

Verteidigung Diplomarbeit

# Automatische Artefakterkennung in EEG-Daten mit künstlichen neuronalen Netzen

Andreas Romeyke

<mailto:andreas.romeyke@web.de>

<http://andreas-romeyke.de>

Dauer: ca. 30 min

Folie 2 / 19

⇒ ● Überblick . . . . . 2

● Artefakte zurückweisen . . . . . 4

● Artefakte automatisch zurückweisen . . . . . 6

● Ansatz mit künstlichen neuronalen Netzen . . . . . 7

● Multi Layer Perceptron . . . . . 8

● Varianten des Musterpräsentation . . . . . 14

● ANN mit statistischen Parametern 15

● Spezielle Technologien . . . . . 16

● Was kam heraus? 17

● Wie geht es weiter? . . . . . 19

# Überblick

1 – Überblick . . . . . 2

2 – Artefakte zurückweisen . . . . . 4

3 – Artefakte automatisch zurückweisen . . . . . 6

4 – Ansatz mit künstlichen neuronalen Netzen . . . . . 7

5 – Multi Layer Perceptron . . . . . 8

6 – Varianten des Musterpräsentation . . . . . 14

7 – ANN mit statistischen Parametern . . . . . 15

8 – Spezielle Technologien . . . . . 16

Folie 3 / 19

⇒ ● Überblick . . . . 2

● Artefakte  
zurückweisen . . . . 4

● Artefakte auto-  
matisch zurück-  
weisen . . . . 6

● Ansatz mit  
künstlichen  
neuronalen  
Netzen . . . . 7

● Multi Layer Per-  
ceptron . . . . 8

● Varianten des  
Musterpräsen-  
tation . . . . 14

● ANN mit statisti-  
schen Parametern 15

● Spezielle Tech-  
nologien . . . . 16

● Was kam heraus? 17

● Wie geht es wei-  
ter? . . . . . 19

9 – Was kam heraus? . . . . . .17

10 – Wie geht es weiter? . . . . . .19

Folie 4 / 19

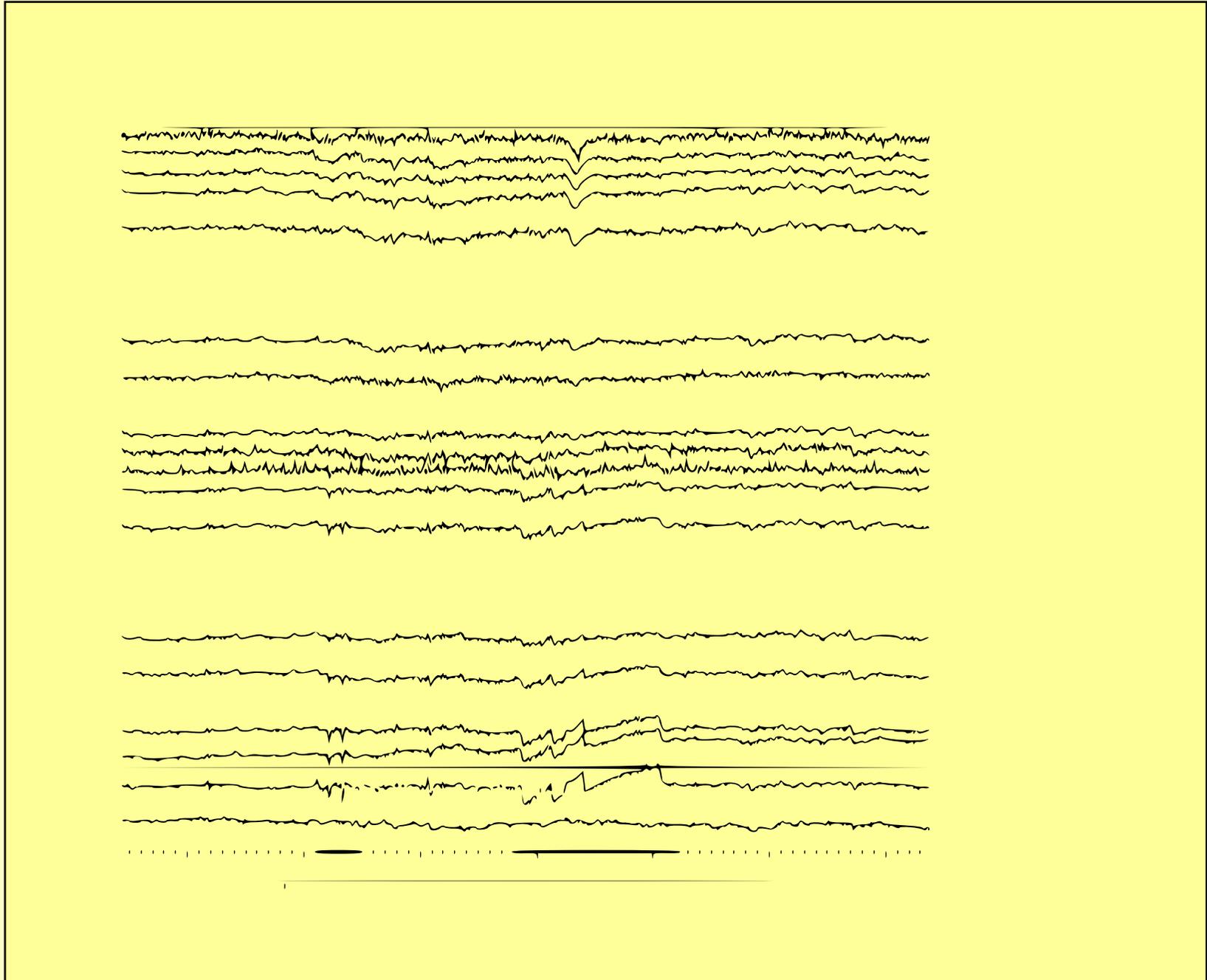
- ✓ ● Überblick . . . . 2
- ⇒ ● Artefakte zurückweisen . . . . 4
- Artefakte automatisch zurückweisen . . . . 6
- Ansatz mit künstlichen neuronalen Netzen . . . . 7
- Multi Layer Perceptron . . . . 8
- Varianten des Musterpräsentation . . . . 14
- ANN mit statistischen Parametern 15
- Spezielle Technologien . . . . 16
- Was kam heraus? 17
- Wie geht es weiter? . . . . . 19

## Artefakte zurückweisen

- Was sind Artefakte?
- Warum Artefakte zurückweisen?
  - störend bei wissenschaftlicher Auswertung

Folie 5 / 19

- ✓ ● Überblick . . . . . 2
- ⇒ ● Artefakte zurückweisen . . . . . 4
- Artefakte automatisch zurückweisen . . . . . 6
- Ansatz mit künstlichen neuronalen Netzen . . . . . 7
- Multi Layer Perceptron . . . . . 8
- Varianten der Musterpräsentation . . . . . 14
- ANN mit statistischen Parametern 15
- Spezielle Technologien . . . . . 16
- Was kam heraus? 17
- Wie geht es weiter? . . . . . 19



Folie 6 / 19

- ✓ ● Überblick . . . . . 2
- ✓ ● Artefakte zurückweisen . . . . . 4
- ⇒ ● Artefakte automatisch zurückweisen . . . . . 6
  - Ansatz mit künstlichen neuronalen Netzen . . . . . 7
  - Multi Layer Perceptron . . . . . 8
  - Varianten der Musterpräsentation . . . . . 14
  - ANN mit statistischen Parametern 15
  - Spezielle Technologien . . . . . 16
  - Was kam heraus? 17
  - Wie geht es weiter? . . . . . 19

## Artefakte automatisch zurückweisen

- Warum Artefakte automatisch zurückweisen?
  - zeit- und nervenaufreibende Arbeit für Menschen
  - Geschwindigkeit
  
- Wie Artefakte automatisch zurückweisen?
  - Schwellwerte
  - Lern- und Klassifizierungsverfahren

Folie 7 / 19

- ✓ ● Überblick . . . . . 2
- ✓ ● Artefakte zurückweisen . . . . . 4
- ✓ ● Artefakte automatisch zurückweisen . . . . . 6
- ⇒ ● Ansatz mit künstlichen neuronalen Netzen . . . . . 7
- Multi Layer Perceptron . . . . . 8
- Varianten des Musterpräsentation . . . . . 14
- ANN mit statistischen Parametern 15
- Spezielle Technologien . . . . . 16
- Was kam heraus? 17
- Wie geht es weiter? . . . . . 19

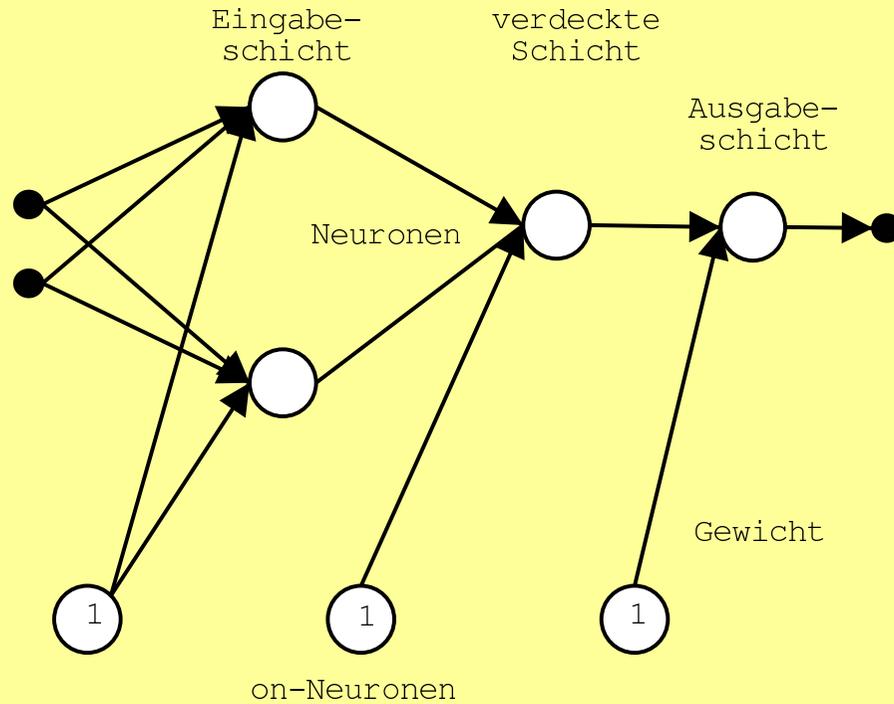
## Ansatz mit künstlichen neuronalen Netzen

- Art der Erkennung
  - Prädiktor
  - Klassifikator
  
- Art der Zeitberücksichtigung
  - Musterpräsentation
  - Rückkopplung

Folie 8 / 19

- ✓ ● Überblick . . . . . 2
- ✓ ● Artefakte zurückweisen . . . . . 4
- ✓ ● Artefakte automatisch zurückweisen . . . . . 6
- ✓ ● Ansatz mit künstlichen neuronalen Netzen . . . . . 7
- ⇒ ● Multi Layer Perceptron . . . . . 8
- Varianten des Musterpräsentation . . . . . 14
- ANN mit statistischen Parametern 15
- Spezielle Technologien . . . . . 16
- Was kam heraus? 17
- Wie geht es weiter? . . . . . 19

## Multi Layer Perceptron



Folie 9 / 19

- ✓ ● Überblick . . . . . 2
- ✓ ● Artefakte zurückweisen . . . . . 4
- ✓ ● Artefakte automatisch zurückweisen . . . . . 6
- ✓ ● Ansatz mit künstlichen neuronalen Netzen . . . . . 7
- ⇒ ● Multi Layer Perceptron . . . . . 8
  - Varianten des Musterpräsentation . . . . . 14
  - ANN mit statistischen Parametern 15
  - Spezielle Technologien . . . . . 16
  - Was kam heraus? 17
  - Wie geht es weiter? . . . . . 19

Beispiel:

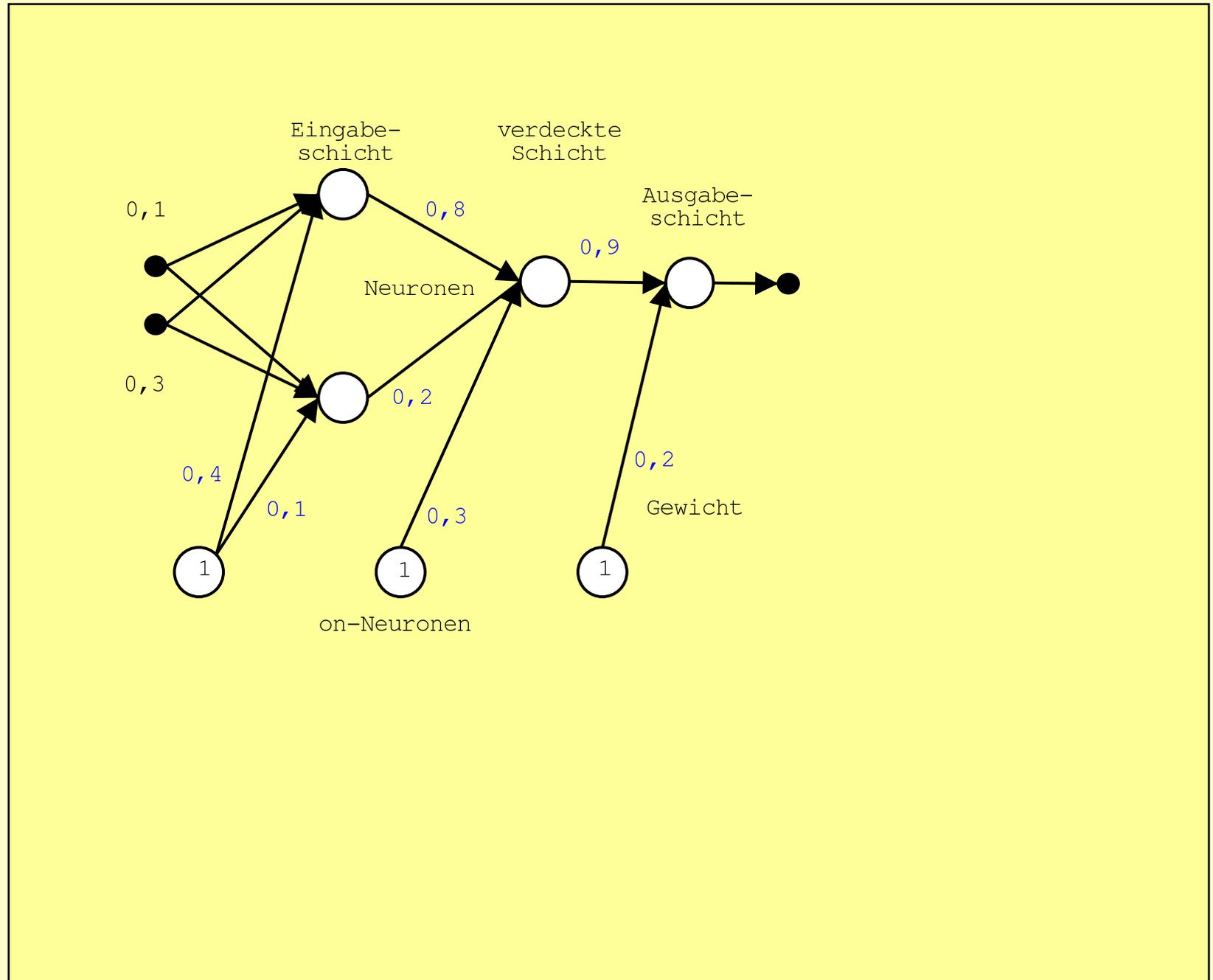
- Aktivierungsfunktion:

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

- Aufgabe: Berechnung Durchschnitt

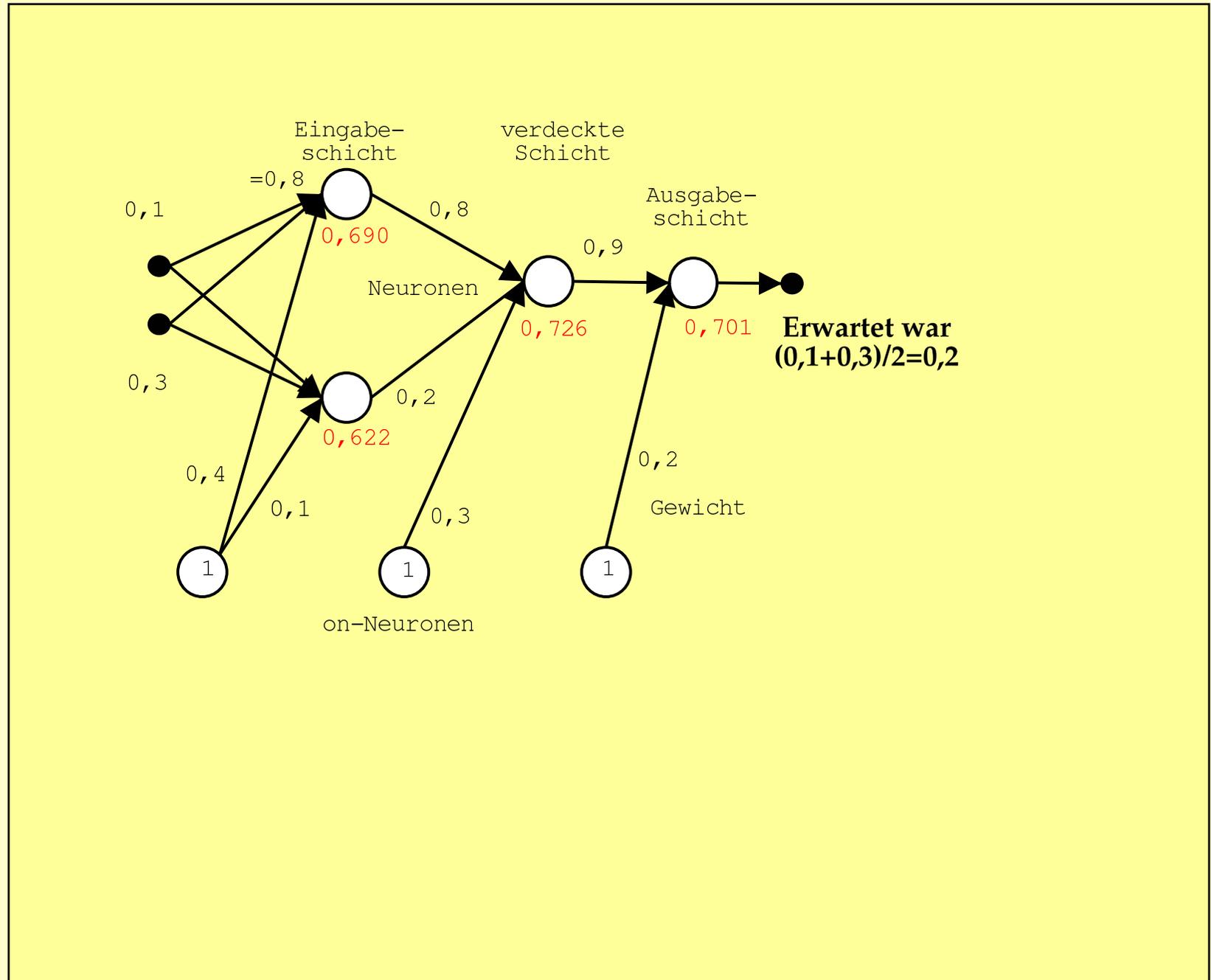
Folie 10 / 19

- ✓ ● Überblick . . . . . 2
- ✓ ● Artefakte zurückweisen . . . . . 4
- ✓ ● Artefakte automatisch zurückweisen . . . . . 6
- ✓ ● Ansatz mit künstlichen neuronalen Netzen . . . . . 7
- ⇒ ● Multi Layer Perceptron . . . . . 8
- Varianten des Musterpräsentation . . . . . 14
- ANN mit statistischen Parametern 15
- Spezielle Technologien . . . . . 16
- Was kam heraus? 17
- Wie geht es weiter? . . . . . 19



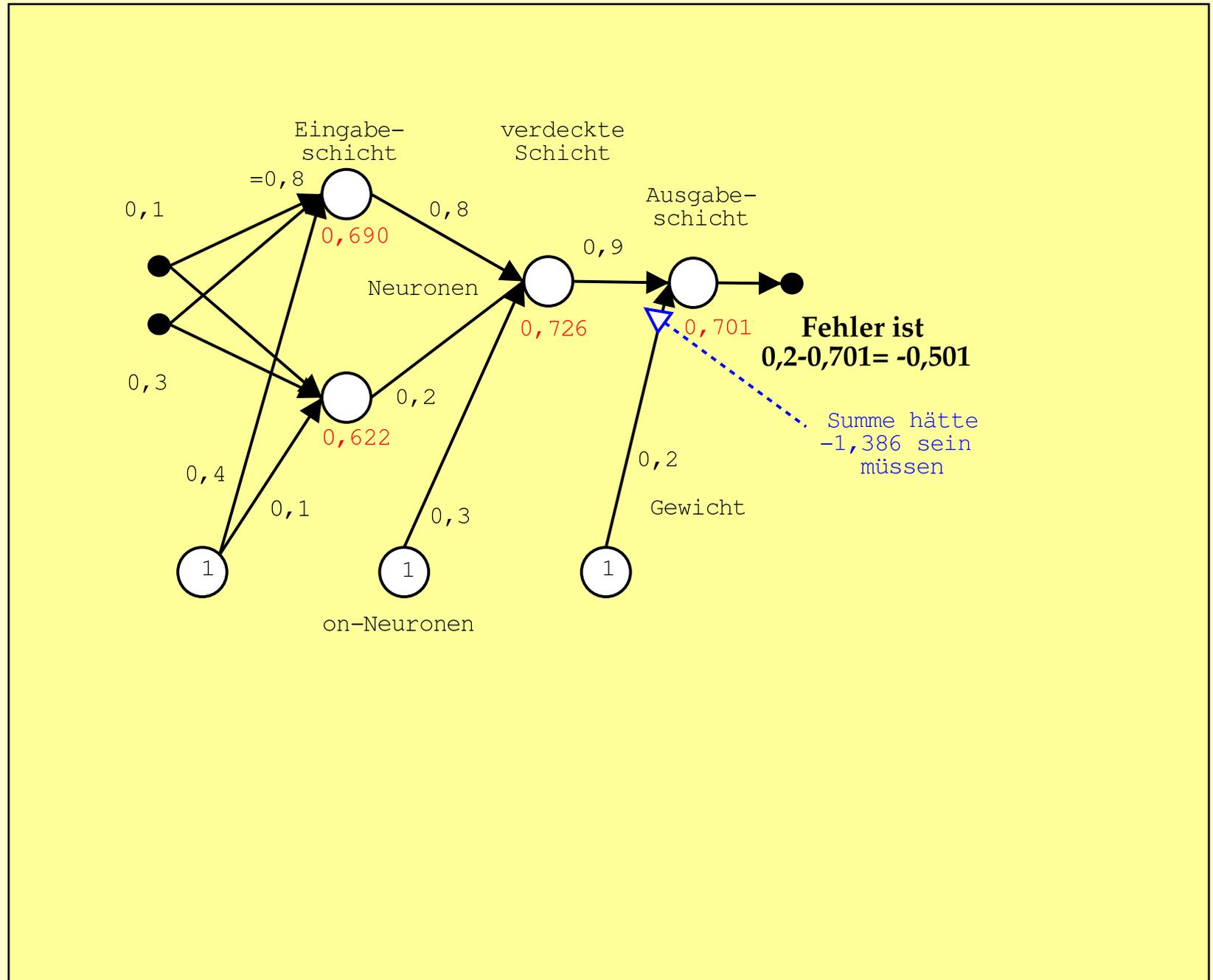
Folie 11 / 19

- ✓ ● Überblick . . . . . 2
- ✓ ● Artefakte zurückweisen . . . . . 4
- ✓ ● Artefakte automatisch zurückweisen . . . . . 6
- ✓ ● Ansatz mit künstlichen neuronalen Netzen . . . . . 7
- ⇒ ● Multi Layer Perceptron . . . . . 8
- Varianten des Musterpräsentation . . . . . 14
- ANN mit statistischen Parametern 15
- Spezielle Technologien . . . . . 16
- Was kam heraus? 17
- Wie geht es weiter? . . . . . 19



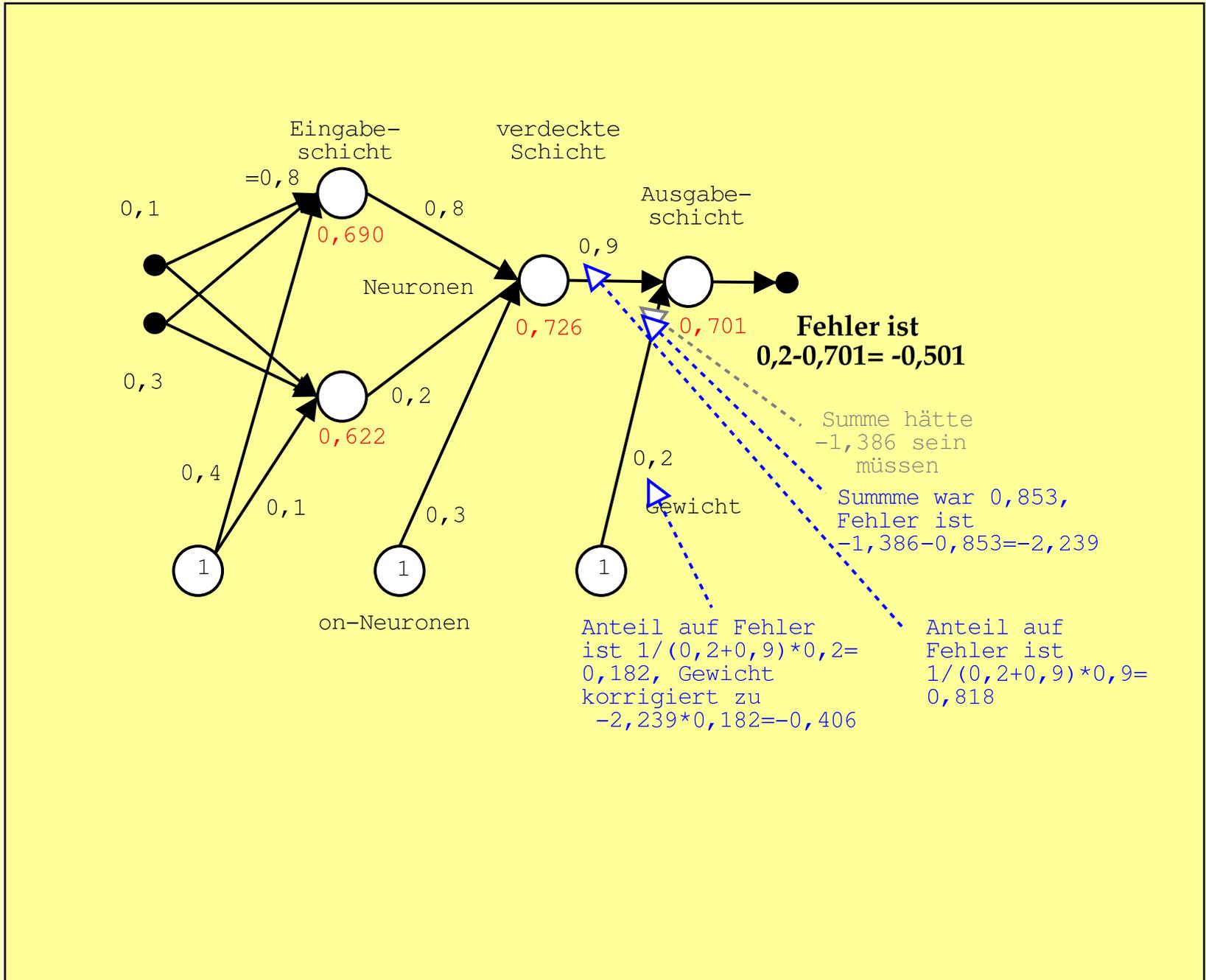
Folie 12 / 19

- ✓ ● Überblick . . . . . 2
- ✓ ● Artefakte zurückweisen . . . . . 4
- ✓ ● Artefakte automatisch zurückweisen . . . . . 6
- ✓ ● Ansatz mit künstlichen neuronalen Netzen . . . . . 7
- ⇒ ● Multi Layer Perceptron . . . . . 8
- Varianten des Musterpräsentation . . . . . 14
- ANN mit statistischen Parametern 15
- Spezielle Technologien . . . . . 16
- Was kam heraus? 17
- Wie geht es weiter? . . . . . 19



Folie 13 / 19

- ✓ ● Überblick . . . . . 2
- ✓ ● Artefakte zurückweisen . . . . . 4
- ✓ ● Artefakte automatisch zurückweisen . . . . . 6
- ✓ ● Ansatz mit künstlichen neuronalen Netzen . . . . . 7
- ⇒ ● Multi Layer Perceptron . . . . . 8
- Varianten des Musterpräsentation . . . . . 14
- ANN mit statistischen Parametern 15
- Spezielle Technologien . . . . . 16
- Was kam heraus? 17
- Wie geht es weiter? . . . . . 19



Folie 14 / 19

- ✓ ● Überblick . . . . . 2
- ✓ ● Artefakte zurückweisen . . . . . 4
- ✓ ● Artefakte automatisch zurückweisen . . . . . 6
- ✓ ● Ansatz mit künstlichen neuronalen Netzen . . . . . 7
- ✓ ● Multi Layer Perceptron . . . . . 8
- ⇒ ● Varianten des Musterpräsentation . . . . . 14
  - ANN mit statistischen Parametern 15
  - Spezielle Technologien . . . . . 16
  - Was kam heraus? 17
  - Wie geht es weiter? . . . . . 19

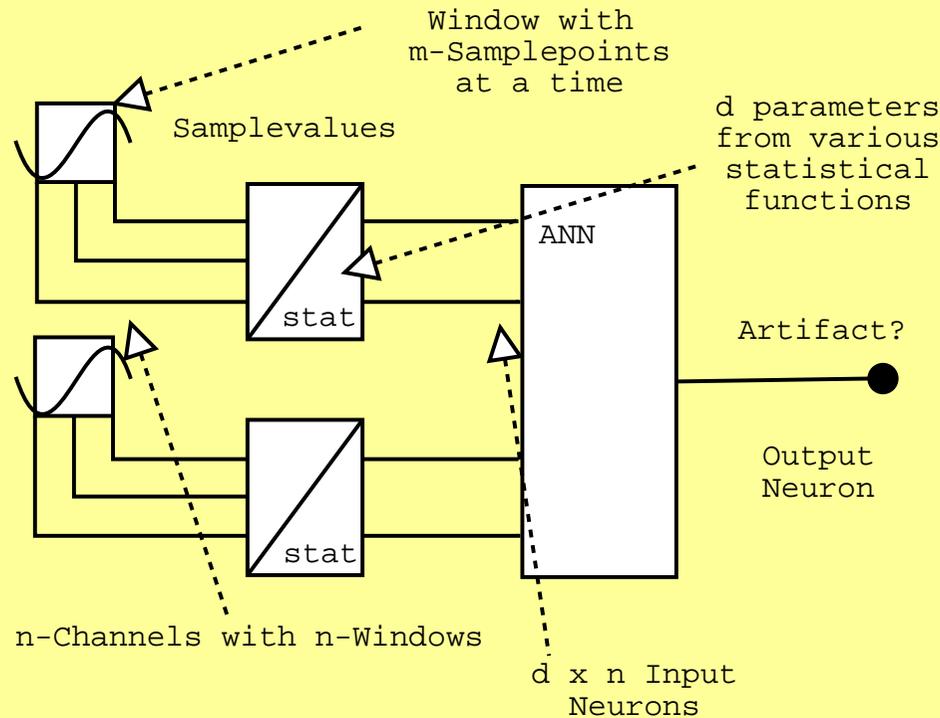
## Varianten des Musterpräsentation

- mit Eingangsfenster und zugeordnetem Ausgangsfenster
  
- mit Eingangsfenster und Artefaktanteil

Folie 15 / 19

- ✓ ● Überblick . . . . . 2
- ✓ ● Artefakte zurückweisen . . . . . 4
- ✓ ● Artefakte automatisch zurückweisen . . . . . 6
- ✓ ● Ansatz mit künstlichen neuronalen Netzen . . . . . 7
- ✓ ● Multi Layer Perceptron . . . . . 8
- ✓ ● Varianten der Musterpräsentation . . . . . 14
- ⇒ ● ANN mit statistischen Parametern 15
- Spezielle Technologien . . . . . 16
- Was kam heraus? 17
- Wie geht es weiter? . . . . . 19

**ANN mit statistischen Parametern**



Eingangswerte sind statistische Kenngrößen

Folie 16 / 19

- ✓ ● Überblick . . . . . 2
- ✓ ● Artefakte zurückweisen . . . . . 4
- ✓ ● Artefakte automatisch zurückweisen . . . . . 6
- ✓ ● Ansatz mit künstlichen neuronalen Netzen . . . . . 7
- ✓ ● Multi Layer Perceptron . . . . . 8
- ✓ ● Varianten des Musterpräsentation . . . . . 14
- ✓ ● ANN mit statistischen Parametern 15
- ⇒ ● Spezielle Technologien . . . . . 16
  - Was kam heraus? 17
  - Wie geht es weiter? . . . . . 19

## Spezielle Technologien

- standardisierte Kanalzuordnung
- Normierung der EEG-Daten, zB.:

$$x_{i\text{norm}} = \frac{x_i - \hat{x}}{\sigma}$$

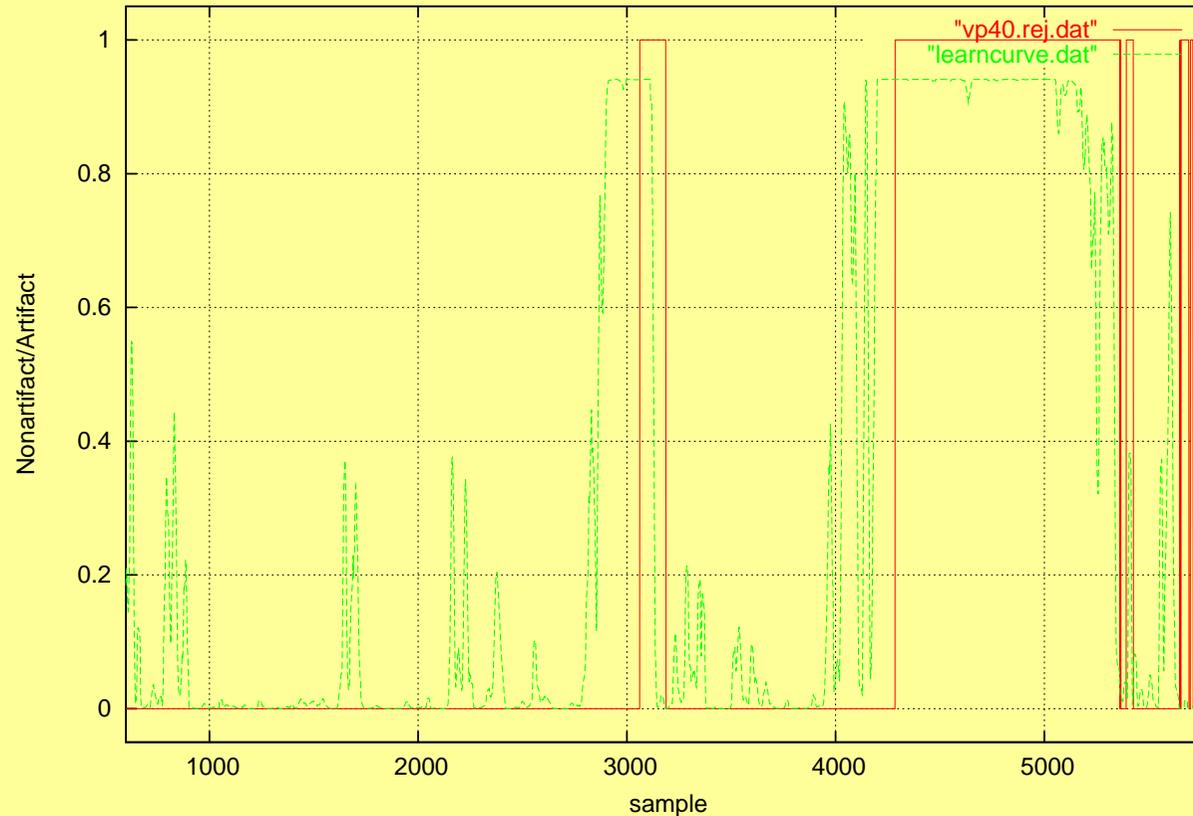
- Grenzen zwischen Artefakt und Nichtartefakt
- Minimierung Fehler in der Ausgabe
  - Mittelwertbildung
  - Zustandsautomat

Folie 17 / 19

- ✓ ● Überblick . . . . . 2
- ✓ ● Artefakte zurückweisen . . . . . 4
- ✓ ● Artefakte automatisch zurückweisen . . . . . 6
- ✓ ● Ansatz mit künstlichen neuronalen Netzen . . . . . 7
- ✓ ● Multi Layer Perceptron . . . . . 8
- ✓ ● Varianten des Musterpräsentation . . . . . 14
- ✓ ● ANN mit statistischen Parametern 15
- ✓ ● Spezielle Technologien . . . . . 16
- ⇒ ● Was kam heraus? 17
- Wie geht es weiter? . . . . . 19

# Was kam heraus?

REJ Example



$10^8$  Lernschritte,  $l=0,09$

Folie 18 / 19

- ✓ ● Überblick . . . . . 2
- ✓ ● Artefakte zurückweisen . . . . . 4
- ✓ ● Artefakte automatisch zurückweisen . . . . . 6
- ✓ ● Ansatz mit künstlichen neuronalen Netzen . . . . . 7
- ✓ ● Multi Layer Perceptron . . . . . 8
- ✓ ● Varianten des Musterpräsentation . . . . . 14
- ✓ ● ANN mit statistischen Parametern 15
- ✓ ● Spezielle Technologien . . . . . 16
- ⇒ ● Was kam heraus? 17
- Wie geht es weiter? . . . . . 19

Es funktioniert prinzipiell, aber

- Problem untersch. Artefakte
- Problem Normierung Daten
- Problem Klassifizierung Artefakte für Trainingsdaten

Folie 19 / 19

- ✓ ● Überblick . . . . . 2
- ✓ ● Artefakte zurückweisen . . . . . 4
- ✓ ● Artefakte automatisch zurückweisen . . . . . 6
- ✓ ● Ansatz mit künstlichen neuronalen Netzen . . . . . 7
- ✓ ● Multi Layer Perceptron . . . . . 8
- ✓ ● Varianten des Musterpräsentation . . . . . 14
- ✓ ● ANN mit statistischen Parametern 15
- ✓ ● Spezielle Technologien . . . . . 16
- ✓ ● Was kam heraus? 17
- ⇒ ● Wie geht es weiter? . . . . . 19

## Wie geht es weiter?

- pro Artefakttyp klassifizieren
- pro Kanal klassifizieren
- ggf. PCA- oder ICA basierte Vorverarbeitung

Folie 19 / 19

- ✓ ● Überblick . . . . 2
- ✓ ● Artefakte zurückweisen . . 4
- ✓ ● Artefakte automatisch zurückweisen . . . . 6
- ✓ ● Ansatz mit künstlichen neuronalen Netzen . . . . 7
- ✓ ● Multi Layer Perceptron . . . . 8
- ✓ ● Varianten des Musterpräsentation . . . . 14
- ✓ ● ANN mit statistischen Parametern 15
- ✓ ● Spezielle Technologien . . . . 16
- ✓ ● Was kam heraus? 17
- ⇒ ● Wie geht es weiter? . . . . . 19

## Wie geht es weiter?

- pro Artefakttyp klassifizieren
- pro Kanal klassifizieren
- ggf. PCA- oder ICA basierte Vorverarbeitung

Fragen?

Folie 19 / 19

- ✓ ● Überblick . . . . . 2
- ✓ ● Artefakte zurückweisen . . . . . 4
- ✓ ● Artefakte automatisch zurückweisen . . . . . 6
- ✓ ● Ansatz mit künstlichen neuronalen Netzen . . . . . 7
- ✓ ● Multi Layer Perceptron . . . . . 8
- ✓ ● Varianten des Musterpräsentation . . . . . 14
- ✓ ● ANN mit statistischen Parametern 15
- ✓ ● Spezielle Technologien . . . . . 16
- ✓ ● Was kam heraus? 17
- ⇒ ● Wie geht es weiter? . . . . . 19

## Wie geht es weiter?

- pro Artefakttyp klassifizieren
- pro Kanal klassifizieren
- ggf. PCA- oder ICA basierte Vorverarbeitung

Fragen? Danke für Ihr Interesse.