MLP-Rechner

Benutzerhandbuch

Ausführliche Bedienungsanleitung

Deutsch

Wolfgang Böhme

wolfgang.boehme@economic-modeling.de

www.economic-modeling.de

2. November 2026

Dokumentationen dieser Webseite wurden mit Unterstützung der KI Claude (Anthropic) entwickelt.

Inhaltsverzeichnis

1 Schnellstart – Erste Schritte **2**
- 1.1 Überblick über die Tabs . . . 2
- 1.2 Minimal-Workflow (2 Minuten) . . . 2

2 Daten laden **2**
- 2.1 Beispieldatensätze . . . 2
- 2.2 Eigene CSV-Datei . . . 3
  - 2.2.1 Format . . . 3
  - 2.2.2 Laden . . . 3
- 2.3 Datenaufbereitung . . . 3

3 Netzwerk konfigurieren **4**
- 3.1 Parameter im Tab „Konfiguration“ . . . 4
- 3.2 Empfehlungsbox . . . 4

4 Training **5**
- 4.1 Loss-Kurve lesen . . . 5

5 Backtesting **5**
- 5.1 Kennzahlen . . . 5
- 5.2 Vergleichsmaßstäbe . . . 6
- 5.3 Extrapolation . . . 6
- 5.4 Grafiken und Tabelle . . . 6

6 Vorhersagen **6**
- 6.1 Manuelle Eingabe . . . 6
- 6.2 Batch-Vorhersage . . . 6

7 Visualisierung, Analyse und Export **7**
- 7.1 Visualisierung . . . 7
- 7.2 Export . . . 7

8 Häufige Probleme und Lösungen **7**

9 Beispiel-Workflow komplett **8**
- 9.1 Kreuzkurse (UZS) – gut prognostizierbar . . . 8
- 9.2 Währungsdaten (UZS) – die Grenzen erkennen . . . 8

10 Zusammenfassung **9**
- 10.1 Workflow in Kürze . . . 9
- 10.2 Wichtigste Punkte . . . 9

1 Schnellstart – Erste Schritte

1.1 Überblick über die Tabs

Der MLP-Rechner (Version 20) ist eine einzelne HTML-Datei und läuft vollständig im Browser. Er ist in acht Tabs gegliedert:

Tab	Zweck
Konfiguration	Netzstruktur, Aktivierungen, Lernrate, Epochen, Batch-Größe, Startwert
Daten	Beispiele oder eigene CSV laden, Normalisierung, Train/Test-Aufteilung
Training	Training starten/stoppen, Log, Loss-Kurve
Backtesting	Prognosegüte auf Trainings- und Testdaten, Vergleichsmaßstäbe
Visualisierung	Netzgrafik, aktive Neuronen, Gewichtsverteilung, Aktivierungen
Vorhersage	Manuelle Eingabe und Batch-Vorhersage in Originalwerten
Analyse	Netzwerk-Statistiken und Layer-Informationen
Export	CSV- und PNG-Export

1.2 Minimal-Workflow (2 Minuten)

1. **Tab „Daten“** → Beispiel „Kreuzkurse (UZS)“ anklicken. Die empfohlenen Einstellungen werden übernommen und das Netzwerk wird erstellt.
2. **Tab „Training“** → „Training Starten“ (rund 15 Sekunden).
3. **Tab „Backtesting“** → Kennzahlen und Vergleich mit einfachen Regeln ansehen.
4. **Tab „Vorhersage“** → Werte eingeben (vorbelegt mit der letzten Datenzeile) → „Vorhersage Berechnen“.

✓Erfolg

Fertig! Für eigene Daten ersetzt Schritt 1 das Laden einer CSV-Datei; die Netzstruktur passt der Rechner an die Zahl der Inputs an und zeigt im Tab „Konfiguration“ empfohlene Bereiche.

2 Daten laden

2.1 Beispieldatensätze

Im Tab „Daten“ stehen sieben Beispiele bereit. Beim Laden übernimmt der Rechner die Einstellungen aus dem Dokument „Empfehlungen für Trainingsparameter“ und erstellt das Netzwerk.

Beispiel	Daten	Zweck
Währungsdaten (UZS)	251 Zeilen, USD, CNY, GBP, CHF → EUR	Lehrbeispiel: schwacher Zusammenhang, Backtesting zeigt die Grenzen
Kreuzkurse (UZS)	251 Handelstage, USD/UZS, EUR/USD, GBP/UZS, CNY/UZS → EUR/UZS	gut prognostizierbar (EUR/UZS ≈ EUR/USD × USD/UZS)
XOR, AND, OR	4 Zeilen, 2 Inputs	binäre Klassifikation, kein Test-Set
Kreis-Klassifikation	200 Punkte, 2 Inputs	nichtlineare Entscheidungsgrenze
Einfache Regression	50 Punkte, 1 Input	Sinuskurve mit Rauschen

Beim Laden von „Kreuzkurse (UZS)“ erläutert ein Hinweis die Unterschiede zum Datensatz „Währungsdaten (UZS)“; beim Währungsbeispiel weist der Rechner darauf hin, dass dort kaum ein Zusammenhang besteht.

2.2 Eigene CSV-Datei

2.2.1 Format

```
Datum,USD_UZS,EUR_USD,GBP_UZS,CNY_UZS,EUR_UZS
2025-11-03,12350.00,1.16000,16294.60,1736.22,14328.04
2025-11-04,12377.15,1.16156,16444.69,1739.41,14362.95
```

Listing 1: Beispiel einer CSV-Datei (Komma)

```
Datum;USD_UZS;EUR_USD;GBP_UZS;CNY_UZS;EUR_UZS
03.11.2025;12350,00;1,16000;16294,60;1736,22;14328,04
```

Listing 2: Gleiche Daten im deutschen Excel-Format (Semikolon)

(i) Information

- **Speicherort:** Die Datei muss lokal auf Ihrem Rechner (oder einem dort verbundenen Laufwerk) liegen; Online-Dateien zuerst herunterladen. Die Datei wird nur im Browser verarbeitet.
- **Kopfzeile** mit Spaltennamen empfohlen; die Namen erscheinen später in allen Tabellen und Eingabefeldern.
- **Trennzeichen:** Komma oder Semikolon. Bei Semikolon ist das Dezimalkomma erlaubt.
- **Zielspalte:** standardmäßig die letzte Spalte; nach dem Laden in der Auswahlliste „Zielspalte (Output)“ änderbar. Alle übrigen Zahlenspalten sind Inputs (höchstens 10).
- **Text- und Datumsspalten** werden automatisch ignoriert, Zeilen mit fehlenden Werten übersprungen – der Rechner meldet beides.
- **Werte:** Originalwerte, nicht normalisiert.
- **Reihenfolge:** Zeitreihen chronologisch aufsteigend (älteste zuerst).

2.2.2 Laden

1. Tab „Daten“ → „CSV-Datei hochladen“ → Datei wählen.
2. Die Statuszeile zeigt Zahl der Zeilen, Inputs, Zielspalte sowie ignorierte Spalten.
3. Passt die Zahl der Inputs nicht zum Netzwerk, wird es automatisch neu erstellt. Der Tab „Konfiguration“ zeigt dann eine Empfehlung für diese Daten (siehe Abschnitt 3).

2.3 Datenaufbereitung

Alle Optionen wirken **sofort** auf die geladenen Daten – ein erneutes Laden ist nicht nötig. Danach neu trainieren.

Daten normalisieren auf [0, 1]: empfohlen bei großen oder unterschiedlich skalierten Werten (z. B. Wechselkurse). Die Parameter (Minimum, Maximum) werden *nur aus den Trainingsdaten* bestimmt. Eingabe und Ausgabe bleiben immer in Originalwerten.

Vortageswert der Zielgröße als zusätzlichen Input: nur für Zeitreihen. Der Wert der Zielspalte aus der Vorzeile wird als weiterer Input „*Ziel* (Vortag)“ ergänzt; die erste Zeile entfällt. Damit kann das Netz mindestens die Regel „wie am Vortag“ lernen.

Train/Test-Split: Anteil der Trainingsdaten (Standard 80 %); der Rest dient dem Backtesting. Zwei Aufteilungen:

- **Chronologisch** – die letzten Zeilen sind Test. Richtig für Zeitreihen, entspricht einer echten Prognose.
- **Gleichmäßig verteilt** – jede n-te Zeile ist Test. Geeignet für Daten ohne zeitliche Ordnung (z. B. Kreis-Klassifikation).

✓Erfolg

Beispiel (Kreuzkurse): Gesamt 251 Samples – Training 200 Samples, Test 51 Samples (letzte Zeilen = Test, wie bei einer echten Prognose).

3 Netzwerk konfigurieren

3.1 Parameter im Tab „Konfiguration“

- **Input-Neuronen:** werden aus den Daten übernommen.
- **Anzahl Hidden Layers (2–5)** und je Layer **Neuronen (1–20)** und **Aktivierungsfunktion** (ReLU, Sigmoid, Tanh, Linear).
- **Output-Aktivierung:** Linear für Regression, Sigmoid für binäre Klassifikation (Ziel nur 0/1).
- **Loss-Funktion:** MSE (Regression) oder BCE (Klassifikation).
- **Learning Rate, Epochs, Batch Size.**
- **Startwert (Seed) für Zufallszahlen** (Standard 42): Gleicher Startwert und gleiche Einstellungen ergeben exakt dasselbe Ergebnis.
- **Reihenfolge der Trainingsdaten je Epoche mischen** (empfohlen): verhindert, dass das Netz immer zuletzt dieselben Zeilen sieht – wichtig bei chronologischen Daten.

Nach Änderungen „Netzwerk Erstellen“ klicken.

3.2 Empfehlungsbox

Sind Daten geladen, zeigt der Tab oben eine Tabelle „Empfehlung für den geladenen Datensatz“ mit den Spalten *Empfohlen* und *Aktuell*. Einstellungen außerhalb der Empfehlung sind mit △ markiert – sie sind erlaubt, können aber das Training verschlechtern. „Empfohlene Einstellungen übernehmen“ stellt die Werte wieder her und erstellt das Netzwerk neu.

Für eigene Daten gelten die Faustregeln:

- Hidden Layer 1 = 2–4 × Zahl der Inputs, Hidden Layer 2 ≈ halb so groß.

- Ziel kontinuierlich → Output Linear, Loss MSE; Ziel nur 0/1 → Output Sigmoid, Loss BCE.
- Große Werte → Normalisierung aktivieren.

(i) Information

Beispiel Kreuzkurse (voreingestellt): 4 → 12 (ReLU) → 6 (ReLU) → 1 (Linear), MSE, Learning Rate 0,003, 2000 Epochs, Batch Size 16, Startwert 42 – 145 Parameter.

4 Training

1. Tab „Training“ → „Training Starten“.
2. Fortschritt, aktueller und bester Loss, Zeit und die Live-Loss-Kurve werden angezeigt; „Stop“ bricht ab.
3. Nach dem Training läuft das Backtesting automatisch; der Log zeigt die wichtigsten Test-Kennzahlen.

4.1 Loss-Kurve lesen

- **Gut:** fällt gleichmäßig und flacht ab.
- **Springt stark:** Learning Rate verkleinern.
- **Bleibt hoch:** mehr Neuronen, mehr Epochen, Normalisierung prüfen.

! Warnung

Der Loss wird auf *normalisierten* Trainingsdaten berechnet und sagt nichts über die Prognosegüte auf neuen Daten. Ein sehr kleiner Loss kann auch Überanpassung bedeuten. Maßgeblich ist der Tab „Backtesting“.

5 Backtesting

Der Tab „Backtesting“ wendet das trainierte Netz auf die Trainings- und die Testdaten an. Alle Werte sind in Originalskala.

5.1 Kennzahlen

Kennzahl	Bedeutung
MAE	mittlerer absoluter Fehler, in der Einheit des Ziels
RMSE	Wurzel aus dem mittleren quadratischen Fehler; bestraft große Fehler stärker
MAPE	mittlerer absoluter Fehler in Prozent des Istwerts
R^2	$1 - \sum(\text{Fehler}^2) / \sum(\text{Ist} - \text{Mittelwert})^2$; $R^2 < 0$: schlechter als ein konstanter Mittelwert
Max. Fehler	größter absoluter Fehler
Trefferquote	nur Klassifikation, Schwelle 0,5

Aussagekräftig sind die Werte der Spalte *Test (ungesehen)*. Ist der Testfehler mehr als doppelt so groß wie der Trainingsfehler, warnt der Rechner vor möglicher Überanpassung.

5.2 Vergleichsmaßstäbe

Ein kleiner MAPE allein ist kein Gütezeichen – Wechselkurse ändern sich von Tag zu Tag oft um weniger als 0,2 %. Deshalb vergleicht der Rechner das Netz im Testzeitraum mit drei einfachen Regeln:

- Mittelwert der Trainingsdaten (konstant),
- letzter Wert vor dem Testzeitraum (konstant),
- Wert der Vorzeile („wie am Vortag“).

Das Urteil lautet „besser als alle einfachen Regeln“, „etwa gleich gut“ (RMSE innerhalb ±5 %) oder „schlechter“. Bei Klassifikation dient die häufigste Klasse des Trainings als Maßstab.

5.3 Extrapolation

Für jeden Input bestimmt der Rechner den Trainingsbereich (Minimum bis Maximum der Trainingsdaten). Testzeilen mit mindestens einem Input außerhalb werden mit △ markiert, der betroffene Wert farbig hinterlegt (▼ darunter, ▲ darüber; Abweichung per Mauszeiger). Eine Tabelle zeigt je Input die Zahl der Zeilen außerhalb und die größte Abweichung absolut und in Prozent der Bandbreite; der aufklappbare Hinweis erklärt die Bedeutung. Außerdem wird der mittlere Fehler der markierten mit dem der übrigen Zeilen verglichen.

5.4 Grafiken und Tabelle

„Ist vs. Prognose“ zeigt alle Zeilen (Testzeilen grau hinterlegt), das Streudiagramm Prognose gegen Ist mit Diagonale. Die Tabelle „Test-Zeilen im Detail“ listet Inputs, Prognose, Ist und Fehler. „Backtesting als CSV“ exportiert alle Zeilen (Semikolon, Dezimalkomma).

6 Vorhersagen

6.1 Manuelle Eingabe

- Die Felder tragen die Spaltennamen, sind mit der letzten Datenzeile vorbelegt und zeigen den Trainingsbereich.
- Eingabe **immer in Originalwerten** (Dezimalkomma oder -punkt). Die Normalisierung erfolgt intern mit den Parametern der Trainingsdaten.
- „Vorhersage Berechnen“ zeigt das Ergebnis in Originalwerten, bei Klassifikation zusätzlich die Klasse.
- Liegt ein Wert außerhalb des Trainingsbereichs, nennt die Warnung den Input und die Abweichung, z. B. bei GBP_UZS = 17.000 im Kreuzkurs-Beispiel: „GBP_UZS: über dem Maximum um 240,70 (28,5 % der Bandbreite)“.

6.2 Batch-Vorhersage

- **CSV-Datei hochladen** mit denselben Input-Spalten wie beim Training. Spalten werden über die Kopfzeile zugeordnet; enthält die Datei zusätzlich die Zielspalte, werden Fehler und Kennzahlen berechnet.
- **Batch aus den Test-Daten:** „Als Batch-Datei (CSV) herunterladen“ erzeugt eine Datei mit den Testzeilen (z. B. `Kreuzkurse_Batch_Testzeitraum.csv`); „Direkt als Batch-Vorhersage ausführen“ rechnet sie sofort.

- Ergebnis: Kennzahlen (MAE, RMSE, MAPE, R^2, mittlerer Fehler/Bias, max. Fehler), Diagramm Ist/Prognose, Extrapolationsübersicht und Tabelle je Zeile; Export über „Ergebnisse als CSV“.

7 Visualisierung, Analyse und Export

7.1 Visualisierung

- **Netzwerk-Architektur:** alle Neuronen und Gewichte (rot positiv, blau negativ, Dicke nach Betrag).
- **Aktive Neuronen (Aktivierungsstatus):** zeigt für die aktuelle Eingabe im Tab „Vorhersage“ (sonst die letzte Datenzeile) nur die Neuronen mit Status *normal* ($0{,}2 \leq |a| < 0{,}8$); *schwach* ($|a| < 0{,}2$) blass und *stark* ($|a| \geq 0{,}8$) per Kontrollkästchen zuschaltbar. Inaktive Neuronen erscheinen nur als grauer Punkt. Die Liniendicke entspricht dem Beitrag Gewicht $\times$ Aktivierung.
- **Gewichtsverteilung** (Histogramm) und **Aktivierungswerte** (Tabelle mit Status).

7.2 Export

- **Modell-Daten:** Gewichte, Architektur, Aktivierungswerte (CSV).
- **Training & Vorhersagen:** Training-Verlauf, Batch-Vorhersagen, Backtesting (CSV; Backtesting und Batch mit Semikolon und Dezimalkomma für deutsches Excel).
- **Visualisierungen:** Netzwerk-Grafik, Loss-Kurve, Gewichtsverteilung, Backtesting Ist/-Prognose und Streudiagramm (PNG).

8 Häufige Probleme und Lösungen

Problem	**Lösung**
„Keine gültigen Datenzeilen gefunden“	Trennzeichen prüfen; mindestens zwei Zahlenspalten; bei Semikolon Dezimalkomma, bei Komma Dezimalpunkt.
Netz und Daten passen nicht (Anzahl Inputs)	Netzwerk im Tab „Konfiguration“ neu erstellen – beim Laden geschieht das automatisch.
Loss sinkt nicht	Learning Rate erhöhen (z. B. $0{,}003 \rightarrow 0{,}005$), mehr Epochen, Normalisierung aktivieren.
Loss springt stark / NaN	Learning Rate verkleinern, Netzwerk zurücksetzen, neu trainieren.
Test-Fehler $> 2 \times$ Trainingsfehler	Überanpassung: kleineres Netz, weniger Epochen, mehr Daten.
Netz nicht besser als „wie am Vortag“	Inputs erklären das Ziel kaum; bei Zeitreihen Vortageswert als Input aktivieren.
Viele Zeilen mit Extrapolation	Fehlerspalte der markierten Zeilen prüfen; Trainingszeitraum verlängern.
Ergebnis nicht reproduzierbar	Gleicher Startwert und gleiche Einstellungen verwenden; Netzwerk vor dem Training neu erstellen.

9 Beispiel-Workflow komplett

9.1 Kreuzkurse (UZS) – gut prognostizierbar

1. Tab „Daten“ → „Kreuzkurse (UZS)“. Die Datumsspalte wird ignoriert; Training 200, Test 51 Zeilen (chronologisch).
2. Tab „Konfiguration“: Empfehlung ist übernommen (4 → 12 → 6 → 1, alle Zeilen ✓).
3. Tab „Training“ → „Training Starten“ (2000 Epochen, rund 15 Sekunden).
4. Tab „Backtesting“:

✓Erfolg

Kennzahl	Training	Test
MAE	4,68	5,34
RMSE	5,89	6,44
MAPE	0,033 %	0,037 %
R^2	0,9988	0,9959

Vergleich im Testzeitraum: Regel „wie am Vortag“ MAPE 0,354 %, R^2 0,621. Urteil: „Das Netz ist besser als alle einfachen Regeln (RMSE 90 % unter der besten Regel)“.

5. Extrapolation: 27 von 51 Testzeilen haben einen Input außerhalb des Trainingsbereichs (USD/UZS bis 14,8 % darunter, GBP/UZS bis 24,7 % darüber). Der Fehler dieser Zeilen ist nicht größer (MAE 5,03 gegenüber 5,68) – GBP/UZS spielt für das Ziel keine Rolle.
6. Tab „Vorhersage“: vorbelegt mit Zeile 251 (USD_UZS 12.326,81; EUR_USD 1,1715; GBP_UZS 16.582,05; CNY_UZS 1.733,29) → Prognose EUR_UZS = 14.439,66 bei einem Istwert von 14.437,19.
7. „Direkt als Batch-Vorhersage ausführen“ wiederholt die Testauswertung als Batch; „Ergebnisse als CSV“ exportiert sie.
8. Tab „Visualisierung“ → „Aktive Neuronen“: Für diese Eingabe sind 10 Neuronen normal, 1 stark, 1 schwach und 11 inaktiv.

9.2 Währungsdaten (UZS) – die Grenzen erkennen

1. Tab „Daten“ → „Währungsdaten (UZS)“ (4 → 16 → 8 → 1, 3000 Epochen) und trainieren.
2. Backtesting: Trainings-MAPE 0,255 %, Test-MAPE 0,557 %, Test-R^2 −4,24. Der Rechner meldet mögliche Überanpassung und „Das Netz ist schlechter als die einfache Regel „wie am Vortag““ (MAPE 0,117 %).
3. Option „Vortageswert der Zielgröße als zusätzlichen Input“ aktivieren, neu trainieren: Test-MAPE 0,120 %, R^2 0,638 – „etwa gleich gut wie die Regel wie am Vortag“.

! Warnung

Lehre: Ein MAPE unter 1 % wirkt gut, ist bei Wechselkursen aber kein Gütezeichen. In diesem Datensatz hängen die Tagesveränderungen von EUR und den Input-Kursen praktisch nicht zusammen; mehr als „Kurs wie am Vortag“ ist nicht zu erreichen. Erst der Vergleich mit einfachen Regeln im Backtesting macht das sichtbar.

10 Zusammenfassung

10.1 Workflow in Kürze

1. Daten → 2. Konfiguration prüfen → 3. Training → 4. Backtesting → 5. Vorhersage → 6. Export

10.2 Wichtigste Punkte

- Train/Test-Split immer aktiv lassen; bei Zeitreihen chronologisch.
- Normalisierung bei großen Werten aktivieren – Ein- und Ausgabe bleiben in Originalwerten.
- Bewertung immer an den **Test-Kennzahlen** und am **Vergleich mit einfachen Regeln**, nicht am Loss.
- Extrapolations-Hinweise beachten: außerhalb des Trainingsbereichs ist die Prognose weniger abgesichert.
- Gleicher Startwert = gleiches Ergebnis; zum Vergleich von Einstellungen den Startwert festhalten.

Viel Erfolg mit Ihren neuronalen Netzen!