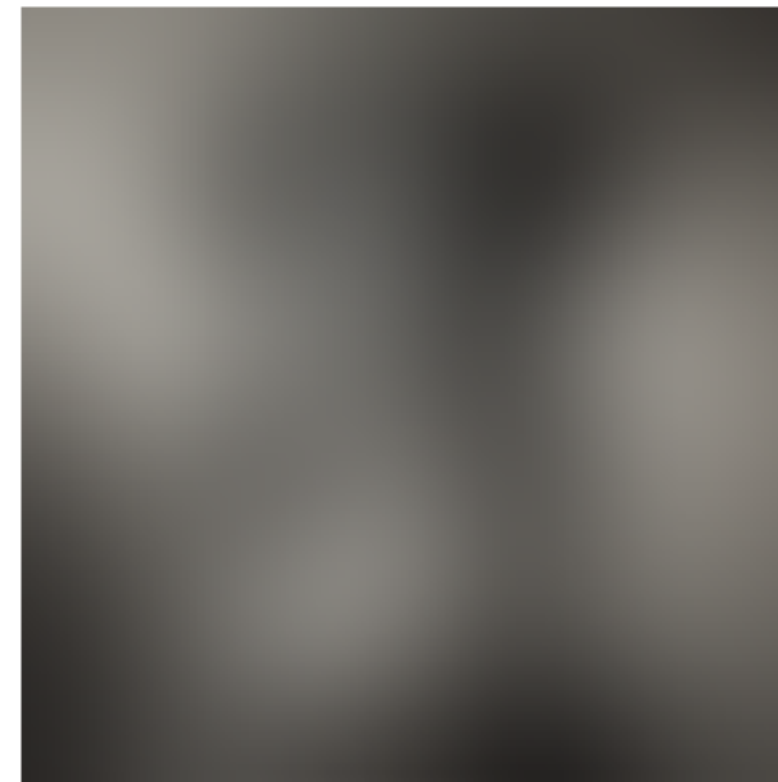
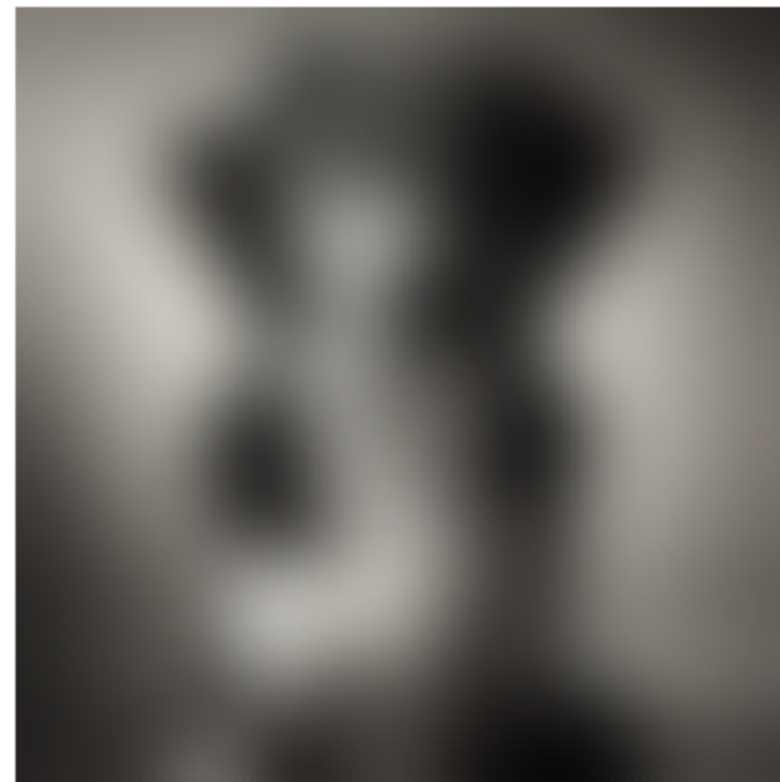
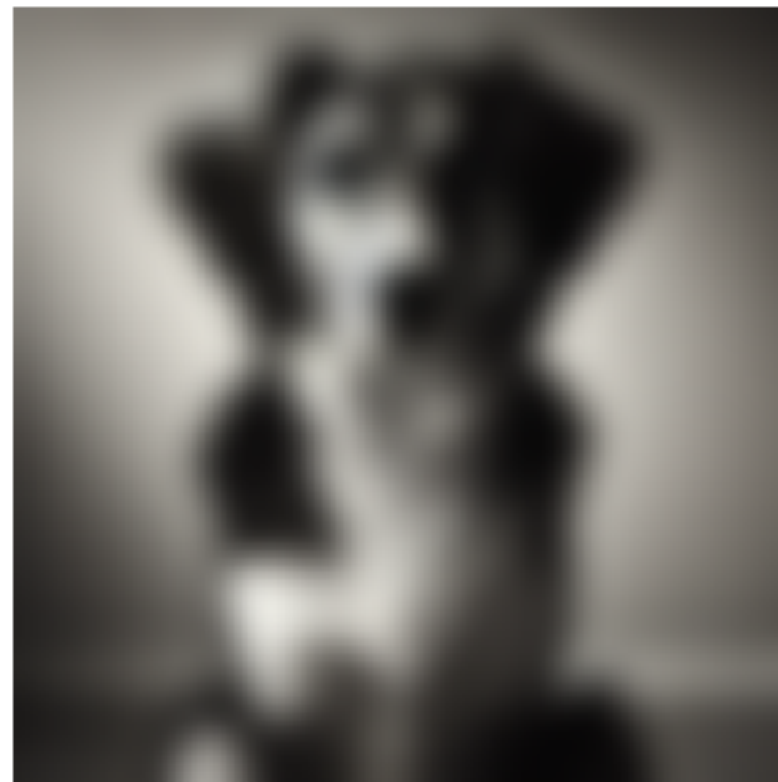
Wat hebben we dinsdag geleerd?



Wat hebben we dinsdag geleerd?

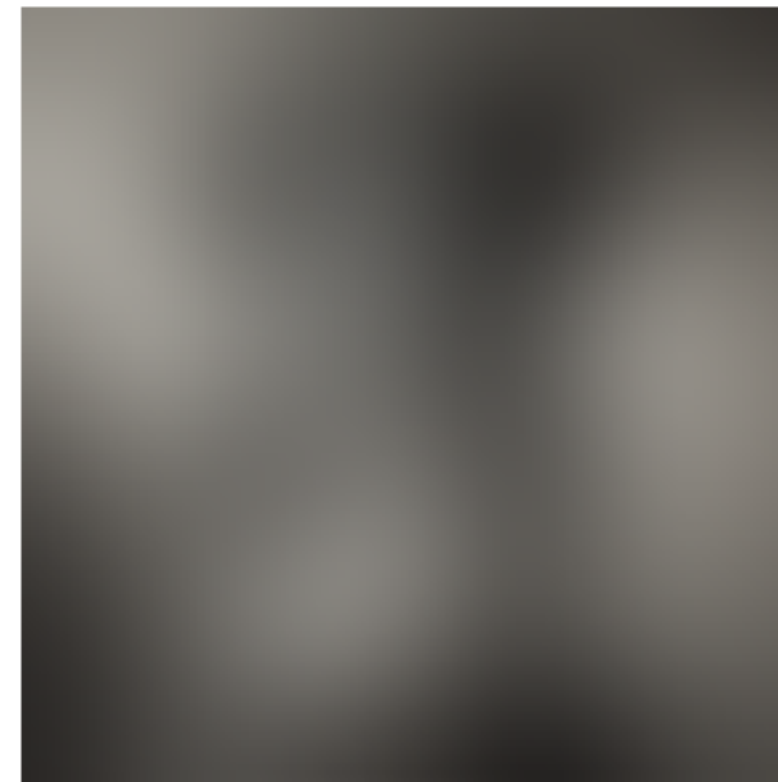
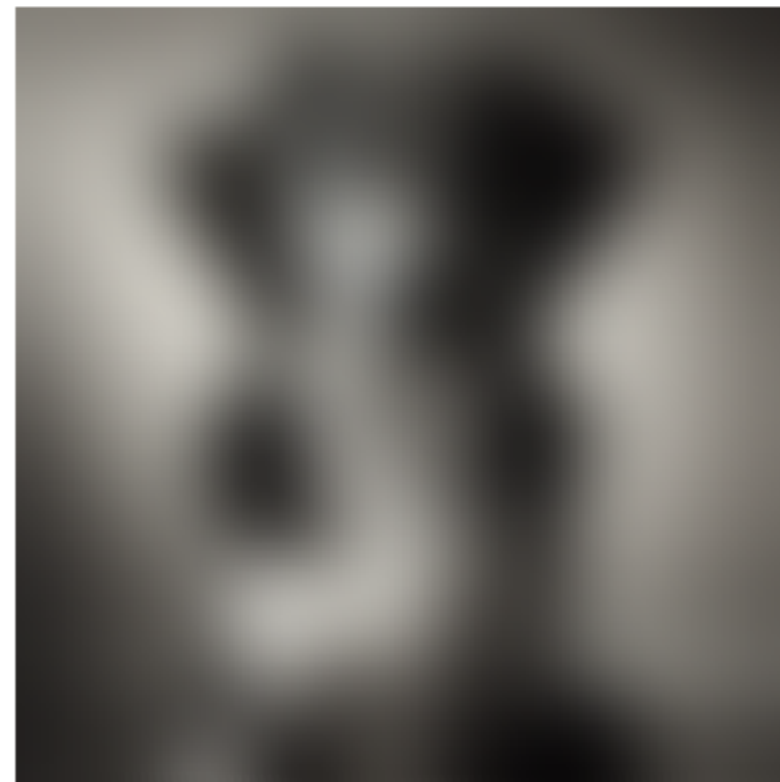
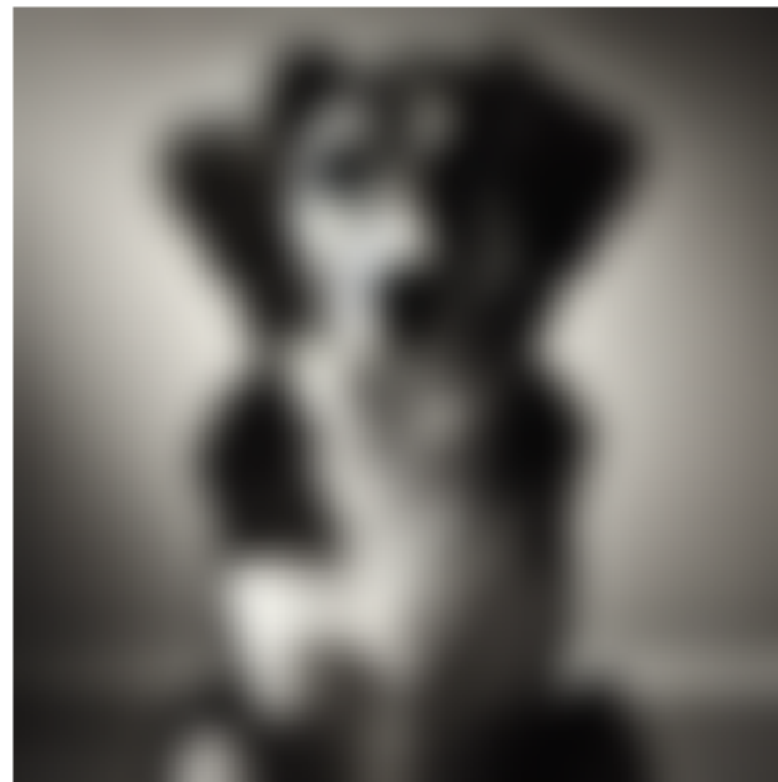


Wat hebben we dinsdag geleerd?

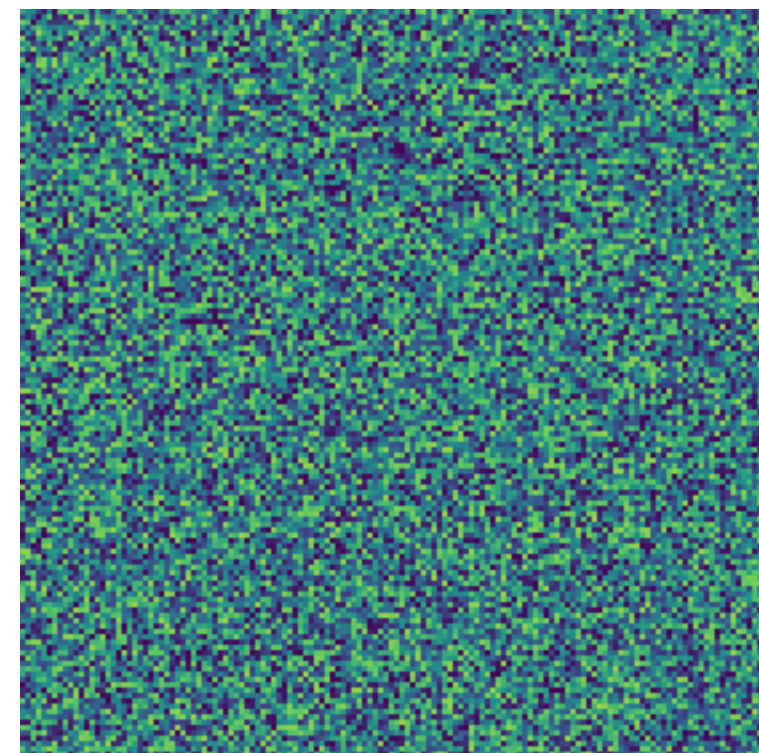
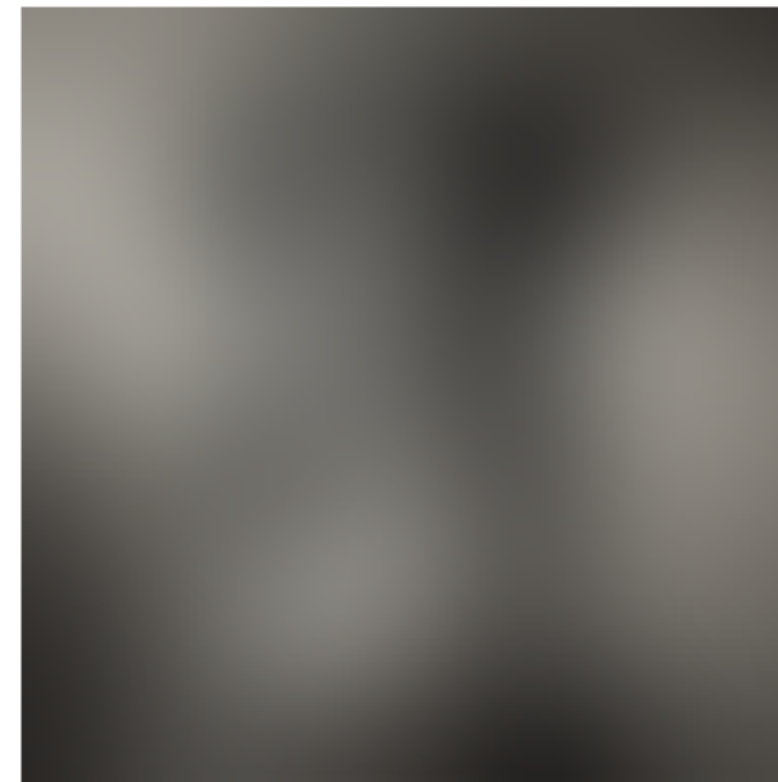
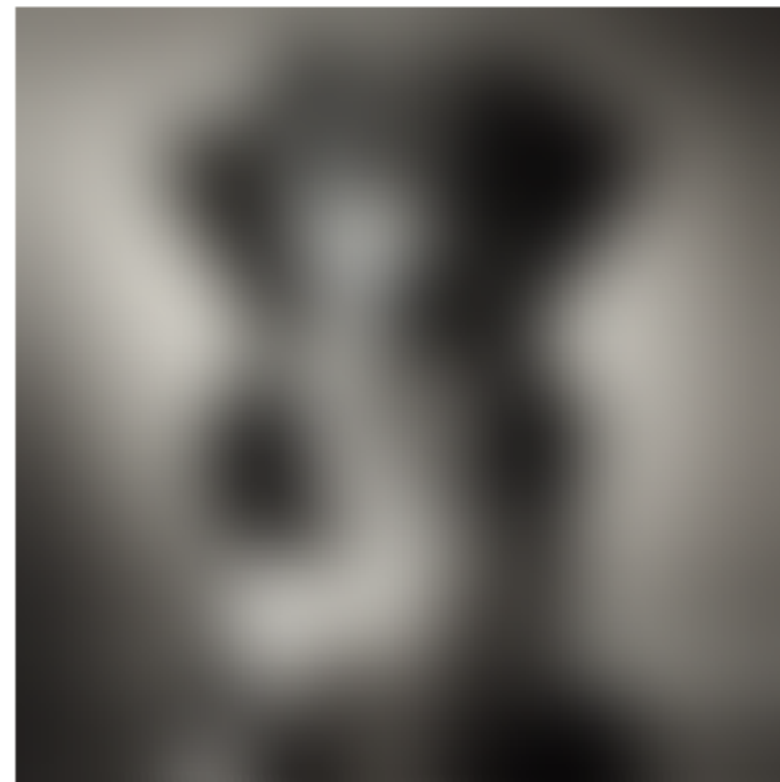
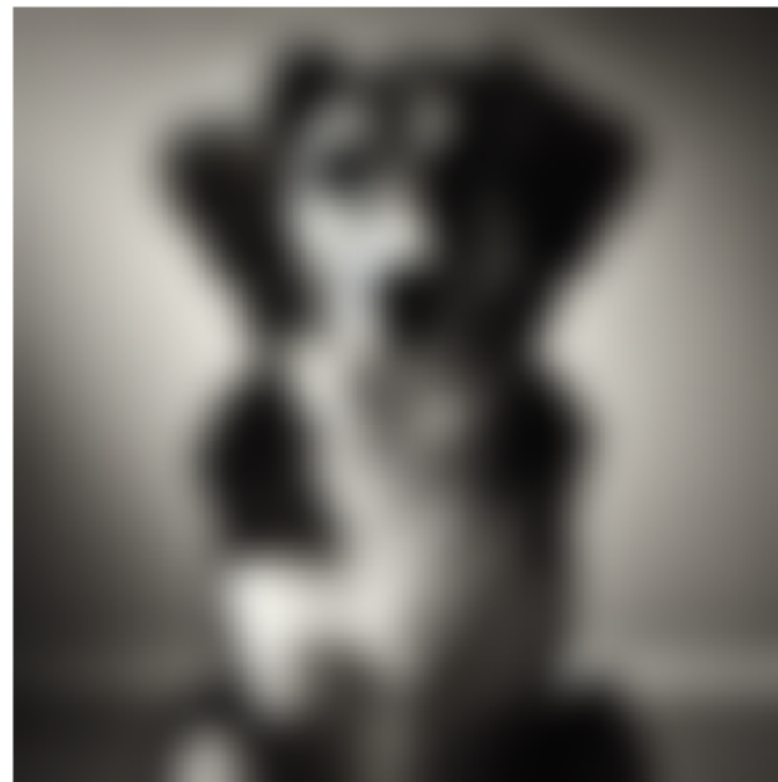


Wat hebben we dinsdag geleerd?

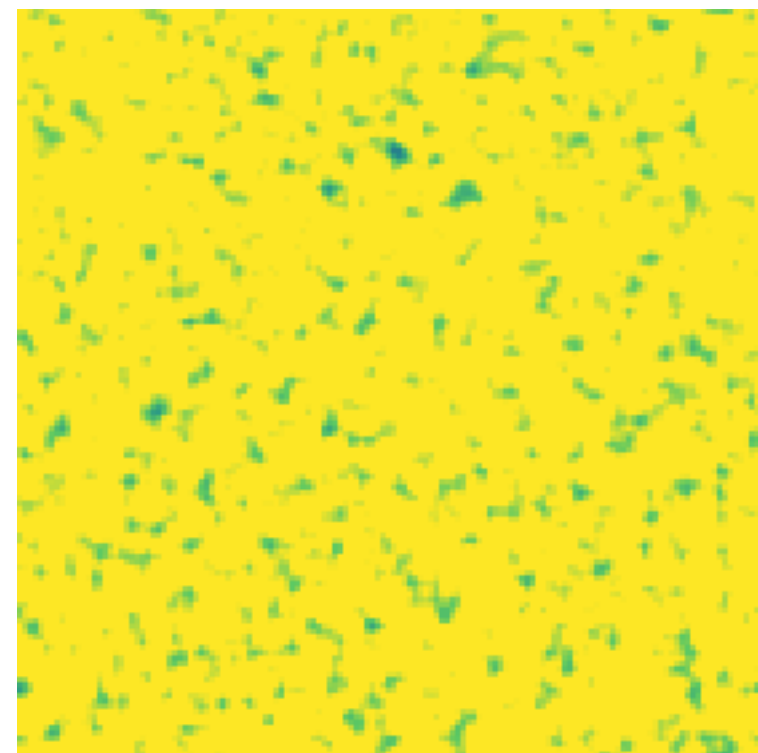
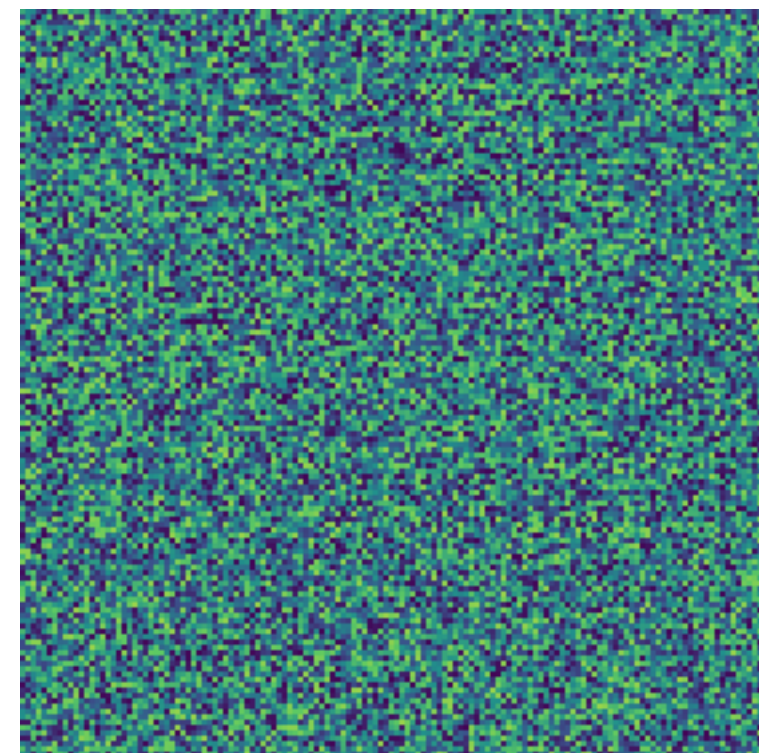
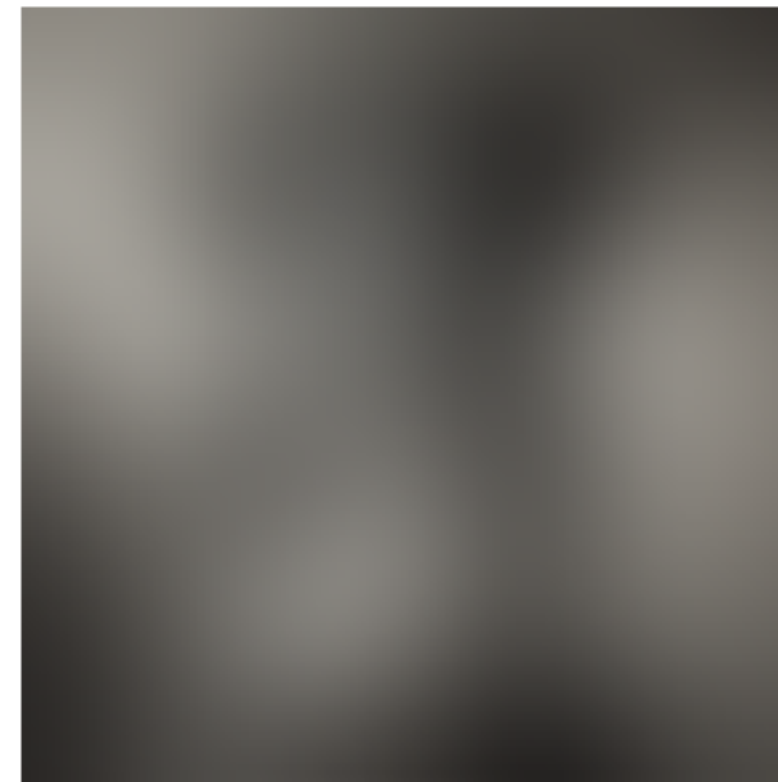
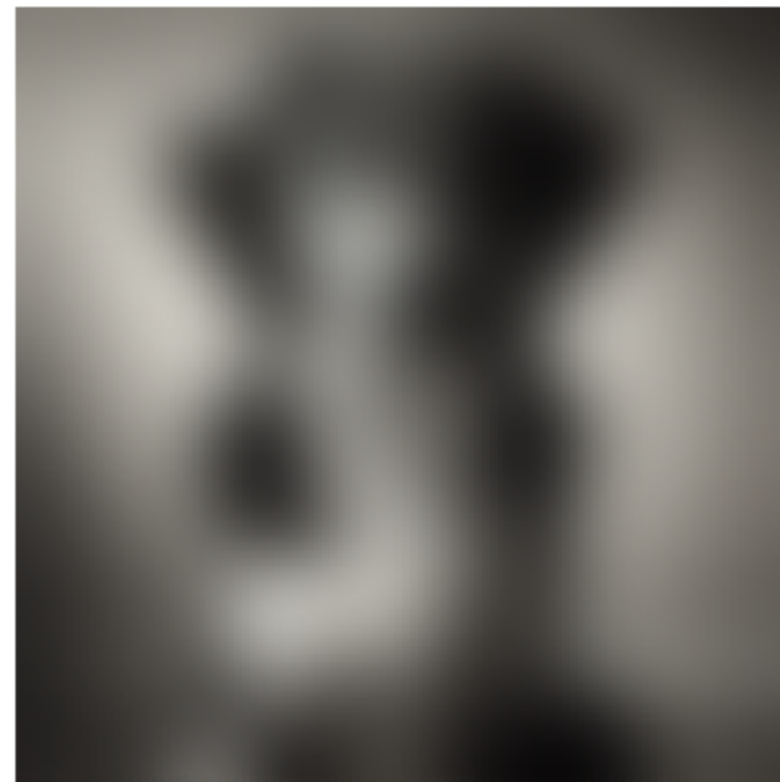
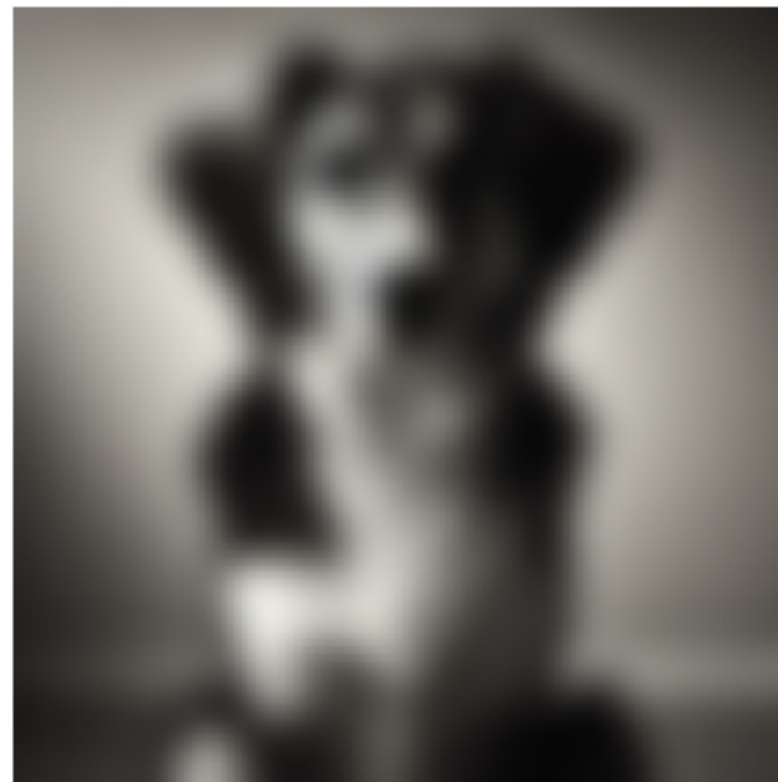
Wat hebben we dinsdag geleerd?



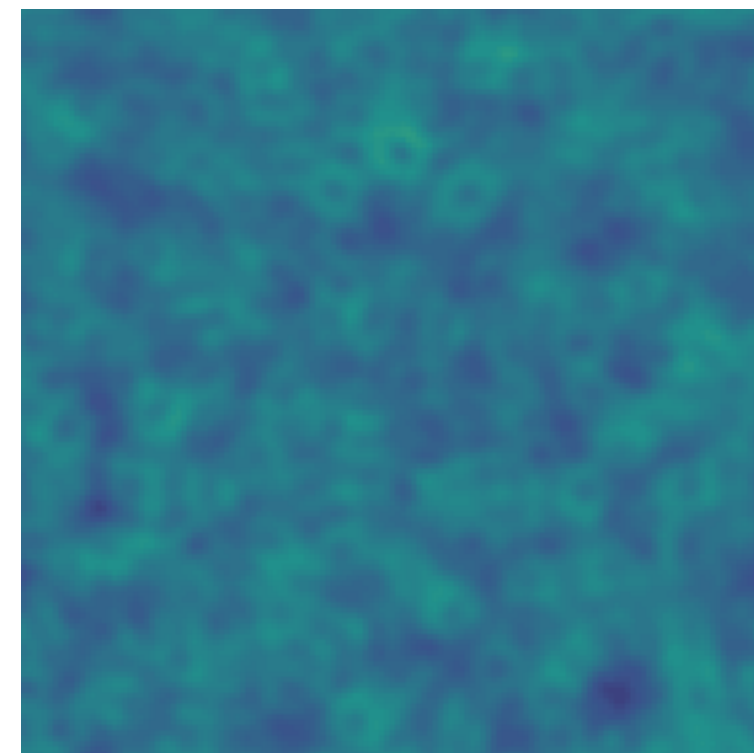
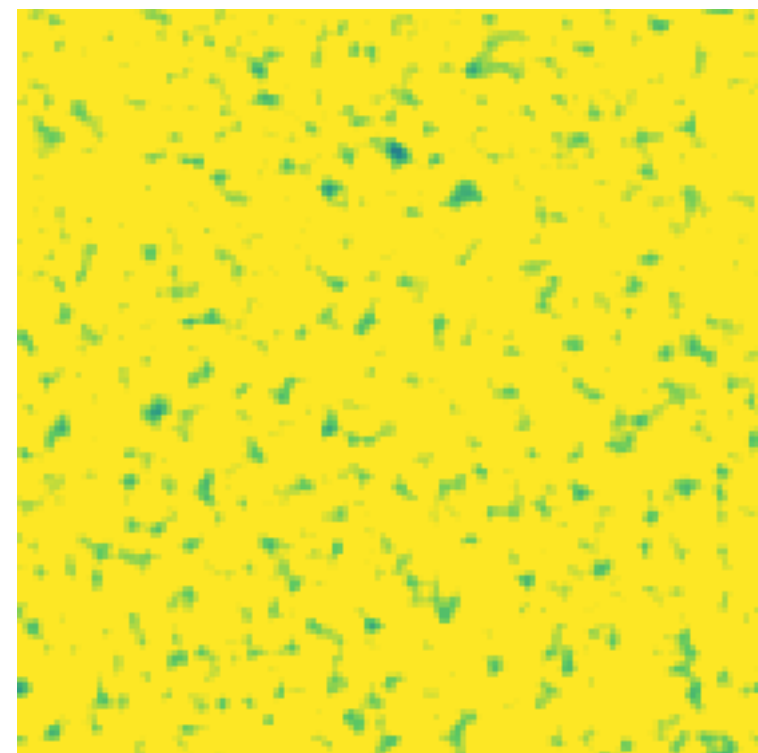
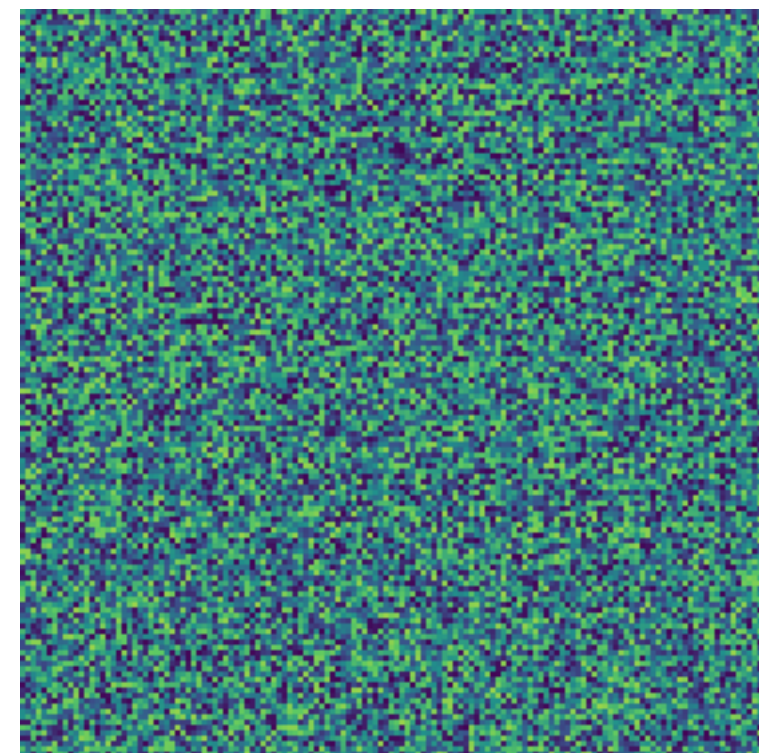
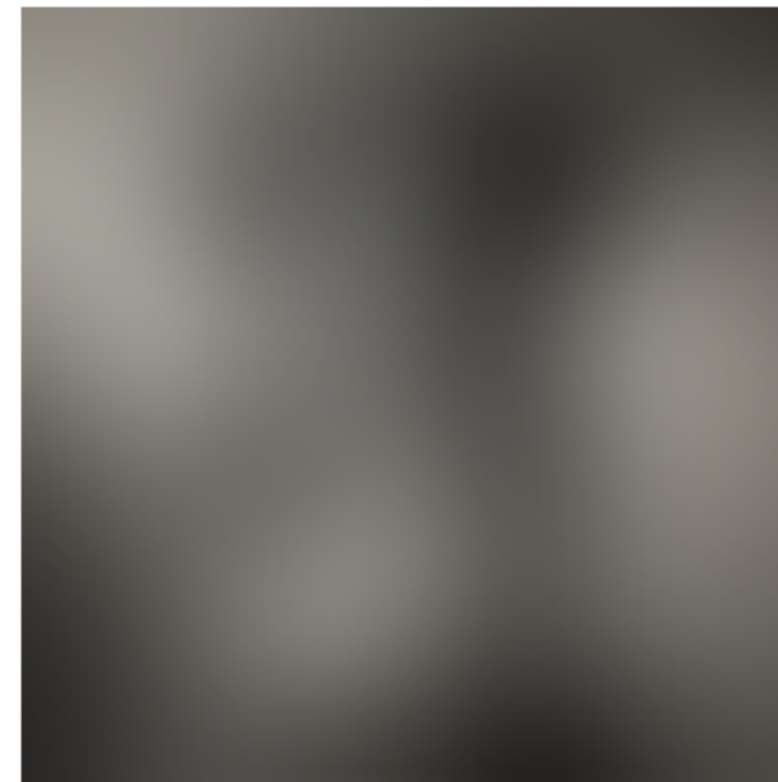
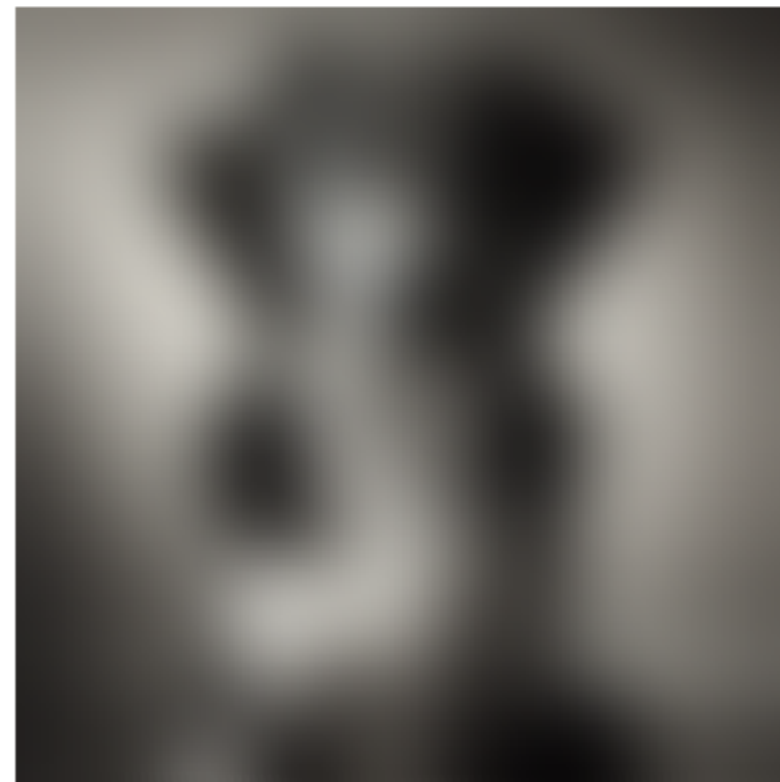
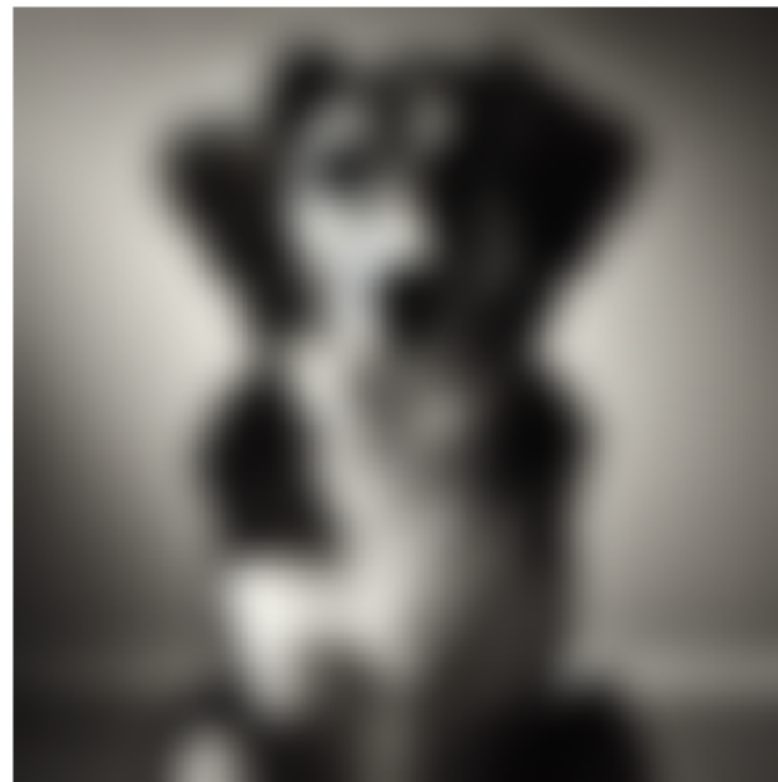
Wat hebben we dinsdag geleerd?



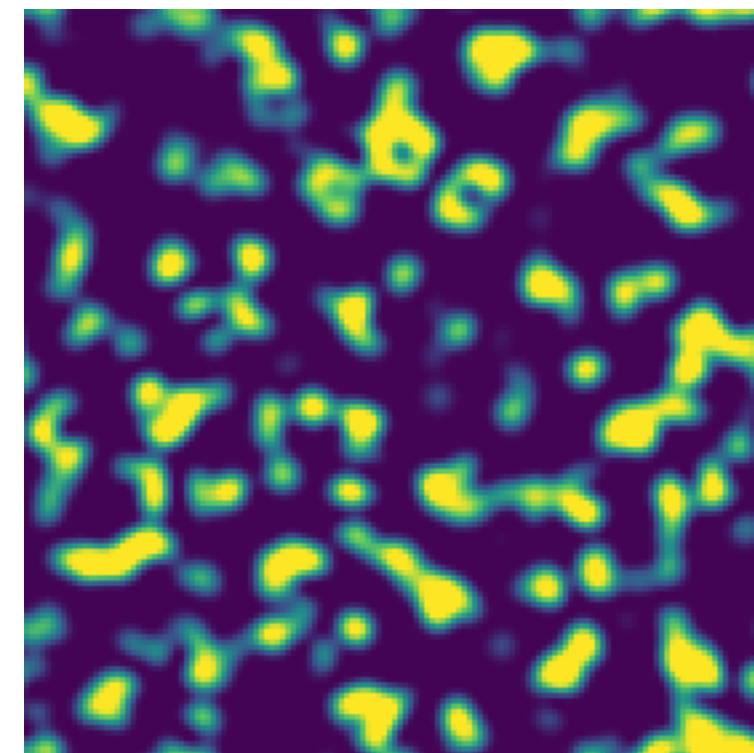
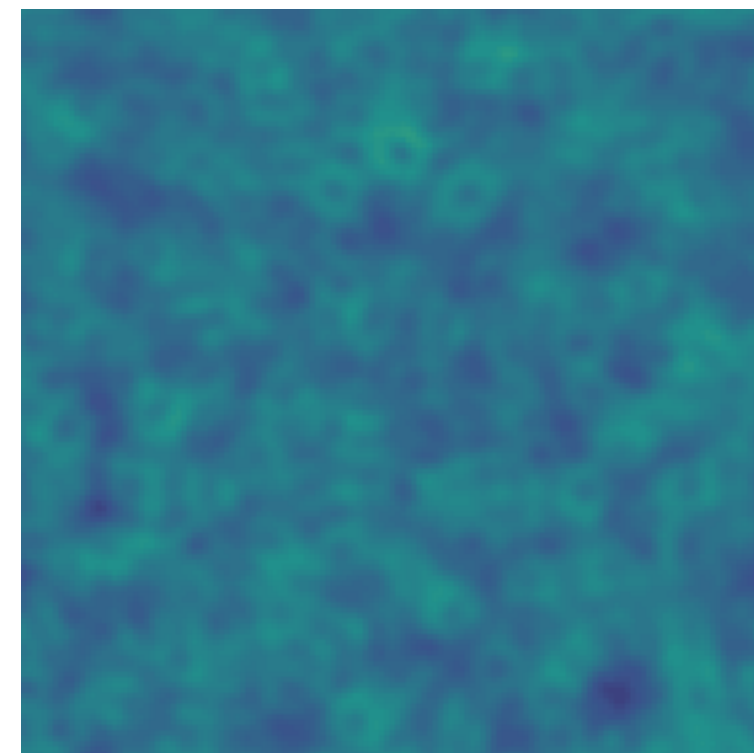
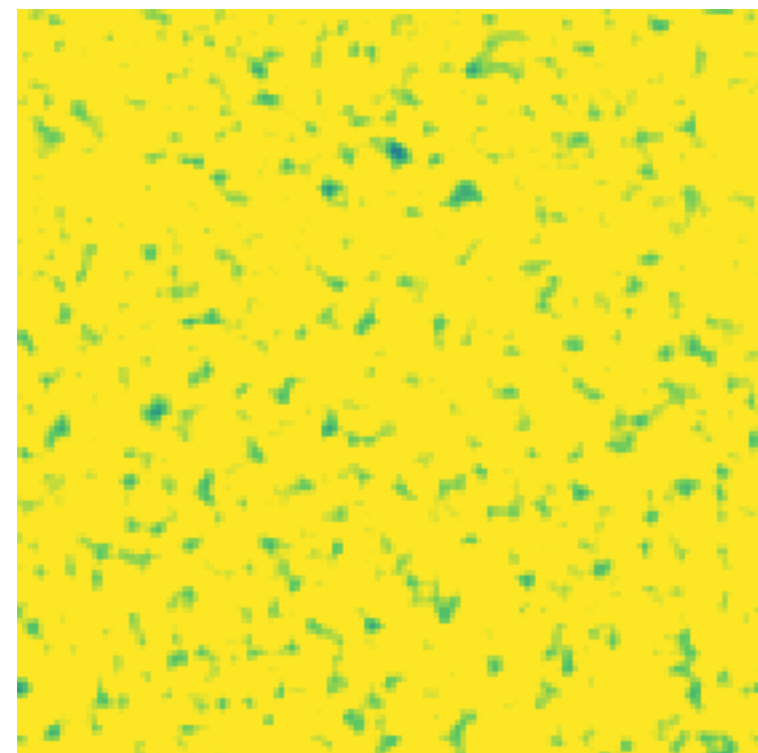
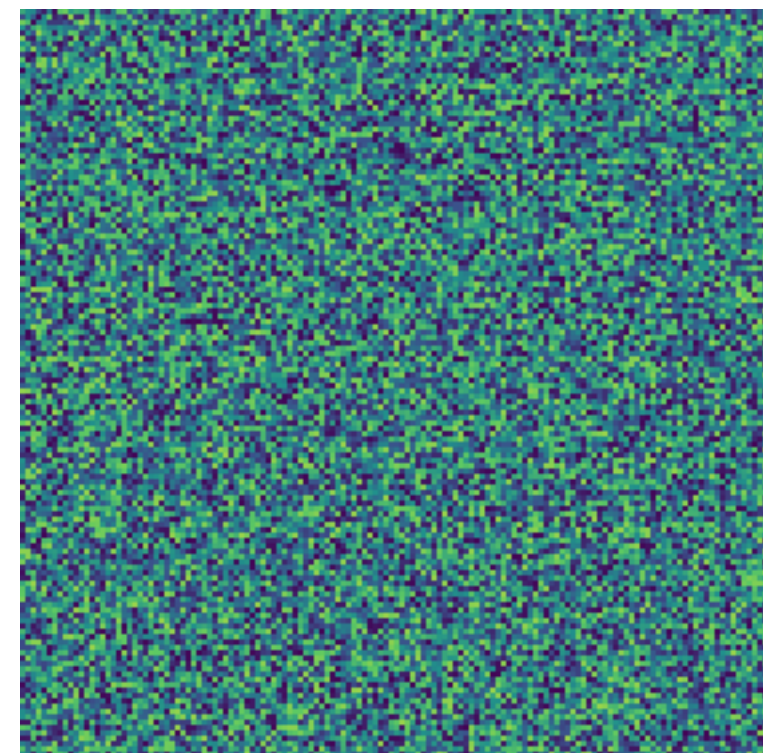
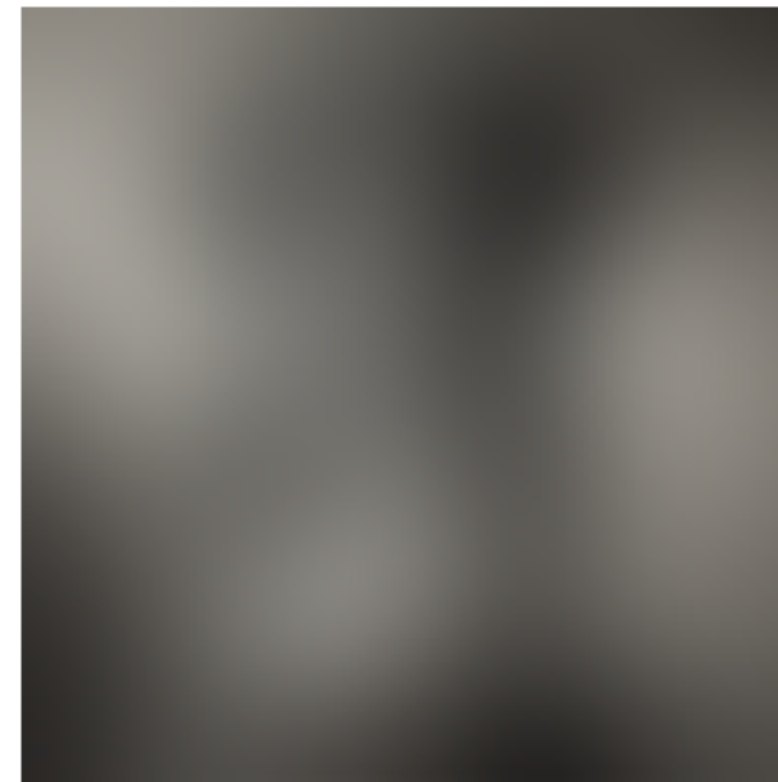
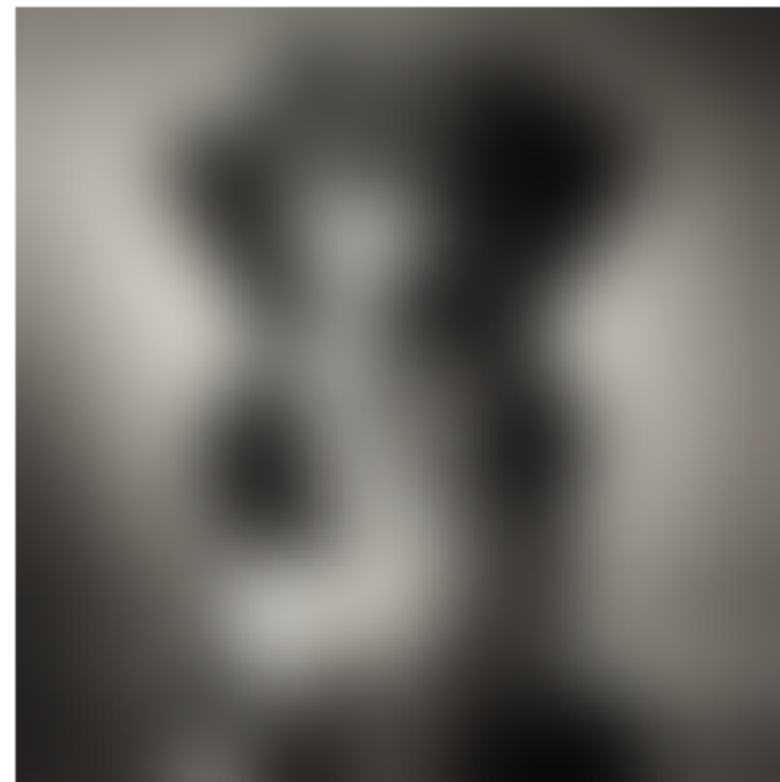
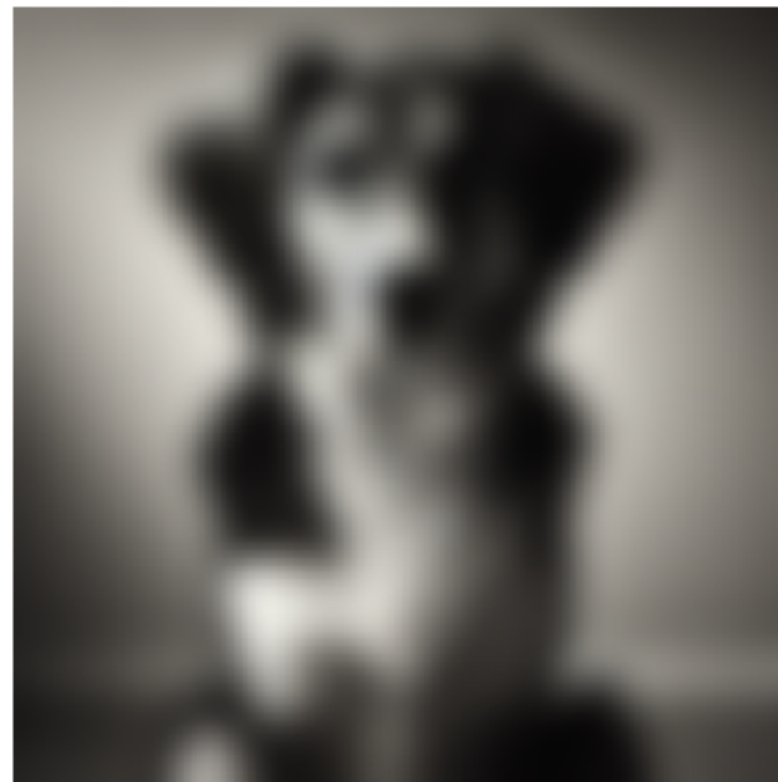
Wat hebben we dinsdag geleerd?



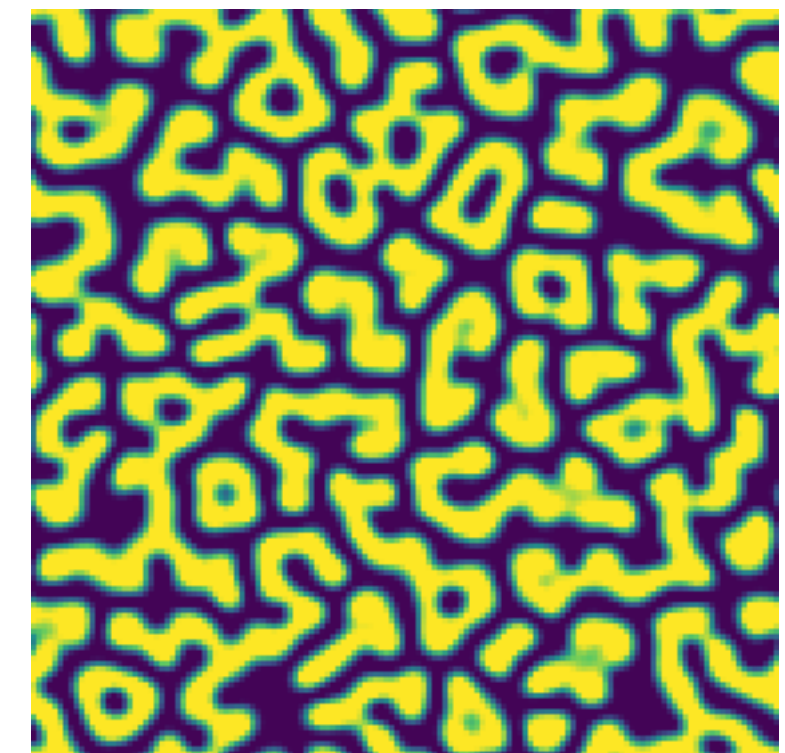
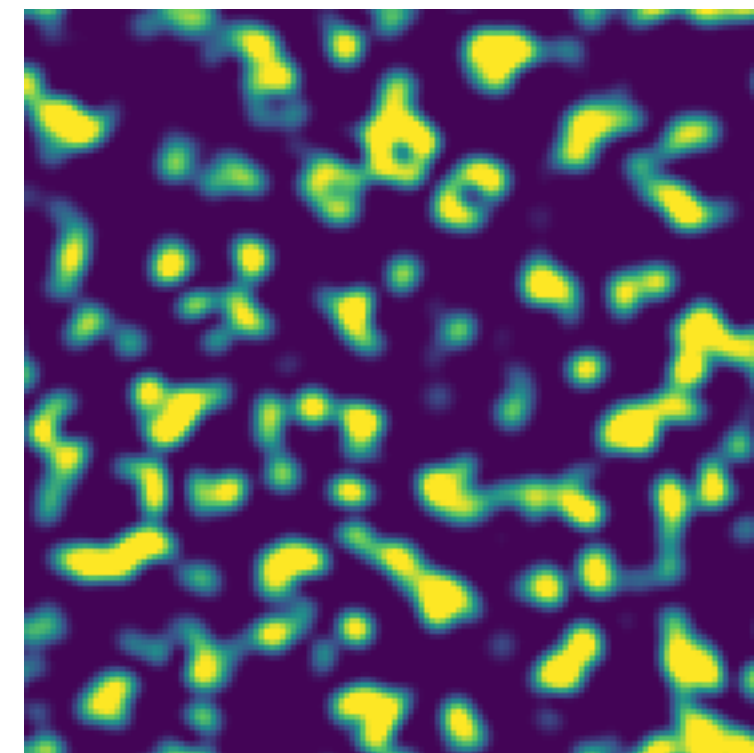
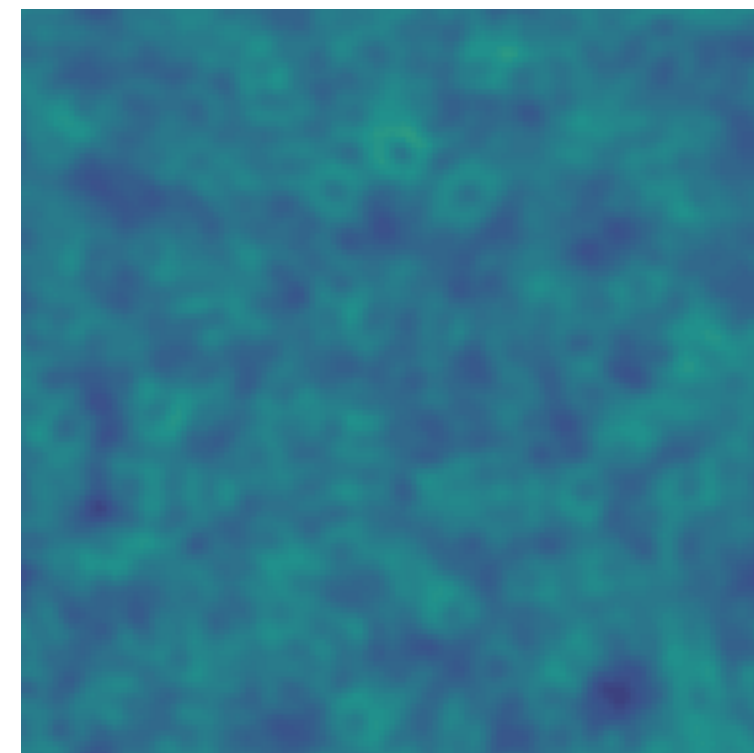
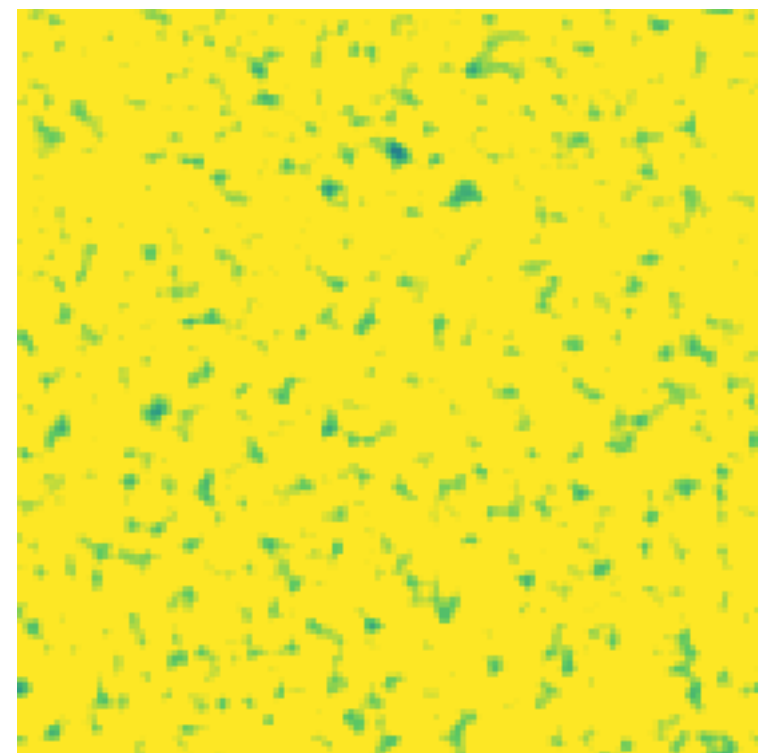
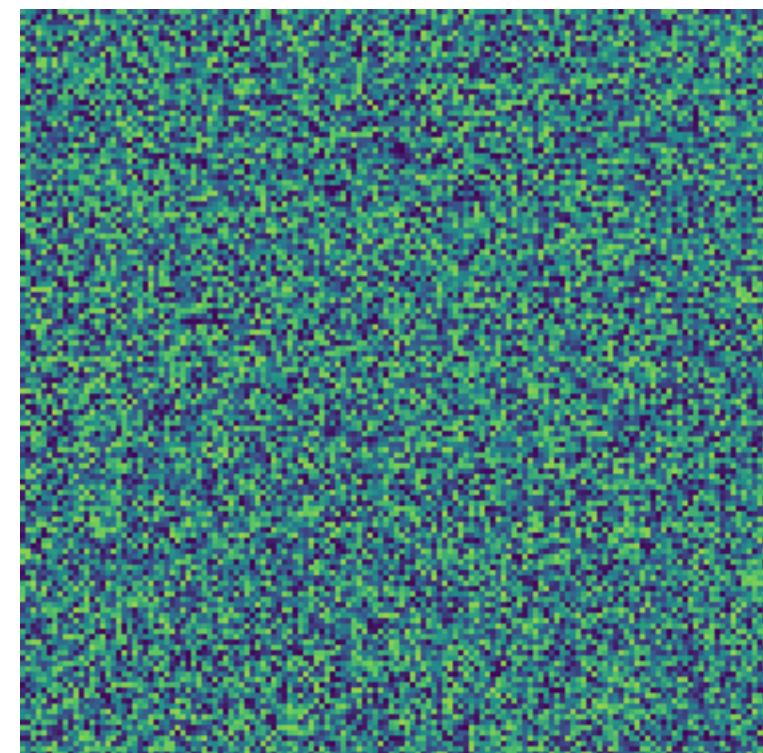
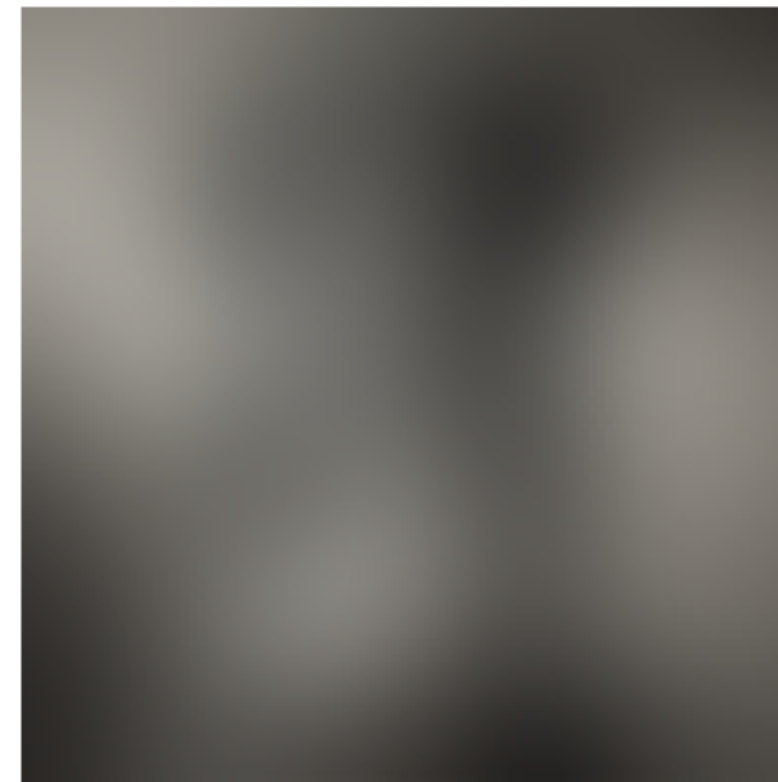
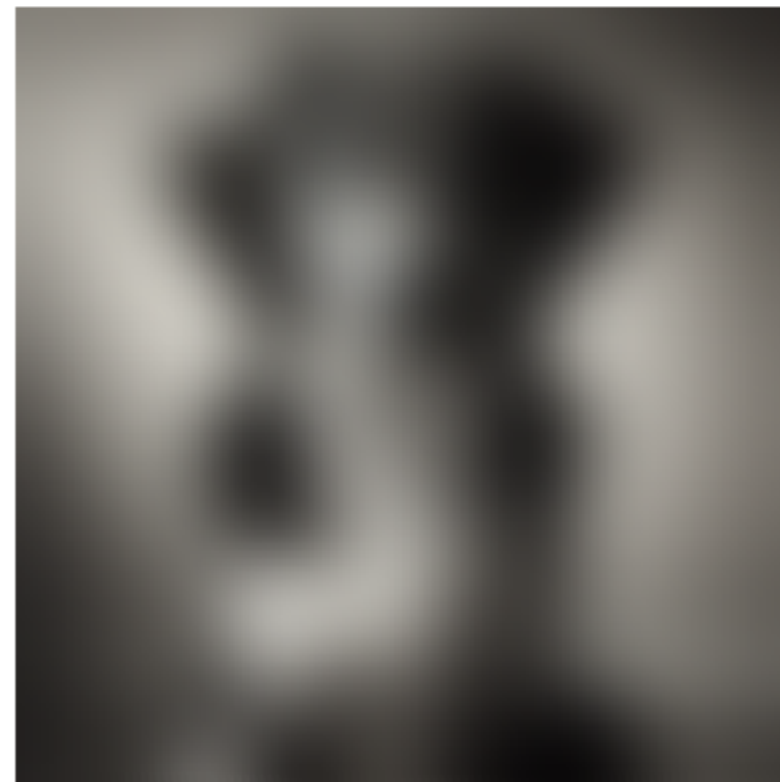
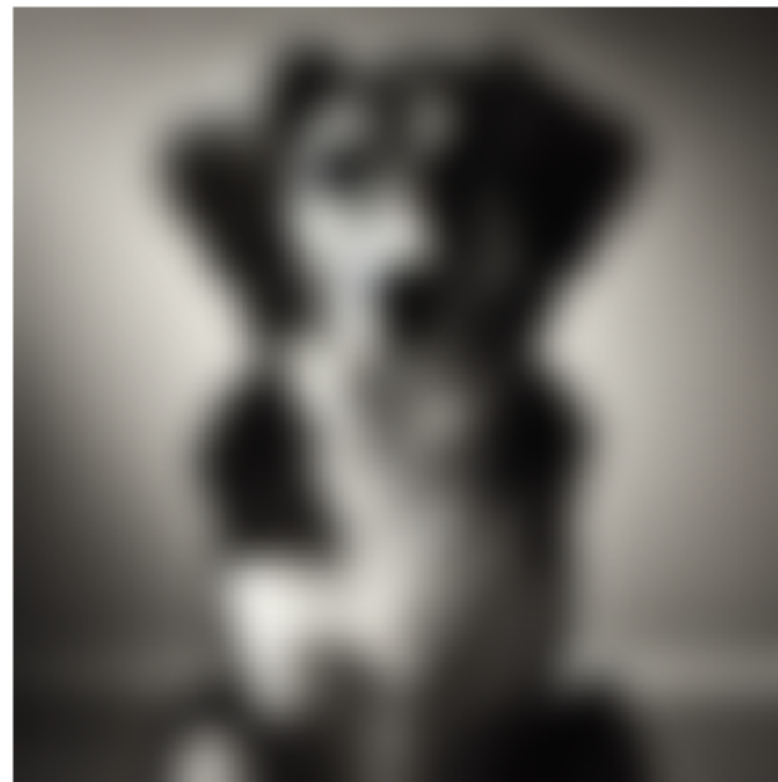
Wat hebben we dinsdag geleerd?



Wat hebben we dinsdag geleerd?

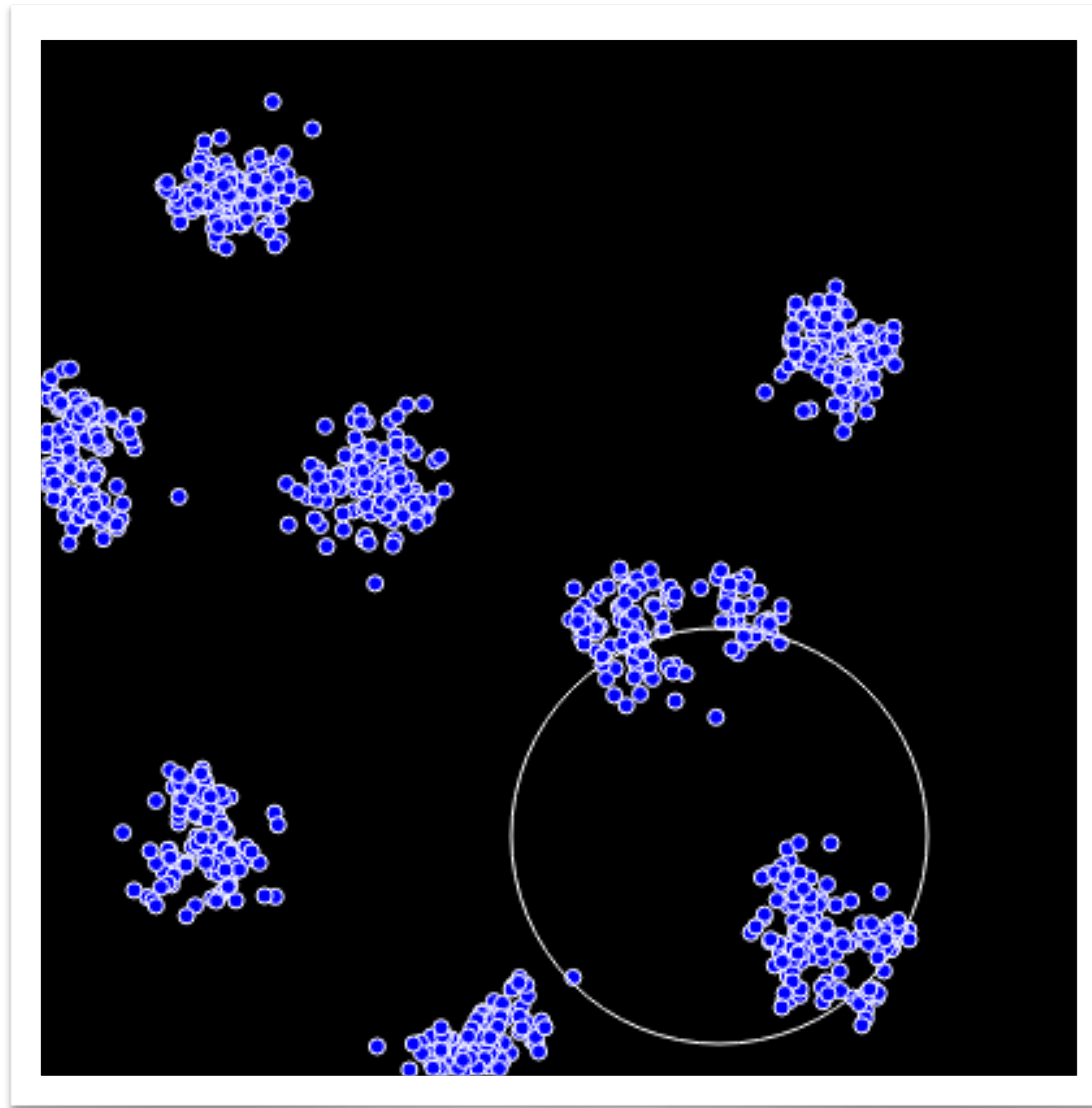


Wat hebben we dinsdag geleerd?



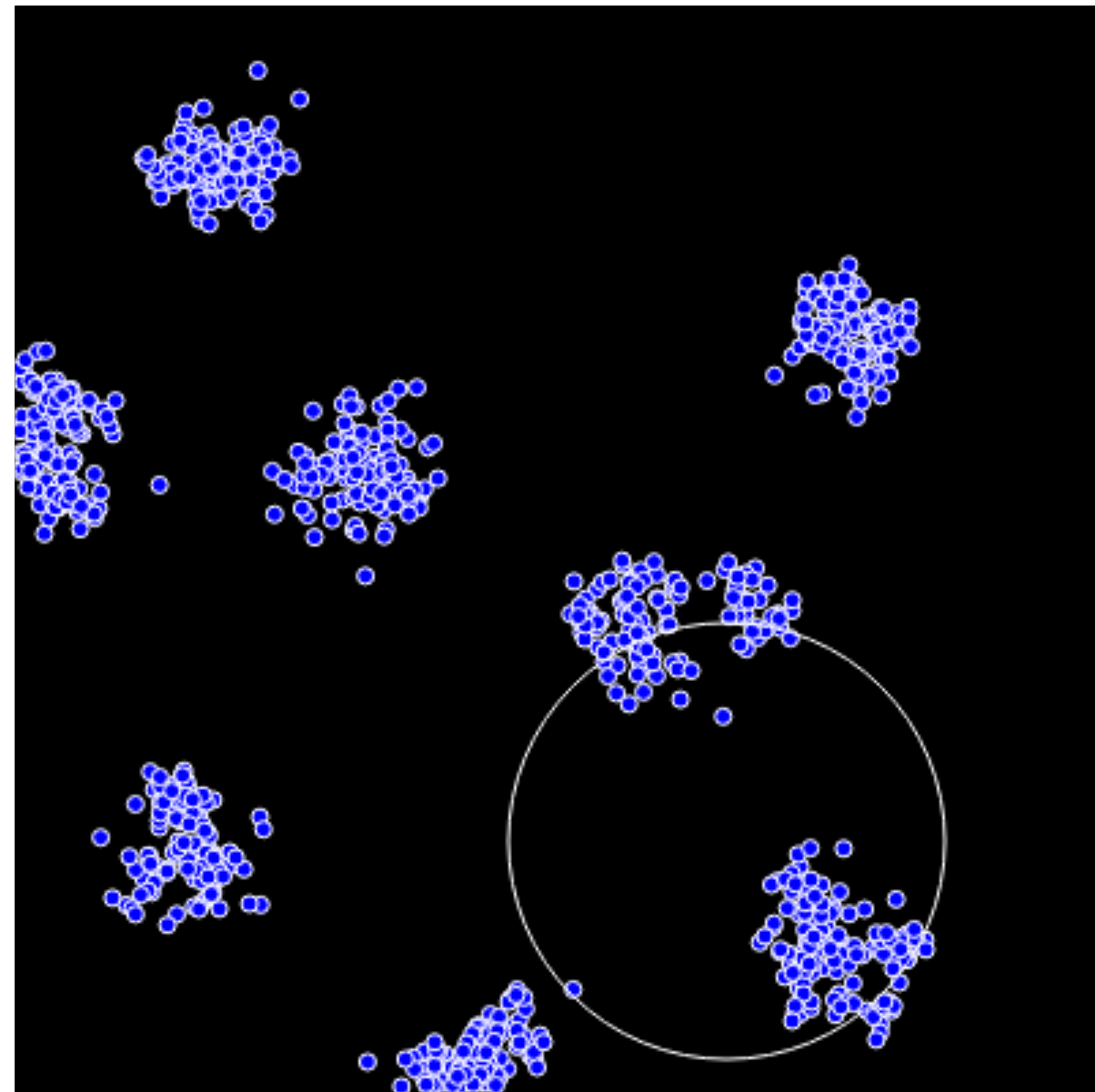
Werkcollege

Werkcollege



**Soort-van-Turing patronen in
een IBM!**

Werkcollege

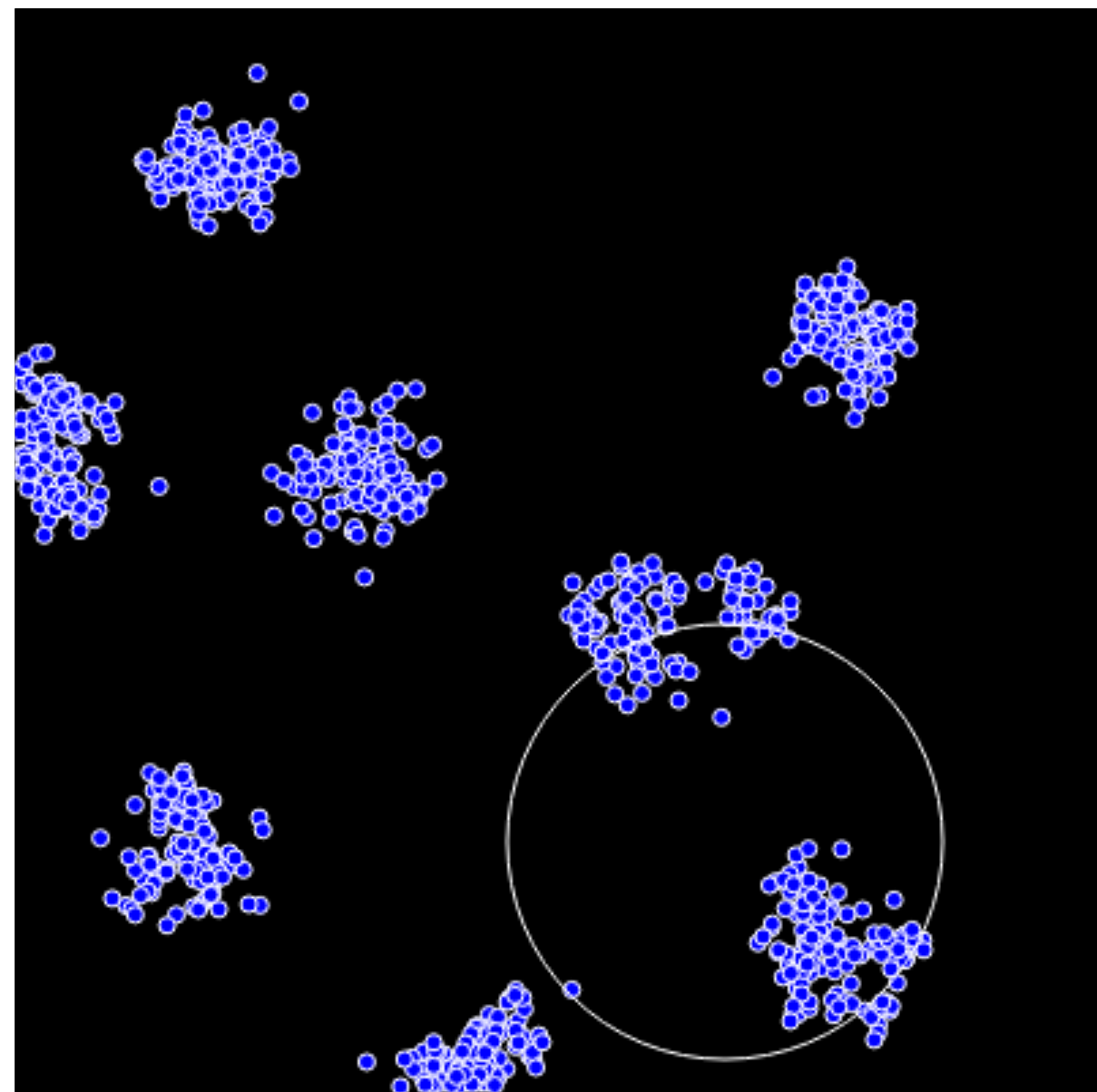


**Soort-van-Turing patronen in
een IBM!**



Rutger Hermesen

Werkcollege



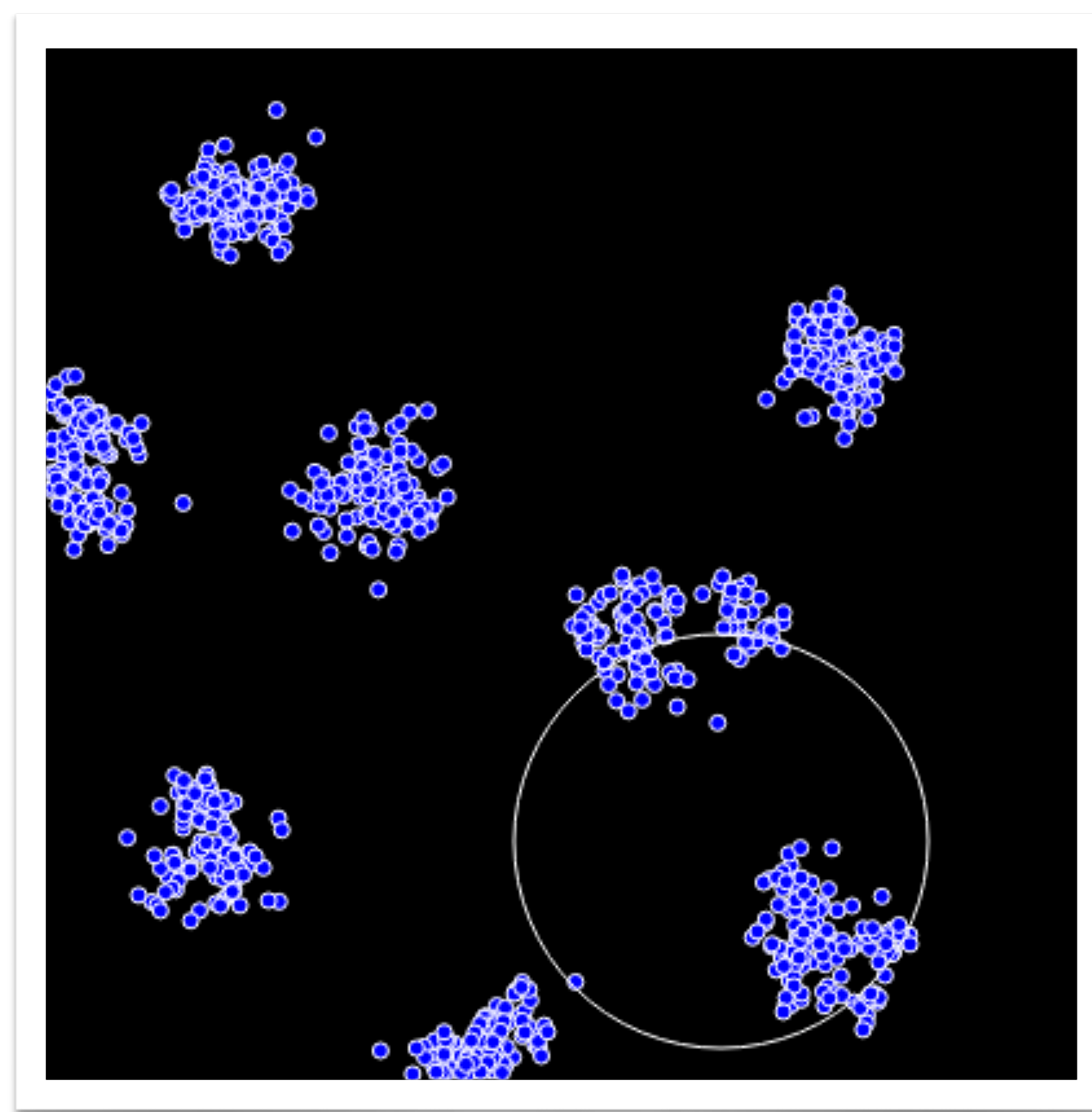
Soort-van-Turing patronen in
een IBM!



Rutger Hermesen

Niet alleen jullie volgende docent,
maar ook (of eigenlijk **vooral**):

Werkcollege

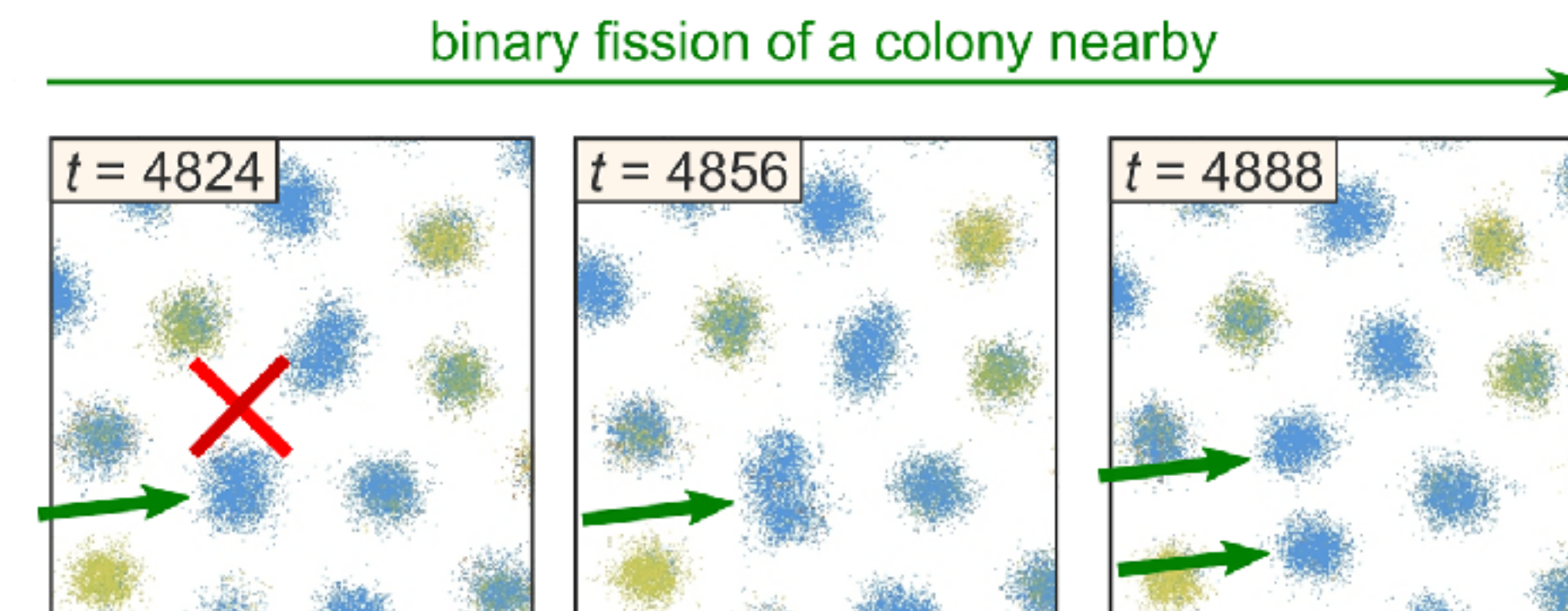


Soort-van-Turing patronen in een IBM!



Rutger Hermesen

Niet alleen jullie volgende docent, maar ook (of eigenlijk **vooral**):



Evolutie van altruïsme (coöperatie) binnen en tussen populaties

Schape verkopen

Schapen verkopen

 ChatGPT4



Schapen verkopen

ChatGPT4



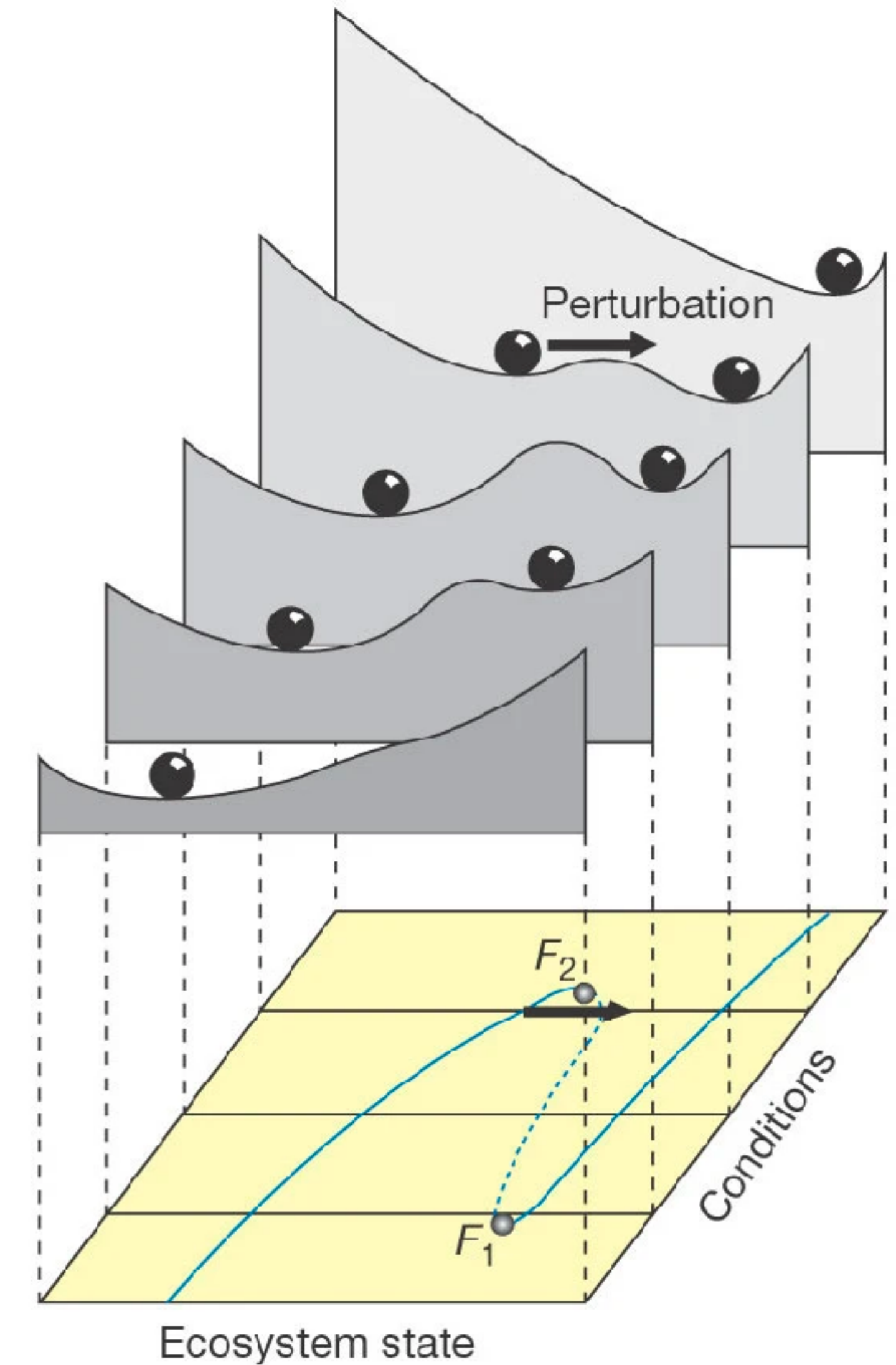
$$W' = R\left(w_0 + \frac{V}{k_2 + V}\right) - r_W W - \frac{gVW}{k_1 + W} \quad \text{and} \quad V' = i + \frac{cgVW}{k_1 + W} - dV - GV$$

Schapen verkopen

ChatGPT4

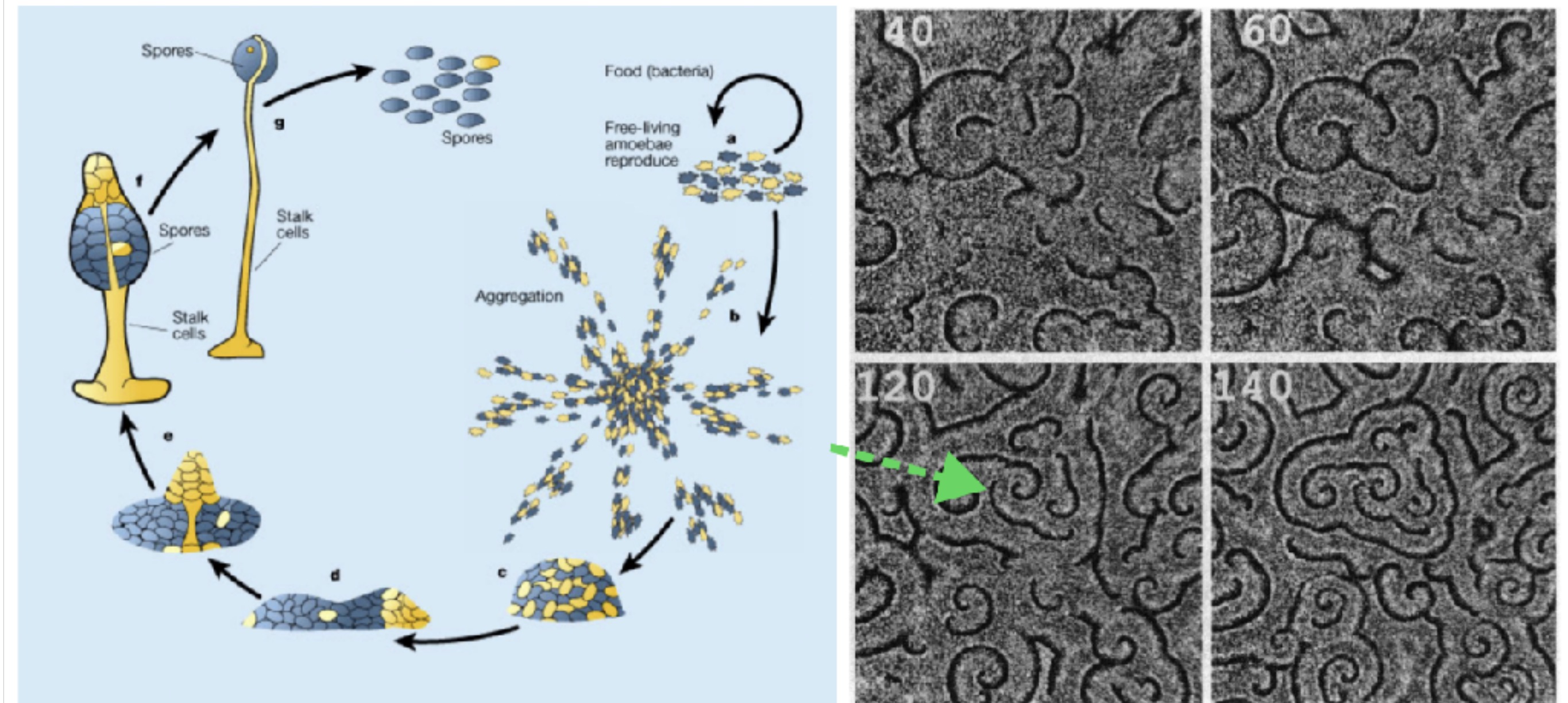


$$W' = R\left(w_0 + \frac{V}{k_2 + V}\right) - r_W W - \frac{gVW}{k_1 + W} \quad \text{and} \quad V' = i + \frac{cgVW}{k_1 + W} - dV - GV$$

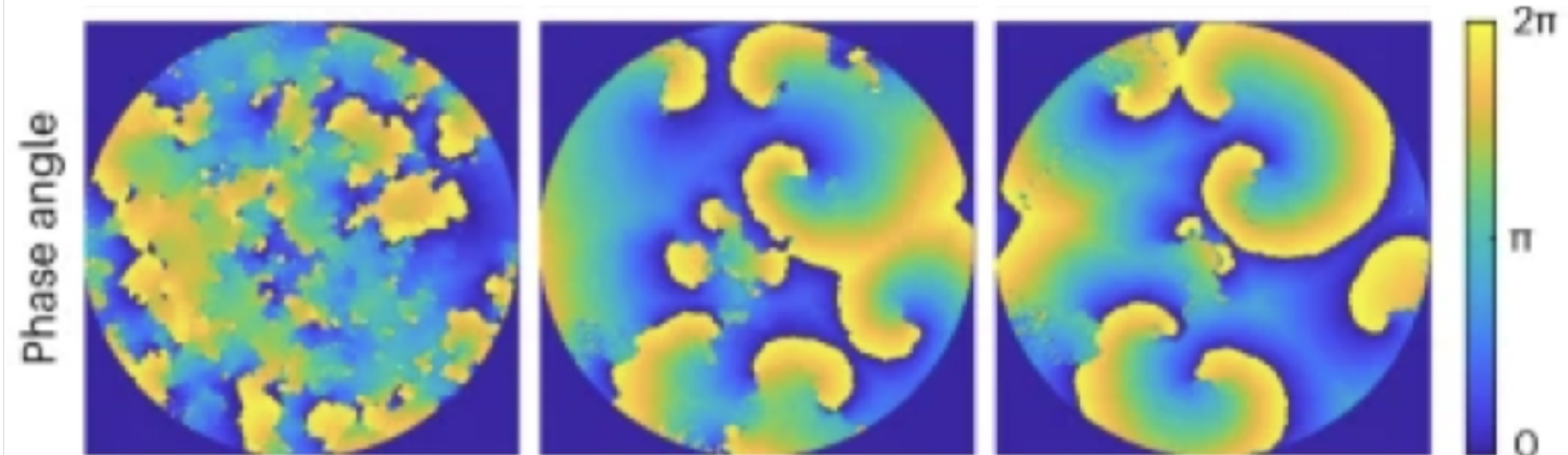


Exciteerbare media

Bram van Dijk (hij/hem)

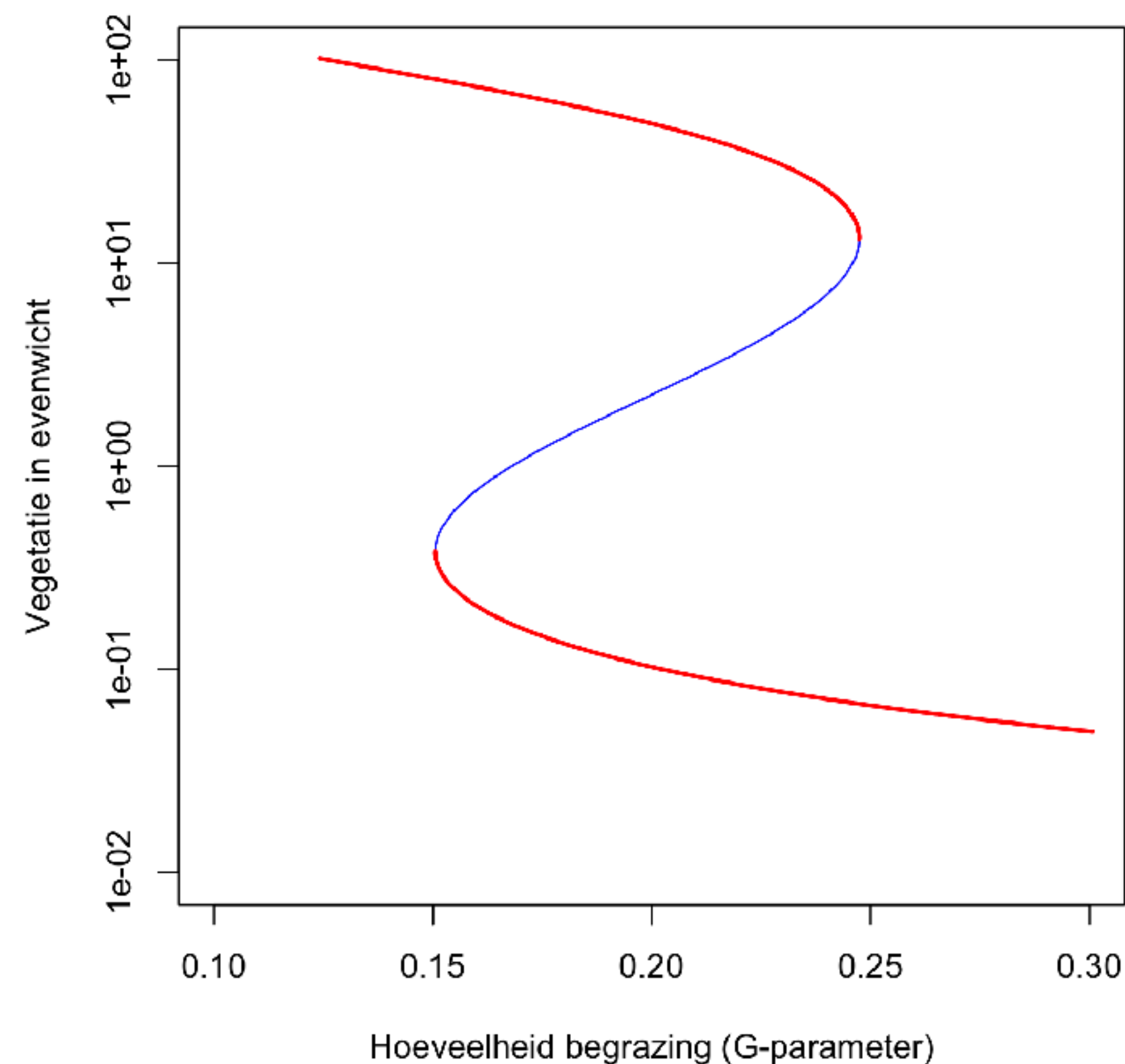
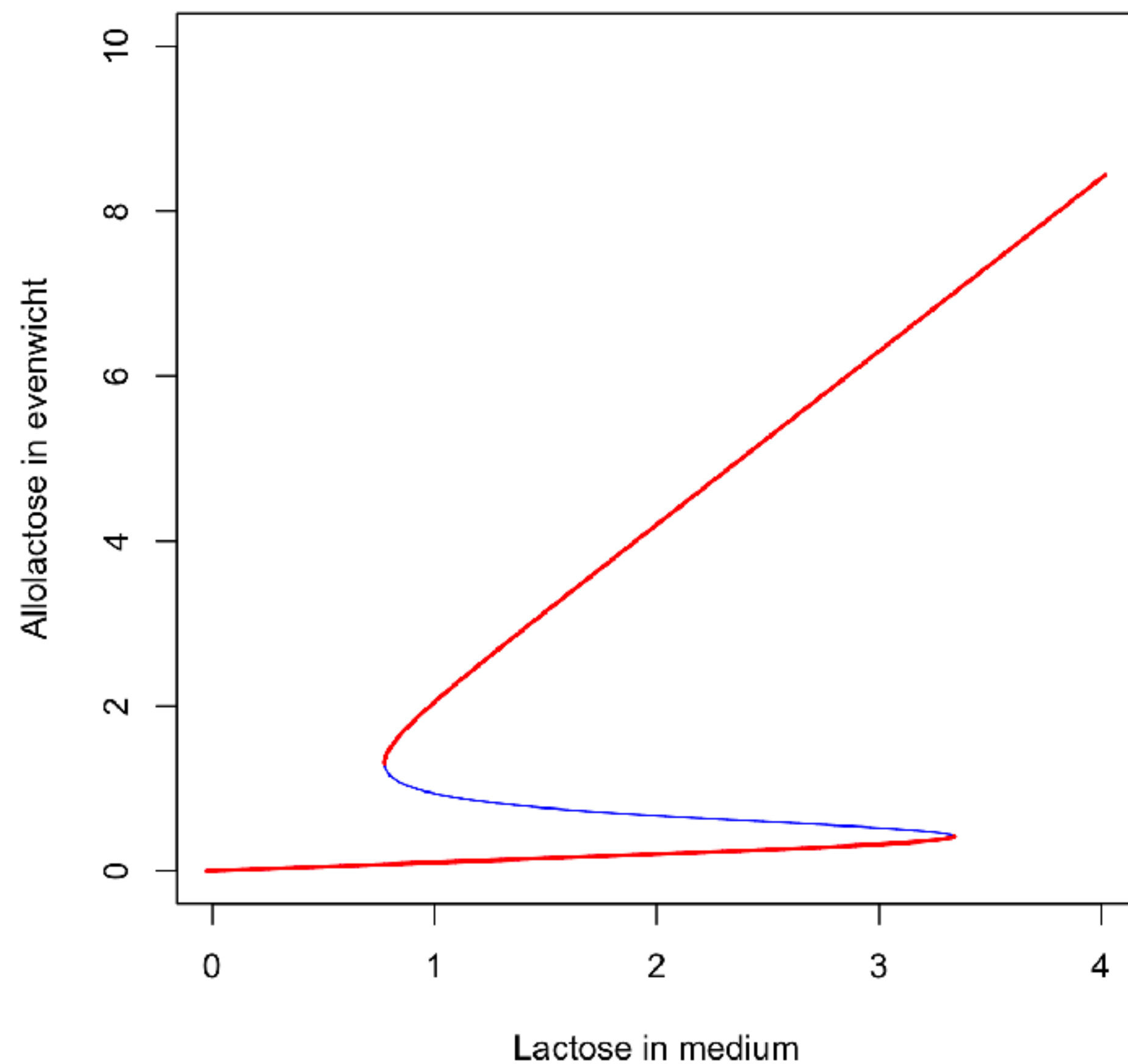


Spirals in *Dictyostelium* life cycle (Pallson *et al.* 1996)



Bacterial biofilms (Liu *et al.* 2024)

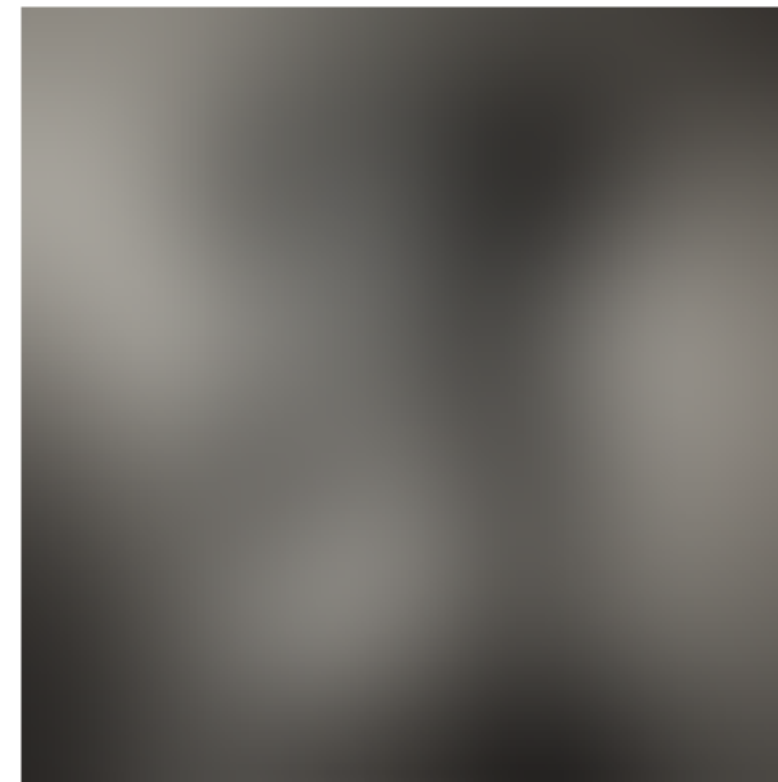
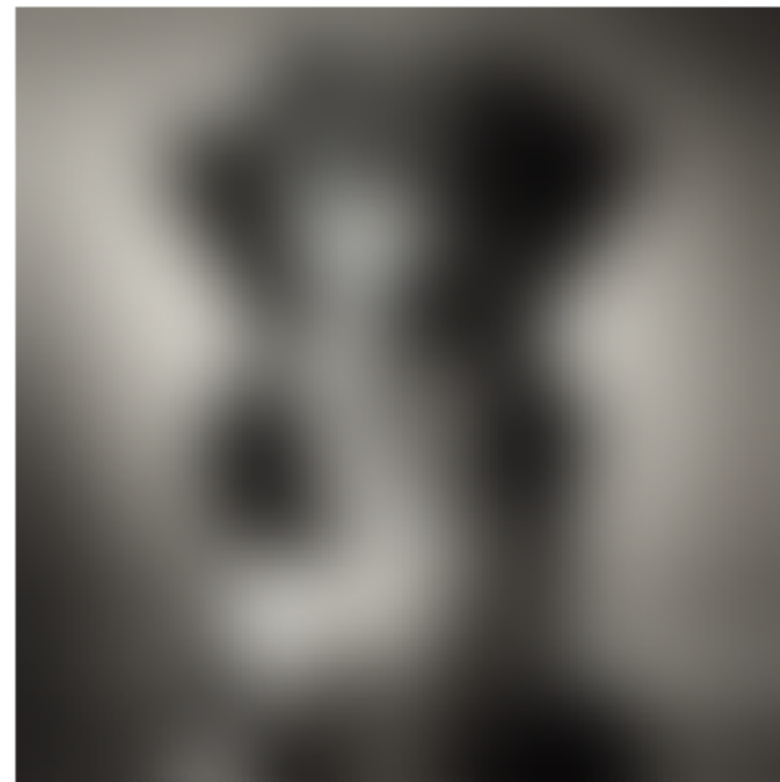
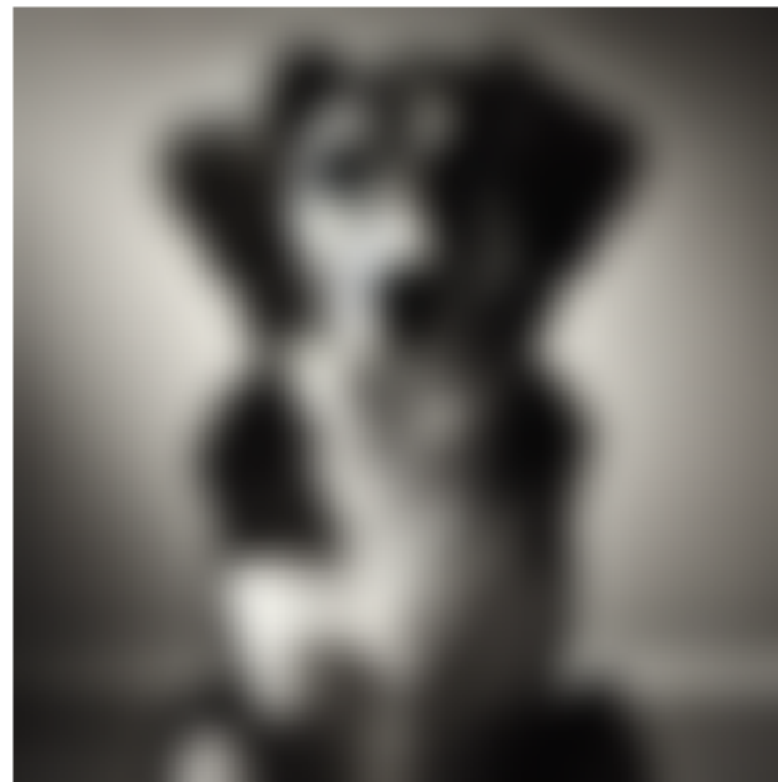
Bistabiliteit: twee evenwichten mogelijk bij dezelfde parameters



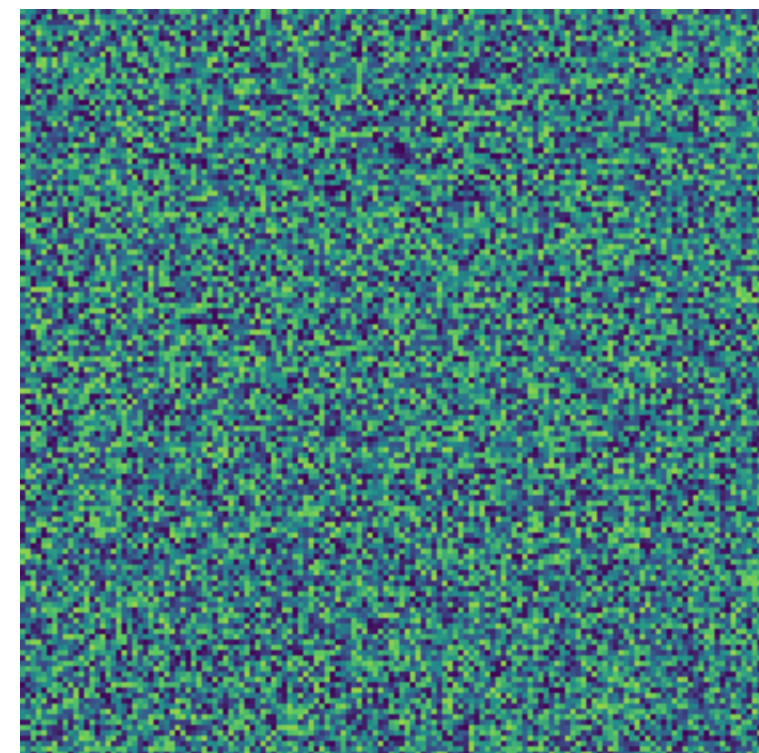
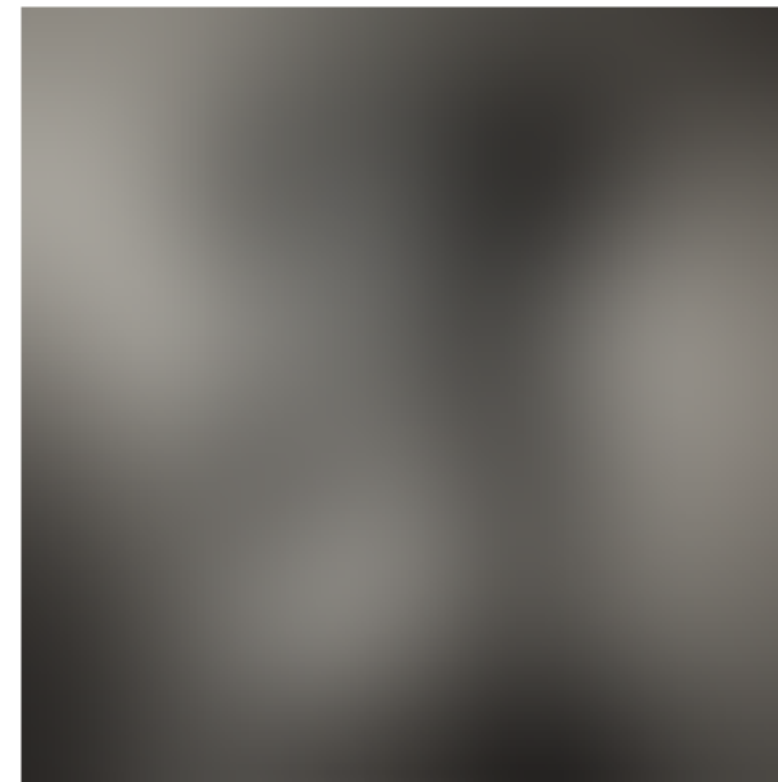
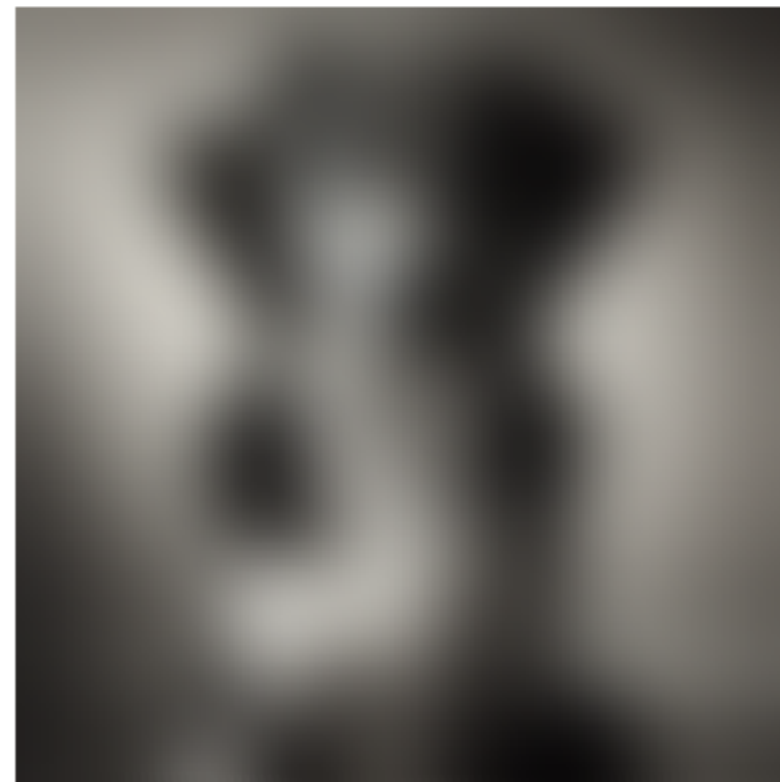
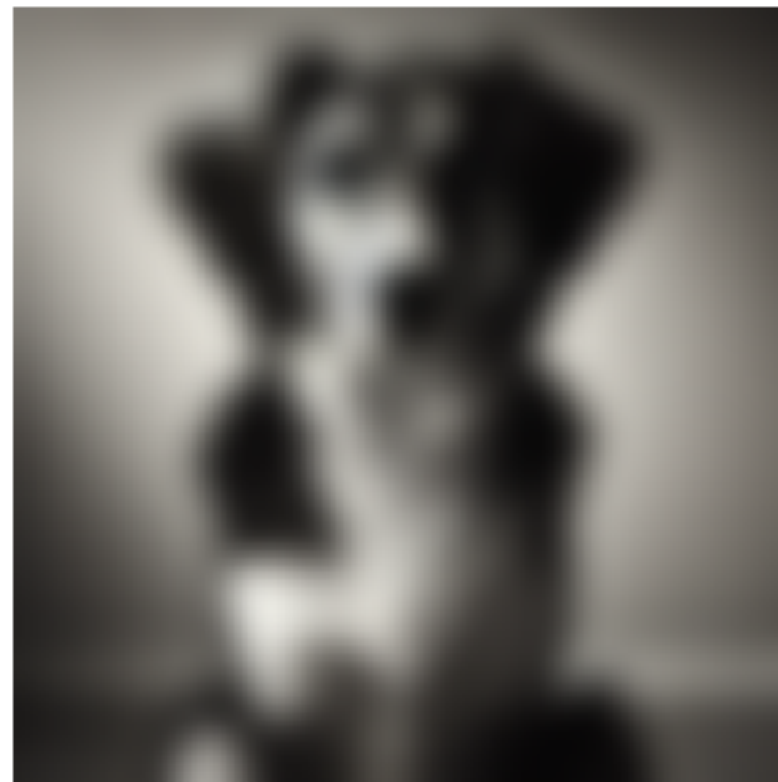


Wat hebben we dinsdag geleerd?

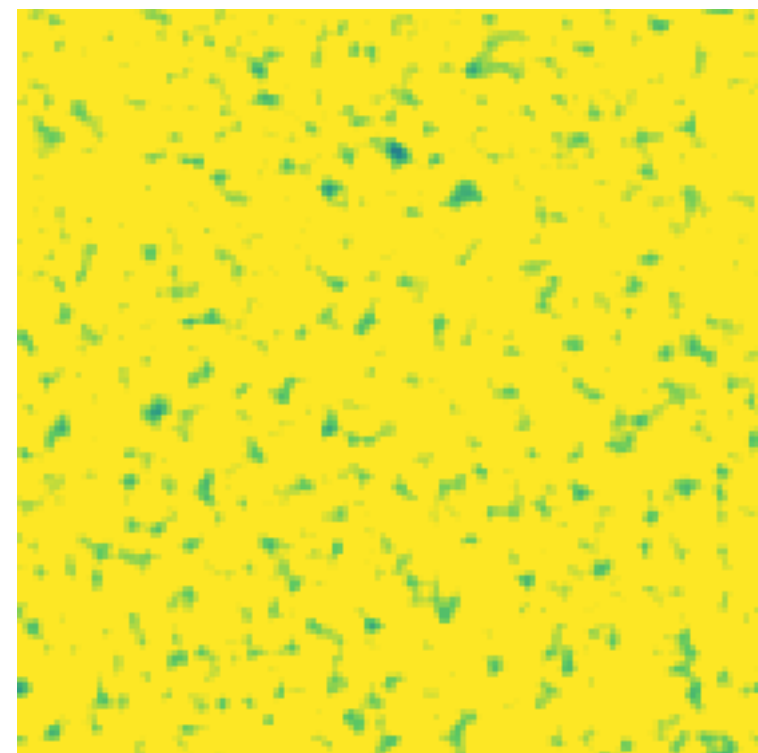
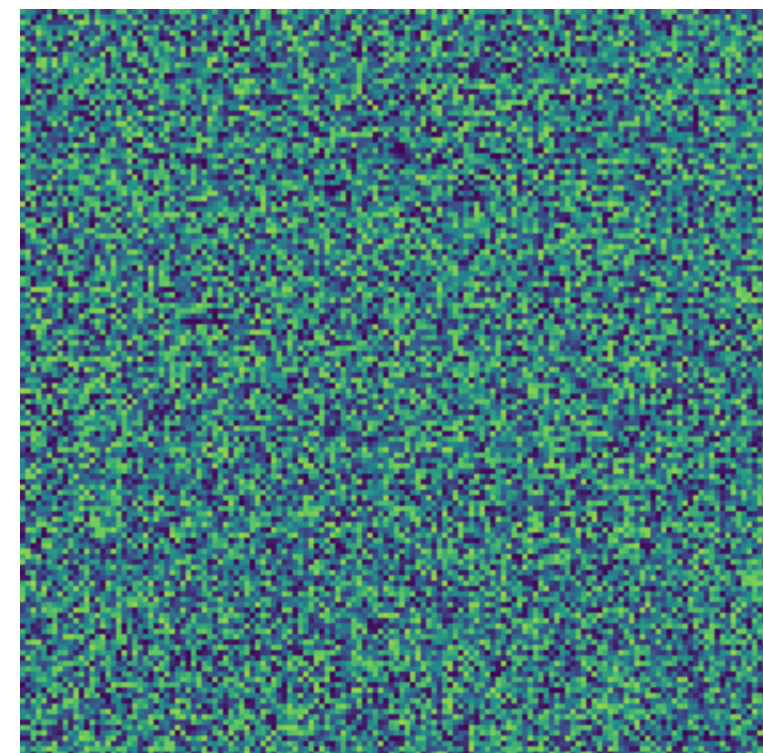
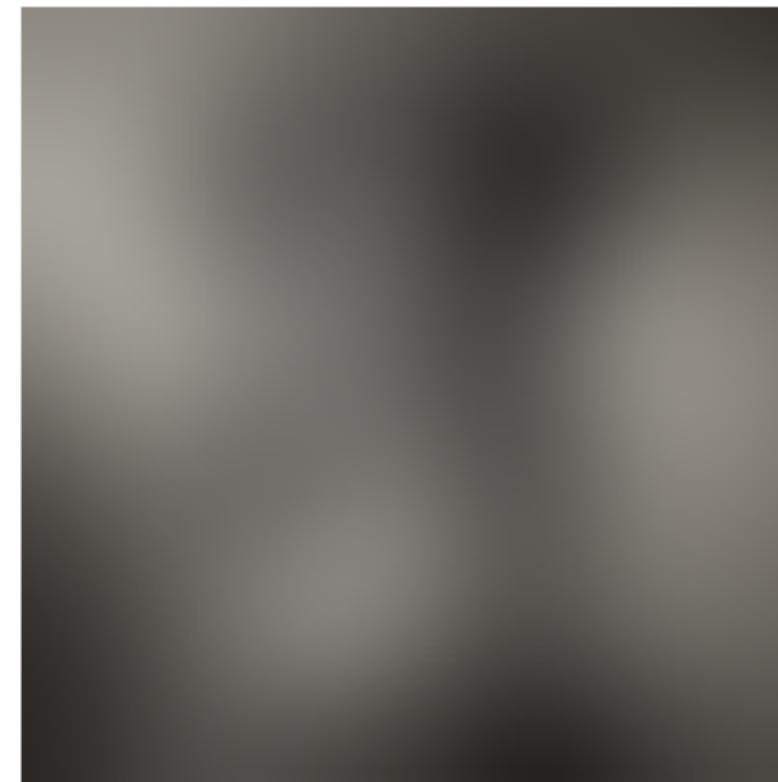
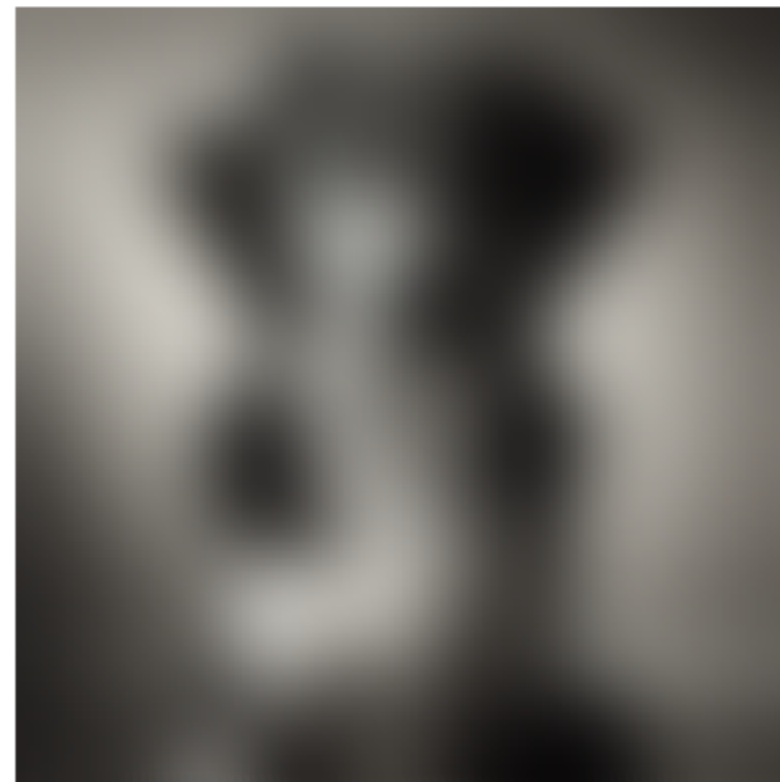
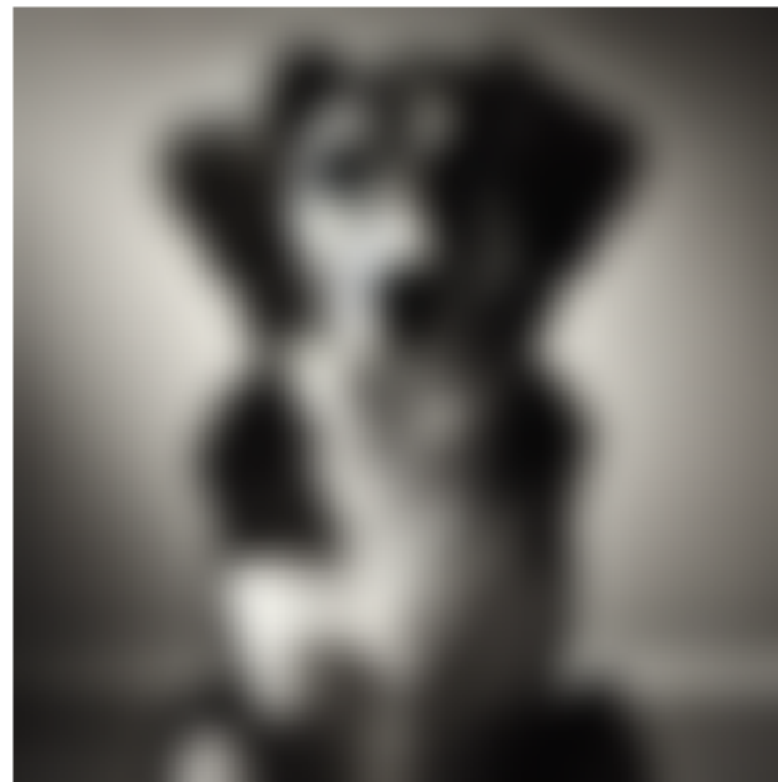
Wat hebben we dinsdag geleerd?



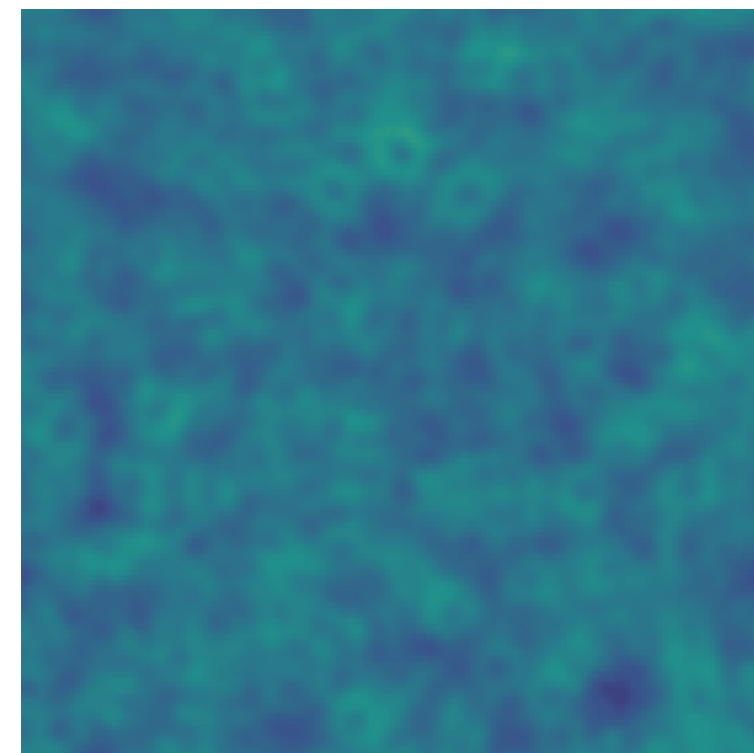
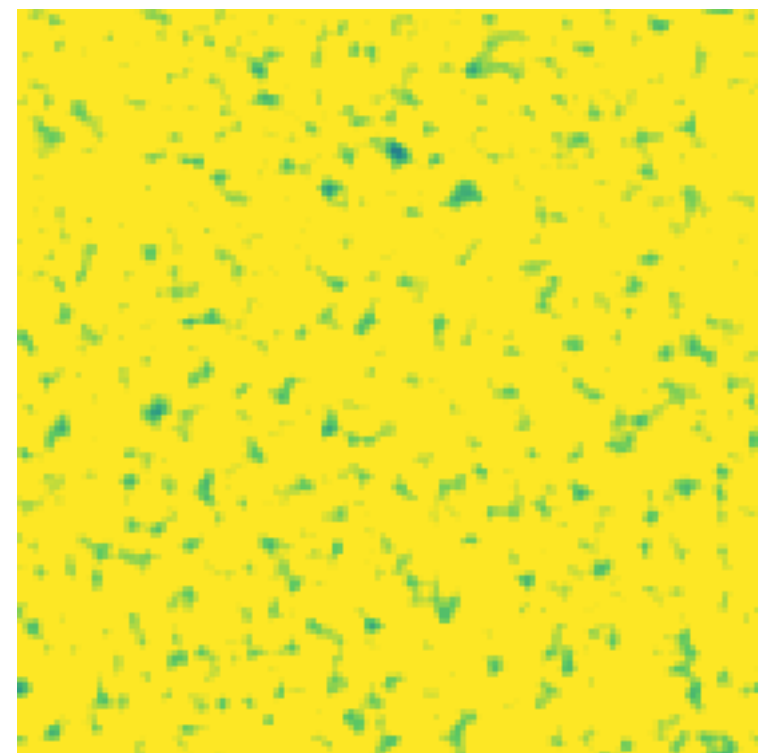
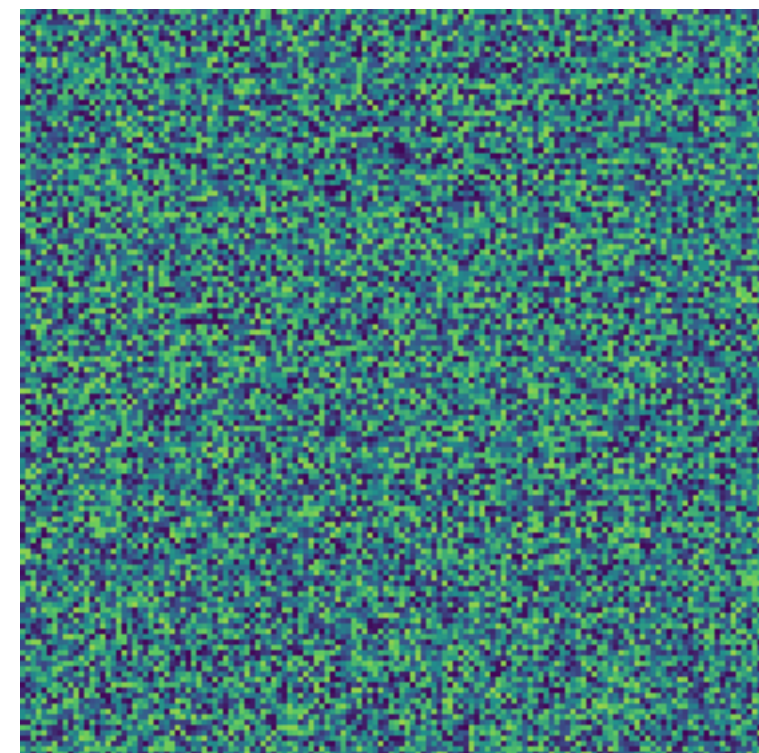
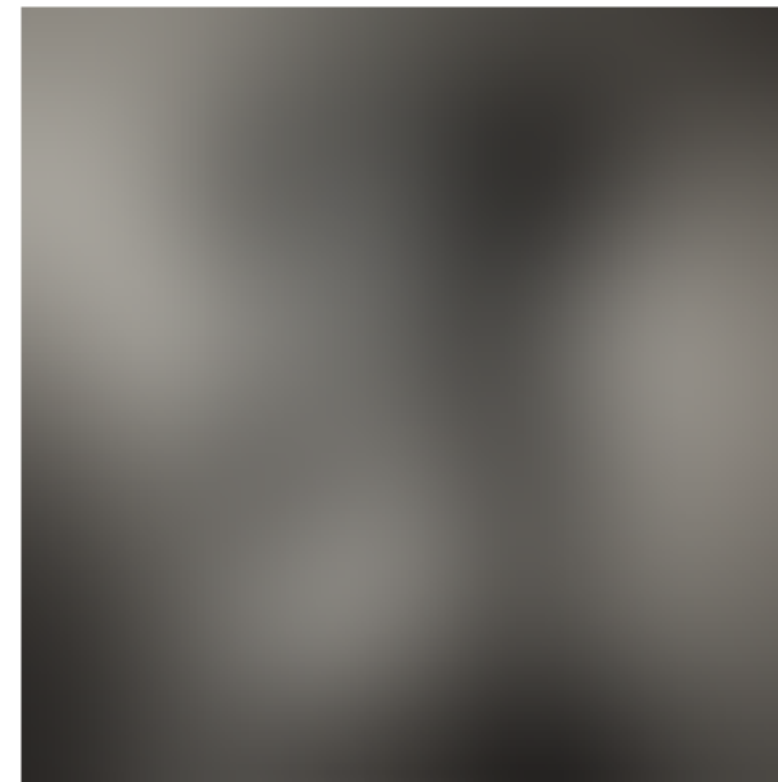
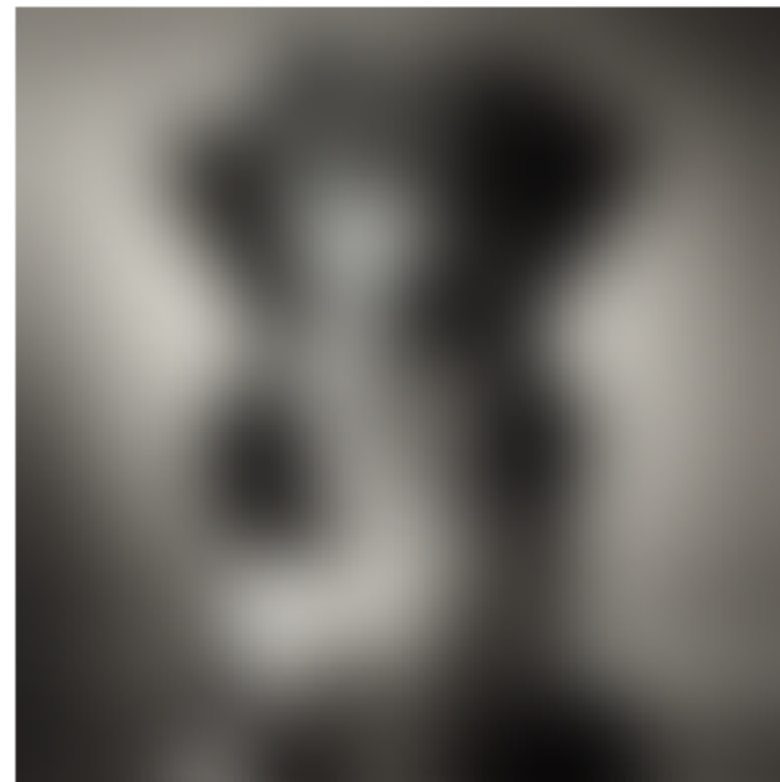
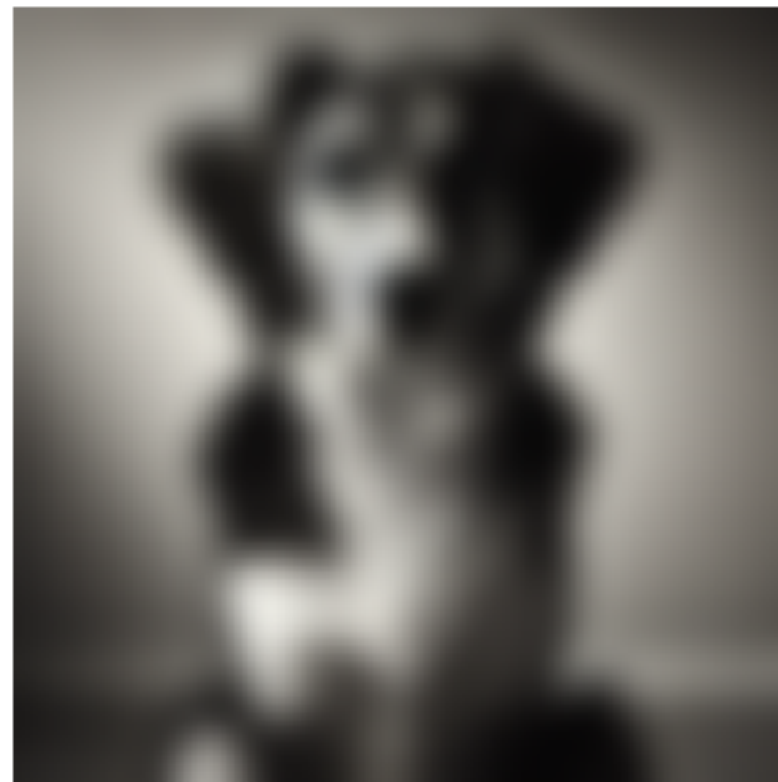
Wat hebben we dinsdag geleerd?



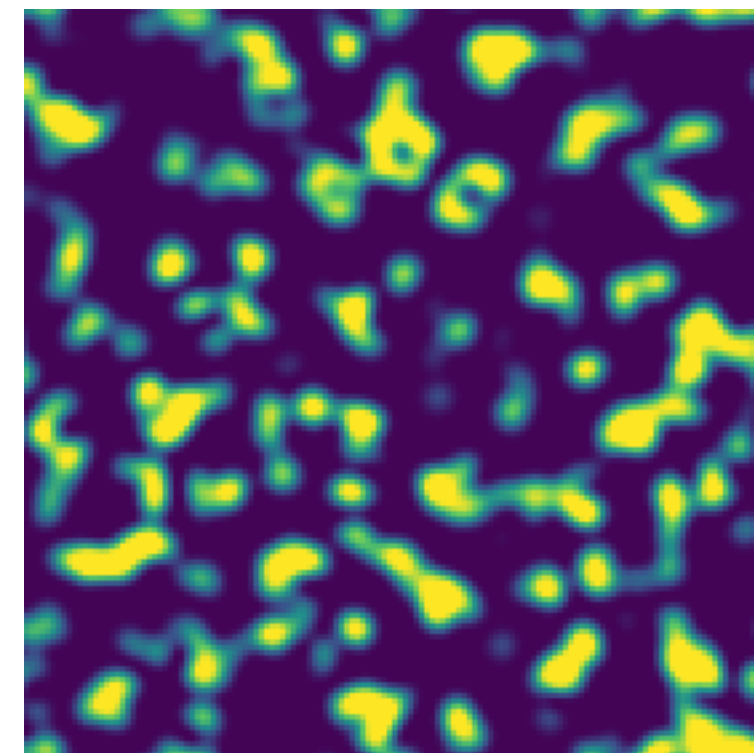
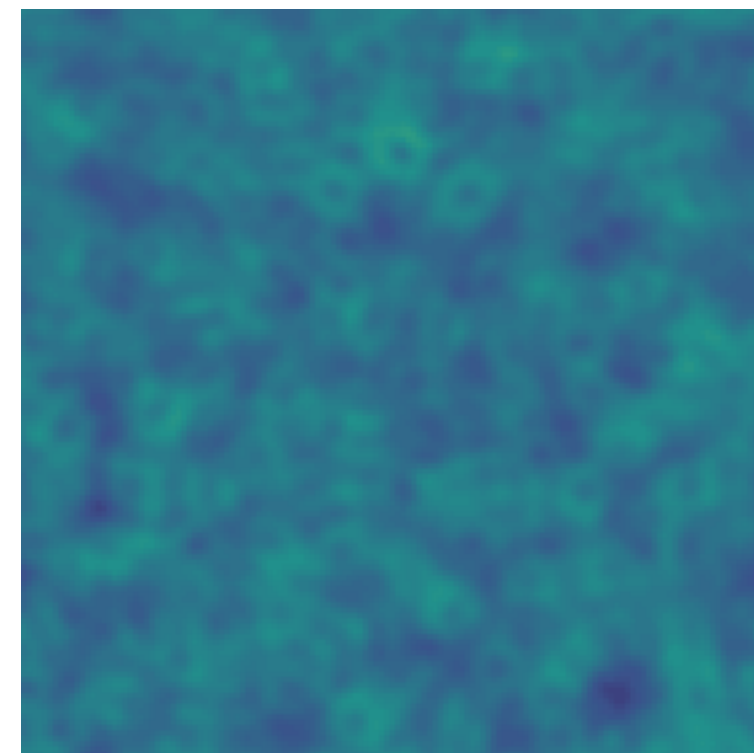
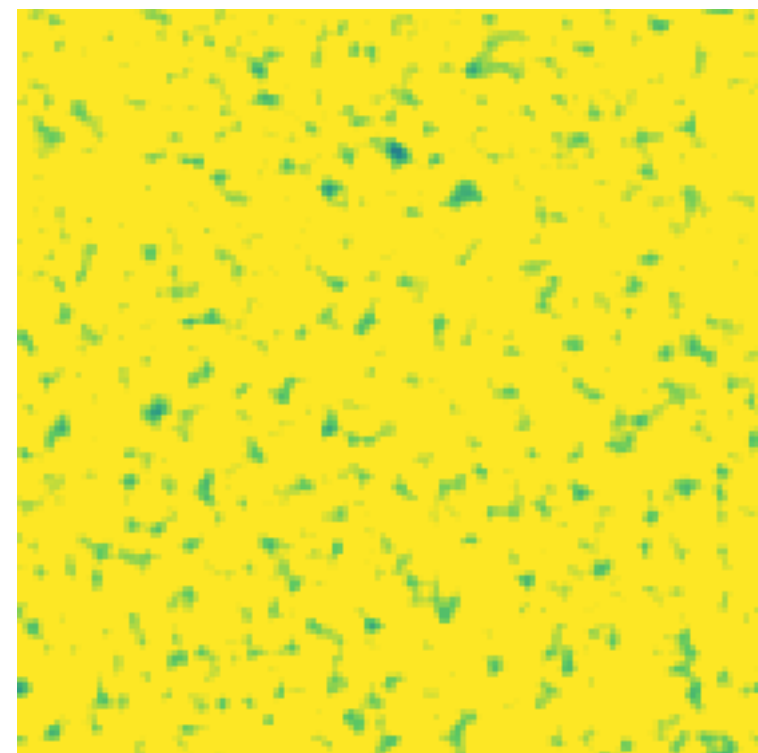
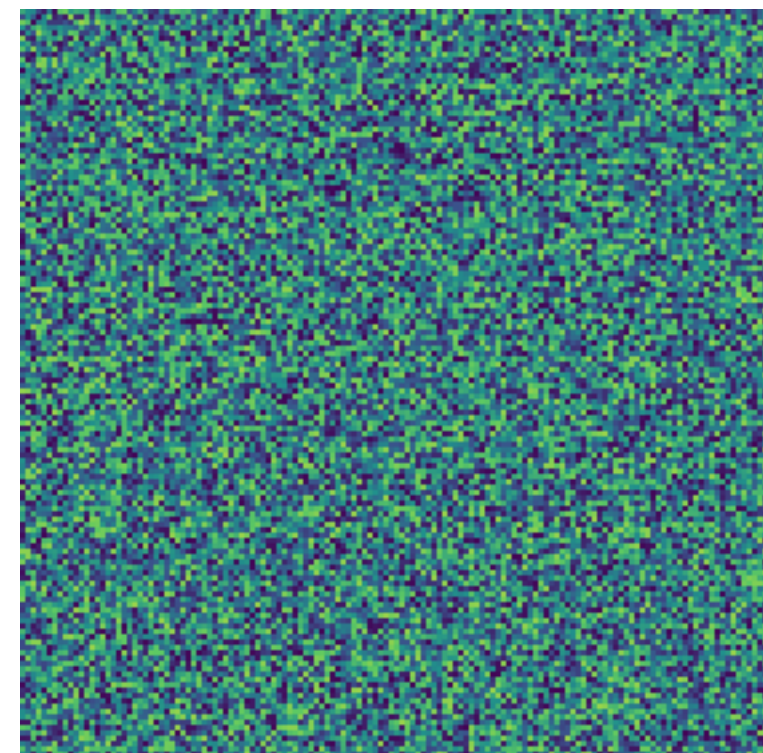
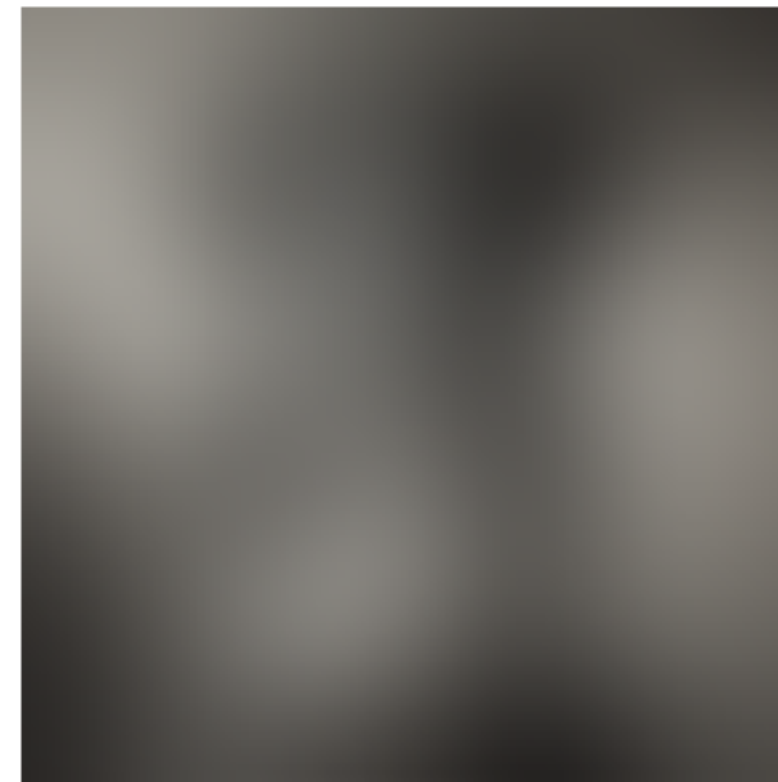
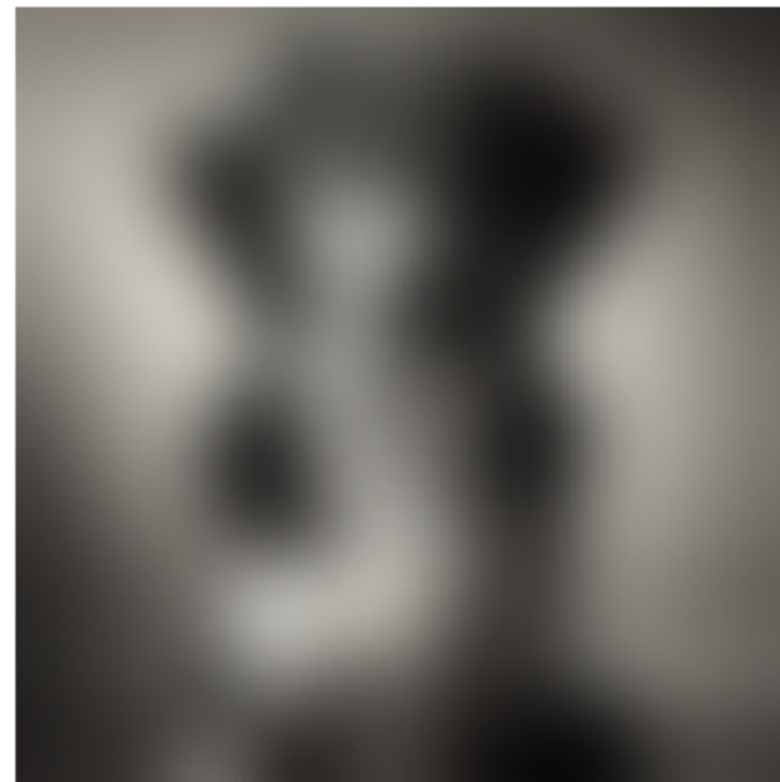
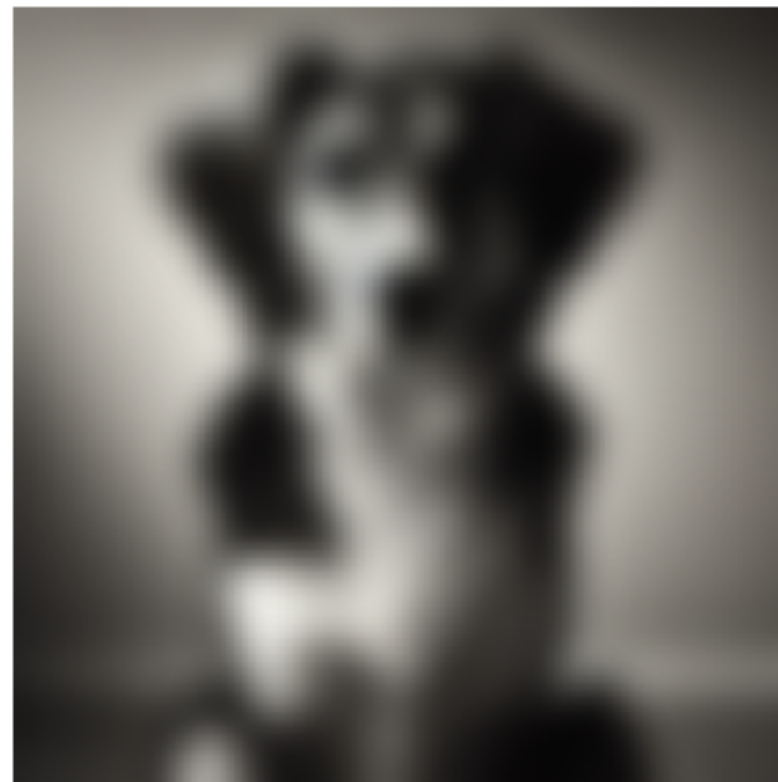
Wat hebben we dinsdag geleerd?



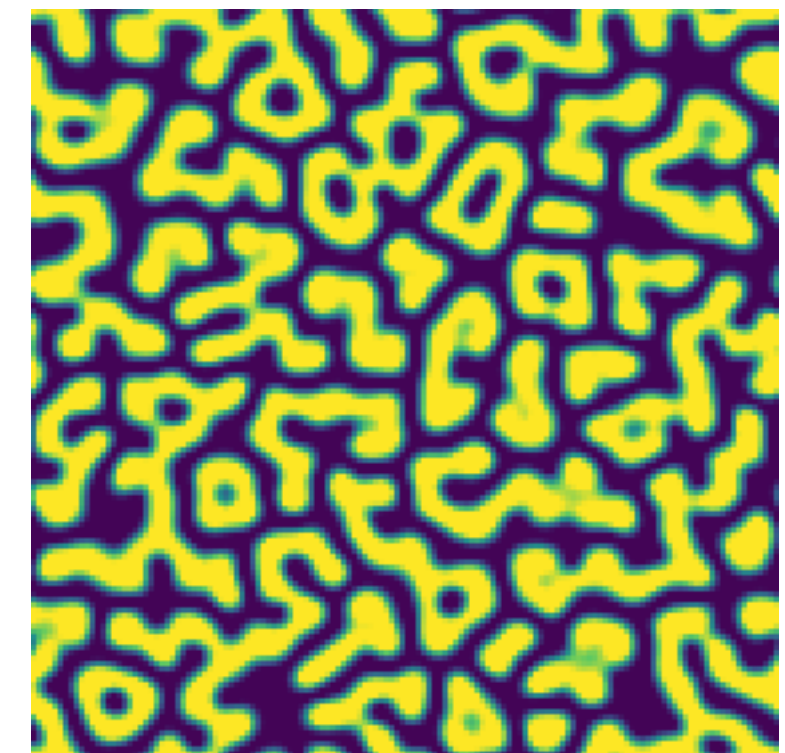
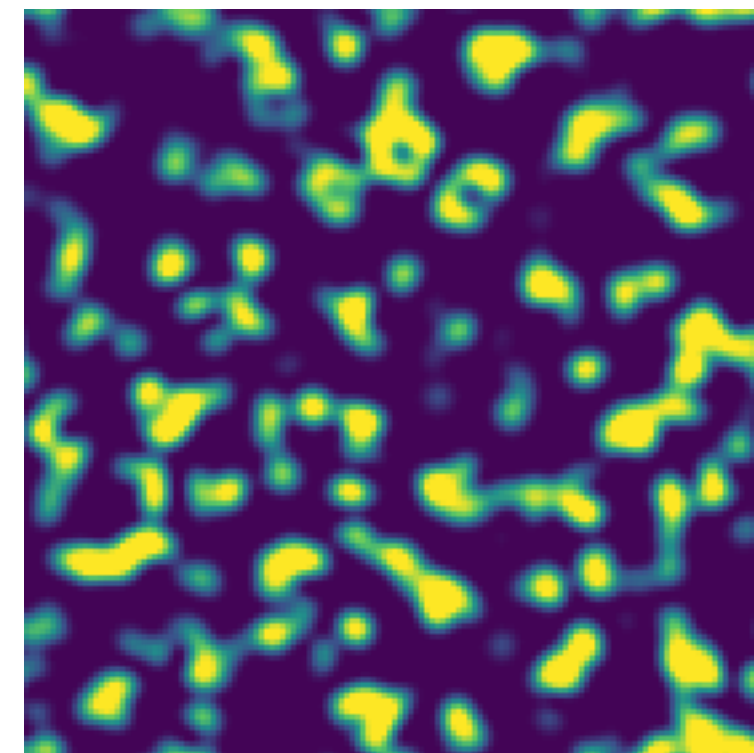
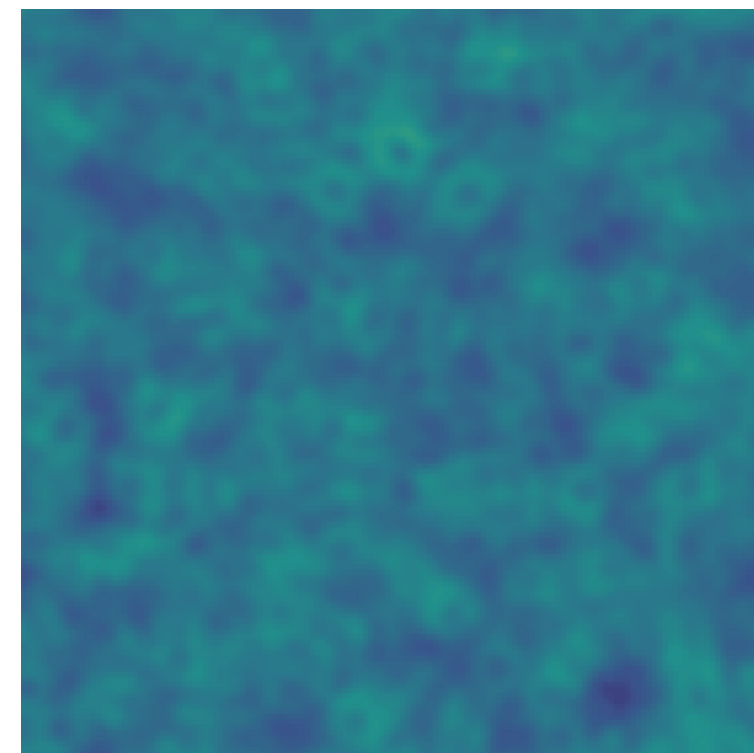
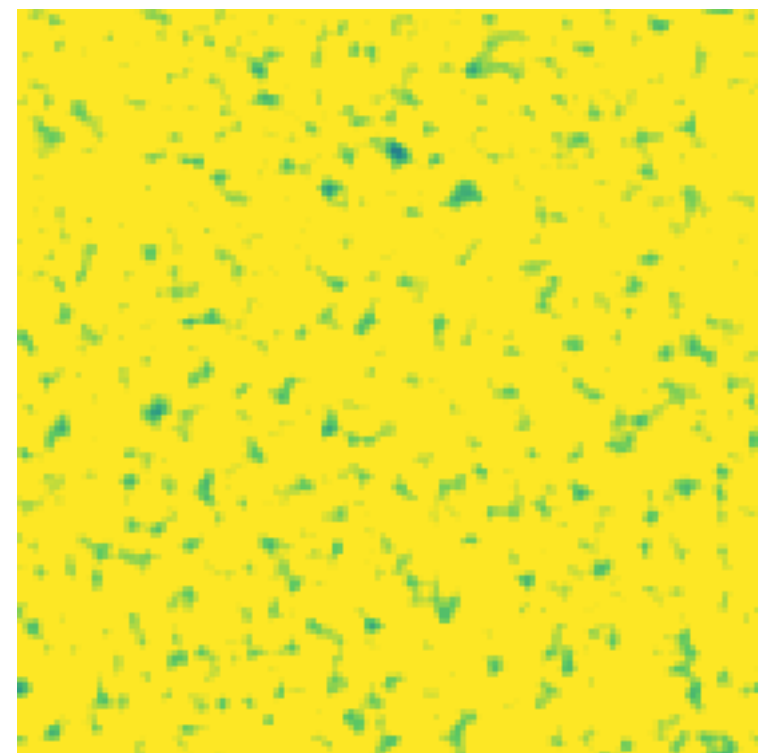
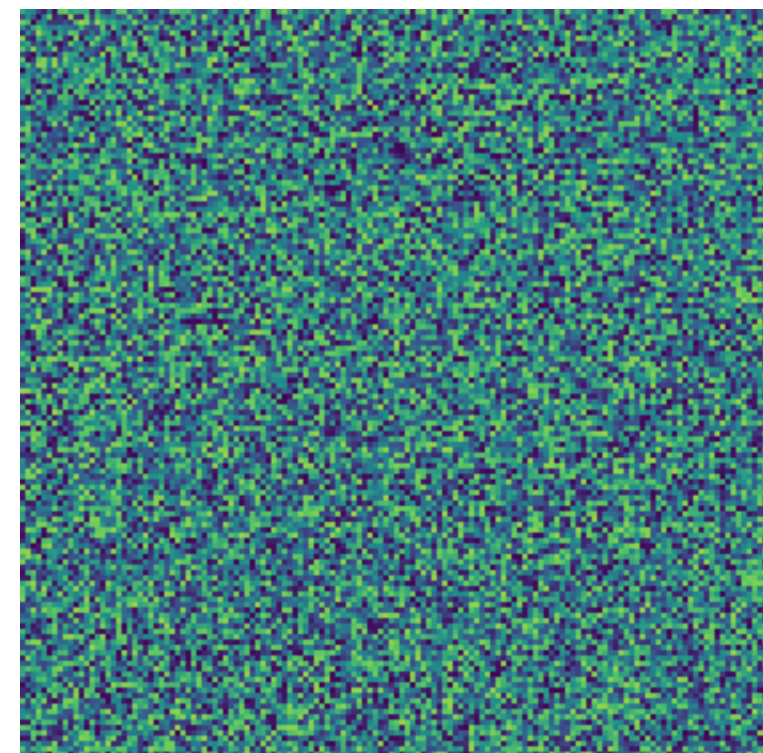
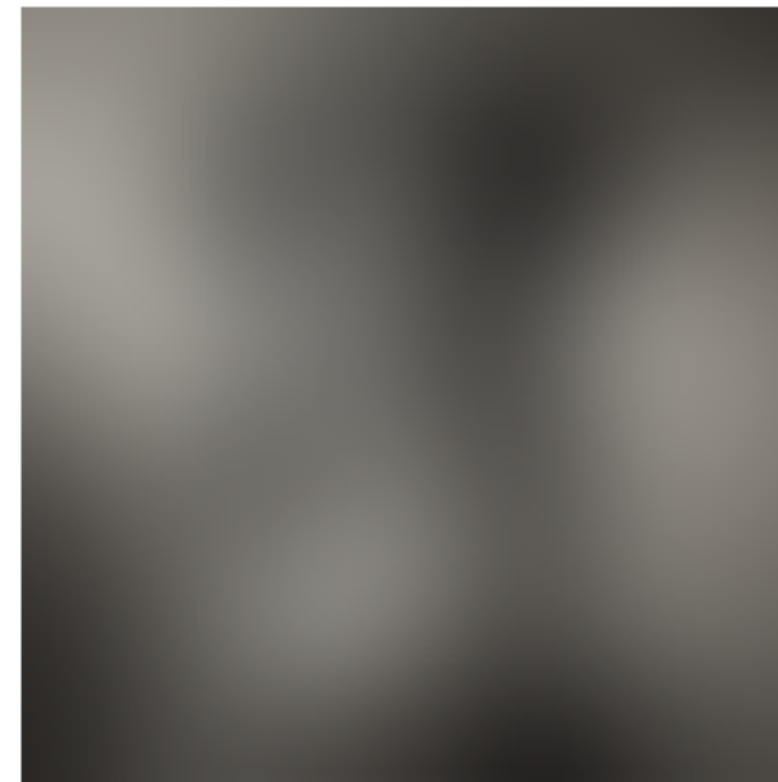
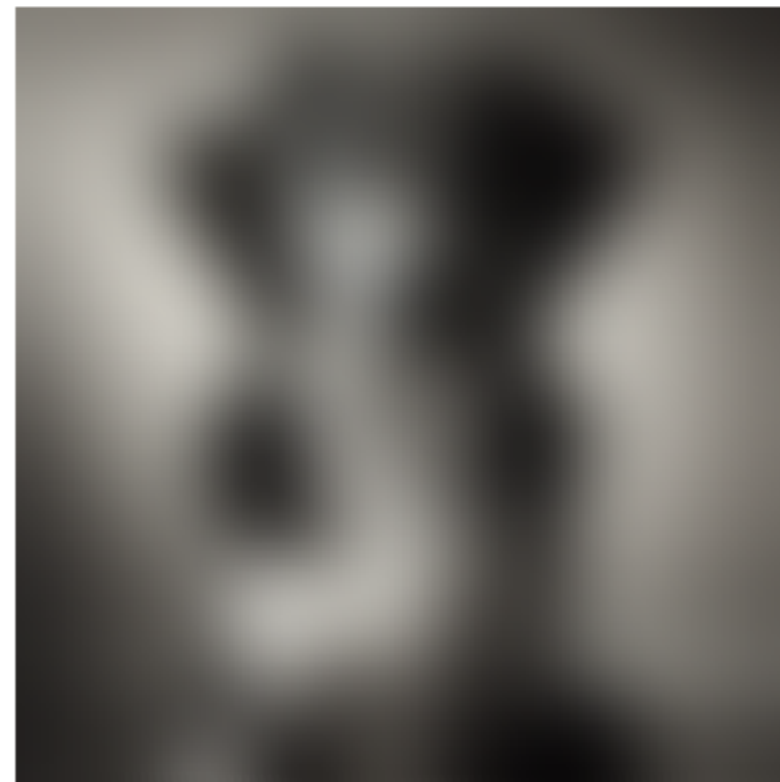
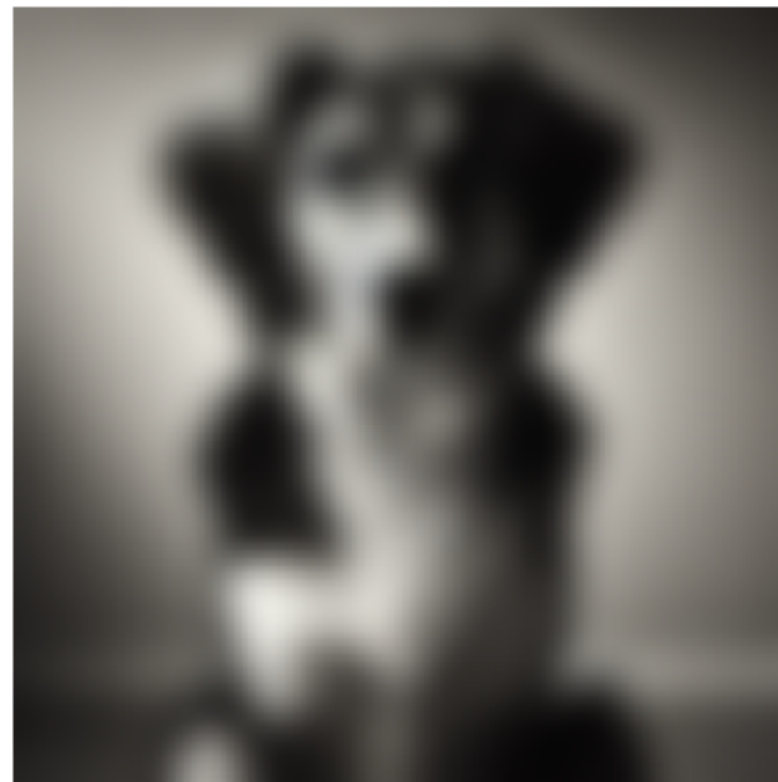
Wat hebben we dinsdag geleerd?



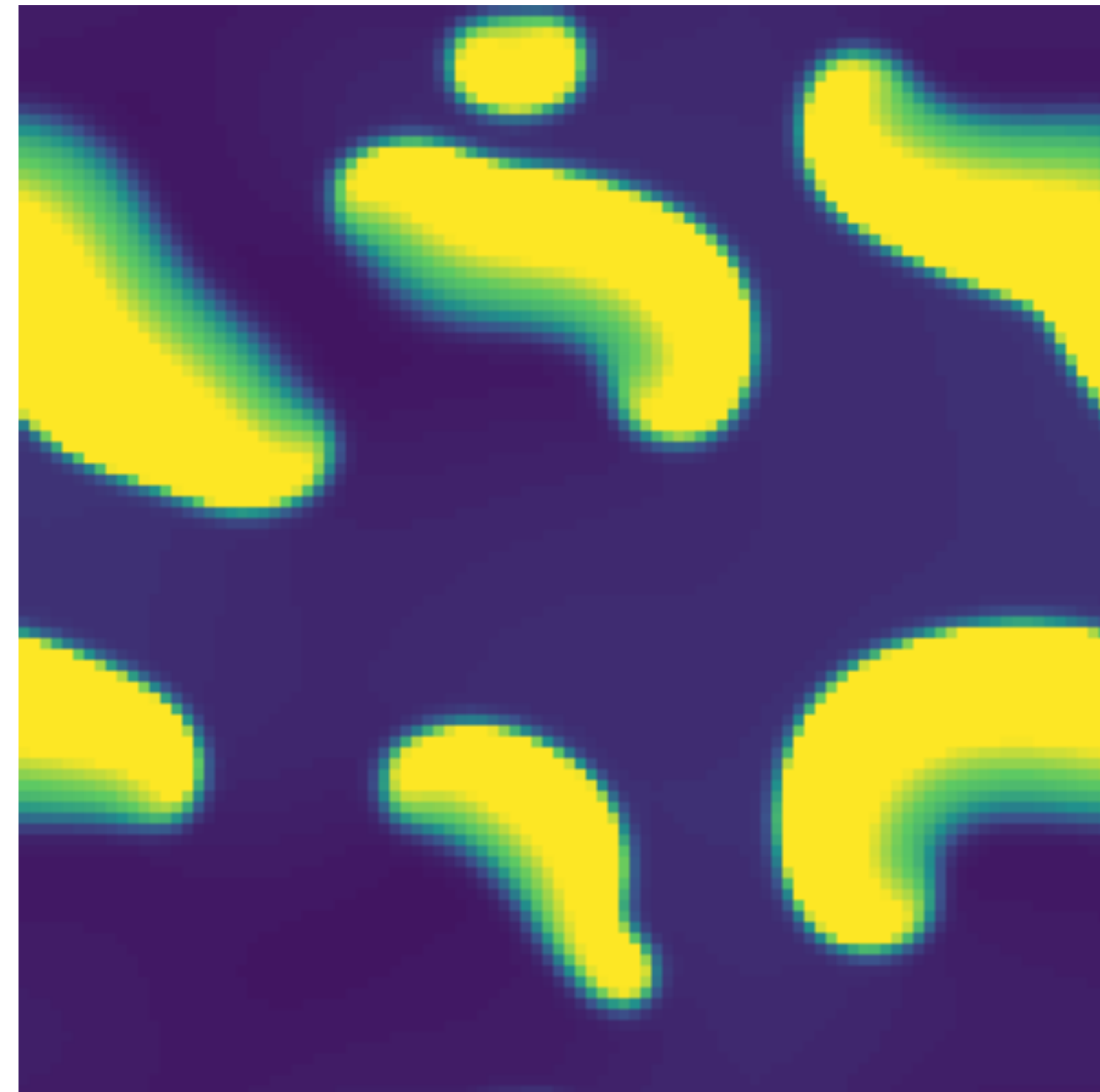
Wat hebben we dinsdag geleerd?



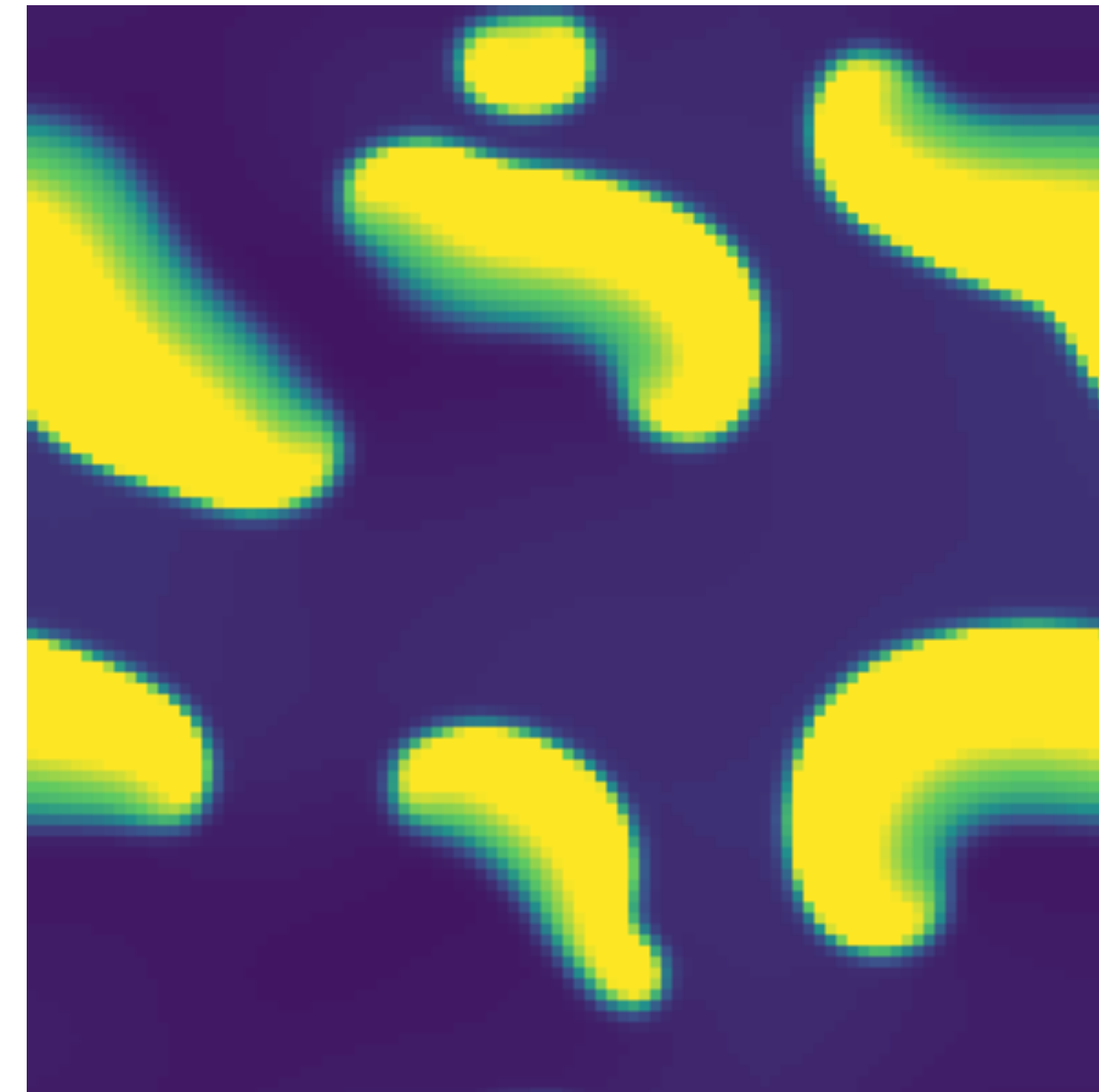
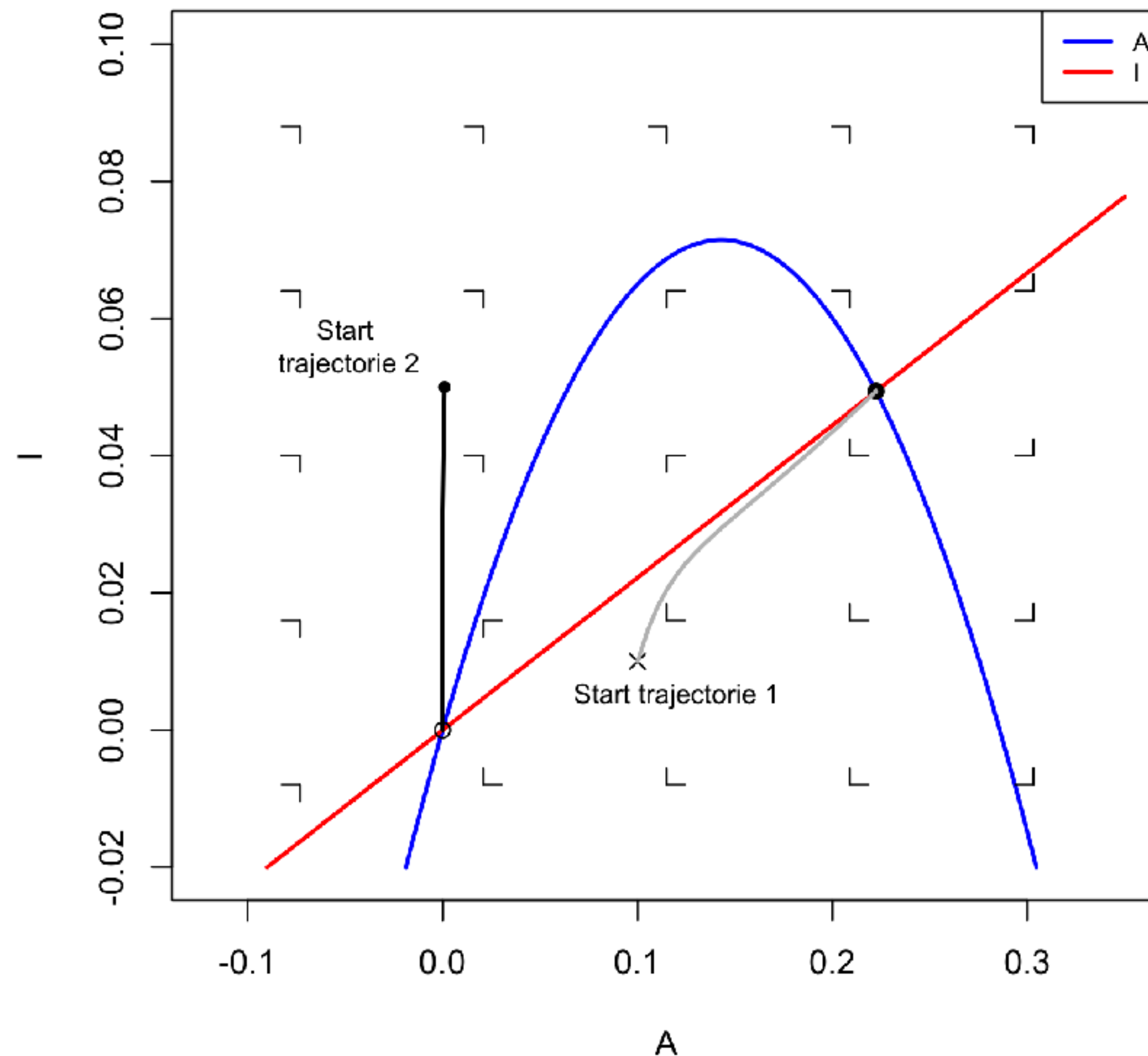
Wat hebben we dinsdag geleerd?



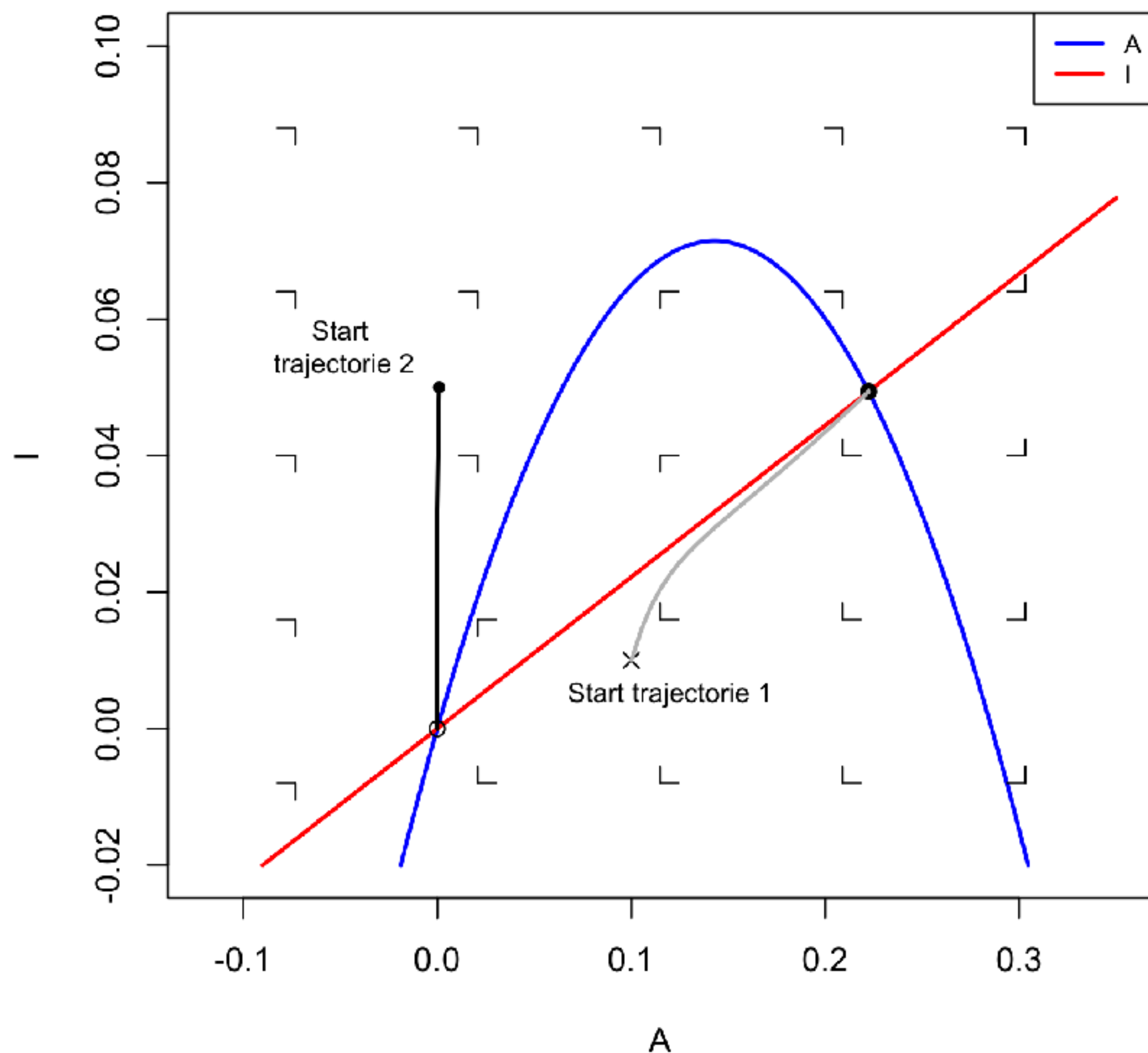
Wat hebben we dinsdag geleerd?



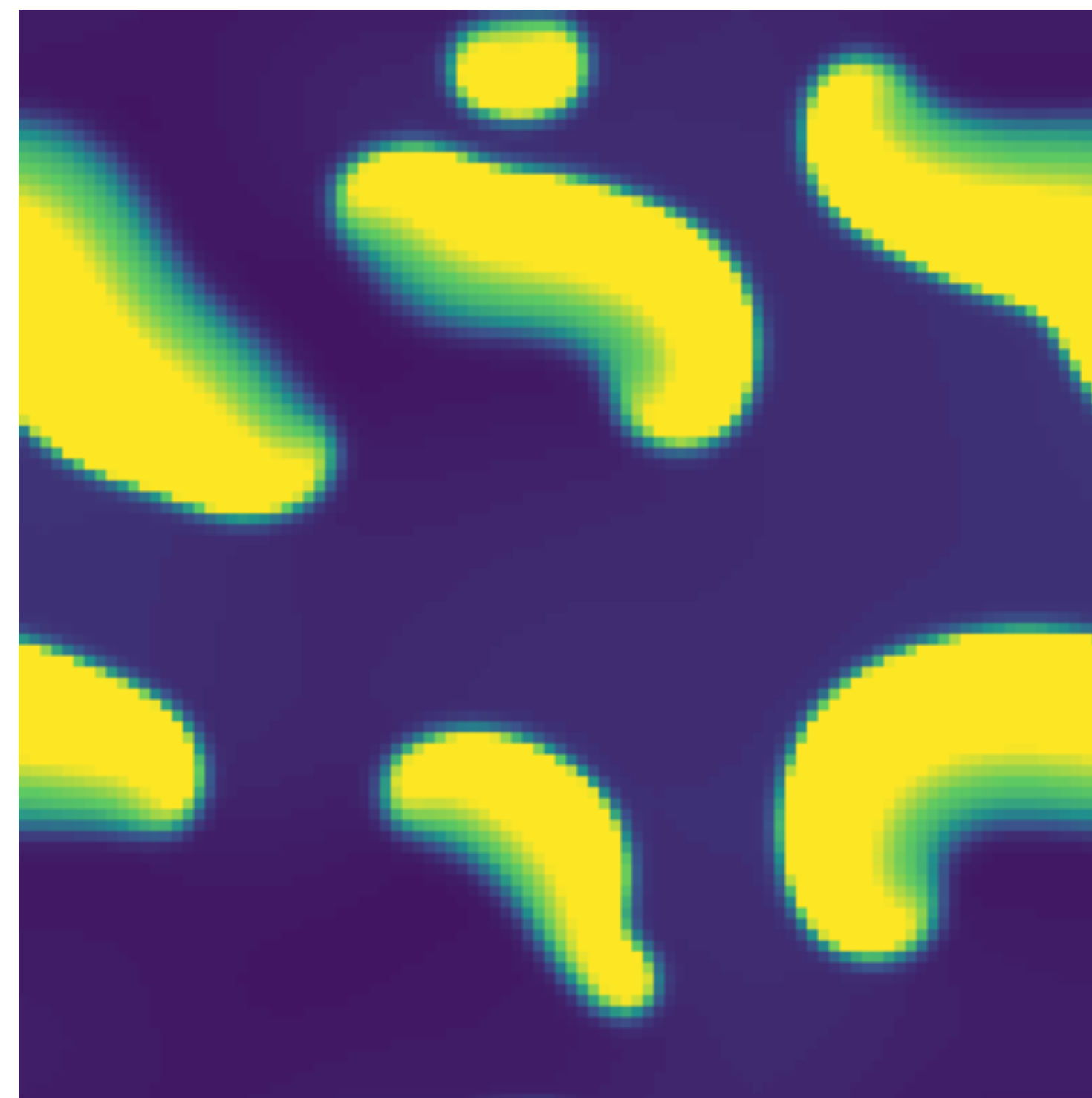
Wat hebben we dinsdag geleerd?



Wat hebben we dinsdag geleerd?



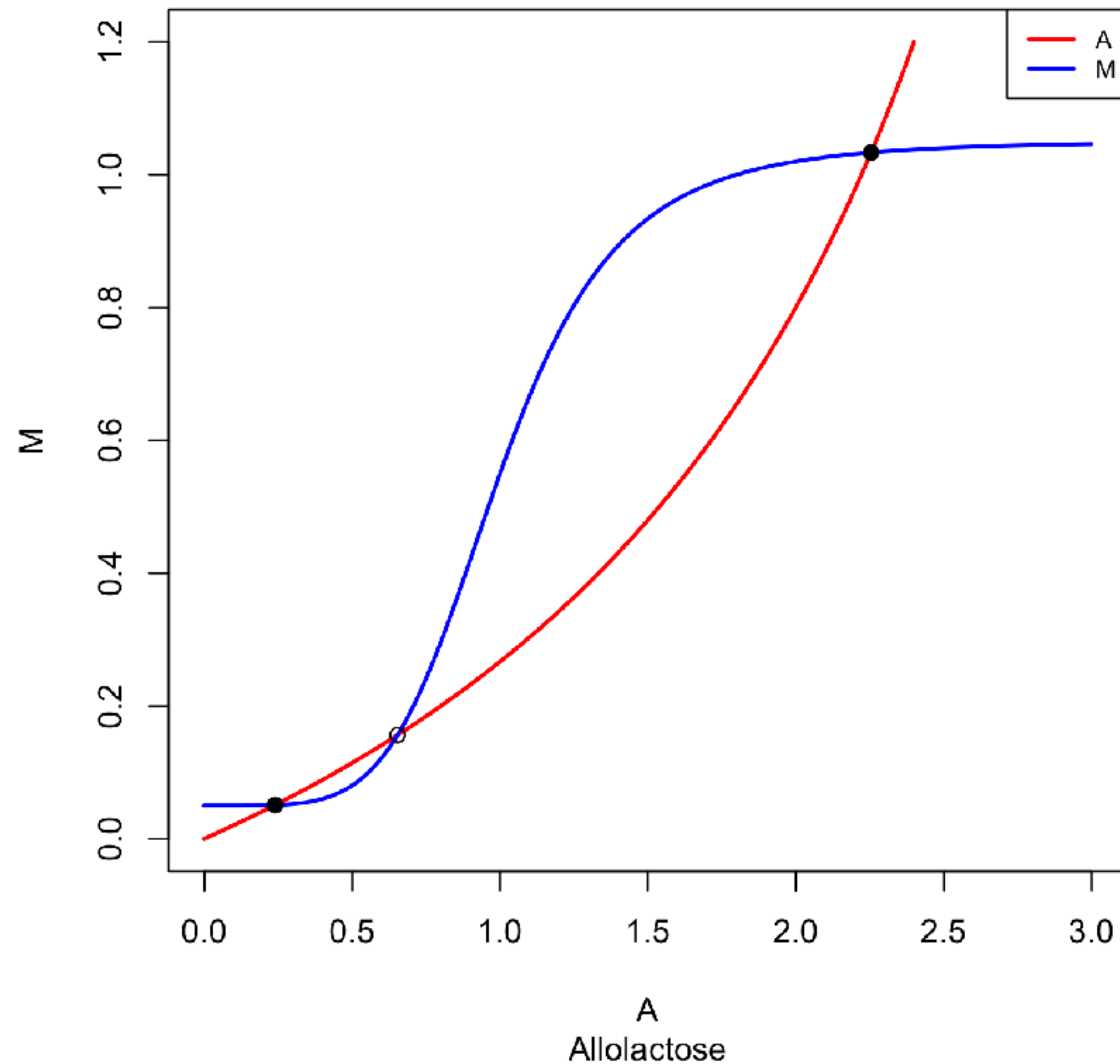
Cacatoo simulation



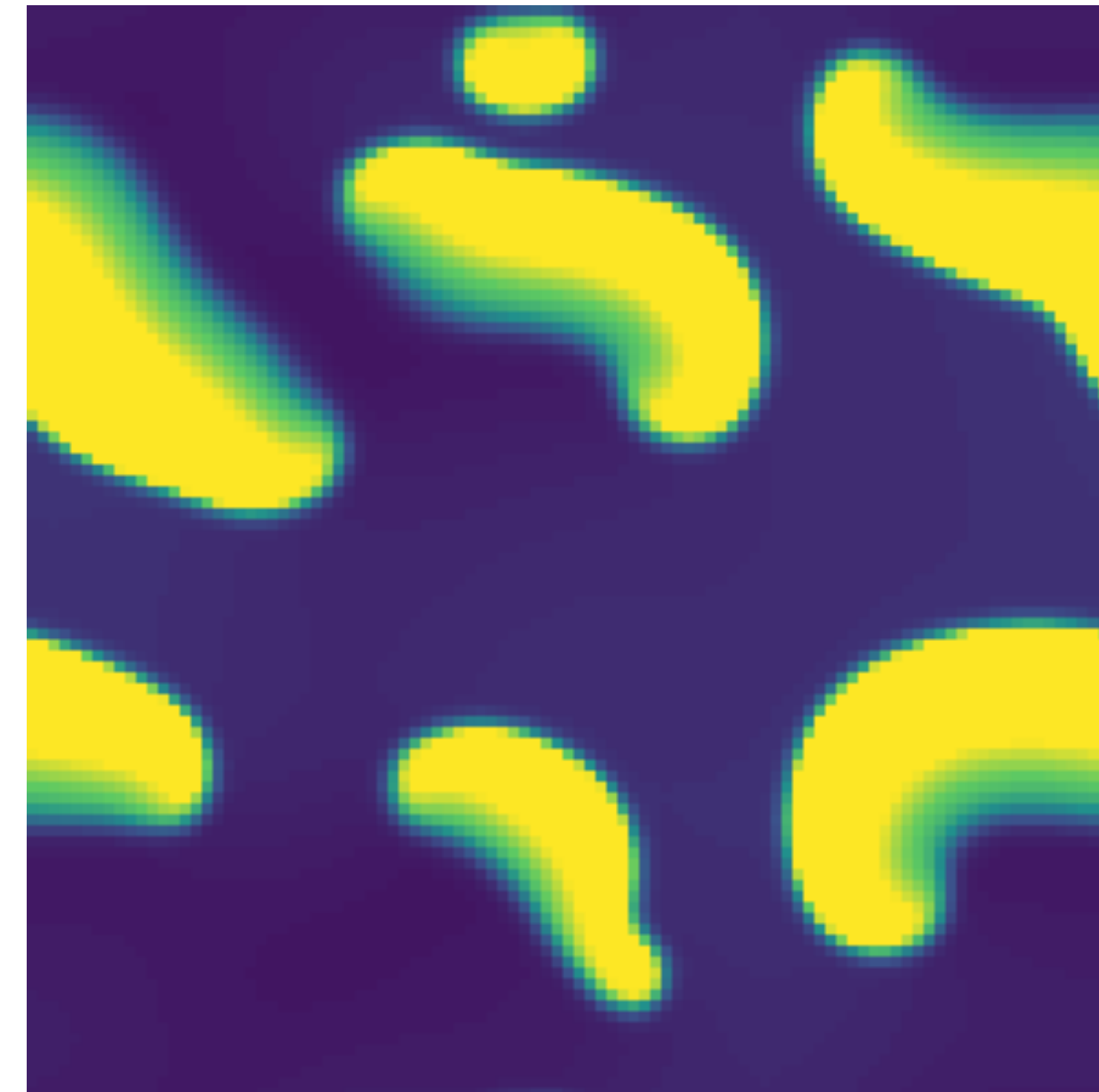
<https://jsfiddle.net/bramvandijk88/tg7q5m2c/808/>

Wat hebben we dinsdag geleerd?

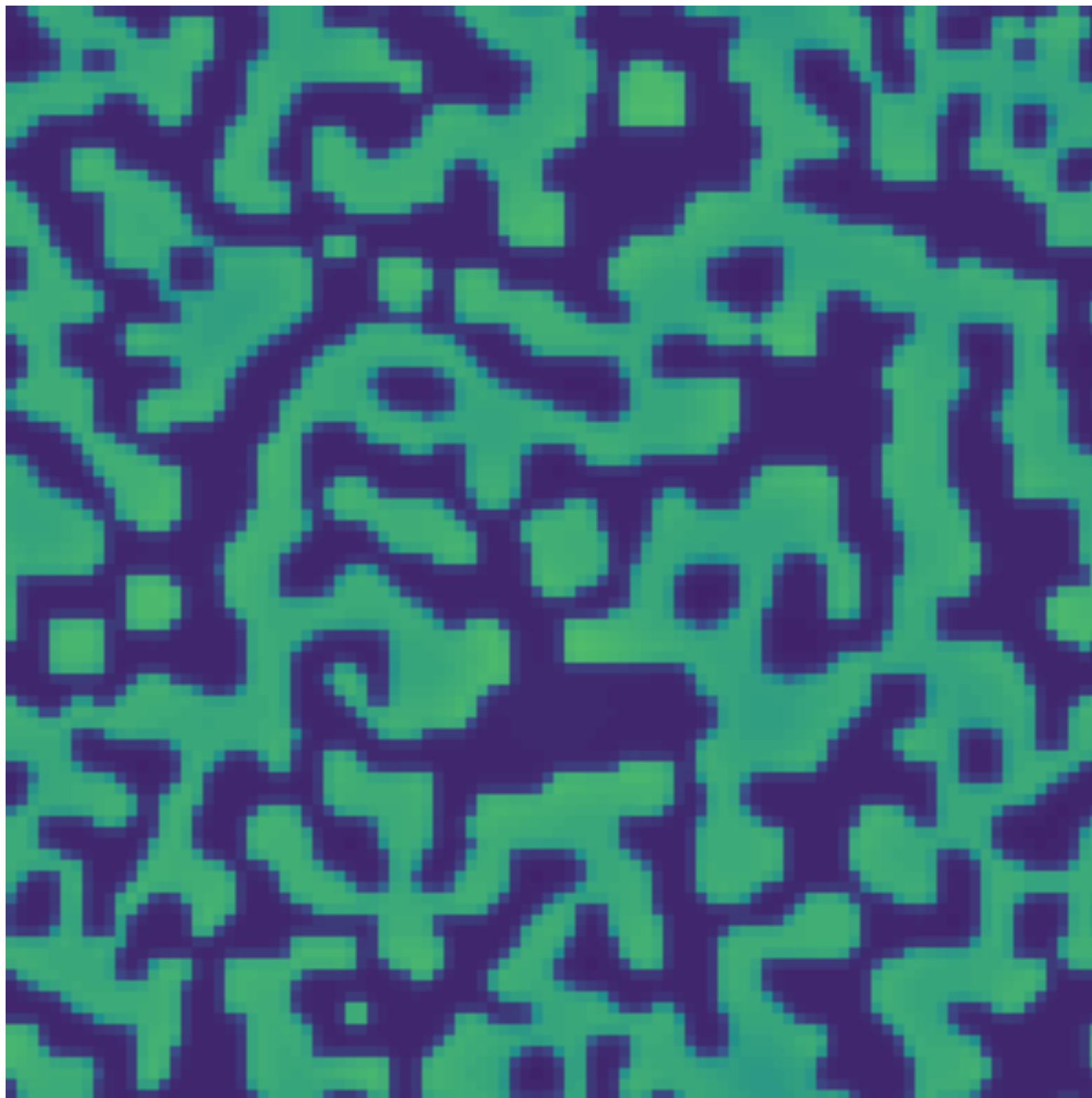
(a)



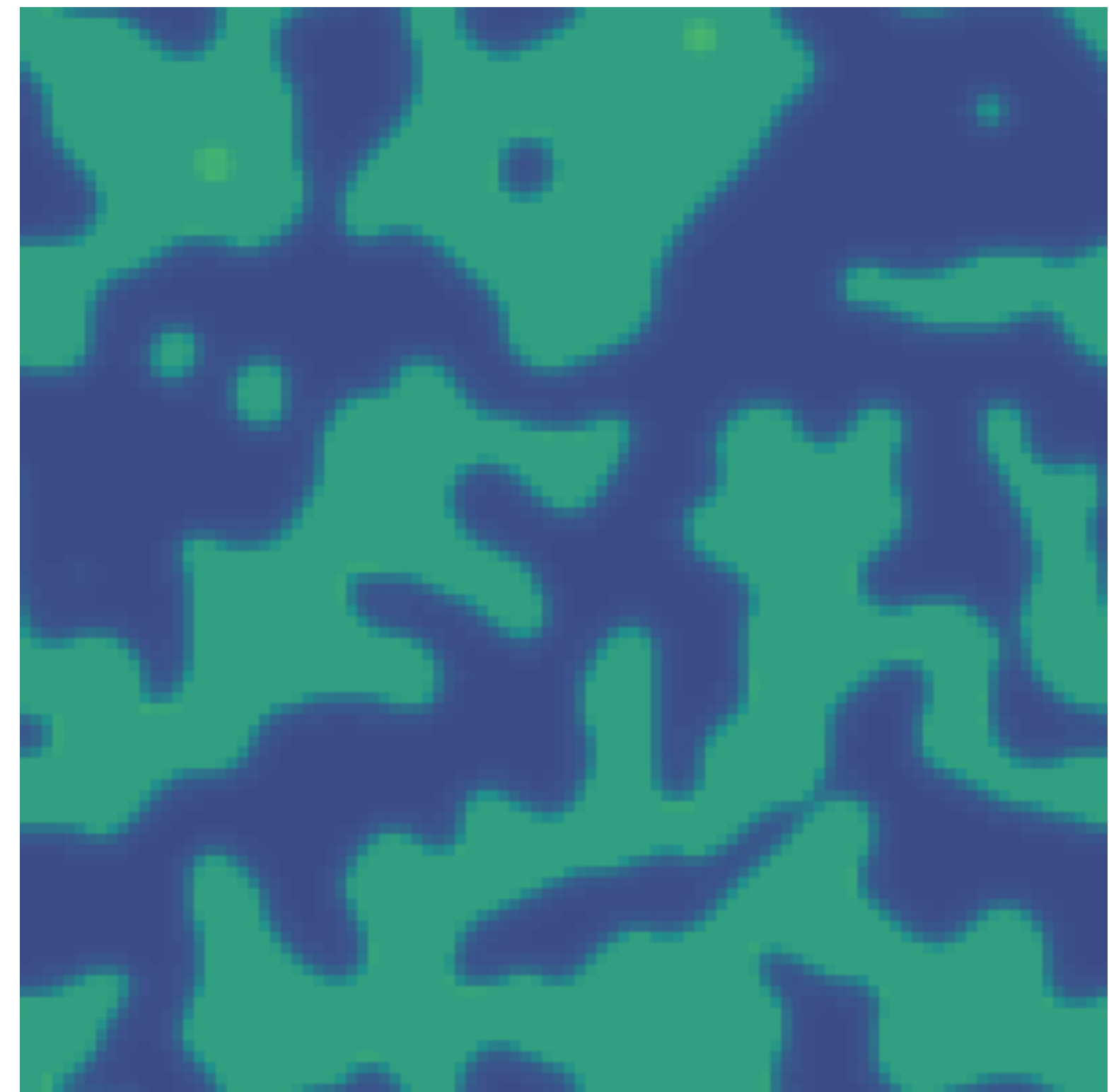
Cacatoo simulation



Blijf gewaarschuwd: niet alle vlekken zijn Turing patronen!



<https://jsfiddle.net/bramvandijk88/tg7q5m2c/808/>

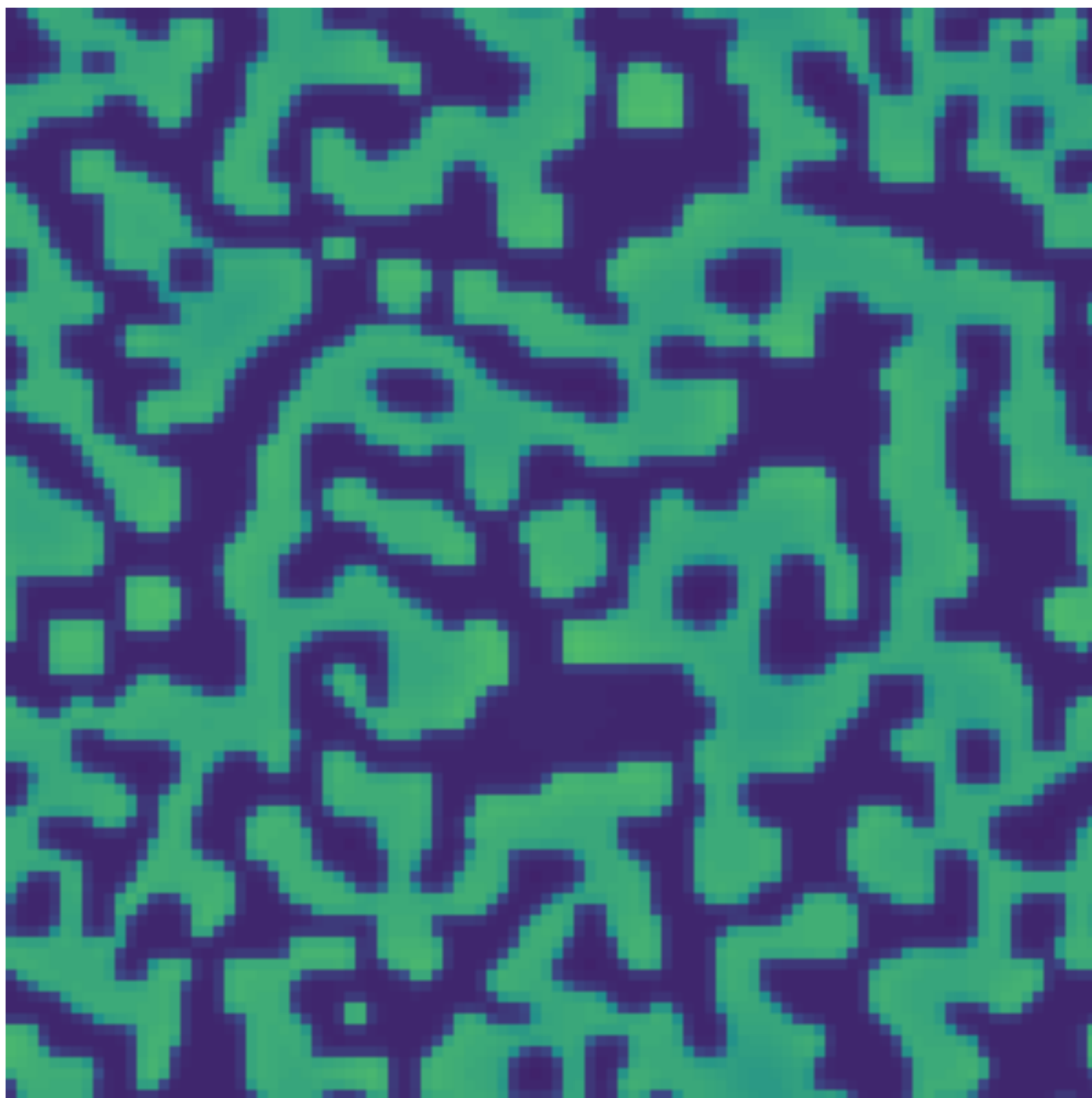


<https://jsfiddle.net/bramvandijk88/73hex5br/85/>

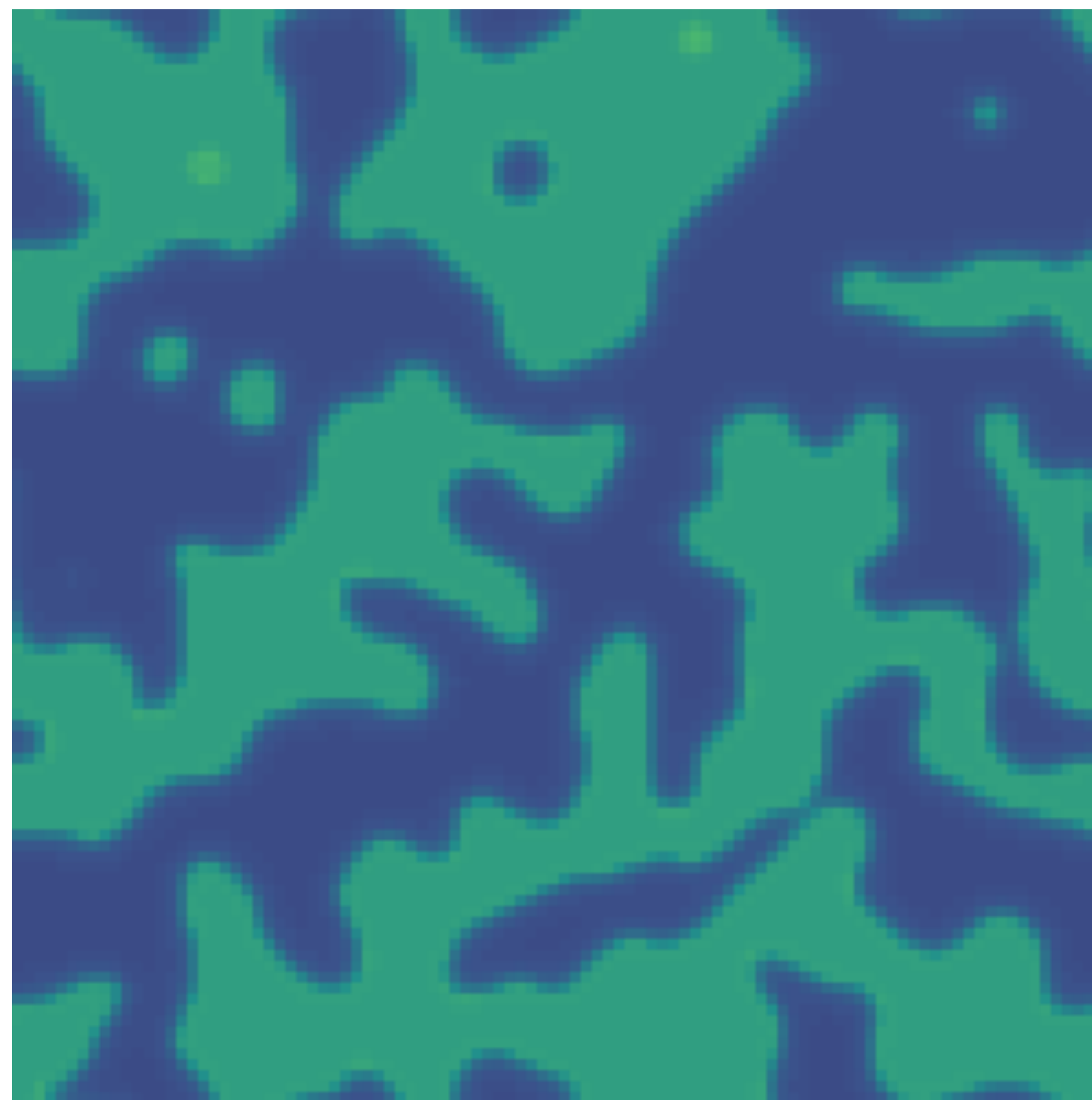
Blijf gewaarschuwd: niet alle vlekken zijn Turing patronen!



Cacatoo simulation



<https://jsfiddle.net/bramvandijk88/tg7q5m2c/808/>

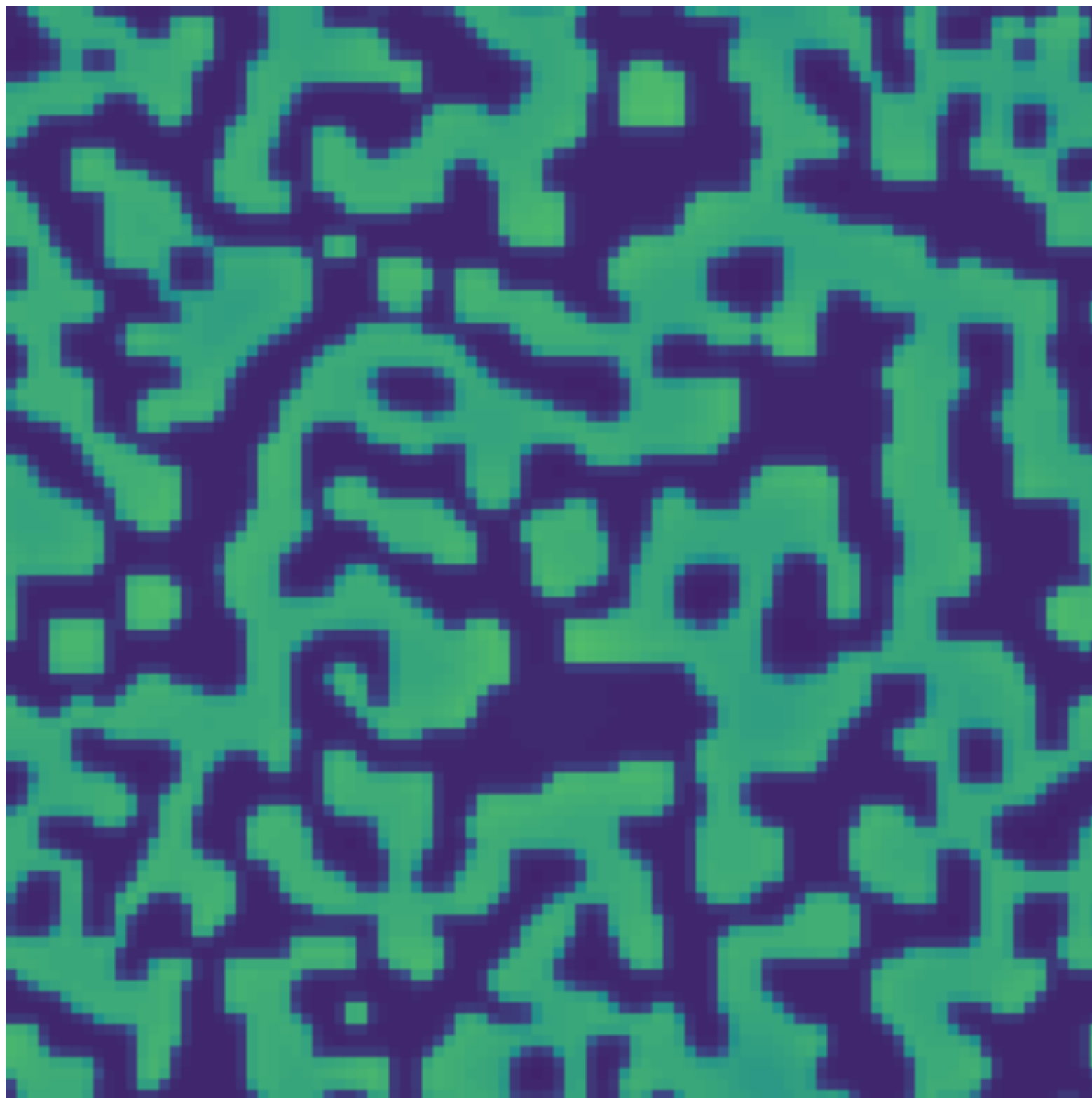


<https://jsfiddle.net/bramvandijk88/73hex5br/85/>

Blijf gewaarschuwd: niet alle vlekken zijn Turing patronen!



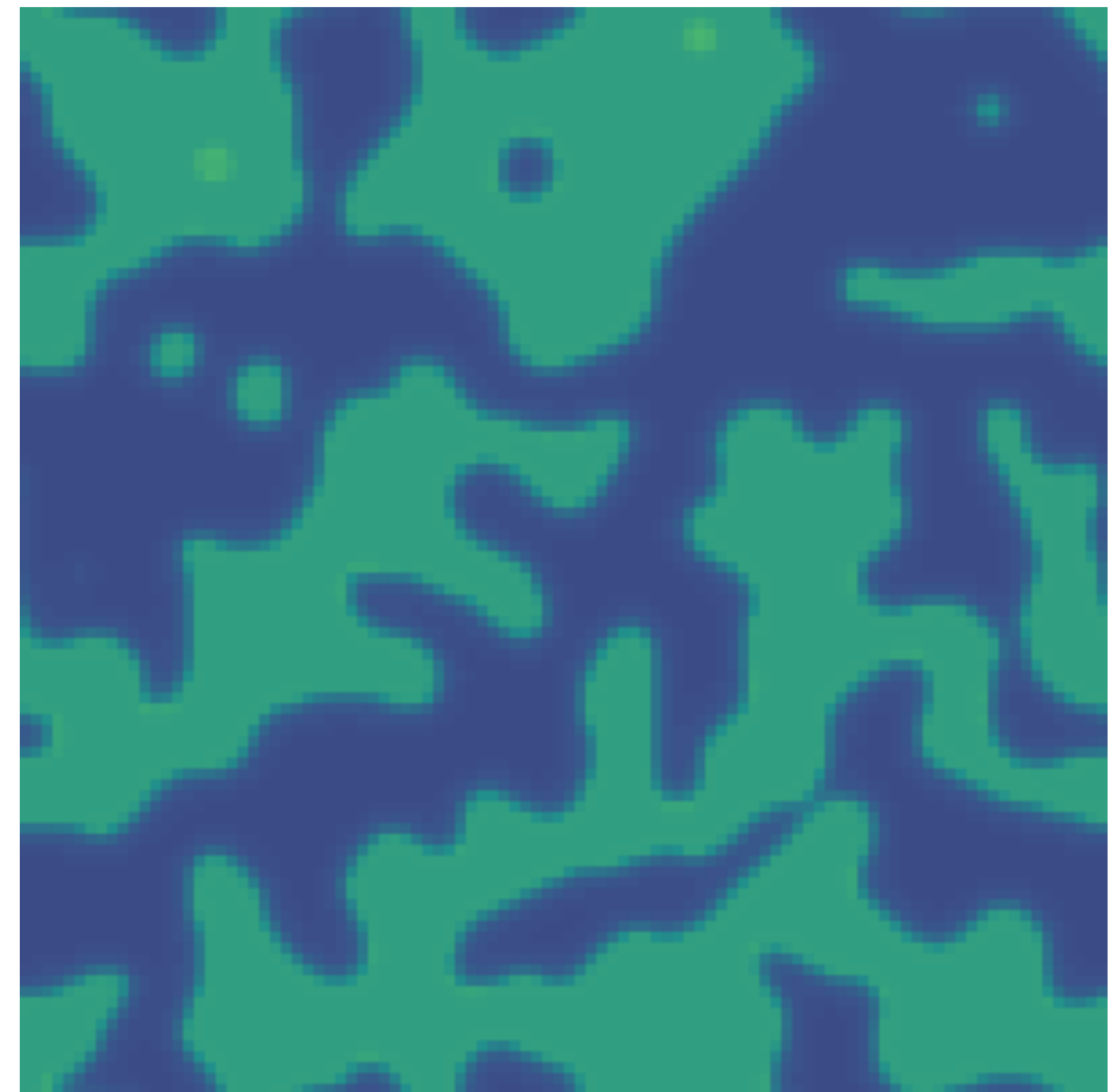
Cacatoo simulation



<https://jsfiddle.net/bramvandijk88/tg7q5m2c/808/>



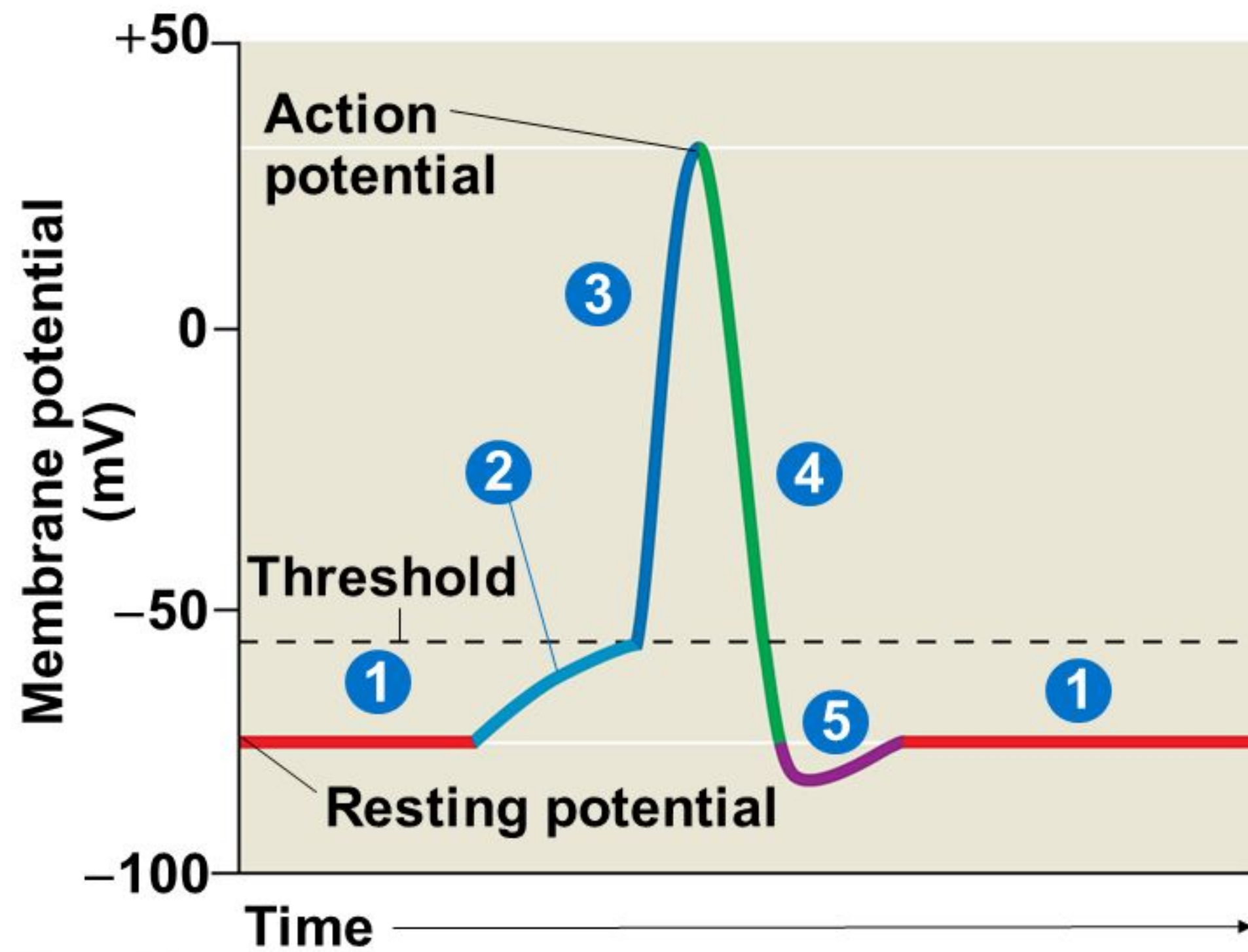
Cacatoo simulation



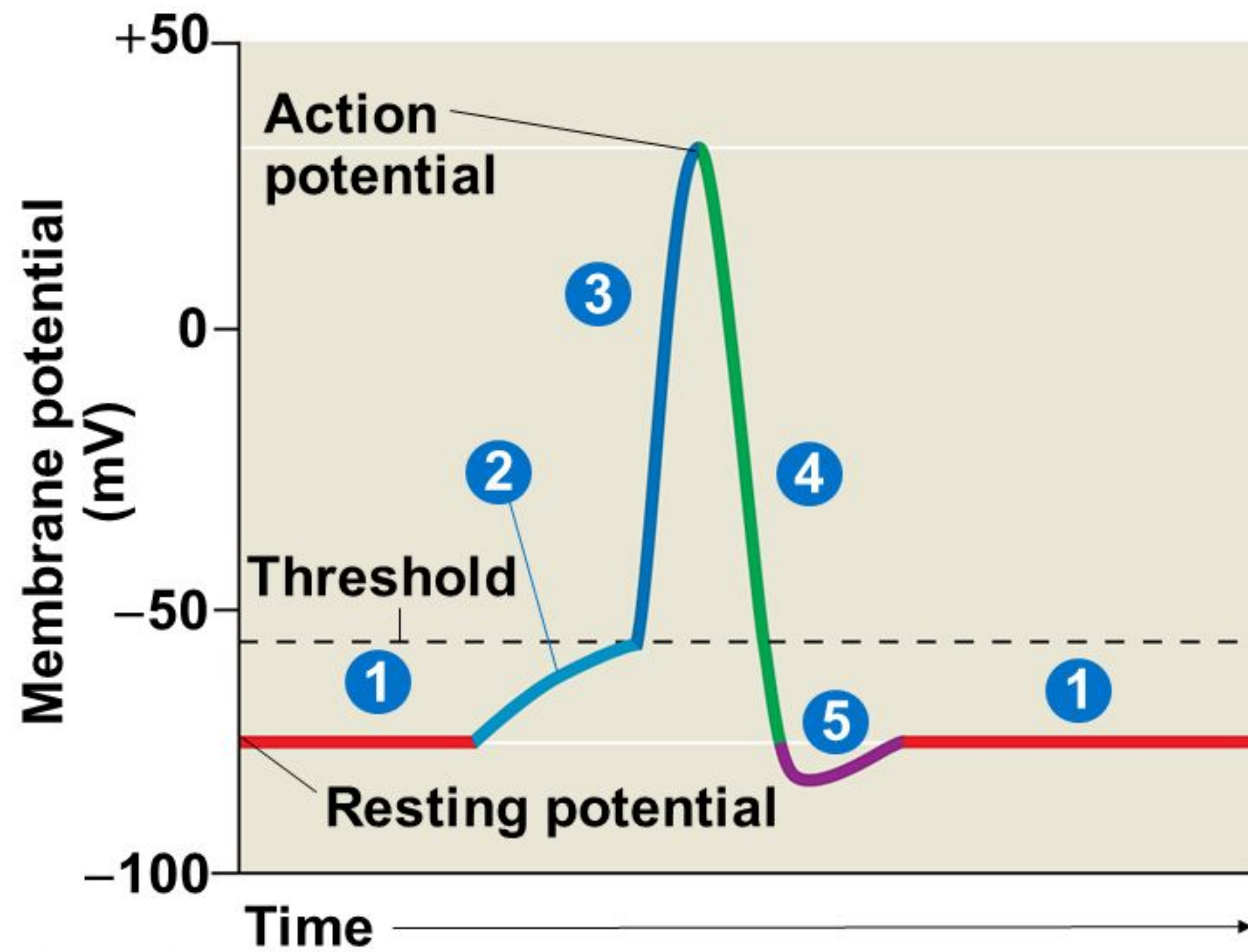
<https://jsfiddle.net/bramvandijk88/73hex5br/85/>

Actiepotentialen: hoe zat dat ook alweer?

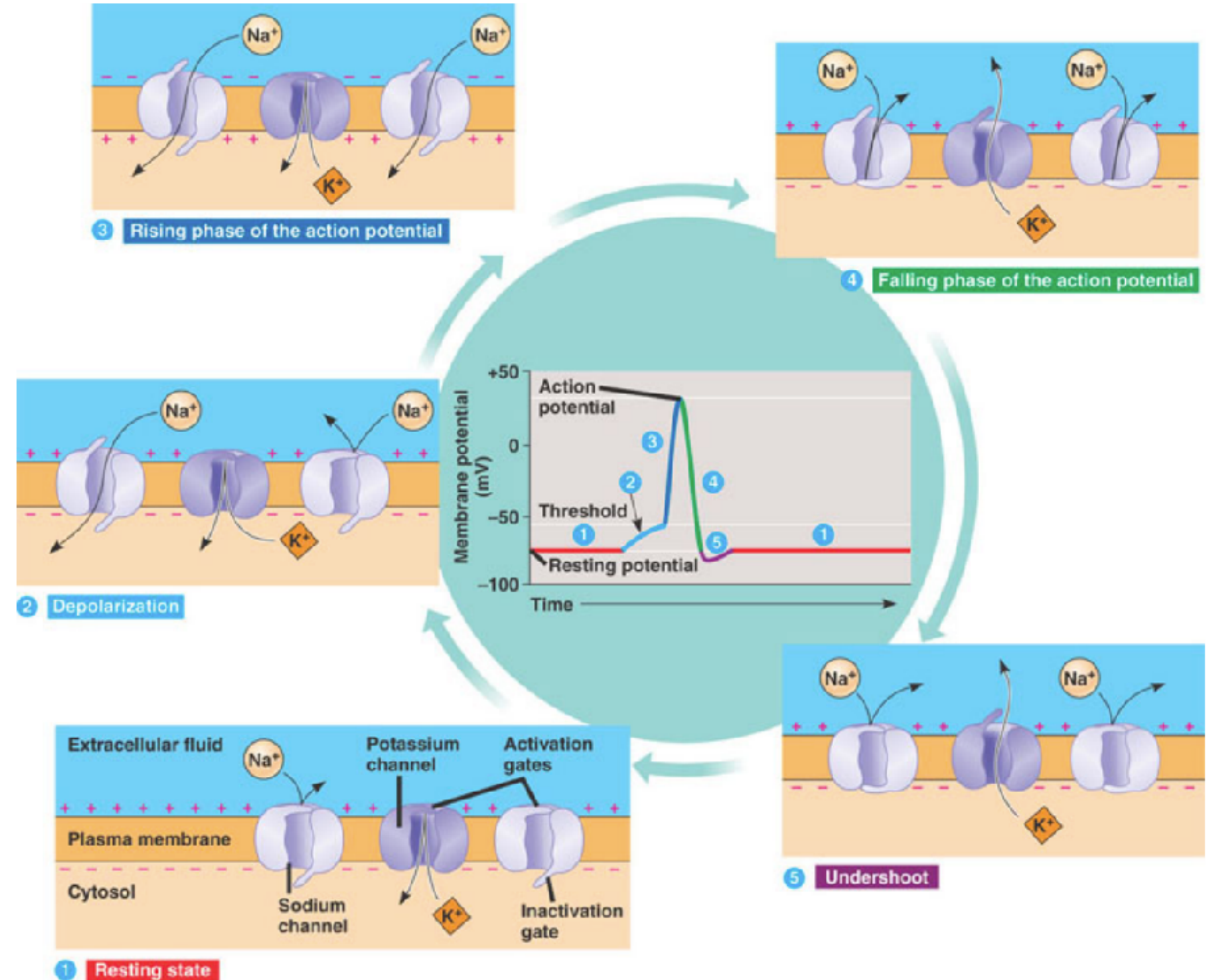
Actiepotentialen: hoe zat dat ook alweer?



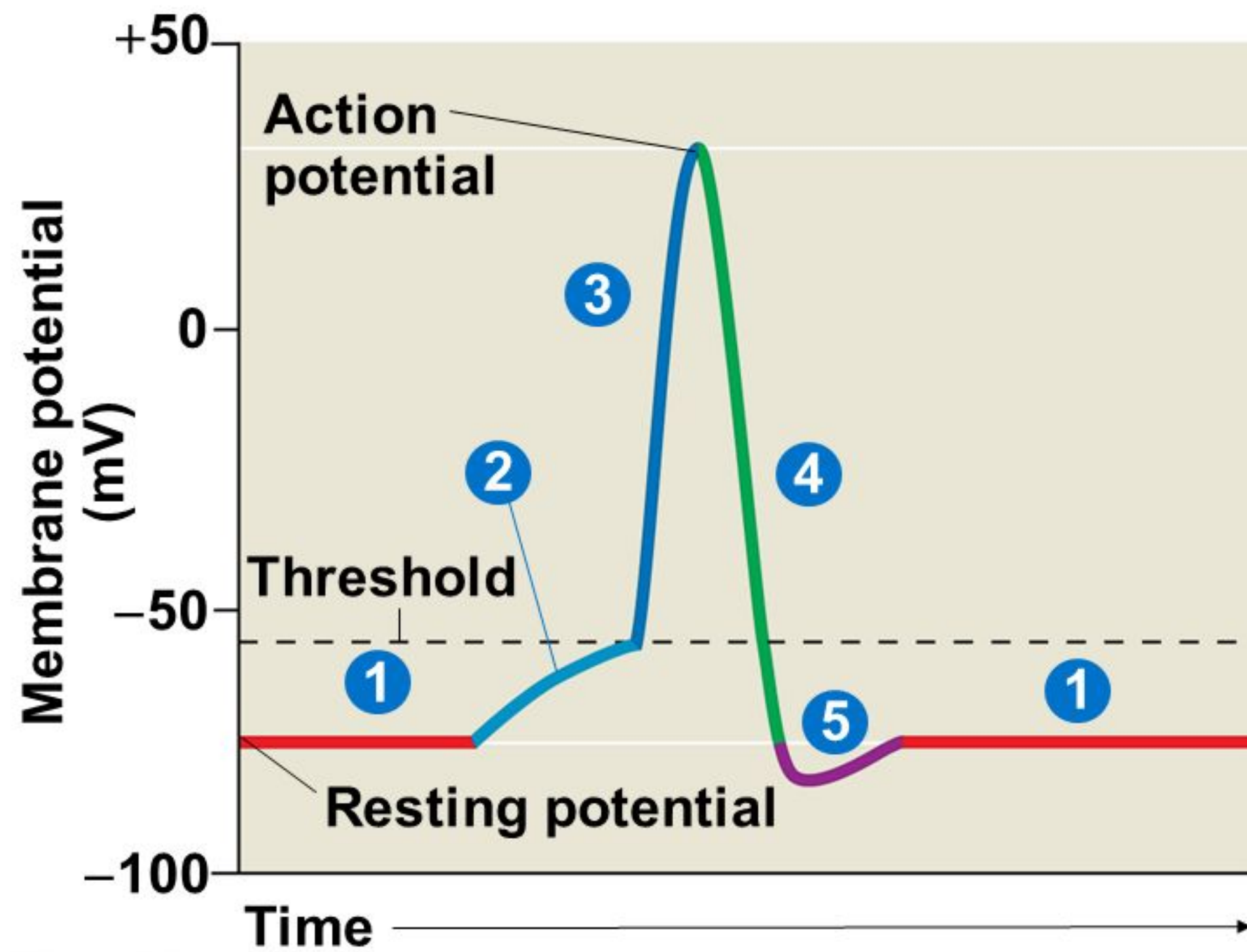
Actiepotentialen: hoe zat dat ook alweer?



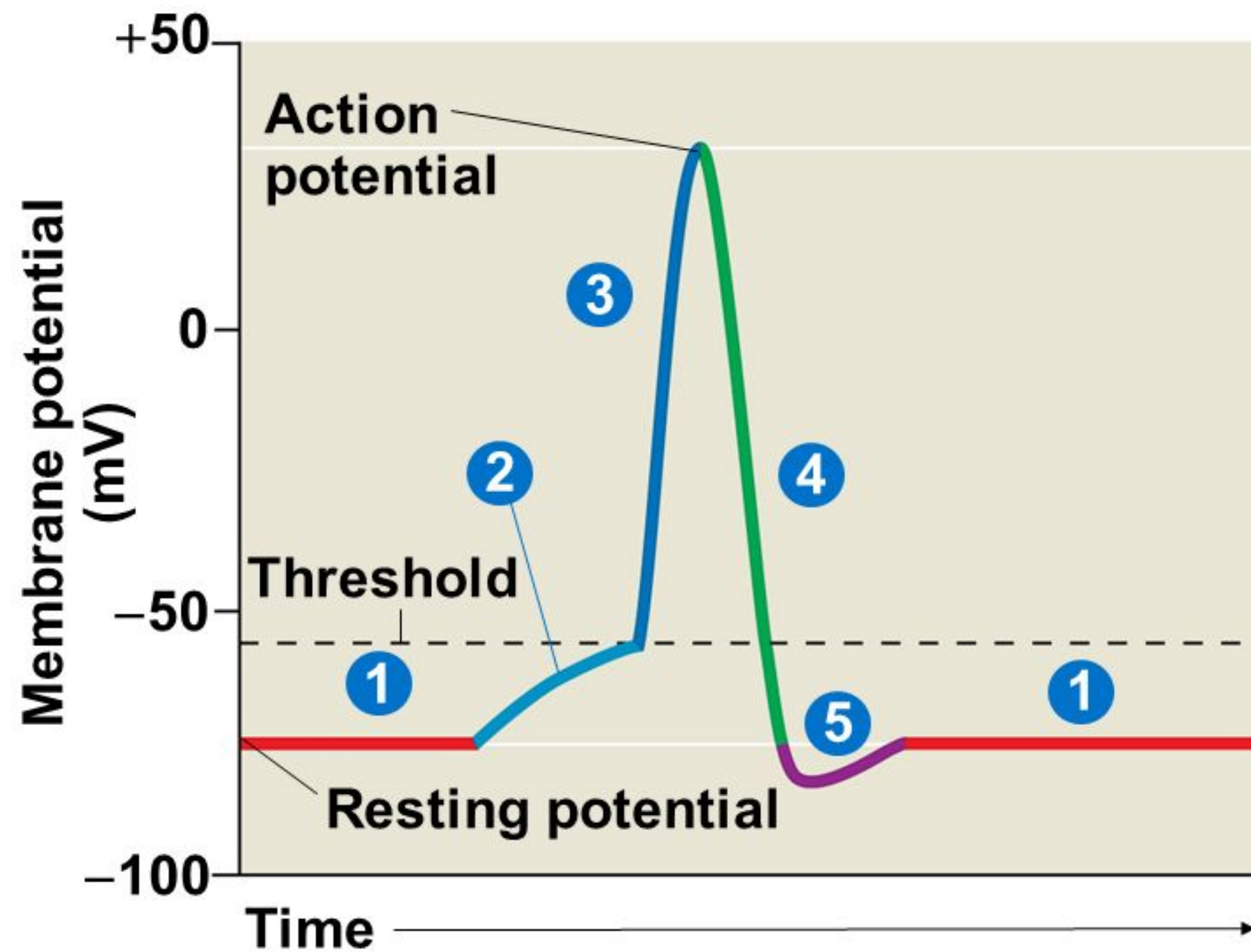
© 2011 Pearson Education, Inc.



Actiepotentialen: hoe zat dat ook alweer?



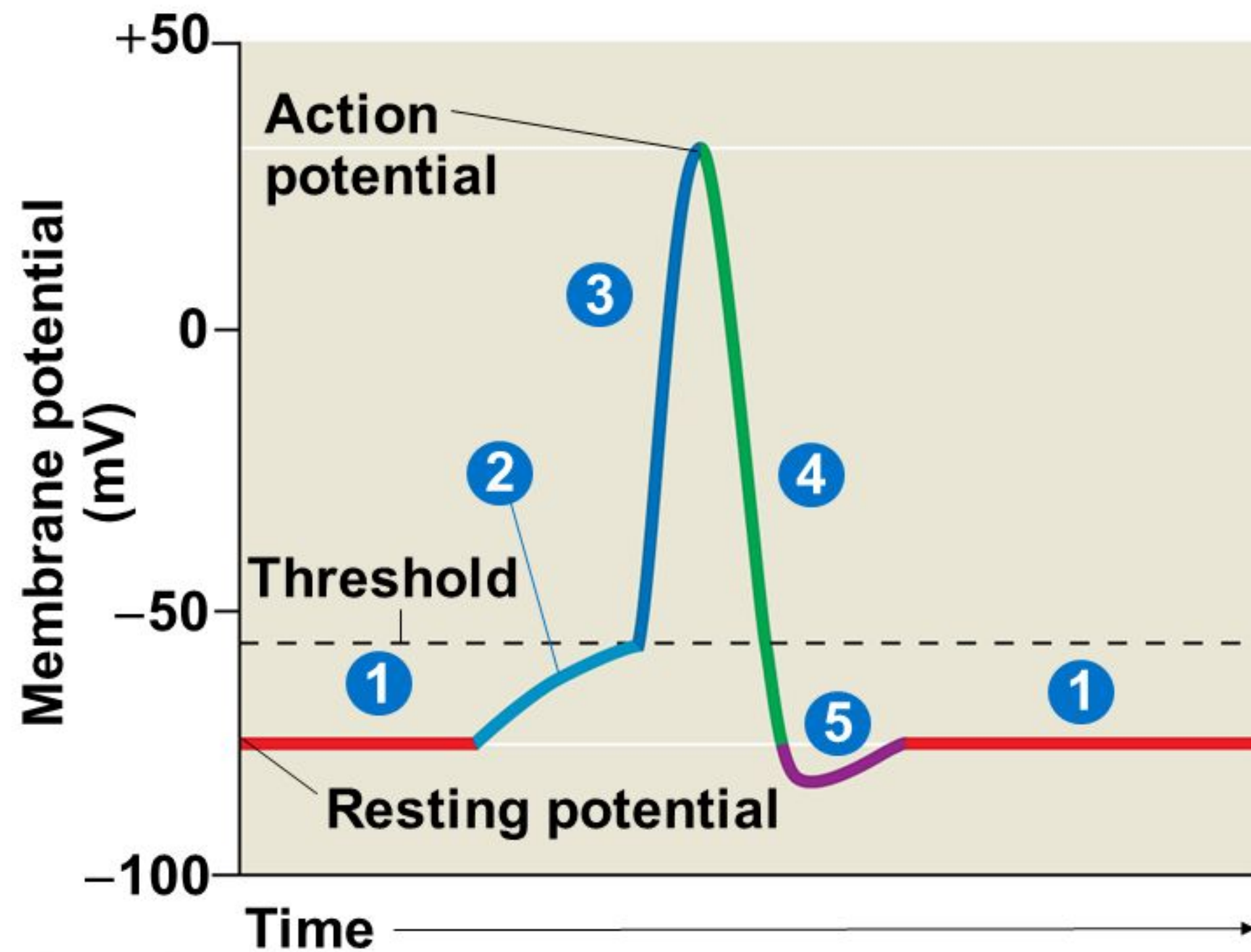
Actiepotentialen: hoe zat dat ook alweer?



© 2011 Pearson Education, Inc.

Een aantal belangrijke eigenschappen

Actiepotentialen: hoe zat dat ook alweer?

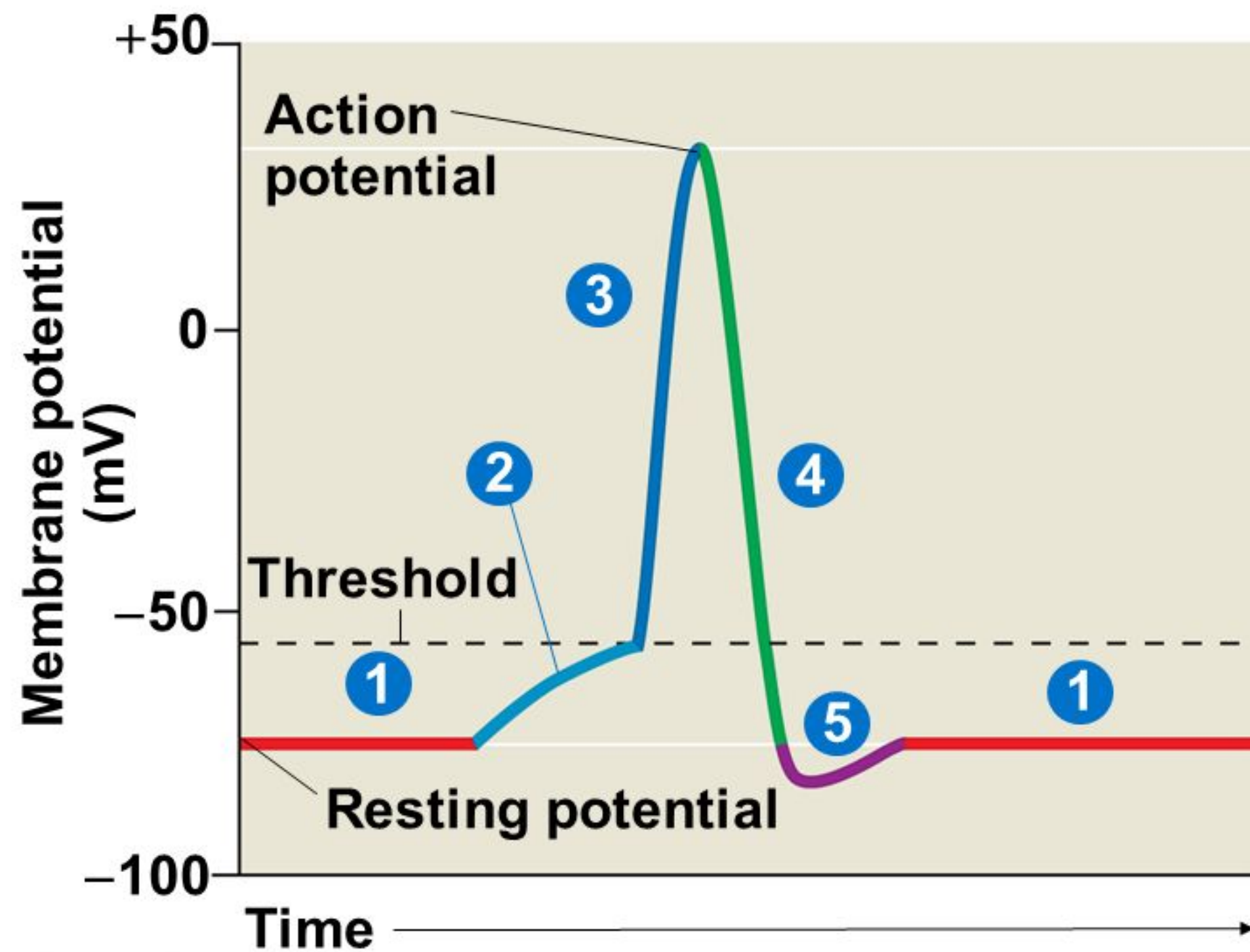


© 2011 Pearson Education, Inc.

Een aantal belangrijke eigenschappen

- Er is een **stabiel rustpotentiala**.

Actiepotentialen: hoe zat dat ook alweer?

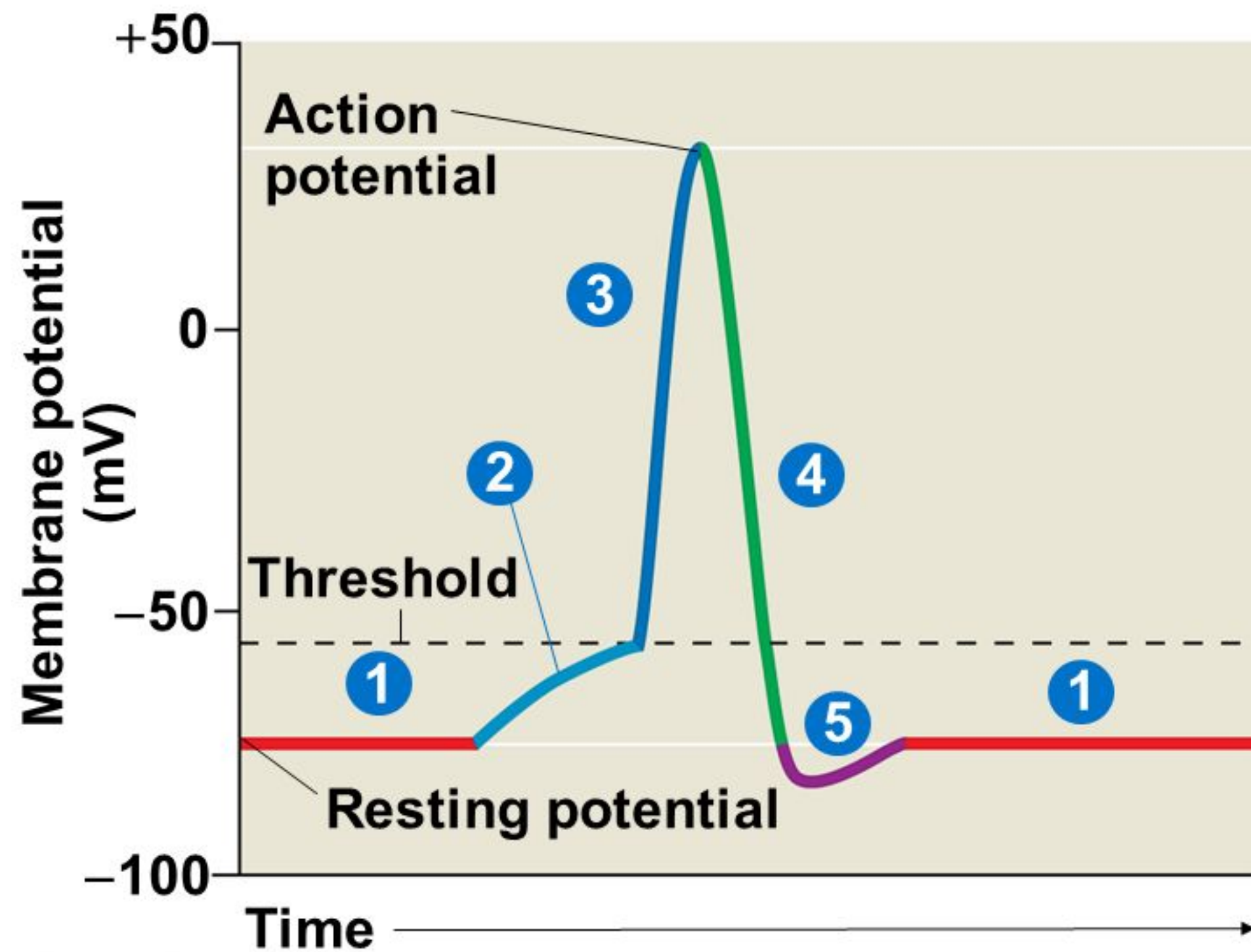


© 2011 Pearson Education, Inc.

Een aantal belangrijke eigenschappen

- Er is een **stabiel rustpotentiala**.
- Een **kleine** prikkel, geeft geen actiepotentiala, maar herstel naar het rustpotentiala.

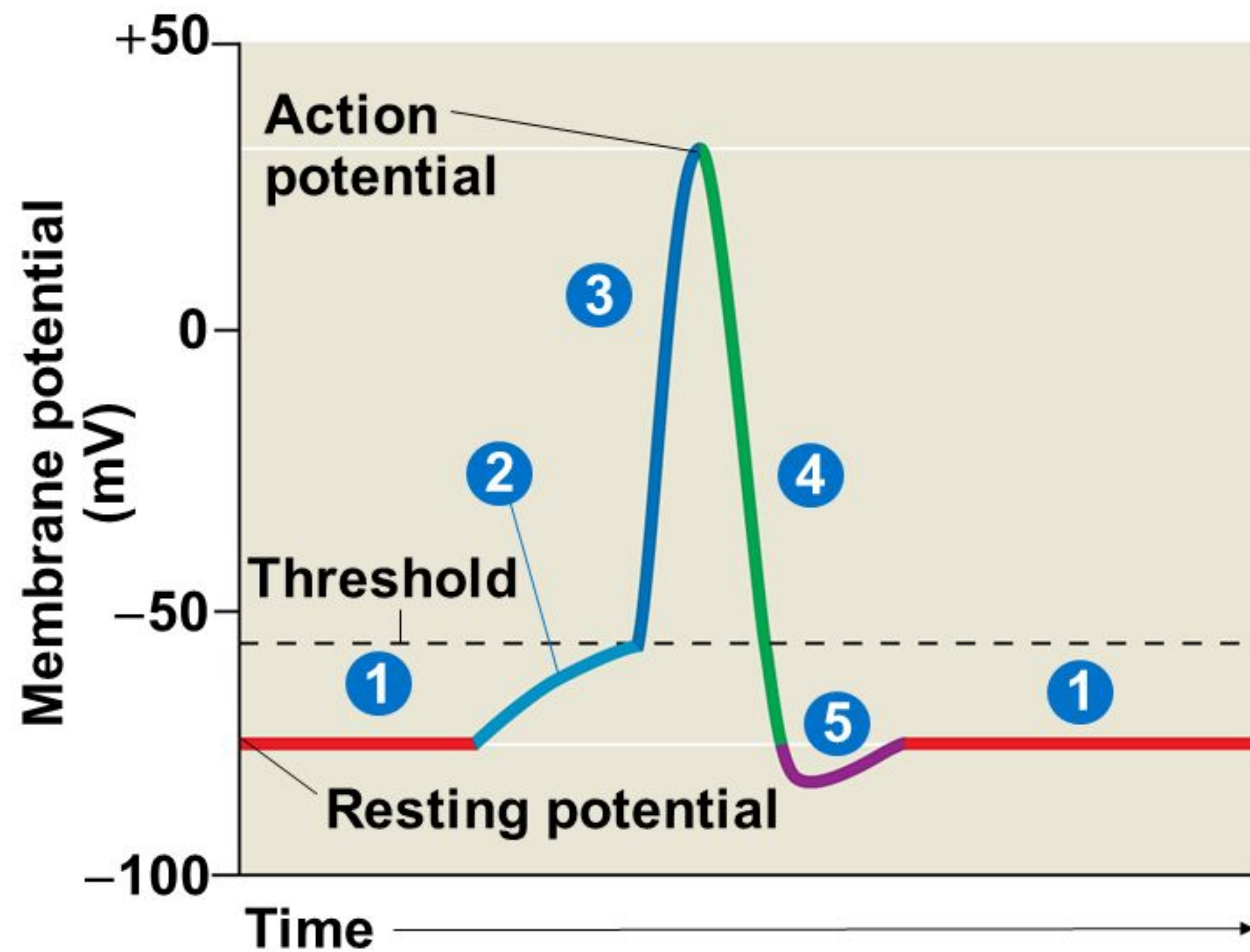
Actiepotentialen: hoe zat dat ook alweer?



Een aantal belangrijke eigenschappen

- Er is een **stabiel rustpotential**.
- Een **kleine** prikkel, geeft geen actiepotential, maar herstel naar het rustpotential.
- Een **grote** prikkel geeft een korte sterke piek in voltage.

Actiepotentialen: hoe zat dat ook alweer?



Een aantal belangrijke eigenschappen

- Er is een **stabiel rustpotentiaal**.
- Een **kleine** prikkel, geeft geen actiepotentiaal, maar herstel naar het rustpotentiaal.
- Een **grote** prikkel geeft een korte sterke piek in voltage.
- Daarna herstelt het zich, waarbij er kort sprake van **hyperpolarisatie**.

Hodgkin-Huxley

- Het potentiaal (V)
- De hoeveelheid geopende natriumkanalen (m)
- De hoeveelheid geopende kaliumkanalen (n)
- De hoeveelheid gesloten natriumkanalen (h)

Tip 18.1: Vergelijkingen van het Hodgkin-Huxley model

$$\begin{aligned} \frac{dV}{dt} &= \frac{1}{C} (I_{Na} + I_K + I_R) \\ \frac{dm}{dt} &= 0.1(1-m) \frac{V+25}{e^{(V+25)/10} - 1} - 4me^{V/18} \\ \frac{dh}{dt} &= 0.07(1-h)e^{V/20} - \frac{h}{e^{(V+30)/10} + 1} \\ \frac{dn}{dt} &= 0.01(1-n) \frac{V+10}{e^{(V+10)/10} - 1} - 0.125ne^{V/80} \\ I_{Na} &= G_{Na}m^2h(\overline{E_{Na}} - V) \\ I_K &= G_Kn^2(\overline{E_K} - V) \\ I_R &= g_R(\overline{E_R} - V) \end{aligned}$$

Met $G_{Na} = 120$, $G_K = 36$, $G_R = 0.3$, $\overline{E_{Na}} = -115$, $\overline{E_K} = 12$, en $\overline{E_R} = -10.5989$.

Dit is geen leerstof.

Hodgkin-Huxley

Wederom twee namen :)

- Het potentiaal (V)
- De hoeveelheid geopende natriumkanalen (m)
- De hoeveelheid geopende kaliumkanalen (n)
- De hoeveelheid gesloten natriumkanalen (h)

① Tip 18.1: Vergelijkingen van het Hodgkin-Huxley model

$$\begin{aligned} \frac{dV}{dt} &= \frac{1}{C} (I_{Na} + I_K + I_R) \\ \frac{dm}{dt} &= 0.1(1-m) \frac{V+25}{e^{(V+25)/10} - 1} - 4me^{V/18} \\ \frac{dh}{dt} &= 0.07(1-h)e^{V/20} - \frac{h}{e^{(V+30)/10} + 1} \\ \frac{dn}{dt} &= 0.01(1-n) \frac{V+10}{e^{(V+10)/10} - 1} - 0.125ne^{V/80} \\ I_{Na} &= G_{Na}m^2h(\overline{E_{Na}} - V) \\ I_K &= G_Kn^2(\overline{E_K} - V) \\ I_R &= g_R(\overline{E_R} - V) \end{aligned}$$

Met $G_{Na} = 120$, $G_K = 36$, $G_R = 0.3$, $\overline{E_{Na}} = -115$, $\overline{E_K} = 12$, en $\overline{E_R} = -10.5989$.

Dit is geen leerstof.

Hodgkin-Huxley

Wederom twee namen :)

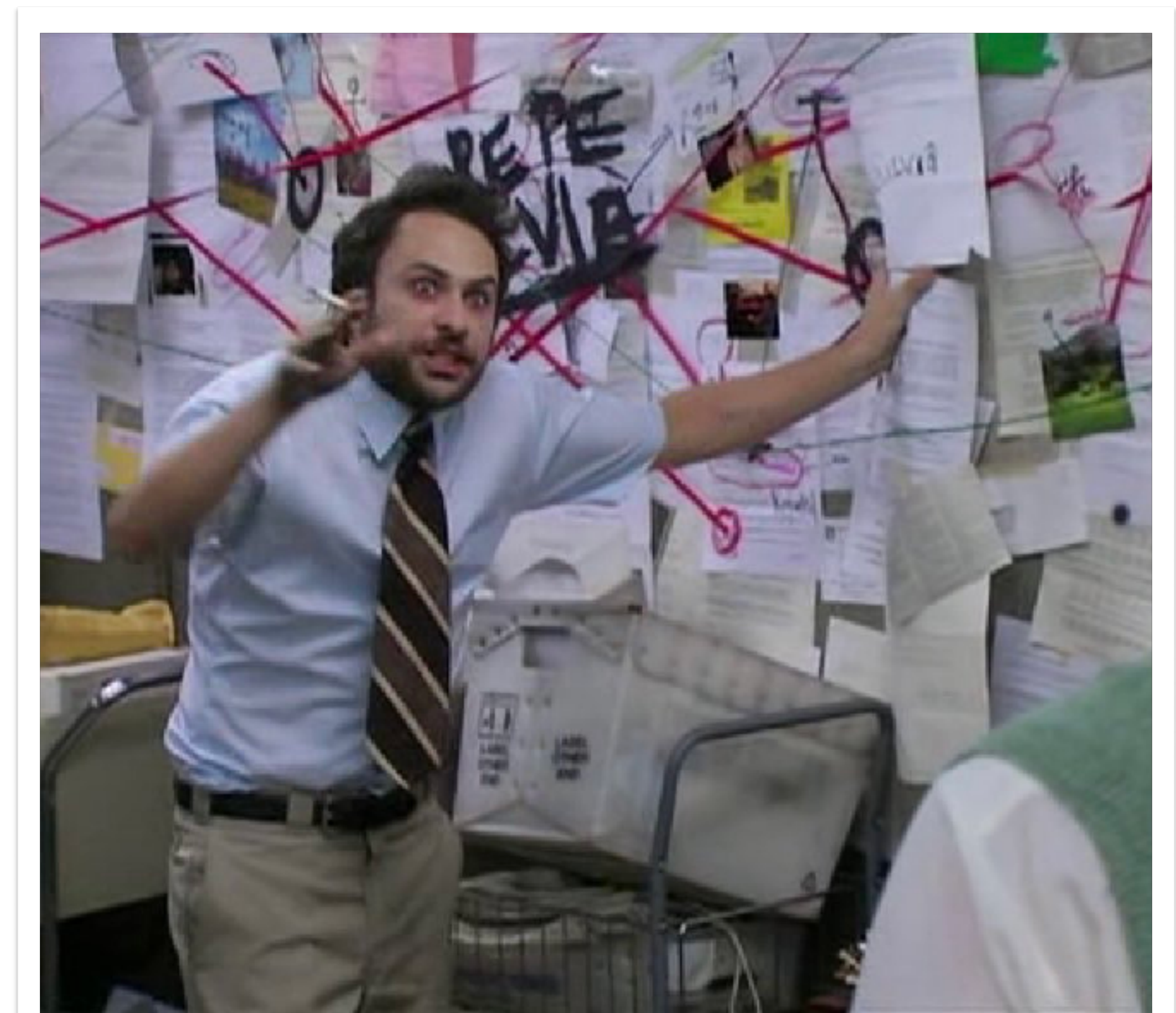
- Het potentiaal (V)
- De hoeveelheid geopende natriumkanalen (m)
- De hoeveelheid geopende kaliumkanalen (n)
- De hoeveelheid gesloten natriumkanalen (h)

Tip 18.1: Vergelijkingen van het Hodgkin-Huxley model

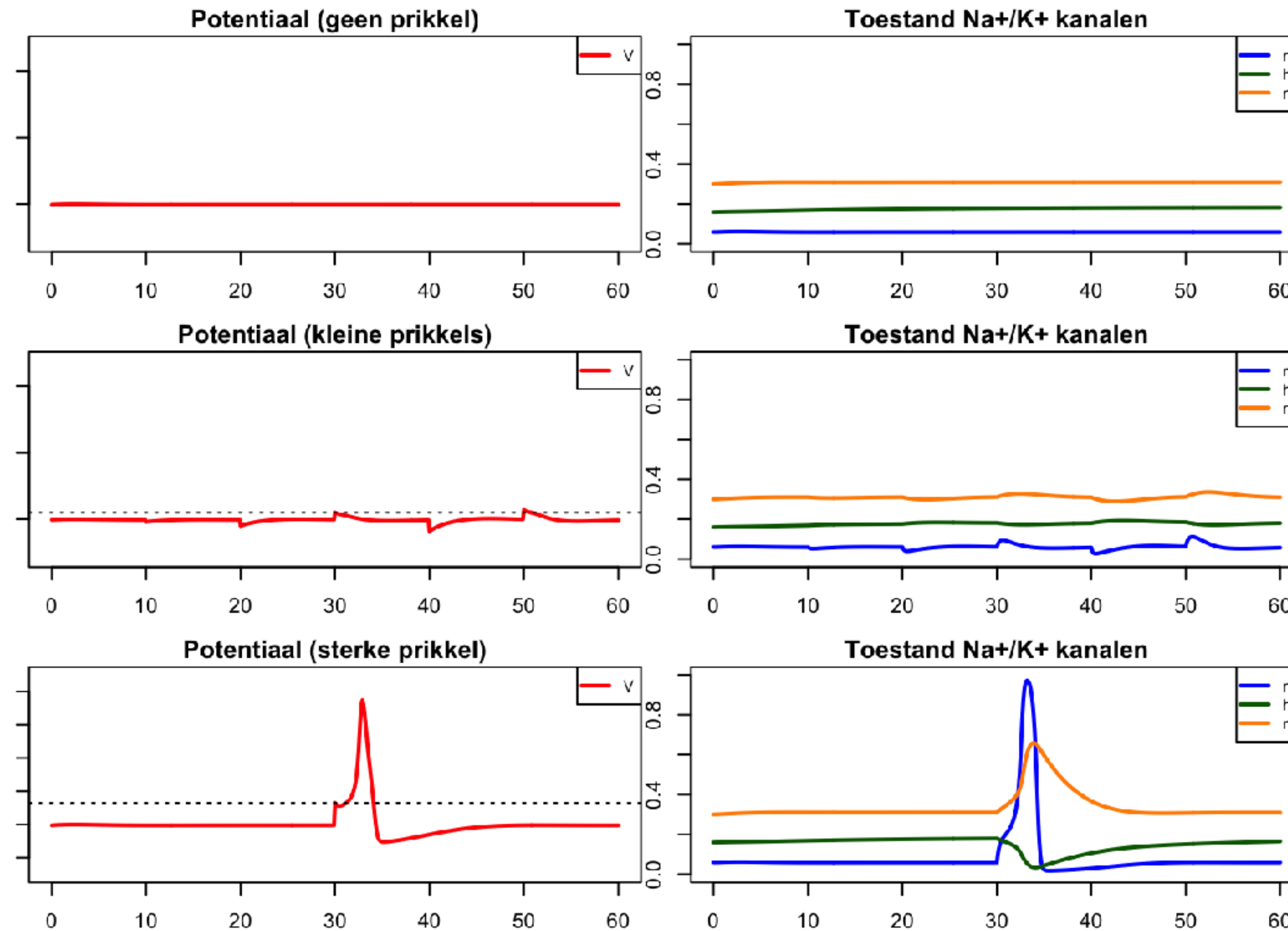
$$\begin{aligned} \frac{dV}{dt} &= \frac{1}{C} (I_{Na} + I_K + I_R) \\ \frac{dm}{dt} &= 0.1(1-m) \frac{V+25}{e^{(V+25)/10} - 1} - 4me^{V/18} \\ \frac{dh}{dt} &= 0.07(1-h)e^{V/20} - \frac{h}{e^{(V+30)/10} + 1} \\ \frac{dn}{dt} &= 0.01(1-n) \frac{V+10}{e^{(V+10)/10} - 1} - 0.125ne^{V/80} \\ I_{Na} &= G_{Na}m^2h(\overline{E_{Na}} - V) \\ I_K &= G_Kn^2(\overline{E_K} - V) \\ I_R &= g_R(\overline{E_R} - V) \end{aligned}$$

Met $G_{Na} = 120$, $G_K = 36$, $G_R = 0.3$, $\overline{E_{Na}} = -115$, $\overline{E_K} = 12$, en $\overline{E_R} = -10.5989$.

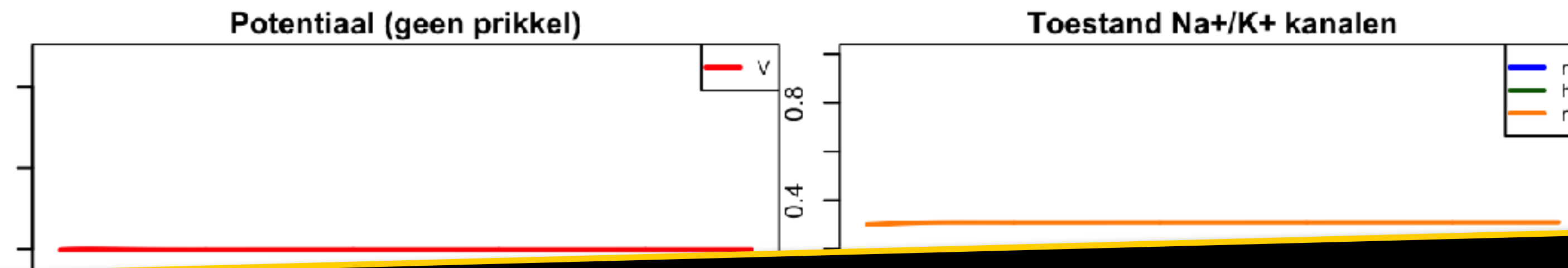
Dit is geen leerstof.



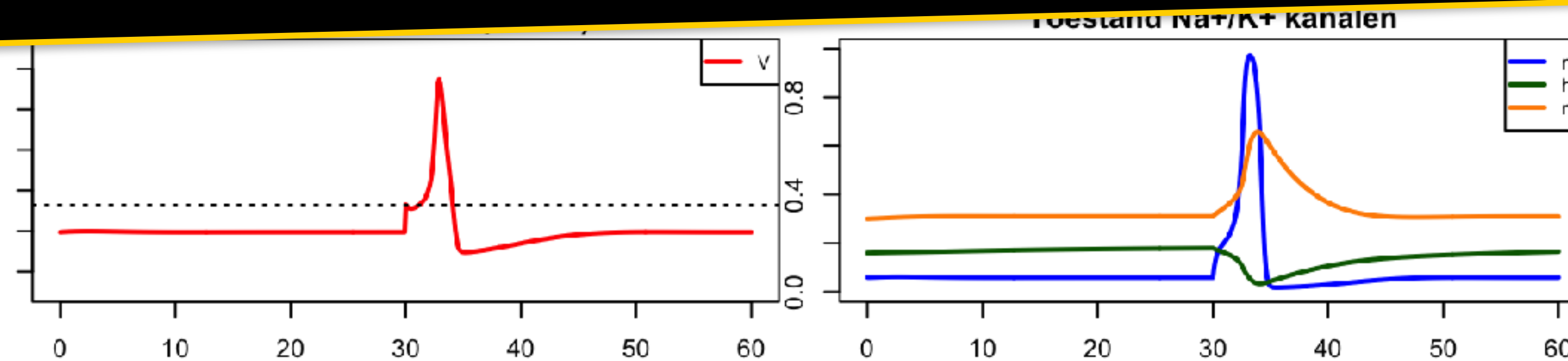
Hodgkin-Huxley



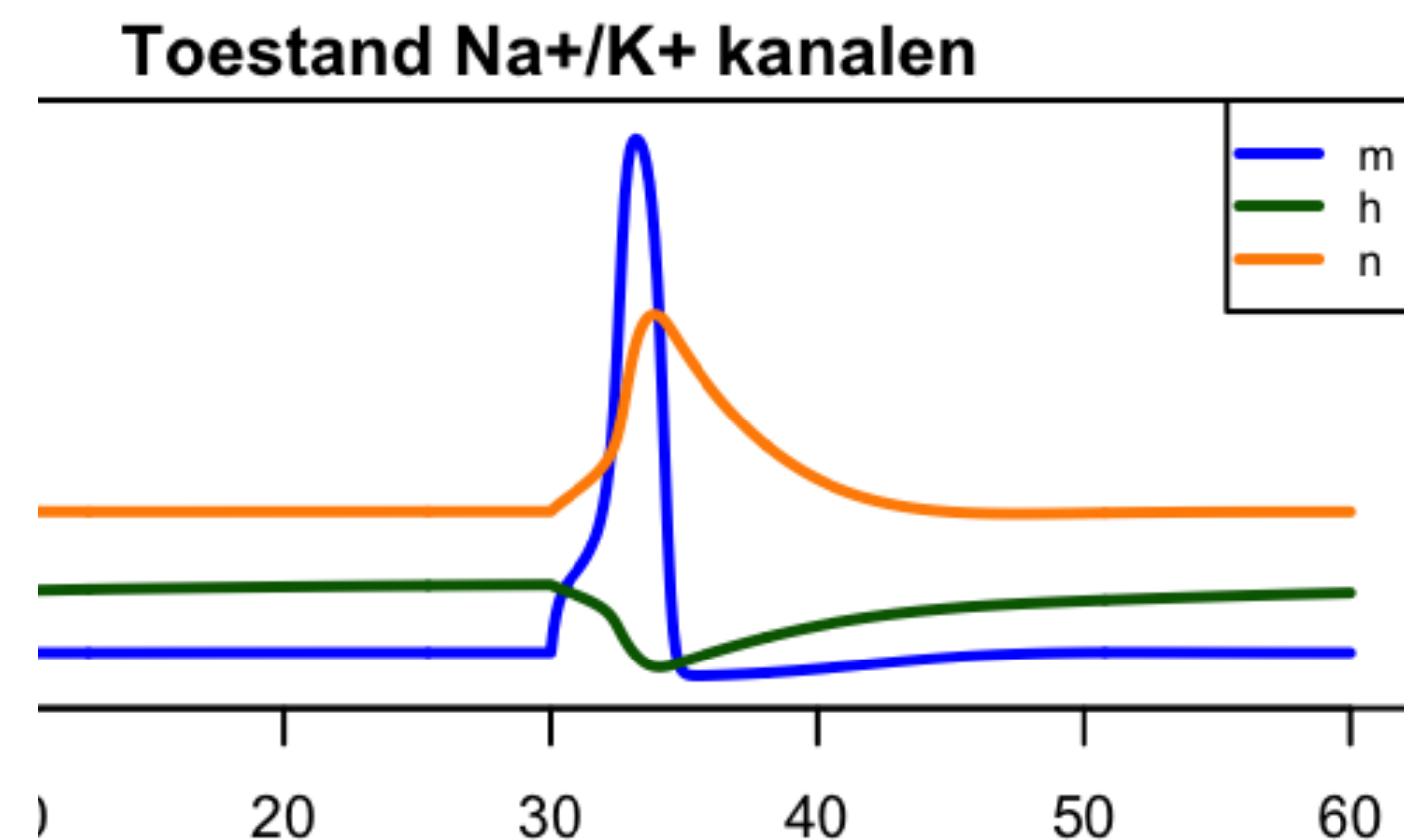
Hodgkin-Huxley



Oke het werkt...
Maar waarom doet het dit nou?

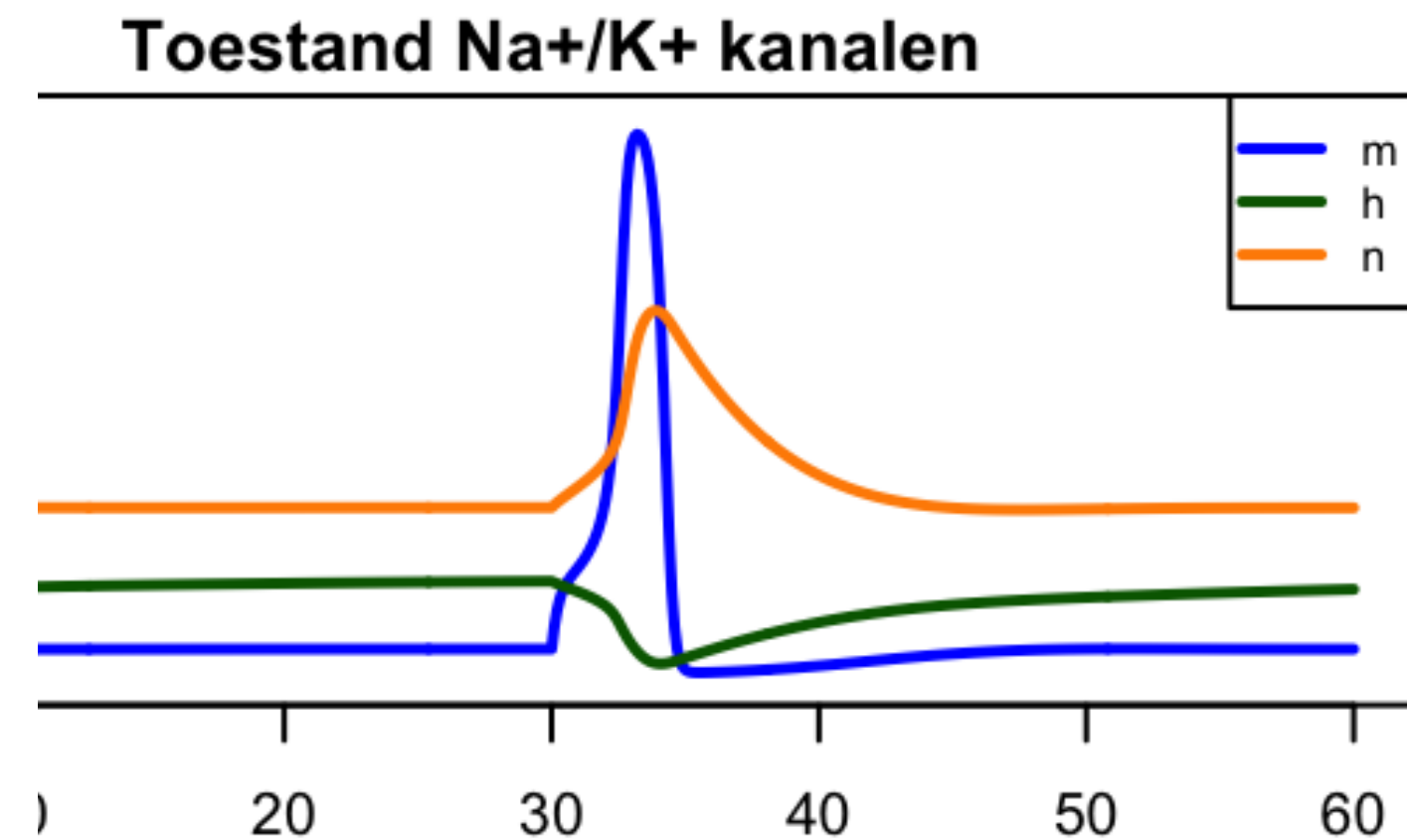


Hoe krijg je minder vergelijkingen?



Het aantal gesloten Na⁺ kanalen (**groen**) is eigenlijk een soort spiegelbeeld van het aantal open Na⁺ kanalen (**blauw**)

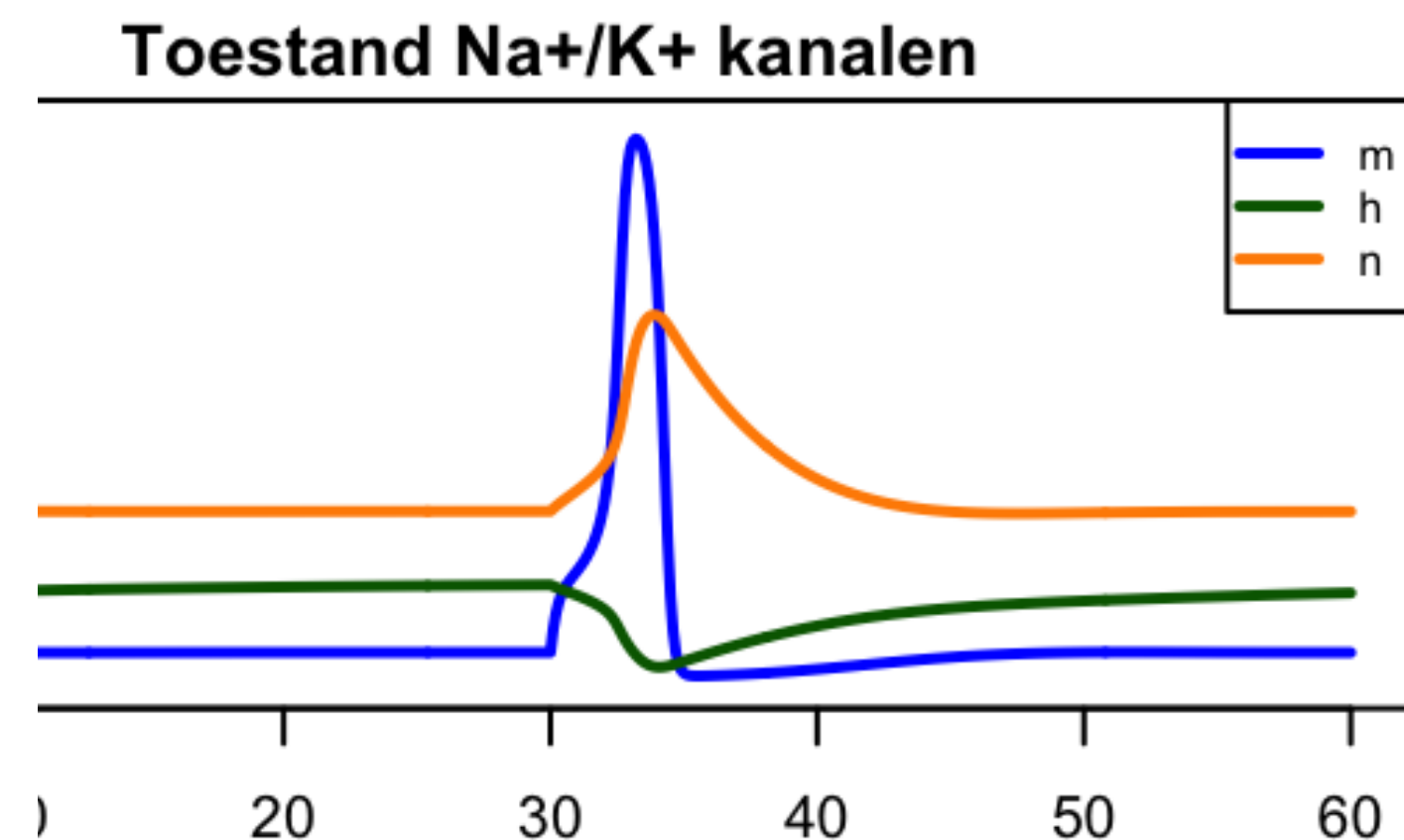
Hoe krijg je minder vergelijkingen?



Het aantal gesloten Na⁺ kanalen (**groen**) is eigenlijk een soort spiegelbeeld van het aantal open Na⁺ kanalen (**blauw**)

- Hoeven we ze dan eigenlijk wel beide te beschrijven?

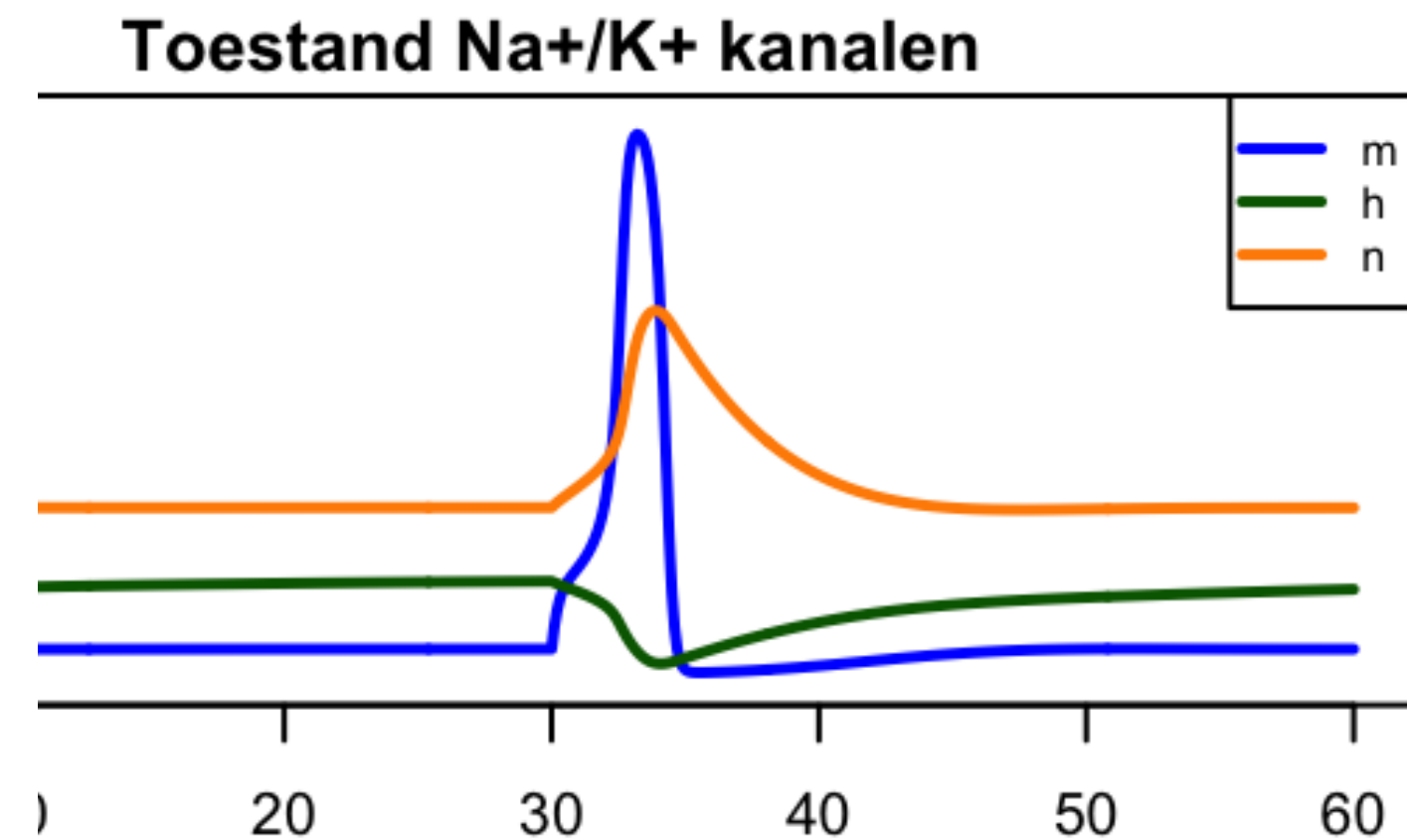
Hoe krijg je minder vergelijkingen?



Het aantal gesloten Na⁺ kanalen (**groen**) is eigenlijk een soort spiegelbeeld van het aantal open Na⁺ kanalen (**blauw**)

- Hoeven we ze dan eigenlijk wel beide te beschrijven?
- Doen alsof 1 van de vergelijkingen altijd in evenwicht is:
quasi-steady-state aanname

Hoe krijg je minder vergelijkingen?

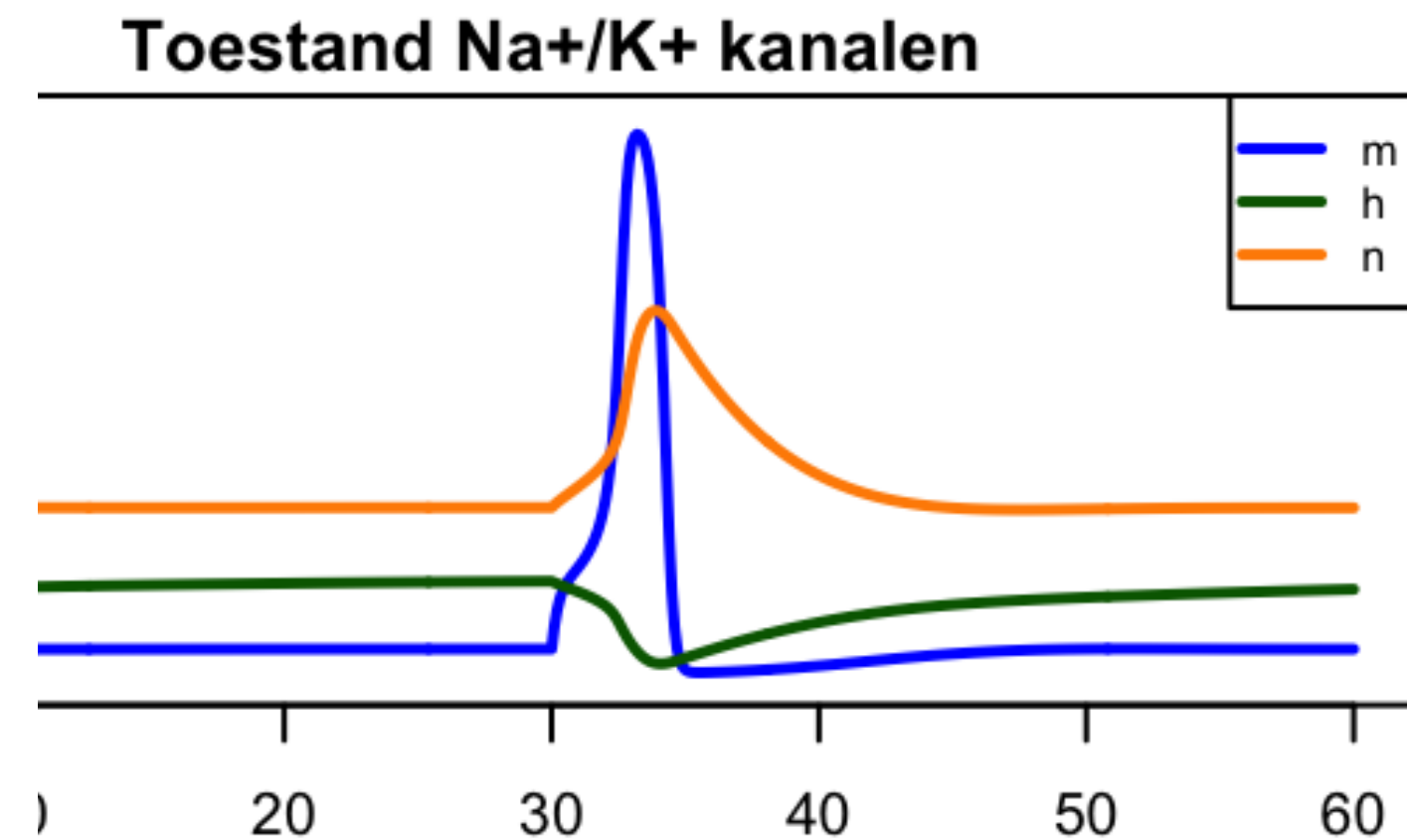


Het aantal gesloten Na⁺ kanalen (**groen**) is eigenlijk een soort spiegelbeeld van het aantal open Na⁺ kanalen (**blauw**)

- Hoeven we ze dan eigenlijk wel beide te beschrijven?
- Doen alsof 1 van de vergelijkingen altijd in evenwicht is: **quasi-steady-state aanname**



Hoe krijg je minder vergelijkingen?



Het aantal gesloten Na⁺ kanalen (**groen**) is eigenlijk een soort spiegelbeeld van het aantal open Na⁺ kanalen (**blauw**)

- Hoeven we ze dan eigenlijk wel beide te beschrijven?
- Doen alsof 1 van de vergelijkingen altijd in evenwicht is: **quasi-steady-state aanname**
- Of... fenomenologisch modelleren.



Fitzhugh-Nagumo

Fitzhugh-Nagumo

Een “fenomenologisch” model

Fitzhugh–Nagumo

Een “fenomenologisch” model

Op zoek naar een simpeler model dat
ook dit kan:

Fitzhugh–Nagumo

Een “fenomenologisch” model

Op zoek naar een simpeler model dat
ook dit kan:

- **Stabiel rustpotentiaal.**

Fitzhugh–Nagumo

Een “fenomenologisch” model

Op zoek naar een simpeler model dat ook dit kan:

- **Stabiel rustpotential.**
- **Kleine prikkel** geeft geen actiepotential,

Fitzhugh–Nagumo

Een “fenomenologisch” model

Op zoek naar een simpeler model dat ook dit kan:

- **Stabiel rustpotentiaal.**
- **Kleine prikkel** geeft geen actiepotentiaal,
- **Grote prikkel** geeft dat wel

Fitzhugh–Nagumo

Een “fenomenologisch” model

Op zoek naar een simpeler model dat ook dit kan:

- **Stabiel rustpotentiaal.**
- **Kleine prikkel** geeft geen actiepotentiaal,
- **Grote prikkel** geeft dat wel
- **Hyperpolarisatie**

Fitzhugh-Nagumo

Een “fenomenologisch” model

Op zoek naar een simpeler model dat ook dit kan:

- **Stabiel rustpotentialaal.**
- **Kleine prikkel** geeft geen actiepotentialaal,
- **Grote prikkel** geeft dat wel
- **Hyperpolarisatie**

$$\begin{aligned}\frac{dV}{dt} &= -V(V - a)(V - 1) - W \\ \frac{dW}{dt} &= \epsilon(V - bW)\end{aligned}$$

Fitzhugh-Nagumo

Een “fenomenologisch” model

Op zoek naar een simpeler model dat ook dit kan:

- **Stabiel rustpotentialiaal.**
- **Kleine prikkel** geeft geen actiepotentialiaal,
- **Grote prikkel** geeft dat wel
- **Hyperpolarisatie**

$$\begin{aligned}\frac{dV}{dt} &= -\sqrt{V(V-a)(V-1)} - W \\ \frac{dW}{dt} &= \epsilon(V - bW)\end{aligned}$$

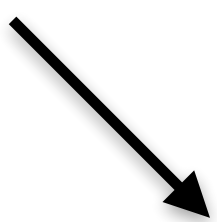
Fitzhugh-Nagumo

Een “fenomenologisch” model

Op zoek naar een simpeler model dat ook dit kan:

- **Stabiel rustpotentialiaal.**
- **Kleine prikkel** geeft geen actiepotentialiaal,
- **Grote prikkel** geeft dat wel
- **Hyperpolarisatie**

Toename voltage


$$\begin{aligned}\frac{dV}{dt} &= -\overbrace{V(V-a)(V-1)} - W \\ \frac{dW}{dt} &= \epsilon(V - bW)\end{aligned}$$

Fitzhugh-Nagumo

Een “fenomenologisch” model

Op zoek naar een simpeler model dat ook dit kan:

- **Stabiel rustpotentialiaal.**
- **Kleine prikkel** geeft geen actiepotentialiaal,
- **Grote prikkel** geeft dat wel
- **Hyperpolarisatie**

Toename voltage

Een “remvariabele”

$$\begin{aligned}\frac{dV}{dt} &= -\overbrace{V(V-a)(V-1)}^{\text{Toename voltage}} - \underbrace{W}_{\text{Een “remvariabele”}} \\ \frac{dW}{dt} &= \epsilon(V - bW)\end{aligned}$$

Fitzhugh-Nagumo

Een “fenomenologisch” model

Op zoek naar een simpeler model dat ook dit kan:

- **Stabiel rustpotentialaal.**
- **Kleine prikkel** geeft geen actiepotentialaal,
- **Grote prikkel** geeft dat wel
- **Hyperpolarisatie**

Toename voltage

Een “remvariabele”

$$\frac{dV}{dt} = -\overbrace{V(V-a)(V-1)}^{\text{Toename voltage}} - \underbrace{W}_{\text{Een “remvariabele”}}$$
$$\frac{dW}{dt} = \epsilon(V - bW)$$

De “rem” activeert door V

Fitzhugh-Nagumo

Een “fenomenologisch” model

Op zoek naar een simpeler model dat ook dit kan:

- **Stabiel rustpotentialiaal.**
- **Kleine prikkel** geeft geen actiepotentialiaal,
- **Grote prikkel** geeft dat wel
- **Hyperpolarisatie**

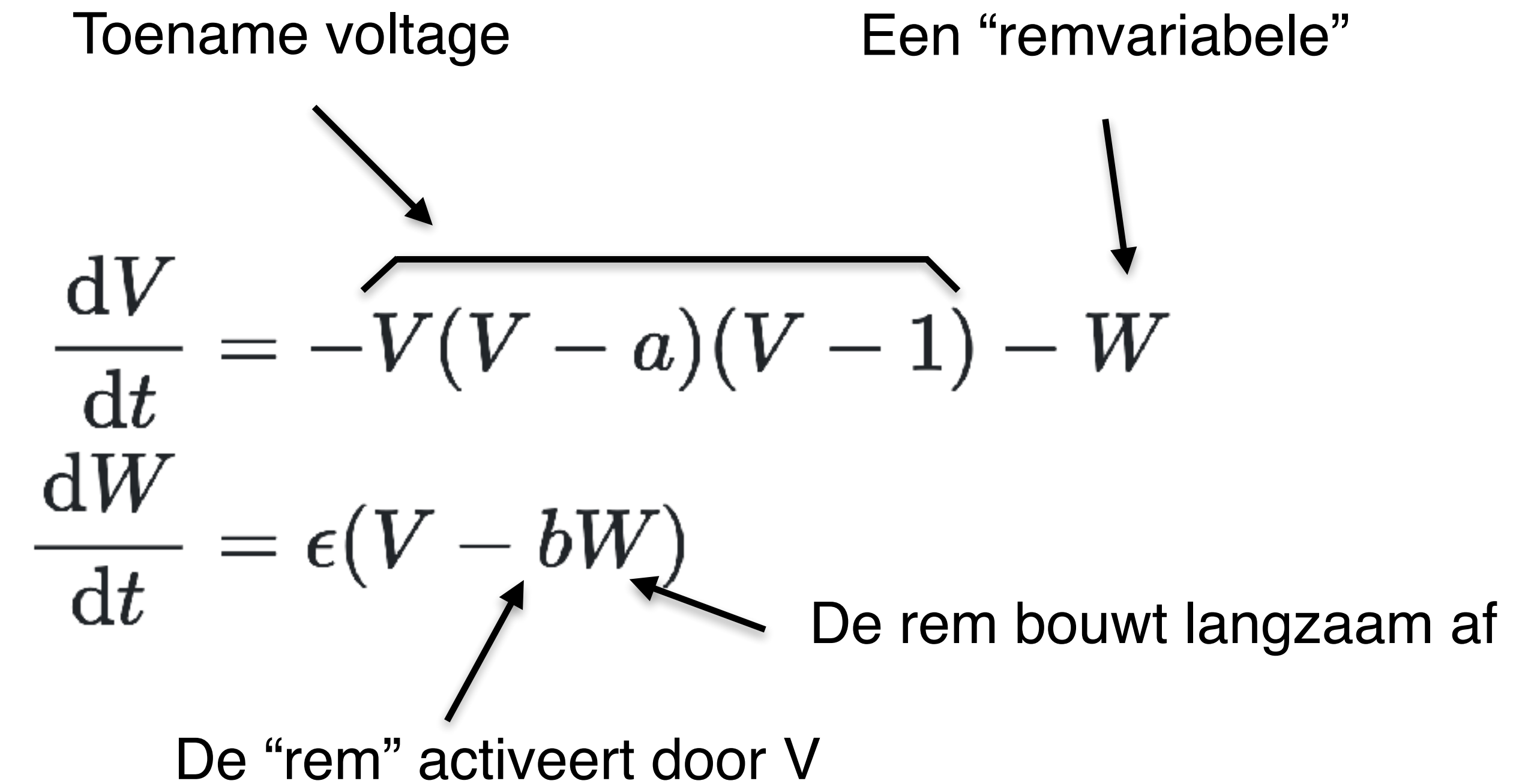
Toename voltage

Een “remvariabele”

$$\frac{dV}{dt} = -V(V - a)(V - 1) - W$$
$$\frac{dW}{dt} = \epsilon(V - bW)$$

De “rem” activeert door V

De rem bouwt langzaam af



Fitzhugh-Nagumo

Een “fenomenologisch” model

Op zoek naar een simpeler model dat ook dit kan:

- **Stabiel rustpotentiaal.**
- **Kleine prikkel** geeft geen actiepotentiaal,
- **Grote prikkel** geeft dat wel
- **Hyperpolarisatie**

Toename voltage

Een “remvariabele”

$$\frac{dV}{dt} = -\overbrace{V(V-a)(V-1)}^{\text{Toename voltage}} - \underbrace{W}_{\text{Een “remvariabele”}}$$

$$\frac{dW}{dt} = \epsilon(V - bW)$$

De rem bouwt langzaam af

De “rem” activeert door V

Een “tijdschaal” parameter (hoe snel bouwt de rem op/af?)

Fitzhugh-Nagumo

Een “fenomenologisch” model

Op zoek naar een simpeler model dat ook dit kan:

- **Stabiel rustpotentiaal.**
- **Kleine prikkel** geeft geen actiepotentiaal,
- **Grote prikkel** geeft dat wel
- **Hyperpolarisatie**

Toename voltage

Een “remvariabele”

$$\frac{dV}{dt} = -V(V - a)(V - 1) - W$$

$$\frac{dW}{dt} = \epsilon(V - bW)$$

De rem bouwt langzaam af

De “rem” activeert door V

Een “tijdschaal” parameter (hoe snel bouwt de rem op/af?)

Minder enge vergelijkingen, maar de parameters hebben ook minder biologische betekenis....

Laten we de rem even negeren

Faseportret van de dV/dt vergelijking

Laten we de rem even negeren

Faseportret van de dV/dt vergelijking

$$\begin{aligned}\frac{dV}{dt} &= -V(V - a)(V - 1) - W \\ \frac{dW}{dt} &= \epsilon(V - bW)\end{aligned}$$

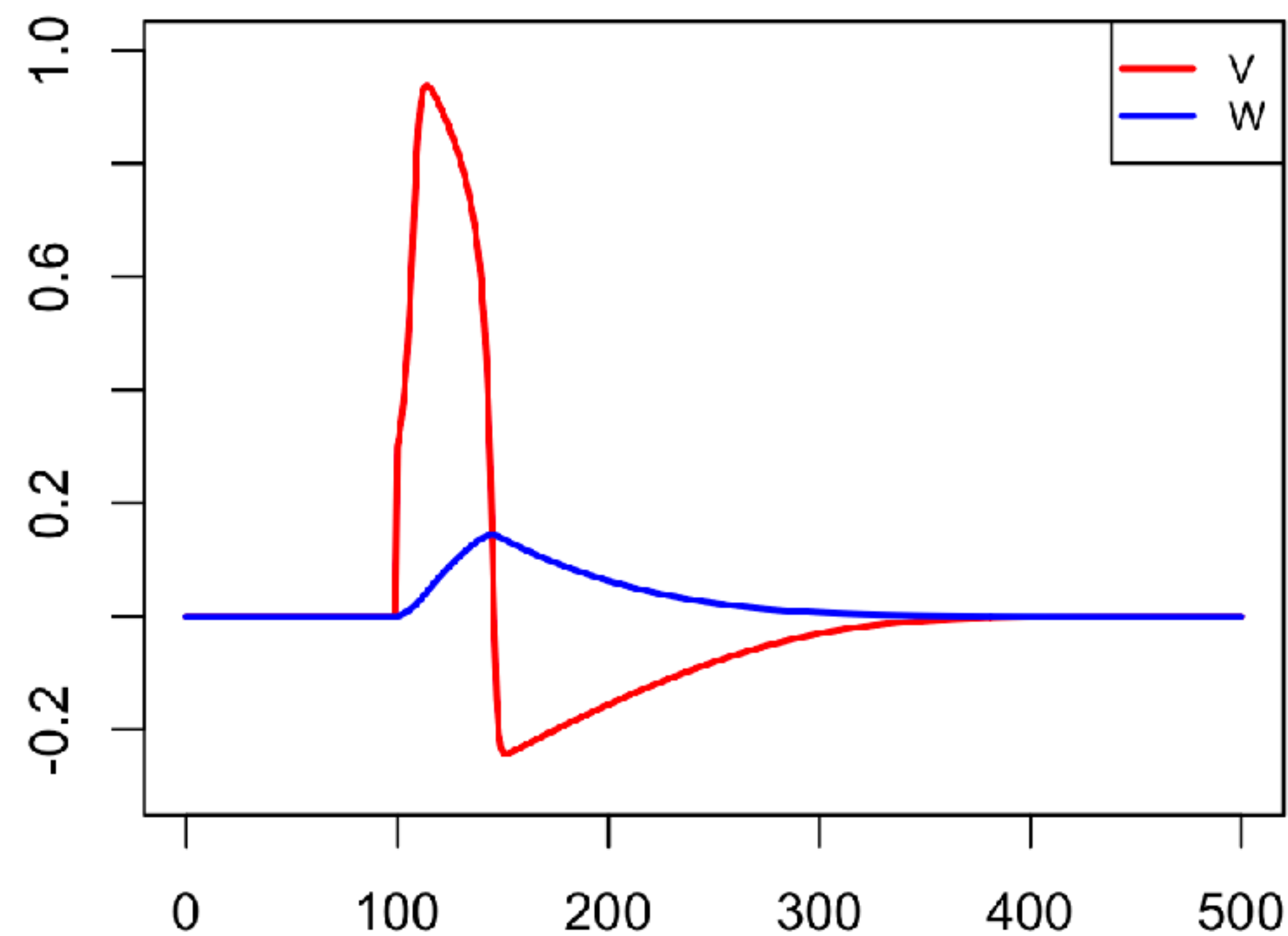
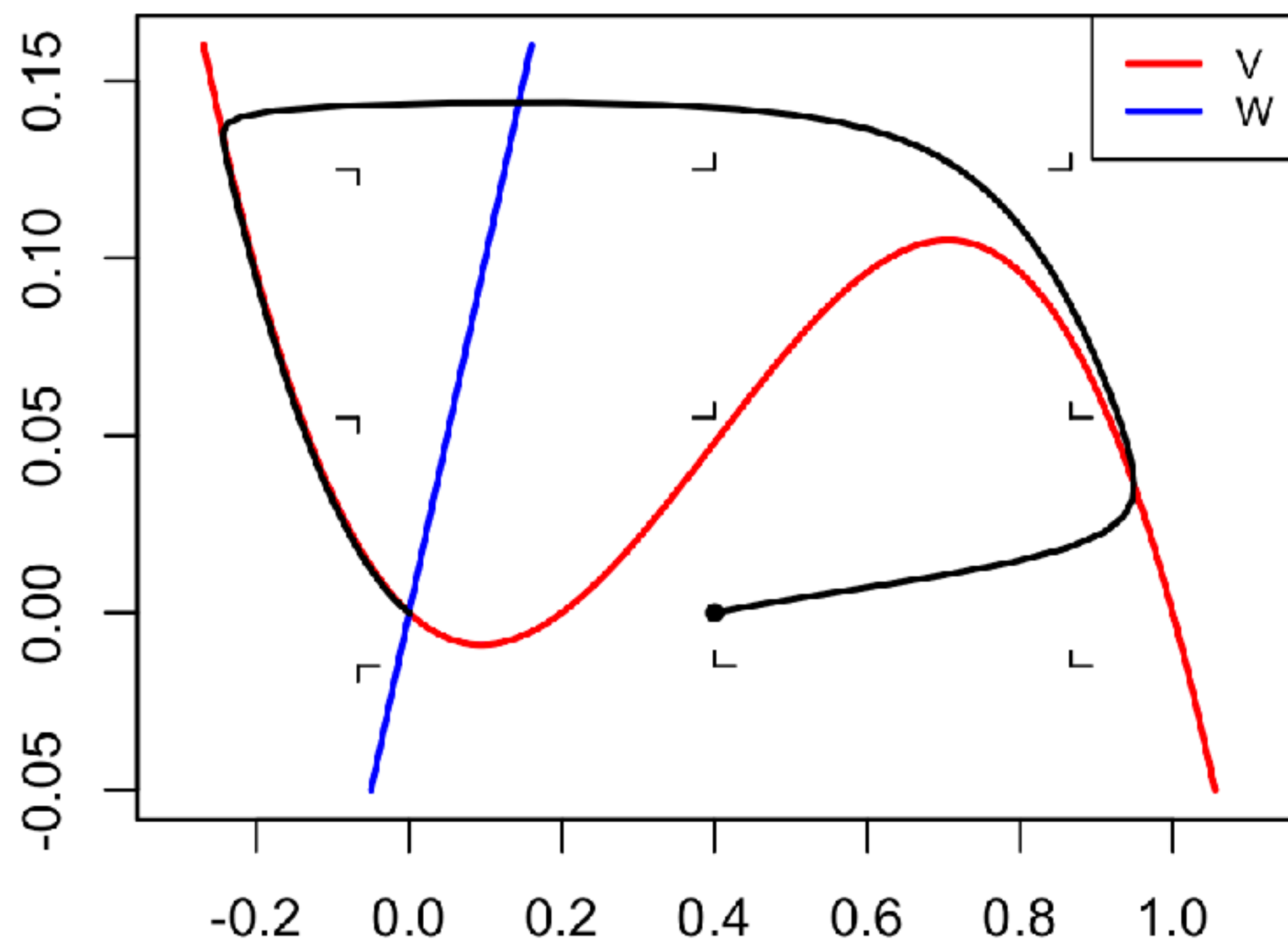


De faseruimte in grind.R

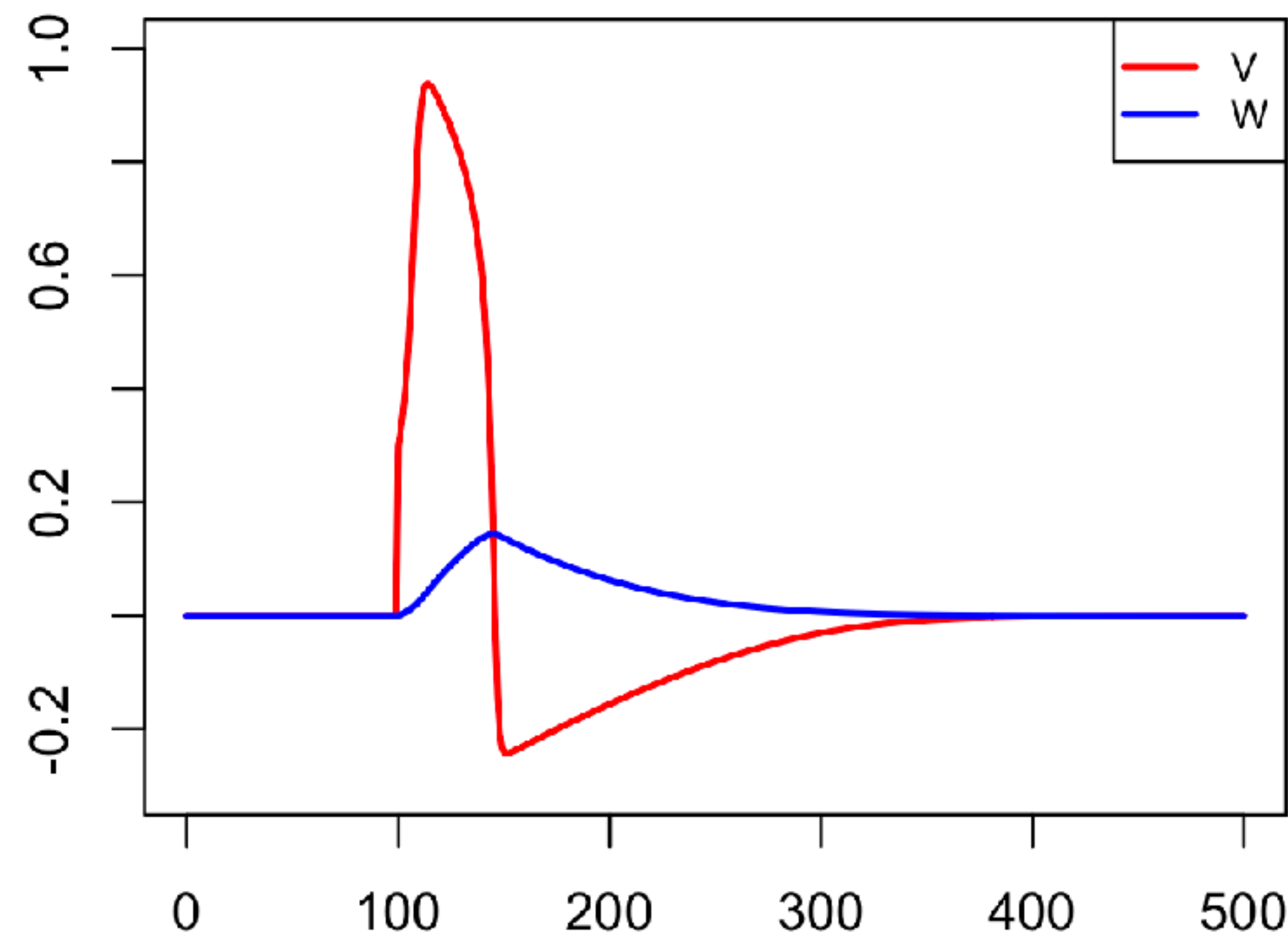
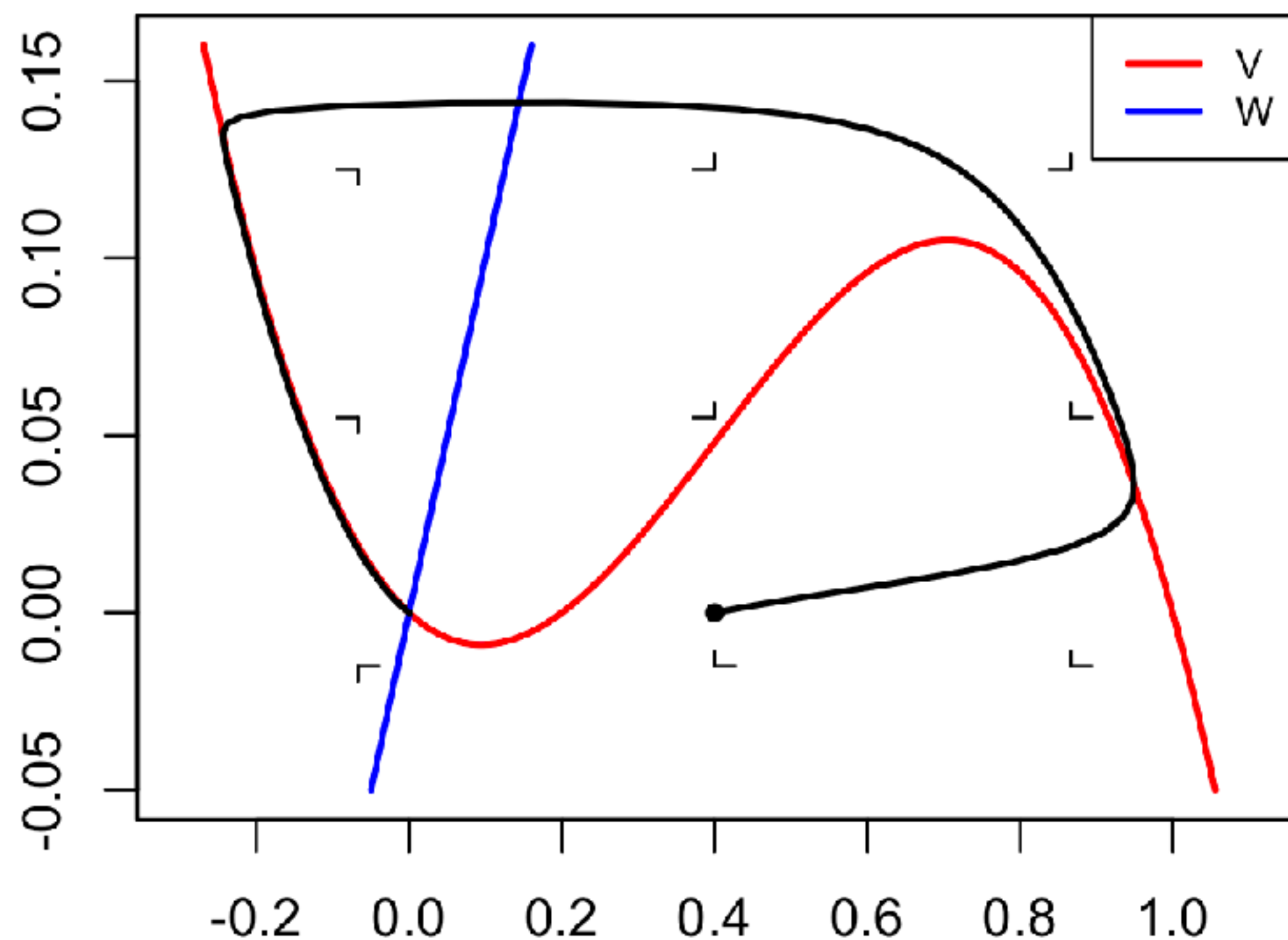
De faseruimte in grind.R



De faseruimte in grind.R

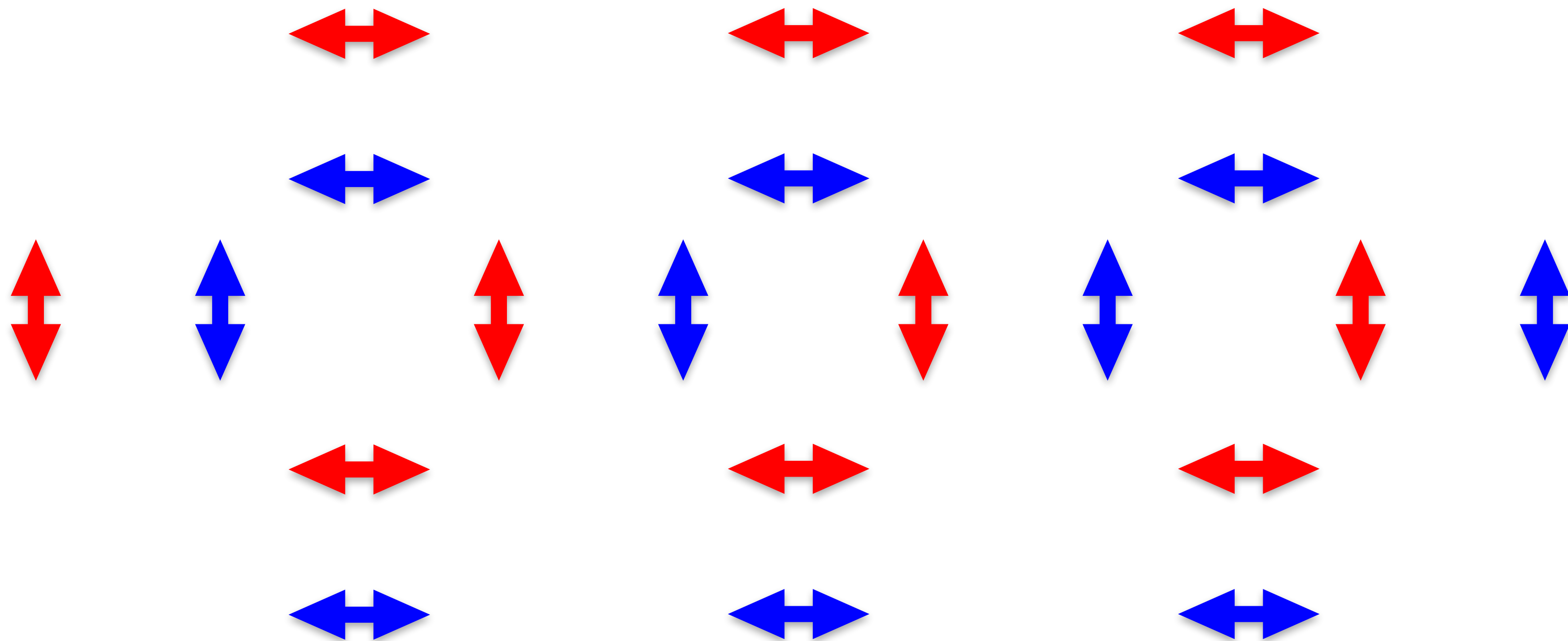


De faseruimte in grind.R



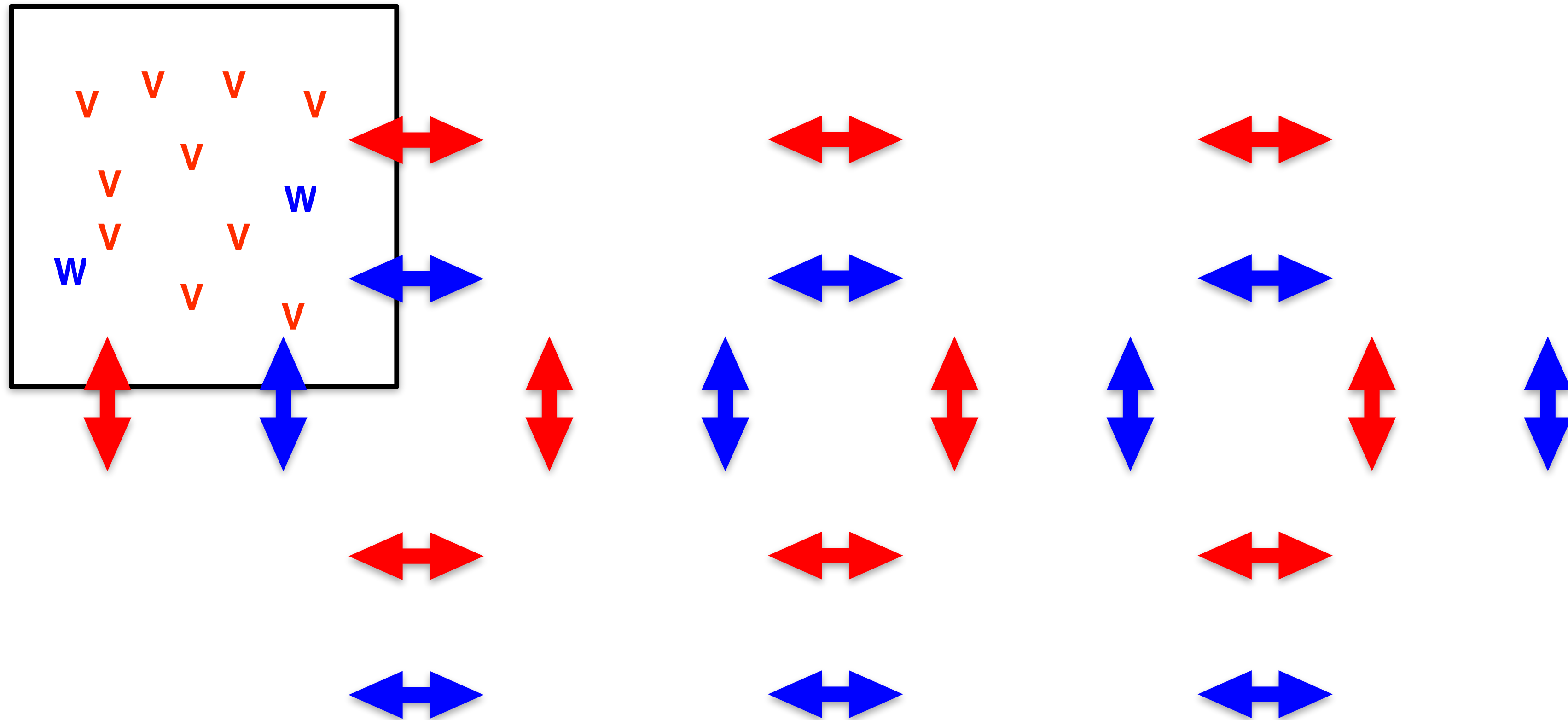
Actiepotentialen zijn dus een “omweg” door de faseruimte. De drempelwaarde en de refractaire periode zijn daarmee ook begrepen: de prikkel moet sterk genoeg zijn om voorbij het stijgende deel van de V -nullcline te gaan

Actiepotentialen als PDE (reactie-diffusie)



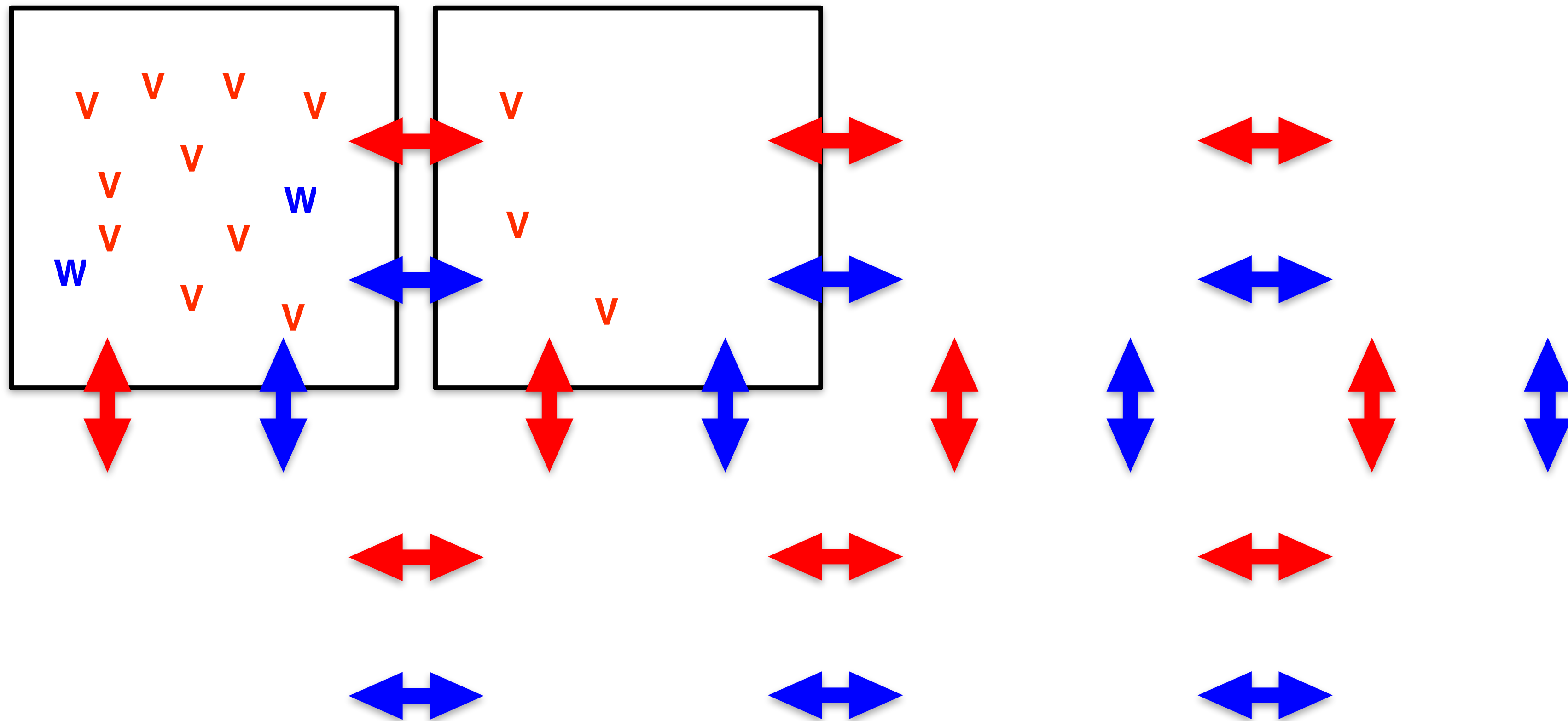
<https://jsfiddle.net/bramvandijk88/8x1ezk2u/show>

Actiepotentialen als PDE (reactie-diffusie)



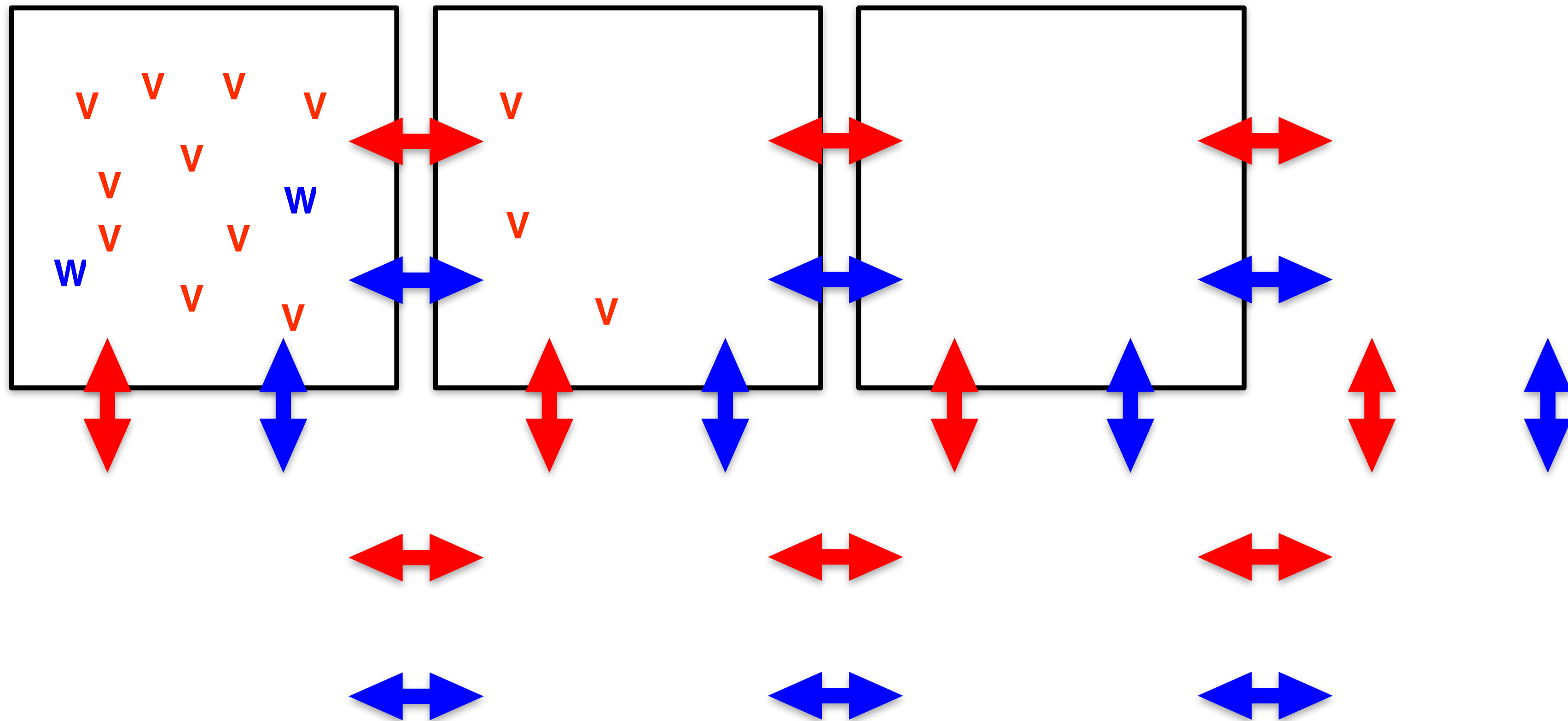
<https://jsfiddle.net/bramvandijk88/8x1ezk2u/show>

Actiepotentialen als PDE (reactie-diffusie)



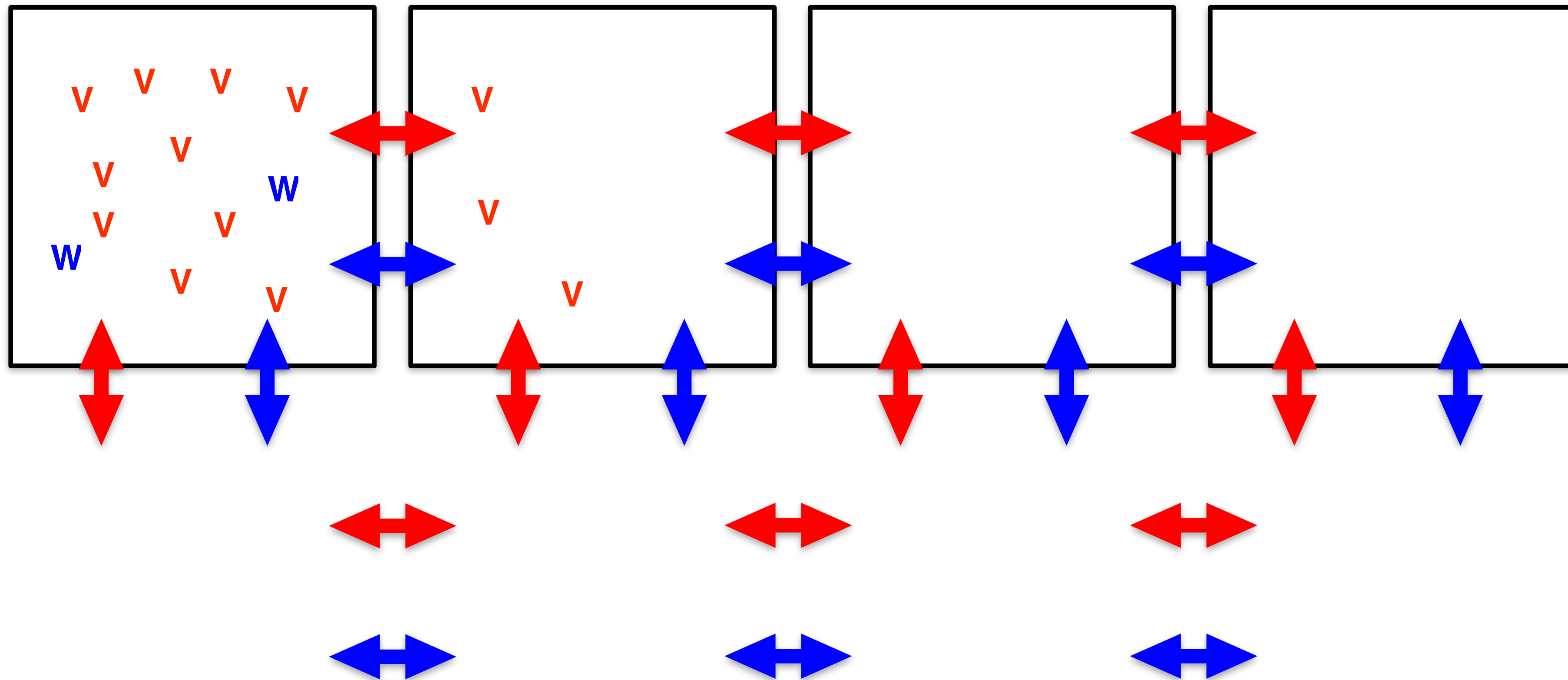
<https://jsfiddle.net/bramvandijk88/8x1ezk2u/show>

Actiepotentialen als PDE (reactie-diffusie)



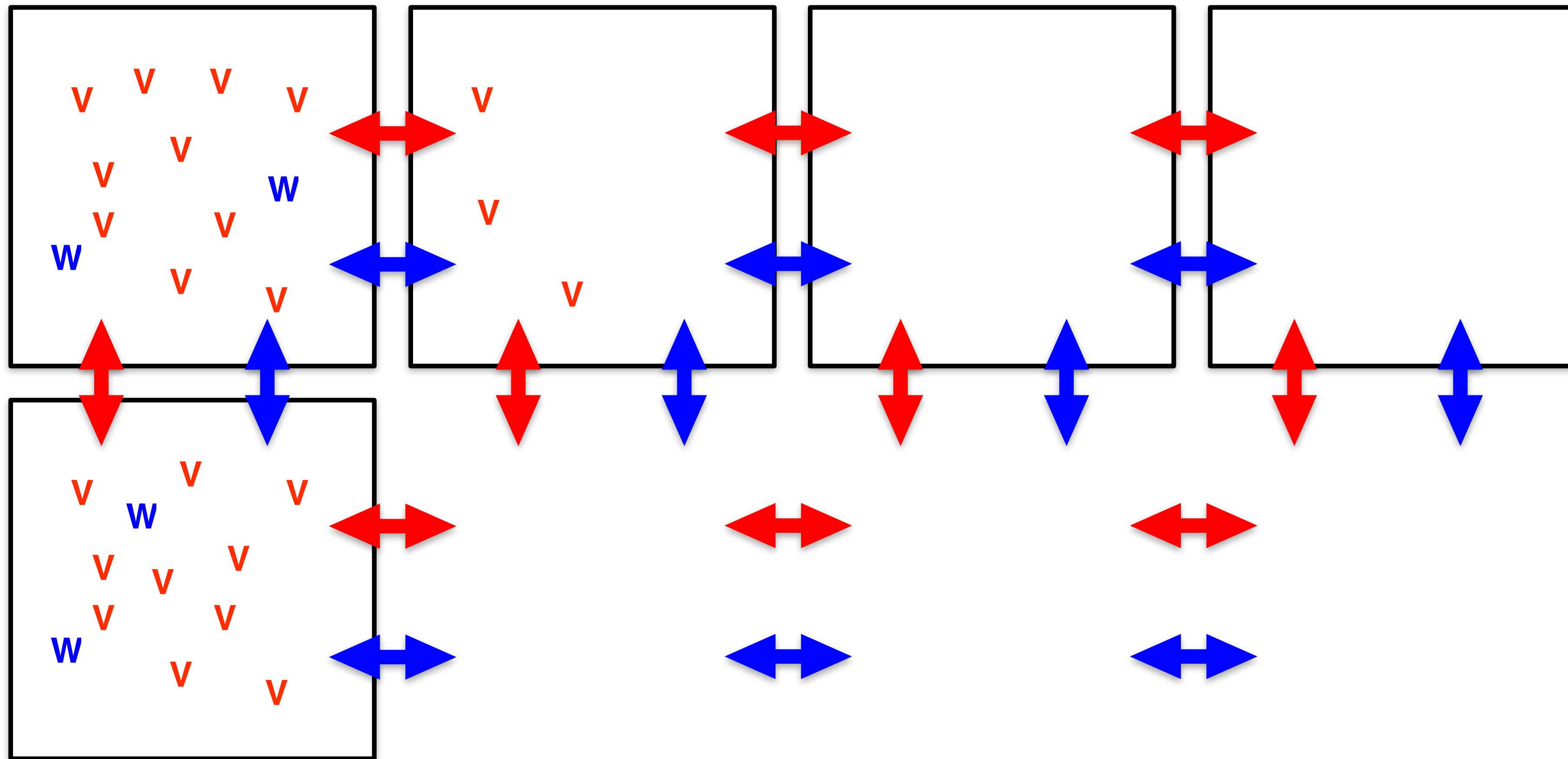
<https://jsfiddle.net/bramvandijk88/8x1ezk2u/show>

Actiepotentialen als PDE (reactie-diffusie)



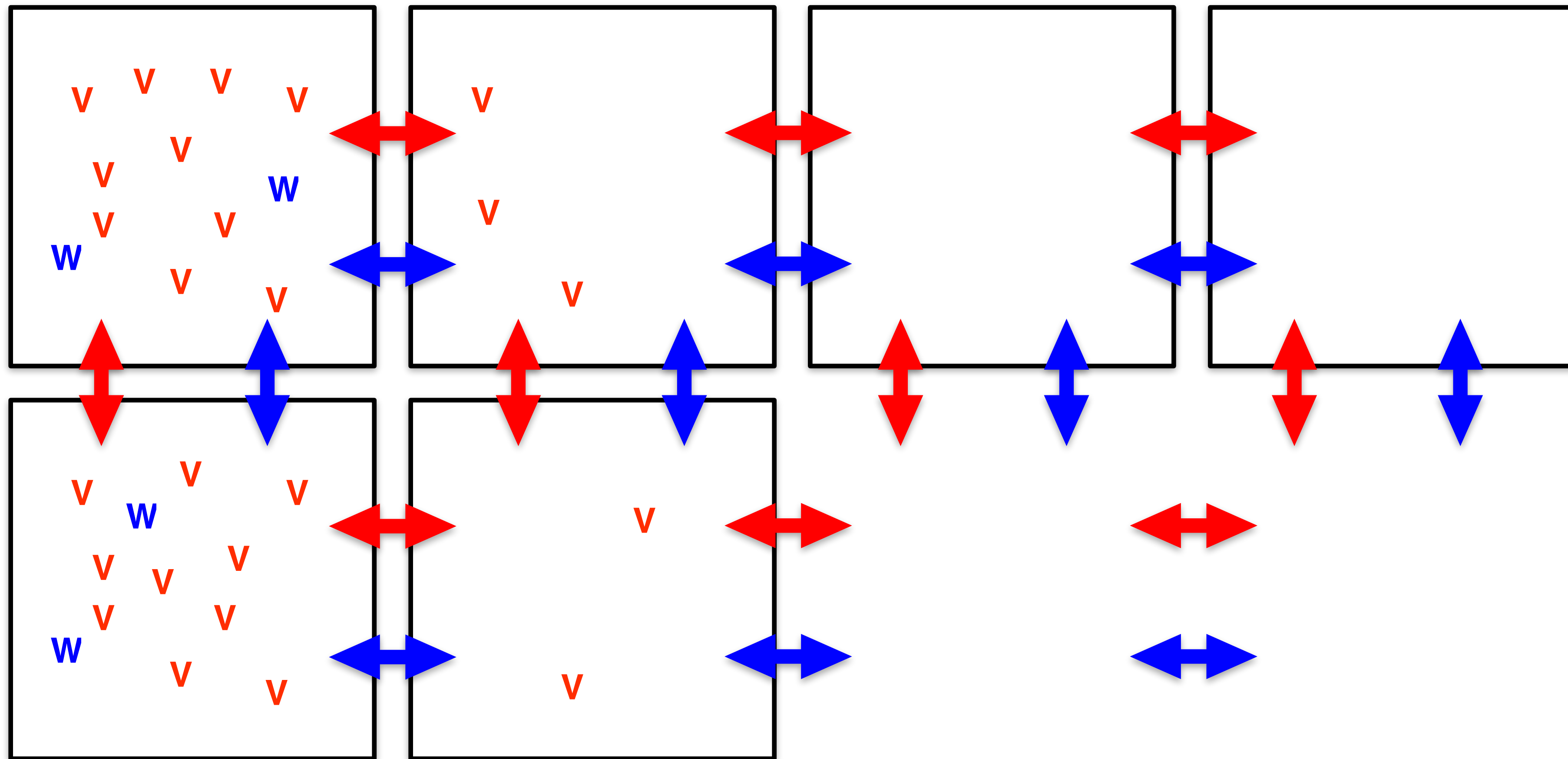
<https://jsfiddle.net/bramvandijk88/8x1ezk2u/show>

Actiepotentialen als PDE (reactie-diffusie)



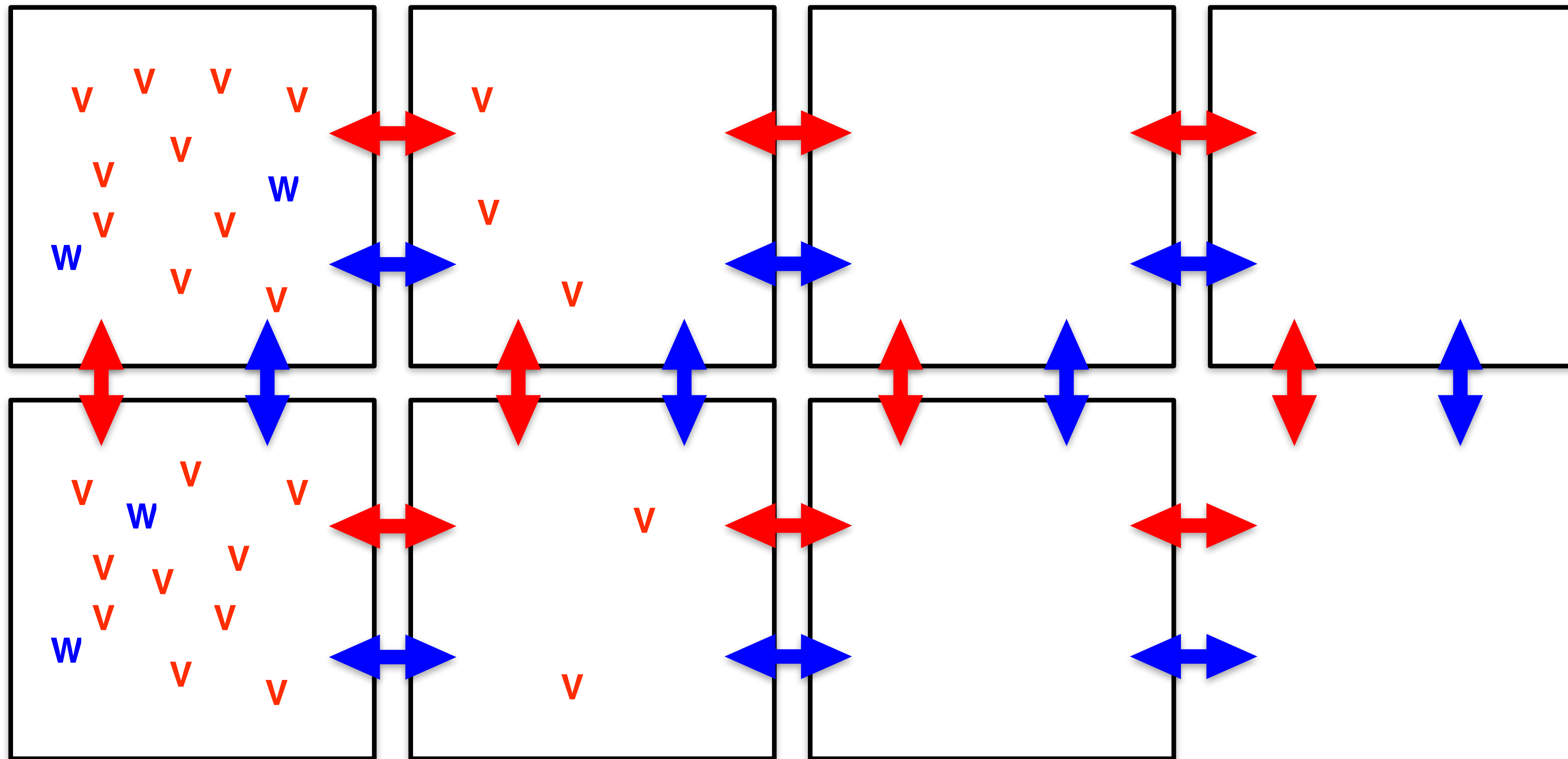
<https://jsfiddle.net/bramvandijk88/8x1ezk2u/show>

Actiepotentialen als PDE (reactie-diffusie)



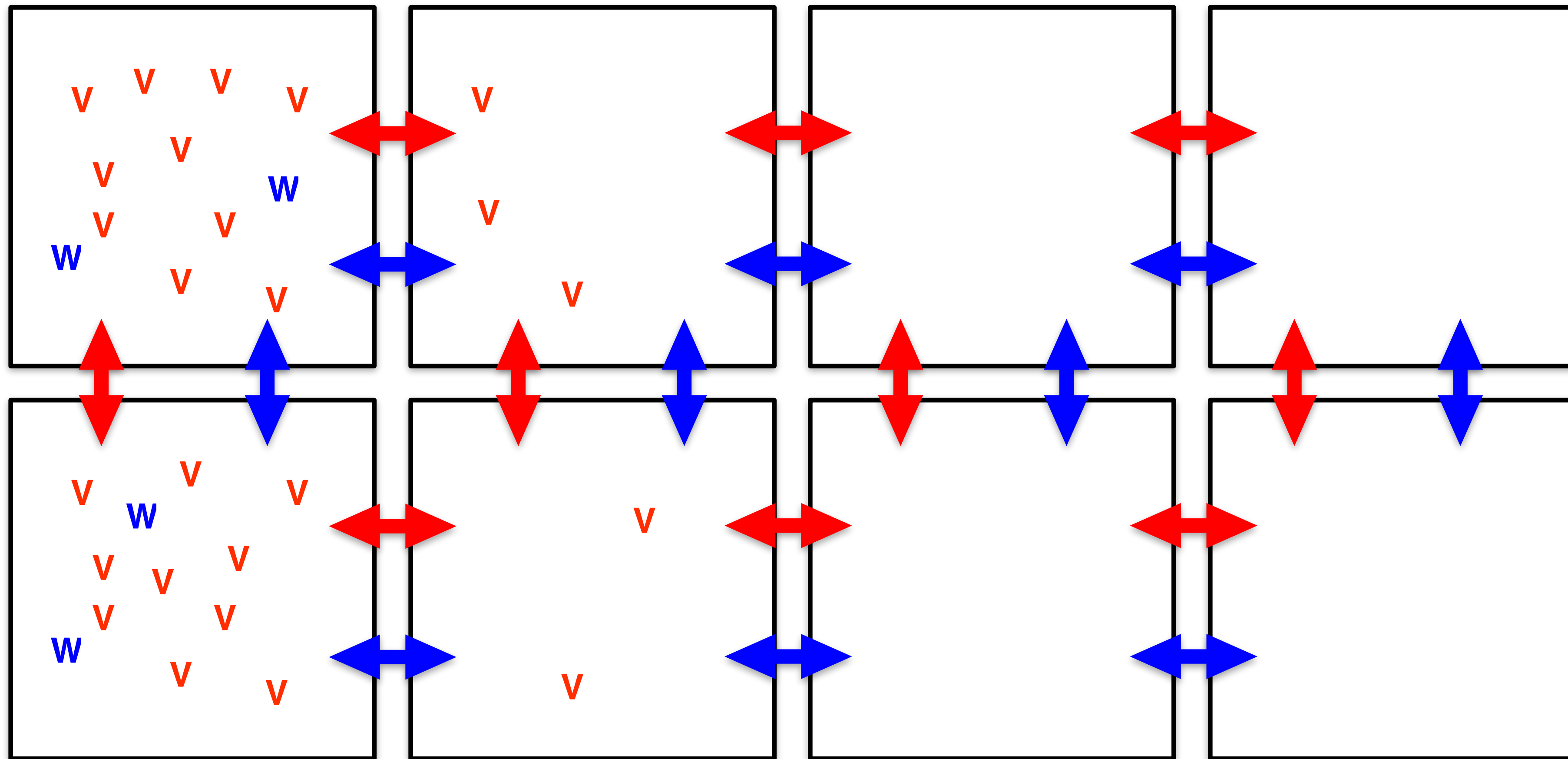
<https://jsfiddle.net/bramvandijk88/8x1ezk2u/show>

Actiepotentialen als PDE (reactie-diffusie)



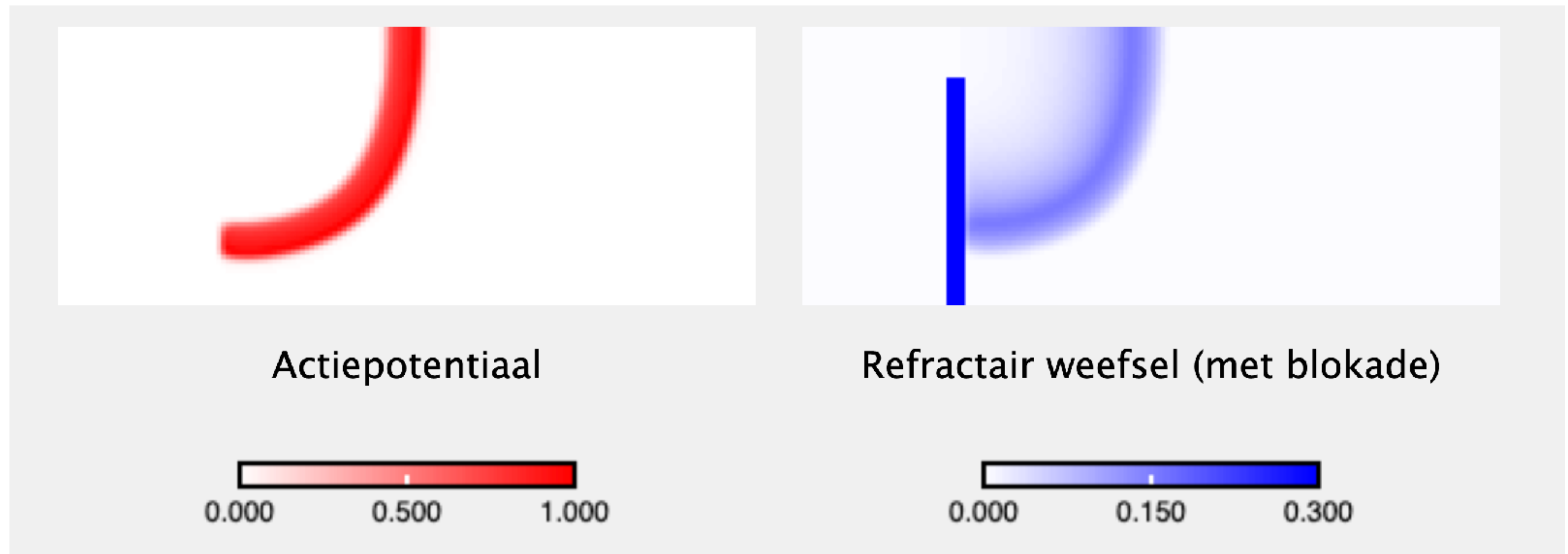
<https://jsfiddle.net/bramvandijk88/8x1ezk2u/show>

Actiepotentialen als PDE (reactie-diffusie)



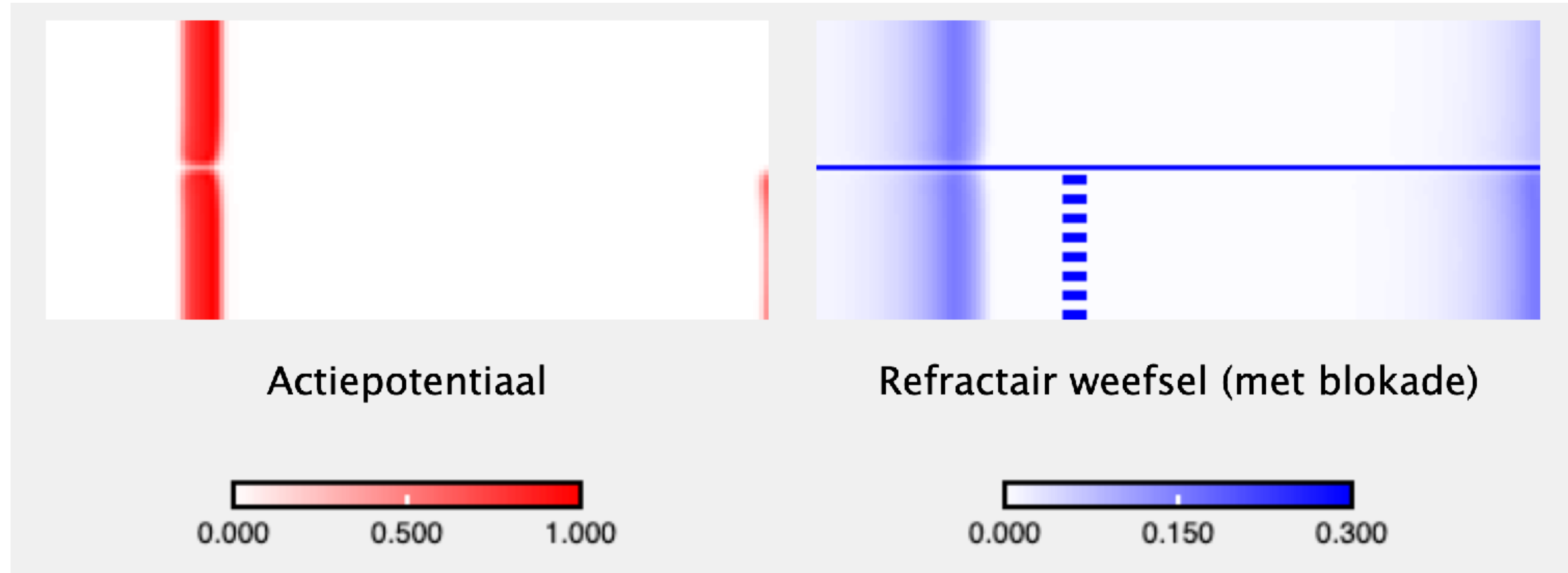
<https://jsfiddle.net/bramvandijk88/8x1ezk2u/show>

Littekenweefsel op het hart



<https://jsfiddle.net/bramvandijk88/1akdcg0x/show>

Littekenweefsel op het hart

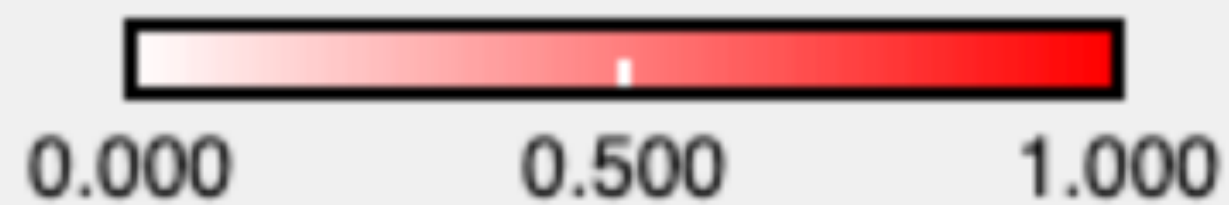


<https://jsfiddle.net/bramvandijk88/faj58ucn/show>

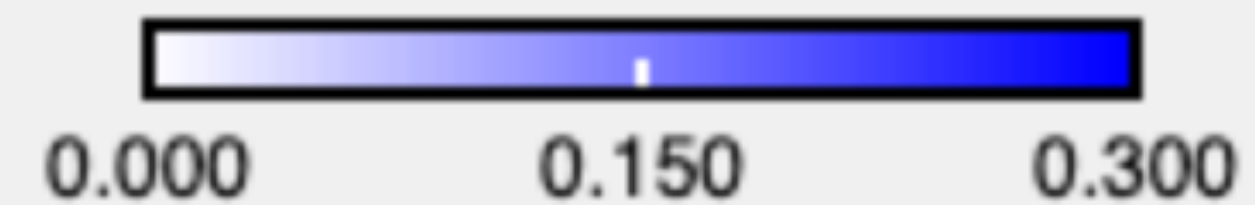
Complete perniek!



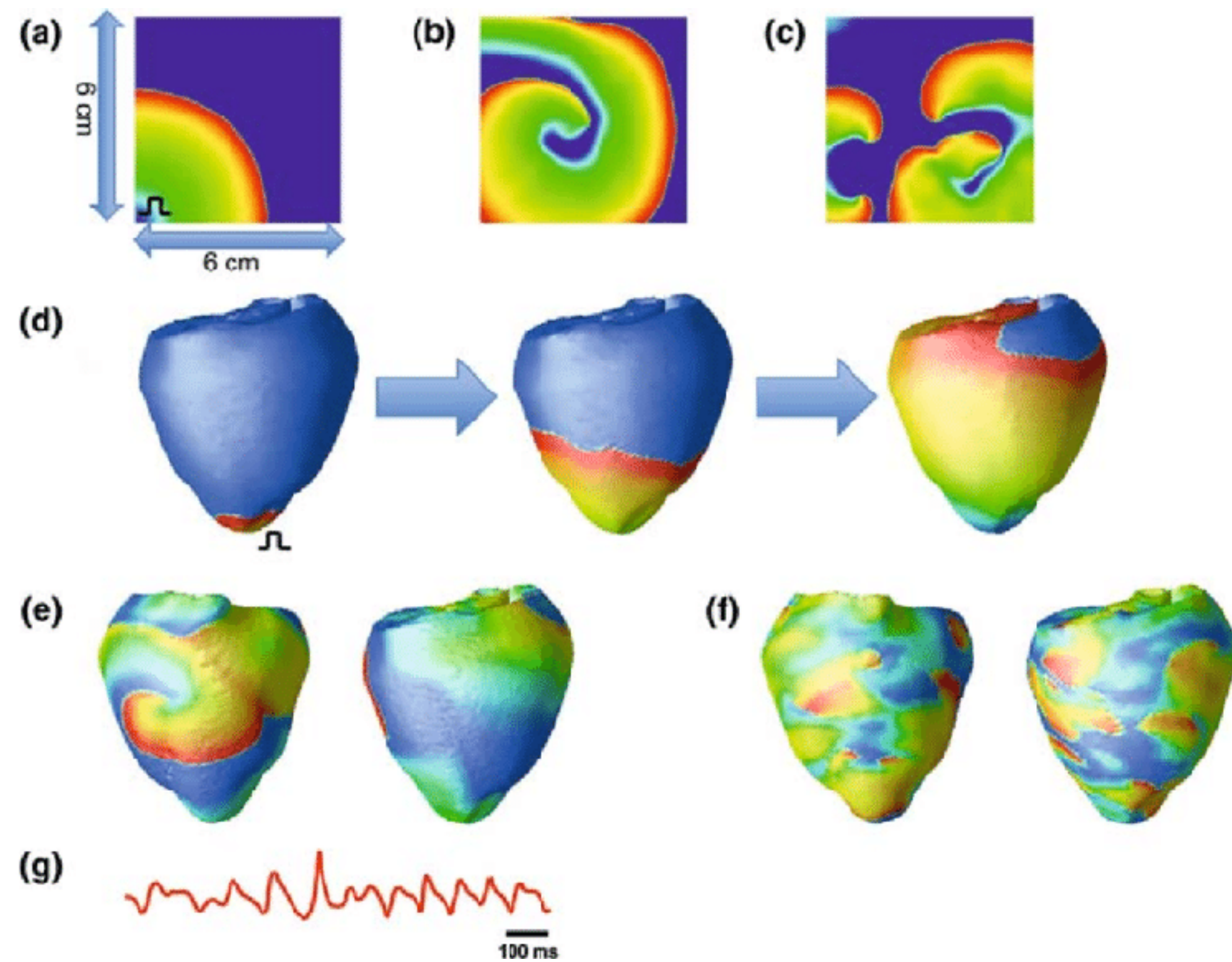
Actiepotentiaal



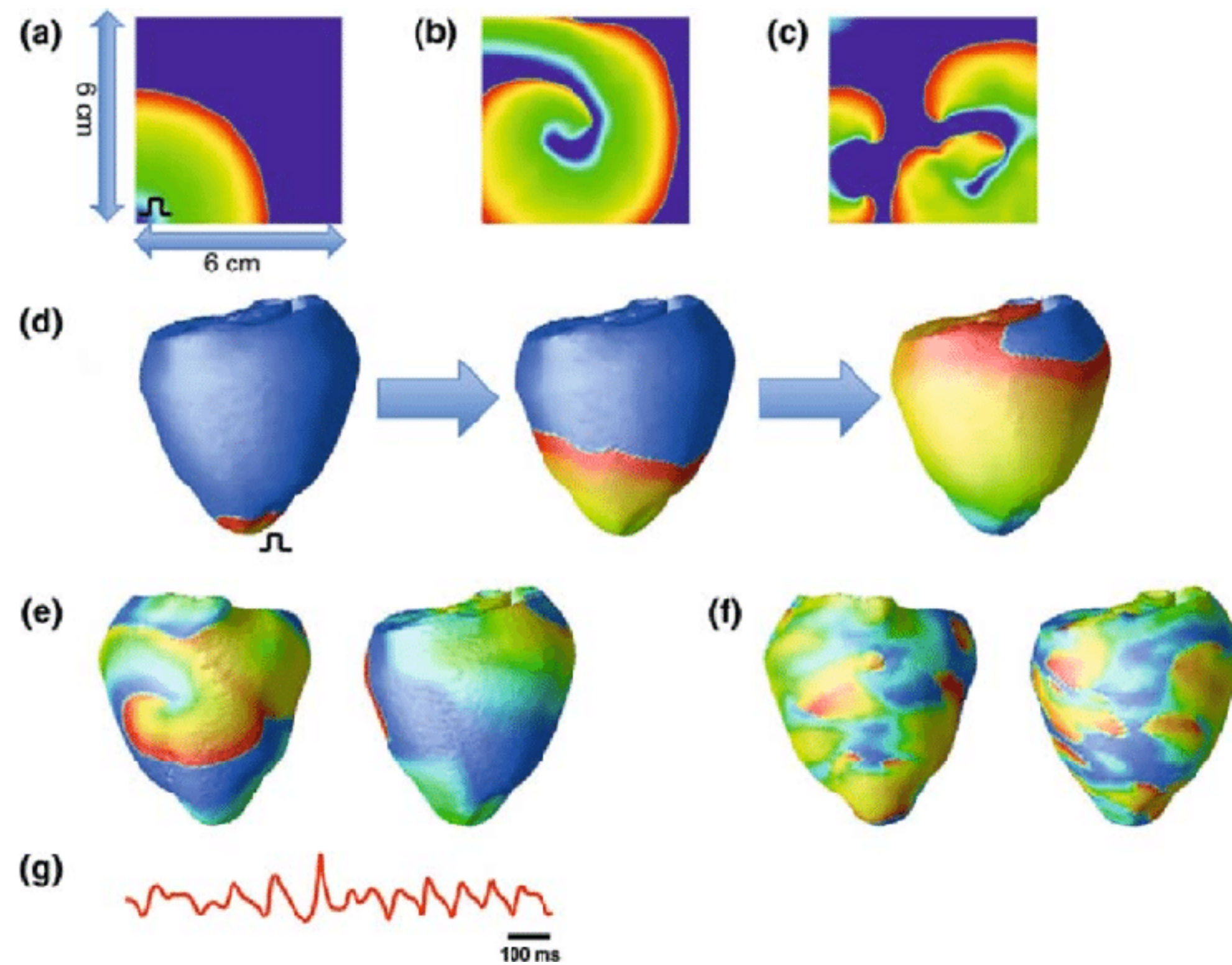
Refractair weefsel (met blokade)



Hartritmestoornissen

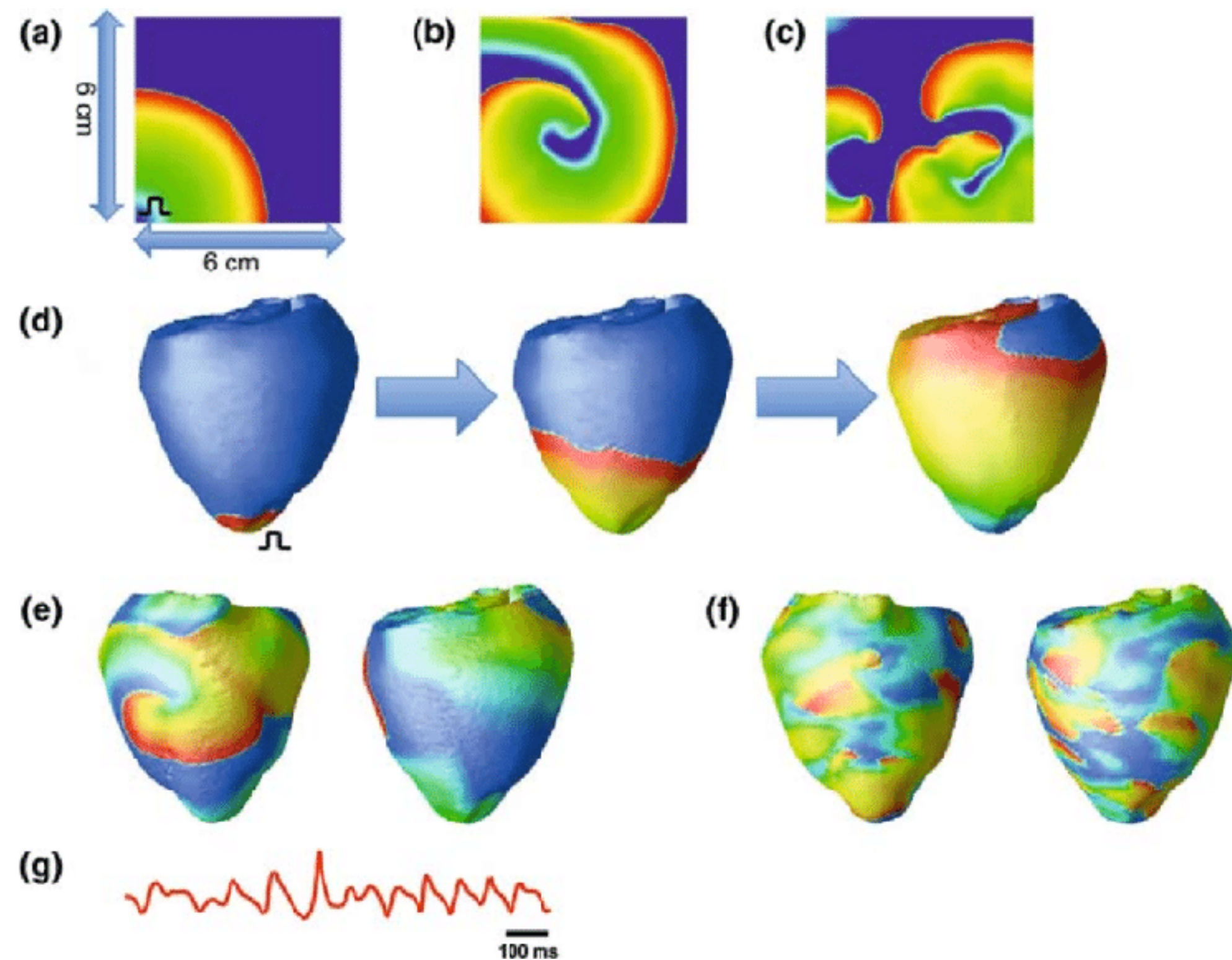


Hartritmestoornissen



Een aantal belangrijke eigenschappen

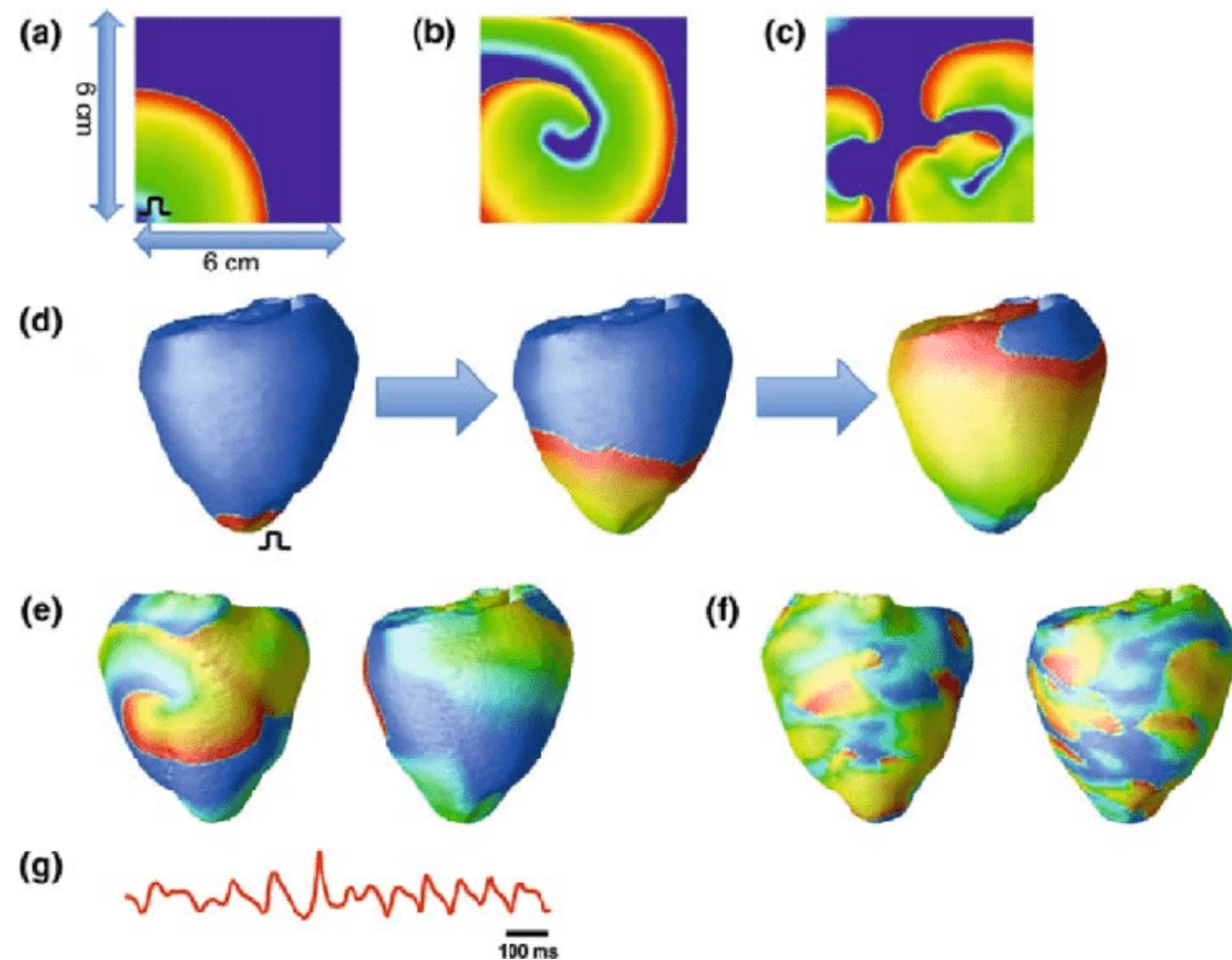
Hartritmestoornissen



Een aantal belangrijke eigenschappen

- Hartritmestoornissen zijn inderdaad veroorzaakt door “een actiepotentiaal dat omzichzelf heen krult”.

Hartritmestoornissen

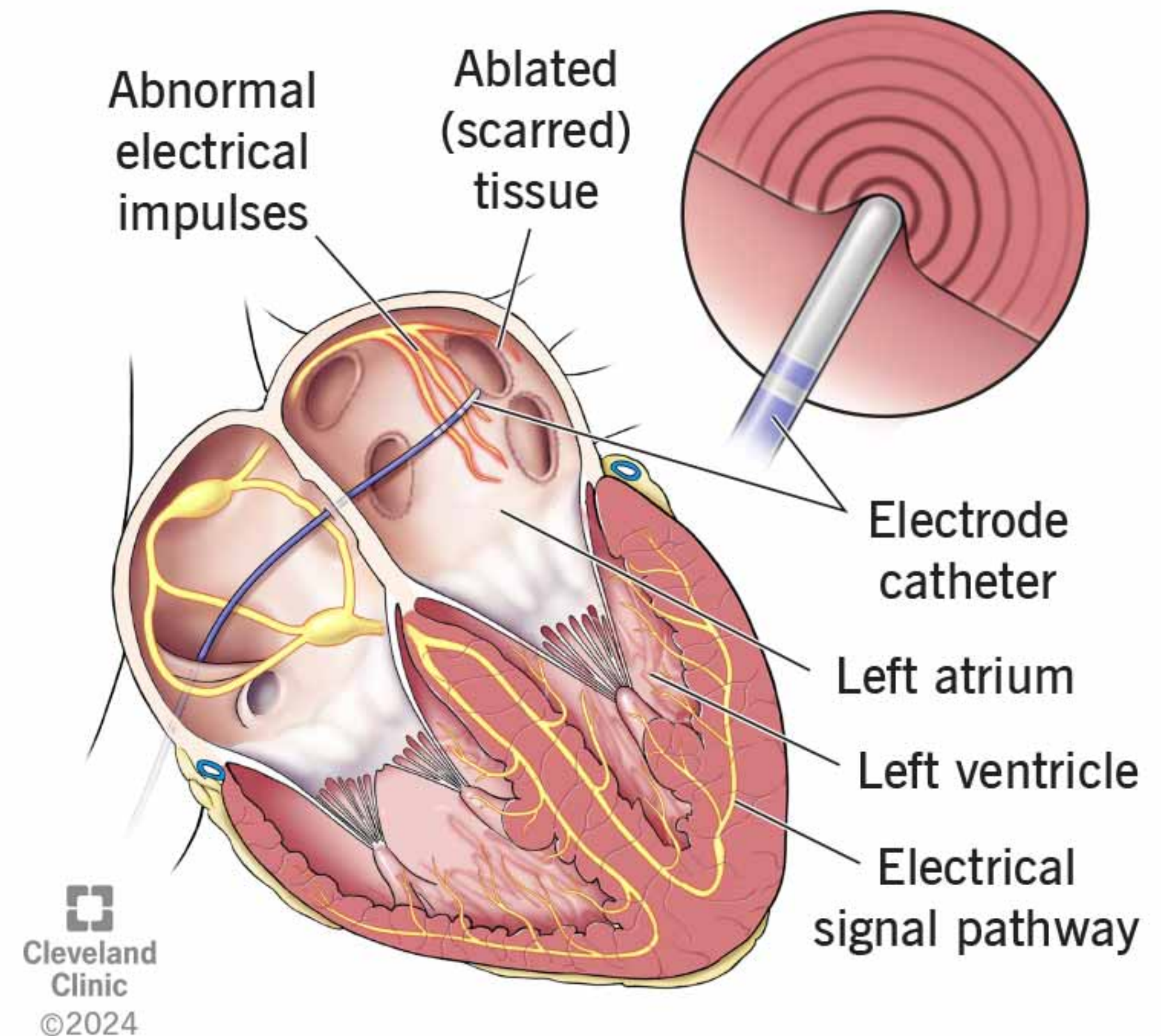
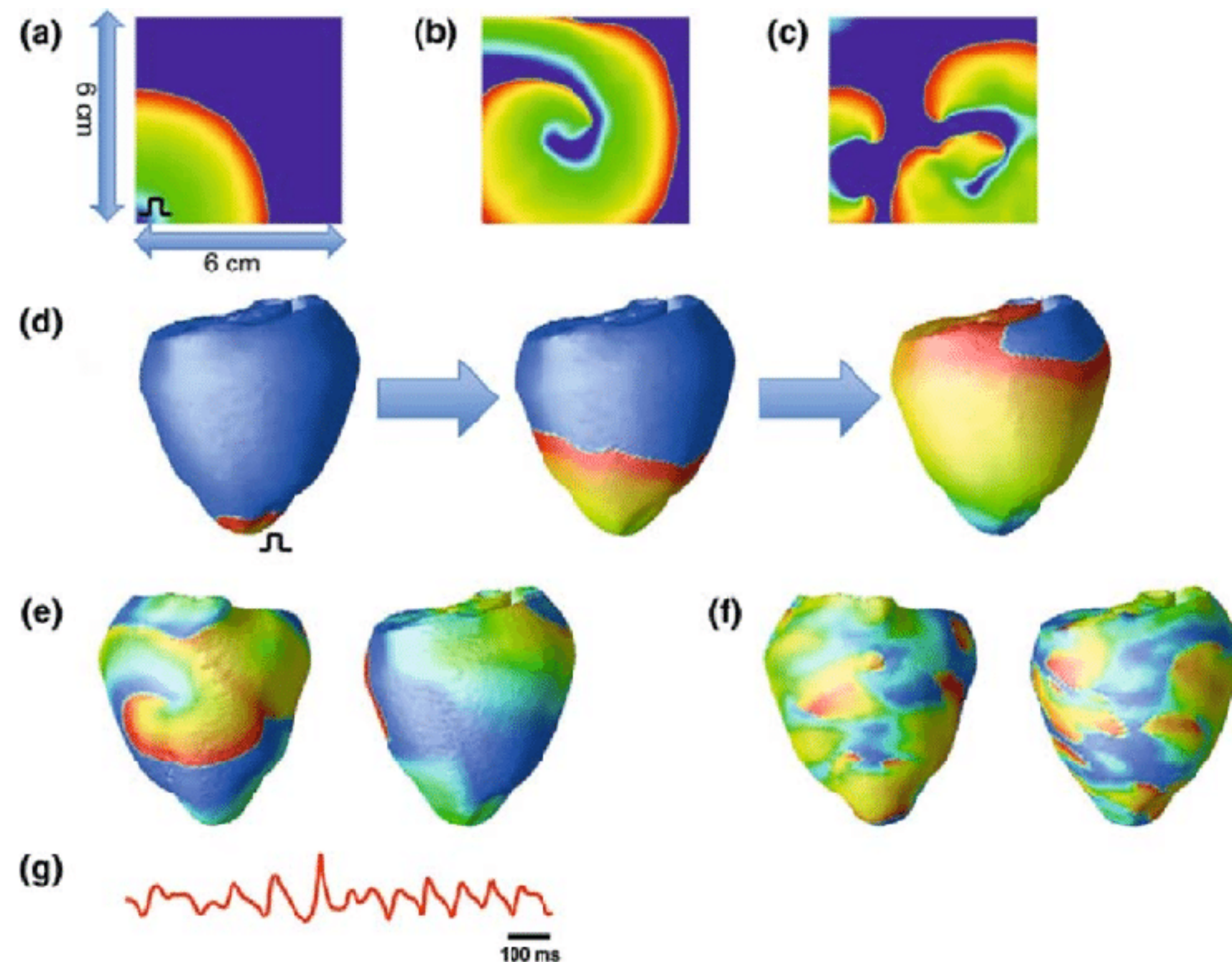


Een aantal belangrijke eigenschappen

- Hartritmestoornissen zijn inderdaad veroorzaakt door “een actiepotentiaal dat omzichzelf heen krult”.
- Hoe krijg je zo’n hart weer nogmaal?

Hartritmestoornissen

Cardiac ablation



Exciteerbare media

Exciteerbare media

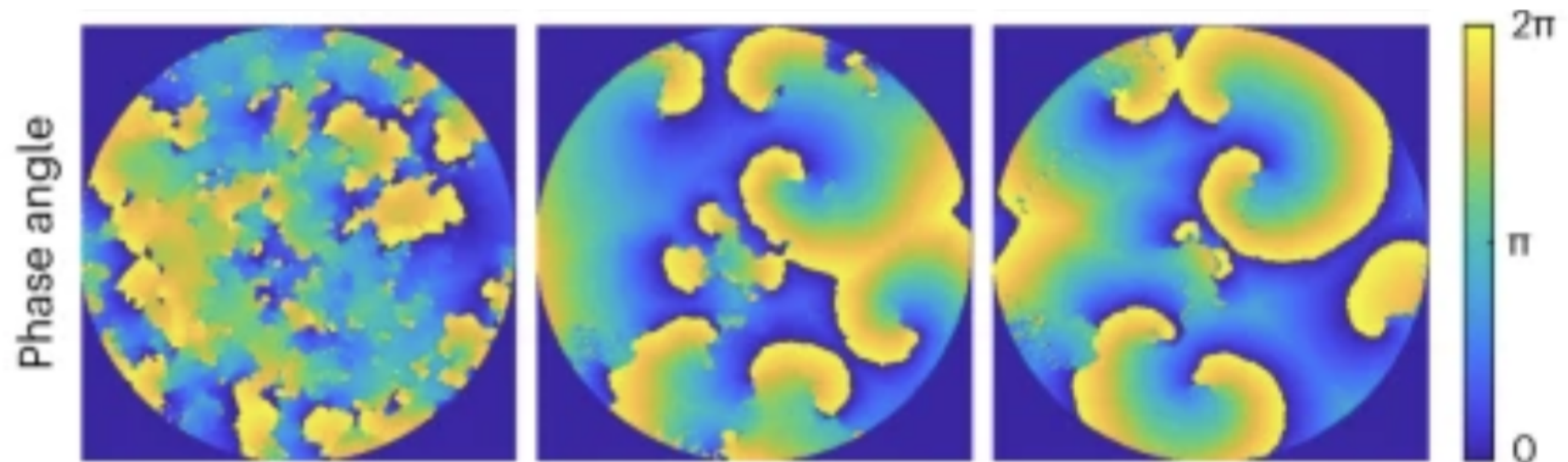
- Systemen waarin een **stimulus** een lokale reactie verzaken die zich vervolgens kan verspreiden, maar **daarna een refractaire periode heeft**; het is een tijdje ongevoelig voor diezelfde reactie.

Exciteerbare media

- Systemen waarin een **stimulus** een lokale reactie verzaken die zich vervolgens kan verspreiden, maar **daarna een refractaire periode heeft**; het is een tijdje ongevoelig voor diezelfde reactie.
- Niet alleen **chemische** reacties, maar ook andere biologische systemen

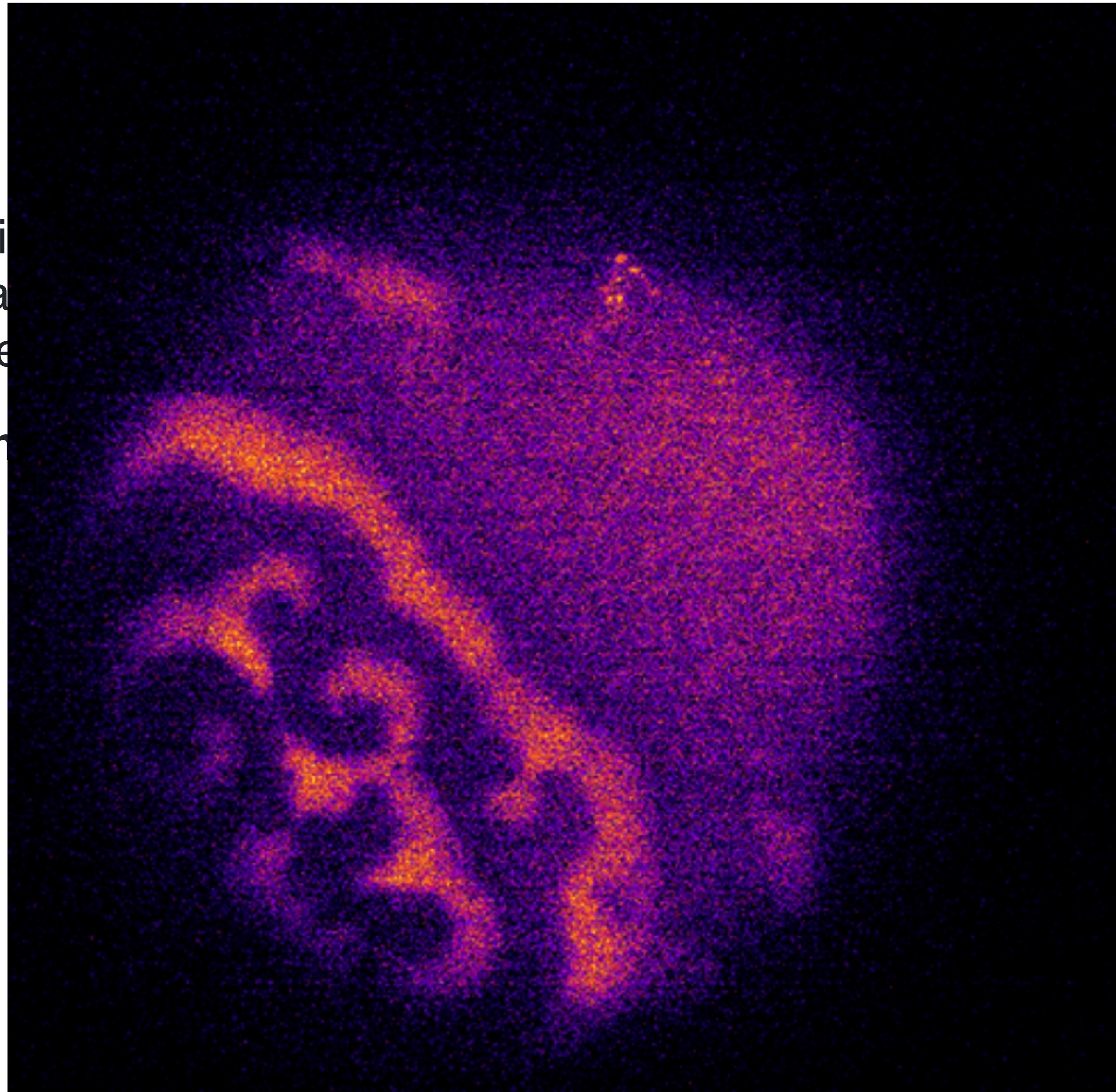
Exciteerbare media

- Systemen waarin een **stimulus** een lokale reactie verzaken die zich vervolgens kan verspreiden, maar **daarna een refractaire periode heeft**; het is een tijdje ongevoelig voor diezelfde reactie.
- Niet alleen **chemische** reacties, maar ook andere biologische systemen



Bacterial biofilms (Liu *et al.* 2024)

- Systemen waarin
verspreiden, maar
voor diezelfde re
- Niet alleen **chem**



vervolgens kan
tijdje ongevoelig
en

Exciteerbare media

- Systemen waarin een **stimulus** een lokale reactie verzaken die zich vervolgens kan verspreiden, maar **daarna een refractaire periode heeft**; het is een tijdje ongevoelig voor diezelfde reactie.
- Niet alleen **chemische** reacties, maar ook andere biologische systemen
- Biofilms.
- Slijmschimmels.
- Calciumgolven.
- Bosbranden.
- Ziektegolven.
- ... waar zullen we ze nog meer in ontdekken?

Hardnekkigheid van exciteerbare media

Waarom te weinig vaccineren echt vervelend uit kan pakken

Hardnekkigheid van exciteerbare media

Waarom te weinig vaccineren echt vervelend uit kan pakken

- Stel je voor: een ziektegolf over het continent van europa.

Hardnekkigheid van exciteerbare media

Waarom te weinig vaccineren echt vervelend uit kan pakken

- Stel je voor: een ziektegolf over het continent van europa.
- Na de golf is immuniteit toegenomen! (refractaire periode!)

Hardnekkigheid van exciteerbare media

Waarom te weinig vaccineren echt vervelend uit kan pakken

- Stel je voor: een ziektegolf over het continent van europa.
- Na de golf is immuniteit toegenomen! (refractaire periode!)
- Daardoor kan de golf maar 1 kant op! (opzich goed nieuws!)

Hardnekkigheid van exciteerbare media

Waarom te weinig vaccineren echt vervelend uit kan pakken

- Stel je voor: een ziektegolf over het continent van europa.
- Na de golf is immuniteit toegenomen! (refractaire periode!)
- Daardoor kan de golf maar 1 kant op! (opzich goed nieuws!)
- Uiteindelijk zal de ziekte dus ergens de muur lopen (meer goed nieuws!)

Hardnekkigheid van exciteerbare media

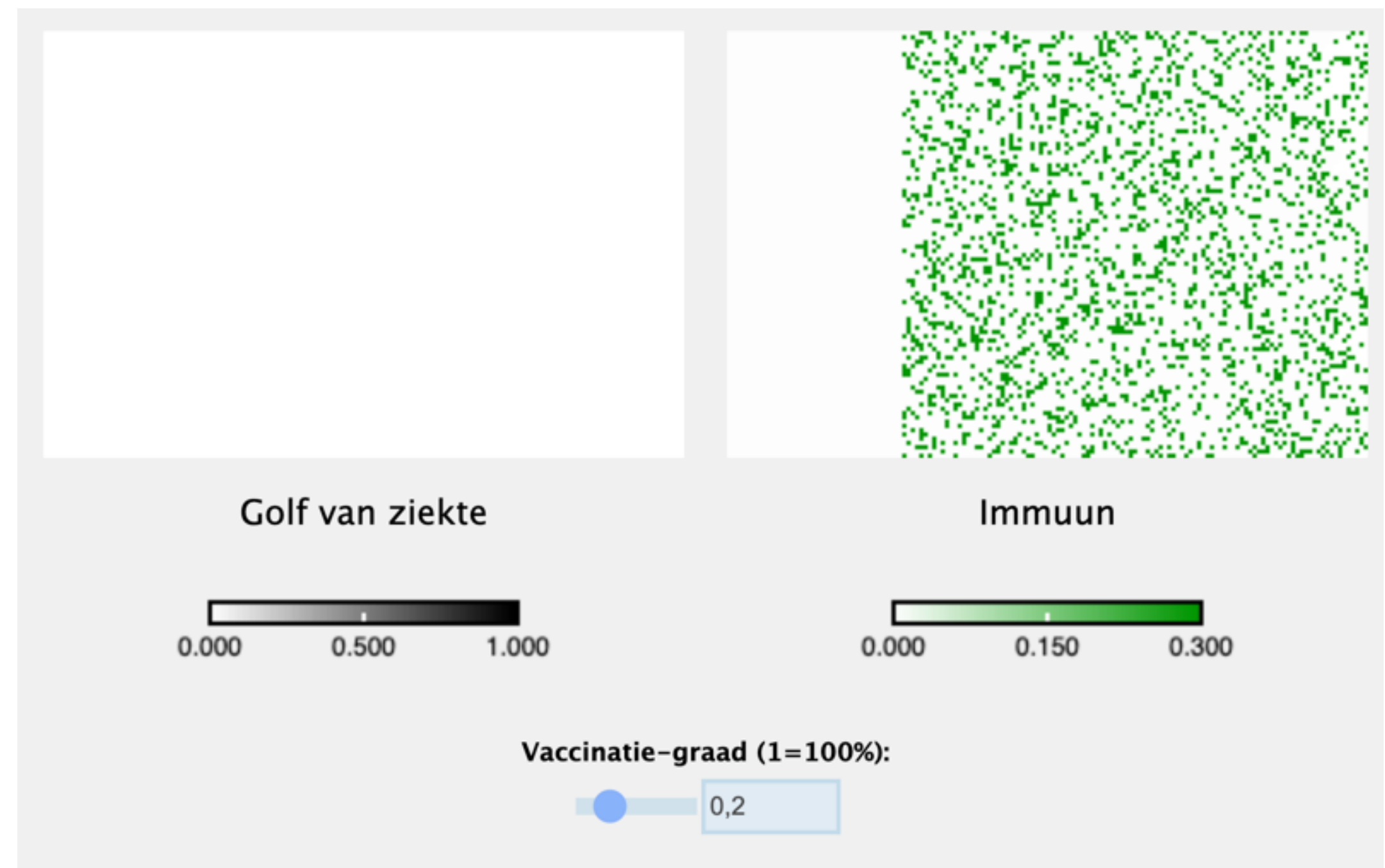
Waarom te weinig vaccineren echt vervelend uit kan pakken

- Stel je voor: een ziektegolf over het continent van europa.
- Na de golf is immuniteit toegenomen! (refractaire periode!)
- Daardoor kan de golf maar 1 kant op! (opzich goed nieuws!)
- Uiteindelijk zal de ziekte dus ergens de muur lopen (meer goed nieuws!)
- Maar: wat als deze toch ergens omheen kan draaien...

Hardnekkigheid van exciteerbare media

Waarom te weinig vaccineren echt vervelend uit kan pakken

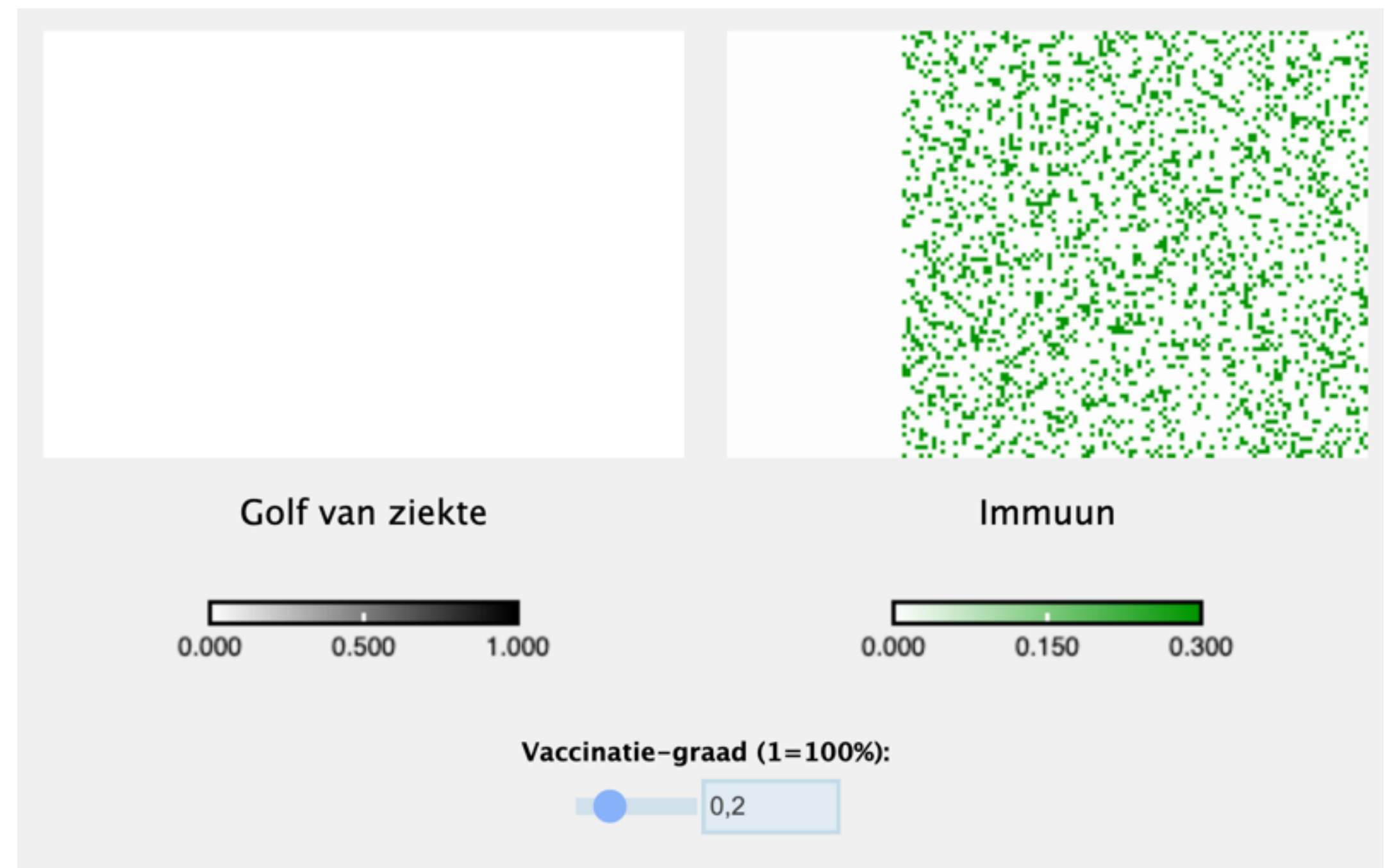
- Stel je voor: een ziektegolf over het continent van europa.
- Na de golf is immuniteit toegenomen! (refractaire periode!)
- Daardoor kan de golf maar 1 kant op! (opzich goed nieuws!)
- Uiteindelijk zal de ziekte dus ergens de muur lopen (meer goed nieuws!)
- Maar: wat als deze toch ergens omheen kan draaien...



Hardnekkigheid van exciteerbare media

Waarom te weinig vaccineren echt vervelend uit kan pakken

- Stel je voor: een ziektegolf over het continent van europa.
- Na de golf is immuniteit toegenomen! (refractaire periode!)
- Daardoor kan de golf maar 1 kant op! (opzich goed nieuws!)
- Uiteindelijk zal de ziekte dus ergens de muur lopen (meer goed nieuws!)
- Maar: wat als deze toch ergens omheen kan draaien...



<https://jsfiddle.net/bramvandijk88/vop87d2j/31/show>





- **Actiepotentialen** kunnen met complexe “realistische” modellen benaderd worden, maar ook met simpele “fenomenologische” modellen



- **Actiepotentialen** kunnen met complexe “realistische” modellen benaderd worden, maar ook met simpele “fenomenologische” modellen
- **Actiepotentialen** in een PDE (reactie-diffusie systeem) vormen staande golven (zoals op het hart!) → exciteerbare media (*excitable media*)



- **Actiepotentialen** kunnen met complexe “realistische” modellen benaderd worden, maar ook met simpele “fenomenologische” modellen
- **Actiepotentialen** in een PDE (reactie-diffusie systeem) vormen staande golven (zoals op het hart!) → exciteerbare media (*excitable media*)
- Een golf kan soms op zichzelf heen krullen... dit geeft spiralen. Deze zijn zeer **hardnekkig**.



- **Actiepotentialen** kunnen met complexe “realistische” modellen benaderd worden, maar ook met simpele “fenomenologische” modellen
- **Actiepotentialen** in een PDE (reactie-diffusie systeem) vormen staande golven (zoals op het hart!) → exciteerbare media (*excitable media*)
- Een golf kan soms op zichzelf heen krullen... dit geeft spiralen. Deze zijn zeer **hardnekkig**.
- Als je virtueel experimenteert (met virtuele harten, virtuele ziektegolven, *etc.*), vallen er ook alleen virtuele slachtoffers.



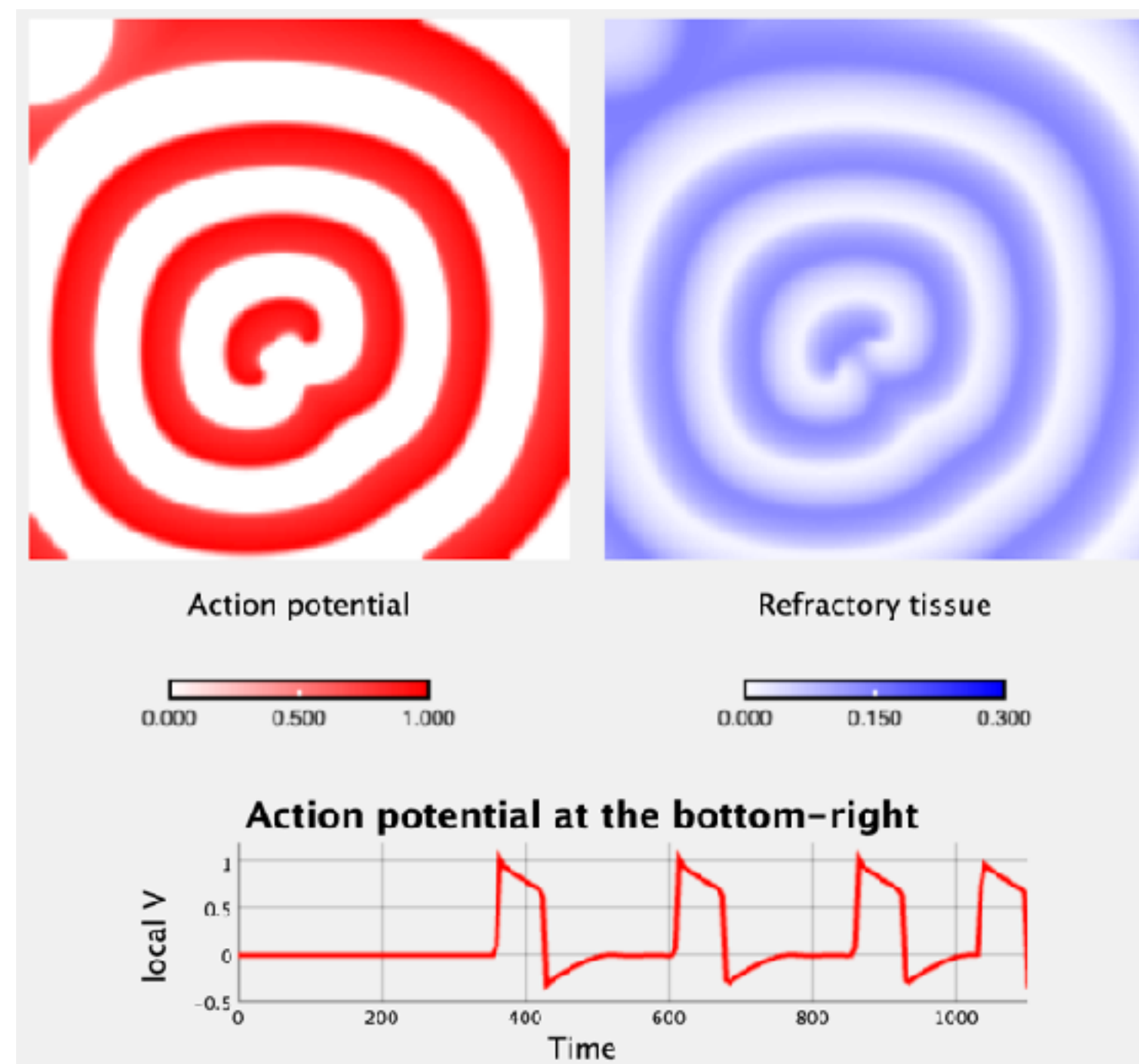
- **Actiepotentialen** kunnen met complexe “realistische” modellen benaderd worden, maar ook met simpele “fenomenologische” modellen
- **Actiepotentialen** in een PDE (reactie-diffusie systeem) vormen staande golven (zoals op het hart!) → exciteerbare media (*excitable media*)
- Een golf kan soms op zichzelf heen krullen... dit geeft spiralen. Deze zijn zeer **hardnekkig**.
- Als je virtueel experimenteert (met virtuele harten, virtuele ziektegolven, *etc.*), vallen er ook alleen virtuele slachtoffers.
- *Thinking the unthinkable*. Wie zou nou ooit op het idee gekomen zijn om met een laser hartweefsel te BESCHADIGEN, om zo iemands hartritmestoornis te repareren.

Maandag “responsiecollege”

Ik vat alles kort samen, en dan vragen uurkje.

Stuur je vragen naar b.vandijk@uu.nl (nu mag het!)

Werkcollege = 18.1 t/m 18.4



Daarna mini-project!