

PROGNOSEWERTE AUS CHAOSVERLÄUFEN

1. Verständigung

Als „chaotischer Verlauf“ wird ein Vorgang in zeitlicher Abfolge oder in räumlicher Richtung verstanden, welcher keiner erkennbaren Gesetzmässigkeit folgt. Als „bedingte“ chaotische Abfolge kann nach dieser Vorstellung beispielsweise die fortschreitende Notierung von Roulette – Kugeln verstanden werden – „bedingt“ insofern, als nach dem Zufallsgesetz zwar eine bestimmte (hier gleichmässige) Verteilung der Ziehungswerte, nicht aber eine Gesetzmässigkeit zur Reihenfolge bzw. hinsichtlich der Grösse der Differenzen unter benachbarten Zahlen zu erwarten ist. Auch dann, wenn der Ziehung statt einer gleich - gewichteten Serie von Zahlen innerhalb einer Urne (oder auf dem Rouletterad) beispielsweise eine symmetrische, rechtschiefe oder linksschiefe „Normalverteilung“ zu Grunde läge, müsste von einem „bedingt“ chaotischen Verlauf der Ziehungsergebnisse gesprochen werden.

Zwischen solchen nicht – prognostizierbaren Verläufen und jenen, bei welchen – wie beispielsweise bei einer „statistischen Zeitreihe“ – zumindest ein offensichtlicher Trend erkennbar ist, findet sich eine Vielzahl von Vorgängen, die sich in der Abfolge zwar chaotisch darstellen, bezüglich künftiger Werte aber dennoch eine „statistisch plausible“ Prognose erlauben. Darunter fallen beispielsweise:

Der nächstfolgende Börsenkurs (Tages – Wochen – oder Jahreskurs), eine künftige Tagestemperatur, die nächstfolgende Sterberate im erfassten Perimeter, usw. usw.

Die Gemeinsamkeit dieser Vorgänge, insbesondere deren Abgrenzung zu „rein chaotischen“ oder zu „bedingt chaotischen“ Vorgängen sowie im Unterschied zu fortgeschriebenen Zeitreihen, erklärt sich aus der generellen Modellbetrachtung in Abschnitt 2.

2. Generelle Modellbetrachtung

Die Darlegung erfolgt am Beispiel eines „Börsenkurses“, gründet aber „eben gerade nicht!“ auf den Überlegungen, welche die Verfechter von so genannten Börsencharts (Fortschreibung einer „grafischen“ Zeitreihe) anstellen.

Wenn man die täglichen Börsen – Schlusskurse über eine längere Zeit nicht wie üblich zu einer „Perlenkette“ aneinander reiht, sondern als Lottonummern in eine Urne legt und als statistische Messwerte betrachtet, so wird man mit grosser Wahrscheinlichkeit einen Trend hin zur symmetrischen, rechtschiefen oder linksschiefen „Normalverteilung“ feststellen (auszählen). Jedenfalls dürften die registrierten \pm Extremwerte wesentlich weniger oft vorkommen als die Werte gegen den Mittelwert hin. In Abschnitt 4 werden zwei Möglichkeiten gezeigt, ob und wie die Inhalte der Urne als quasi - Gauss'sche Verteilungen abgebildet werden können.

Hat man eine Erwartung (oder Hoffnung) bezüglich des nächstfolgenden Schlusskurses (Zielwert), so kann dieser in die betreffende Häufigkeitsverteilung der bisher erfassten Kurse eingeordnet werden. Es kann dadurch also gesagt werden, mit welcher Häufigkeit der interessierende Zielwert (so er denn eintreffen sollte) bisher unterschritten, bzw. komplementär überschritten wurde. Um aber auch die Wahrscheinlichkeit des Eintreffens dieses „Zielwertes“ zu quantifizieren, bedarf es einer weiteren statistischen Betrachtung:

Einen chaotischen Eindruck hinterlasst der Börsenkurs durch seine quasi – zufälligen \pm Veränderungen im Tagesgang (mit entsprechendem „Fieberkurven – Verlauf“). Auch hier wird man aber, wenn man die einzelnen \pm Differenzen – statt sie an einer Perlenkette aufzureihen – als Lottonummern in eine Urne gibt und auszählt, feststellen, dass die grossen \pm Ausschläge wiederum deutlich geringer ausfallen als die kleineren Abweichungen. Dabei muss aber die häufigste Abweichung natürlich keineswegs bei einer Differenz von \pm Null liegen!

Die je nach gewähltem Zielwert (→ mit gleichem Abstand zum aktuellen Schlusswert wie die Abstände unter den bisherigen Notierungen!) entstehende Differenz zum Bezugswert kann ebenfalls in eine erstellte „Häufigkeitsverteilung für die Differenzen“ eingeordnet werden. Damit entsteht ein zweiter (differenzbedingter) Wert der Unterschreitungshäufigkeit für den untersuchten Zielwert. Die Multiplikation dieser beiden Prozentwerte liefert nun – bezogen auf die Summe aus multiplizierter Über – plus Unterschreitung – die kumulative Wahrscheinlichkeit für das Unterschreiten (bzw. komplementär für das Überschreiten) des betrachteten Zielwertes.

3. Diskussion

Angenommen, der Bezugswert (letzter, d. h. aktueller Börsenkurs) stellt zufälligerweise gerade etwa den bisherigen Höchstwert dar. Wird jetzt ein Zielwert definiert, welcher gleichhoch oder höher ist als dieser Bezugswert, so folgt aus der ersten statistischen Betrachtung logischerweise eine fast 100%ige Unterschreitungs – Wahrscheinlichkeit für diesen Zielwert. Liegt aber die entsprechende „Differenz“ ($\sim \pm 0$) zwischen Bezugswert und Zielwert in der (zweiten) statistischen Häufigkeitsverteilung beispielsweise im unteren Spektrum (falls sich die Differenzen z. B. zwischen -1 und $+10$ „normalverteilt“ und daraus mit häufigstem Wert ca. $+4.5$ darstellen), so ergibt die „wahre“ kumulative Unterschreitungs - häufigkeit für den Zielwert wesentlich weniger als die fast 100 Prozent aus erster Betrachtung.

Nach erster statistischer Betrachtung wird also ein (wünschbarer?) Zielwert in die bisherige Häufigkeitsverteilung eingebettet. Zusammen mit der analogen statistischen Auswertung der chaotisch verlaufenden Tagesschwankungen kann so eine nachvollziehbare Aussage bezüglich der Eintreffenswahrscheinlichkeit gemacht werden. Dabei ist es auch möglich, aus zwei unterschiedlichen Zielwerten sowohl die kumulierte Überschreitungswahrscheinlichkeit für den grösseren der beiden Vorgaben, wie auch die kumulierte Unterschreitungs - wahrscheinlichkeit für den kleineren Zielwert sowie die kumulierte Wahrscheinlichkeit für die Bandbreite dazwischen zu ermitteln.

Der entscheidende Unterschied gegenüber nicht – prognostizierbaren Chaosverläufen besteht also darin, dass bei prognostizierbaren Vorgängen nicht nur die Verteilung der Werte „statistisch“ beschrieben werden kann, sondern dass dies auch für deren Differenzen aus der Urliste zutrifft. Die „Kunst“ des Verfahrens besteht somit darin, entsprechende Häufigkeits - verteilungen nachzuweisen oder zu simulieren. Dazu stehen laut Abschnitt 4 zwei mögliche Vorgehensweisen zur Verfügung.

4. Berechnungsmodell

Es stehen zwei Verfahren zur Verfügung, welche hier an einem einfachen „Börsenkurs – Beispiel“ erläutert und verglichen werden sollen.

Der Kursverlauf des SMI für das Jahr 2010 ist in Bild 1 dargestellt. Die ausgezählten monatlichen Schlusswerte und deren \pm Differenzen entsprechend der Abfolge (Urliste) sind dazu tabelliert. Es interessiert die Frage, mit welchen Wahrscheinlichkeiten – ausgehend vom aktuellen Schlusswert (Bezugswert) von 6450 Punkten – nach dem nächsten Zeitabschnitt (ende Januar 2011) für einen „oberen Zielwert“ von beispielsweise 6600 Punkten, bzw. für einen „unteren Zielwert“ von 6300 Punkten zu rechnen, und mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Wert dazwischen zu erwarten ist.

Abfolge Urliste	Wert (Kurs)	Differenz
1	6500	
		+200
2	6700	
		+190
3	6890	
		-290
4	6600	
		-270
5	6330	
		-330
6	6000	
		+200
7	6200	
		0
8	6200	
		+90
9	6290	
		+310
10	6600	
		-300
11	6300	
		+150
12	6450	
m	12	11

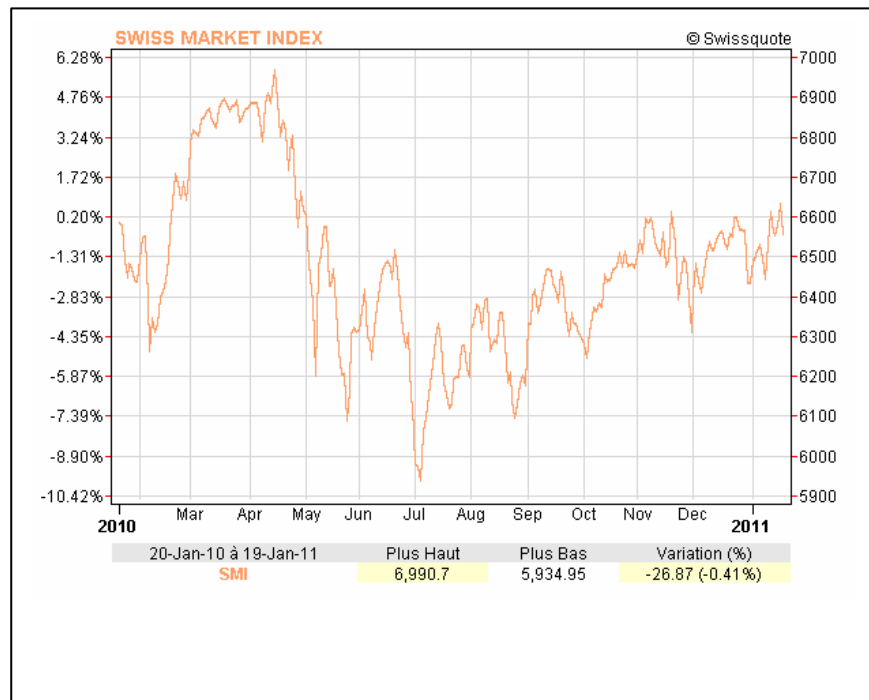


Bild 1: Urliste (WERTE und DIFFERENZEN) sowie Grafik zu den SMI – Monatswerten 2010

Ausgehend von den beiden Zahlenreihen (siehe Tabelle) kommen für die weitere Bearbeitung nun also zwei mögliche Vorgehensweisen in Betracht. Sie werden hier als „Regressive Methode“, bzw. als „Induktive Methode“ bezeichnet. Der Vorteil der „Regressiven Methode“ liegt darin, dass der mutmassliche Verlauf der zwei Häufigkeitsverteilungen, bzw. deren Dichtekurven durch die Verwendung eines separaten Statistikprogramms „via Regressionsanalyse“ direkt abgebildet werden und die massgebenden Kennwerte: „A = Konstantentherm“ sowie „B = Regressionskoeffizient“ für die weitere Bearbeitung so übernommen werden können.

4.1 Regressive Methode (Beispiel anhand der 12 „Kurswerte“)

Die 12 Kurswerte werden in das fragliche Programm „TREND SS“ übertragen. Durch iterative Prozesse findet der Algorithmus für die drei angedachten, logistischen Wachstumsfunktionen je die bestmögliche Angleichung, ausgedrückt über je einen Korrelationskoeffizienten (r). Siehe **Bild 2**.

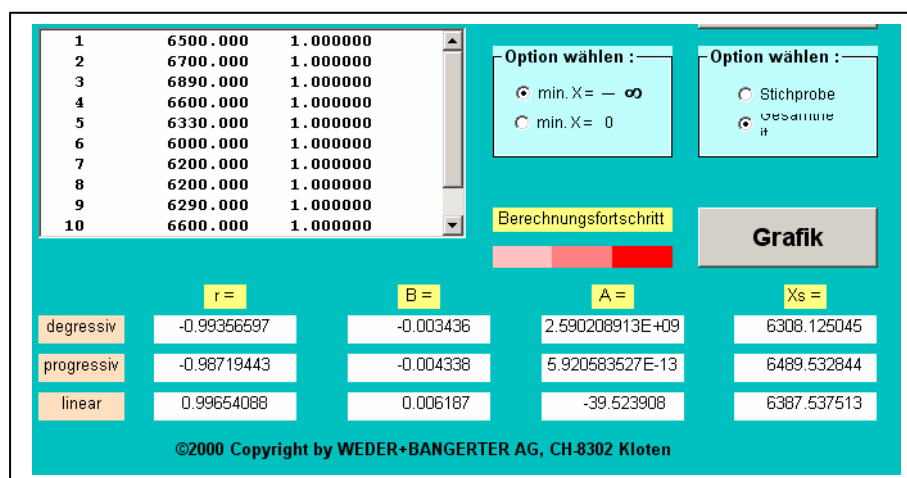
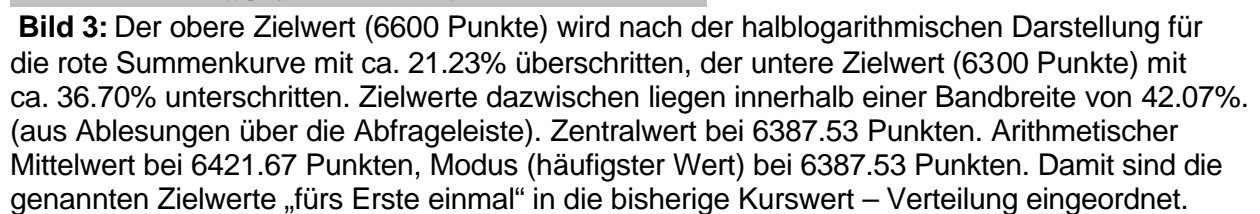
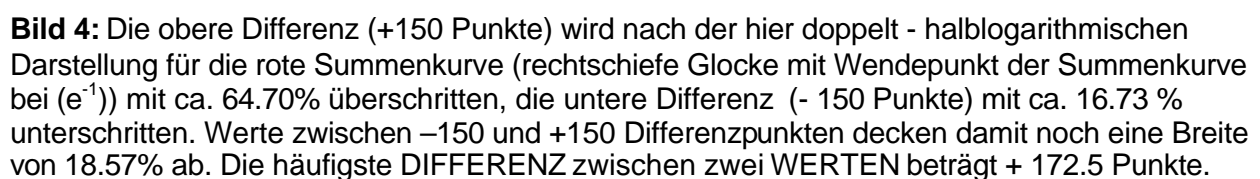


Bild 2: Der wahrscheinlichste Verlauf ist mit $r = 0.99654088$ eine symmetrische Normalverteilung, wie sie vom Programm „automatisch“ mit **Bild 3** ausgegeben wird:



Die beste Regression führt hier zu einer rechtsschiefen Glockenkurve gemäss **Bild 4**.



Aus den „paarweisen Überschreitungen“ resp. Unterschreitungen (je Zielwert) ist die wahrscheinliche Unterschreitung (von 6300 Punkten) wie folgt bestimmt:

$$\text{Unterschreitung} = \{1 + [(1 - \text{Unters.} \cdot \text{WERT}) \cdot (1 - \text{Unters.} \cdot \text{DIFF})] / (\text{Unters.} \cdot \text{WERT} \cdot \text{Unters.} \cdot \text{DIFF})\}^{-1}$$

Das führt für den **unteren Zielwert (6300 Punkte)** zu einer Unterschreitungswahrscheinlichkeit von **ca. 10.43%**.

Für die wahrscheinliche Überschreitung (von 6600 Punkten) gilt sinngemäss:

$$\text{Überschreitung (\%)} = \{1 + [(1 - \text{Übers.} \cdot \text{WERT}) \cdot (1 - \text{Übers.} \cdot \text{DIFF})] / (\text{Übers.} \cdot \text{WERT} \cdot \text{Übers.} \cdot \text{DIFF})\}^{-1}$$

Das führt für den **oberen Zielwert (6300 Punkte)** zu einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von **ca. 33.07%**.

Ein **Zielwert zwischen 6300 und 6600 Punkten** ist demnach mit $100 - 10.46 - 32.00 = 56.50 \%$ zu erwarten.

Massgebende Kenngrössen für die Beschreibung der angedachten drei (möglichen) S – Kurven sind die im Programm TRENS SS ausgewiesenen Grössen A (Konstantentherm) und B (Regressionskoeffizient).

Beim vorliegenden Beispiel waren dies:

Für die „Statistik WERT“: A = -39.523208; B = 0.006187

Für die „Statistik DIFF“: A = 1.36455247; B = -0.001801

Diese Kenngrössen können direkt in eine Excel – Tabellenkalkulation für individuelle Abfragen übertragen werden, wobei dazu aber je die zutreffende Summenfunktion:

- (Tabelle 1: „normalverteilt“ für WERT, normal, **rechtschief** oder linksschief für DIFF)
- (Tabelle 2: „rechtsschief“ für WERT, normal, rechtschief oder linksschief für DIFF)
- (Tabelle 3: „linksschief“ für WERT, normal, rechtschief oder linksschief für DIFF)

verwendet werden muss!!

Bild 5 zeigt die entsprechenden (identischen) Ergebnisse aus dieser „regressiven Methode“. Die nicht – relevanten Spalten (Summenfunktionen) sind zur Übersichtlichkeit grau abgedeckt.

PROGNOSEWERTE AUS CHAOSVERLÄUFEN										EINGABEN: Bezugs- und ZIELWERTE			
PAKET 2: INDIVIDUELL ABGEFRAGTE PROGNOSEWERTE										sowie X_quer, s_empirisch und m->(induktiv) oder A, B aus TREND SS->(regressiv)			
TABELLE 1: <ZIELWERTE> NORMAL VERT. T.; <DIFFERENZEN> FALLWEISE NORMAL VERT. T., RECHTSCHIEF, LINKSSCHIEF										Informative Zwischenergebnisse			
Falls induktive Ermittlung: Vertrauensniveau VN = 95%										RESULTATE RESULTATE RESULTATE			
Zuordnung <ZIELWERT>										fakultativ, ohne Einfluss auf Berechnung			
Zuordnung <DIFF> normalverteilt										Zuordnung <DIFF> rechtschief			
Zuordnung <DIFF> linkschief										Zuordnung <DIFF> linkschief			
Bezugswert	6450									X_quer			
X_quer		X_quer		X_quer		X_quer		X_quer		X_quer			
s_empirisch		s_empirisch		s_empirisch		s_empirisch		s_empirisch		s_empirisch			
m (Anzahl)		m (Anzahl)		m (Anzahl)		m (Anzahl)		m (Anzahl)		m (Anzahl)			
K- Therm A	-39.523208	K- Therm A	#ZAHL!	kumulierte	K- Therm A	1.36455247	kumulierte	K- Therm A	#ZAHL!	kumulierte	K- Therm A	#ZAHL!	kumulierte
Regr.-Koeff B	0.006187	Regr.-Koeff B	#ZAHL!	Über-W'keit	Regr.-Koeff B	-0.001801	Über-W'keit	Regr.-Koeff B	#ZAHL!	Über-W'keit	Regr.-Koeff B	#ZAHL!	Über-W'keit
Korr. Koeff r	0.99654088	Korr. Koeff r	0.9618664	RESULTATE	Korr. Koeff r	-0.945438	RESULTATE	Korr. Koeff r	-0.9667917	RESULTATE	Korr. Koeff r	-0.9667917	RESULTATE
ob.Zielwert	U-W'keit(%)	Diff zu BezW	9950	%	Diff zu BezW	res U-W(%)	%	Diff zu BezW	res U-W(%)	%	Diff zu BezW	res U-W(%)	%
6600	21.23	150	#ZAHL!	#ZAHL!	150	64.71	33.07	150	#ZAHL!	#ZAHL!	150	#ZAHL!	#ZAHL!
dazwischen	42.07	#ZAHL!	#ZAHL!	#ZAHL!	18.56	56.5	56.5	#ZAHL!	#ZAHL!	#ZAHL!	#ZAHL!	#ZAHL!	#ZAHL!
6300	36.7	-150	#ZAHL!	#ZAHL!	-150	16.73	10.43	-150	#ZAHL!	#ZAHL!	-150	#ZAHL!	#ZAHL!
unt. Zielwert	U-W'keit(%)	Diff zu BezW	res U-W(%)	kumulierte	Diff zu BezW	res U-W(%)	kumulierte	Diff zu BezW	res U-W(%)	kumulierte	Diff zu BezW	res U-W(%)	kumulierte
				Unter-W'keit			Unter-W'keit			Unter-W'keit			Unter-W'keit
				RESULTATE			RESULTATE			RESULTATE			RESULTATE
RESULTAT - LEGENDE:													
ÜBERSCHREITUNGS - WAHRSCHEINLICHKEIT (%) OBERER ZIELWERT													
WAHRSCHEINLICHKEIT ZW. OBEREM UND UNTEREM ZIELWERT (%)													
UNTERSCHREITUNGS - WAHRSCHEINLICHKEIT (%) UNTERER ZIELWERT													

Bild 5: Kumulierte Wahrscheinlichkeiten zum Zahlenbeispiel in der „roten“ Spalte.

4.2 Induktive Methode (Beispiel an Hand der 12 „Kurswerte“)

Der Nachteil der „Regressiven Methode“ besteht darin, dass zum einen das begleitende Hilfsprogramm TREND SS nicht frei verfügbar ist, womit in diesen Fällen bezüglich der mutmasslichen Verteilung für „Werte“ und „Differenzen“ keine Abklärungsmöglichkeit besteht. Ausserdem basiert jede Regressionsanalyse auf einer begrenzten „Stichprobenzahl“ innerhalb der erfassten Bandbreite, und ist daher für eine allgemeine Aussage stets mit gewisser Unsicherheit behaftet. Diese kommt zwar über den resultierenden Korrelations - koeffizienten „qualitativ“ zum Ausdruck, ist dadurch aber noch keineswegs quantifiziert.

Bei der „Induktiven Methode“ hingegen wird – ausgehend vom Mittelwert, der empirischen Standardabweichung (was beides „von Hand“ zu bestimmen ist) und der Anzahl „Mess“werte – für ein Vertrauensniveau von 95% je eine „quasi – Gauss’sche“ Normalverteilung, bzw. eine rechtsschiefe oder linksschiefe Verteilung noch obiger Darstellung vorausgesetzt. Konstantentherm A und Regressionskoeffizient B werden bei dieser Methode je nach angenommener Verteilung direkt in der Excel - Tabellenkalkulation ermittelt und gehen von dort direkt in die weitere Berechnung ein.

Hinweis: Das erstellte Excel – Programm ist schreibgeschützt und kann daher individuell überschrieben werden. Bei der „Induktiven Methode“ werden die hier benötigten Grössen <X_quer>, <s_empirisch> und <m(Anzahl)> „extern“ berechnet. Beim dann erfolgten Übertrag in den (je) zutreffenden Tabellenkopf werden daraus die benötigten Koeffizienten A und B für die 2 x drei Summenfunktionen „automatisch“ ermittelt und weiterverwendet. Soll hingegen die „Regressive Methode“ zur Anwendung gelangen, müssen A und B (als Übertrag aus dem Programm TREND SS) von Hand in die Tabelle eingetragen werden. Es sind also stets die benötigten Koeffizienten A und B (sowie der einzugebende Bezugswert und die interessierenden Zielwerte), welche letztlich die Ergebnisse bestimmen. Sollen beide Verfahren für eine bestimmte Berechnung verwendet werden, so ist die schreibgeschützte Vorlage nach der ersten Berechnung zu schliessen, neu zu öffnen und mit den anderen Vorgabedaten zu versehen.

Die „Induktive Methode“ berechnet also „automatisch“ die Unter – und Überschreitungs - wahrscheinlichkeiten von Zielvorgaben für total neun Kombinationen (NORMAL x normal, NORMAL x rechtsschief; NORMAL x linksschief; RECHTSCHIEF x normal; RECHTSSCHIEF x rechtsschief; RECHTSSCHIEF x linksschief; LINKSSCHIEF x normal; LINKSSCHIEF x rechtsschief; LINKSSCHIEF x linksschief).

Wegen des je nach „Stückzahl“ grösseren oder kleineren „einseitigen Toleranzkoeffizienten“ wird hier bei allen Summenfunktionen die Bandbreite gegenüber der direkten „Regressionsmethode“ deutlich vergrössert – was sich auf die gesuchten Ergebnisse auswirkt. Zudem hängen die Resultate (Unter – und Überschreitungs – Prozente) davon ab, mit welcher der neun möglichen Kombinationen die Verteilungen der WERTE und der DIFFERENZEN beschrieben werden. Insofern ist es u. U. sinnvoll, aus den neun Ergebnissen je Fragestellung einen gleich - gewichteten Mittelwert zu bestimmen.

Bezogen auf unser Beispiel ergeben sich nach **Bild 6** (für die ersten drei Kombinationen) aus der „Induktiven Methode“ folgende Ergebnisse:

	NORMAL / normal	NORMAL / rechtsschief***	NORMAL / linksschief
Überschreitung von 6600	20.51%	46.27%	23.12%
Dazwischen	54.86%	48.93%	54.67%
Unterschreitung von 6300	24.63%	4.80%	22.21%

***Reale Verteilungen – Kombination nach „Regressiv – Methode“

PROGNOSEWERTE AUS CHAOSVERLÄUFEN												
PAKET 2: INDIVIDUELL ABGEFRAGTE PROGNOSEWERTE												
TABELLE 1: <ZIELWERTE> NORMAL VERTEILT; <DIFFERENZEN> FALLWEISE NORMAL VERTEILT, RECHTSCHIEF, LINKSSCHIEF												
Falls induktive Ermittlung: Vertrauensniveau VN = 95%												
EINGABEN: Bezugs- und ZIELWERTE		sowie X_quer, s_empir. und m->(induktiv) oder A, B aus TREND SS ->(regressiv) Informative Zwischenergebnisse RESULTATE RESULTATE RESULTATE fakultativ, ohne Einfluss auf Berechnung										
Zuordnung <ZIELWERT>		Zuordnung <DIFF> normalverteilt				Zuordnung <DIFF> rechtschief				Zuordnung <DIFF> linksschief		
Bezugswert	6450	X_quer	6421.6	X_quer	0	X_quer	-4.5454	X_quer	0	X_quer	0	
s_empirisch	249.35	s_empirisch	253.162	s_empirisch	253.162	s_empirisch	244.63	s_empirisch	253.162	s_empirisch	253.162	
m (Anzahl)	12	m (Anzahl)	12	m (Anzahl)	12	m (Anzahl)	11	m (Anzahl)	12	m (Anzahl)	12	
K- Therm A:	-26.67058	K- Therm A:	0	kumulierte	K- Therm A:	1.62616218	kumulierte	K- Therm A:	0.60653066	kumulierte	0.60653066	
Regr.-KoeffB:	0.00415326	Regr.-KoeffB:	0.004090723	Über-W'keit	Regr.-KoeffB:	-0.00303103	Über-W'keit	Regr.-KoeffB:	-0.0029896	Über-W'keit	-0.0029896	
Korr. Koeff r:	-0.99131687	Korr. Koeff r:	0.9618864	RESULTATE	Korr. Koeff r:	-0.96365281	RESULTATE	Korr. Koeff r:	-0.95667917	RESULTATE	-0.95667917	
ob.Zielwert	U-W'KEIT(%)	Diff zu BezW	9950	%	Diff zu BezW	res.U-W(%)	%	Diff zu BezW	res.U-W(%)	%	Diff zu BezW	res.U-W(%)
6600	32.28	150	35.12	20.51	150	64.37	46.27	150	38.68	23.42	150	38.68
dazwischen	30.08		29.76	54.86		27.92	48.93		29.21	54.67		29.21
6300	37.64	-150	35.12	24.63	-150	7.71	4.8	-150	32.11	22.21	-150	32.11
unt. Zielwert	U-W'KEIT(%)	Diff zu BezW	res.U-W(%)	kumulierte	Diff zu BezW	res.U-W(%)	kumulierte	Diff zu BezW	res.U-W(%)	kumulierte	Diff zu BezW	res.U-W(%)
				Unter-W'keit			Unter-W'keit			Unter-W'keit		
				RESULTATE			RESULTATE			RESULTATE		
				%			%			%		
RESULTAT - LEGENDE:												
ÜBERSCHREITUNGS - WAHRSCHEINLICHKEIT (%) OBERER ZIELWERT												
WAHRSCHEINLICHKEIT ZW. OBEREM UND UNTEREM ZIELWERT (%)												
UNTERSCHREITUNGS - WAHRSCHEINLICHKEIT (%) UNTERER ZIELWERT												

Bild 6: Kumulierte Wahrscheinlichkeiten aus „Induktiver Methode“ für die Kombinationen aus Tabelle 1: NORMAL / normal; NORMAL / rechtsschief; NORMAL / linksschief

Die weiteren Kombinationen:

	RECHTSSCHIEF/ normal	RECHTSSCHIEF/ rechtsschief	RECHTSSCHIEF/ linksschief
Überschreitung von 6600	45.89%	74.84%	49.62%
Dazwischen	48.85%	24.35%	45.76%
Unterschreitung von 6300	5.26%	0.81%	4.62%

	LINKSSCHIEF/ normal	LINKSSCHIEF/ rechtsschief	LINKSSCHIEF/ linksschief
Überschreitung von 6600	22.29%	49.60%	24.99%
Dazwischen	55.83%	46.23%	55.10%
Unterschreitung von 6300	22.18%	4.17%	19.91%

Interessant ist die Feststellung, dass (hier) die Ergebnisse für NORMAL/ ... und für LINKSSCHIEF / ...einander sehr ähnlich sind, was natürlich nicht die Regel sein muss!

Statt der Bestimmung von drei Mittelwerten (für Überschreitung, Unterschreitung und „dazwischen“) mit Standardabweichung aus den je 9 Einzelergebnissen, wie unten

	Mittelwert	Empirische Standardabweichung
Überschreitung von 6600	39.68%	18.29%
Dazwischen	48.28%	9.82%
Unterschreitung von 6300	12.06%	9.80%

...könnte auch eine Häufigkeitsverteilung (für die Einzelwerte der obigen drei Mittelwerte / Resultate) mittels Programm TREND SS generiert werden. Daraus wäre dann je der wahrscheinlichste Einzelwert (Modus) als Endergebnis zu übernehmen.

Ohne grafische Abbildungen, aber mit den gewonnenen Kenngrößen zur Summenkurve wären dies:

	MODUS	Summentyp	aus Konstantentherm A	und Regressionskoeffizient B
Überschreitung von 6600	29.05%	rechtsschief	5.907412	-0.061148
Dazwischen	(61.82%)	Keine Lösung aus Regression! → Ergebnis als Differenz auf 100%		
Unterschreitung von 6300	9.13%	rechtsschief	1.894253	-0.0699889

5. Fazit und Ausblick

Es fällt auf, dass die zum berechneten Beispiel nach „Regressionsmethode“ gefundenen Unter – und Überschreitungen (10.43%, 56.50%, 33.07%, Bild 5) zur den Ergebnissen aus entsprechender Kombination (NORMAL / rechtsschief) nach „Induktiver Methode“ (4.80%, 48.93%, 46.27%, Bild 6) nicht gross differieren. Idealerweise werden für eine Prognose hinsichtlich des Über – und Untertreffens von Zielwerten die beiden gezeigten Verfahren daher gemeinsam verwendet:

- a) Aus der zunächst eingesetzten „Regressiven Methode“ mit (im Prinzip) Vertrauensniveau 100%, können die gesuchten Wahrscheinlichkeiten (der vorgegebenen Zielwerte) direkt ermittelt werden.
- b) In Kenntnis der zutreffenden Kombination der zwei Verteilungen (WERTE und DIFFERENZEN) als Folge von a) kann nun nach der „Induktiven Methode“ aufgrund des Mittelwertes, der Standardabweichung und der „Stückzahl“ auf dem vorgegebenen Vertrauensniveau 95% für die Unterschreitung des unteren Zielwertes eine zweite Berechnung durchgeführt werden.
- c) Statt der Vorgehens nach a) kann mittels der „Regressiven Methode“ auch für eine definierte Unterschreitungswahrscheinlichkeit von (bspw.) 5% auf iterativem Weg der zutreffende untere Zielwert „gesucht“ werden. Wird dessen Abweichung zum Bezugswert als Verhältniszahl angegeben, ist damit gesagt, welcher Prozentverlust innerhalb des folgenden Zeitabschnittes sich mit 5% Wahrscheinlichkeit einstellen wird. (VaR – Methode).
- d) Wird zu Vergleichszwecken nach dem Verfahren „Induktive Methode“ auf iterativem Weg der untere Zielwert für eine Unterschreitungshäufigkeit von 0% (hier aber basierend auf Vertrauensniveau 95% → Restrisiko für Unterschreitung also ebenfalls ~ 5%) ermittelt, so müsste etwa dieselbe Grösse herauskommen (und zum selben „Verlustsatz“ führen), wie bei der Berechnung nach c).

Neben dem entsprechenden Excel – Programm für <individuell abgefragte Prognosewerte>, welches sowohl für die „Regressive Methode“ wie für die „Induktive Methode“ verwendet werden kann (Handling siehe oben), steht ebenfalls ein Excel – Rechenprogramm für <kontinuierlich verteilte Prognosewerte> zur Verfügung. Dieses kann wiederum für beide Berechnungsmethoden (durch entsprechenden Eintrag der benötigten Kennwerte im Tabellenkopf) verwendet werden. Die Tabelle (1, 2, 3) liefert dabei alle Resultatwerte für eine Bandbreite von 1% bis 99% der Unterschreitungshäufigkeit. Immer wenn hierbei die „Induktive Methode“ zur Anwendung gelangt und dabei für WERT und / oder DIFFERENZ eine asymmetrische Glockenkurve der Verteilungsdichte angenommen wird, „verschiebt“ das Programm automatisch den Modus (X_s) der Kurve im vorbestimmten Mass^{***)} gegenüber der übernommenen Mittelwertvorgabe (X_{quer}). Dies findet im Übrigen auch beim Rechen - programm für <individuell abgefragte Prognosewerte> statt.

^{***)} $X_s = X_{ap} - 0.26 \cdot (X_{wp_2} - X_{wp_1})$; X_{wp_1} , X_{wp_2} je nach Funktion; Bild 3, Bild 4.

Auch wenn hier für die Prognostizierung des unmittelbaren Fortgangs von „Chaosverläufen“ (Angabe über das Geschehen im / nach dem nächst folgenden Zeitabschnitt) das Beispiel von Börsenkursen verwendet wurde, wäre es natürlich völlig vermessen zu erwarten, mit diesem „statistischen Instrument“ zu sicherem Reichtum zu gelangen. Obwohl die kumulativen Unter – und Überschreitungswahrscheinlichkeiten für einen künftigen Kurswert – bezogen auf das bisherige Geschehen – einigermassen plausibel sein mögen, bleibt für das ausgewiesene Ergebnis immer noch sehr viel Interpretationsspielraum hinsichtlich seiner Glaubwürdigkeit übrig.

Daneben sind viele andere „Anwendungen“ resp. Vorgänge denkbar, die mit dem skizzierten Instrument in die nähere Zukunft projiziert werden können. Ob dies stets von praktischem Nutzen sein wird oder als reine Zahlenspielerlei bezeichnet werden muss, soll im Einzelfall vom jeweiligen Anwender des Verfahrens beurteilt werden.

Nachtrag Februar 2011:

Beim verwendeten Beispiel ist nach der „Regressiven Methode“ die Kombination „NORMAL / rechtsschief“ massgebend. Die NORMAL - Verteilung der WERTE ist – aus der Summe von 12 Monats – Schlusswerten – selbstverständlich nicht von der festgestellten Reihenfolge des Eintreffens abhängig. Die 11 DIFFERENZEN (zwischen den Nachbarwerten) und deren Verteilungsdichte hingegen ändern sich logischerweise aus einer zufällig geänderten Reihenfolge der Monatschluss – WERTE. → **Bild 7** (ursprüngliche Abfolge = gelb).

Abfolge	WERT	DIFF.	WERT	DIFF.	WERT	DIFF.	WERT	DIFF.	WERT	DIFF.	WERT	DIFF.
1	6500		6000		6600		6500		6700		6600	
		+200		+290		0		-210		-500		-100
2	6700		6890		6600		6290		6200		6500	
		+190		-600		-400		-90		0		-210
3	6890		6290		6200		6200		6200		6290	
		-290		1210		+500		0		+690		+700
4	6600		6500		6700		6200		6890		6890	
		-270		1200		+190		-200		-390		-190
5	6330		6700		6890		6000		6500		6700	
		-330		-100		-690		+600		-210		-500
6	6000		6600		6200		6600		6290		6200	
		+200		-300		+130		-300		+40		+400
7	6200		6300		6330		6300		6330		6600	
		0		-100		+170		+400		+270		-270
8	6200		6200		6500		6700		6600		6330	
		+90		1130		-210		+190		-600		-330
9	6290		6330		6290		6890		6000		6000	
		+310		-130		-290		-290		+600		+200
10	6600		6200		6000		6600		6600		6200	
		-300		1400		+300		+300		-300		+100
11	6300		6600		6300		6330		6300		6300	
		+150		-150		+150		+150		+150		+150
12	6450		6450		6450		6450		6450		6450	
m	12	11	12	11	12	11	12	11	12	11	12	11
Konst.(A)		1.364552		0.6426		0.6215		0.5284		0.6684		0.5656
Regr.(B)		-0.00180.		-0.003.		-0.002.		-0.003.		-0.002.		-0.0030.
Typ		r.s.		l.s.		l.s.		r.s.		r.s.		r.s.

1	6890		6290		6200		6300		6600		-400
		-290		-290		+690		+30			
2	6600		6000		6890		6330		6200		-200
		-400		+200		-600		+560			
3	6200		6200		6290		6890		6000		+600
		+400		+400		+210		-290			
4	6600		6600		6500		6600		6600		-100
		-400		+100		+200		+290			
5	6200		6700		6700		6290		6500		-210
		+90		-100		-700		-90			
6	6290		6600		6000		6200		6290		-90
		+40		-100		+300		-200			
7	6330		6500		6300		6000		6200		+500
		+170		+390		+300		+890			
8	6500		6890		6600		6890		6700		+190
		+200		-590		-400		+290			
9	6700		6300		6200		6600		6890		-590
		-700		-100		+400		-100			
10	6000		6200		6600		6500		6300		+30
		+300		+130		-270		-300			
11	6300		6330		6330		6200		6330		+120
		+150		+120		+120		+250			
12	6450		6450		6450		6450		6450		
m	12	11	12	11	12	11	12	11	12	11	
Konst.(A)		-0.96034		0.6040		0.6296		0.7690		0.160769	
Regr.(B)		0.00261.		-0.003.		-0.002.		-0.003.		0.004206	
Typ		normal		l.s.		l.s.		r.s.		normal	

Bild 7 (Koeffizienten A, B, verkürzt angegeben; r.s. = rechtsschief, l.s. = linksschief)

Ausgehend von 10 zufällig geänderten Reihenfolgen für die 12 Monatswerte – bzw. mit den daraus entstehenden neuen DIFFERENZEN (unter den Nachbarwerten) – wurden die 10 (+1) entsprechenden Verteilungen und deren Kennwerte mittels Programm TREND SS ermittelt. Sie sind in **Bild 7** aufgeführt.

Für jede dieser neuen „Differenzen – Verteilungen“ wurde alsdann mittels des vorliegenden xls – Files die kumulative Häufigkeit der „Unterschreitung“, der „Überschreitung“ und des „Dazwischen“ in der zutreffenden Berechnungsspalte neu ermittelt. In **Bild 8** findet sich eine Zusammenstellung der Ergebnisse.

Überschreitungshäufigkeit [%] des oberen Zielwertes (6600)	32.99	12.11	14.37	8.56	14.60	10.38	32.16	13.56	15.74	14.35	10.85
Dazwischen [%]	56.54	66.61	63.16	64.08	57.16	60.86	54.76	66.00	59.68	66.06	62.49
Unterschreitungshäufigkeit [%] Des unteren Zielwertes (6300)	10.47	21.28	22.47	27.36	28.24	28.76	13.08	20.44	24.58	19.59	26.66

Bild 8: Stochastische Werte der Unter – und Überschreitungswahrscheinlichkeit

Von hier aus hat man nun wiederum zwei Möglichkeiten, diese je 10 (+1) Wahrscheinlichkeiten für eine stochastische Prognose statistisch zu verarbeiten:

a) Mittels der <Regressiven Methode>, indem diese Einzel – Resultate wiederum ins genannte Programm TREND SS eingegeben werden. Als mutmassliche Verteilung von (beliebig vielen) kumulativen Wahrscheinlichkeiten folgt gemäss **Bild 9** als wahrscheinlichster Verlauf für die Unterschreitungshäufigkeit (des unteren Zielwertes) eine linksschiefe Glockenkurve mit den aufgeführten Kennwerten. Sinngemäss nach **Bild 10** für die Überschreitungshäufigkeit (des oberen Zielwertes) eine hier rechtsschiefe Verteilung mit zugehörigen Kennwerten (A, B). Die häufigste (und damit wahrscheinlichste) Unterschreitung des unteren Zielwertes sowie die häufigste Überschreitung des oberen Zielwertes wird je durch ihren X_s – Wert bestimmt. Die grösste spezifische Wahrscheinlichkeit, mit welcher der untere Zielwert von 6300 Punkten gemäss Beispiel nach dem nächst folgenden Zeitabschnitt unterschritten sein dürfte, beträgt aus dieser stochastischen Berechnung somit $X_s = 28.73\%$ (\rightarrow **Bild 9**).

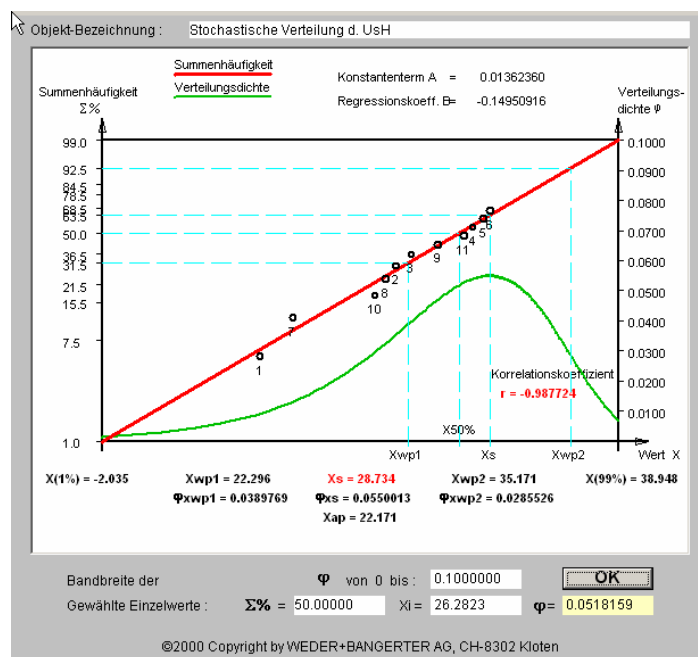


Bild 9: Stochastische Verteilung der Unterschreitungshäufigkeit mit wahrscheinlichstem Wert $X_s = 28.73\%$

Die grösste spezifische Wahrscheinlichkeit des Überschreitens von 6600 Punkten (oberer Zielwert im Beispiel) ist mit $X_s = 11.35\%$ (\rightarrow **Bild 10**) ausgewiesen. Und für das Eintreffen des künftigen Schlusswertes in einer Bandbreite von 6300 bis 6600 Punkten schliesslich, ergibt sich nach der <Regressiven Methode> eine Wahrscheinlichkeit von $(100 - 28.73 - 11.35) = 59.92\%$.

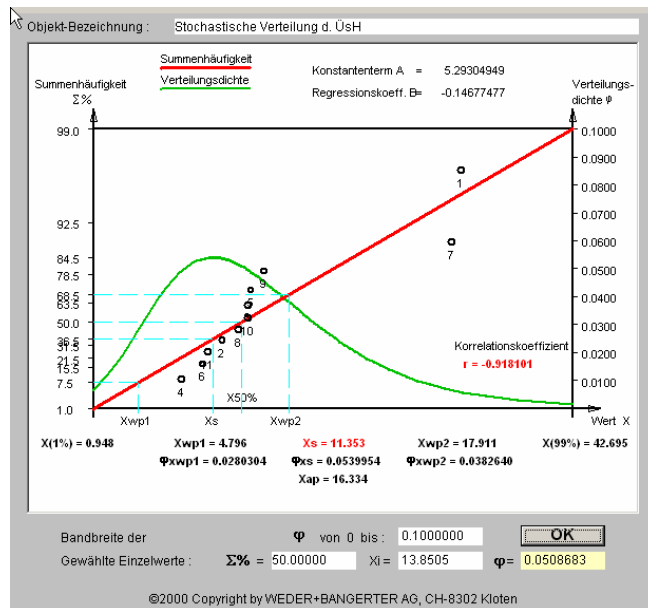


Bild10: Stochastische Verteilung der Überschreitungshäufigkeit mit wahrscheinlichstem Wert $X_s = 11.35\%$

b) Mittels der <Induktiven Methode>, indem aus den je 10 (+1) kumulierten Häufigkeiten für Unterschreitung, resp. Überschreitung (laut Bild 8) deren Mittelwerte und empirischen Standardabweichungen im xls – File - Tabellenkopf für kontinuierliche Verteilung – zusammen mit der „Stichprobenzahl = 11 – eingegeben werden. Dabei ist (frei) darüber zu befinden, ob der Verlauf einer Normalverteilung, oder einer rechtsschiefen resp. linksschiefen Glockenkurve entsprechen soll.

Hinweis: Ist, wie hier im Beispiel, eine linksschiefe Verteilung (für die Unterschreitung, Bild 9) resp. rechtsschiefe Verteilung (für Überschreitung, Bild 10) aus der <Regressiven Methode> schon bekannt, so soll natürlich (zum Vergleich der Berechnungsverfahren) auch bei der <Induktiven Methode> durch Verwendung der entsprechenden Tabelle (1,2 oder 3; Spalte WERTE; Angabe Zielwert hierbei nicht erforderlich) im xls – File dieselbe Verteilung generiert werden. Um daraus wiederum die häufigste, resp. wahrscheinlichste Unterschreitung resp. Überschreitung zu bestimmen, ist aus der Resultatspalte das folgende Ergebnis herauszulesen:

- Für Normalverteilung: der Wert in der Zeile zur 50% Summenhäufigkeit
- Für linksschiefe Verteilung: der Wert in der Zeile zur 63.2% Summenhäufigkeit
- Für rechtsschiefe Verteilung: der Wert in der Zeile zur 36.8% Summenhäufigkeit.

In Befolgung obigen Hinweises resultieren damit nach der <Induktiven Methode> gegenüber den Ergebnissen nach <Regressiver Methode> für das untersuchte Beispiel die folgenden Vergleichsergebnisse:

- Überschreitung von 6600 Punkten: Mit (am wahrscheinlichsten) 21.94 % (statt 11.35%)
- Zwischen 6300 und 6600 Punkten: Mit (am wahrscheinlichsten) 51.93 % (statt 59.92%)
- Unterschreitung von 6300 Punkten: Mit (am wahrscheinlichsten) 26.13 % (statt 28.73%)

Auch hier ist – ohne nochmalige Erwägungen – dem Ergebnis nach der <Regressiven Methode> tendenziell mehr Vertrauen zu schenken.