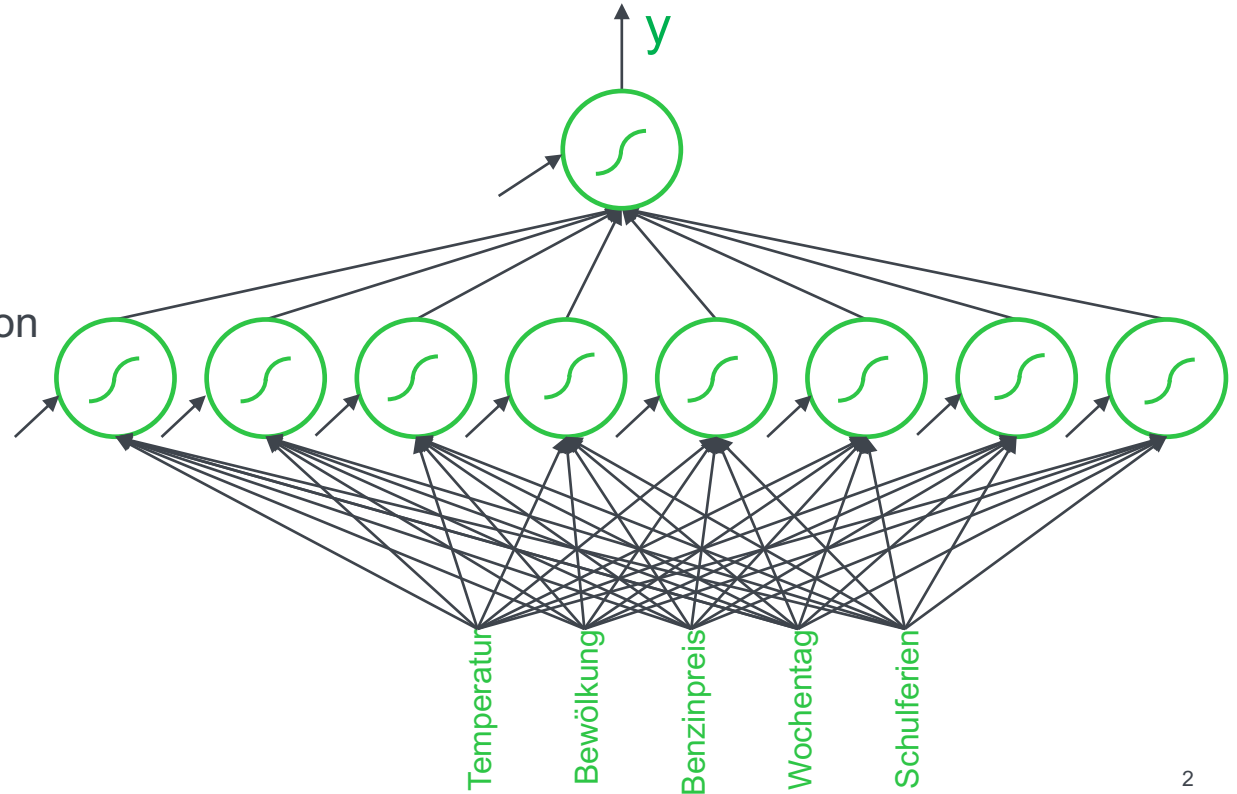


Overfitting – Teil 2

Dropout

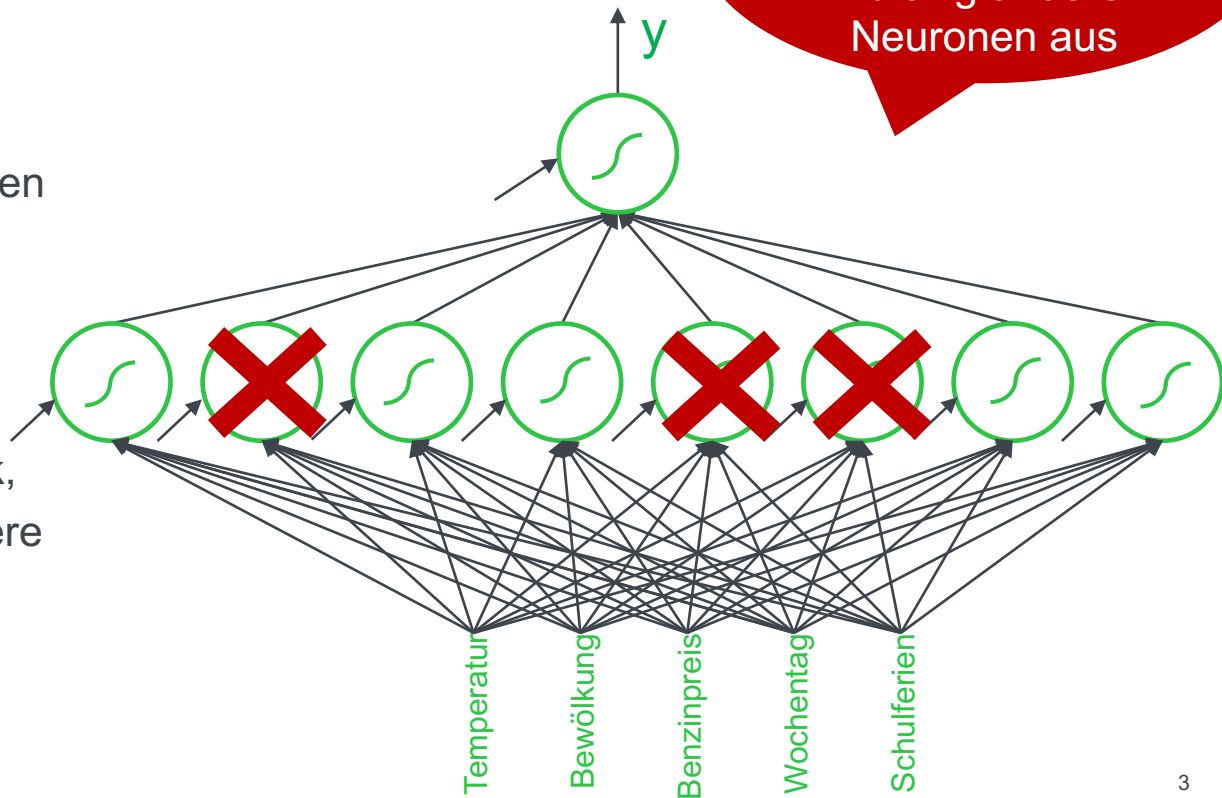
Das bekannte Beispiel

- Achtung, normalerweise dürfte ein so winziges Netzwerk kein Overfitting verursachen
- Trotzdem hier zur Illustration



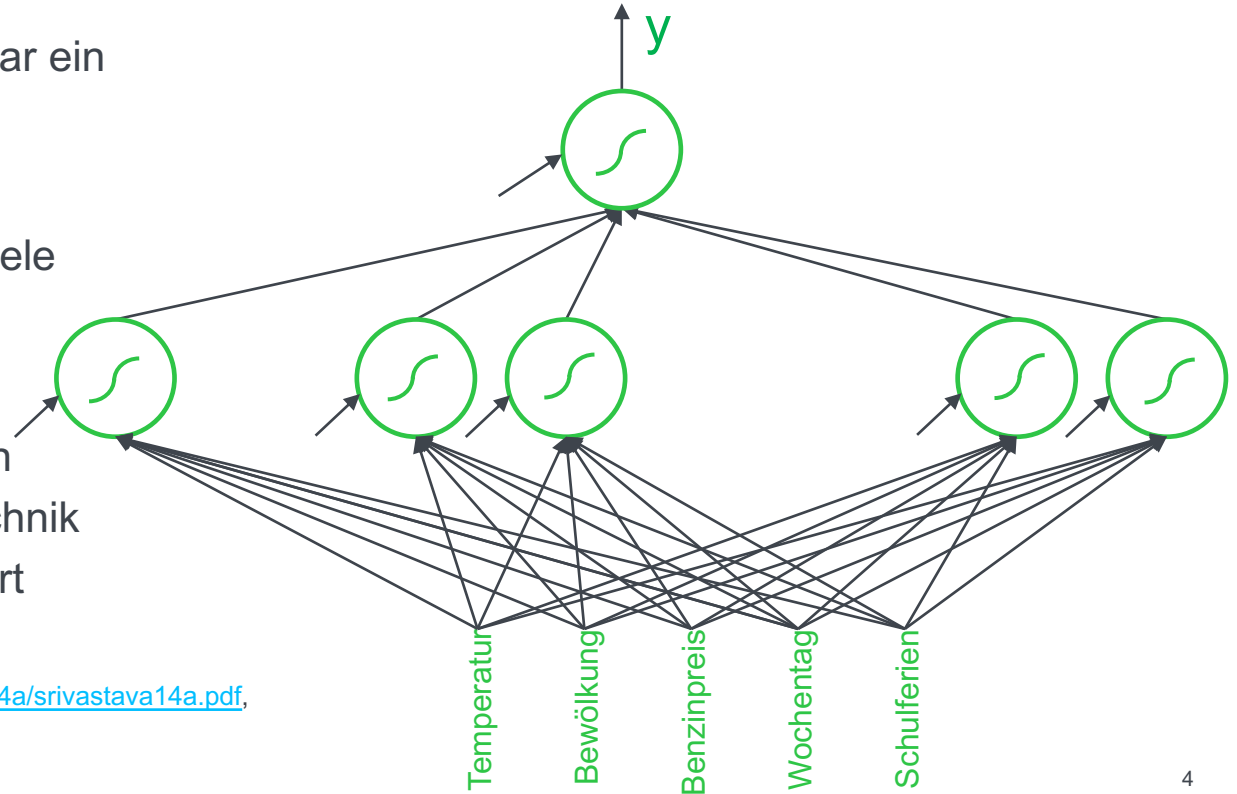
Möglicher Grund für Overfitting

- Netzwerk reagiert bei Overfitting auf zu spezielle Muster in den Trainingsdaten
- Und damit auf zu spezielle Kombinationen von Neuronen
- Idee: zwingt das Netzwerk, Entscheidungen auf mehrere verschiedene Muster zu stützen



Der Effekt von Dropout

- Für jedes Trainingsexemplar ein etwas anderes Netzwerk
- Erfinder von Dropout: dadurch kombiniert man viele leicht unterschiedliche Architekturen*
- Kombination von mehreren Netzwerken: bekannte Technik gegen Overfitting, Stichwort Ensembles

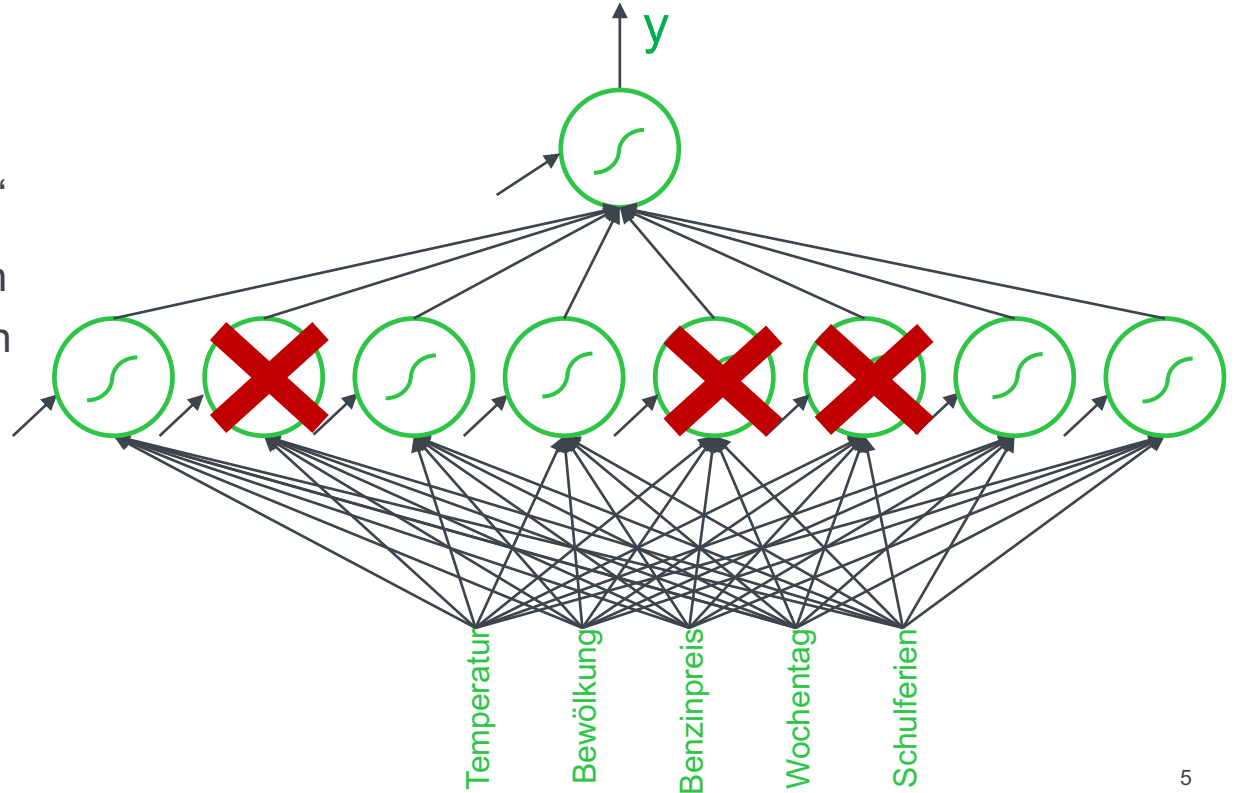


*<https://jmlr.org/papers/volume15/srivastava14a/srivastava14a.pdf>,

S. 1930

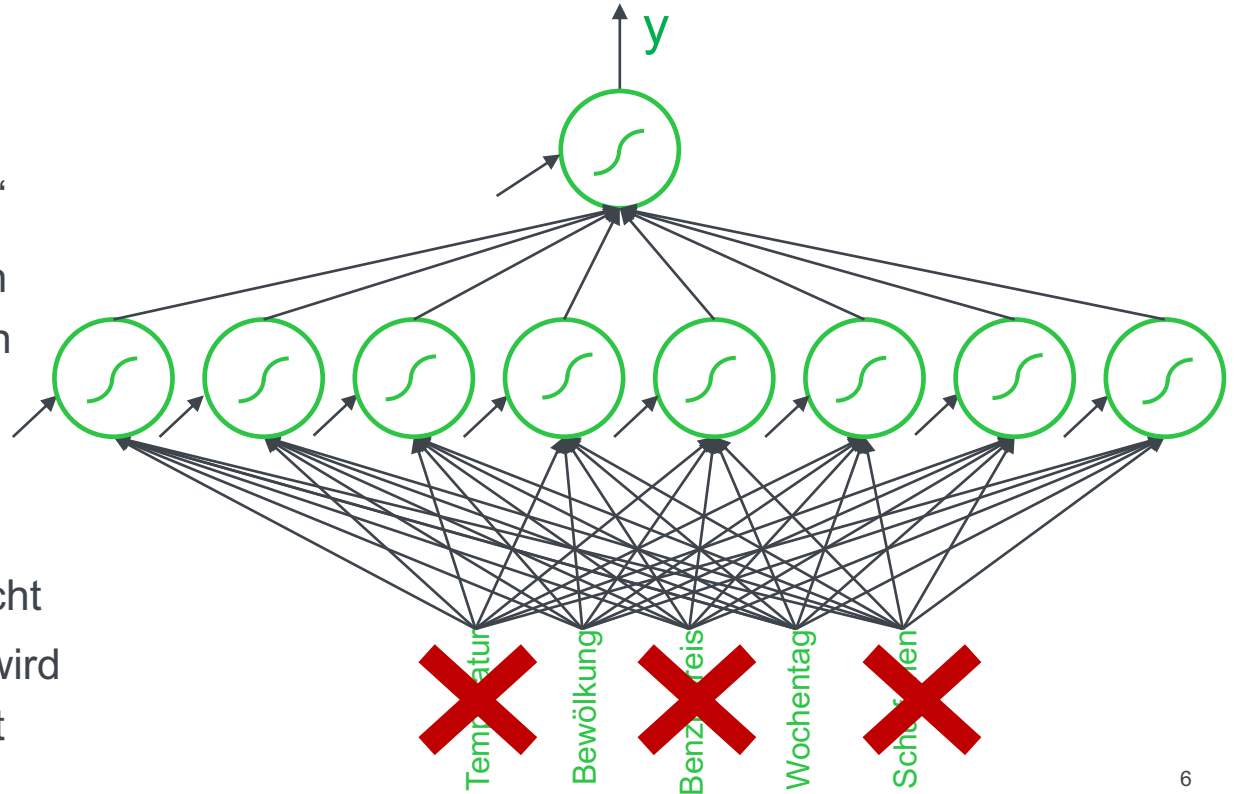
Die tatsächliche Implementierung von Dropout

- Architektur des Netzwerks wird beibehalten
- Keine Neuronen „löschen“
- Statt dessen Eingänge von “ausfallenden” Neuronen in die darüberliegende Schicht auf Null setzen



Die tatsächliche Implementierung von Dropout

- Architektur des Netzwerks wird beibehalten
- Keine Neuronen „löschen“
- Statt dessen Eingänge von „ausfallenden“ Neuronen in die darüberliegende Schicht auf Null setzen
- Möglich für alle Schichten, auch für die Eingangsschicht
- Ausfallwahrscheinlichkeit wird für jede Schicht spezifiziert



Dropout ist eine Technik zur Vermeidung von Overfitting.

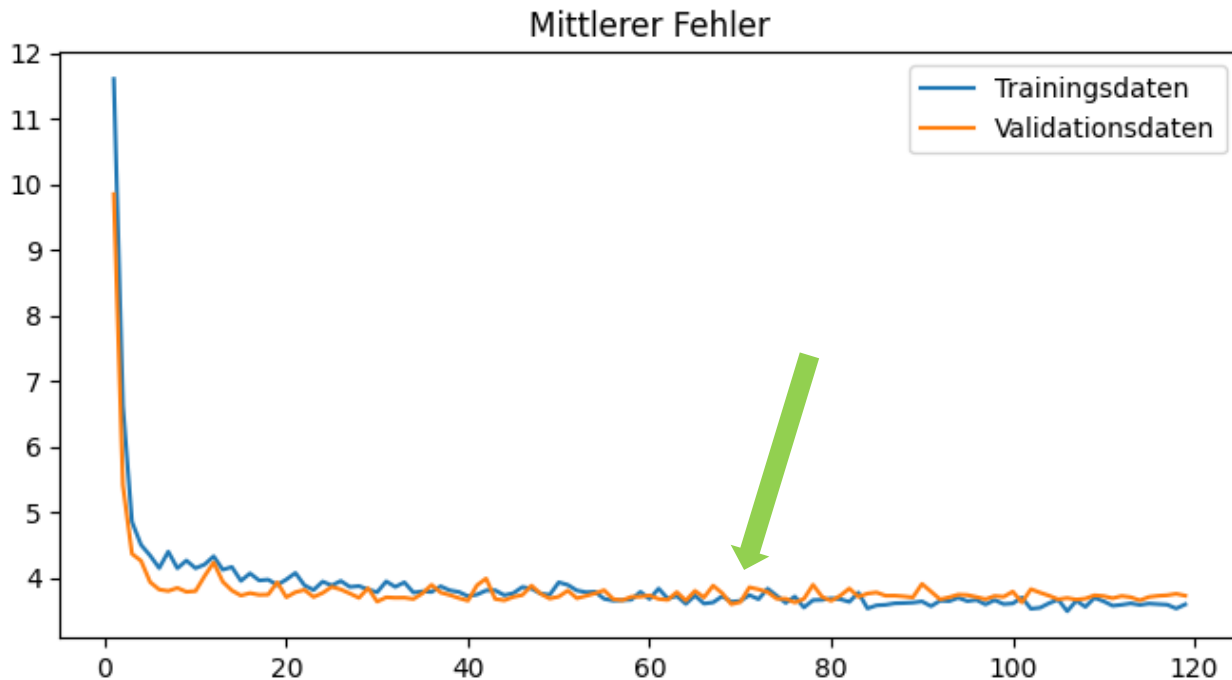
In Dropout-Schichten werden für jedes Trainingsexemplar zufällig mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit Eingänge auf Null gesetzt.

Die Dropout-Wahrscheinlichkeit ist ein Hyperparameter und muss für jede Dropout-Schicht separat spezifiziert werden.

Nochmal: Beispiel mit Dropout und Early Stopping

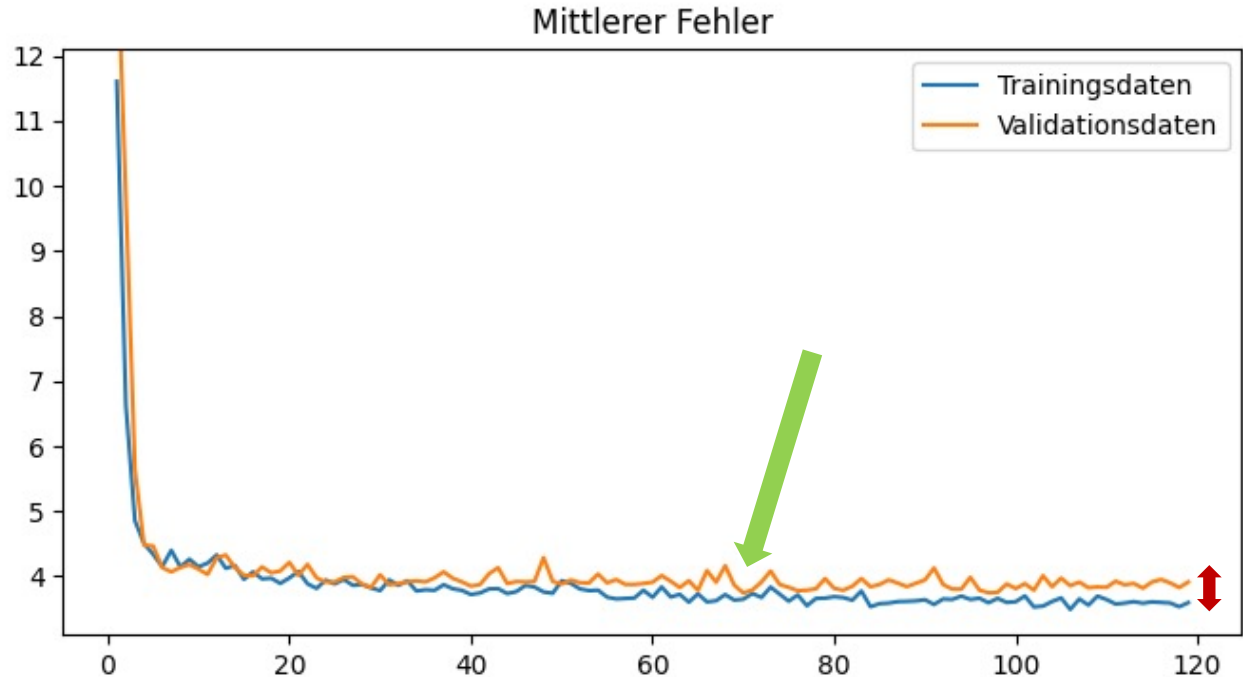
- Mittlerer Fehler nach 69 Epochen
3.63 auf Trainingsdaten
3.60 auf Valid.-daten
- Dropout erschwert Vorhersage (nur beim Training)

Das fertig trainierte Netz ist ohne Dropout noch besser, weil dann keine Information ungenutzt bleibt.



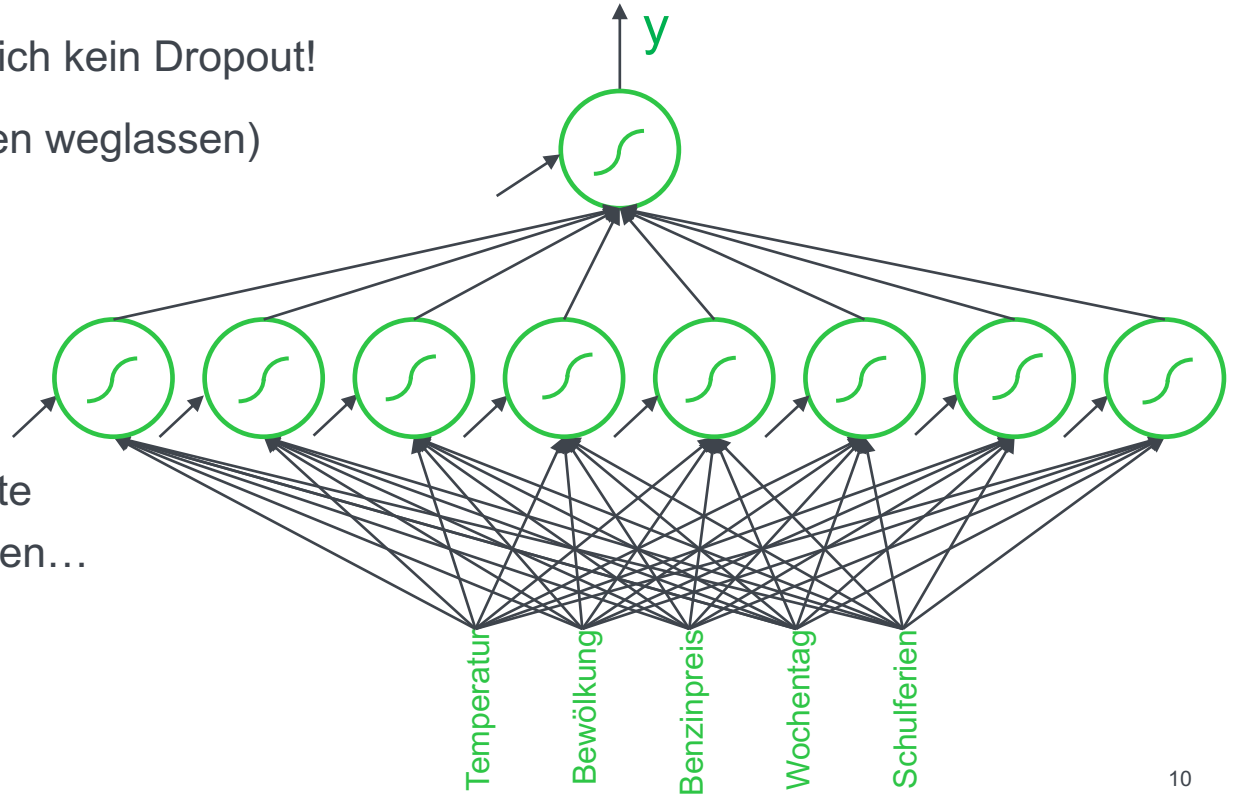
Bei Anwendung von Dropout auch auf Validierungsdaten

- Unfair: Vorteil für Validierungsdaten
- Bei Anwendung mit Dropout: Mittlerer Fehler nach 69 Epochen
3.63 auf Trainingsdaten
3.74 auf Valid.-daten
- Doch noch (minimal) Overfitting



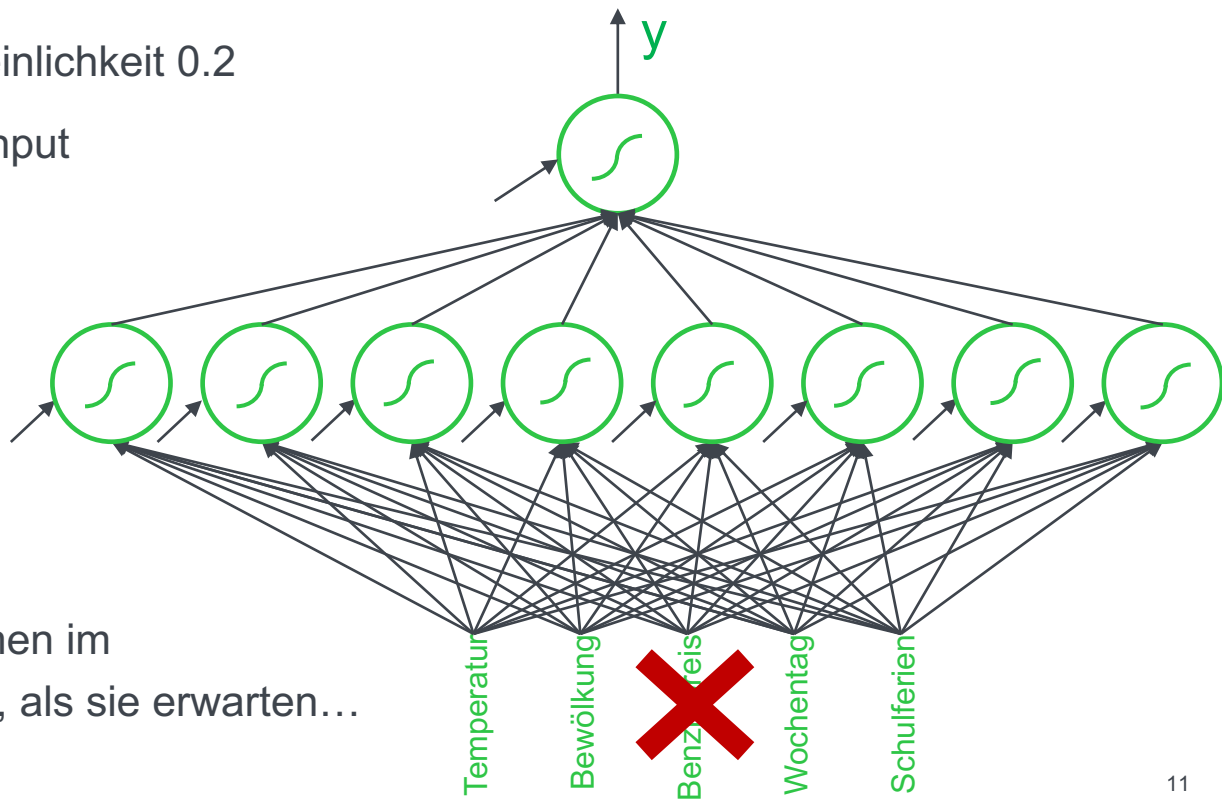
Kein Dropout bei der Anwendung

- Bei der Anwendung: natürlich kein Dropout!
- (Nicht unnötig Informationen weglassen)
- Problem:
 - Nun Input von allen darunter liegenden Neuronen
 - Es kommen höhere Werte an als im Training gesehen...



Kein Dropout bei der Anwendung

- Beispiel: Dropoutwahrscheinlichkeit 0.2
- Wahrscheinlichkeit, dass Input bleibt: $1 - 0.2 = 0.8$
- D.h. im Training im Schnitt nur $0.8 * 5 = 4$ Inputs
- Bei Anwendung nun 1 Input mehr: $5 / 4 = 1.25$
- Alle Neuronen der darüber liegenden Schicht bekommen im Schnitt 25% höhere Inputs, als sie erwarten...



Lösungen für die Diskrepanz zwischen Training und Anwendung

Variante 1

- Bei der Anwendung Inputs in Dropout-Schichten kleiner machen
- Hier: skalieren mit 0.8
- Bei Dropout-Wahrscheinlichkeit p skalieren mit $1-p$

Variante 2 “Umgekehrter Dropout“

- Beim Training verbleibende Inputs in Dropout-Schichten größer machen
- Hier: skalieren mit 1.25
- Bei Dropout-Wahrscheinlichkeit p skalieren mit $1 / (1-p)$



Gängige Lösung in vielen Deep-Learning-Implementierungen

Dr. Antje Schweitzer

Universität Stuttgart
Institut für Maschinelle Sprachverarbeitung



Universität Stuttgart

Institut für Maschinelle Sprachverarbeitung
Institut für Software Engineering



Industrie- und Handelskammer
Reutlingen

Reutlingen | Tübingen | Zollernalb



Region Stuttgart



Industrie- und Handelskammer
Karlsruhe



LUDWIG-
MAXIMILIANS-
UNIVERSITÄT
MÜNCHEN

Lizenzbestimmungen

“Overfitting – Teil 2: Dropout” von Antje Schweitzer, KI B³ / Uni Stuttgart

Das Werk - mit Ausnahme der folgenden Elemente:

- Logos der Verbundpartner und des Förderprogramms
- im Quellenverzeichnis aufgeführte Medien

ist lizenziert unter:

 [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>)

(Namensnennung 4.0 International)

Quellenverzeichnis

Titelfoto: [Biel Morro](https://unsplash.com/de/@bielmorro) (<https://unsplash.com/de/@bielmorro>) auf [Unsplash](https://unsplash.com/de/fotos/schwarze-lichterkette-J_F_003jcEQ) (https://unsplash.com/de/fotos/schwarze-lichterkette-J_F_003jcEQ), Schwarze Lichterkette, lizenziert unter [Unsplash-Lizenz](https://unsplash.com/license) (<https://unsplash.com/license>).

Bildausschnitt verändert.