

Grafik zum Nachweis der Normalverteilung der Grundgesamtheit

Zunächst empfehle ich zur Vorbereitung eine separate Tabelle (Hier mit dem Namen <NORMVERT>) in der Excel-Mappe anzulegen.

Man kopiert nun in die Spalte A aus der zu untersuchenden Excel-Datenbank die Netto-Kalt-Mieten in €/m². Man bedenke, dass diese Netto-Mieten alle mittels Formeln berechnet sind und dass durch den Kopiervorgang die Formelbezüge verloren gehen könnten. Das erkennt man nach dem Kopiervorgang am Feldinhalt #BEZUG!. Durch das einfache Einfügen werden allerdings die Formatierungen (€/m²) übertragen. Man darf nur nicht vergessen, nach dem einfachen Kopiervorgang nochmals auf die Kopierfunktion <Einfügen> – <Werte einfügen – 123> zu klicken. Damit werden an den eingefügten Datensätzen alle Formelbezüge entfernt. Nun müssen diese Daten aufsteigend sortiert werden .



Wichtig ist auch, dass man hier alle gültigen Datensätze [die Grundgesamtheit] vor der Ausreißerprüfung verwenden, d.h. auch solche, die eigentlich unplausibel sind. (zum Beispiel Netto-Mieten unter 3 €/m² und über 20 €/m²).

In Spalte A in Zelle A1 läßt man die Spaltenüberschrift stehen und fügt in Zelle B1 die Spaltenüberschrift NORM.VERT ein. Ganz wichtig ist es nun, die Datenwerte aufsteigend zu sortieren, weil die Grafik sonst unsinnig wird.

Man notiert den Zellen-Namen der letzten belegten Zeile der Spalte A. (In meinem Beispiel ist das die Spalte A12210). Bevor man in die Spalten B2 bis B12210 die Formel der Norm.Vert()-Funktion eintragen kann, sollte man in die leeren Zellen ab Spalte D1 folgende weiteren Zwischenergebnisse zusammentragen, die man später für die Normalverteilungskurve benötigt: Eine sorgfältige Dokumentation schadet einem Sachverständigen nie.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	NKM €/m ²	NORM.Vert		Daten für Normalverteilung, Basis alle Werte der Grundgesamtheit						Zellbezug
2	0,77 €/m ²	0,000026		Datenquelle: Tabelle!Spalte MietWhg2015Köln!U2:U12210						
3	1,00 €/m ²	0,000040		Arithm.Mittelwert		9,85 €/m ²	STABW.N(n)	2,15 €/m ²		A6367
4	1,84 €/m ²	0,000185		Median (50 % Quantil)		9,73 €/m ²				A6101
5	1,92 €/m ²	0,000212		Harmonisches Mittel		9,36 €/m ²				
6	2,15 €/m ²	0,000312								
7	2,37 €/m ²	0,000447		Unterer Schwellenwert		Arithm.M - 1	STABW.N(n)	7,69 €/m ²		A1645
8	2,62 €/m ²	0,000665		Oberer Schwellenwert		Arithm.M + 1	STABW.N(n)	12,00 €/m ²		A10546
9	2,82 €/m ²	0,000904								
10	3,06 €/m ²	0,001292		Unterer Schwellenwert		Arithm.M - 2	STABW.N(n)	5,54 €/m ²		A188
11	3,19 €/m ²	0,001560		Oberer Schwellenwert		Arithm.M + 2	STABW.N(n)	14,16 €/m ²		A11816
12	2,19 €/m ²	0,001560								

Die Excel-Funktion zur Normalverteilung lautet

NORM.VERT(x;Mittelwert;Stabw.N;Kumuliert)

In der Excel-Hilfe findet man dazu folgende Erläuterung:

NORM.VERT (Funktion)

Gibt die Normalverteilung für den angegebenen Mittelwert und die angegebene Standardabweichung zurück. Diese Funktion hat sehr viele Anwendungsgebiete innerhalb der Statistik, so unter anderem auch Testen von Hypothesen.

Syntax

NORM.VERT(x;Mittelwert;Standabwn;Kumuliert)

Die Syntax der Funktion NORM.VERT weist die folgenden Argumente auf:

- **X** Erforderlich. Der Wert der Verteilung, dessen Wahrscheinlichkeit Sie berechnen möchten
- **Mittelwert** Erforderlich. Das arithmetische Mittel der Verteilung
- **Standabwn** Erforderlich. Die Standardabweichung der Verteilung
- **Kumuliert** Erforderlich. Der Wahrheitswert, der den Typ der Funktion bestimmt. Ist **Kumuliert** mit WAHR belegt, gibt **NORM.VERT** den Wert der Verteilungsfunktion (kumulierte Dichtefunktion) zurück. Ist **Kumuliert** mit FALSCH belegt, gibt **NORM.VERT** den Wert der Dichtefunktion zurück.

Hinweise

- Ist **Mittelwert** oder **Standabwn** kein numerischer Ausdruck, gibt **NORM.VERT** den Fehlerwert **#WERT!** zurück.
- Ist **Standabwn** ≤ 0, gibt **NORM.VERT** den Fehlerwert **#ZAHL!** zurück.
- Ist **Mittelwert** = 0, **Standabwn** = 1 und **Kumuliert** = WAHR, gibt **NORM.VERT** die Standardnormalverteilung (**NORM.S.VERT**) zurück.
- Die Gleichung der Dichtefunktion der Normalverteilung (**Kumuliert** = FALSCH) lautet:

$$f(x; \mu, \sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\left(\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)}$$

- Wenn **Kumuliert** = WAHR, gibt die Formel das Integral einer gegebenen Formel von der negativen Unendlichkeit bis x zurück.

Da alle Parameter der Funktion erforderlich sind, müssen zunächst die Zellen bestimmt werden, die die erforderlichen Daten – wie das arithmetische Mittel und die Standardabweichung enthalten sollen.

Zu Dokumentationszwecken ist es sinnvoll die Datenquelle festzuhalten, das findet man in Zelle F2. Hier ist auch der Zellbezug der letzten Zeile ablesbar (hier 12210).

Das **Arithmetische Mittel** steht z.B. in Zelle F3, Formel =MITTELWERT(A2:A12210)
die **Standardabweichung** in Zelle H3, =STABW.N(A2:A12210)

Im Parameter **Kumuliert** muss hier mit FALSCH stehen, weil hier die Wahrscheinlichkeitsfunktion dargestellt werden soll.

Es gibt in Excel mehrere Funktionen zur Berechnung der Standardabweichung. In der explorativen Statistik für die Immobilienwirtschaft wird in diesem Zusammenhang mit Excel ab Version 2016 (erkennbar an der Datei-Endung .xlsx) stets die Formel der Standardabweichung für eine Grundgesamtheit mit der Methode n «STABW.N()» verwendet.

Dann ist der Quotient die Anzahl aller Datensätze n und nicht wie bei STABW.S (n – 1) ein Wert weniger. Keinesfalls die Funktion STABWNA verwenden!

Nun trägt man in die Zelle B2 die Formel ein und formatiert sie als Zahl mit 6 Dezimalstellen
=NORM.VERT(A2;F\$3;H\$3;FALSCH)

Man achte darauf, dass man die Zellbezüge in F3 und H3 in sämtlichen 12.209 Zellen behalten möchte, deshalb müssen diese als absolute Zellbezüge angegeben werden und benötigen hier ein \$-Zeichen vor der Zellennummer.

Diese Formel wird nun von Zelle B2 runtergezogen bis zur letzten belegten Zelle 12.210.

Man markiert die Matrix A1:B12210 und klickt auf <kopieren> und anschließend auf das Diagramm-Symbol in der Symbolleiste für den Schnellzugriff. Man wählt in der Gruppe der Punktsymbole den dritten Typ mit den verschlungenen (interpolierten) Linien an.



Es hat sich bewährt, in Excel die wichtigsten Menüfunktionen in der Menü-Zeile mit dem Schnellzugriff zu unterzubringen.

Man erreicht diese Diagramm-Vorlage ansonsten über die Menüpunkte <Einfügen> <Diagramme> Punkt(XY).

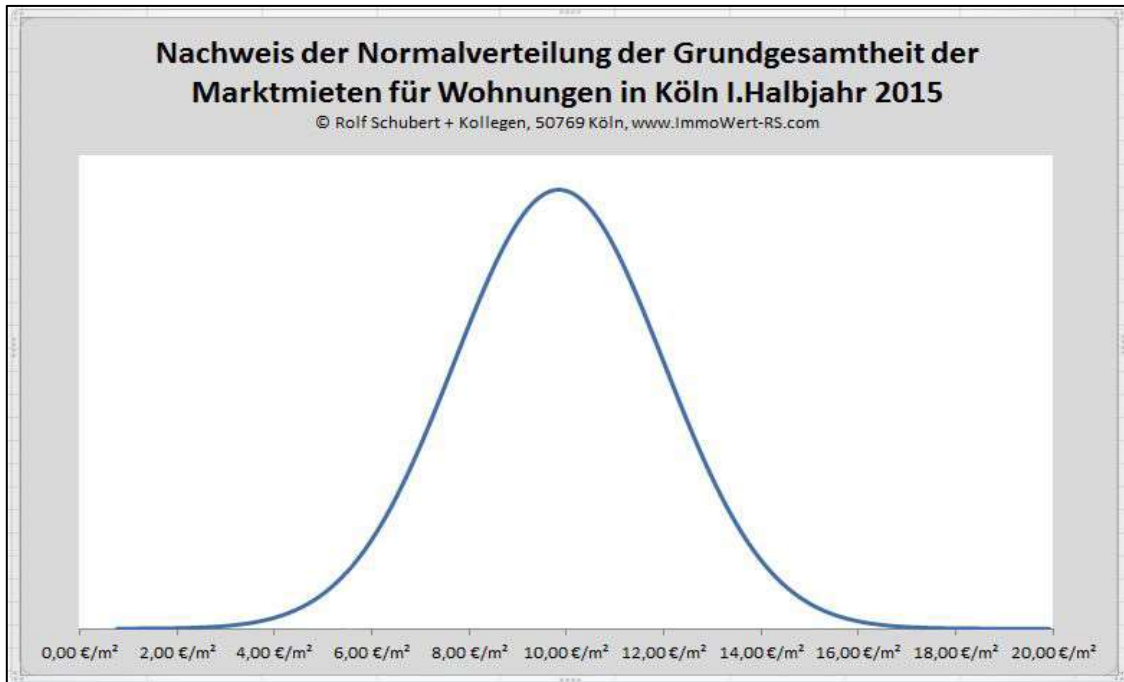
Die (waagerechte) x-Achse formatieren (Mindest, Max-Wert, Hauptintervall und Ausrichtung). Dazu klickt man zweimal auf die waagerechte Scala.

Hilfslinien entfernen, Legende und senkrechte Skala entfernen.

Alles, was man anpassen möchte, erreichen man durch Mausclick auf die anzupassende Stelle.

Der Grafik gibt man eine entsprechende Überschrift und einen Copyright-Vermerk.

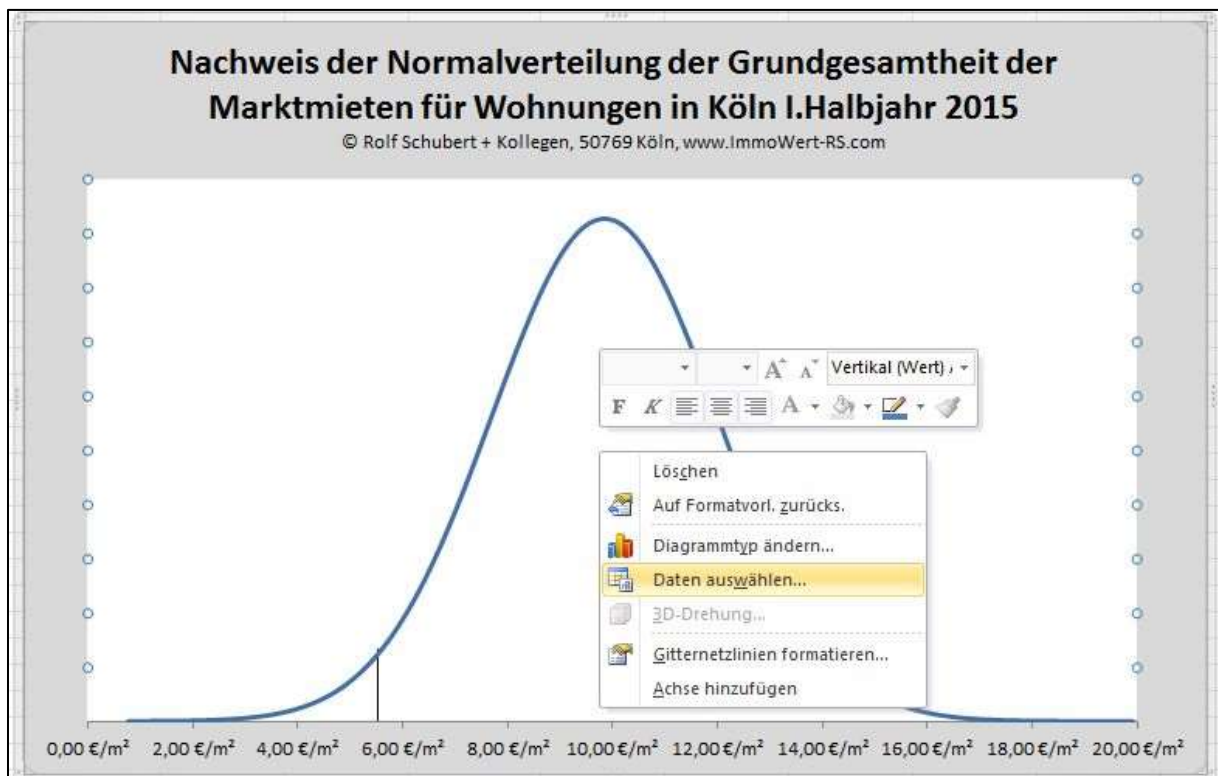
Dann sollte es so aussehen:



Diese Grafik kann man mit weiteren Informationen anreichern:

Setzen eines Punktes für den Mittelwert

Man klickt mit der rechten Maustaste mitten auf die Zeichnungsfläche und wählt <Daten auswählen> aus:



Es öffnet sich der Dialog <Datenquelle auswählen>.



In die Zeile des Diagrammbereichs schreibt man den Zellbezug der Matrix, man kann diesen auch durch Klick auf das rechte Symbol dieser Eingabe-Zeile erzeugen, indem man die Matrix von der ersten Zelle bis zur letzten Zelle markiert. Z.B. A1:B12210. Hier sollte stehen =NormVert!\$A\$1:\$B\$12210. Es reicht, die ersten 10 Zeilen zu markieren und die Zeilennummer der letzten Zeile von Hand anzupassen.

Man klickt nun in diesem Dialog auf die Schaltfläche hinzufügen. Es öffnet sich das Untermenü <Datenreihe bearbeiten>:



Als Reihennamen vergibt man „Mittelwert“

Nun ist es erforderlich, die weiteren Informationen aufzunehmen, die grafisch angezeigt werden sollen (Das wurde bereits in der Vorbereitung vorgenommen):

Man benötigt die Zellbezüge für z.B. die folgenden Datenpunkte:

Reihenname	Wert	Zellbezug
Arithmetisches Mittel	9,85 €/m ²	A6367
Median	9,73 €/m ²	A6101
Eine Standardabweichung		
- 1 Sigma	7,69 €/m ²	A1645
+ 1 Sigma	12,00 €/m ²	A10546
Weitere sind möglich		

Die Zellbezüge findet man schnell, wenn man die Spalte A markiert und über die Suchfunktion den gesuchten Wert eingibt. Manchmal gibt es mehrere Datensätze mit dem gesuchten Wert, dann nimmt man die mittlere Zellennummer dieses Wertes.

Um den Zellbezug der Reihe X einzutragen, klickt man auf das farbige Zellsymbol rechts der Eingabezeile und trägt in das Eingabefeld <Datenreihe bearbeiten> für das Arithmetische Mittel den absoluten Zellbezug ein, man kann auch diese Zelle in der Tabelle aufsuchen und sie anklicken, oder noch schneller irgend eine der Zellen in Spalte A anklicken und nur die Zeilennummer anpassen.

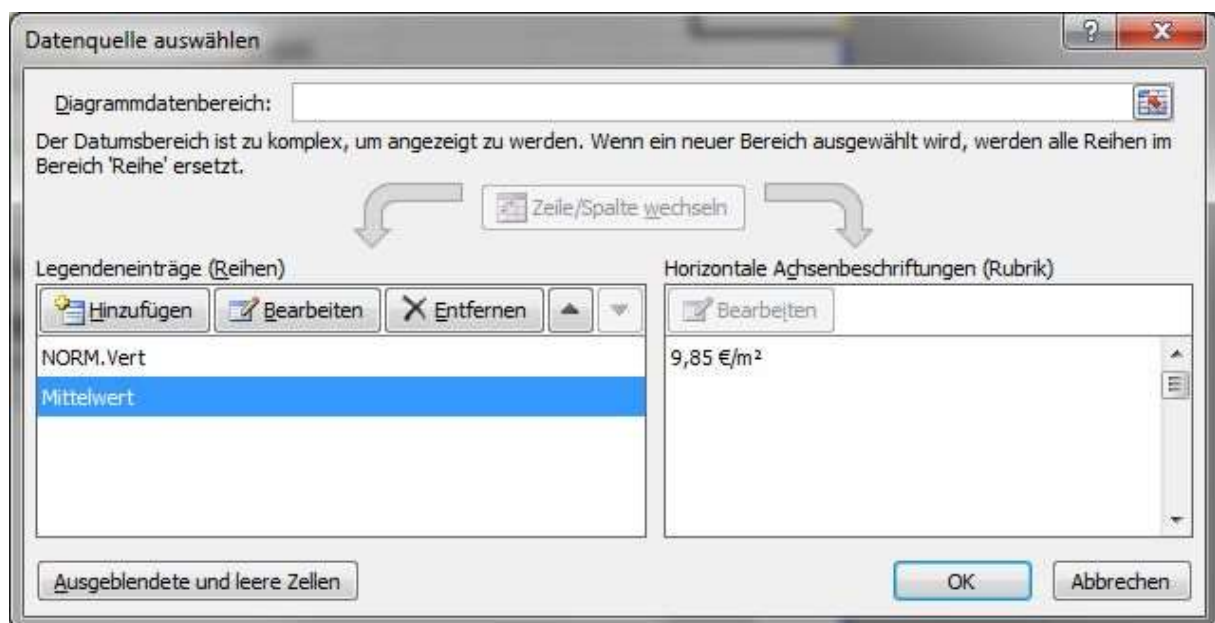
z.B. =NormVert!\$A\$6367

Der Wert der Reihe Y wird genauso bestimmt, er lautet hier z.B. =NormVert!\$B\$6367.

Den Eingabedialog schließt man ab mit Klick auf die Schaltfläche <OK>



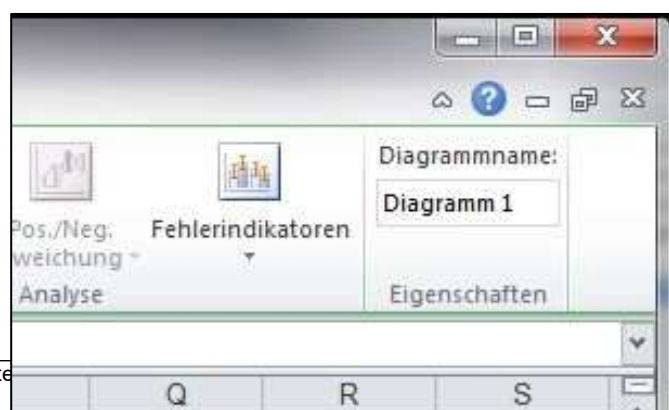
Man findet den angelegten Legendeneintrag im Dialog <Datenquelle auswählen>:



Wichtig ist dabei immer, dass die Zellbezüge als absolute Zellbezüge, d.h. mit Tabellen-Name „!“ und „\$“ A „\$“ Zeilennummer, z.B. 6367 eingetragen werden. Man verlässt den Dialog mit Klick auf <OK>.

Damit die Diagrammtools über der Tabelle angezeigt werden, klickt man auf das Diagramm.

Man wählt in den Diagrammtools die mittlere Schaltfläche <Layout> an.



Im Diagramm-Menü klickt man auf die rechte Schaltfläche <Fehlerindikatoren>

Es öffnet sich ein Untermenü:

Hier klickt man auf den untersten Menü-Punkt

<Weitere Fehlerindikatorenoptionen>

Daraufhin öffnet sich ein Menü

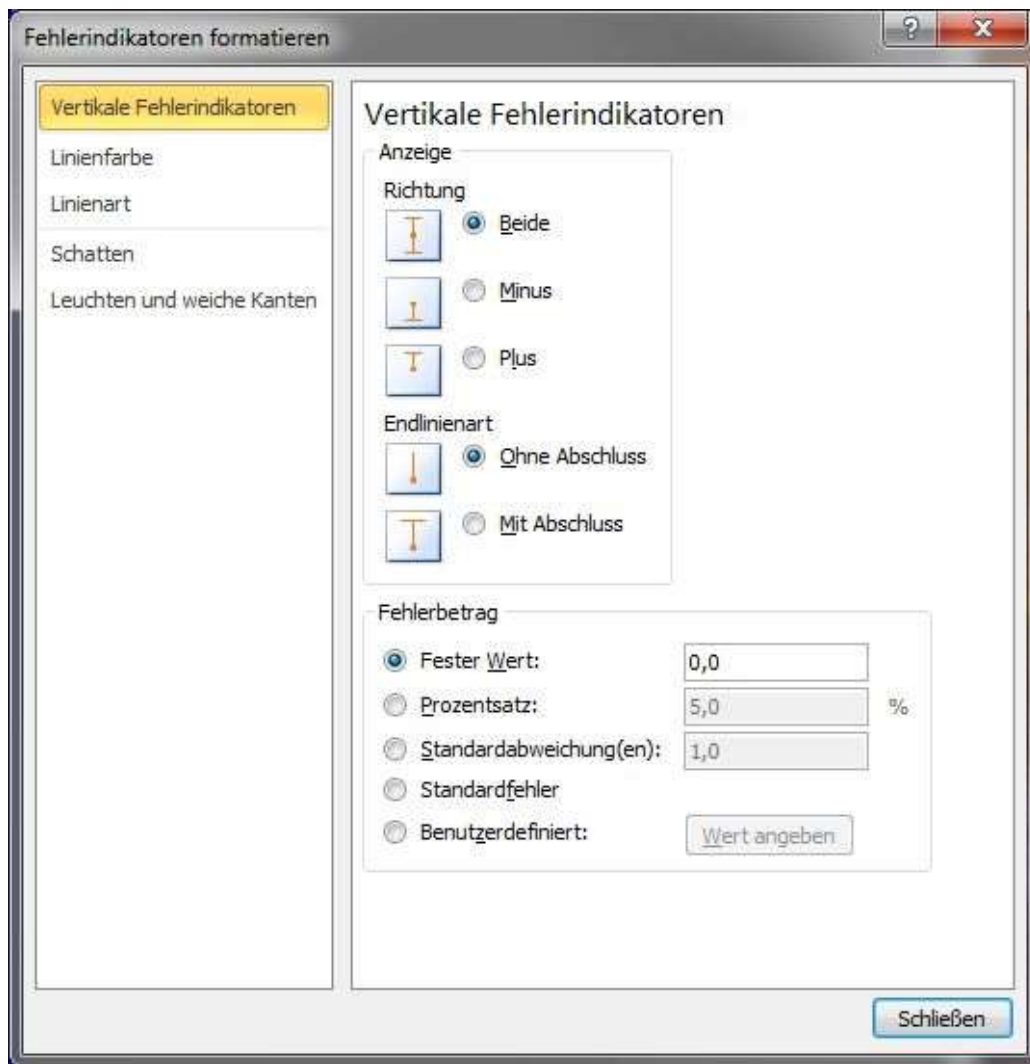
<Fehlerindikatoren hinzufügen>



Hier klickt man auf den soeben angelegten Indikator

<Mittelwert> und schließt mit <OK> ab.

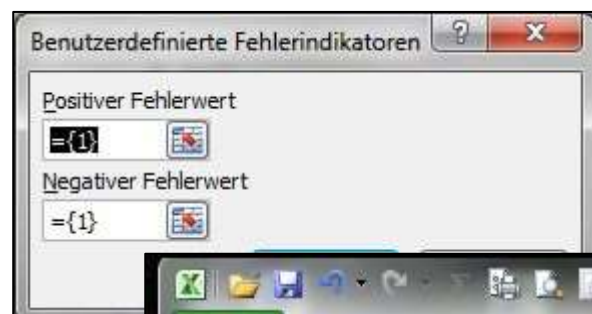
Es öffnet sich das Untermenü <Fehlerindikatoren formatieren>



Die Grafik <Normalverteilung> zeigt nun zwei Linien mit einer Skala und einem Abschlußbalken.

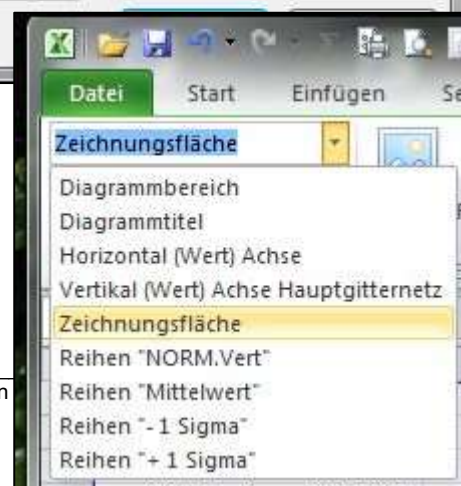
Zunächst ist der vertikale Fehlerindikator ausgewählt. Hier wählt man im Auswahlbereich <Anzeige> unter <Richtung> den Optionsbutton <Beide> aus. Unter <Endlinienart> wählt man den Optionsbutton <Ohne Abschluß>. Im Eingabe Bereich <Fehlerbetrag > ändert man <Fester Wert> auf 0.

Alternativ kann man im Bereich <Fehlerbetrag> den Optionsbutton <Benutzerdefiniert> auswählen und die Schaltfläche <Wert angeben> anklicken. In dem Dialog <Benutzerdefinierte Fehlerindikatoren> setzt man beide Fehlerwerte auf 0 (=0). Danach verlässt man diesen Dialog mit Klick auf <OK>.



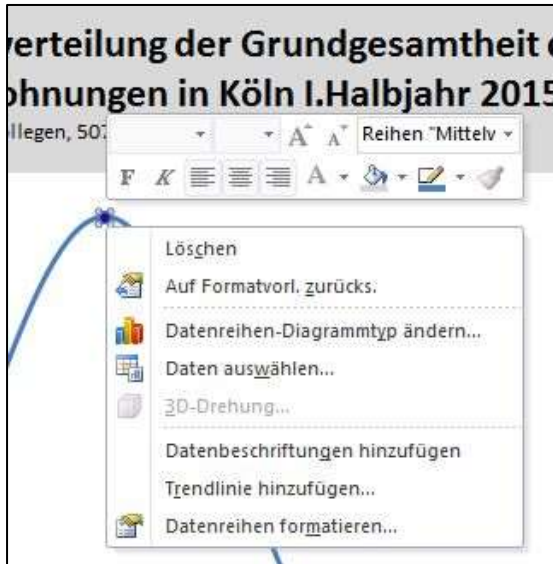
Nun klickt man auf die Horizontale Linie und setzt hier alle Werte auf 0.

Sofern man sich im Diagramm-Tools-Menü befindet, erreicht man die Fehlerindikatoren auch im Menü der <Diagrammtools> unter dem, Reiter <Layout>



Man klickt auf das Dreieck neben <Zeichnungsfläche> und dann auf <Reihen „Mittelwert“>

In der Kurve wird der Mittelwert als Markierung angezeigt. Damit dieser Punkt dauerhaft fixiert ist, klickt man mit der rechten Maustaste auf diesen Punkt auf der Kurve und es öffnet sich ein Menü:



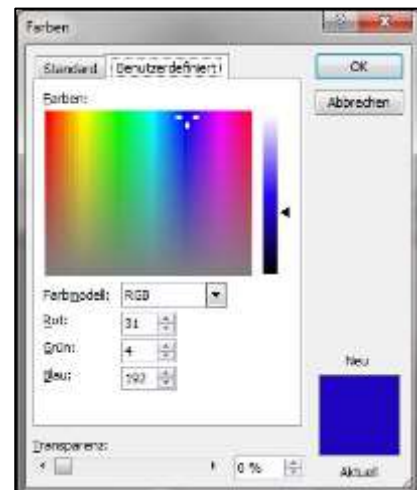
Hier wählt man <Datenreihen formatieren> aus und erhält den Dialog <Datenreihen formatieren>.

Hier klickt man <Markierungsoptionen> an und öffnet einen Unterdiallog:

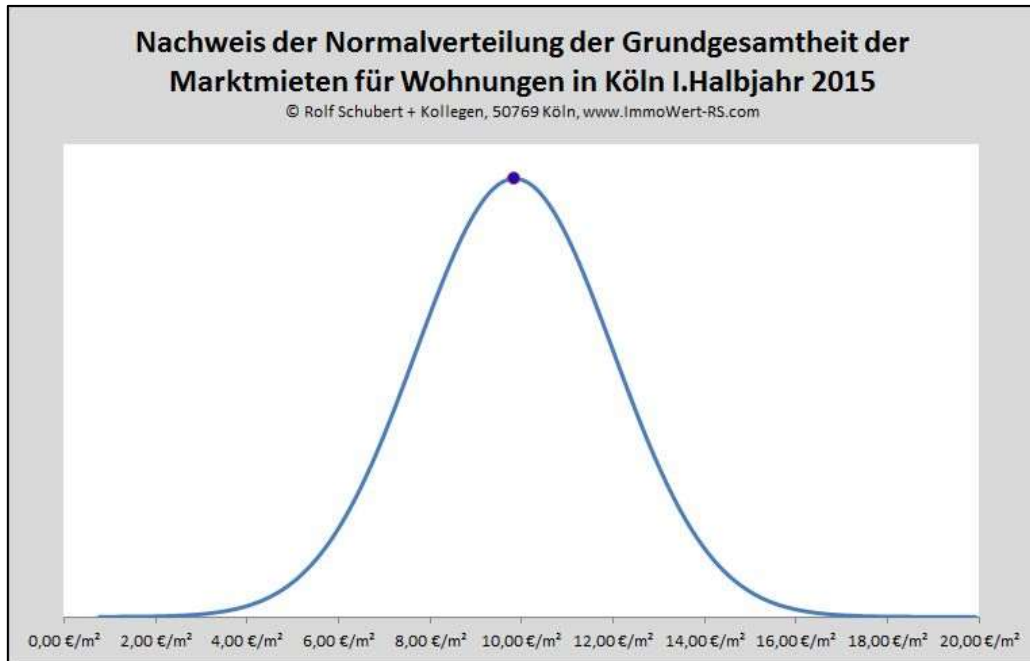


Hier wählt man die Option <Integriert> und den Typ <gefüllter Kreis> aus. Die Größe bestimmt man z.B. mit <7>

Nun klickt man den Menüpunkt <Markierungsfüllung> an und wählt die Option <Einfarbige Füllung> sowie die Farbe <sattes blau>.



Das Ergebnis:



Linien in die Grafik einbauen

Sofern man noch zwei Linien zur Abgrenzung der Standardabweichung zeichnen möchte, klickt man mit der rechten Maustaste in die Zeichnungsfläche.

<Daten auswählen>.

Schaltfläche <Hinzufügen> anklicken.

Reihenname <- 1 Sigma> festlegen.

Den Wert der Reihe X eintragen, Beispiel =NormVert!\$A\$1645

Den Wert der Reihe Y eintragen, Beispiel =NormVert!\$B\$1645

Man achte auf die korrekte Tabellenbezeichnung und die absolute Bezüge mit ! und \$.

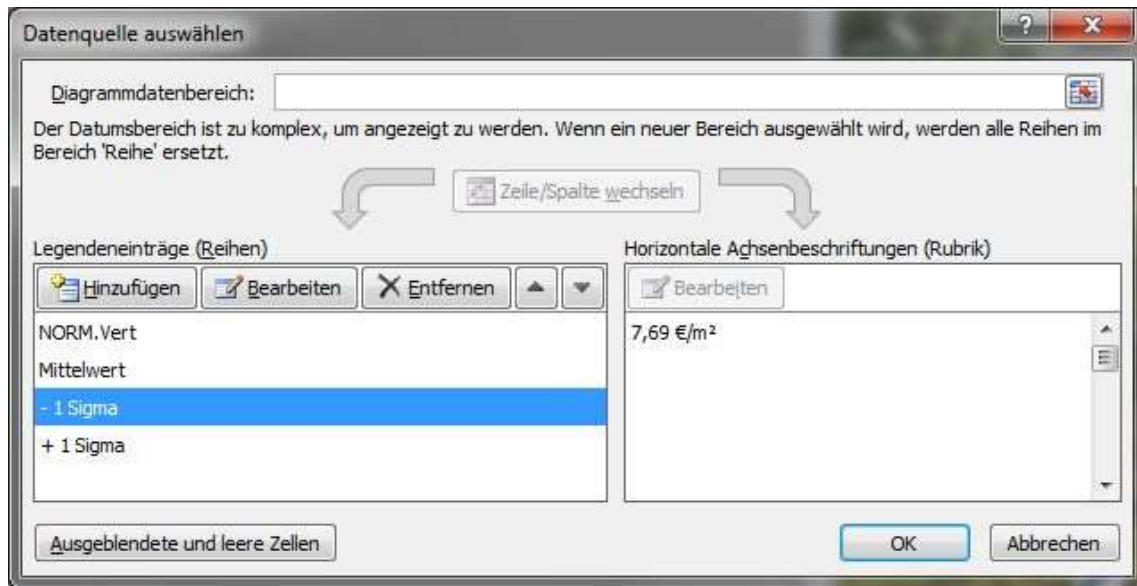
Dann legt man gleich den nächsten Fehlerindikator an:

Schaltfläche <Hinzufügen> anklicken.

Reihenname <+ 1 Sigma> festlegen.

Den Wert der Reihe X eintragen, Beispiel =NormVert!\$A\$10546

Den Wert der Reihe Y eintragen, Beispiel =NormVert!\$B\$10546



Man findet in dem rechten Fenster den zum Fehlerindikator passenden Wert.

Die Fehlerindikatoren findet man auch nachdem man in die Zeichnungsfläche der Grafik geklickt hat im Menü der <Diagrammtools> unter dem, Reiter <Layout>

Dann klickt man links oben im Excelmenü auf das Dreieck neben <Zeichnungsfläche>

Sodann wählt man nun <Reihen „- 1 Sigma“> aus.

Anschließend klickt man rechts im Excelmenü auf das Dreieck unter dem Symbol <Fehlerindikatoren>; in der Grafik erscheinen an diesem Punkt auf der Kurve für <- 1 Sigma> die beiden Linien des vertikalen und des horizontalen Indikators.

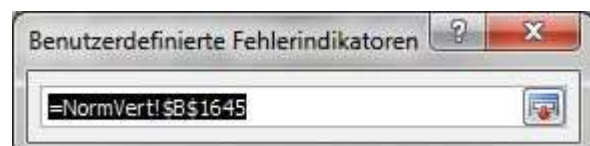


Im Menü der Vertikalen Fehlerindikatoren optiert man im Bereich Anzeige für <Minus> und im Bereich Endlinieart für <ohne Abschluss>

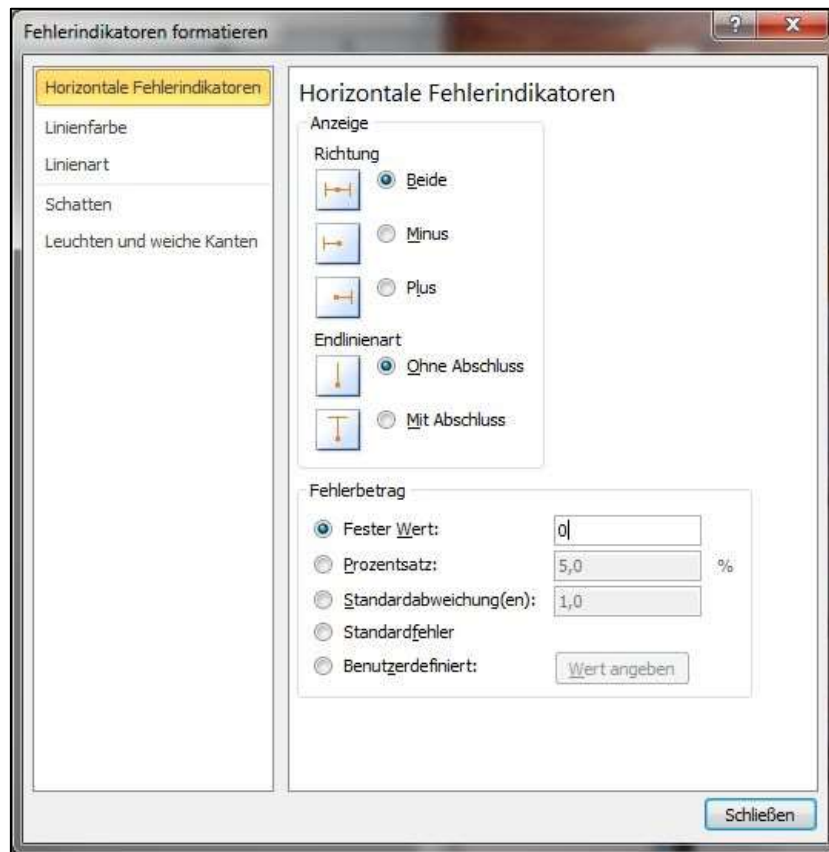
Im Bereich <Fehlerbetrag> optiert man für <Benutzerdefiniert> und klickt auf die Schaltfläche <Wert angeben>

Im Dialog <Benutzerdefinierte Fehlerindikatoren> gibt man als <Positiver Fehlerwert> in die geschweifte Klammer eine 0 ein.

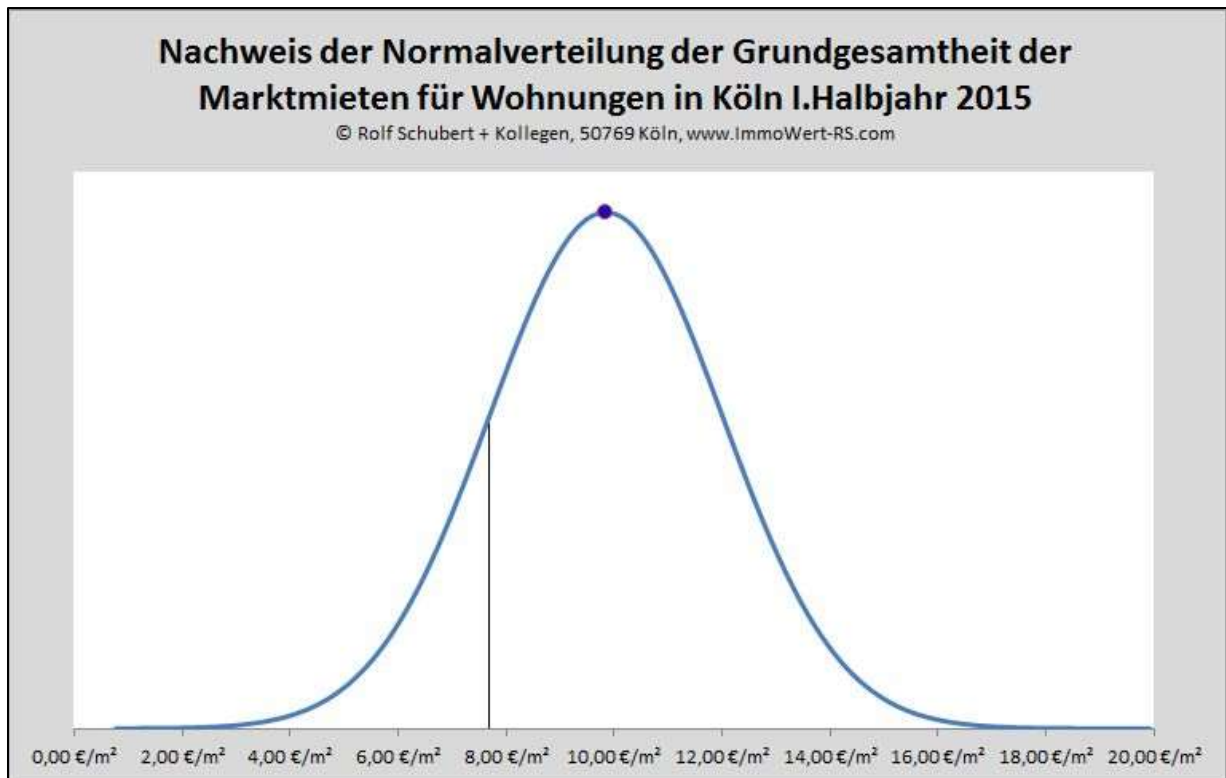
Beim <Negativen Fehlerwert> klickt man auf die farbige Tabellenschaltfläche und gibt in das Eingabefeld den Zellbezug für den unteren Schwellenwert von <- 1 Sigma> =NormVert!\$B\$1645 ein. Schneller geht es, wenn man dabei in eine beliebige Zelle der Spalte B klickt und nur die Zeilennummer anpassen.



Jetzt auf die waagerechte Linie der Fehlerindikatoren klicken und diese formatieren:

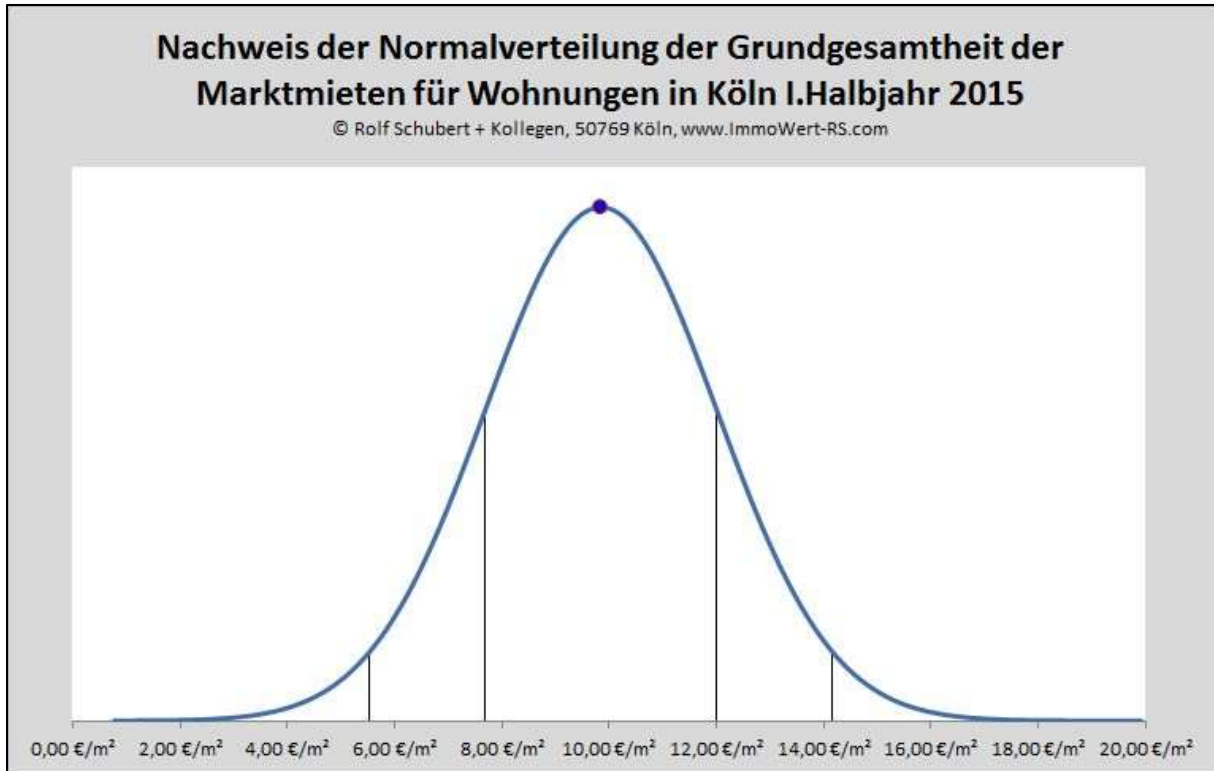


Nun sieht die Grafik so aus:

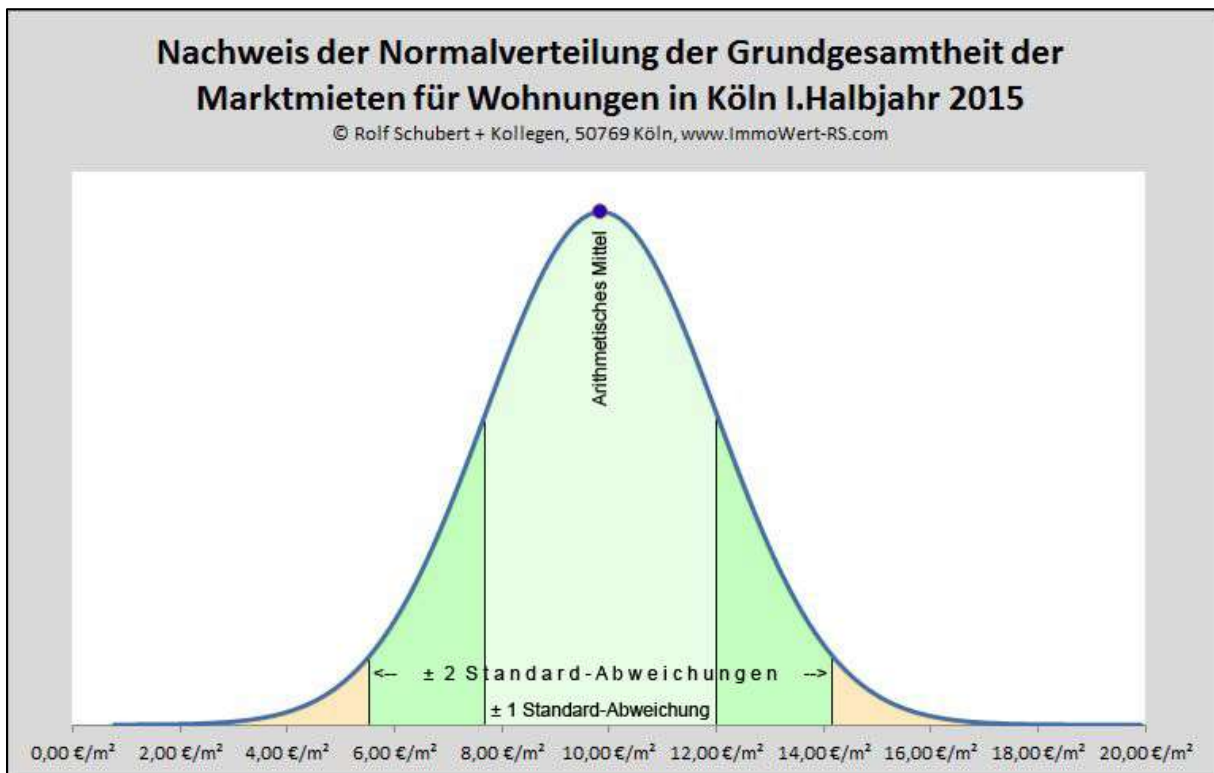


Das wiederholt man nun analog für die Linie <+ 1 Sigma>

Nachdem auch noch Linien für $\leftarrow -2 \text{ Sigma}$ und für $\rightarrow +2 \text{ Sigma}$ gezeichnet wurden, sieht die Grafik nun so aus:



Anschließend kann man das Diagramm noch mit einem Zeichenprogramm aufpeppen.



Man kann auch einzelne Punkte anklicken und mittels <Datenbeschriftung hinzufügen> konkrete Werte eintragen. Die Einfärbung erfolgt mit einem Grafikprogramm.