

## Anhang zur Arbeit:

### *"Wieviel soll ich riskieren?"*

Ein Vorgehen zur Bestimmung  
des einzugehenden Risikos für den Handel

*Arbeit zum VTAD-Award 2019*

*Detlev Matthes (dmatthes@web.de)*

## INHALT

Beispielhaftes Portfolio .....	4
Handelssystem als durchgehendes Beispiel .....	4
Generierung Handelssignale .....	6
Durchführung eines Backtests in R-Studio .....	9
Beispiel.....	9
Best-Worst-Modell .....	18
Trades für das Worst-Case-Szenario.....	18
Trades für das Best-Case-Szenario .....	18
Ermittlung der Verläufe in Abhängigkeit zum Basisrisiko .....	18
Simulation eines Portfolios.....	21
Risikobestimmung für die letzte Risikoperiode .....	21
Durchführung Backtest .....	24

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS:

Abbildung 1: Einfaches Handelssystem auf Basis MACD und SAR. ....	4
Abbildung 2: Equity-Verlauf nach einem Backtest mit 7% Risiko vom jeweils aktuellen Portfoliakapital in R-Studio ...	9

## TABELLENVERZEICHNIS:

Tabelle 1: Generierte Handelssignale des exemplarischen Handelssystems .....	8
Tabelle 2: Weitere Performanz-Parameter (siehe Abbildung 1 in der Arbeit).....	9
Tabelle 3: Backtest mit 7% Risiko vom jeweils aktuellen Portfoliakapital (als 1. Ergänzung zu Tabelle 1) .....	11
Tabelle 4: Backtest mit 7% Risiko vom jeweils aktuellen Portfoliakapital (als 2. Ergänzung zu Tabelle 1) .....	13
Tabelle 5: Bestimmung von Risikoparametern für die Simulation (als Ergänzung zu Tabelle 1) .....	23
Tabelle 6: Simulation Portfolio (als 1. Ergänzung zu Tabelle 5).....	26
Tabelle 7: Simulation Portfolio (als 2. Ergänzung zu Tabelle 5).....	28

## BEISPIELHAFTES PORTFOLIO

Aus Gründen einer besseren Nachvollziehbarkeit der gezeigten Ergebnisse und zur Vermeidung komplexer und zeitaufwendiger computerunterstützter Berechnungen wurde die Simulation des Portfolios auf ein Handelssystem und auf maximal eine offene Position beschränkt. Dieses entspricht nicht der Praxis; ist aber ausreichend, um die angewendete Methodik zu verdeutlichen.

Bewusst wurde kein gut performantes Handelssystem verwendet, um das Risikoverhalten in unterschiedlichen Marktphasen zu verdeutlichen.

## HANDELSSYSTEM ALS DURCHGEHENDES BEISPIEL

Im beispielhaften Portfolio wird ein einfaches Handelssystem angewendet. Die Ausführung erfolgt auf alle zurzeit im DAX- und MDAX enthaltenen Aktien vom November 1996 bis Dezember 2018 im Wochenchart. Das Startkapital liegt bei 10000 EUR und es wird ein Hebel von 1.0 angewendet. Es darf nur eine LONG-Position am Markt vorhanden sein.

Für den Ein- und Ausstieg werden jeweils 5 EUR pauschal an Gebühren einberechnet.

Ein Kaufsignal entsteht, wenn die MACD-Linie die MACD-Signallinie von Unten nach Oben kreuzt und der Preis mindestens 2% über dem Parabolic SAR (Stop And Reverse) liegt. Der SAR-Level zum Zeitpunkt des Kaufsignals bildet den Initialen Stopp. Ein Verkaufssignal liegt vor, wenn das SAR-Level erreicht wurde. Die folgende Abbildung (AmiBroker-Chart) zeigt ein Kauf- und ein Verkaufssignal für die Deutsche Bank-Aktie.



Abbildung 1: Einfaches Handelssystem auf Basis MACD und SAR.

Das Handelssystem wurde für eine Ausführung in AmiBroker in AFL (AmiBroker Formular Language) programmiert:

```
_SECTION_BEGIN("PRICE");
Plot( C, "Price", colorBlack, styleCandle);
_SECTION_END();

_SECTION_BEGIN("MACD");
fastEMAParam = 12;
slowEMAParam = 26;
signalParam = 9;
macdVal = MACD(fastEMAParam, slowEMAParam);
macdSignalVal = Signal(fastEMAParam, slowEMAParam, signalParam);
_SECTION_END();

_SECTION_BEGIN("SAR");
accelerationParam = 0.02;
maxParam = 0.2;
sarVal = SAR(accelerationParam, maxParam);
Plot( sarVal, _DEFAULT_NAME(), ParamColor( "Color", colorCycle ), ParamStyle("Style", styleDots | styleNoLine,
maskDefault | styleDots | styleNoLine ) );
_SECTION_END();

_SECTION_BEGIN("SIGNAL");
minDistance = 1.02;
Buy = Cross(macdVal, macdSignalVal) AND sarVal * minDistance < L;
initialStopLine = sarVal;
stopLine = sarVal;
Sell = Cross(stopLine, L);
Buy = ExRem(Buy, Sell);
Sell = ExRem(Sell, Buy);
_SECTION_END();

_SECTION_BEGIN("MONEYMANAGEMENT");
SetOption("MaxOpenPositions", 1);
SetOption("InitialEquity", 10000);
SetOption("AllowSameBarExit", False);
SetOption("AllowPositionShrinking", False);
RoundLotSize = 1;
risikoProzent = Param("risikoProzent", 1.0, 0.1, 20.0, 0.1);
Risk = risikoProzent / 100 * Equity(1);
risikoSpanne = C - initialStopLine;
AddToComposite(initialStopLine, "~initialStopLine" + Name(), "X", atcFlagDefaults + atcFlagEnableInBacktest);
Amount = ValueWhen(C > initialStopLine, Risk/risikoSpanne);
PositionSize = Amount * BuyPrice;
_SECTION_END();

_SECTION_BEGIN("VISUAL");
PlotShapes (IIf(Buy, shapeSquare, shapeNone),colorGreen, 0, L, Offset=-40);
PlotShapes (IIf(Buy, shapeSquare, shapeNone),colorLime, 0, L, Offset=-50);
PlotShapes (IIf(Buy, shapeUpArrow, shapeNone),colorWhite, 0, L, Offset=-45);
PlotShapes (IIf(Sell, shapeSquare, shapeNone),colorRed, 0, H, Offset=40);
PlotShapes (IIf(Sell, shapeSquare, shapeNone),colorOrange, 0, H, Offset=50);
PlotShapes (IIf(Sell, shapeDownArrow, shapeNone),colorWhite, 0, H, Offset=-45);
_SECTION_END();
```

In der Sektion „SIGNAL“ werden die Kauf- und Verkaufssignale erzeugt. In der Sektion „MONEYMANAGEMENT“ wird u.a. der Wert für das initiale Stopp für den späteren Export in eine Datei zwischengespeichert.

## GENERIERUNG HANDELSIGNALS

Um die, vom Handelssystem, erzeugten Signale in eine Datei zu exportieren ist der folgende AFL-Code notwendig. Dieser ist als Custom-Backtester realisiert (siehe [https://www.amibroker.com/guide/a\\_custombacktest.html](https://www.amibroker.com/guide/a_custombacktest.html)).

Um einen Backtest innerhalb von R-Studio durchführen zu können sind zusätzliche Kursdaten notwendig. Somit kann der aktuelle Wert von offenen Positionen bei Eröffnung einer neuen Position bestimmt werden.

Um Werte für die Initialen Stopps zu erhalten, ist im entsprechenden Handelssystemcode die folgende Codezeile einzufügen:

```
AddToComposite(initialStopLine, "~initialStopLine" + Name(), "X", atcFlagDefaults + atcFlagEnableInBacktest);
```

Weiterhin muss der folgende Code als Custom-Backtester in AmiBroker konfiguriert werden:

```
SetCustomBacktestProc("");
if( Status("action") == actionPortfolio ) {
    csvHistDataFilename = "Dokumente/VTAD_Award_2019/Equities/HistData.csv";
    fhHistData = fopen(csvHistDataFilename, "w");
    fputs("symbol;date;price\n", fhHistData);
    _TRACE("Erzeuge CSV-Datei für historische Daten:" + csvHistDataFilename );
    csvFilename = "Dokumente/VTAD_Award_2019/Equities/Trades.csv";
    fh = fopen(csvFilename, "w");
    fputs("number;symbol;trade;entrydate;entryPrice;exitdate;exitPrice;lossExitPrice\n", fh);
    _TRACE("Erzeuge CSV-Datei mit Rohsignalen:" + csvFilename );

    bo = GetBacktesterObject();
    bo.Backtest(True);

    tradeNumber = 0;
    for(trade = bo.GetFirstTrade(); trade; trade = bo.GetNextTrade()) {
        initialStopLineForeign = Foreign("~initialStopLine" + trade.Symbol, "X");
        initialStopPrice = Lookup(initialStopLineForeign, trade.EntryDateTime, -1);
        direction = Null;
        if (trade.IsLong()) {
            direction = "LONG";
        } else if (trade.IsShort()) {
            direction = "SHORT";
        }
        trade.AddCustomMetric("initialStopPrice", initialStopPrice);
        ds = NumToStr(++tradeNumber) + ";" +
            trade.Symbol + ";" +
            direction + ";" +
            DateTimeToStr(trade.EntryDateTime) + ";" +
            NumToStr(trade.EntryPrice) + ";" +
            DateTimeToStr(trade.ExitDateTime) + ";" +
            NumToStr(trade.ExitPrice) + ";" +
            NumToStr(initialStopPrice) +
            "\n";
        fputs(ds, fh);
        /*
            Schreibe historische Daten aller Werte in trade.EntryDateTime von in eine CSV-Datei
        */
        allSymbols = CategoryGetSymbols(categoryWatchlist, 0) + ","
+ CategoryGetSymbols(categoryWatchlist, 1);
        //_TRACE("allSymbols " + allSymbols);
        for(i = 0; (foreignSymbol = StrExtract(allSymbols, i)) != ""; i++) {
            _TRACE("Symbol " + foreignSymbol);
            foreignCloseArray = Foreign(foreignSymbol, "C");
            foreignClose = Lookup(foreignCloseArray, trade.EntryDateTime, 1);
            if (!IsNull(foreignClose)) {
                dsHistData =
                    foreignSymbol + ";" +
                    DateTimeToStr(trade.EntryDateTime) + ";" +
                    NumToStr(foreignClose) +
                    "\n";
                fputs(dsHistData, fhHistData);
            }
        }
    }
    bo.ListTrades();
    fclose(fh);
    fclose(fhHistData);
}
```

Mit Ausführung eines Backtestlaufes werden die entsprechende Handelssignale erzeugt und in die CSV-Datei (".../Equities/Trades.csv") exportiert.

<i>Nummer</i>	<i>Symbol</i>	<i>Einstiegs- datum</i>	<i>Einstiegs- preis</i>	<i>Ausstiegs- datum</i>	<i>Ausstiegs- preis</i>	<i>Stopp-Loss- Preis</i>
1	DBK.DE	02.10.1997	50,04 €	31.10.1997	45,02 €	41,18 €
2	BAS.DE	05.12.1997	16,39 €	19.06.1998	20,53 €	13,32 €
3	RWE.DE	19.06.1998	53,51 €	31.07.1998	49,94 €	44,32 €
4	CBK.DE	13.11.1998	212,98 €	18.12.1998	196,67 €	164,55 €
5	DTE.DE	23.12.1998	28,58 €	26.03.1999	36,52 €	21,53 €
6	MRK.DE	09.04.1999	16,25 €	02.07.1999	15,51 €	14,28 €
7	MUV2.DE	02.07.1999	185,00 €	06.08.1999	170,00 €	158,68 €
8	BEI.DE	20.08.1999	23,13 €	22.10.1999	21,40 €	19,41 €
9	DAI.DE	29.10.1999	73,55 €	28.01.2000	68,15 €	63,26 €
10	LEO.DE	04.02.2000	10,10 €	24.03.2000	9,33 €	8,50 €
11	BAS.DE	24.03.2000	24,90 €	26.05.2000	22,50 €	20,59 €
12	DBK.DE	02.06.2000	67,11 €	15.09.2000	74,87 €	53,40 €
13	EOAN.DE	13.10.2000	18,11 €	05.01.2001	17,78 €	15,76 €
14	RHM.DE	05.01.2001	10,53 €	23.03.2001	14,80 €	6,63 €
15	SDF.DE	30.03.2001	4,56 €	22.06.2001	4,67 €	3,97 €
16	BEI.DE	22.06.2001	41,57 €	14.09.2001	41,33 €	33,83 €
17	DTE.DE	12.10.2001	17,65 €	18.01.2002	17,70 €	13,12 €
18	MRK.DE	12.04.2002	17,53 €	17.05.2002	16,44 €	15,03 €
19	FIE.DE	05.07.2002	9,81 €	19.07.2002	8,70 €	8,66 €
20	DTE.DE	19.07.2002	11,85 €	20.09.2002	9,61 €	8,23 €
21	BEI.DE	11.10.2002	33,85 €	31.01.2003	33,37 €	27,21 €
22	FRA.DE	14.02.2003	18,37 €	14.03.2003	17,60 €	15,86 €
23	JUN3.DE	17.04.2003	3,28 €	27.06.2003	3,77 €	2,50 €
24	EVD.DE	01.08.2003	0,64 €	12.09.2003	1,26 €	0,45 €
25	DBK.DE	19.09.2003	45,17 €	03.10.2003	43,07 €	40,28 €
26	CBK.DE	10.10.2003	120,61 €	30.01.2004	124,29 €	96,97 €
27	RHM.DE	20.02.2004	28,55 €	21.05.2004	31,90 €	23,43 €
28	SAP.DE	25.06.2004	33,91 €	23.07.2004	31,55 €	30,38 €
29	ADS.DE	13.08.2004	25,63 €	29.10.2004	27,38 €	22,88 €
30	HNR1.DE	12.11.2004	27,02 €	18.03.2005	30,50 €	23,56 €
31	ADS.DE	01.04.2005	30,96 €	08.07.2005	34,69 €	27,84 €
32	ALV.DE	15.07.2005	99,00 €	02.09.2005	103,40 €	89,70 €
33	BAYN.DE	09.09.2005	30,84 €	21.10.2005	28,56 €	27,67 €
34	LXS.DE	11.11.2005	25,67 €	10.02.2006	26,14 €	21,64 €
35	SDF.DE	10.02.2006	13,61 €	19.05.2006	15,26 €	11,98 €
36	BAYN.DE	21.07.2006	37,46 €	24.11.2006	39,00 €	30,65 €
37	HEN3.DE	15.12.2006	37,82 €	29.12.2006	37,16 €	35,39 €
38	MED.DE	05.01.2007	4,29 €	09.03.2007	4,01 €	3,74 €
39	G1A.DE	30.03.2007	20,72 €	27.07.2007	22,97 €	15,70 €
40	VOW3.DE	03.08.2007	86,00 €	16.11.2007	110,26 €	70,24 €
41	SIE.DE	30.11.2007	100,51 €	11.01.2008	94,17 €	86,30 €
42	SAZ.DE	18.01.2008	44,21 €	25.04.2008	41,75 €	36,21 €
43	BAYN.DE	02.05.2008	54,66 €	03.10.2008	51,79 €	45,82 €

44	RWE.DE	14.11.2008	66,60 €	13.02.2009	56,81 €	48,94 €
45	DB1.DE	20.03.2009	39,99 €	26.06.2009	54,94 €	29,50 €
46	HNR1.DE	03.07.2009	26,38 €	10.07.2009	23,60 €	23,48 €
47	MUV2.DE	17.07.2009	98,60 €	06.11.2009	105,31 €	89,70 €
48	LXS.DE	27.11.2009	24,97 €	12.02.2010	26,91 €	20,11 €
49	MUV2.DE	19.02.2010	111,10 €	30.04.2010	106,20 €	104,08 €
50	CON.DE	30.04.2010	42,53 €	13.08.2010	46,04 €	32,07 €
51	PSM.DE	13.08.2010	14,39 €	17.12.2010	23,13 €	10,59 €
52	GXI.DE	17.12.2010	30,62 €	04.02.2011	30,92 €	27,19 €
53	DWNI.DE	11.02.2011	9,98 €	18.03.2011	9,40 €	8,36 €
54	WCH.DE	18.03.2011	149,95 €	20.05.2011	149,45 €	124,34 €
55	DEQ.DE	27.05.2011	28,45 €	22.07.2011	26,65 €	25,93 €
56	SDF.DE	22.07.2011	56,10 €	05.08.2011	47,51 €	49,84 €
57	FIE.DE	07.10.2011	37,64 €	25.11.2011	35,10 €	30,94 €
58	WCH.DE	02.12.2011	70,00 €	09.12.2011	67,01 €	66,01 €
59	TEG.DE	09.12.2011	6,19 €	15.06.2012	7,21 €	5,66 €
60	FRE.DE	15.06.2012	27,11 €	02.11.2012	28,59 €	23,22 €
61	SAZ.DE	02.11.2012	23,70 €	19.04.2013	29,66 €	21,23 €
62	NOEJ.DE	26.04.2013	27,20 €	30.08.2013	30,44 €	22,79 €
63	LXS.DE	30.08.2013	48,77 €	04.10.2013	47,05 €	42,85 €
64	DEQ.DE	04.10.2013	31,65 €	20.12.2013	32,17 €	29,79 €
65	WCH.DE	20.12.2013	79,56 €	14.03.2014	92,29 €	67,02 €
66	MTX.DE	28.03.2014	67,72 €	16.05.2014	65,79 €	60,03 €
67	DTE.DE	16.05.2014	12,55 €	25.07.2014	12,14 €	11,14 €
68	LEG.DE	15.08.2014	55,00 €	02.10.2014	53,02 €	49,71 €
69	TEG.DE	17.10.2014	9,27 €	13.03.2015	12,18 €	8,72 €
70	KGX.DE	26.06.2015	44,15 €	10.07.2015	40,83 €	38,69 €
71	FRE.DE	17.07.2015	63,59 €	28.08.2015	62,59 €	53,79 €
72	NDA.DE	28.08.2015	59,07 €	13.11.2015	57,60 €	50,96 €
73	FRE.DE	13.11.2015	67,42 €	08.01.2016	60,87 €	55,41 €
74	ADS.DE	29.01.2016	94,98 €	16.09.2016	149,90 €	82,09 €
75	BEI.DE	23.09.2016	84,25 €	14.10.2016	81,62 €	79,57 €
76	VOW3.DE	21.10.2016	123,25 €	10.02.2017	142,15 €	109,28 €
77	VNA.DE	10.02.2017	32,29 €	23.06.2017	35,60 €	29,26 €
78	JUN3.DE	14.07.2017	35,00 €	20.10.2017	37,93 €	30,70 €
79	LXS.DE	20.10.2017	68,06 €	17.11.2017	64,70 €	61,79 €
80	DEQ.DE	17.11.2017	32,49 €	12.01.2018	31,92 €	30,33 €
81	SAZ.DE	12.01.2018	88,58 €	23.03.2018	83,90 €	80,59 €
82	TEG.DE	29.03.2018	16,86 €	21.09.2018	20,52 €	14,65 €
83	VOW3.DE	21.09.2018	154,38 €	26.10.2018	136,88 €	134,20 €

Tabelle 1: Generierte Handelssignale des exemplarischen Handelssystems



## DURCHFÜHRUNG EINES BACKTESTS IN R-STUDIO

Mit den aus AmiBroker generierten Handelssignalen kann in R-Studio ein Backtest durchgeführt werden. Verschiedene Ergebnisse von Backtests werden in der Abbildung 1 („Verlauf der Portfolio-Equity bei unterschiedlichen Basisrisiken“) in der Arbeit gezeigt. Ergänzend dazu seien weitere Performanz-Parameter genannt:

Basisrisiko	Anzahl ausgeführter Trades	Profitfaktor	Max. Drawdown
0,5%	83	1,07	368 €
3,0%	83	1,77	1284 €
7,0%	76	1,83	3156 €
18,0%	21	7,51	6173 €
25%	7	6,44	2662 €

Tabelle 2: Weitere Performanz-Parameter (siehe Abbildung 1 in der Arbeit)

## BEISPIEL

Im folgenden Beispiel wird das Ergebnis eines Backtests mit 7% Risiko vom jeweils aktuellen Portfoliokapital und 10000 € Startkapital detailliert gezeigt:

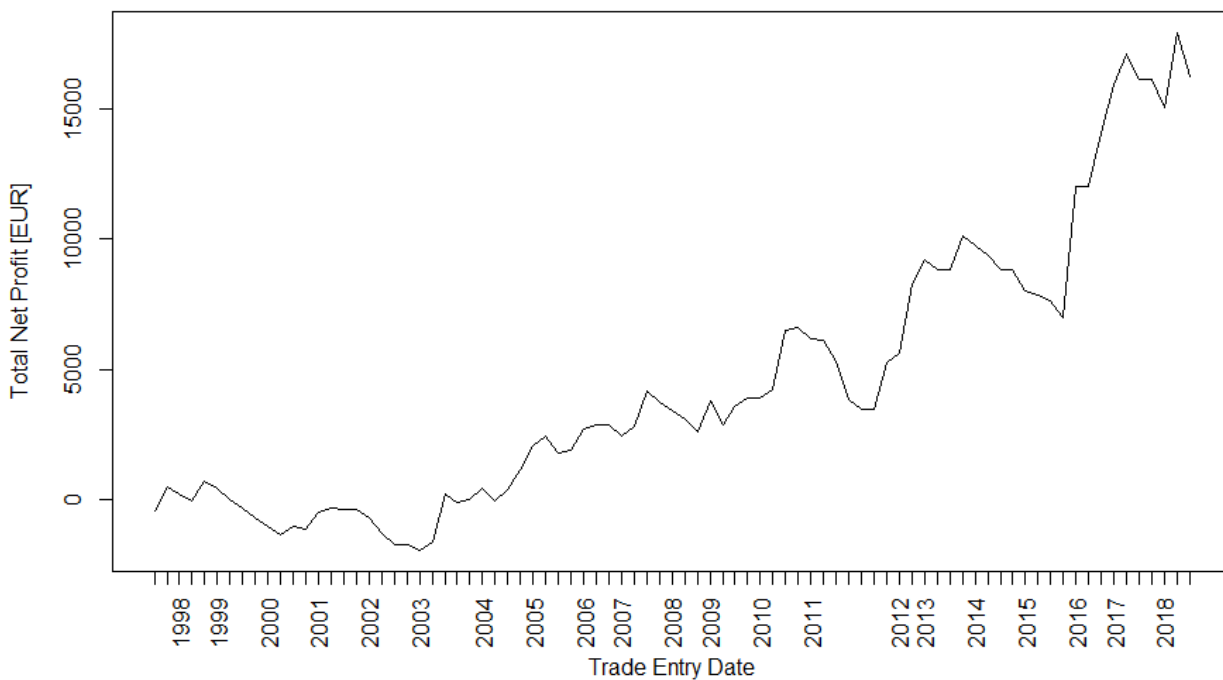


Abbildung 2: Equity-Verlauf nach einem Backtest mit 7% Risiko vom jeweils aktuellen Portfoliokapital in R-Studio

Mit Ausführung eines Backtests werden die Handelssignale nacheinander als simulierte Trades mit fiktivem Geld ausgeführt.

Die folgende Tabelle zeigt (als Ergänzung von Tabelle 1)

- die ermittelt Risikospanne,
- die Kurssteigerung,
- ungebundenes Kapital ( $PK_{\text{unbound}}$ ),
- gesamtes Portfoliokapital (PK),

- riskiertes Kapital,
- die Anzahl der zu handelnden Aktien und
- der daraus resultierende Kapitaleinsatz

Da im Handelssystem nur eine offene Position erlaubt ist, existiert bei Eröffnung einer neuen Position kein gebundenes Kapital ( $KP_{\text{bound}}$  ist bei jedem Trade stets 0,00 €). Das gesamte Portfoliokapital entspricht somit immer dem aktuellen ungebundenen Kapital ( $KP = KP_{\text{unbound}}$ ).

Das riskierte Kapital ist der absolute Wert des einzugehenden Risikos; also stets 7% vom gesamten Portfoliokapital.

Num- mer	Risiko- spanne	Kurs- steigung	$PK_{\text{unbound}}$	$PK$	Riskiertes Kapital	$N$	Kapital- Einsatz
1	8,86 €	-10,04%	10.000,00 €	10.000,00 €	700,00 €	79	3.953,24 €
2	3,07 €	25,27%	9.593,10 €	9.593,10 €	671,52 €	218	3.572,37 €
3	9,19 €	-6,67%	10.485,84 €	10.485,84 €	734,01 €	79	4.227,13 €
4	48,43 €	-7,66%	10.194,05 €	10.194,05 €	713,58 €	14	2.981,73 €
5	7,06 €	27,78%	9.955,74 €	9.955,74 €	696,90 €	98	2.800,94 €
6	1,97 €	-4,55%	10.723,76 €	10.723,76 €	750,66 €	381	6.190,11 €
7	26,32 €	-8,11%	10.432,20 €	10.432,20 €	730,25 €	27	4.995,00 €
8	3,73 €	-7,49%	10.017,20 €	10.017,20 €	701,20 €	188	4.349,00 €
9	10,29 €	-7,34%	9.681,40 €	9.681,40 €	677,70 €	65	4.780,75 €
10	1,60 €	-7,59%	9.320,40 €	9.320,40 €	652,43 €	407	4.110,70 €
11	4,32 €	-9,64%	8.998,23 €	8.998,23 €	629,88 €	145	3.610,50 €
12	13,71 €	11,56%	8.640,23 €	8.640,23 €	604,82 €	44	2.952,88 €
13	2,35 €	-1,85%	8.971,67 €	8.971,67 €	628,02 €	266	4.818,32 €
14	3,90 €	40,55%	8.872,56 €	8.872,56 €	621,08 €	159	1.674,27 €
15	0,59 €	2,46%	9.541,49 €	9.541,49 €	667,90 €	1132	5.164,18 €
16	7,73 €	-0,56%	9.658,27 €	9.658,27 €	676,08 €	87	3.616,33 €
17	4,53 €	0,28%	9.627,91 €	9.627,91 €	673,95 €	148	2.612,20 €
18	2,50 €	-6,18%	9.625,31 €	9.625,31 €	673,77 €	270	4.732,29 €
19	1,14 €	-11,27%	9.322,90 €	9.322,90 €	652,60 €	571	5.598,66 €
20	3,63 €	-18,90%	8.681,95 €	8.681,95 €	607,74 €	167	1.978,95 €
21	6,64 €	-1,41%	8.297,87 €	8.297,87 €	580,85 €	87	2.944,95 €
22	2,51 €	-4,19%	8.246,37 €	8.246,37 €	577,25 €	229	4.206,73 €
23	0,78 €	14,85%	8.060,04 €	8.060,04 €	564,20 €	723	2.371,44 €
24	0,20 €	96,12%	8.402,14 €	8.402,14 €	588,15 €	2970	1.912,68 €
25	4,89 €	-4,64%	10.230,57 €	10.230,57 €	716,14 €	146	6.594,53 €
26	23,64 €	3,06%	9.914,41 €	9.914,41 €	694,01 €	29	3.497,57 €
27	5,13 €	11,73%	10.011,33 €	10.011,33 €	700,79 €	136	3.882,80 €
28	3,54 €	-6,97%	10.456,93 €	10.456,93 €	731,99 €	206	6.985,87 €
29	2,75 €	6,83%	9.960,36 €	9.960,36 €	697,23 €	253	6.484,90 €
30	3,46 €	12,88%	10.393,11 €	10.393,11 €	727,52 €	210	5.674,20 €
31	3,12 €	12,06%	11.113,91 €	11.113,91 €	777,97 €	249	7.707,80 €
32	9,30 €	4,44%	12.033,43 €	12.033,43 €	842,34 €	90	8.910,00 €
33	3,17 €	-7,39%	12.419,43 €	12.419,43 €	869,36 €	273	8.419,32 €
34	4,03 €	1,83%	11.786,99 €	11.786,99 €	825,09 €	204	5.236,68 €
35	1,63 €	12,12%	11.872,87 €	11.872,87 €	831,10 €	511	6.954,20 €
36	6,81 €	4,11%	12.706,02 €	12.706,02 €	889,42 €	130	4.869,80 €
37	2,43 €	-1,75%	12.896,22 €	12.896,22 €	902,74 €	371	0,00 €

38	0,55 €	-6,53%	12.896,22 €	12.896,22 €	902,74 €	1629	6.988,41 €
39	5,02 €	10,86%	12.430,10 €	12.430,10 €	870,11 €	173	3.584,56 €
40	15,76 €	28,20%	12.809,35 €	12.809,35 €	896,65 €	56	4.816,17 €
41	14,21 €	-6,31%	14.157,57 €	14.157,57 €	991,03 €	69	6.935,05 €
42	8,00 €	-5,56%	13.710,25 €	13.710,25 €	959,72 €	119	5.260,99 €
43	8,84 €	-5,25%	13.407,51 €	13.407,51 €	938,53 €	106	5.793,96 €
44	17,66 €	-14,70%	13.093,29 €	13.093,29 €	916,53 €	51	3.396,50 €
45	10,49 €	37,38%	12.584,15 €	12.584,15 €	880,89 €	83	3.319,17 €
46	2,90 €	-10,54%	13.815,00 €	13.815,00 €	967,05 €	333	8.784,54 €
47	8,90 €	6,81%	12.879,26 €	12.879,26 €	901,55 €	101	9.958,60 €
48	4,86 €	7,77%	13.546,97 €	13.546,97 €	948,29 €	195	4.869,15 €
49	7,02 €	-4,41%	13.915,27 €	13.915,27 €	974,07 €	138	0,00 €
50	10,46 €	8,24%	13.915,27 €	13.915,27 €	974,07 €	93	3.955,29 €
51	3,80 €	60,79%	14.231,24 €	14.231,24 €	996,19 €	262	3.768,87 €
52	3,43 €	0,98%	16.512,43 €	16.512,43 €	1.155,87 €	337	10.317,26 €
53	1,62 €	-5,88%	16.603,53 €	16.603,53 €	1.162,25 €	715	7.138,56 €
54	25,61 €	-0,33%	16.173,82 €	16.173,82 €	1.132,17 €	44	6.597,80 €
55	2,52 €	-6,33%	16.141,82 €	16.141,82 €	1.129,93 €	448	12.743,36 €
56	6,26 €	-15,31%	15.325,42 €	15.325,42 €	1.072,78 €	171	9.593,10 €
57	6,70 €	-6,75%	13.846,53 €	13.846,53 €	969,26 €	144	5.420,16 €
58	3,99 €	-4,27%	13.470,77 €	13.470,77 €	942,95 €	236	0,00 €
59	0,54 €	16,42%	13.470,77 €	13.470,77 €	942,95 €	1759	10.893,49 €
60	3,89 €	5,47%	15.249,67 €	15.249,67 €	1.067,48 €	274	7.428,14 €
61	2,47 €	25,13%	15.646,02 €	15.646,02 €	1.095,22 €	443	10.499,10 €
62	4,42 €	11,91%	18.274,08 €	18.274,08 €	1.279,19 €	289	7.860,80 €
63	5,92 €	-3,52%	19.200,44 €	19.200,44 €	1.344,03 €	227	11.069,66 €
64	1,85 €	1,66%	18.801,14 €	18.801,14 €	1.316,08 €	710	0,00 €
65	12,54 €	16,00%	18.801,14 €	18.801,14 €	1.316,08 €	104	8.274,24 €
66	7,69 €	-2,85%	20.115,06 €	20.115,06 €	1.408,05 €	183	12.392,76 €
67	1,40 €	-3,27%	19.751,87 €	19.751,87 €	1.382,63 €	986	12.369,37 €
68	5,29 €	-3,60%	19.337,61 €	19.337,61 €	1.353,63 €	255	14.025,00 €
69	0,55 €	31,31%	18.822,71 €	18.822,71 €	1.317,59 €	2399	0,00 €
70	5,47 €	-7,53%	18.822,71 €	18.822,71 €	1.317,59 €	241	10.640,15 €
71	9,81 €	-1,57%	18.011,38 €	18.011,38 €	1.260,80 €	128	8.139,52 €
72	8,11 €	-2,49%	17.873,38 €	17.873,38 €	1.251,14 €	154	9.096,78 €
73	12,01 €	-9,72%	17.637,00 €	17.637,00 €	1.234,59 €	102	6.876,84 €
74	12,89 €	57,82%	16.958,90 €	16.958,90 €	1.187,12 €	92	8.738,16 €
75	4,68 €	-3,12%	22.001,54 €	22.001,54 €	1.540,11 €	328	0,00 €
76	13,97 €	15,33%	22.001,54 €	22.001,54 €	1.540,11 €	110	13.557,50 €
77	3,03 €	10,25%	24.070,54 €	24.070,54 €	1.684,94 €	556	17.953,24 €
78	4,31 €	8,37%	25.900,90 €	25.900,90 €	1.813,06 €	421	14.735,00 €
79	6,27 €	-4,94%	27.124,43 €	27.124,43 €	1.898,71 €	302	20.554,12 €
80	2,15 €	-1,74%	26.099,71 €	26.099,71 €	1.826,98 €	849	0,00 €
81	7,99 €	-5,28%	26.099,71 €	26.099,71 €	1.826,98 €	228	20.196,24 €
82	2,21 €	21,71%	25.022,67 €	25.022,67 €	1.751,59 €	793	13.369,98 €
83	20,18 €	-11,34%	27.915,05 €	27.915,05 €	1.954,05 €	96	14.820,48 €

Tabelle 3: Backtest mit 7% Risiko vom jeweils aktuellen Portfoliokapital (als 1. Ergänzung zu Tabelle 1)

Bei den Trades bei denen eine 0,00 € für den Kapitaleinsatz ermittelt wurde, war nicht ausreichend ungebundenes Kapital vorhanden und der Trade wurde daher nicht ausgeführt. Die Alternative, die Anzahl von Aktien dem verfügbaren Kapital anzupassen, wurde nicht vorgenommen.

Die folgende Tabelle zeigt nun ergänzend für jeden Trade den

- erzielten Gewinn und Verlust (GuV),
- die daraus resultierende Equity,
- die größte Equity,
- der aktuelle Drawdown und
- der maximale Drawdown

<i>Nummer</i>	<i>GuV</i>	<i>Equity</i>	<i>Highest-Equity</i>	<i>Drawdown</i>	<i>Maximal-Drawdown</i>
1	-406,90 €	-406,90 €	0,00 €	406,90 €	406,90 €
2	892,74 €	485,84 €	485,84 €	0,00 €	406,90 €
3	-291,79 €	194,05 €	485,84 €	291,79 €	406,90 €
4	-238,31 €	-44,26 €	485,84 €	530,11 €	530,11 €
5	768,02 €	723,76 €	723,76 €	0,00 €	530,11 €
6	-291,56 €	432,20 €	723,76 €	291,56 €	530,11 €
7	-415,00 €	17,20 €	723,76 €	706,56 €	706,56 €
8	-335,80 €	-318,60 €	723,76 €	1.042,36 €	1.042,36 €
9	-361,00 €	-679,60 €	723,76 €	1.403,36 €	1.403,36 €
10	-322,17 €	-1.001,77 €	723,76 €	1.725,53 €	1.725,53 €
11	-358,00 €	-1.359,77 €	723,76 €	2.083,53 €	2.083,53 €
12	331,44 €	-1.028,33 €	723,76 €	1.752,09 €	2.083,53 €
13	-99,11 €	-1.127,44 €	723,76 €	1.851,20 €	2.083,53 €
14	668,93 €	-458,51 €	723,76 €	1.182,27 €	2.083,53 €
15	116,78 €	-341,73 €	723,76 €	1.065,49 €	2.083,53 €
16	-30,36 €	-372,09 €	723,76 €	1.095,85 €	2.083,53 €
17	-2,60 €	-374,69 €	723,76 €	1.098,45 €	2.083,53 €
18	-302,41 €	-677,10 €	723,76 €	1.400,86 €	2.083,53 €
19	-640,96 €	-1.318,05 €	723,76 €	2.041,81 €	2.083,53 €
20	-384,08 €	-1.702,13 €	723,76 €	2.425,89 €	2.425,89 €
21	-51,50 €	-1.753,63 €	723,76 €	2.477,39 €	2.477,39 €
22	-186,33 €	-1.939,96 €	723,76 €	2.663,72 €	2.663,72 €
23	342,10 €	-1.597,86 €	723,76 €	2.321,62 €	2.663,72 €
24	1.828,43 €	230,57 €	723,76 €	493,19 €	2.663,72 €
25	-316,16 €	-85,59 €	723,76 €	809,35 €	2.663,72 €
26	96,92 €	11,33 €	723,76 €	712,43 €	2.663,72 €
27	445,60 €	456,93 €	723,76 €	266,83 €	2.663,72 €
28	-496,57 €	-39,64 €	723,76 €	763,40 €	2.663,72 €
29	432,75 €	393,11 €	723,76 €	330,65 €	2.663,72 €
30	720,80 €	1.113,91 €	1.113,91 €	0,00 €	2.663,72 €
31	919,52 €	2.033,43 €	2.033,43 €	0,00 €	2.663,72 €
32	386,00 €	2.419,43 €	2.419,43 €	0,00 €	2.663,72 €
33	-632,44 €	1.786,99 €	2.419,43 €	632,44 €	2.663,72 €
34	85,88 €	1.872,87 €	2.419,43 €	546,56 €	2.663,72 €
35	833,15 €	2.706,02 €	2.706,02 €	0,00 €	2.663,72 €
36	190,20 €	2.896,22 €	2.896,22 €	0,00 €	2.663,72 €

37	0,00 €	2.896,22 €	2.896,22 €	0,00 €	2.663,72 €
38	-466,12 €	2.430,10 €	2.896,22 €	466,12 €	2.663,72 €
39	379,25 €	2.809,35 €	2.896,22 €	86,87 €	2.663,72 €
40	1.348,22 €	4.157,57 €	4.157,57 €	0,00 €	2.663,72 €
41	-447,32 €	3.710,25 €	4.157,57 €	447,32 €	2.663,72 €
42	-302,74 €	3.407,51 €	4.157,57 €	750,06 €	2.663,72 €
43	-314,22 €	3.093,29 €	4.157,57 €	1.064,28 €	2.663,72 €
44	-509,14 €	2.584,15 €	4.157,57 €	1.573,42 €	2.663,72 €
45	1.230,85 €	3.815,00 €	4.157,57 €	342,57 €	2.663,72 €
46	-935,74 €	2.879,26 €	4.157,57 €	1.278,31 €	2.663,72 €
47	667,71 €	3.546,97 €	4.157,57 €	610,60 €	2.663,72 €
48	368,30 €	3.915,27 €	4.157,57 €	242,30 €	2.663,72 €
49	0,00 €	3.915,27 €	4.157,57 €	242,30 €	2.663,72 €
50	315,97 €	4.231,24 €	4.231,24 €	0,00 €	2.663,72 €
51	2.281,19 €	6.512,43 €	6.512,43 €	0,00 €	2.663,72 €
52	91,10 €	6.603,53 €	6.603,53 €	0,00 €	2.663,72 €
53	-429,71 €	6.173,82 €	6.603,53 €	429,71 €	2.663,72 €
54	-32,00 €	6.141,82 €	6.603,53 €	461,71 €	2.663,72 €
55	-816,40 €	5.325,42 €	6.603,53 €	1.278,11 €	2.663,72 €
56	-1.478,89 €	3.846,53 €	6.603,53 €	2.757,00 €	2.757,00 €
57	-375,76 €	3.470,77 €	6.603,53 €	3.132,76 €	3.132,76 €
58	0,00 €	3.470,77 €	6.603,53 €	3.132,76 €	3.132,76 €
59	1.778,90 €	5.249,67 €	6.603,53 €	1.353,85 €	3.132,76 €
60	396,34 €	5.646,02 €	6.603,53 €	957,51 €	3.132,76 €
61	2.628,07 €	8.274,08 €	8.274,08 €	0,00 €	3.132,76 €
62	926,36 €	9.200,44 €	9.200,44 €	0,00 €	3.132,76 €
63	-399,31 €	8.801,14 €	9.200,44 €	399,31 €	3.132,76 €
64	0,00 €	8.801,14 €	9.200,44 €	399,31 €	3.132,76 €
65	1.313,92 €	10.115,06 €	10.115,06 €	0,00 €	3.132,76 €
66	-363,19 €	9.751,87 €	10.115,06 €	363,19 €	3.132,76 €
67	-414,26 €	9.337,61 €	10.115,06 €	777,45 €	3.132,76 €
68	-514,90 €	8.822,71 €	10.115,06 €	1.292,35 €	3.132,76 €
69	0,00 €	8.822,71 €	10.115,06 €	1.292,35 €	3.132,76 €
70	-811,32 €	8.011,38 €	10.115,06 €	2.103,68 €	3.132,76 €
71	-138,00 €	7.873,38 €	10.115,06 €	2.241,68 €	3.132,76 €
72	-236,38 €	7.637,00 €	10.115,06 €	2.478,06 €	3.132,76 €
73	-678,10 €	6.958,90 €	10.115,06 €	3.156,16 €	3.156,16 €
74	5.042,64 €	12.001,54 €	12.001,54 €	0,00 €	3.156,16 €
75	0,00 €	12.001,54 €	12.001,54 €	0,00 €	3.156,16 €
76	2.069,00 €	14.070,54 €	14.070,54 €	0,00 €	3.156,16 €
77	1.830,36 €	15.900,90 €	15.900,90 €	0,00 €	3.156,16 €
78	1.223,53 €	17.124,43 €	17.124,43 €	0,00 €	3.156,16 €
79	-1.024,72 €	16.099,71 €	17.124,43 €	1.024,72 €	3.156,16 €
80	0,00 €	16.099,71 €	17.124,43 €	1.024,72 €	3.156,16 €
81	-1.077,04 €	15.022,67 €	17.124,43 €	2.101,76 €	3.156,16 €
82	2.892,38 €	17.915,05 €	17.915,05 €	0,00 €	3.156,16 €
83	-1.690,00 €	16.225,05 €	17.915,05 €	1.690,00 €	3.156,16 €

Tabelle 4: Backtest mit 7% Risiko vom jeweils aktuellen Portfoliokapital (als 2. Ergänzung zu Tabelle 1)

Mit dem folgenden R-Code wird der Backtest ausgeführt:

```
tradelist <- read_tradelist("../Equities/Trades.csv")
histData <- read_histdata();

initialCapital <- 10000
entryCommision <- 5
exitCommision <- 5
hebel <- 1
risikoPercent <- 7

backtestResult <- perform_tradelist_PortfoliokapitalRisiko(tradelistArg = tradelist,
                                                          initialCapitalArg = initialCapital,
                                                          basisRisikoProzent = risikoPercent,
                                                          reservedUnboundPKpercent = 0,
                                                          entryCommisionArg = entryCommision,
                                                          exitCommisionArg = exitCommision,
                                                          hebelArg = hebel)
```

Dazu werden die folgenden Funktionen verwendet:

```
"
Einlesen von Trades aus einer CSV-Datei.
Die Datei enthält die folgenden Spalten (separiert durch ';')
symbol: Name des Symbols
date: Datum der Eröffnung des Trades
trade: LONG/SHORT
entryPrice: Preis bei Eröffnung
exitPrice: Preis bei Schließung
lossExitPrice: Preis für den initialen Stopploss
Die CSV-Datei kann aus einem Backtester in AmiBroker generiert werden.
Während des Einlesens werden die Werte für Risikospanne, Kurssteigung[%] und das Gewinn/Risikoverhältnis
ermittelt.
"
read_tradelist <- function(csvfile) {
  tradelist <- read.csv(csvfile, sep = ';')
  # Trades werden entsprechend dem EntryDate ausgeführt
  tradelist <- tradelist[order(as.Date(tradelist$entrydate, format = "%d.%m.%Y")),]
  tradelist$risikoSpanne <- NA
  tradelist$Kurssteigung <- NA
  tradelist$GewinnRisikoVerhaeltnis <- NA
  tradelist$year <- NA
  lastYear <- as.numeric(format(strptime(tradelist[1,]$entrydate, format = "%d.%m.%Y"),'%Y'))
  num <- 0
  for (i in 1:nrow(tradelist)) {
    num <- num + 1
    tradelist[i,]$number <- num
    currentYear <- as.numeric(format(strptime(tradelist[i,]$entrydate, format = "%d.%m.%Y"),'%Y'))
    if (currentYear != lastYear) {
      tradelist[i,]$year <- currentYear
      lastYear <- currentYear
    }
    if (tradelist[i,]$trade == "LONG") {
      tradelist[i,]$risikoSpanne <- tradelist[i,]$entryPrice - tradelist[i,]$lossExitPrice
      tradelist[i,]$Kurssteigung <- 100 * (tradelist[i,]$exitPrice / tradelist[i,]$entryPrice - 1)
      tradelist[i,]$GewinnRisikoVerhaeltnis <- (tradelist[i,]$exitPrice - tradelist[i,]$entryPrice) /
tradelist[i,]$risikoSpanne
    } else if (tradelist[i,]$trade == "SHORT") {
      stop("SHORT trades currently not supported")
      #tradelist[i,]$risikoSpanne <- tradelist[i,]$lossExitPrice - tradelist[i,]$entryPrice
      #tradelist[i,]$Kurssteigung <- 100 * (tradelist[i,]$entryPrice / tradelist[i,]$exitPrice - 1) # TODO
Überprüfen
      #tradelist[i,]$GewinnRisikoVerhaeltnis <- (tradelist[i,]$entryPrice - tradelist[i,]$exitPrice) /
tradelist[i,]$risikoSpanne
    }
  }
  return(tradelist)
}

read_histdata <- function() {
  # Lade historische Daten, um das aktuell gebundene Kapital von offenen Positionen zu ermitteln
  histData <- read.csv("../Equities/HistData.csv", sep = ';', stringsAsFactors = FALSE)
  return(histData)
}
```

```

ermittleUnboundPK <- function(allTradesBeforeEntryDateArg,
                             openDateArg,
                             entryCommisionArg = 5,
                             initialCapitalArg = 10000) {
  summeUnboundPK <- initialCapitalArg
  if (nrow(allTradesBeforeEntryDateArg) > 0) {
    for (i in 1:nrow(allTradesBeforeEntryDateArg)) {
      lastTrade <- allTradesBeforeEntryDateArg[i,]
      lastTradeExitDate <- lastTrade$exitdate
      if (difftime(strptime(lastTradeExitDate, format = "%d.%m.%Y"), strptime(openDateArg, format = "%d.%m.%Y")) >
0) {
        # Trade ist noch offen
        summeUnboundPK <- summeUnboundPK - lastTrade$kapitalWert - entryCommisionArg
      } else {
        # Trade ist geschlossen
        summeUnboundPK <- summeUnboundPK + lastTrade$guv
      }
    }
  }
  return(summeUnboundPK)
}

```

```

ermittleBoundPK <- function(tradeWithinEntryAndExitDateArg,
                           openDateArg,
                           exitCommisionArg = 5) {
  summeBoundPK <- 0
  if (nrow(tradeWithinEntryAndExitDateArg) > 0) {
    for (i in 1:nrow(tradeWithinEntryAndExitDateArg)) {
      openTrade <- tradeWithinEntryAndExitDateArg[i,]
      if (!is.na(openTrade$kapitalEinsatz)) {
        openTradeSymbol <- as.character(openTrade$symbol)
        histDataSelected <- subset(histData, symbol == openTradeSymbol & date == openDateArg)[1,]
        currentPrice <- histDataSelected$price
        if (is.na(currentPrice)) {
          stop(paste("Keine historischer Preis fuer", openTradeSymbol, openDateArg))
        }
        shares <- openTrade$shares
        entryPrice <- openTrade$entryPrice
        summeBoundPK <- summeBoundPK + shares * currentPrice
      }
    }
  }
  return(summeBoundPK)
}

```

```

perform_tradelist_PortfoliokapitalRisiko <- function(tradelistArg = tradelist,
                                                    initialCapitalArg = 10000,
                                                    basisRisikoProzent = 1,
                                                    entryCommisionArg = 5,
                                                    exitCommisionArg = 5,
                                                    hebelArg = 1.0,
                                                    reservedUnboundFKpercent = 0,
                                                    useMultipleOpenPositions = FALSE) {
  tradelistArg$boundPK <- NA
  tradelistArg$unboundPK <- NA
  tradelistArg$portfolioKapital <- NA
  tradelistArg$unboundPKToReserve <- NA
  tradelistArg$riskiertesKapital <- NA
  tradelistArg$shares <- NA
  tradelistArg$kapitalWert <- NA
  tradelistArg$kapitalEinsatz <- NA
  tradelistArg$guv <- NA
  tradelistArg$equity <- NA
  tradelistArg$highestEquity <- NA
  tradelistArg$drawdown <- NA
  tradelistArg$maxDrawdown <- NA
  tradelistArg$closedMaxDrawdown <- NA
  tradelistArg$errorMsg <- NA

  closedEquity <- 0
  highestClosedEquity <- 0
  grossProfit <- 0
  grossLoss <- 0
  totalProfit <- 0
  maxDrawdown <- 0
  closedMaxDrawdown <- 0
  summeClosedMaxDrawdown <- 0
}

```

```

if (useMultipleOpenPositions) {
  print("useMultipleOpenPositions")
}

for (i in 1:nrow(tradelistArg)) {

  # Zur Vereinfachung der Simulationen werden auf mehrere gleichzeitig offene Positionen verzichtet.
  # Daher werden für den Backtest und für die BestCase- und das worstcase-Szenario die Ermittlung offener
  Positionen unterdrückt.
  if (useMultipleOpenPositions) {
    # Bestimme Trades, die noch offen sind
    entryDate <- strptime(tradelistArg[i,]$entrydate, format = "%d.%m.%Y")

    num <- tradelistArg[i,]$number

    # Ermittle das z.Zt. gebundene Kapital bzgl. gleichzeitig offener Positionen
    tradeBeforeExitDate <- subset(tradelistArg, strptime(tradelistArg$exitdate, format = "%d.%m.%Y") >
    entryDate)
    tradeWithinEntryAndExitDate <- subset(tradeBeforeExitDate, tradeBeforeExitDate$number < num)
    tradelistArg[i,]$boundPK <- ermittelBoundPK(tradeWithinEntryAndExitDate,
      openDateArg = tradelistArg[i,]$entrydate,
      exitCommisionArg = exitCommisionArg)

    # Ermittle das z.Zt. ungebundene Kapital
    allTradesBeforeEntryDate <- subset(tradelistArg, tradelistArg$number < num)
    tradelistArg[i,]$unboundPK <- ermittelUnboundPK(allTradesBeforeEntryDate,
      openDateArg = tradelistArg[i,]$entrydate,
      entryCommisionArg = entryCommisionArg,
      initialCapitalArg = initialCapitalArg)

    tradelistArg[i,]$portfolioKapital <- tradelistArg[i,]$unboundPK + tradelistArg[i,]$boundPK
  } else {
    # nur eine offene Position möglich; vereinfachte Berechnung von boundPK und unboundPK
    tradelistArg[i,]$portfolioKapital <- initialCapitalArg + closedEquity
    tradelistArg[i,]$boundPK <- 0
    tradelistArg[i,]$unboundPK <- tradelistArg[i,]$portfolioKapital
  }

  # Oberste Grenze, wieviel vom ungebundenen Kapital als Reserve im Portfolio verbleiben soll
  # und nicht für die Eröffnung neuer Positionen verwendet wird
  tradelistArg[i,]$unboundPKToReserve <- tradelistArg[i,]$portfolioKapital * reservedUnboundPKpercent / 100

  tradelistArg[i,]$riskiertesKapital <- basisRisikoProzent/100 * tradelistArg[i,]$portfolioKapital
  if (tradelistArg[i,]$risikoSpanne > 0) {
    tradelistArg[i,]$shares <- as.integer(tradelistArg[i,]$riskiertesKapital / tradelistArg[i,]$risikoSpanne)
  } else {
    tradelistArg[i,]$shares <- 0
  }

  # Wert der Position bei Eröffnung der Position
  tradelistArg[i,]$kapitalWert <- tradelistArg[i,]$shares * tradelistArg[i,]$entryPrice

  # Notwendiger Kapitaleinsatz für die Position unter Berücksichtigung des Hebels (Finanzierung nicht
  eingeschlossen)
  tradelistArg[i,]$kapitalEinsatz <- tradelistArg[i,]$kapitalWert / hebelArg

  # Trade wird nicht ausgeführt, wenn die Anzahl = 0 ermittelt wurde
  # oder, wenn Kapitaleinsatz über dem ungebundenen Portfoliokapital liegt
  # oder, wenn das unboundPK unter einem Prozentwert (reservedUnboundPKpercent)
  # unter dem Portfoliokapital sinken würde
  kapitalEinsatzOverflow <- tradelistArg[i,]$kapitalEinsatz > tradelistArg[i,]$unboundPK
  unboundPKToReserveOverflow <- tradelistArg[i,]$unboundPK - tradelistArg[i,]$kapitalEinsatz <
  tradelistArg[i,]$unboundPKToReserve
  if (tradelistArg[i,]$shares == 0
    || kapitalEinsatzOverflow
    || unboundPKToReserveOverflow
  ) {
    if (kapitalEinsatzOverflow) {
      tradelistArg[i,]$errorMsg <- paste("kapitalEinsatzOverflow!", "Unterbundener Kapitaleinsatz:",
      tradelistArg[i,]$kapitalEinsatz, "Aktueller UnboundPK:", tradelistArg[i,]$unboundPK)
      print(tradelistArg[i,]$errorMsg)
    } else if (unboundPKToReserveOverflow) {
      tradelistArg[i,]$errorMsg <- paste("unboundPKToReserveOverflow!", "Unterbundenes UnboundPK:",
      tradelistArg[i,]$unboundPK - tradelistArg[i,]$kapitalEinsatz, "Vorgesehene Reserve fuer UnboundPK: ",
      tradelistArg[i,]$unboundPKToReserve)
      print(tradelistArg[i,]$errorMsg)
    }
    tradelistArg[i,]$guv <- 0
    tradelistArg[i,]$kapitalEinsatz <- 0
  } else {

```



```

    tradelistArg[i,]$guv <- tradelistArg[i,]$shares * (tradelistArg[i,]$exitPrice - tradelistArg[i,]$entryPrice)
- entryCommissionArg - exitCommissionArg
    if (tradelistArg[i,]$guv > 0) {
        grossProfit <- grossProfit + tradelistArg[i,]$guv
    }
    else if (tradelistArg[i,]$guv < 0) {
        grossLoss <- grossLoss - tradelistArg[i,]$guv
    }
}
tradelistArg[i,]$equity <- closedEquity + tradelistArg[i,]$guv
closedEquity <- tradelistArg[i,]$equity
if (highestClosedEquity < closedEquity) {
    highestClosedEquity <- closedEquity
    summeClosedMaxDrawdown <- summeClosedMaxDrawdown + closedMaxDrawdown
    closedMaxDrawdown <- 0
}
tradelistArg[i,]$highestEquity <- highestClosedEquity
tradelistArg[i,]$drawdown <- highestClosedEquity - closedEquity
if (maxDrawdown < tradelistArg[i,]$drawdown) {
    maxDrawdown <- tradelistArg[i,]$drawdown
}
if (closedMaxDrawdown < tradelistArg[i,]$drawdown) {
    closedMaxDrawdown <- tradelistArg[i,]$drawdown
}
tradelistArg[i,]$closedMaxDrawdown <- closedMaxDrawdown
tradelistArg[i,]$maxDrawdown <- maxDrawdown
}
# letzter closedMaxDrawdown ist openMaxDrawdown
summeClosedMaxDrawdown <- summeClosedMaxDrawdown + closedMaxDrawdown
totalProfit <- grossProfit - grossLoss
report <- c(tradelist = tradelistArg,
           totalProfit = totalProfit,
           grossProfit = grossProfit,
           grossLoss = grossLoss,
           highestClosedEquity = highestClosedEquity,
           maxDrawdown = maxDrawdown,
           summeClosedMaxDrawdown = summeClosedMaxDrawdown,
           number = nrow(tradelistArg))
return(report)
}

```

## BEST-WORST-MODELL

Das folgende Kapitel beschreibt die Anwendung des Best-Worst-Modells zur Ermittlung des Risikoverhaltens anhand des exemplarischen Handelssystems über den gesamten historischen Zeitraum (siehe Abbildung 6 in der Arbeit: Ermittlung Minimal-, Optimal- und Maximal-Risikowerte und der maximalen Verluste im Worst-Case-Szenario“)

### TRADES FÜR DAS WORST-CASE-SZENARIO

Für das Worst-Modell werden die aus dem Handelssystem generierten Trades (siehe Tabelle 1) entsprechend mit absteigender Kurssteigung sortiert. Somit werden Trades mit den größten positiven Kurssteigungen gleich am Anfang des Backtests und Trades mit den größten negativen Kurssteigungen am Ende des Backtests ausgeführt.

Mit der folgenden R-Funktion erfolgt eine entsprechende Sortierung:

```
toWorstCaseTradelist <- function(tradelistArg = tradelist) {
  worstCaseTradelist <- tradelistArg[order(tradelistArg$Kurssteigung, decreasing = TRUE),]
  return(worstCaseTradelist)
}
```

### TRADES FÜR DAS BEST-CASE-SZENARIO

Für das Best-Modell werden die aus dem Handelssystem generierten Trades (siehe Tabelle 1) entsprechend mit steigender Kurssteigung sortiert. Somit werden Trades mit den größten negativen Kurssteigungen gleich am Anfang des Backtests und Trades mit den größten positiven Kurssteigungen am Ende des Backtests ausgeführt.

Mit der folgenden R-Funktion erfolgt eine entsprechende Sortierung:

```
toBestCaseTradelist <- function(tradelistArg = tradelist) {
  bestCaseTradelist <- tradelistArg[order(tradelistArg$Kurssteigung, decreasing = FALSE),]
  return(bestCaseTradelist)
}
```

### ERMITTLUNG DER VERLÄUFE IN ABHÄNGIGKEIT ZUM BASISRISIKO

Für die Ermittlung der Verläufe für GrossProfit aus dem Best-Case-Szenario und für GrossLoss aus dem Worst-Case-Szenario erfolgt eine sequenzielle Backtestausführung auf Basis der Trades für das Best-Case-Szenario und auf Basis der Trades für das Worst-Case-Szenario. Dabei werden die Backtests nacheinander mit unterschiedlichen Werten für das Basisrisiko durchgeführt. So z.B. mit den Werten 0, 0.1, 0.2, 0.3, ..., 10.0, 10.1, ..., 19.8, 19.9 und 20.0.

Mit dem folgenden R-Code werden die Werte für optRisk, minRisk, maxRisk und optWorstCrossLoss ermittelt:

```
tradelist <- read_tradelist("../Equities/Trades.csv")

entryCommision <- 5
exitCommision <- 5
hebel <- 100

basisRisikoProzentUmfang = seq(from = 0, to = 20, by = 0.1)

result <- evaluateOptimalBasisRisikoProzentPortfolioKapital(tradelistArg = tradelist,
  basisRisikoProzentUmfang = basisRisikoProzentUmfang,
  entryCommisionArg = entryCommision,
  exitCommisionArg = exitCommision,
  hebelArg = hebel)

print(paste("bestDifferenz=", result$bestDifferenz))
print(paste("minRisiko=", result$minRisiko))
print(paste("optRisiko=", result$optRisiko))
print(paste("maxRisiko=", result$maxRisiko))
print(paste("worstGrossLossOfOptRisiko=", result$worstGrossLossOfOptRisiko))
```

Dazu werden die folgenden Funktionen verwendet:

```
bestCaseTradelist <- tradelist[order(tradelistArg$Kurssteigung),]
mBest <- matrix(nrow = length(basisRisikoProzentUmfang), ncol = 4, dimnames = list(basisRisikoProzentUmfang,
c("grossProfit", "grossLoss", "totalProfit", "basisRisikoProzent")))
index <- 1;
for (basisRisikoProzent in basisRisikoProzentUmfang) {
  r <- perform_tradelist_PortfoliokapitalRisiko(bestCaseTradelist,
  initialCapitalArg,
  basisRisikoProzent,
```

```

                                entryCommisionArg,
                                exitCommisionArg,
                                hebelArg = hebelArg)

mBest[index, 1] <- r$grossProfit
mBest[index, 2] <- r$grossLoss
mBest[index, 3] <- r$totalProfit
mBest[index, 4] <- basisRisikoProzent
index <- index + 1
}

worstCaseTradelist <- tradelist[order(tradelistArg$Kurssteigung, decreasing = TRUE),]
mWorst <- matrix(nrow = length(basisRisikoProzentUmfang), ncol = 4, dimnames = list(basisRisikoProzentUmfang,
c("grossProfit", "grossLoss", "totalProfit", "basisRisikoProzent")))
index <- 1;
for (basisRisikoProzent in basisRisikoProzentUmfang) {
  r <- perform_tradelist_PortfoliokapitalRisiko(worstCaseTradelist,
                                                initialCapitalArg,
                                                basisRisikoProzent,
                                                entryCommisionArg,
                                                exitCommisionArg,
                                                hebelArg = hebelArg)

  mWorst[index, 1] <- r$grossProfit
  mWorst[index, 2] <- r$grossLoss
  mWorst[index, 3] <- r$totalProfit
  mWorst[index, 4] <- basisRisikoProzent
  index <- index + 1
}

#Best Gross Profit - Worst Gross Loss
result = list(
  DiffBestGrossProfitWorstGrossLoss = mBest[,1] - mWorst[,2],
  bestGrossProfit = mBest[,1],
  worstGrossLoss = mWorst[,2],
  basisRisikoProzent = mWorst[,4])

index <- index - 1
firstNegDiff <- NA
for (i in index:1) {
  if (result$DiffBestGrossProfitWorstGrossLoss[i] < 0) {
    firstNegDiff <- i
    break
  }
}

if (is.na(firstNegDiff)) {
  bestDifferenz <- NA
  minRisiko <- NA
  optRisiko <- NA
  maxRisiko <- NA
  worstGrossLossOfMinRisiko <- NA
  worstGrossLossOfOptRisiko <- NA
  worstGrossLossOfMaxRisiko <- NA
} else {
  indexOfMax <- which.max(result$DiffBestGrossProfitWorstGrossLoss[1:firstNegDiff])
  optRisiko <- result$basisRisikoProzent[indexOfMax]
  bestDifferenz <- result$DiffBestGrossProfitWorstGrossLoss[indexOfMax]
  worstGrossLossOfOptRisiko <- result$worstGrossLoss[indexOfMax]

  minRisiko <- NA
  maxRisiko <- NA
  worstGrossLossOfMinRisiko <- NA
  worstGrossLossOfMaxRisiko <- NA
  if (bestDifferenz >= 0) {
    # linke Nullstelle
    for (i in indexOfMax:1) {
      if (result$DiffBestGrossProfitWorstGrossLoss[i] < 0) {
        minRisiko <- result$basisRisikoProzent[i+1]
        worstGrossLossOfMinRisiko <- result$worstGrossLoss[i+1]
        break
      }
    }
    # rechte Nullstelle
    for (i in indexOfMax:length(result$DiffBestGrossProfitWorstGrossLoss)) {
      if (result$DiffBestGrossProfitWorstGrossLoss[i] < 0) {
        maxRisiko <- result$basisRisikoProzent[i-1]
        worstGrossLossOfMaxRisiko <- result$worstGrossLoss[i-1]
        break
      }
    }
  }
}
}

```

```
}  
return(list(result = result,  
           bestDifferenz = bestDifferenz,  
           minRisiko = minRisiko,  
           optRisiko = optRisiko,  
           maxRisiko = maxRisiko,  
           worstGrossLossOfMinRisiko = worstGrossLossOfMinRisiko,  
           worstGrossLossOfOptRisiko = worstGrossLossOfOptRisiko,  
           worstGrossLossOfMaxRisiko = worstGrossLossOfMaxRisiko))  
}
```

## SIMULATION EINES PORTFOLIOS

Um das Verfahren, beschrieben in der Arbeit im Kapitel „Vorgehensweise zur Bestimmung des Risikos für den Handel“, auf seine Anwendbarkeit und Praxistauglichkeit zu testen, wurde eine entsprechende Simulation in R-Studio durchgeführt.

Dieses erfolgt in zwei Stufen, mit jeweils einem R-Programm:

1. Bestimmung der Risikoparameter
2. Backtest anhand der zuvor ermittelten Risikoparameter

### RISIKOBESTIMMUNG FÜR DIE LETZTE RISIKOPERIODE

In der ersten Stufe wird für jeden Trade eine Risikobestimmung für die jeweils letzte Handelsperiode von einem Jahr durchgeführt. Diese entspricht dem in der Arbeit im Kapitel „Vorbereitung des nächsten Trades“ beschriebenen Schritt 6. Das in der Arbeit verwendete Beispiel bezieht sich auf den 25ten Trade.

Da die Berechnungen sehr viel Rechenzeit benötigen, wird das Ergebnis in einer CSV-Datei gesichert und für den anschließenden Backtest (Stufe 2) verwendet.

Nach Anwendung auf unser exemplarisches Handelssystem (also ein Portfolio mit nur einem Handelssystem) werden die folgenden Ergebnisse erzielt.

Die Tabelle (als Ergänzung von Tabelle 1) zeigt für jeden Trade

- das maximale Modell-TotalNetProfit (bestDifferenz),
- minRisiko, optRisiko und maxRisiko,
- optWorstGrossLoss und
- Anzahl der analysierten Trades innerhalb der letzten Risikoperiode

Num- mer	Best- Differenz	min- Risiko	opt- Risiko	max- Risiko	optWorst- GrossLoss	Anzahl- Trades In Risiko- periode	Bemerkung
1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Unvollst. Periode
2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Unvollst. Periode
3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Unvollst. Periode
4	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	3	
5	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	3	
6	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	4	
7	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	4	
8	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	5	
9	0,59 €	1,8%	1,8%	1,8%	422,21 €	6	
10	517,54 €	0,7%	14,4%	27,8%	2.749,05 €	5	OK
11	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	6	
12	2,29 €	2,1%	2,1%	2,1%	493,33 €	6	
13	300,88 €	0,7%	9,3%	16,4%	1.785,08 €	5	OK
14	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	5	
15	1.187,94 €	0,3%	19,3%	39,5%	3.183,02 €	4	OK
16	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	4	
17	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	5	
18	5,52 €	8,5%	8,5%	8,5%	1.098,41 €	3	
19	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	3	

20	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	4	
21	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	5	
22	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	5	
23	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	5	
24	933,34 €	0,3%	16,7%	31,6%	2.781,29 €	4	OK
25	291,25 €	0,7%	8,3%	16,0%	1.583,84 €	5	OK
26	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	6	
27	507,89 €	0,7%	14,5%	26,8%	2.764,92 €	5	OK
28	323,34 €	0,7%	9,1%	17,6%	1.732,93 €	5	OK
29	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	5	
30	743,43 €	0,3%	12,9%	25,3%	2.127,37 €	4	OK
31	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	4	
32	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	4	
33	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	4	
34	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	5	
35	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	5	
36	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	4	
37	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	3	
38	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	4	
39	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	4	
40	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	4	
41	450,24 €	0,7%	12,3%	24,0%	2.334,94 €	5	OK
42	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	4	
43	1.058,97 €	0,3%	18,6%	36,2%	3.091,15 €	4	OK
44	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	4	
45	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	3	
46	9,74 €	3,9%	4,0%	4,0%	518,59 €	3	OK
47	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	4	
48	741,01 €	0,3%	13,8%	25,3%	2.309,88 €	4	OK
49	240,19 €	0,7%	7,3%	13,3%	1.398,13 €	5	OK
50	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	5	
51	931,98 €	0,3%	15,5%	31,7%	2.543,81 €	4	OK
52	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	4	
53	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	5	
54	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	5	
55	415,19 €	0,7%	12,7%	22,4%	2.436,25 €	5	OK
56	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	6	
57	5,02 €	3,3%	3,3%	3,3%	767,04 €	6	
58	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	7	
59	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	8	
60	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	5	
61	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	4	
62	9,74 €	3,9%	4,0%	4,0%	518,59 €	3	OK
63	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	3	
64	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	4	
65	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	4	
66	514,50 €	0,7%	14,4%	27,8%	2.749,05 €	5	OK
67	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	5	
68	10,07 €	2,3%	2,4%	2,5%	558,71 €	6	OK
69	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	5	

70	6,32 €	8,5%	8,5%	8,5%	1.097,61 €	3	
71	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	4	
72	899,84 €	0,3%	16,6%	30,5%	2.780,21 €	4	OK
73	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	4	
74	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	5	
75	9,74 €	3,9%	4,0%	4,0%	518,59 €	3	OK
76	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	4	
77	8,28 €	3,8%	4,0%	4,0%	520,05 €	3	OK
78	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	4	
79	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	4	
80	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	4	
81	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	5	
82	0,00 €	NA	0,0%	0,0%	0,00 €	5	
83	477,40 €	0,7%	12,7%	25,2%	2.405,45 €	5	OK

Tabelle 5: Bestimmung von Risikoparametern für die Simulation (als Ergänzung zu Tabelle 1)

Bei den als OK gekennzeichneten Trades wurden gültige Risikowerte ermittelt. D.h. es konnte ein Maximum für das Modell-TotalNetProfit ermittelt werden. Weiterhin sollte das minRisk kleiner als das optRisk sein. Bei den ersten drei Trades kann keine Auswertung erfolgen, da es noch keine vollständige Risikoperiode gibt.

Mit dem folgenden R-Code erfolgt die Risikobestimmung:

```
shortName <- ""
basisRisikoProzentUmfang <- seq(from = 0, to = 40, by = 0.1)
hebel <- 100

tradelist <- read_tradelist(paste0("../Equities/Trades", shortName, ".csv"))
exportCSVfile <- paste0("../Equities/Trades", shortName, "-Evaluated-12M-H100.csv")

evaluatedTradelist <- create_risikoparameters_tradelist(tradelistArg = tradelist,
                                                       basisRisikoProzentUmfangArg = basisRisikoProzentUmfang,
                                                       exportCSVfileArg = exportCSVfile,
                                                       hebelArg = hebel,
                                                       useRisikoPeriode = TRUE)
```

Dazu wird die folgende Funktion verwendet:

```
create_risikoparameters_tradelist <- function(tradelistArg = tradelist,
                                             basisRisikoProzentUmfangArg = seq(from = 0, to = 15, by = 0.1),
                                             exportCSVfileArg = "../Equities/Trades-Evaluated.csv",
                                             hebelArg = 1.0,
                                             useRisikoPeriode = TRUE,
                                             risikoPeriodeAnzahlArg = 52,
                                             risikoPeriodeEinheitArg = "weeks") {
  evaluatedTradelist <- tradelist
  evaluatedTradelist$bestDifferenz <- NA
  evaluatedTradelist$minRisiko <- NA
  evaluatedTradelist$optRisiko <- NA
  evaluatedTradelist$maxRisiko <- NA
  evaluatedTradelist$worstGrossLossOfMinRisiko <- NA
  evaluatedTradelist$worstGrossLossOfOptRisiko <- NA
  evaluatedTradelist$worstGrossLossOfMaxRisiko <- NA
  evaluatedTradelist$MAXbestGrossProfit <- NA
  evaluatedTradelist$MAXworstGrossLoss <- NA
  evaluatedTradelist$sanzahlTradesOfRisikoperiode <- NA
  for (tIndex in 1:length(tradelist$GewinnRisikoVerhaeltnis)) {
    if (useRisikoPeriode) {
      trade<-evaluatedTradelist[tIndex,]
      evaluatedTradelist$difftime <- difftime(strptime(trade$entrydate, format = "%d.%m.%Y"),
                                             strptime(tradelist$entrydate, format = "%d.%m.%Y"), units = risikoPeriodeEinheitArg)
      fromIndex <- NA
      for (fromIndexTest in tIndex:1) {
        if (evaluatedTradelist[fromIndexTest,]$difftime > risikoPeriodeAnzahlArg) {
          fromIndex <- fromIndexTest
          break;
        }
      }
    }
  }
}
```

```

    }
  } else {
    fromIndex <- 1
  }
  if (!is.na(fromIndex)) {
    subTradelist <- evaluatedTradelist[fromIndex:tIndex,]
    anzahlTradesOfRisikoperiode <- tIndex - fromIndex;
    evaluatedTradelist[tIndex,]$anzahlTradesOfRisikoperiode <- anzahlTradesOfRisikoperiode
    print(paste("Bestimme Risikofaktoren fuer Trade",
              tIndex, "von",
              length(tradelist$GewinnRisikoVerhaeltnis),
              ". Anzahl Trades in einer Risikoperiode:",
              anzahlTradesOfRisikoperiode))
    result <- evaluateOptimalBasisRisikoProzentPortfolioKapital(tradelistArg = subTradelist,
                                                              basisRisikoProzentUmfang =
basisRisikoProzentUmfangArg,
                                                              hebelArg = hebelArg)
    evaluatedTradelist[tIndex,]$bestDifferenz <- result$bestDifferenz
    evaluatedTradelist[tIndex,]$minRisiko <- result$minRisiko
    evaluatedTradelist[tIndex,]$optRisiko <- result$optRisiko
    evaluatedTradelist[tIndex,]$maxRisiko <- result$maxRisiko
    evaluatedTradelist[tIndex,]$worstGrossLossOfMinRisiko <- result$worstGrossLossOfMinRisiko
    evaluatedTradelist[tIndex,]$worstGrossLossOfOptRisiko <- result$worstGrossLossOfOptRisiko
    evaluatedTradelist[tIndex,]$worstGrossLossOfMaxRisiko <- result$worstGrossLossOfMaxRisiko
    evaluatedTradelist[tIndex,]$MAXbestGrossProfit <- max(result$result$bestGrossProfit)
    evaluatedTradelist[tIndex,]$MAXworstGrossLoss <- max(result$result$worstGrossLoss)
    print(paste0("minRisiko=", result$minRisiko, "; optRisiko=", result$optRisiko, "; maxRisiko=",
result$maxRisiko))
  }
}
print(paste("Erstelle Datei mit Risikoparametern", exportCSVfileArg))
write.csv2(evaluatedTradelist, file = exportCSVfileArg)
return(evaluatedTradelist);
}

```

## DURCHFÜHRUNG BACKTEST

In der zweiten Stufe wird aus den ermittelten Risikoparametern der Backtest durchgeführt. Das entspricht die in der Arbeit im Kapitel „Ausführung des nächsten Trades“ beschriebenen Punkten 8 bis 21. Das in der Arbeit verwendete Beispiel bezieht sich auf den 26ten Trade. Dabei werden die Risikoparameter aus dem 25ten Trade verwendet (siehe vorheriges Kapitel).

Das Ergebnis der Ausführung wird in eine CSV-Datei geschrieben und als Grafik angezeigt (siehe Abbildung 7 in der Arbeit: „Ergebnis der Simulation des Handelssystems unter Anwendung des Verfahrens zur Bestimmung des Risikos“).

Da im Handelssystem nur eine offene Position erlaubt ist, existiert bei Eröffnung einer neuen Position kein gebundenes Kapital ( $KP_{\text{bound}}$  ist bei jedem Trade stets 0,00 €). Das gesamte Portfoliokapital entspricht somit immer dem aktuellen ungebundenen Kapital ( $KP = KP_{\text{unbound}}$ ).

Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist das Ergebnis der Simulation in zwei Tabellen unterteilt. Die erste Tabelle ergänzt die Spalten von Tabelle 5: Bestimmung von Risikoparametern für die Simulation (als Ergänzung zu Tabelle 1).

Die Tabelle zeigt das Ergebnis der Simulation:

- Ungebundenes Kapital,
- Gesamtes Portfoliokapital,
- Verfügbares Portfoliorisikokapital,
- 90%-Anteil vom Portfoliorisikokapital zur Bestimmung von maxPfRisk (siehe Schritt 10 in der Arbeit),
- Maximales Portfoliorisiko: maxPfRisk (siehe Schritt 10 in der Arbeit),
- Letztes gültiges optRisk (siehe Schritt 6 in der Arbeit),
- Gewähltes Basisrisiko (siehe Schritte 10 und 11 in der Arbeit)



Nr.	<i>PK<sub>unbound</sub></i>	<i>Portfolio-Kapital</i>	<i>Portfolio-Risiko-Kapital</i>	<i>90% Portfolio-Risiko-Kapital</i>	<i>maxPf-Risk</i>	<i>Letztes gültige Opt-Risiko</i>	<i>Used-Risk</i>
1	10.000,00 €	10.000,00 €	NA	NA	NA	0,0 %	NA
2	10.000,00 €	10.000,00 €	NA	NA	NA	0,0 %	NA
3	10.000,00 €	10.000,00 €	3.000,00 €	2.700,00 €	27,0 %	0,0 %	NA
4	10.000,00 €	10.000,00 €	3.000,00 €	2.700,00 €	27,0 %	0,0 %	NA
5	10.000,00 €	10.000,00 €	3.000,00 €	2.700,00 €	27,0 %	0,0 %	NA
6	10.000,00 €	10.000,00 €	3.000,00 €	2.700,00 €	27,0 %	0,0 %	NA
7	10.000,00 €	10.000,00 €	3.000,00 €	2.700,00 €	27,0 %	0,0 %	NA
8	10.000,00 €	10.000,00 €	3.000,00 €	2.700,00 €	27,0 %	0,0 %	NA
9	10.000,00 €	10.000,00 €	3.000,00 €	2.700,00 €	27,0 %	0,0 %	NA
10	10.000,00 €	10.000,00 €	3.000,00 €	2.700,00 €	27,0 %	0,0 %	NA
11	10.000,00 €	10.000,00 €	3.000,00 €	2.700,00 €	27,0 %	14,4 %	NA
12	10.000,00 €	10.000,00 €	3.000,00 €	2.700,00 €	27,0 %	14,4 %	14,4 %
13	10.804,80 €	10.804,80 €	3.000,00 €	2.700,00 €	25,0 %	14,4 %	NA
14	10.804,80 €	10.804,80 €	3.241,44 €	2.917,30 €	27,0 %	9,3 %	9,3 %
15	11.892,19 €	11.892,19 €	3.241,44 €	2.917,30 €	24,5 %	9,3 %	9,3 %
16	12.092,08 €	12.092,08 €	3.241,44 €	2.917,30 €	24,1 %	19,3 %	NA
17	12.092,08 €	12.092,08 €	3.241,44 €	2.917,30 €	24,1 %	19,3 %	19,3 %
18	12.107,83 €	12.107,83 €	3.390,91 €	3.051,82 €	25,2 %	19,3 %	NA
19	12.107,83 €	12.107,83 €	3.390,91 €	3.051,82 €	25,2 %	19,3 %	NA
20	12.107,83 €	12.107,83 €	3.390,91 €	3.051,82 €	25,2 %	19,3 %	19,3 %
21	10.655,27 €	10.655,27 €	1.938,35 €	1.744,51 €	16,4 %	19,3 %	NA
22	10.655,27 €	10.655,27 €	3.000,00 €	2.700,00 €	25,3 %	19,3 %	NA
23	10.655,27 €	10.655,27 €	3.000,00 €	2.700,00 €	25,3 %	19,3 %	NA
24	10.655,27 €	10.655,27 €	3.000,00 €	2.700,00 €	25,3 %	19,3 %	19,3 %
25	17.074,20 €	17.074,20 €	3.000,00 €	2.700,00 €	15,8 %	16,7 %	NA
26	17.074,20 €	17.074,20 €	3.000,00 €	2.700,00 €	15,8 %	8,3 %	8,3 %
27	17.281,74 €	17.281,74 €	4.987,94 €	4.489,15 €	26,0 %	8,3 %	8,3 %
28	18.206,39 €	18.206,39 €	4.987,94 €	4.489,15 €	24,7 %	14,5 %	NA
29	18.206,39 €	18.206,39 €	4.987,94 €	4.489,15 €	24,7 %	9,1 %	NA
30	18.206,39 €	18.206,39 €	4.987,94 €	4.489,15 €	24,7 %	9,1 %	9,1 %
31	19.859,83 €	19.859,83 €	3.773,43 €	3.396,08 €	17,1 %	12,9 %	NA
32	19.859,83 €	19.859,83 €	3.773,43 €	3.396,08 €	17,1 %	12,9 %	NA
33	19.859,83 €	19.859,83 €	3.773,43 €	3.396,08 €	17,1 %	12,9 %	NA
34	19.859,83 €	19.859,83 €	3.773,43 €	3.396,08 €	17,1 %	12,9 %	NA
35	19.859,83 €	19.859,83 €	3.000,00 €	2.700,00 €	13,6 %	12,9 %	NA
36	19.859,83 €	19.859,83 €	3.000,00 €	2.700,00 €	13,6 %	12,9 %	12,9 %
37	20.428,87 €	20.428,87 €	3.000,00 €	2.700,00 €	13,2 %	12,9 %	NA
38	20.428,87 €	20.428,87 €	3.170,71 €	2.853,64 €	14,0 %	12,9 %	NA
39	20.428,87 €	20.428,87 €	3.170,71 €	2.853,64 €	14,0 %	12,9 %	12,9 %
40	21.597,87 €	21.597,87 €	3.170,71 €	2.853,64 €	13,2 %	12,9 %	12,9 %
41	25.856,57 €	25.856,57 €	3.170,71 €	2.853,64 €	11,0 %	12,9 %	11,0 %
42	24.578,97 €	24.578,97 €	4.245,03 €	3.820,53 €	15,5 %	12,3 %	12,3 %
43	23.641,55 €	23.641,55 €	3.307,61 €	2.976,85 €	12,6 %	12,3 %	12,3 %
44	22.687,32 €	22.687,32 €	2.353,38 €	2.118,04 €	9,3 %	18,6 %	9,3 %

45	21.512,67 €	21.512,67 €	3.000,00 €	2.700,00 €	12,6 %	18,6 %	12,6 %
46	25.344,82 €	25.344,82 €	3.000,00 €	2.700,00 €	10,7 %	18,6 %	NA
47	25.344,82 €	25.344,82 €	3.000,00 €	2.700,00 €	10,7 %	4,0 %	4,0 %
48	26.093,05 €	26.093,05 €	3.000,00 €	2.700,00 €	10,3 %	4,0 %	4,0 %
49	26.498,21 €	26.498,21 €	4.495,66 €	4.046,10 €	15,3 %	13,8 %	NA
50	26.498,21 €	26.498,21 €	4.495,66 €	4.046,10 €	15,3 %	7,3 %	7,3 %
51	27.133,13 €	27.133,13 €	4.495,66 €	4.046,10 €	14,9 %	7,3 %	7,3 %
52	31.679,27 €	31.679,27 €	4.495,66 €	4.046,10 €	12,8 %	15,5 %	NA
53	31.679,27 €	31.679,27 €	4.554,32 €	4.098,89 €	12,9 %	15,5 %	12,9 %
54	30.188,27 €	30.188,27 €	3.063,32 €	2.756,99 €	9,1 %	15,5 %	9,1 %
55	30.124,77 €	30.124,77 €	2.999,82 €	2.699,84 €	9,0 %	15,5 %	NA
56	30.124,77 €	30.124,77 €	2.999,82 €	2.699,84 €	9,0 %	12,7 %	NA
57	30.124,77 €	30.124,77 €	2.999,82 €	2.699,84 €	9,0 %	12,7 %	9,0 %
58	29.091,15 €	29.091,15 €	1.966,20 €	1.769,58 €	6,1 %	12,7 %	NA
59	29.091,15 €	29.091,15 €	1.966,20 €	1.769,58 €	6,1 %	12,7 %	6,1 %
60	32.438,27 €	32.438,27 €	3.227,70 €	2.904,93 €	9,0 %	12,7 %	9,0 %
61	33.534,59 €	33.534,59 €	3.227,70 €	2.904,93 €	8,7 %	12,7 %	NA
62	33.534,59 €	33.534,59 €	3.328,90 €	2.996,01 €	8,9 %	12,7 %	8,9 %
63	35.721,31 €	35.721,31 €	3.328,90 €	2.996,01 €	8,4 %	4,0 %	4,0 %
64	35.297,99 €	35.297,99 €	2.905,58 €	2.615,02 €	7,4 %	4,0 %	4,0 %
65	35.687,52 €	35.687,52 €	2.905,58 €	2.615,02 €	7,3 %	4,0 %	4,0 %
66	37.116,01 €	37.116,01 €	4.074,43 €	3.666,98 €	9,9 %	4,0 %	4,0 %
67	36.735,45 €	36.735,45 €	3.693,87 €	3.324,48 €	9,0 %	14,4 %	NA
68	36.735,45 €	36.735,45 €	3.693,87 €	3.324,48 €	9,0 %	14,4 %	NA
69	36.735,45 €	36.735,45 €	3.693,87 €	3.324,48 €	9,0 %	2,4 %	2,4 %
70	41.384,76 €	41.384,76 €	4.280,63 €	3.852,56 €	9,3 %	2,4 %	2,4 %
71	40.772,94 €	40.772,94 €	3.668,80 €	3.301,92 €	8,1 %	2,4 %	2,4 %
72	40.663,94 €	40.663,94 €	3.559,80 €	3.203,82 €	7,9 %	2,4 %	2,4 %
73	40.477,54 €	40.477,54 €	3.373,40 €	3.036,06 €	7,5 %	16,6 %	7,5 %
74	38.816,94 €	38.816,94 €	3.000,00 €	2.700,00 €	7,0 %	16,6 %	7,0 %
75	50.285,22 €	50.285,22 €	3.000,00 €	2.700,00 €	5,4 %	16,6 %	NA
76	50.285,22 €	50.285,22 €	3.000,00 €	2.700,00 €	5,4 %	4,0 %	4,0 %
77	52.996,82 €	52.996,82 €	7.253,96 €	6.528,57 €	12,3 %	4,0 %	4,0 %
78	55.303,82 €	55.303,82 €	7.253,96 €	6.528,57 €	11,8 %	4,0 %	4,0 %
79	56.796,91 €	56.796,91 €	7.253,96 €	6.528,57 €	11,5 %	4,0 %	4,0 %
80	55.570,59 €	55.570,59 €	6.027,64 €	5.424,88 €	9,8 %	4,0 %	4,0 %
81	54.976,94 €	54.976,94 €	3.594,04 €	3.234,63 €	5,9 %	4,0 %	4,0 %
82	53.679,94 €	53.679,94 €	2.297,04 €	2.067,33 €	3,9 %	4,0 %	3,9 %
83	57.095,70 €	57.095,70 €	2.297,04 €	2.067,33 €	3,6 %	4,0 %	NA

Tabelle 6: Simulation Portfolio (als 1. Ergänzung zu Tabelle 5)

Die zweite Tabelle zeigt ergänzend zu jedem Trade:

- $R_{\text{tradeAbs}}$  - Absoluter Betrag des zu riskierenden Betrages (siehe Schritt 12 in der Arbeit),
- $n$  – Anzahl der zu handelnden Wertpapiere (siehe Schritt 13 in der Arbeit),
- Kapitalwert der Position (siehe Schritt 14 in der Arbeit),
- $KP_{\text{available}}$  – maximal einsetzbares Portfoliokapital (siehe Schritt 15 in der Arbeit),
- einzusetzendes Kapital (siehe Schritt 17 in der Arbeit),

- GuV – Gewinn und Verlust des Trades und die
- aktuelle Equity

Nr.	$R_{tradeAbs}$	$n$	Kapitalwert	$KP_{available}$	Kapital- einsatz	GuV	Equity
1	0,00 €	0	0,00 €	8.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
2	0,00 €	0	0,00 €	8.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
3	0,00 €	0	0,00 €	8.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
4	0,00 €	0	0,00 €	8.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
5	0,00 €	0	0,00 €	8.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
6	0,00 €	0	0,00 €	8.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
7	0,00 €	0	0,00 €	8.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
8	0,00 €	0	0,00 €	8.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
9	0,00 €	0	0,00 €	8.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
10	0,00 €	0	0,00 €	8.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
11	1.440,00 €	333	8.291,70 €	8.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
12	1.440,00 €	105	7.046,66 €	8.000,00 €	7.046,66 €	804,80 €	804,80 €
13	1.555,89 €	661	11.973,35 €	8.643,84 €	0,00 €	0,00 €	804,80 €
14	1.004,85 €	257	2.706,21 €	8.643,84 €	2.706,21 €	1.087,39 €	1.892,19 €
15	1.105,97 €	1874	8.549,19 €	9.513,75 €	8.549,19 €	199,89 €	2.092,08 €
16	2.333,77 €	301	12.511,67 €	9.673,66 €	0,00 €	0,00 €	2.092,08 €
17	2.333,77 €	515	9.089,75 €	9.673,66 €	9.089,75 €	15,75 €	2.107,83 €
18	2.336,81 €	936	16.405,27 €	9.686,26 €	0,00 €	0,00 €	2.107,83 €
19	2.336,81 €	2046	20.061,03 €	9.686,26 €	0,00 €	0,00 €	2.107,83 €
20	2.336,81 €	644	7.631,40 €	9.686,26 €	7.631,40 €	-1.452,56 €	655,27 €
21	1.744,51 €	262	8.868,70 €	8.524,21 €	0,00 €	0,00 €	655,27 €
22	2.056,47 €	819	15.045,03 €	8.524,21 €	0,00 €	0,00 €	655,27 €
23	2.056,47 €	2636	8.646,08 €	8.524,21 €	0,00 €	0,00 €	655,27 €
24	2.056,47 €	10386	6.688,58 €	8.524,21 €	6.688,58 €	6.418,93 €	7.074,20 €
25	2.700,00 €	552	24.932,74 €	13.659,36 €	0,00 €	0,00 €	7.074,20 €
26	1.417,16 €	59	7.115,75 €	13.659,36 €	7.115,75 €	207,53 €	7.281,74 €
27	1.434,38 €	279	7.965,45 €	13.825,39 €	7.965,45 €	924,65 €	8.206,39 €
28	2.639,93 €	746	25.298,35 €	14.565,11 €	0,00 €	0,00 €	8.206,39 €
29	1.656,78 €	602	15.430,46 €	14.565,11 €	0,00 €	0,00 €	8.206,39 €
30	1.656,78 €	478	12.915,56 €	14.565,11 €	12.915,56 €	1.653,44 €	9.859,83 €
31	2.561,92 €	821	25.414,06 €	15.887,86 €	0,00 €	0,00 €	9.859,83 €
32	2.561,92 €	275	27.225,00 €	15.887,86 €	0,00 €	0,00 €	9.859,83 €
33	2.561,92 €	807	24.887,88 €	15.887,86 €	0,00 €	0,00 €	9.859,83 €
34	2.561,92 €	635	16.300,45 €	15.887,86 €	0,00 €	0,00 €	9.859,83 €
35	2.561,92 €	1575	21.434,18 €	15.887,86 €	0,00 €	0,00 €	9.859,83 €
36	2.561,92 €	376	14.084,96 €	15.887,86 €	14.084,96 €	569,04 €	10.428,87 €
37	2.635,32 €	1084	40.996,88 €	16.343,09 €	0,00 €	0,00 €	10.428,87 €
38	2.635,32 €	4756	20.403,24 €	16.343,09 €	0,00 €	0,00 €	10.428,87 €
39	2.635,32 €	524	10.857,28 €	16.343,09 €	10.857,28 €	1.169,00 €	11.597,87 €
40	2.786,12 €	176	15.136,53 €	17.278,29 €	15.136,53 €	4.258,70 €	15.856,57 €
41	2.853,64 €	200	20.101,60 €	20.685,26 €	20.101,60 €	-1.277,60 €	14.578,97 €
42	3.023,21 €	377	16.667,17 €	19.663,18 €	16.667,17 €	-937,42 €	13.641,55 €

43	2.907,91 €	329	17.983,14 €	18.913,24 €	17.983,14 €	-954,23 €	12.687,32 €
44	2.118,04 €	119	7.925,16 €	18.149,86 €	7.925,16 €	-1.174,65 €	11.512,67 €
45	2.700,00 €	257	10.277,43 €	17.210,13 €	10.277,43 €	3.832,15 €	15.344,82 €
46	2.700,00 €	931	24.559,78 €	20.275,85 €	0,00 €	0,00 €	15.344,82 €
47	1.013,79 €	113	11.141,80 €	20.275,85 €	11.141,80 €	748,23 €	16.093,05 €
48	1.043,72 €	214	5.343,58 €	20.874,44 €	5.343,58 €	405,16 €	16.498,21 €
49	3.656,75 €	520	57.772,00 €	21.198,56 €	0,00 €	0,00 €	16.498,21 €
50	1.934,37 €	184	7.825,52 €	21.198,56 €	7.825,52 €	634,92 €	17.133,13 €
51	1.980,72 €	521	7.494,59 €	21.706,50 €	7.494,59 €	4.546,15 €	21.679,27 €
52	4.046,10 €	1181	36.156,32 €	25.343,42 €	0,00 €	0,00 €	21.679,27 €
53	4.098,89 €	2523	25.189,63 €	25.343,42 €	25.189,63 €	-1.491,00 €	20.188,27 €
54	2.756,99 €	107	16.044,65 €	24.150,62 €	16.044,65 €	-63,50 €	20.124,77 €
55	2.699,84 €	1071	30.464,60 €	24.099,82 €	0,00 €	0,00 €	20.124,77 €
56	2.699,84 €	431	24.179,10 €	24.099,82 €	0,00 €	0,00 €	20.124,77 €
57	2.699,84 €	403	15.168,92 €	24.099,82 €	15.168,92 €	-1.033,62 €	19.091,15 €
58	1.769,58 €	443	31.010,00 €	23.272,92 €	0,00 €	0,00 €	19.091,15 €
59	1.769,58 €	3301	20.443,09 €	23.272,92 €	20.443,09 €	3.347,12 €	22.438,27 €
60	2.904,93 €	746	20.224,06 €	25.950,61 €	20.224,06 €	1.096,32 €	23.534,59 €
61	2.904,93 €	1175	27.847,50 €	26.827,67 €	0,00 €	0,00 €	23.534,59 €
62	2.996,01 €	678	18.441,60 €	26.827,67 €	18.441,60 €	2.186,72 €	25.721,31 €
63	1.428,85 €	241	11.752,37 €	28.577,04 €	11.752,37 €	-423,32 €	25.297,99 €
64	1.411,92 €	761	24.081,85 €	28.238,39 €	24.081,85 €	389,53 €	25.687,52 €
65	1.427,50 €	113	8.990,28 €	28.550,01 €	8.990,28 €	1.428,49 €	27.116,01 €
66	1.484,64 €	192	13.002,24 €	29.692,80 €	13.002,24 €	-380,56 €	26.735,45 €
67	3.324,48 €	2371	29.744,20 €	29.388,36 €	0,00 €	0,00 €	26.735,45 €
68	3.324,48 €	628	34.540,00 €	29.388,36 €	0,00 €	0,00 €	26.735,45 €
69	881,65 €	1605	14.881,56 €	29.388,36 €	14.881,56 €	4.649,32 €	31.384,76 €
70	993,23 €	181	7.991,15 €	33.107,81 €	7.991,15 €	-611,82 €	30.772,94 €
71	978,55 €	99	6.295,41 €	32.618,35 €	6.295,41 €	-109,00 €	30.663,94 €
72	975,93 €	120	7.088,40 €	32.531,15 €	7.088,40 €	-186,40 €	30.477,54 €
73	3.036,06 €	252	16.989,84 €	32.382,03 €	16.989,84 €	-1.660,60 €	28.816,94 €
74	2.700,00 €	209	19.850,82 €	31.053,55 €	19.850,82 €	11.468,28 €	40.285,22 €
75	2.700,00 €	576	48.528,00 €	40.228,17 €	0,00 €	0,00 €	40.285,22 €
76	2.011,41 €	144	17.748,00 €	40.228,17 €	17.748,00 €	2.711,60 €	42.996,82 €
77	2.119,87 €	700	22.603,00 €	42.397,45 €	22.603,00 €	2.307,00 €	45.303,82 €
78	2.212,15 €	513	17.955,00 €	44.243,05 €	17.955,00 €	1.493,09 €	46.796,91 €
79	2.271,88 €	362	24.637,72 €	45.437,52 €	24.637,72 €	-1.226,32 €	45.570,59 €
80	2.222,82 €	1033	33.557,01 €	44.456,47 €	33.557,01 €	-593,64 €	44.976,94 €
81	2.199,08 €	275	24.359,50 €	43.981,55 €	24.359,50 €	-1.297,00 €	43.679,94 €
82	2.067,33 €	936	15.780,96 €	42.943,95 €	15.780,96 €	3.415,76 €	47.095,70 €
83	0,00 €	0	0,00 €	45.676,56 €	0,00 €	0,00 €	47.095,70 €

Tabelle 7. Simulation Portfolio (als 2. Ergänzung zu Tabelle 5)

Trades, bei denen der Kapitalwert das maximal verfügbare Kapital ( $KP_{\text{available}}$ ) übersteigt, werden nicht ausgeführt (siehe Schritt 16 in der Arbeit).

Bei der Simulation wurde ein Profitfaktor von 4,17 und ein max. Drawdown von 4344 € erreicht.

## Mit dem folgenden R-Code erfolgt die Simulation:

```
evalTradelist <- read.csv2("../Equities/Trades-Evaluated-12M-H100.csv", sep = ';')

initialCapitalArg <- 10000
entryCommisionArg <- 5
exitCommisionArg <- 5
hebelArg <- 1
reservedUnboundPKpercentArg <- 20

portfolioRisikoKapitalAbsPerYear <- 3000 # absoluter Betrag innerhalb der aktuellen Risikoperiode
portfolioRisikoKapitalRelWinPerYear <- 30 # Prozent Gewinn der letzten Risikoperiode
portfolioRisikoKapitalSicherheit <- 90 # Verwende nur maximal 80% vom Portfoliorisikokapital

evalTradelist$year <- NA
evalTradelist$portfolioRisikoKapital <- NA
evalTradelist$adjustedOptRisk <- NA
evalTradelist$usedRisk <- NA
evalTradelist$unboundPK <- NA
evalTradelist$portfolioKapital <- NA
evalTradelist$unboundPKToReserve <- NA
evalTradelist$Kpavailable <- NA
evalTradelist$maxPFRisk <- NA
evalTradelist$riskiertesKapital <- NA
evalTradelist$shares <- NA
evalTradelist$kapitalWert <- NA
evalTradelist$kapitalEinsatz <- NA
evalTradelist$guv <- NA
evalTradelist$equity <- NA
evalTradelist$highestEquity <- NA
evalTradelist$drawdown <- NA
evalTradelist$maxDrawdown <- NA
evalTradelist$grossProfit <- NA
evalTradelist$grossLoss <- NA
evalTradelist$currentEquityOfPeriod <- NA
evalTradelist$overflow <- NA

currentPortfolioRisikoKapital <- NA
lastYear <- as.numeric(format(strptime(evalTradelist[1,]$entrydate, format = "%d.%m.%Y"),'%Y'))
currentEquityOfYear <- 0

closedEquity <- 0
prevMinRisiko <- 0
prevOptRisiko <- 0
prevMaxRisiko <- 0
prevOptWorstGrossLoss <- 0
lastMinRisiko <- 0
lastOptRisiko <- 0
lastMaxRisiko <- 0
lastOptWorstGrossLoss <- 0

grossProfit <- 0
grossLoss <- 0
highestEquity <- 0
maxDrawdown <- 0

for (i in 1:nrow(evalTradelist)) {
  # Begin einer neuen Risikoperiode: Annahme ein Jahr:
  currentYear <- as.numeric(format(strptime(evalTradelist[i,]$entrydate, format = "%d.%m.%Y"),'%Y'))
  if (currentYear != lastYear) {
    evalTradelist[i,]$year = currentYear
    currentPortfolioRisikoKapital <- portfolioRisikoKapitalAbsPerYear
    if (currentEquityOfYear > 0) {
      # Punkt 20
      currentPortfolioRisikoKapital <- currentPortfolioRisikoKapital + currentEquityOfYear *
portfolioRisikoKapitalRelWinPerYear / 100
    }
    currentEquityOfYear <- 0
    lastYear <- currentYear
  }

  evalTradelist[i,]$portfolioRisikoKapital <- currentPortfolioRisikoKapital

  # Punkt 6
  if (!is.na(prevMinRisiko)
    && !is.na(prevOptRisiko)
    && !is.na(prevMaxRisiko)
    && !is.na(prevOptWorstGrossLoss)
    && prevMinRisiko < prevOptRisiko
```

```

    ) {
      lastMinRisiko <- prevMinRisiko
      lastOptRisiko <- prevOptRisiko
      lastMaxRisiko <- prevMaxRisiko
      # Punkt 7
      lastOptWorstGrossLoss <- prevOptWorstGrossLoss
    }

# Punkt 9 evalTradelist[i,]$risikoSpanne beim Einlesen ermittelt

# Punkt 10
evalTradelist[i,]$portfolioKapital <- closedEquity + initialCapitalArg
basisRisikoProzent <- NA
evalTradelist[i,]$maxPfRisk <- currentPortfolioRisikoKapital * portfolioRisikoKapitalSicherheit /
evalTradelist[i,]$portfolioKapital
if (!is.na(evalTradelist[i,]$maxPfRisk)) {
  if (evalTradelist[i,]$maxPfRisk < lastMinRisiko) {
    # Punkt 10 a
    basisRisikoProzent <- NA
  } else if (evalTradelist[i,]$maxPfRisk < lastOptRisiko) {
    # Punkt 10 b
    basisRisikoProzent <- evalTradelist[i,]$maxPfRisk
    evalTradelist[i,]$adjustedOptRisk <- lastOptRisiko - evalTradelist[i,]$maxPfRisk
  } else {
    basisRisikoProzent <- lastOptRisiko
  }
}

if (is.na(basisRisikoProzent)) {
  basisRisikoProzent <- 0
}
evalTradelist[i,]$usedRisk <- basisRisikoProzent

# Punkt 12
evalTradelist[i,]$riskiertesKapital <- basisRisikoProzent/100 * evalTradelist[i,]$portfolioKapital

# Punkt 13
if (evalTradelist[i,]$risikoSpanne > 0) {
  evalTradelist[i,]$shares <- as.integer(evalTradelist[i,]$riskiertesKapital / evalTradelist[i,]$risikoSpanne)
} else {
  evalTradelist[i,]$shares <- 0
}

# Punkt 14
evalTradelist[i,]$kapitalWert <- evalTradelist[i,]$shares * evalTradelist[i,]$entryPrice

# Punkt 15
evalTradelist[i,]$kapitalEinsatz <- evalTradelist[i,]$kapitalWert / hebelArg

# Punkt 16
evalTradelist[i,]$unboundPK <- evalTradelist[i,]$portfolioKapital

# Punkt 17 (maximalerKapitalEinsatz = KPavailable)
evalTradelist[i,]$unboundPKToReserve <- evalTradelist[i,]$portfolioKapital * reservedUnboundPKpercentArg / 100
maximalerKapitalEinsatz <- evalTradelist[i,]$unboundPK - evalTradelist[i,]$unboundPKToReserve
evalTradelist[i,]$KPavailable <- maximalerKapitalEinsatz

performTrade <- TRUE
if (evalTradelist[i,]$shares == 0) {
  performTrade <- FALSE
}

if (performTrade) {
  # Punkt 18
  unboundPKAndRiskToReserveOverflow <- evalTradelist[i,]$unboundPK - evalTradelist[i,]$kapitalWert <
evalTradelist[i,]$unboundPKToReserve
  if (unboundPKAndRiskToReserveOverflow) {
    evalTradelist[i,]$overflow <- evalTradelist[i,]$unboundPKToReserve - evalTradelist[i,]$unboundPK +
evalTradelist[i,]$kapitalEinsatz
    performTrade <- FALSE
  }
}

if (performTrade) {
  evalTradelist[i,]$guv <- evalTradelist[i,]$shares * (evalTradelist[i,]$exitPrice -
evalTradelist[i,]$entryPrice) - entryCommissionArg - exitCommissionArg
  currentEquityOfYear <- currentEquityOfYear + evalTradelist[i,]$guv
  if (evalTradelist[i,]$guv > 0) {
    grossProfit <- grossProfit + evalTradelist[i,]$guv
  } else {

```

```

grossLoss <- grossLoss + evalTradelist[i,]$guv
# Punkt 19
currentPortfolioRisikoKapital <- currentPortfolioRisikoKapital + evalTradelist[i,]$guv
}
} else {
evalTradelist[i,]$guv <- 0
evalTradelist[i,]$usedRisk <- NA
}

evalTradelist[i,]$equity <- closedEquity + evalTradelist[i,]$guv
if (evalTradelist[i,]$equity > highestEquity) {
highestEquity <- evalTradelist[i,]$equity
}
evalTradelist[i,]$highestEquity <- highestEquity

evalTradelist[i,]$drawdown <- highestEquity - evalTradelist[i,]$equity

if (evalTradelist[i,]$drawdown > maxDrawdown) {
maxDrawdown <- evalTradelist[i,]$drawdown
}
evalTradelist[i,]$maxDrawdown <- maxDrawdown

evalTradelist[i,]$grossProfit <- grossProfit
evalTradelist[i,]$grossLoss <- grossLoss

evalTradelist[i,]$currentEquityOfPeriod <- currentEquityOfYear
closedEquity <- evalTradelist[i,]$equity

prevMinRisiko <- evalTradelist[i,]$minRisiko
prevOptRisiko <- evalTradelist[i,]$optRisiko
prevMaxRisiko <- evalTradelist[i,]$maxRisiko
prevOptWorstGrossLoss <- evalTradelist[i,]$worstGrossLossOfOptRisiko
}

size <- length(evalTradelist$number)
profitFaktor <- evalTradelist[size,]$grossProfit/-evalTradelist[size,]$grossLoss
print(paste("maxDrawdown=",maxDrawdown))
print(paste("Profitfaktor=",profitFaktor))

# Export to CSV
write.csv2(evalTradelist, "../Equities/sim-hebell.csv")

par(mfrow=c(3,1))
par(mar = c(0,4,1,0)+0.1)
plot(evalTradelist$equity + initialCapitalArg, type = 'l', log = 'y', lwd = 2, xlab = 'Trade Entry Date', ylab =
"Startkapital + Equity [EUR]", xaxt = 'n')
abline(h = 10000, lty = 'dashed')

par(mar = c(0,4,0,0)+0.1)
plot(evalTradelist$usedRisk, type = 'h', ylim = c(0,22), col = 'blue', lwd = 2, xlab = 'Trade Entry Date', ylab =
"Risiko [%] vom Portfoliokapital", xaxt = 'n')
abline(h = 0, lty = 'dashed')
abline(h = 5, lty = 'dashed')
abline(h = 10, lty = 'dashed')
abline(h = 15, lty = 'dashed')

par(mar = c(5,4,0,0)+0.1)
plot(evalTradelist$portfolioRisikoKapital, type = 'h', col = 'red', lwd = 2, xlab = 'Trade Entry Date', ylab =
"Portfoliorisikokapital [EUR]", xaxt = 'n')
abline(h = 3000, lty = 'dashed')
axis(1,1:length(evalTradelist$number),evalTradelist$year, las = 3)

```