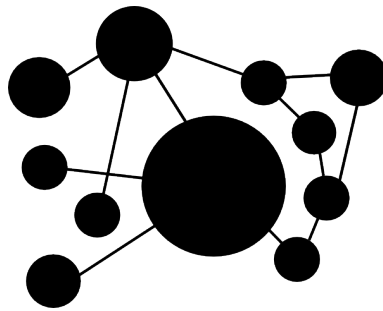


Seminararbeit

Prognose von Zeitreihen mit Hilfe von künstlichen neuronalen Netzen am Beispiel von Börsenprognosen



Sebastian Schötteler – Matrikelnummer 24 29 289

Benedikt Hofrichter – Matrikelnummer 22 72 198

12. Dezember 2015



TECHNISCHE HOCHSCHULE NÜRNBERG
GEORG SIMON OHM

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	IV
Formelverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	VI
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Ziel der Arbeit	2
2 Konzeption	3
2.1 Konzeption der Anwendung	3
2.1.1 Grundidee	3
2.1.2 Mockup	3
2.2 Konzeption des künstlichen neuronalen Netzes	3
2.2.1 Wahl des Netztyps	4
2.2.2 Wahl der Topologie	8
2.2.3 Wahl des Lernverfahrens	10
3 Umsetzung	12
3.1 Umsetzung der Anwendung	12
3.2 Umsetzung des künstlichen neuronalen Netzes	12
3.3 Optimierung des künstlichen neuronalen Netzes	12
3.3.1 Optimierung der Topologie	12
3.3.2 Wahl der optimalen Transferfunktion	14
3.3.3 Wahl der optimalen Lernregel	16
3.3.4 Wahl der optimalen Lernrate	16

3.4 Die endgültigen künstlichen neuronalen Netze	16
3.5 Zusammenführung der Komponenten	16
4 Beschreibung der Anwendung	17
4.1 Architektur der Anwendung	17
4.2 Elemente der GUI	18
5 Analyse	21
6 Fazit	23
Literaturverzeichnis	25

Abbildungsverzeichnis

2.1	Bildliche Erläuterung der linearen Separierbarkeit	5
2.2	Beispielperzeptron zur Darstellung des XOR-Problems	6
2.3	Grundlegendes Konzept des KNN	7
2.4	Grundlegendes Konzept des KNN	7
2.5	Grundlegendes Konzept des KNN	9
3.1	KNN nach 4-05-1 Muster	13
3.2	KNN nach 4-09-1 Muster	13
3.3	KNN nach 4-13-1 Muster	14
3.4	Sigmoide Funktion	14
3.5	Tangens Hyperbolicus Funktion	15

Tabellenverzeichnis

3.1	Jeweilige Topologien & korrespondierende MSE	12
3.2	Jeweilige Transferfunktionen & korrespondierende MSE	15
3.3	Jeweilige Lernregeln und beste Lernraten & korrespondierende MSE	16

Formelverzeichnis

Formel 2.1 Optimale Anzahl Neuronen in der versteckten Schicht	9
Formel 2.2 Optimale Anzahl Neuronen in der versteckten Schicht	9
Formel 2.3 MSE zur Berechnung der Abweichung	11
Formel 3.1 Optimale Anzahl Neuronen in der versteckten Schicht	12
Formel 3.2 Sigmoidale Funktion	14
Formel 3.3 Tanh Funktion	14

Abkürzungsverzeichnis

KNN	Künstliches neuronales Netz	8
DAX	Deutscher Aktienindex	

1 Einleitung

1.1 Motivation

Die Untersuchung und Extrapolation von Zeitreihen ist ein bedeutendes Thema in zahlreichen Gebieten. Typische Anwendungsbereiche sind zum Beispiel die Prognose von Wetterdaten, von Therapieverläufen in der Medizin, von Arbeitslosenzahlen auf dem Arbeitsmarkt sowie von Börsenkursen. Um eine Zeitreihe möglichst genau zu extrapolieren, wird auf mehrere Hilfsmittel zurückgegriffen. Eins dieser Hilfsmittel können künstliche neuronale Netze (KNN) sein.

Bei KNN handelt es sich um Netzwerke mit künstlichen Neuronen als Knoten, die mittels gerichteter Verbindungen Eingaben einlesen, weiterverarbeiten und die daraus resultierenden Ergebnisse an weitere Neuronen weiterleiten oder als Ergebnis ausgeben. Bei der Terminologie von KNN wird bewusst auf Begriffe der Biologie zurückgegriffen, da KNN das biologische Gehirn als Vorbild nutzen und dessen Herangehensweise auf analoger Weise umzusetzen zu versuchen. Man nennt das Verfahren dieser Netze aus diesem Grunde auch *naturanaloge Verfahren*.

Warum sind diese Netze nun so interessant für Prognosen? Das Erstellen von zum Beispiel Börsenprognosen basiert in der Regel auf Auswertungen von Informationen verschiedener Quellen. Die Art von Auswertungen, wie Börsenexperten sie vornehmen, ist weder vollständig formalisierbar noch besonders exakt, da uneinheitlich und in weiten Zügen intuitiv. Besonders schwer ist hier das Ermitteln von *nichtlinearen Zusammenhängen*. Ein KNN ist jedoch in der Lage, diese Zusammenhänge zu finden und diese objektiv und vorurteilsfrei zu bewerten. Somit sind diese prinzipiell in der Lage, jedes beliebige Muster in jedem beliebigen Markt zu erkennen - auch solche, die noch nie zuvor von irgend jemand entdeckt wurden.

Ob und wie gut KNN zur Prognose geeignet sind, ist pauschal nicht zu beantworten. In manchen Gebieten mag die Prognosefähigkeit durchaus ausreichen. Je höher die geforderte Genauigkeit jedoch wird, desto diskutabler wird ein Einsatz von KNN. Eine typische Grauzone ist hier wieder die Prognose von Börsenkursen. Während Befürworter auf die Eigenschaft von KNN hinweisen, nichtlineare Muster zu erkennen und entsprechend zu behandeln, argumentieren Kritiker, dass ein System, das dem menschlichen Lernen nachempfunden wurde, die gleichen Fehler machen wird wie der Mensch. Generell ist jedoch zu sagen, dass die Prognosequalität von KNN über die Jahre stets angestiegen ist.

1.2 Ziel der Arbeit

In dieser Seminararbeit sollen KNN erschaffen werden, die in der Lage sind, Börsenkurse zu prognostizieren. Konkret sollen jeweils ein KNN zur Prognose des Kurses vom DAX, vom Nikkei sowie vom Dow Jones konzeptioniert und umgesetzt werden. Diese KNN sollen anschließend in einer Webanwendung überführt werden. Diese soll die Prognosefähigkeit der KNN visualisieren und Vergleiche zwischen einzelnen Prognosen ermöglichen. In dieser Seminararbeit liegt der Fokus auf das Erlangen eines Grundverständnisses über KNN, und nicht auf das komplette Ausreizen der Prognosefähigkeit von KNN. Trotzdem spielt die Prognosequalität der erstellten KNN eine wichtige Rolle in dieser Seminararbeit.

2 Konzeption

2.1 Konzeption der Anwendung

«Benedikt»

2.1.1 Grundidee

«Benedikt»

2.1.2 Mockup

«Benedikt»

2.2 Konzeption des künstlichen neuronalen Netzes

In den folgenden Abschnitten wird ein KNN konzeptioniert, dass als Vorlage für alle zu erstellenden KNN zur Prognose von Börsenkursen dienen soll.

2.2.1 Wahl des Netztyps

Zunächst ist zu ermitteln, welche Netztypen sich zur Prognose von Börsenkursen grundsätzlich eignen. Nicht jeder Netztyp ist gleichermaßen zur Prognose geeignet. Bestimmte KNN sind beispielsweise überhaupt nicht in der Lage, Prognosen zu erstellen.

Grundsätzlich lassen sich KNN in zwei Oberklassen unterteilen. Es gibt hetero-assoziative Netze sowie die auto-assoziative Netze. Hetero-assoziative Netze bilden einen Vektor A der Länge n auf einem Vektor B einer meist kürzeren Länge m $\{m \in \mathbb{N} | m \leq n\}$ ab. Auto-assoziative Netze wiederum bilden einen Eingabevektor der Länge n auf einem Ausgabevektor der gleichen Länge ab. Innerhalb dieser zwei Klassen lassen sich KNN wiederum in mehrere Netztypen aufteilen. Die folgende Tabelle liefert hierzu eine Übersicht:

Hetero-assoziative Netzmodelle	Auto-assoziative Netzmodelle
(M)Adaline	Hopfield-Netze
Perzeptron	Boltzmann Maschinen
Multilayerperzeptron	-

Das KNN soll mithilfe von mehreren vorhergehenden Börsenkursen den zukünftigen Börsenkurs prognostizieren. Da es sich bei den zu prognostizierenden Börsenkurs um einen skalaren Wert handelt, ist die Anzahl der Eingabeneuronen (und damit die Anzahl der Elemente des Eingabevektors) höher als die Anzahl der Ausgabeneuronen (und damit höher als die Anzahl der Elemente des Ausgabevektors). Somit sind für diese Seminararbeit nur hetero-assoziative Netze von Relevanz.

Aus der Menge der hetero-assoziativen Netze ist nun der Netztyp zu ermitteln, der für die Anwendung am geeignetsten ist.

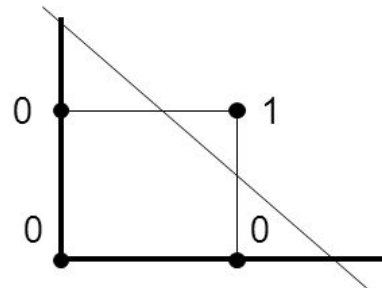
Zur Wahl eines geeigneten Netztyps kann zunächst die Lineare Separierbarkeit betrachtet werden:

Definition 1. *Definition der linearen Separierbarkeit*

Seien X_0 and X_1 zwei Datenmengen im n -dimensionalen euklidischen Raum. Dann sind die Mengen X_0 and X_1 genau dann „linear separierbar“, wenn es $n + 1$ Werte w_1, w_2, \dots, w_n, k , gibt, sodass jeder Punkt $x \in X_0$ die Bedingung $\sum_{i=1}^n w_i x_i > k$ erfüllt und jeder Punkt $x \in X_1$ die Bedingung $\sum_{i=1}^n w_i x_i < k$ erfüllt.

Um das Verständnis der oben genannten Definition zu erleichtern, kann die folgende Abbildung betrachtet werden:

Logisches AND ist
linear separierbar



Logisches XOR ist nicht
linear separierbar

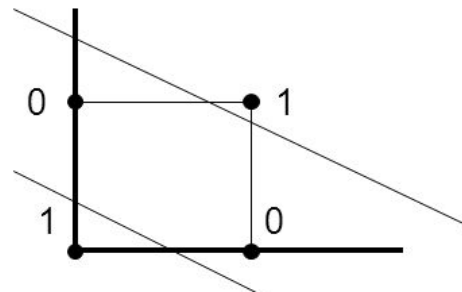


Abbildung 2.1: Bildliche Erläuterung der linearen Separierbarkeit

Man erkennt also, dass eine zweidimensionale Funktion dann als linear separierbar gilt, wenn zwischen zwei Ergebnismengen der Funktion eine Gerade gelegt werden kann. Analog setzt sich dies in Funktionen höherer Dimensionen fort. Ist die Funktion zum Beispiel dreidimensional, erfolgt die Separierung durch eine Ebene.

Es ist bewiesen, dass einschichtige KNN nur in der Lage sind, linear separierbare Funktionen zu berechnen. Den Konkreten Beweis dazu liefern Minski & Papert am Beispiel des XOR-Problems:

Beweis 1. Beweis der Eingeschränkten Fähigkeit von KNN anhand des XOR-Problems

Gegeben sind:

Ein Perzeptron der folgenden Bauart:

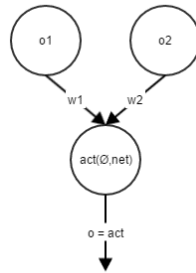


Abbildung 2.2: Beispielperzeptron zur Darstellung des XOR-Problems

und folgende Rahmenbedingungen:

$$w_1 \cdot 1 + w_2 \cdot 2 = net$$

$$f_{act}(o) = id$$

$\emptyset = \text{Schwellenwert}$

Dann gilt folgendes:

a) $w_1 \cdot 0 + w_2 \cdot 0 \leq \emptyset$ Bei einem Inputvektor (0,0) liefert der Output 0.

b) $w_1 \cdot 0 + w_2 \cdot 1 \geq \emptyset$ Bei einem Inputvektor (0,1) liefert der Output 1.

c) $w_1 \cdot 1 + w_2 \cdot 0 \geq \emptyset$ Bei einem Inputvektor (1,0) liefert der Output 1.

d) $w_1 \cdot 1 + w_2 \cdot 1 \leq \emptyset$ Bei einem Inputvektor (1,1) liefert der Output 0.

Der Widerspruch ergibt sich wie folgt:

$$(b + c) : w_1 + w_2 \geq \emptyset \wedge (d) w_1 + w_2 \leq \emptyset$$

Dieser Beweis kann ebenfalls auf andere nicht linear separierbare Funktionen angewandt werden. Somit steht fest, dass ein einschichtiges Perzeptron nicht in der Lage sein kann, nicht linear separierbare Funktionen zu approximieren.

Auf Basis der oben genannten Tatsache kann ermittelt werden, ob ein einschichtiges Perzeptron zur Approximation von Börsenkursen geeignet ist. Dafür wurde ein ein Perzeptron folgender Bauart entwickelt und untersucht, ob dieses Konvergiert.

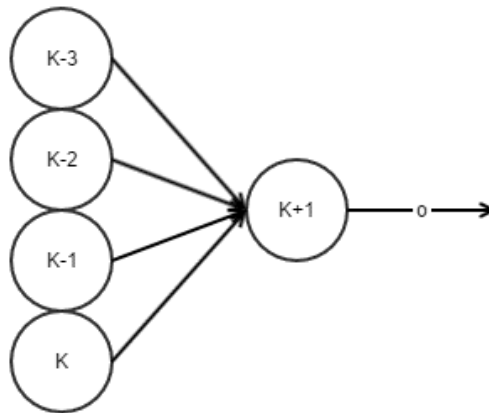


Abbildung 2.3: Grundlegendes Konzept des KNN

Bei Betrachtung des Netzwerkfehlers des Perzeptrons erkennt man, dass das Perzeptron nicht konvergiert:

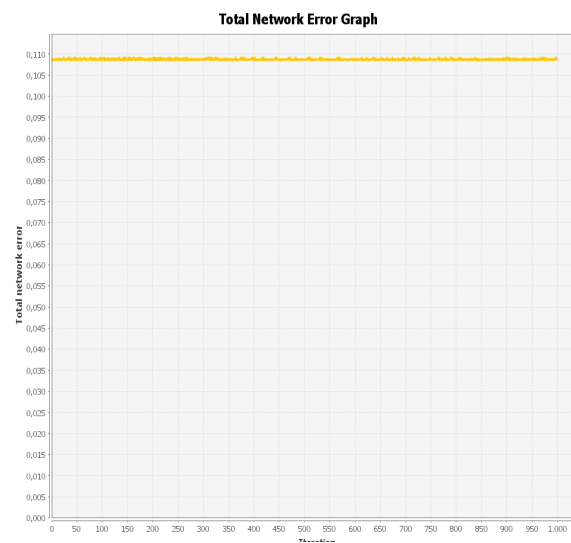


Abbildung 2.4: Grundlegendes Konzept des KNN

Der Netzwerkfehler des Perzeptrons bleibt über alle Iterationen konstant auf einen Niveau von circa 0,10.

Nun ist es sinnvoll, folgendes Theorem zu berücksichtigen:

Theorem 1. *Konvergenztheorem von Rosenblatt*

Der Lernalgorithmus des Perzeptrons konvergiert in endlicher Zeit, d.h. das Perzeptron kann in endlicher Zeit alles lernen, was es repräsentieren kann.

Betrachtet man alle oben genannten mathematischen Gegebenheiten, ergibt sich die folgende Relation:

Perzeptron konvergiert \rightarrow Funktion Linear separierbar \rightarrow Perzeptron geeignet. und natürlich analog: Perzeptron konvergiert nicht \rightarrow Funktion nicht Linear separierbar \rightarrow Perzeptron nicht geeignet.

Folglich bleibt nur noch das Multilayerperzeptron als Mögliche Auswahl übrig. Das dieses Künstliches neuronales Netz (KNN) tatsächlich zur Prognose geeignet ist, belegt das folgende Theorem:

Theorem 2. *Theorem von Kolmogorov*

Für $n \in \mathbb{N} | n > 2$ lässt sich jede reellwertige Funktion $f : [0; 1]^n \rightarrow [0; 1]$ durch ein dreischichtiges vorwärtsverknüpftes Netz mit maximal n Einheiten in der Eingabeschicht, $(2n + 1)$ Einheiten in der Zwischenschicht und $2n + 1$ Einheiten in der Ausgabeschicht berechnen.

Ein Börsenkurs kann prinzipiell jede beliebige Funktion annehmen. Durch das obige Theorem ist jedoch sichergestellt, dass das mehrschichtige vorwärtsgerichtete Netz in der Lage ist, diese Funktionen zu approximieren, da ein Multilayerperzeptron als universeller Approximator fungiert.

2.2.2 Wahl der Topologie

Zur Prognose des Börsenkurses sollen die letzten vier Börsenkurse als Input dienen. Durch diesen Input soll der Börsenkurs am nächsten Tag prognostiziert werden. Zur richtigen Dimensionierung der inneren Schicht können einige Richtlinien berücksichtigt werden:

- Die Anzahl der versteckten Neuronen in der inneren Schicht sollte nicht zu groß gewählt werden, damit das Netz das antrainierte Verhalten nicht “auswendig”lernt und dieses dann nur bereits trainierte Muster anwenden kann und es somit die Generalisierungsfähigkeit verliert. Man spricht in diesem Fall von Overfittin.g
- Die Anzahl der versteckten Neuronen in der inneren Schicht sollte auch nicht zu klein gewählt werden, da eine gewisse Menge an Neuronen wichtig sind, um sich Regeln merken zu können.
- Eine grobe Annäherung zur Bestimmung der Obergrenze der Anzahl von Neuronen in der versteckten Schicht liefert die folgende Formel:

$$N_h = \frac{N_d}{10 * (N_i + N_o)} \quad (2.1)$$

N_h ist hierbei die Obergrenze, N_i ist die Anzahl der Inputneuronen und N_o die Anzahl der Outputneuronen. Da 450 Trainingsdaten verwendet werden. Bedeutet das für diese SEminararbeit konkret:

$$N_h = \frac{450}{10 * (4 + 1)} = 9 \quad (2.2)$$

Somit ergibt sich insgesamt die folgende Topologie:

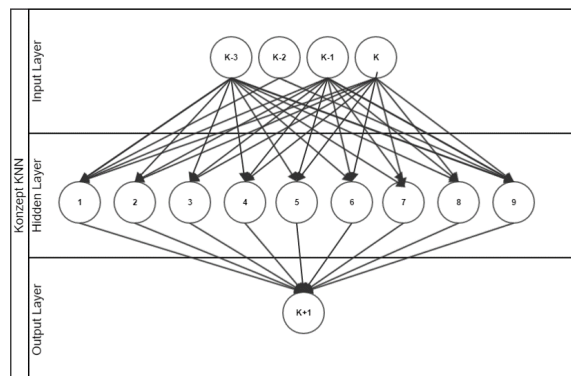


Abbildung 2.5: Grundlegendes Konzept des KNN

Die oben abgebildete Topologie stellt ein solides Grundkonstrukt dar, das in der Umsetzungsphase noch weiter optimiert werden kann.

2.2.3 Wahl des Lernverfahrens

Grundsätzlich gibt es drei grobe Klassifikation von Lernverfahren. In diesem Abschnitt werden alle drei Lernverfahren näher vorgestellt und anschließend eine Begründete Auswahl der Lernverfahrens getroffen.

- **Überwachtes Lernen:** Beim überwachten Lernen sind sowohl die Eingabedaten sowie die dazugehörigen Ausgabedaten bekannt. Mit Hilfe dieser Daten kann das KNN dann trainiert werden. Die berechneten Ausgabedaten können anschließend mit den tatsächlichen Ausgabedaten verglichen werden. Dieser Fehler wird dann genutzt, um die Verbindungsgewichte des KNN anzupassen. Typische Vertreter dieses Lernverfahrens sind die sogenannten Backpropagation-Lernverfahren.
- **Bestärkendes Lernen** Ähnlich wie das überwachte Lernen, jedoch biologisch motivierter ist das sogenannte bestärkende Lernen. Hier sind dem KNN die Eingabewerte zwar bekannt, aber die dazugehörigen Ausgabewerte nur zum Teil oder gar nicht. Das KNN wird lediglich darüber informiert, das Ergebnis richtig bzw. falsch war. Es ist ein sehr Zeitaufwändiges Lernverfahren, da es die Gewichte auf Grund der spärlichen Information nur sehr langsam anpassen kann. Dieser Verfahren kann als Mischung aus überwachtes Lernen und unüberwachtes Lernen gesehen werden.
- **Unüberwachtes Lernen** Das unüberwachte Lernen ist biologisch gesehen am plausibelsten. Bei diesem Lernverfahren existieren nur Eingabemuster, es existieren keine erwünschten Ausgaben oder Angaben, ob das Netz die Eingaben richtig oder falsch klassifiziert hat. Stattdessen versucht der Lernalgorithmus selbständig, Gruppen ähnlicher Eingabevektoren zu identifizieren und diese auf Gruppen ähnlicher oder benachbarter Neuronen abzubilden.

Da sowohl die Eingabewerte als auch die Ausgabewerte der zu verwendenden Datensätze bekannt sind, bietet sich das überwachte Lernen an. Verglichen mit den anderen Lernverfahren ist dies die effizienteste Lernmethode. Sie verfügt zwar über kein biologisches Vorbild, dieser Umstand hat aber für diese Seminararbeit keine Relevanz.

Zur Bestimmung des Fehlers zwischen der prognostizierten and tatsächlichen Ausgabe kann der MSE benutzt werden. Die MSE-Formel würde in den konkreten Fall der Anwendung wie folgt lauten:

$$\frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (KT_i - KV_i)^2 \quad (2.3)$$

Wobei n für die Anzahl der Datensätze steht, KT_i für den tatsächlichen Ausgabewert für den Datensatz i steht und KV_i für den prognostizierten Datensatz i steht.

3 Umsetzung

3.1 Umsetzung der Anwendung

3.2 Umsetzung des künstlichen neuronalen Netzes

beschreibung folgende 3 abschnitte sukzessive normalisierungsfunktion beispieldatensatz (training / test) verteilung(training/test) menge(training/test) Anzahl Durchläufe: 100k Lernrate 0.5

3.3 Optimierung des künstlichen neuronalen Netzes

3.3.1 Optimierung der Topologie

In der Literatur wird dabei oft auf die folgende Gleichung zur Ermittlung der optimalen Menge an Neuronen der versteckten Schicht angegeben:

$$N_h = \frac{N_d}{10 * (N_i + N_o)} \quad (3.1)$$

Topologie	Mean Squared Error
4-05-1	0.000
4-09-1	0.000
4-13-1	0.000

Tabelle 3.1: Jeweilige Topologien & korrespondierende MSE

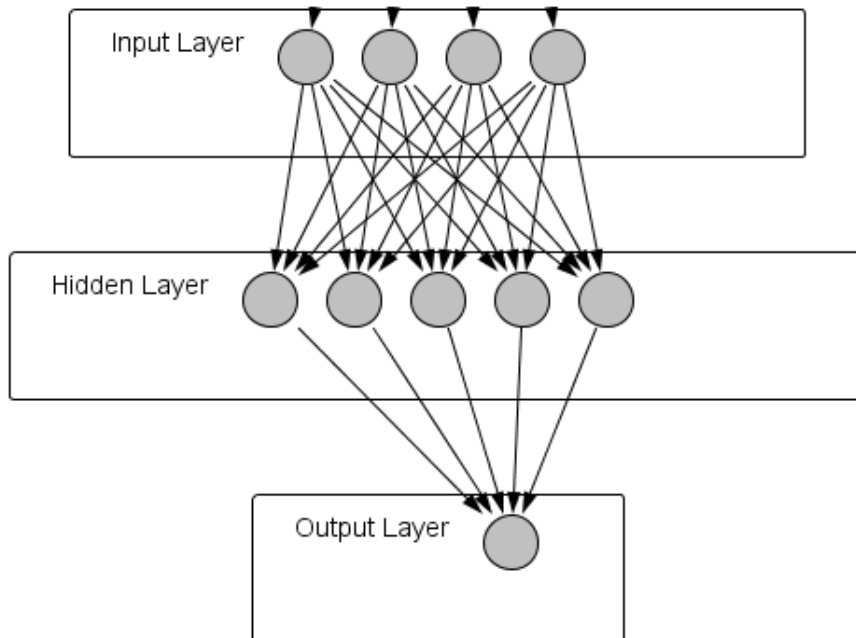


Abbildung 3.1: KNN nach 4-05-1 Muster

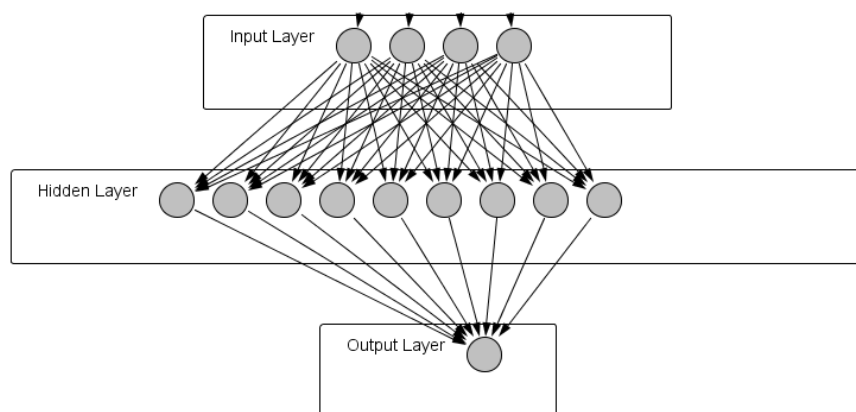


Abbildung 3.2: KNN nach 4-09-1 Muster

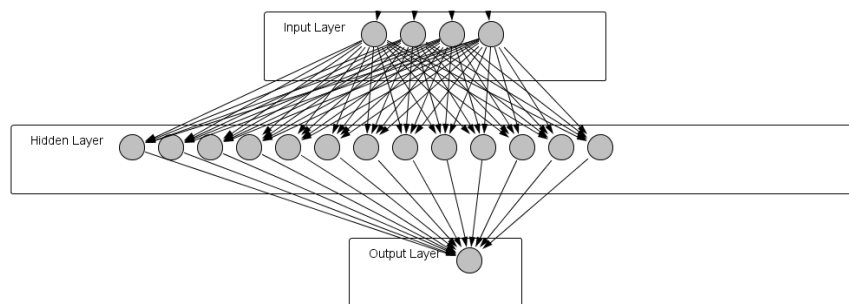


Abbildung 3.3: KNN nach 4-13-1 Muster

3.3.2 Wahl der optimalen Transferfunktion

Sigmoide Funktion:

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-cx}} \quad (3.2)$$

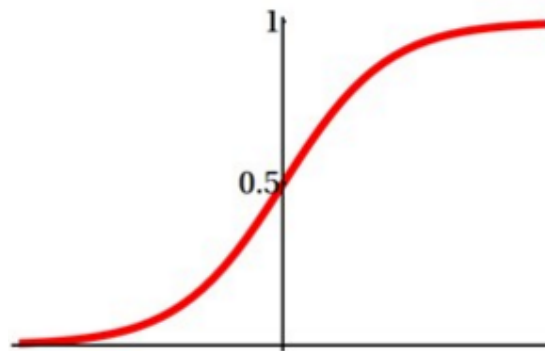


Abbildung 3.4: Sigmoide Funktion

Tangens Hyperbolicus:

$$f(x) = \tanh(x) \quad (3.3)$$

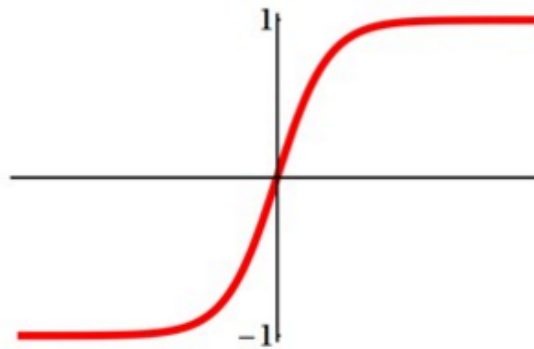


Abbildung 3.5: Tangens Hyperbolicus Funktion

Transferfunktion	Mean Squared Error
4-05-1	0.000
4-09-1	0.000
4-13-1	0.000

Tabelle 3.2: Jeweilige Transferfunktionen & korrespondierende MSE

Lernregel	beste Lernrate	Mean Squared Error
Backpropagation	0.000	0.000
Momentum Backpropagation	0.000	0.000
Resilient Propagation	0.000	0.000

Tabelle 3.3: Jeweilige Lernregeln und beste Lernraten & korrespondierende MSE

3.3.3 Wahl der optimalen Lernregel

3.3.4 Wahl der optimalen Lernrate

Die Wahl der Lernrate erweist sich oft als ein schwieriges Unterfangen und wird oft über ein trial and error Verfahren ermittelt.

Ein zu hohe Lernrate eine zu niedrige Lernrate

Das ... Empfiehlt.....

3.4 Die endgültigen künstlichen neuronalen Netze

3.5 Zusammenführung der Komponenten

4 Beschreibung der Anwendung

4.1 Architektur der Anwendung

Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

Das hier ist der zweite Absatz. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

Und nun folgt – ob man es glaubt oder nicht – der dritte Absatz. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte

möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

Nach diesem vierten Absatz beginnen wir eine neue Zählung. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

4.2 Elemente der GUI

Das hier ist der zweite Absatz. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss

keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

Und nun folgt – ob man es glaubt oder nicht – der dritte Absatz. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

Nach diesem vierten Absatz beginnen wir eine neue Zählung. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

Das hier ist der zweite Absatz. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An

ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

5 Analyse

Und nun folgt – ob man es glaubt oder nicht – der dritte Absatz. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

Nach diesem vierten Absatz beginnen wir eine neue Zählung. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

Das hier ist der zweite Absatz. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

Und nun folgt – ob man es glaubt oder nicht – der dritte Absatz. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

6 Fazit

Nach diesem vierten Absatz beginnen wir eine neue Zählung. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

Das hier ist der zweite Absatz. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

Und nun folgt – ob man es glaubt oder nicht – der dritte Absatz. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

Nach diesem vierten Absatz beginnen wir eine neue Zählung. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

Literaturverzeichnis