

Was bedeutet PPM?

von Dieter Meisenheimer, Hess. Landesvermessungsamt

PPM ist die Abkürzung von "Parts per million", d.h. 1 ppm = $1 \text{ mal } 10^{-6}$ oder 1/1.000.000 Teil eines Ganzen. Bei den EDM Gerätesystemen bedeutet 1 ppm eine Streckenänderung von 1 mm auf einer Distanz von 1000 m.

Bei den Angaben der Hersteller bezüglich der Distanzmessgenauigkeit steht stets ein konstantes Glied und ein distanzabhängiges Glied z.B.: $\pm 3 \text{ mm} + 3 \text{ ppm}$. Die Meteorologie (Luftdruck, Temperatur und auch der Partialdruck des Wasserdampfes) beeinflussen die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Messwellen. Der ppm Null-Wert liegt z.B. bei den EDM Geräten von Geodimeter bei 20°C und bei 1013 h Pascal. Je 1°C Temperaturänderung und / oder 4 Einheiten in der Änderung des Luftdruckes beeinflussen den ppm Wert um eine Einheit, jedoch in entgegengesetzter Richtung. Bei Messungen von Distanzen im Nahbereich bis ca. 200-250 m kann der ppm Wert vernachlässigt, bzw. auf Null gestellt werden. Bei längeren Distanzen ist diese Korrektur jedoch unbedingt zu beachten (Tabelle 1).

Bei den heutigen Geräten wird der ppm Wert meist im Dialog mit dem Benutzer bestimmt oder sogar z.B. bei Zeiss EDM Geräten automatisch angebracht, d.h. in diesen Geräten ist ein Temperatursensor und ein Barometer integriert.

Nun kann allerdings mit der ppm- Wert Eingabe noch mehr erreicht werden (distanzabhängige Korrekturen). Bei Messungen muss je nach Höhe des Messgebietes über Normal-Null eine Höhenreduktion (immer negativ) angebracht werden (Tabelle 2) und je nach Lage des Gebiets im Gauß-Krüger Koordinatensystem (östlich oder westlich vom Mittelmeridian) eine GK- Korrektur angebracht werden. (immer positiv, Tabelle 3). Die Summe all dieser Werte zusätzlich noch evt. Maßstabsfehler nach einer Prüfstreckenmessung kann in einem ppm-Wert zusammengefasst werden.

Beispiel 1

t= 5°C --	
p=1.022 h Pascal	
	ppm= -18
NN Höhe =300m	ppm= -47
Abstand vom Mittelmeridian= 90 km	
ppm=+100	

Summe gesamt ppm **= +35**

Beispiel 2:

t= 25°C	
p= 989 h Pascal=	
	ppm= +11
NN Höhe = 600m	ppm= -94
Abstand vom Mittelmeridian 20 km	ppm= +5

Summe gesamt ppm **=-78**

Wie aus den Beispielen ersichtlich ist, kann die Summe der Einflüsse den Messwert markant beeinflussen!! Bei entsprechenden Vermessungsaufgaben sollte in jedem Falle geprüft werden, ob ein Korrekturwert zweckmäßigerweise direkt bei der Messung eingestellt werden kann.

Allerdings sollten die Einzeldaten (Temperatur, Luftdruck, NN-Höhe, und Abstand vom Mittelmeridian) in geeigneter Weise festgehalten bzw. dokumentiert werden, damit bei einer Suche nach der Ursache von Fehlern und Spannungen auch die evt. Fehlerquelle ppm-Wert falsch, ausgeschaltet werden kann. Es ist aus meiner langjährigen Werkstatterfahrung bereits des öfteren vorgekommen, dass ein EDM System wegen Messfehlern zum Service geschickt wurde. Dann stellte sich heraus, dass das System einwandfrei funktionierte, der Messtruppführer den Luftdruck grob falsch notiert hatte oder gar in einer anderen Einheit z.B. mmHg. Ein Luftdruck z.B. von 903 hascal sollte den Praktiker stutzig werden lassen. Der Luftdruck bewegt sich in Hessen normalerweise zwischen 970 und 1030 hascal.

Bei sehr hoch gelegenen Messgebieten entsprechend niedriger pro 10m Höhenunterschied sinkt der Luftdruck um etwa eine Einheit.

Tabelle 2:

Reduktion auf NN

$$\text{ppm (Höhe)} = \text{Hm} / \text{R} * 10^6$$

R= Erdradius in km = 6381 km

Hm= mittlere Geländehöhe in m

NN Höhe: Verbesserung (ppm)

100m	-16
200m	-31
300m	-47
400m	-63
500m	-78
600m	-94
800m	-125
1000m	-157
2000m	-313

Tabelle 3 : Gauß Krüger Reduktion

$$\text{ppm(GK)} = \frac{Y^2 \text{ (km)}}{2 \cdot R^2 \text{ (km)}} \cdot 10^6$$

Y= Abstand vom Mittelmeridian
(unter Beachtung der 500 000m) in km

ppm Wert /Abstand vom Mittelmeridian

10km	+1
20km	+5
30km	+11
40km	+20
50km	+31
60km	+44
70km	+60
80km	+79