Gold Swap Calculator

Dokumentation mit Berechnungsvorschriften und vollständigem Praxisbeispiel

Studentische Version – Quantitative Risk Management

Deutsch

Wolfgang Böhme

wolfgang.boehme@economic-modeling.de

www.economic-modeling.de

1. November 2026

Diese Dokumentation beschreibt die Bewertung und Risikomessung eines Gold Swaps mit der Discount-Factor-Methode.

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

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung **3**
1.1 Was ist ein Gold Swap? . . . 3
1.2 Anwendungsfälle . . . 3
1.3 Risikofaktoren . . . 3

2 Mathematische Grundlagen **4**
2.1 Discount Factors . . . 4
2.2 Gold Lease Rate . . . 4

3 Bewertungsformeln **5**
3.1 EUR Leg Present Value . . . 5
3.2 Gold Leg Present Value . . . 5
3.3 Net Present Value . . . 5

4 Sensitivitäten **6**
4.1 Grundprinzip: Elastizität statt Ableitung . . . 6
4.2 EUR-DF-Sensitivitäten . . . 6
4.3 Lease-Rate-Sensitivitäten . . . 6
4.4 Goldpreis-Sensitivität . . . 7

5 Value-at-Risk-Methodik **8**
5.1 Kovarianzmatrix . . . 8
5.2 Portfolio-Varianz und VaR . . . 8

6 Vollständiges Berechnungsbeispiel **9**
6.1 Swap-Spezifikation . . . 9
6.2 Aktuelle Marktwerte (letzter Tag der Beispieldaten) . . . 9
6.3 Cashflow-Berechnung . . . 9
6.4 Barwertberechnung . . . 10
6.5 Sensitivitätsberechnung . . . 10
6.6 Sensitivitäts-Zusammenfassung . . . 10
6.7 Kovarianzmatrix aus den Beispieldaten . . . 11
6.8 Value-at-Risk-Berechnung . . . 11
6.9 Ergebnis-Zusammenfassung . . . 12

7 Benutzung des Rechners **13**
7.1 Empfohlene Reihenfolge . . . 13
7.2 Tab “Daten” . . . 13
7.3 Wichtige Hinweise . . . 14

8 CSV-Datenformate **15**
8.1 Zeitreihen-Input . . . 15
8.2 Zeitreihen-Export . . . 15

9 Glossar **16**

10 Formel-Referenz 16

Einführung

Was ist ein Gold Swap?

Ein Gold Swap ist ein Derivatkontrakt, bei dem zwei Parteien Zahlungsströme austauschen:

- **EUR Leg (Fixed):** Feste Zinszahlungen in EUR auf ein EUR-Nominal
- **Gold Leg:** Gold-Lease-Rate-Zahlungen auf den Goldwert, plus Rückgabe des Goldwerts am Ende

Beide Legs werden mit der EUR-Zinskurve diskontiert, da alle Cashflows in EUR ausgedrückt werden.

Anwendungsfälle

1. **Hedging:** Absicherung von Goldpreisrisiken
2. **Finanzierung:** Goldbasierte Finanzierungsstrukturen
3. **Arbitrage:** Ausnutzung von Zinsdifferenzen
4. **Portfolio-Diversifikation:** Gold als Anlageklasse

Risikofaktoren

Bei n Zahlungsterminen hat der Rechner $2n + 1$ Risikofaktoren:

- n EUR-Diskontfaktoren $DF_{\text{EUR}}(t_i)$
- n Gold-Leasingsätze $L(t_i)$
- den Goldpreis S_{Gold} in EUR je Feinunze

Mathematische Grundlagen

Discount Factors

Discount Factor

$$\mathrm{DF}(t) = e^{-r(t)\cdot t}$$

- $r(t)$: stetiger Zero-Zins für die Laufzeit t
- t: Zeit in Jahren

Für Zahlungstermine zwischen den Stützstellen T_k der EUR-Kurve wird wie im Swap- und CCS-Rechner interpoliert:

- $T_k < t < T_{k+1}$: linear im Zins

$$r(t) = r(T_k) + \frac{t - T_k}{T_{k+1} - T_k} \cdot [r(T_{k+1}) - r(T_k)]$$

- $t > T_m$ (nach der letzten Stützstelle): flach, $r(t) = r(T_m)$
- $t < T_1$ (vor der ersten Stützstelle): linear im Diskontfaktor zwischen $DF(0) = 1$ und $DF(T_1)$

Gold Lease Rate

Die Gold Lease Rate ist der Zinssatz für das Ausleihen von physischem Gold. Üblich sind einige Zehntel Prozent p. a.; in Phasen knapper Goldliquidität können die Sätze deutlich steigen. In den Beispieldaten liegen sie zwischen 0,32 % und 0,96 %.

Die Leasingsätze werden linear auf die Zahlungstermine interpoliert, an beiden Enden flach. Sie stammen aus der letzten Zeile der geladenen Zeitreihe.

Bewertungsformeln

EUR Leg Present Value

EUR Leg PV

$$PV_{\text{EUR}} = \sum_{i=1}^{n} CF_{\text{EUR}}(t_i) \cdot DF_{\text{EUR}}(t_i)$$

mit:

$$CF_{\text{EUR}}(t_i) = N_{\text{EUR}} \cdot r_{\text{EUR}} \cdot \Delta t + \mathbf{1}_{i=n} \cdot N_{\text{EUR}}$$

Gold Leg Present Value

Gold Leg PV

$$PV_{\text{Gold}} = \sum_{i=1}^{n} CF_{\text{Gold}}(t_i) \cdot DF_{\text{EUR}}(t_i)$$

mit:

$$CF_{\text{Gold}}(t_i) = V_{\text{Gold}} \cdot L(t_i) \cdot \Delta t + \mathbf{1}_{i=n} \cdot V_{\text{Gold}}$$

$$V_{\text{Gold}} = N_{\text{oz}} \cdot S_{\text{Gold}}$$

Wichtig: Beide Legs werden mit der EUR-Zinskurve diskontiert.

Net Present Value

$$PV_{\text{net}} = \begin{cases} PV_{\text{Gold}} - PV_{\text{EUR}} & \text{Pay EUR} \\ PV_{\text{EUR}} - PV_{\text{Gold}} & \text{Pay GOLD} \end{cases}$$

Sensitivitäten

Grundprinzip: Elastizität statt Ableitung

Wichtiger Hinweis

Die Sensitivitäten werden als **Elastizitäten** berechnet:

$$\boxed{\text{Sensitivität}_i = \frac{\partial PV_{\text{net}}}{\partial x_i} \cdot x_i = \frac{\partial PV_{\text{net}}}{\partial \ln x_i}}$$

Dabei ist x_i der aktuelle Wert des Risikofaktors zum Bewertungszeitpunkt $t = 0$.

Diese Definition ist konsistent mit der Verwendung von **Log-Renditen** in der Kovarianzmatrix, da gilt:

$$\Delta PV \approx \frac{\partial PV}{\partial x_i} \cdot \Delta x_i = \underbrace{\frac{\partial PV}{\partial x_i} \cdot x_i}_{\text{Sensitivität}} \cdot \underbrace{\frac{\Delta x_i}{x_i}}_{\approx r_i}$$

Die Sensitivität ist damit der Koeffizient vor der dimensionslosen Log-Rendite r_i. Faustregel: Steigt der Risikofaktor um 1 %, ändert sich der Barwert um etwa 1 % der Sensitivität.

Alle folgenden Formeln gelten für Pay EUR. Bei Pay GOLD kehren sich alle Vorzeichen um.

EUR-DF-Sensitivitäten

Die Ableitung von PV_{net} nach $DF_{\text{EUR}}(t_i)$ ist:

$$\frac{\partial PV_{\text{net}}}{\partial DF_{\text{EUR}}(t_i)} = CF_{\text{Gold}}(t_i) - CF_{\text{EUR}}(t_i)$$

Multipliziert mit dem aktuellen Diskontfaktor ergibt sich die **Sensitivität**:

EUR-DF-Sensitivität (Pay EUR)

$$\Delta_{DF(t_i)} = [CF_{\text{Gold}}(t_i) - CF_{\text{EUR}}(t_i)] \cdot DF_{\text{EUR}}(t_i)$$

Lease-Rate-Sensitivitäten

Die Ableitung nach $L(t_i)$:

$$\frac{\partial PV_{\text{net}}}{\partial L(t_i)} = V_{\text{Gold}} \cdot \Delta t \cdot DF_{\text{EUR}}(t_i)$$

Lease-Rate-Sensitivität (Pay EUR)

$$\Delta_{L(t_i)} = V_{\text{Gold}} \cdot \Delta t \cdot DF_{\text{EUR}}(t_i) \cdot L(t_i)$$

Goldpreis-Sensitivität

Die Ableitung nach S_{Gold}:

$$\frac{\partial PV_{\text{net}}}{\partial S_{\text{Gold}}} = N_{\text{oz}} \cdot \left[\sum_{i=1}^{n} L(t_i) \cdot \Delta t \cdot DF_{\text{EUR}}(t_i) + DF_{\text{EUR}}(t_n) \right]$$

Goldpreis-Sensitivität (Pay EUR)

$$\Delta_S = N_{\text{oz}} \cdot \left[\sum_{i=1}^{n} L(t_i) \cdot \Delta t \cdot DF_{\text{EUR}}(t_i) + DF_{\text{EUR}}(t_n) \right] \cdot S_{\text{Gold}} = PV_{\text{Gold}}$$

Das Ergebnis hat die Einheit **EUR** (konsistent mit allen anderen Sensitivitäten) und entspricht dem Barwert des Gold Legs.

Value-at-Risk-Methodik

Kovarianzmatrix

Aus der Zeitreihe werden für jeden Tag die Risikofaktoren an den Zahlungsterminen bestimmt und daraus Log-Renditen berechnet:

$$r_{DF,i}(t) = \ln \frac{DF(t,t_i)}{DF(t-1,t_i)}, \quad r_{L,i}(t) = \ln \frac{L(t,t_i)}{L(t-1,t_i)}, \quad r_S(t) = \ln \frac{S(t)}{S(t-1)}$$

Die Kovarianzmatrix $\Sigma \in \mathbb{R}^{(2n+1)\times(2n+1)}$ wird als Stichprobenkovarianz aus T Renditen geschätzt:

$$\Sigma_{jk} = \frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^{T} \left(r_j(t) - \bar{r}_j\right)\left(r_k(t) - \bar{r}_k\right)$$

Portfolio-Varianz und VaR

Der Sensitivitätsvektor ist:

$$\mathbf{w} = \left(\Delta_{DF(t_1)}, \ldots, \Delta_{DF(t_n)}, \Delta_{L(t_1)}, \ldots, \Delta_{L(t_n)}, \Delta_S\right)^T$$

Portfolio-Varianz und VaR

$$\sigma_P^2 = \mathbf{w}^T \Sigma \mathbf{w}$$

$$\text{VaR}_\alpha(h) = z_\alpha \cdot \sigma_P \cdot \sqrt{h}$$

mit $z_{0{,}95} = 1{,}645$ und $z_{0{,}99} = 2{,}326$ sowie h = Zeithorizont in Tagen.

Vollständiges Berechnungsbeispiel

Das Beispiel lässt sich direkt im Rechner nachvollziehen: Anzahl Zahlungen auf 2 setzen, im Tab **Daten** **“Beispieldaten laden”** klicken, alle übrigen Eingaben auf Standard.

Swap-Spezifikation

Parameter	Wert
EUR Notional	5.000.000 EUR
Gold Notional	1.230 oz (marktgerecht: $5.000.000/4.074{,}23$, auf 10 oz gerundet)
EUR Fixed Rate	2,0 % p. a.
Gold Spot	4.074,23 EUR/oz (30.10.2026)
Laufzeit	1 Jahr
Zahlungsfrequenz	Semi-Annual ($\Delta t = 0{,}5$)
Anzahl Zahlungen	2
Pay Leg	EUR

Aktuelle Marktwerte (letzter Tag der Beispieldaten)

Aus der letzten Zeile der Beispieldaten (30.10.2026). Beide Zahlungstermine fallen auf Stützstellen der Kurven, daher ist keine Interpolation nötig.

Größe	Wert	Risikofaktor
EUR 6M Zero Rate	2,7609 %	$DF(0{,}5) = e^{-0{,}027609 \cdot 0{,}5} = 0{,}986290$
EUR 1Y Zero Rate	2,9267 %	$DF(1{,}0) = e^{-0{,}029267 \cdot 1{,}0} = 0{,}971157$
Gold Lease 6M	0,4510 %	$L(0{,}5) = 0{,}004510$
Gold Lease 1Y	0,5033 %	$L(1{,}0) = 0{,}005033$

Cashflow-Berechnung

Berechnungsbeispiel

$V_{\text{Gold}} = 1.230 \times 4.074{,}23 = 5.011.302{,}90$ EUR

EUR Leg (Pay):

$$CF_{\text{EUR}}(0{,}5) = 5.000.000 \times 0{,}02 \times 0{,}5 = 50.000{,}00 \text{ EUR}$$
$$CF_{\text{EUR}}(1{,}0) = 50.000 + 5.000.000 = 5.050.000{,}00 \text{ EUR}$$

Gold Leg (Receive):

$$CF_{\text{Gold}}(0{,}5) = 5.011.302{,}90 \times 0{,}004510 \times 0{,}5 = 11.300{,}49 \text{ EUR}$$
$$\begin{aligned} CF_{\text{Gold}}(1{,}0) &= 5.011.302{,}90 \times 0{,}005033 \times 0{,}5 + 5.011.302{,}90 \\ &= 12.610{,}94 + 5.011.302{,}90 = 5.023.913{,}84 \text{ EUR} \end{aligned}$$

Barwertberechnung

Berechnungsbeispiel

$$\begin{aligned} PV_{\text{EUR}} &= 50.000 \times 0{,}986290 + 5.050.000 \times 0{,}971157 \\ &= 49.314{,}52 + 4.904.343{,}51 = 4.953.658{,}03 \text{ EUR} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} PV_{\text{Gold}} &= 11.300{,}49 \times 0{,}986290 + 5.023.913{,}84 \times 0{,}971157 \\ &= 11.145{,}56 + 4.879.009{,}75 = 4.890.155{,}32 \text{ EUR} \end{aligned}$$

$$PV_{\text{net}} = 4.890.155{,}32 - 4.953.658{,}03 = \mathbf{-63.502{,}71} \text{ EUR}$$

Interpretation: Der Swap hat einen negativen Marktwert. EUR-Nominal und Goldwert sind nahezu gleich, aber der EUR-Zinssatz (2 %) ist deutlich höher als die Leasingsätze ($\approx 0{,}5\,\%$).

Sensitivitätsberechnung

Berechnungsbeispiel

EUR-DF-Sensitivitäten $= (CF_{\text{Gold}} - CF_{\text{EUR}}) \times DF$:

$$\begin{aligned} \Delta_{DF(0{,}5)} &= (11.300{,}49 - 50.000) \times 0{,}986290 = -38.168{,}96 \text{ EUR} \\ \Delta_{DF(1{,}0)} &= (5.023.913{,}84 - 5.050.000) \times 0{,}971157 = -25.333{,}76 \text{ EUR} \end{aligned}$$

Lease-Rate-Sensitivitäten $= V_{\text{Gold}} \times \Delta t \times DF \times L$:

$$\begin{aligned} \Delta_{L(0{,}5)} &= 5.011.302{,}90 \times 0{,}5 \times 0{,}986290 \times 0{,}004510 = 11.145{,}56 \text{ EUR} \\ \Delta_{L(1{,}0)} &= 5.011.302{,}90 \times 0{,}5 \times 0{,}971157 \times 0{,}005033 = 12.247{,}21 \text{ EUR} \end{aligned}$$

Goldpreis-Sensitivität $= N_{\text{oz}} \times [\ldots] \times S$:

$$\begin{aligned} \Delta_S &= 1.230 \times \big[0{,}004510 \times 0{,}5 \times 0{,}986290 \\ &\quad + 0{,}005033 \times 0{,}5 \times 0{,}971157 + 0{,}971157\big] \times 4.074{,}23 \\ &= 1.230 \times 0{,}975825 \times 4.074{,}23 = 4.890.155{,}32 \text{ EUR} \end{aligned}$$

Sensitivitäts-Zusammenfassung

Risikofaktor	Ableitung	Sensitivität (= Abl. × Faktor)
EUR DF(0,5Y)	−38.699,51	−38.168,96 EUR
EUR DF(1,0Y)	−26.086,16	−25.333,76 EUR
Gold Lease(0,5Y)	2.471.299,83	11.145,56 EUR
Gold Lease(1,0Y)	2.433.381,27	12.247,21 EUR
Gold Spot	1.200,26 oz	4.890.155,32 EUR

Kovarianzmatrix aus den Beispieldaten

Aus 250 täglichen Log-Renditen (14.11.2025–30.10.2026):

	DF(0,5Y)	DF(1,0Y)	L(0,5Y)	L(1,0Y)	Gold
DF(0,5Y)	$7{,}79 \times 10^{-9}$	$1{,}94 \times 10^{-8}$	$5{,}61 \times 10^{-8}$	$8{,}39 \times 10^{-8}$	$8{,}44 \times 10^{-8}$
DF(1,0Y)	$1{,}94 \times 10^{-8}$	$6{,}16 \times 10^{-8}$	$-1{,}19 \times 10^{-7}$	$-8{,}89 \times 10^{-8}$	$3{,}21 \times 10^{-7}$
L(0,5Y)	$5{,}61 \times 10^{-8}$	$-1{,}19 \times 10^{-7}$	$5{,}13 \times 10^{-4}$	$4{,}45 \times 10^{-4}$	$1{,}89 \times 10^{-5}$
L(1,0Y)	$8{,}39 \times 10^{-8}$	$-8{,}89 \times 10^{-8}$	$4{,}45 \times 10^{-4}$	$4{,}13 \times 10^{-4}$	$1{,}84 \times 10^{-5}$
Gold	$8{,}44 \times 10^{-8}$	$3{,}21 \times 10^{-7}$	$1{,}89 \times 10^{-5}$	$1{,}84 \times 10^{-5}$	$1{,}15 \times 10^{-4}$

Volatilitäten (täglich):

Risikofaktor	Volatilität
EUR DF(0,5Y)	0,0088 %
EUR DF(1,0Y)	0,0248 %
Gold Lease(0,5Y)	2,2652 %
Gold Lease(1,0Y)	2,0323 %
Gold Spot	1,0735 % ($\approx 17\,\%$ p. a.)

Value-at-Risk-Berechnung

Berechnungsbeispiel

Sensitivitätsvektor:

$$\mathbf{w} = (-38.169;\ -25.334;\ 11.146;\ 12.247;\ 4.890.155)^T$$

Portfolio-Varianz:

$$\sigma_P^2 = \mathbf{w}^T \Sigma \mathbf{w} = 2.760.391.519\ \text{EUR}^2$$

Portfolio-Volatilität (1 Tag):

$$\sigma_P = \sqrt{2.760.391.519} = 52.539{,}43\ \text{EUR}$$

Value-at-Risk:

$$\text{VaR}_{95\%,1d} = 1{,}645 \times 52.539{,}43 = 86.427{,}36\ \text{EUR}$$
$$\text{VaR}_{99\%,1d} = 2{,}326 \times 52.539{,}43 = 122.206{,}71\ \text{EUR}$$
$$\text{VaR}_{99\%,10d} = 122.206{,}71 \times \sqrt{10} = 386.451{,}55\ \text{EUR}$$

Einordnung: Nur mit der Goldpreis-Sensitivität ergäbe sich ein VaR 99 % (1 Tag) von 122.109 EUR, nur mit den Leasingsätzen von 1.157 EUR und nur mit den EUR-Diskontfaktoren von 22 EUR. Das Risiko wird fast vollständig vom Goldpreis bestimmt.

Ergebnis-Zusammenfassung

Kennzahl	Wert
Swap-Bewertung	
PV EUR Leg	4.953.658,03 EUR
PV Gold Leg	4.890.155,32 EUR
Net PV (Pay EUR)	−63.502,71 EUR
Gold Spot Exposure	5.011.302,90 EUR
Risikokennzahlen	
Portfolio-Volatilität (1d)	52.539,43 EUR
VaR 95 % (1 Tag)	86.427,36 EUR
VaR 99 % (1 Tag)	122.206,71 EUR
VaR 99 % (10 Tage)	386.451,55 EUR
Haupttreiber	
Größte Sensitivität	Gold Spot (4.890.155 EUR)
Größte Volatilität	Gold Lease 6M (2,27 %/Tag)

Standardfall: Mit den voreingestellten 6 halbjährlichen Zahlungen (3 Jahre) ergeben sich mit den Beispieldaten ein Net PV von −198.254,58 EUR, ein VaR 95 % (1 Tag) von 82.386,98 EUR und ein VaR 99 % (1 Tag) von 116.493,69 EUR.

Benutzung des Rechners

Der Rechner hat vier Tabs: **Swap Details**, **Market Data (DFs)**, **Daten** und **Risk Metrics**.

Empfohlene Reihenfolge

1. **Daten laden** (Tab "Daten")
   "Beispieldaten laden" oder eigene CSV-Datei hochladen.
   ⇒ EUR-DFs, Leasingsätze und Kovarianzmatrix werden berechnet; Goldpreis (letzte Zeile) und marktgerechtes Gold-Nominal werden in die Swap-Details übernommen. Eine grüne Meldung bestätigt das Laden.

2. **Swap-Details prüfen** (Tab "Swap Details")
   EUR Notional, Gold Notional, Fixed Rate, Gold Spot, Anzahl Zahlungen, Frequenz, Pay Leg.

3. **"Calculate Swap"** klicken
   ⇒ PV EUR Leg, PV Gold Leg, Gold Spot Exposure und Net PV werden berechnet.

4. **"Calculate VaR"** klicken (Tab "Risk Metrics")
   Vor dem Klick optional den **Zeithorizont** h **(Tage)** anpassen (Standard: 1 Tag).
   ⇒ Sensitivitäten, Kovarianzmatrix, VaR 95 % und 99 % (skaliert mit $\sqrt{h}$) werden angezeigt.

Tab "Daten"

Beispieldaten Gold/EUR (251 Tage): Eingebaut sind marktnahe synthetische Daten vom 14.11.2025 bis 30.10.2026:

- EUR-Swapkurve (Nullkupon, stetig) wie im Swap- und CCS-Rechner, Laufzeiten 3M, 6M, 1Y, 2Y, 3Y, 5Y, 7Y, 10Y
- Gold-Leasingkurve (Nullkupon, stetig) mit denselben Laufzeiten
- Goldpreis in EUR je Feinunze

"Beispieldaten laden" übernimmt die Daten, **"Als CSV"** speichert sie als Vorlage für eigene Daten in der Datei `Gold_Beispieldaten_EUR_251.csv`.

Historische Daten hochladen: Eigene Zeitreihen im Format von Abschnitt 8. Die Datei muss lokal auf dem eigenen Rechner liegen; sie wird nur im Browser verarbeitet und nicht hochgeladen.

Synthetische Daten: "Generiere Synthetische Daten (250 Tage)" erzeugt ausgehend von den aktuellen Marktwerten korrelierte Zeitreihen (Cholesky-Zerlegung; Volatilität 1 % p. a., Goldpreis 15 % p. a.) und ersetzt nur die Kovarianzmatrix. Der Zufallsgenerator hat einen festen Startwert: bei gleichen Eingaben entstehen dieselben Reihen und derselbe VaR. Die Daten dienen nur der Illustration.

Export: "Export Zeitreihen CSV" speichert die Risikofaktoren an den Zahlungsterminen (Abschnitt 8.2).

Wichtige Hinweise

Wichtiger Hinweis

- Der **Gold Spot** wird immer aus dem Eingabefeld verwendet. Beim Laden von Daten wird er auf den Wert der letzten Zeile gesetzt, kann danach aber für eine hypothetische Bewertung geändert werden.
- Die **Kovarianzmatrix** stammt aus den geladenen oder synthetischen Daten. Ohne Daten wird eine Standardmatrix verwendet (rote Warnung im Rechner).
- **Log-Renditen** werden für alle Risikofaktoren (EUR-DFs, Leasingsätze, Goldpreis) verwendet: $r_t = \ln(x_t/x_{t-1})$.
- Werden **Anzahl Zahlungen oder Frequenz** geändert, berechnet der Rechner DFs, Leasingsätze und Kovarianzmatrix aus den geladenen Kurven neu; synthetische Daten werden verworfen. Bei n Zahlungen hat die Matrix die Dimension $(2n + 1) \times (2n + 1)$.
- Manuelle Änderungen im Tab “Market Data” gelten, bis Anzahl Zahlungen oder Frequenz geändert werden.

CSV-Datenformate

Zeitreihen-Input

```
Datum,EUR_0.25Y,...,EUR_10Y,LEASE_0.25Y,...,LEASE_10Y,GOLD_SPOT
2025-11-14,1.9710,...,2.6712,0.4200,...,0.8000,3480.00
...
2026-10-30,2.5916,...,3.2451,0.4171,...,0.7421,4074.23
```

- Spalten werden über die Kopfzeile erkannt: `EUR_<Laufzeit>`, `LEASE_<Laufzeit>` und eine Spalte, die mit `GOLD` beginnt
- Laufzeiten mit `M` (Monate) oder `Y` (Jahre); Anzahl und Lage frei, es wird interpoliert. Das bisherige Format `EUR_1M,...,EUR_10Y,LEASE_1M,...,LEASE_10Y,GOLD_SPOT` wird ebenfalls erkannt
- Zero-Zinsen und Leasingsätze in **Prozent** (stetig), Leasingsätze größer 0
- Goldpreis in EUR/oz
- Ein Handelstag pro Zeile, chronologisch aufsteigend; die letzte Zeile liefert die aktuellen Werte. Mindestens 30, empfohlen 251 Zeilen
- Trennzeichen Komma oder Semikolon; bei Semikolon ist das Dezimalkomma erlaubt. Zeichensatz UTF-8

Zeitreihen-Export

```
Tag,EUR_DF_0.5Y (Diskontfaktor),EUR_DF_1.0Y (Diskontfaktor),
LEASE_0.5Y (Leasingrate dezimal),LEASE_1.0Y (Leasingrate dezimal),
GOLD_SPOT (EUR/oz)
1,0.98995083,0.98036238,0.00460000,0.00520000,3480.00000000
```

Glossar

Begriff	Bedeutung
Discount Factor	Abzinsungsfaktor: $DF(t) = e^{-r \cdot t}$
Gold Lease Rate	Zinssatz für das Ausleihen von physischem Gold
VaR	Value-at-Risk: Verlust, der mit gegebener Wahrscheinlichkeit nicht überschritten wird
Sensitivität	Elastizität: Ableitung mal Risikofaktor ($\partial PV / \partial x \cdot x$)
Log-Rendite	$\ln(x_t / x_{t-1})$: dimensionslose Rendite eines Risikofaktors
Zero Rate	Stetiger Zinssatz ohne Kuponeffekt
Tenor	Laufzeit
Notional	Nominalbetrag eines Derivatkontrakts
Pay Leg	Die Seite des Swaps, die der Inhaber zahlt
Zeithorizont	Anzahl Tage h, auf die der VaR mit $\sqrt{h}$ skaliert wird

Formel-Referenz

Größe	Formel
Discount Factor	$DF(t) = e^{-r(t) \cdot t}$
EUR Leg PV	$\sum_i CF_{\text{EUR}}(t_i) \cdot DF(t_i)$
Gold Leg PV	$\sum_i CF_{\text{Gold}}(t_i) \cdot DF(t_i)$
EUR-DF-Sens.	$[CF_{\text{Gold}}(t_i) - CF_{\text{EUR}}(t_i)] \cdot DF(t_i)$
Lease-Sens.	$V_{\text{Gold}} \cdot \Delta t \cdot DF(t_i) \cdot L(t_i)$
Goldpreis-Sens.	$N_{\text{oz}} \cdot [\sum_i L_i \cdot \Delta t \cdot DF_i + DF_n] \cdot S$
Log-Rendite	$r_t = \ln(x_t / x_{t-1})$
Portfolio-Varianz	$\mathbf{w}^T \Sigma \mathbf{w}$
VaR	$z_\alpha \cdot \sqrt{\mathbf{w}^T \Sigma \mathbf{w}} \cdot \sqrt{h}$