

# Backpropagation

## Fehlerrückführung

Zutaten:

1. Fehler
2. Loss-Funktion
3. „Fehlerberg“
4. Gradientenabstieg

# Fehler

Zutaten:

1. Beobachtung

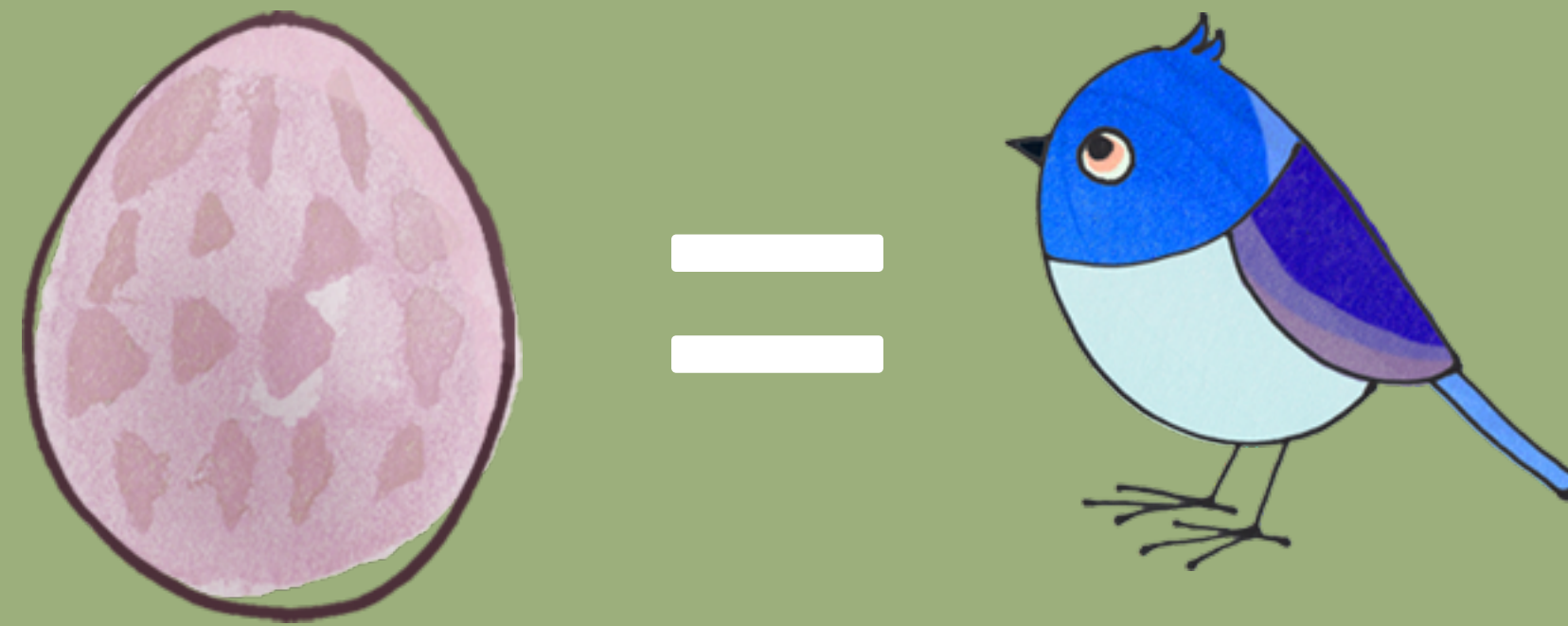
# Beobachtung



# Beobachtung



# Beobachtung



# Fehler

Zutaten:

1. Beobachtung

# Fehler

Zutaten:

1. Beobachtung → Label

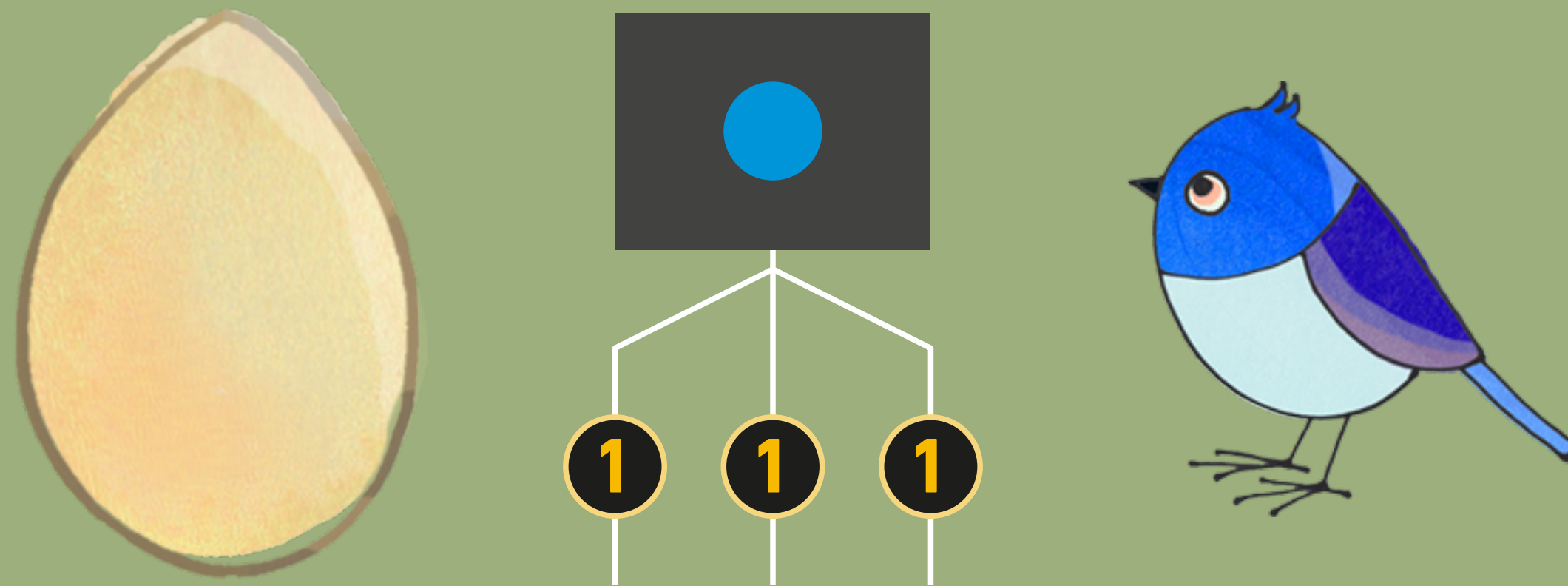


# Fehler

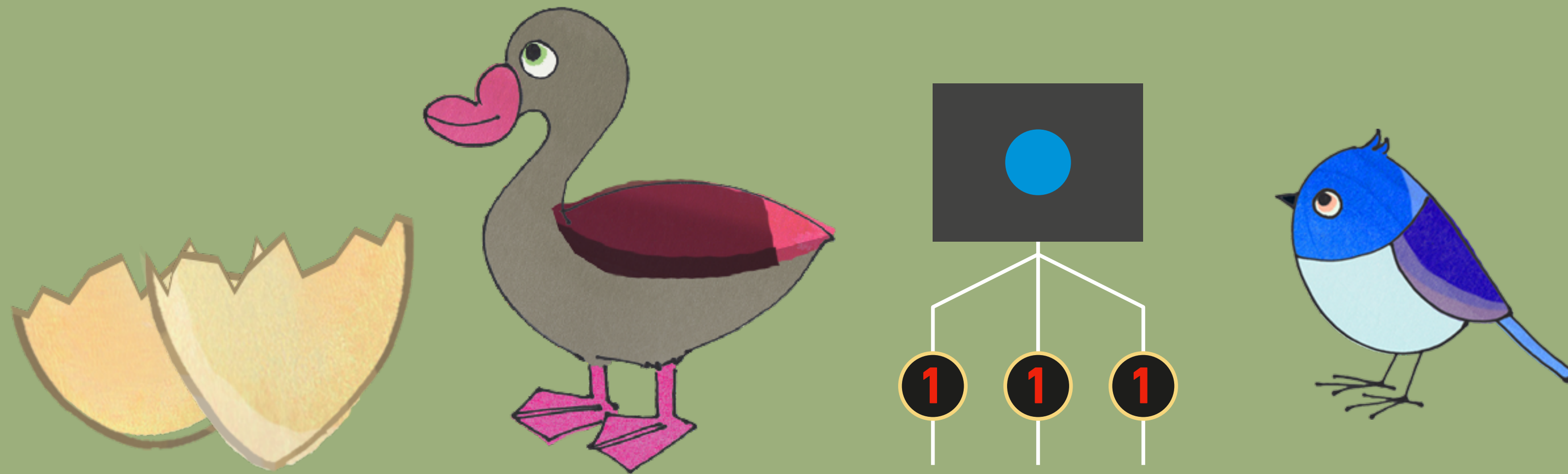
Zutaten:

1. Beobachtung → Label
2. Vorhersage

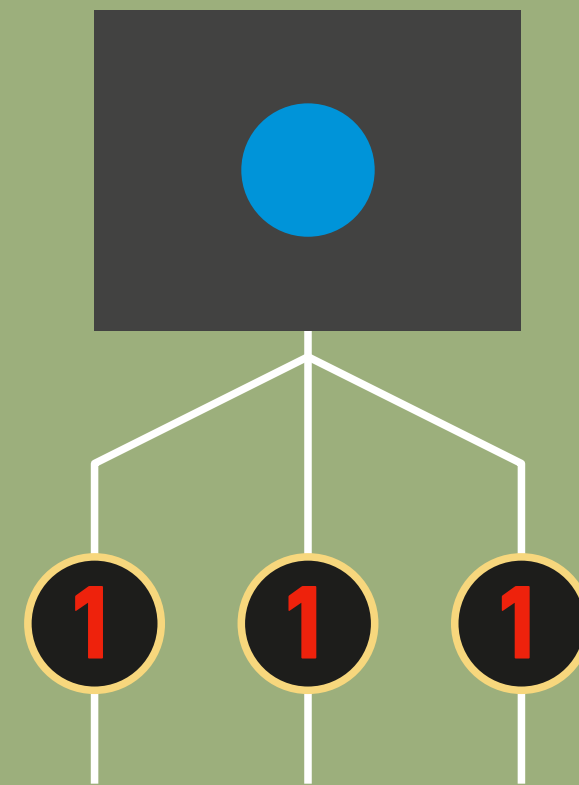
# Vorhersage



# Vorhersage

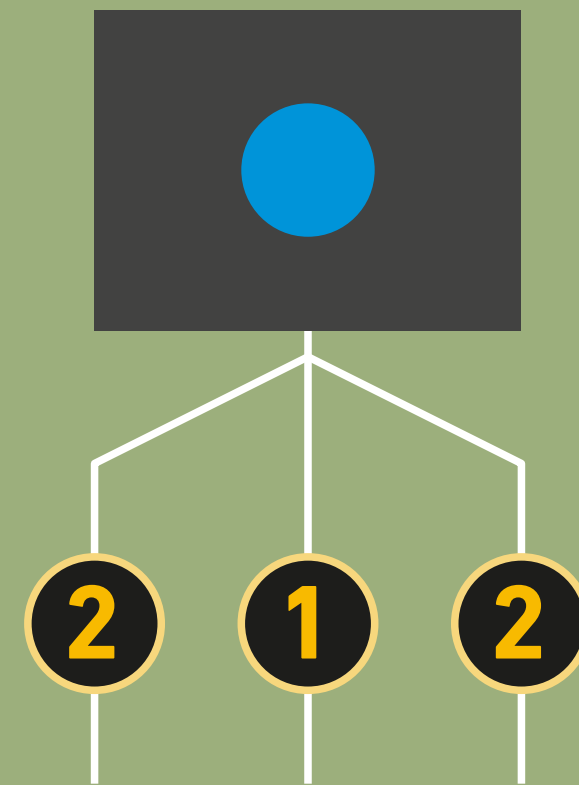


# Vorhersage



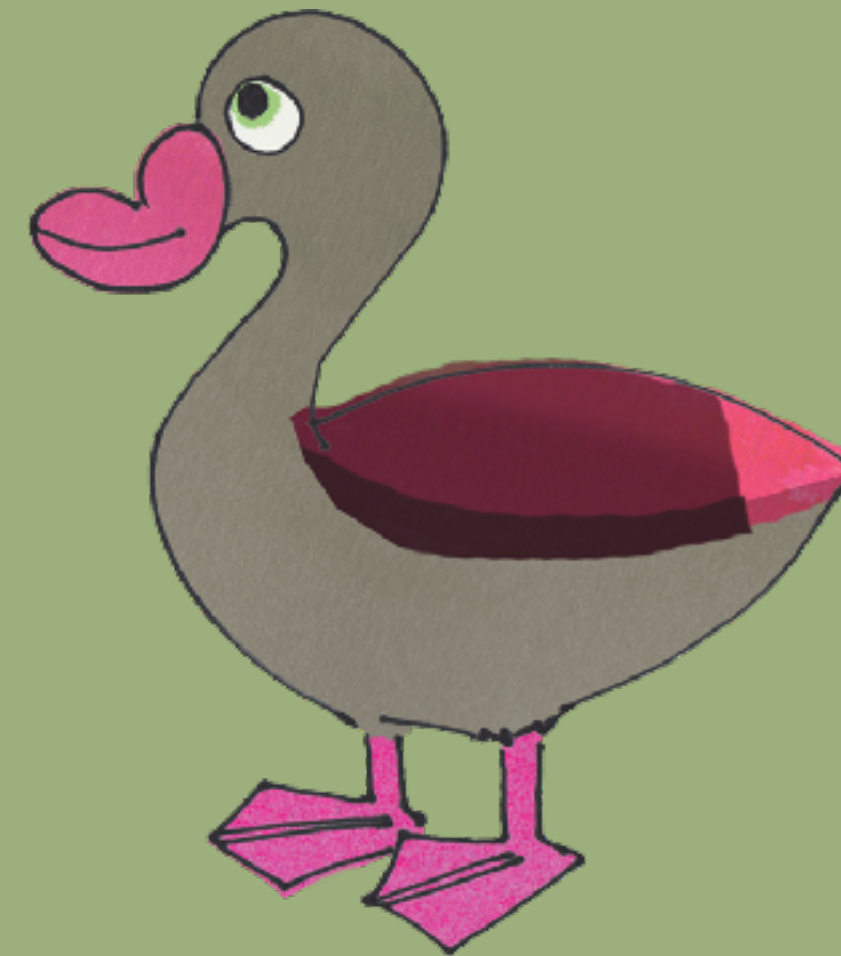
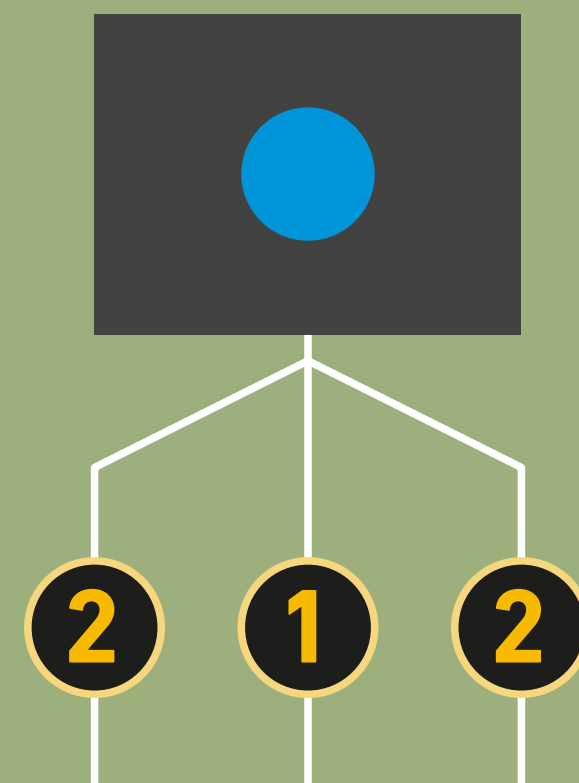
# Gewichte!

# Vorhersage

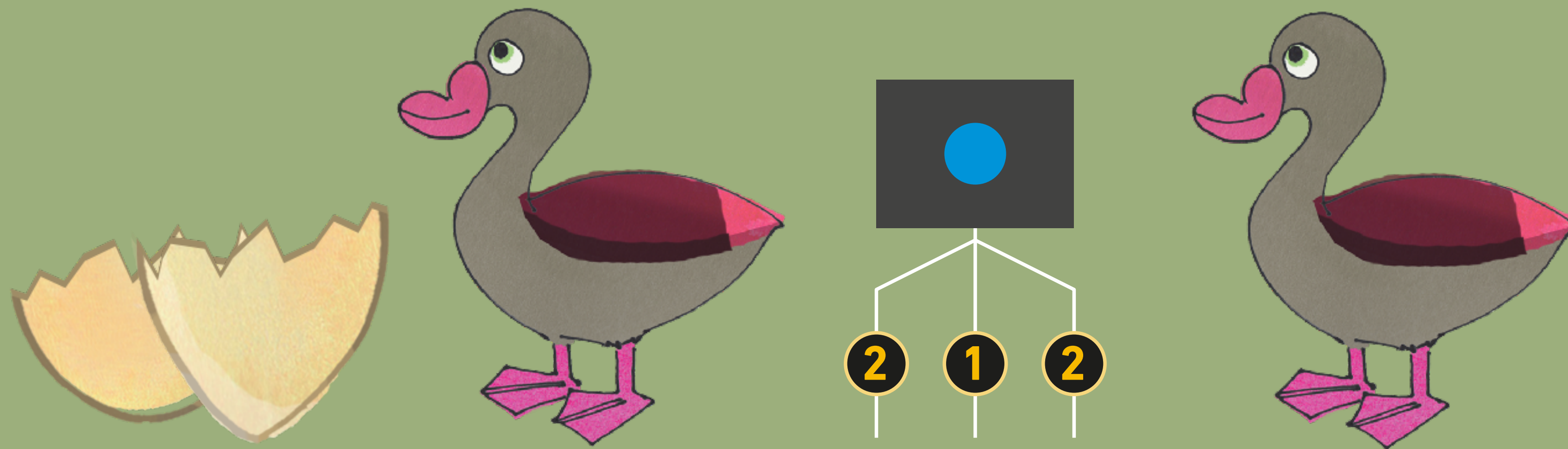


# Gewichte!

# Vorhersage



# Vorhersage



# Fehler

Zutaten:

1. Beobachtung → Label
2. Vorhersage



# Fehler

Zutaten:

1. Beobachtung  $\rightarrow$  Label
2. Vorhersage  $\leftarrow$  Merkmale

# Fehler

Zutaten:

1. Beobachtung  $\rightarrow$  Label
2. Vorhersage  $\leftarrow$  Merkmale
3. Fehlergröße

# Fehler

Zutaten:

1. Beobachtung  $\rightarrow$  Label
2. Vorhersage  $\leftarrow$  Merkmale
3. Fehlergröße  $\rightarrow | \text{Beobachtung} - \text{Vorhersage} |$

# Loss-Funktion

# Loss-Funktion

Datensatz

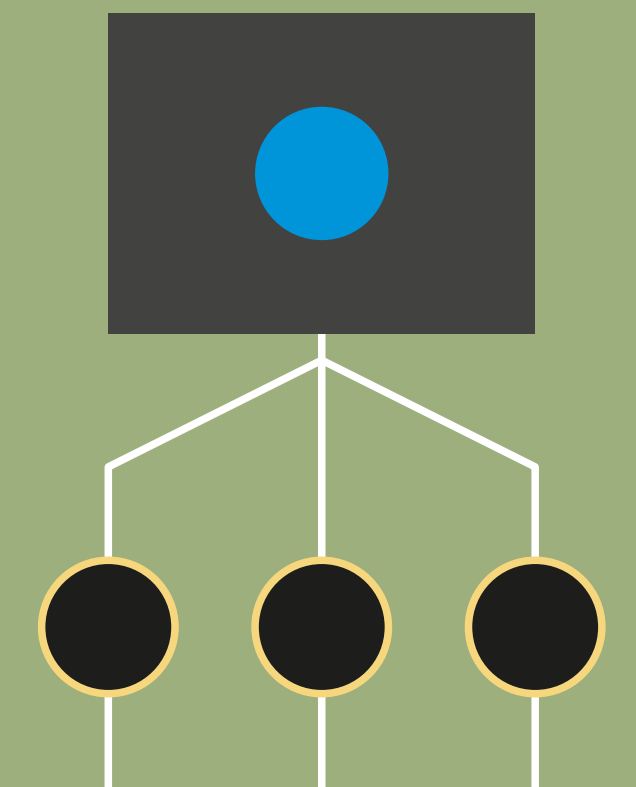
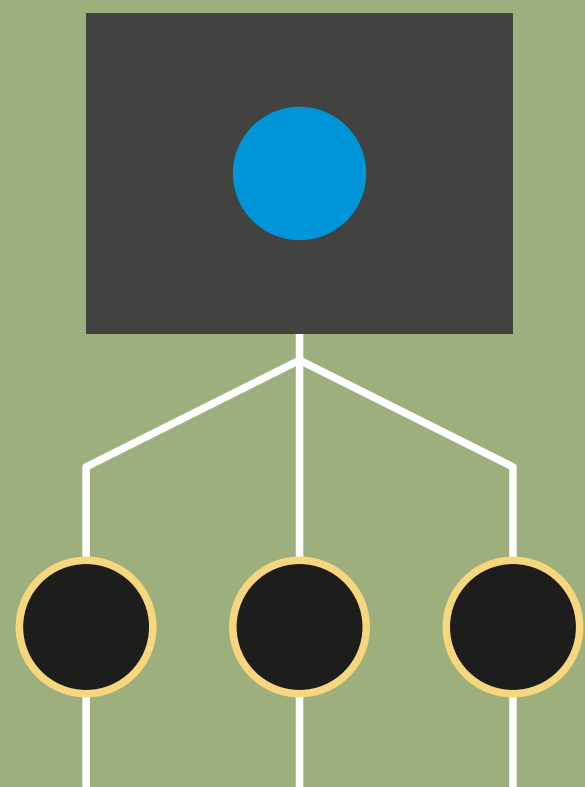


# Loss-Funktion

Datensatz

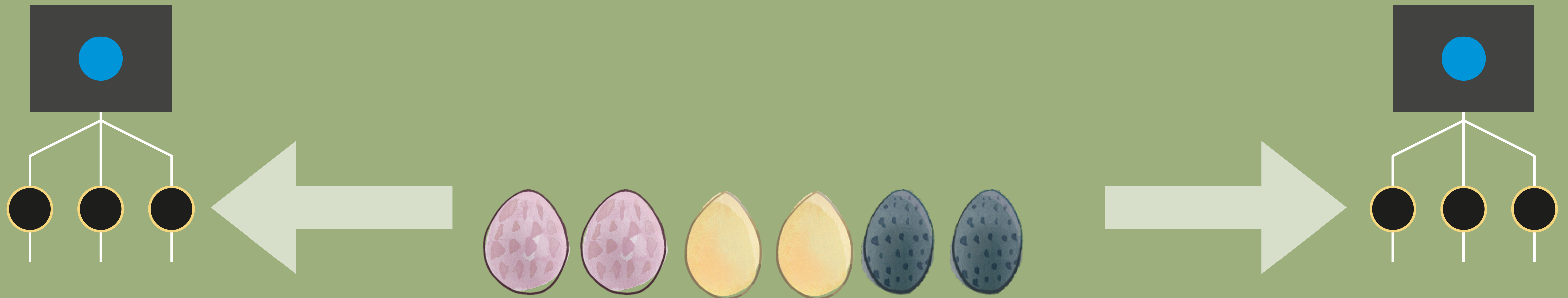
+

Neuronale Netze



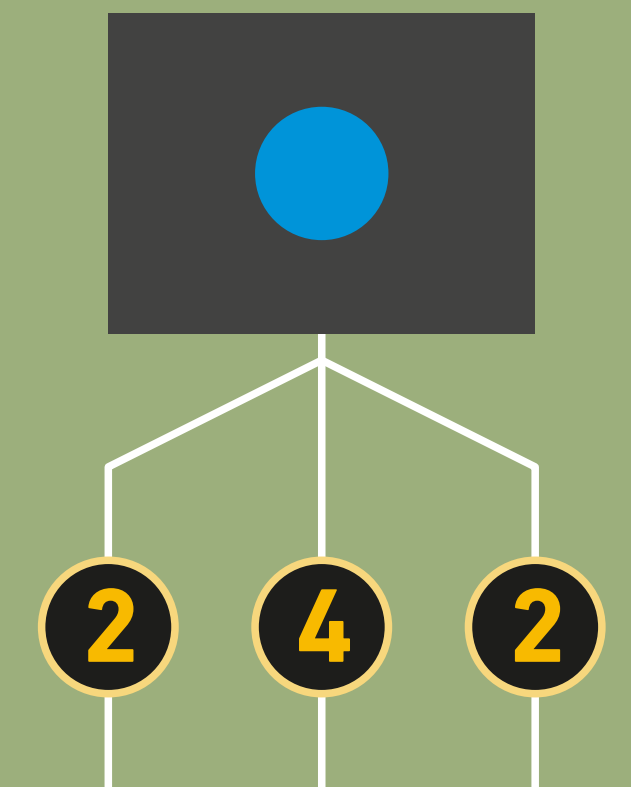
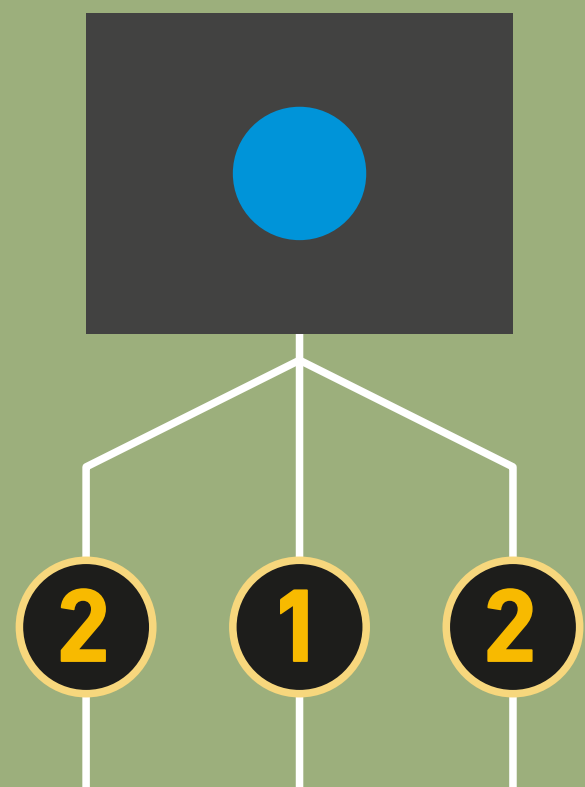
# Loss-Funktion

Gewichte einstellen



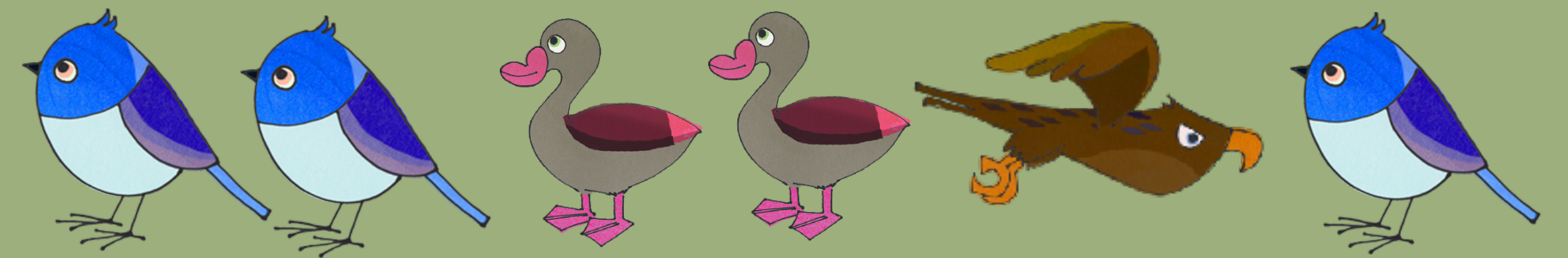
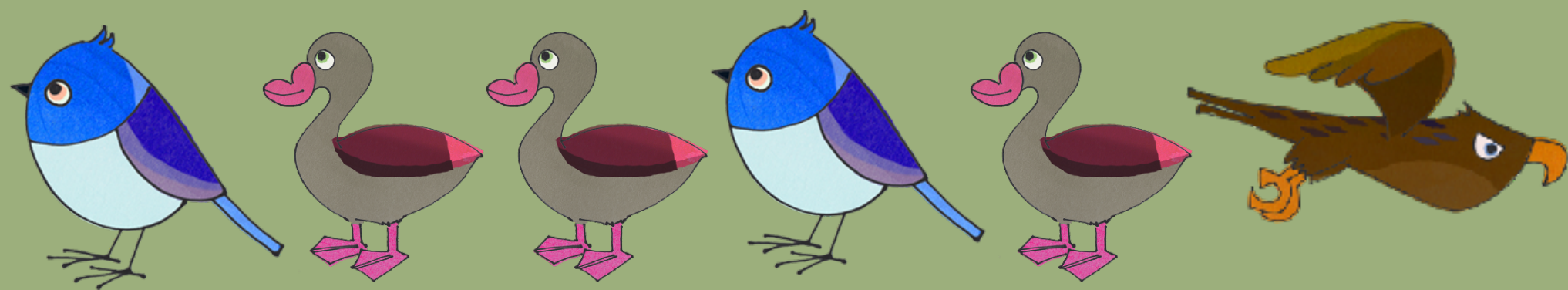
# Loss-Funktion

Gewichte einstellen

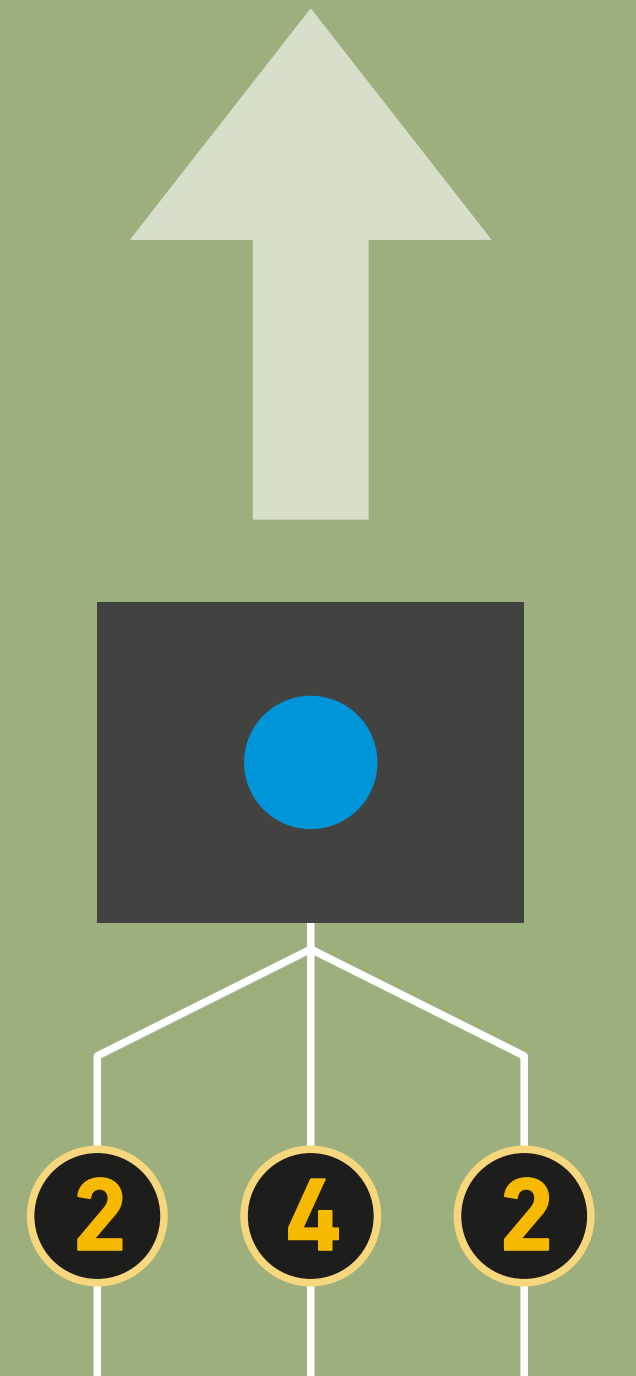
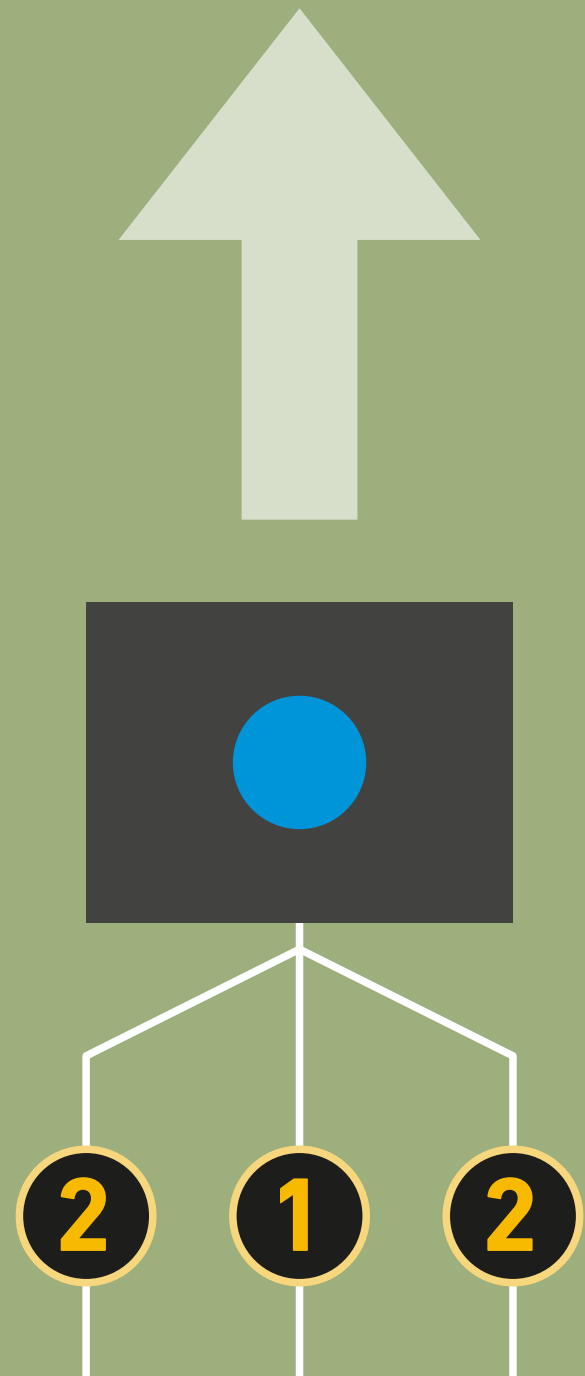




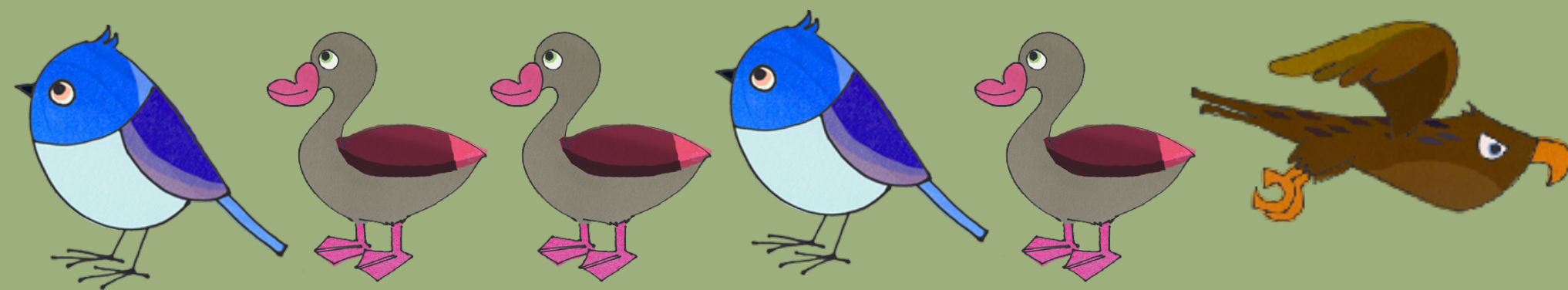
# Loss-Funktion



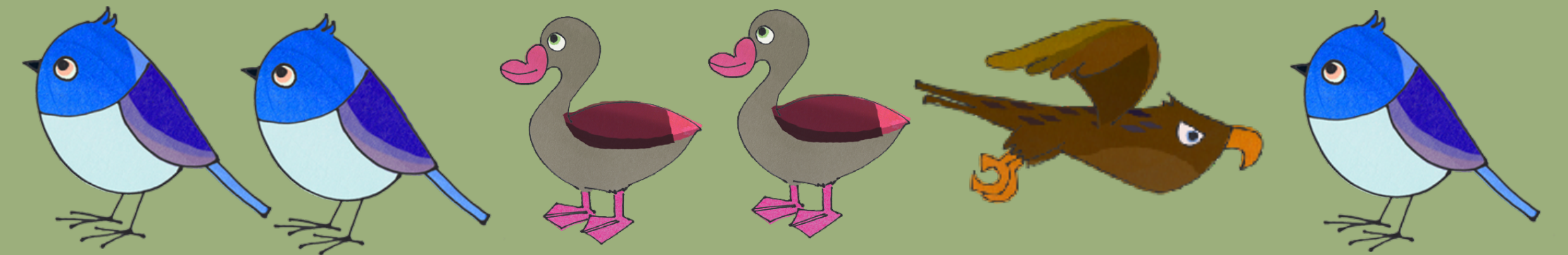
Feed forward



# Loss-Funktion

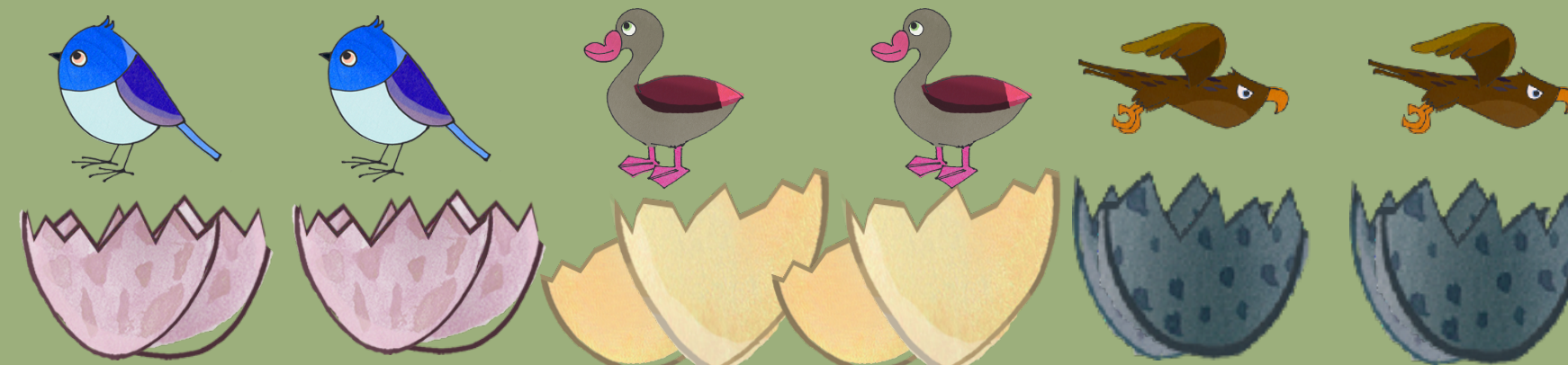
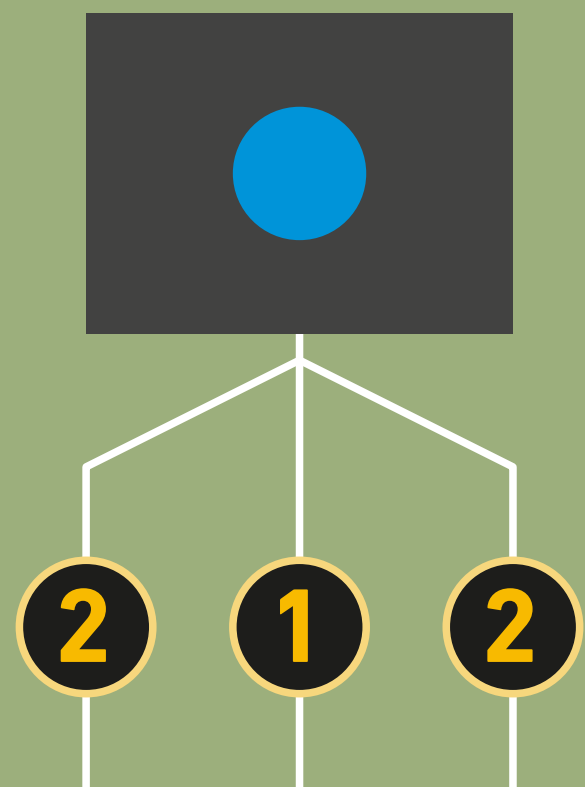


1 2 2 1 2 3

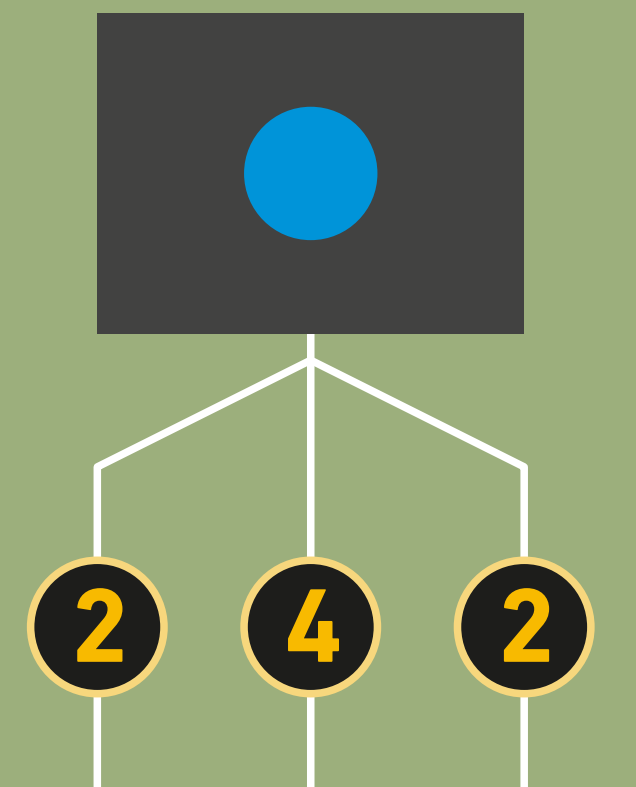


1 1 2 2 3 1

## Bewertung

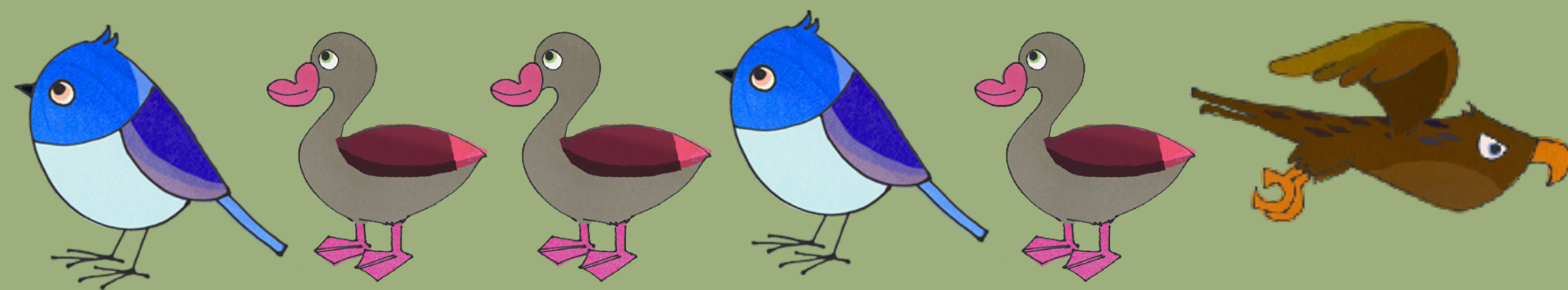


1 1 2 2 3 3

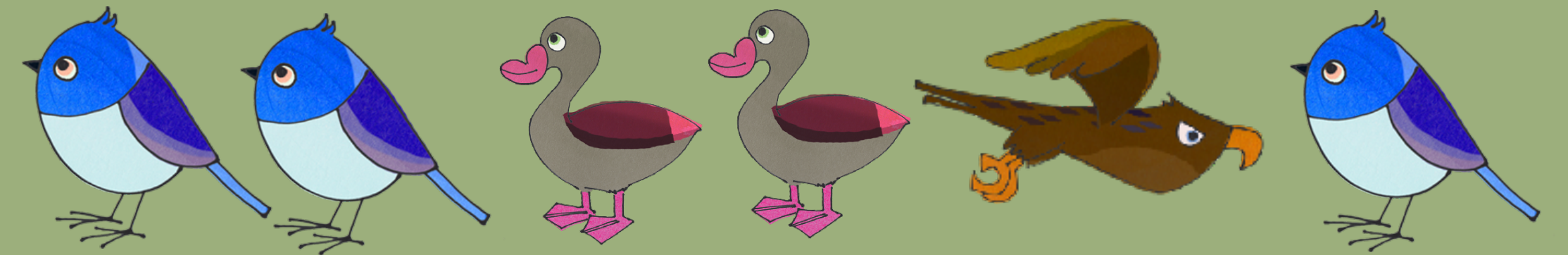




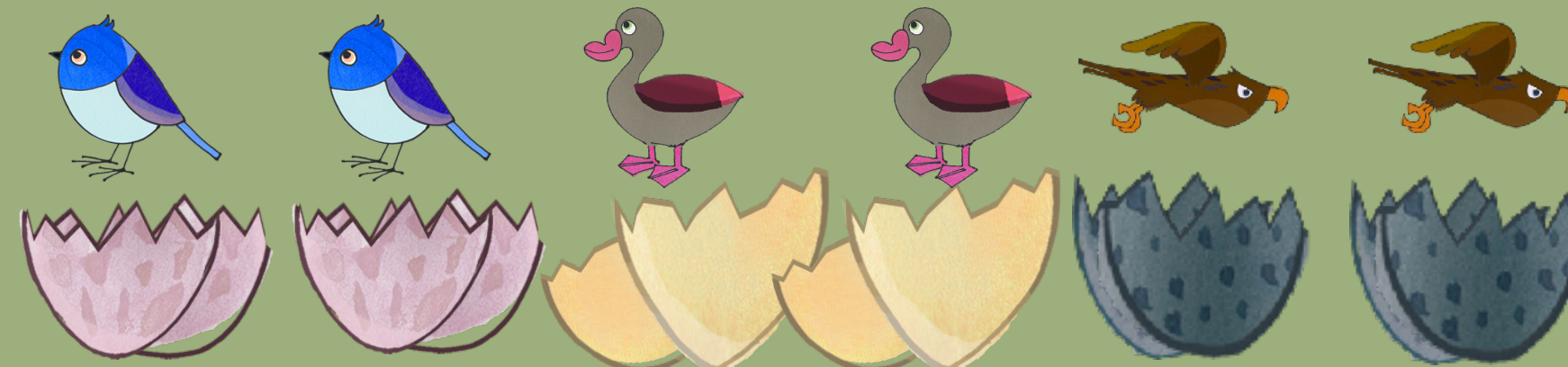
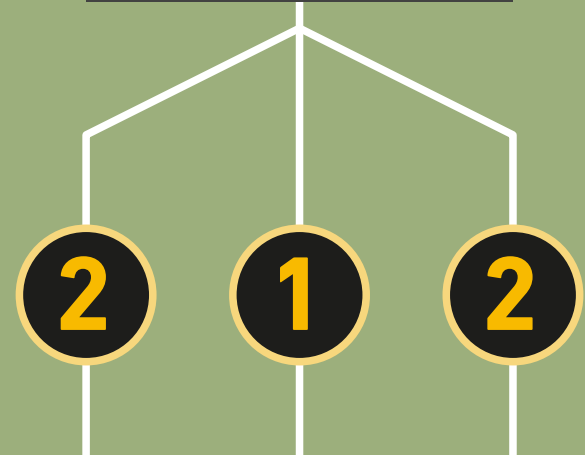
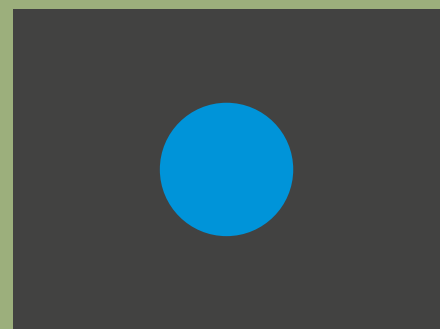
# Loss-Funktion



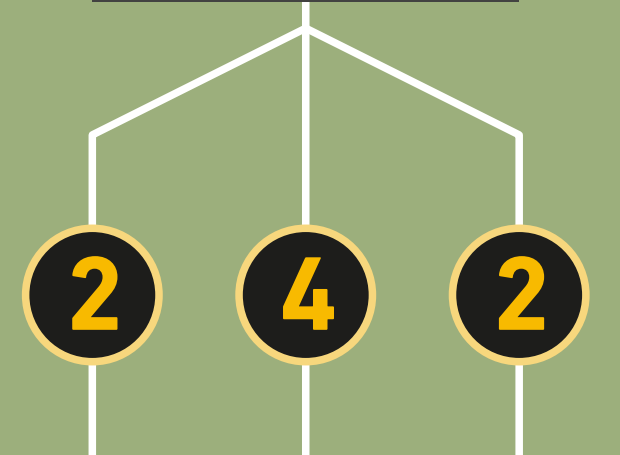
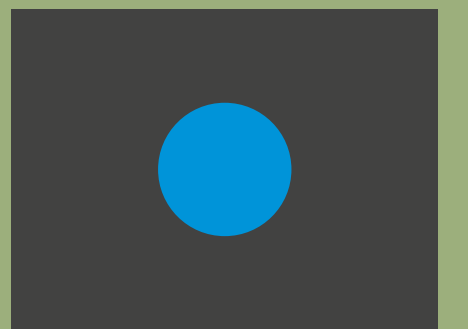
1 2 2 1 2 3  
1 1 2 2 3 3



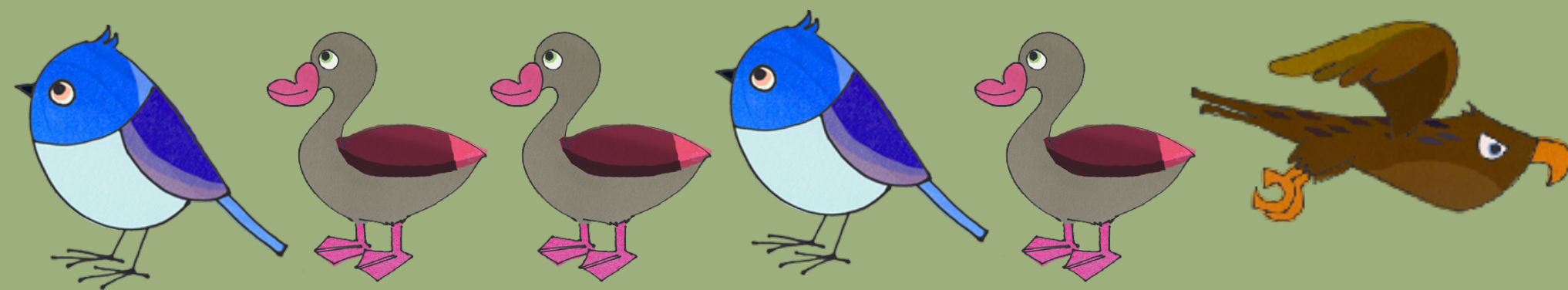
1 1 2 2 3 1  
1 1 2 2 3 3



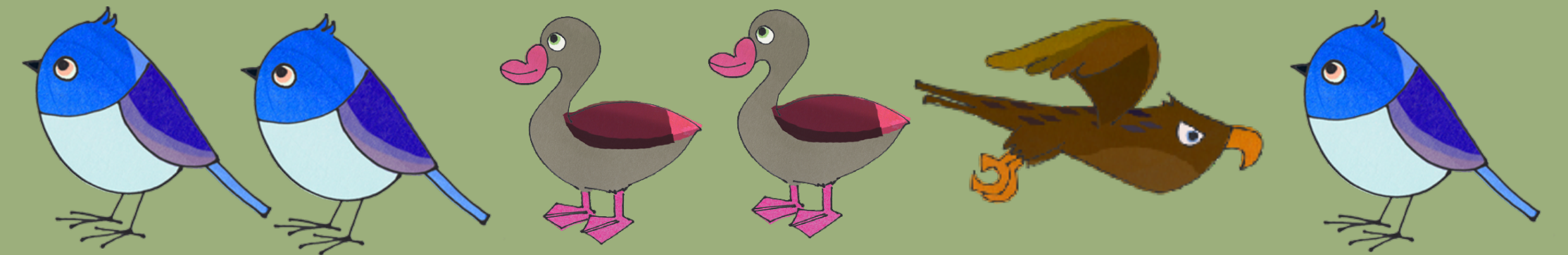
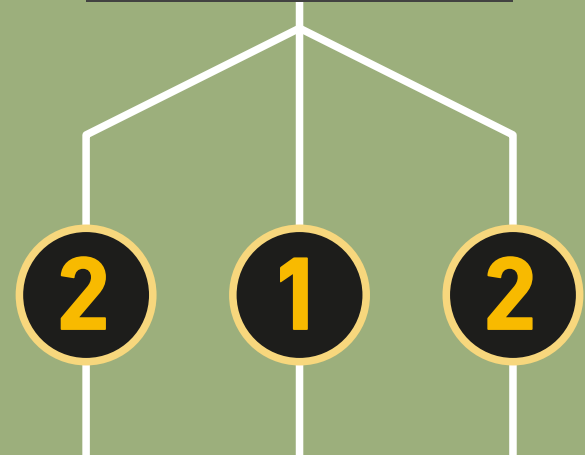
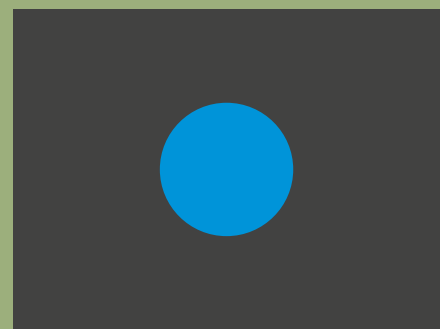
1 1 2 2 3 3



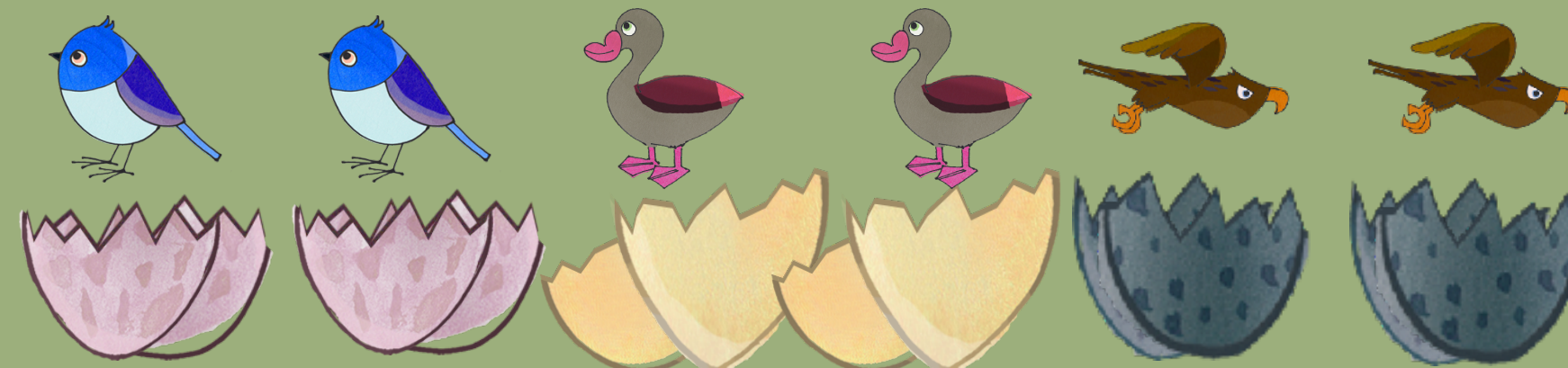
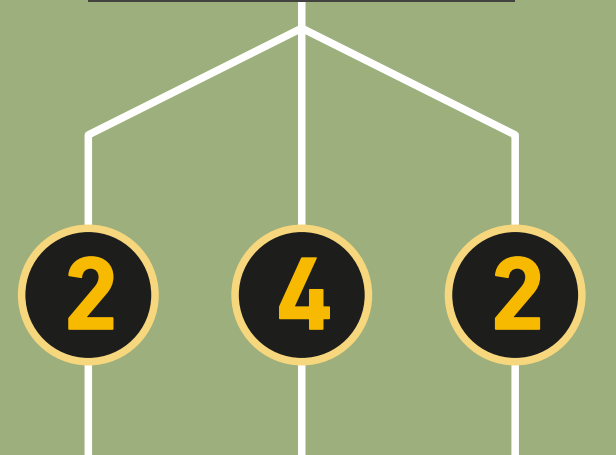
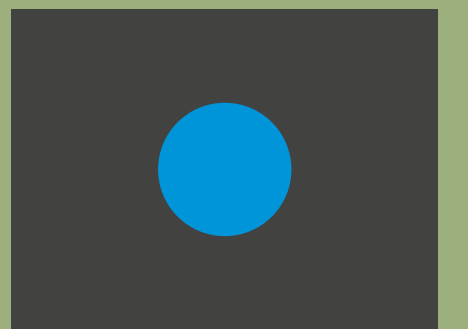
# Loss-Funktion



1	2	2	1	2	3
1	1	2	2	3	3
0	1	0	1	1	0



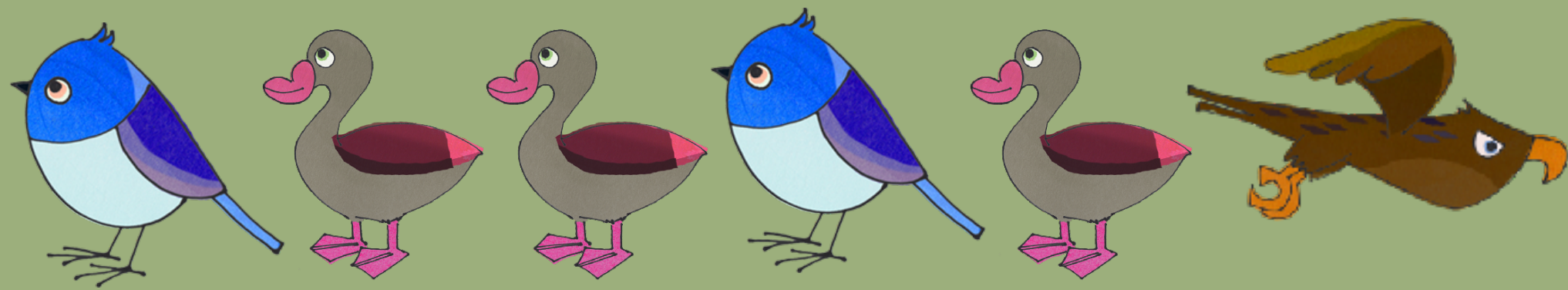
1	1	2	2	3	1
1	1	2	2	3	3
0	0	0	0	0	2



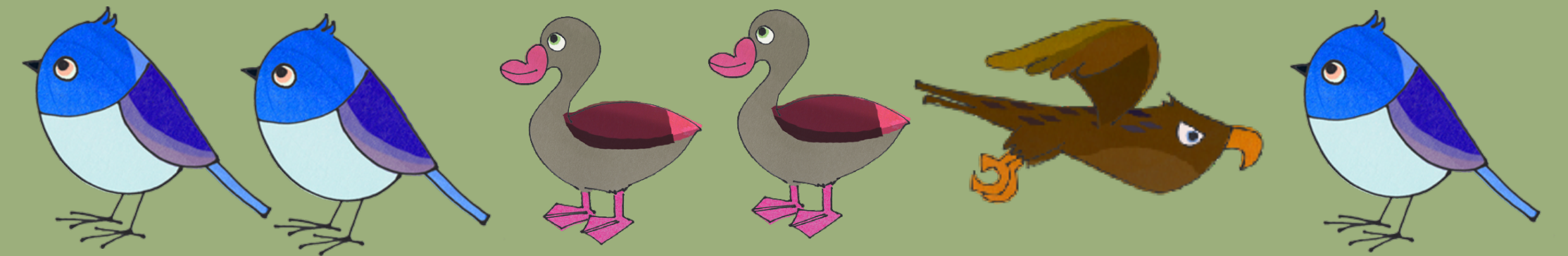
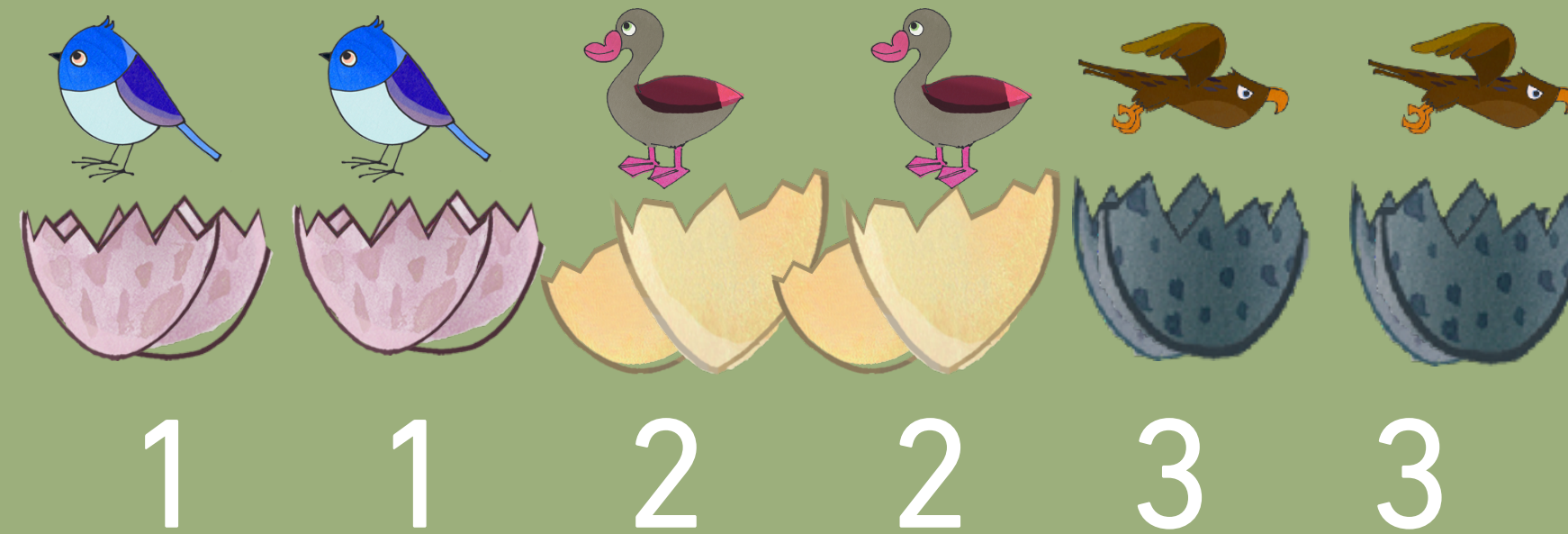
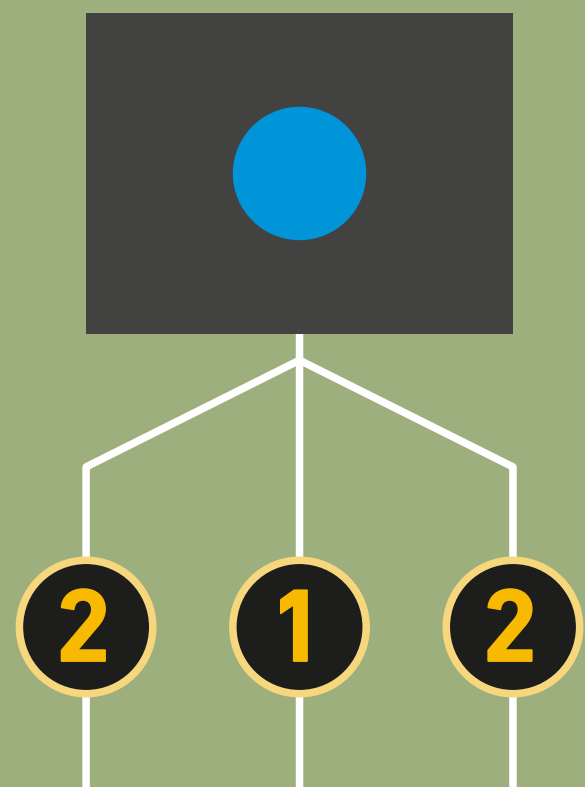
1	1	2	2	3	3
---	---	---	---	---	---



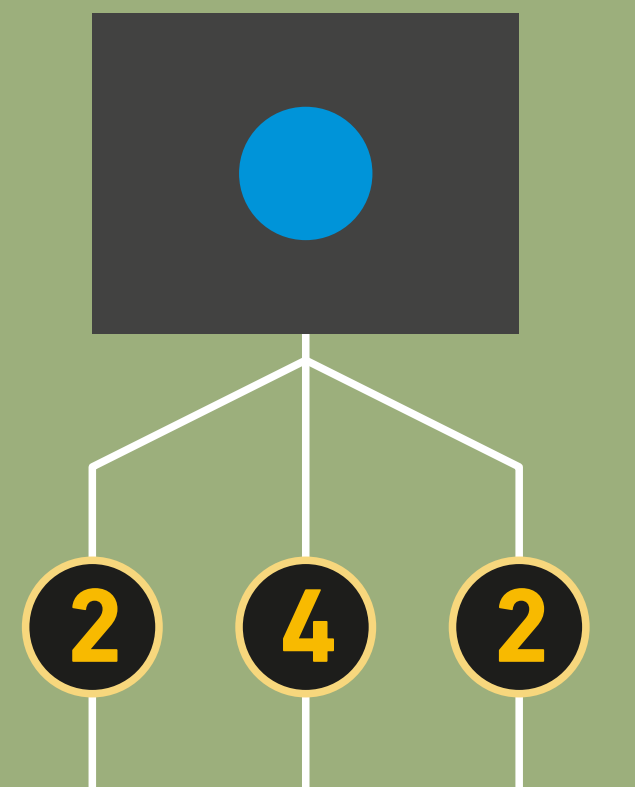
# Loss-Funktion



Fehler: 3



Fehler: 2



# Loss-Funktion

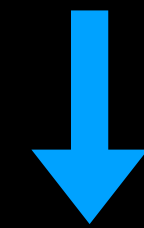
1. Eine Summe aus allen Fehlern bilden

# Loss-Funktion

1. Eine Summe aus allen Fehlern bilden
2. Eine Abhängigkeit zu Gewichten herstellen

# Loss-Funktion

1. Eine Summe aus allen Fehlern bilden
2. Eine Abhängigkeit zu Gewichten herstellen

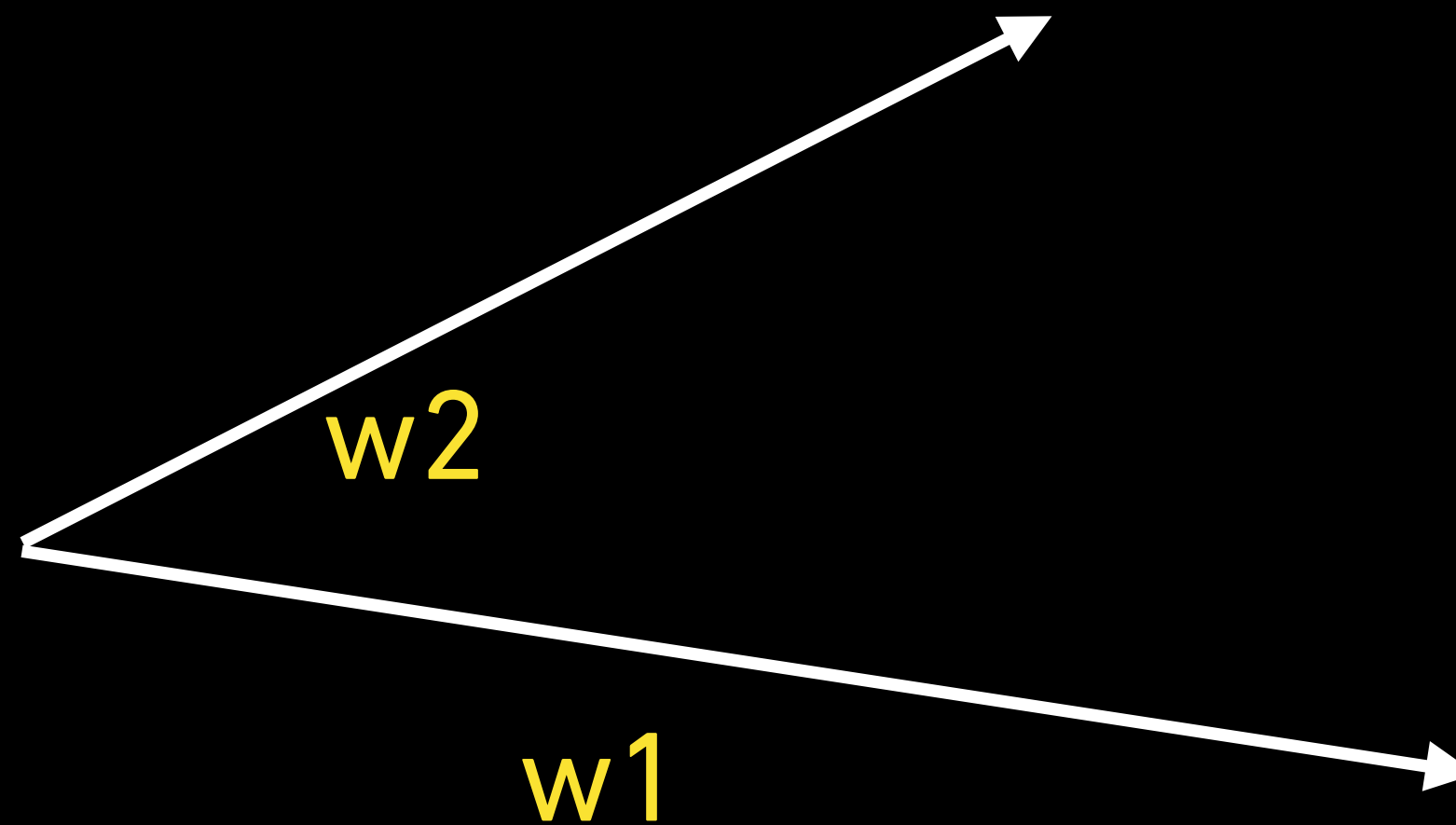


Neuronales Netz



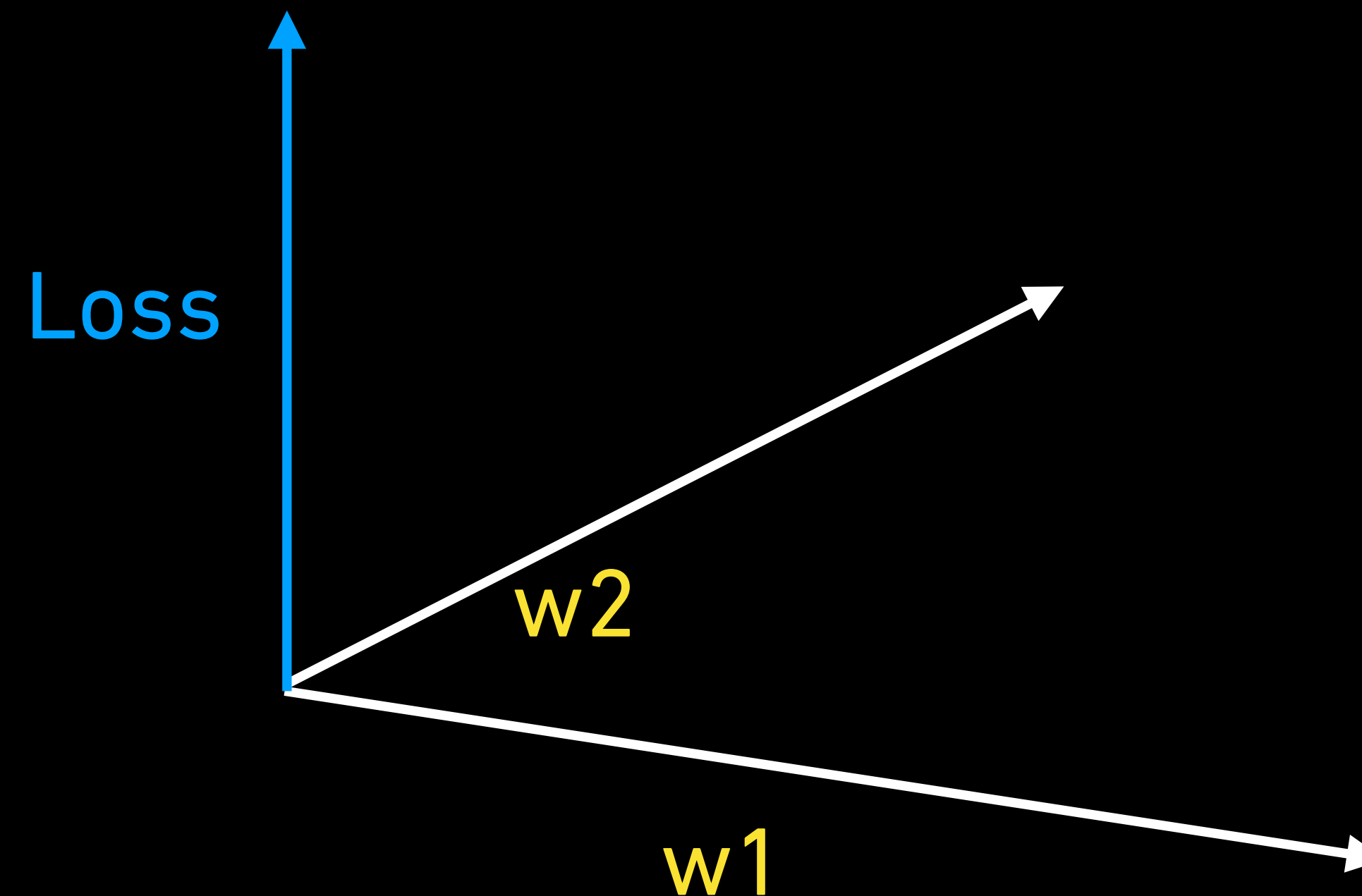
# „Fehlerberg“

1. Eine Fläche aus den Werten der **Gewichte** bilden



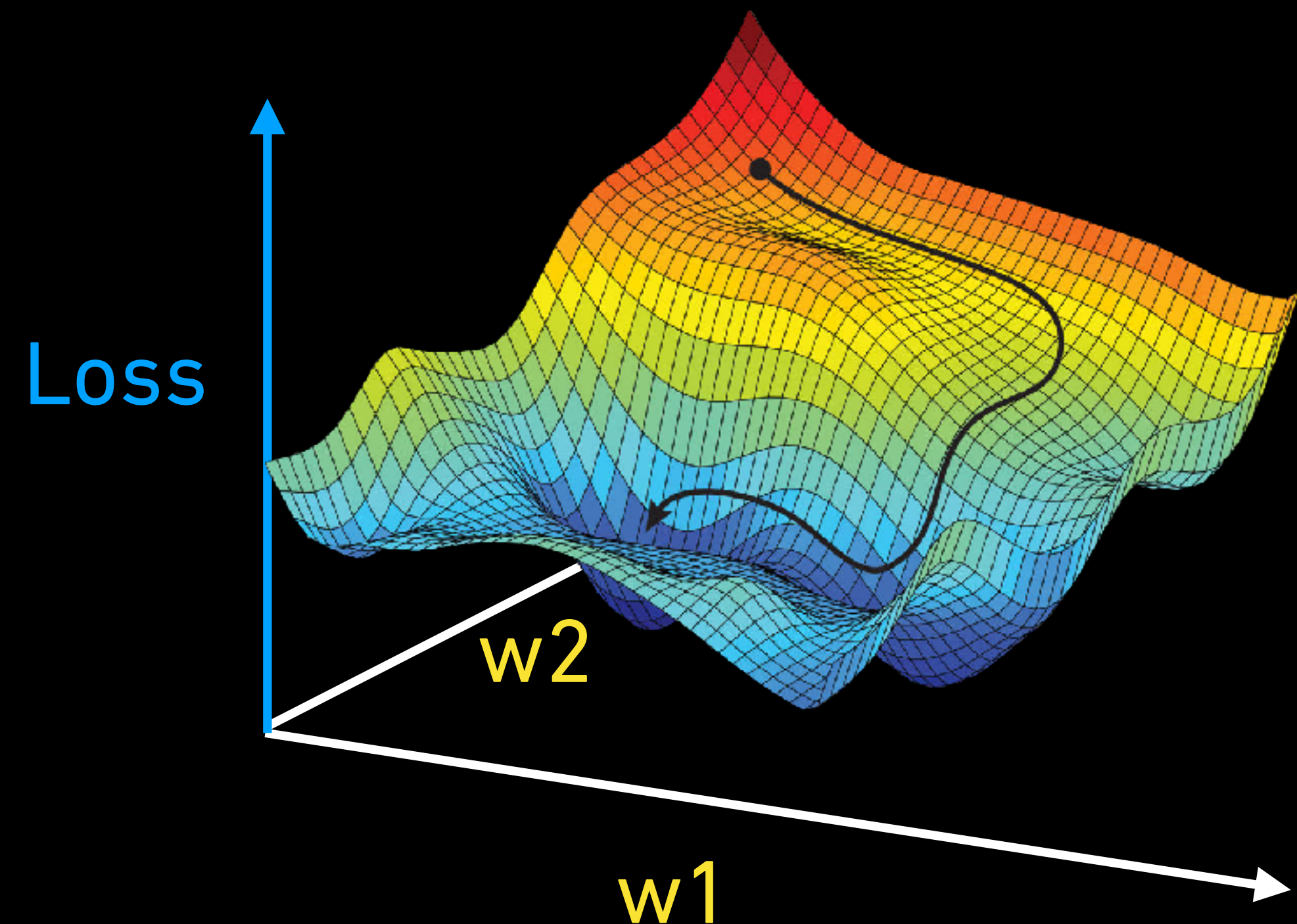
# „Fehlerberg“

1. Eine Fläche aus den Werten der **Gewichte** bilden
2. Die Werte aus der **Loss-Funktion** ergeben die Höhe



# „Fehlerberg“

1. Eine Fläche aus den Werten der **Gewichte** bilden
2. Die Werte aus der **Loss-Funktion** ergeben die Höhe



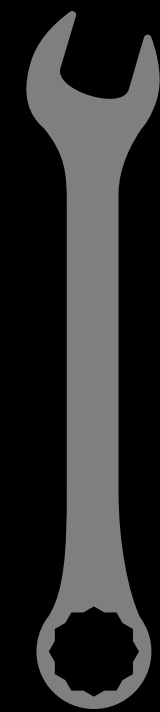
# Gradientenabstieg

Ziel: Der schnellste Weg ins Tal

# Gradientenabstieg

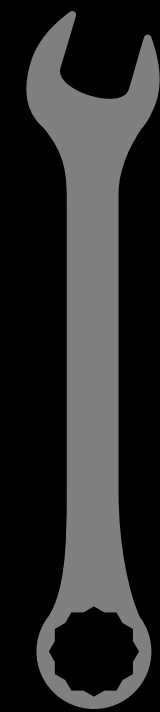
Ziel: Der schnellste Weg ins Tal

Werkzeug: Gradient



# Gradientenabstieg

Der Gradient zeigt immer in die  
Richtung des  
steilsten Auf- oder Abstieg



# Gradientenabstieg

