



# **Angabe und Beurteilung der Ergebnisse von Einzelmessungen**

## **- unter Berücksichtigung der MU und der Rundungsregel -**

Stand 10-10

Wolfgang Poppitz





- I. Vorgaben**
- II. Angabe**
- III. Beurteilung**



## Vorgaben nach TA Luft 2002

### 5.3.2.4 Auswertung und Beurteilung der Messergebnisse

...

(2)

Im Falle von erstmaligen Messungen nach Errichtung, von Messungen nach wesentlicher Änderung oder von wiederkehrenden Messungen sind die Anforderungen jedenfalls dann eingehalten, wenn das Ergebnis jeder Einzelmessung zuzüglich der Messunsicherheit die im Genehmigungsbescheid festgelegte Emissionsbegrenzung nicht überschreitet.

(4)

Eine Überprüfung, ob das Messverfahren, besonders im Hinblick auf seine Messunsicherheit, dem Stand der Messtechnik entspricht, ist für den Fall notwendig, dass das Messergebnis zuzüglich der Messunsicherheit die festgelegte Emissionsbegrenzung nicht einhält. Im Falle einer Überschreitung werden weitere Ermittlungen (z.B. Prüfung der anlagenspezifischen Ursachen) notwendig.

(3)

Sollten durch nachträgliche Anordnungen, die auf der Ermittlung von Emissionen beruhen, zusätzliche Emissionsminderungsmaßnahmen gefordert werden, ist die Messunsicherheit zugunsten des Betreibers zu berücksichtigen.



# Interpretation der TA Luft 2002 durch das UBA

## Emissionsüberwachung

## Aktuelle Entwicklungen

*Seminar*

*„Kontinuierliche Emissionsüberwachung industrieller Anlagen“*

*Markranstädt, 19. Juni 2008*

## Interpretation der TA Luft 2002 durch das UBA

### Messunsicherheit bei Einzelmessungen (TA Luft)

#### Beurteilung der Messergebnisse

Rundungsregel Nr. 2.9

Berichtsform VDI 4220 Anhang B (Nr. 5.3.2.4)

Berücksichtigung der Messunsicherheit(Nr. 5.3.2.4):

*Jedenfalls eingehalten, wenn Ergebnis +  
Messunsicherheit < Anforderung*

*Nachträgliche Anordnungen von  
Emissionsminderungsmaßnahmen, wenn Ergebnis -  
Messunsicherheit > Anforderung*

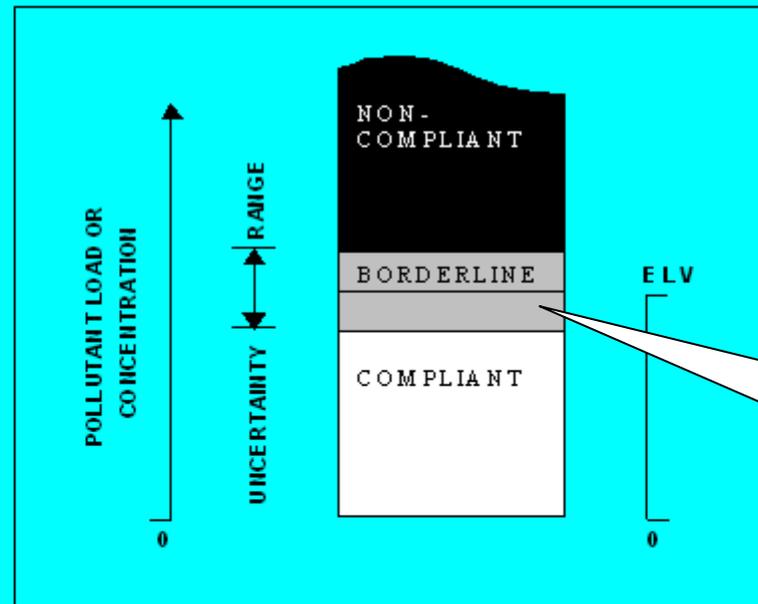
*Im „Graubereich“: Prüfung des Messverfahrens, ggf.  
weitere Ermittlungen / Prüfungen*

# Interpretation der TA Luft 2002 durch das UBA

## Empfehlungen des REF „Monitoring“

### Kapitel 6: Compliance assessment

Behörde soll Umgang mit Unsicherheit festlegen.



Graubereich

## Interpretation der TA Luft 2002 durch das UBA

### Was gilt bei Anlagen der 13./17. BImSchV

Anwendungsbereich der TA Luft (Nr. 1, 4. Absatz):  
Die Anforderungen der Nummern 5.1 bis 5.4 (*der TA Luft*) gelten nicht für genehmigungsbedürftige Anlagen, soweit in Rechtsverordnungen der Bundesregierung Anforderungen zur Vorsorge und zur Ermittlung von Emissionen an luftverunreinigenden Stoffen getroffen werden.

➔ Umkehrschluss: **Wenn keine Aussagen zur Messunsicherheit gemacht sind, ist TA Luft heranzuziehen.**

## Interpretation der TA Luft 2002 durch UBA/ LfULG

### 5.3.2.4 Auswertung und Beurteilung der Messergebnisse

...

$$MW - MU \geq GW$$

- überschritten
- nicht eingehalten

$$MW - MU \leq GW < MW + MU$$

- (noch) nicht überschritten
- nicht sicher eingehalten

$$MW + MU < GW$$

- nicht überschritten
- sicher eingehalten

Sollten durch nachträgliche Anordnungen, die auf der Ermittlung von Emissionen beruhen, zusätzliche Emissionsminderungsmaßnahmen gefordert werden, ist die Messunsicherheit zugunsten des Betreibers zu berücksichtigen.



## Vorgaben nach TA Luft 2002

### 2.9 Rundung

Soweit Zahlenwerte zur Beurteilung von Immissionen oder Emissionen (z.B. Immissionswerte, Zusatzbelastungswerte, Irrelevanzwerte, Emissionswerte) zu überprüfen sind, sind die entsprechenden Mess- und Rechengrößen **mit einer Dezimalstelle mehr als der Zahlenwert zur Beurteilung zu ermitteln.**

Das **Endergebnis** ist in der letzten Dezimalstelle **nach** Nummer 4.5.1 der **DIN 1333** (Ausgabe Februar 1992) **zu runden** sowie in der **gleichen Einheit** und mit der **gleichen Stellenzahl wie der Zahlenwert anzugeben.**

**= Rundungsregel**



## Vorgaben nach VDI 4219

### 8 Angabe der Messunsicherheit von Einzelmessungen

Messunsicherheiten sind in Berichten über durchgeführte Einzelmessungen in der gleichen Einheit und mit der gleichen Stellenzahl wie der Messwert anzugeben. Nach Nr. 2.9 der TA Luft sind Mess- und Rechengrößen mit einer Dezimalstelle mehr als der Zahlenwert zur Beurteilung (z.B. Emissionswert) zu ermitteln.

Zur Beurteilung von Messwerten bezüglich der Einhaltung von Emissionsgrenzwerten, beispielsweise nach Nr. 5.3.2.4 der TA Luft, ist die erweiterte Messunsicherheit zu verwenden.

Darüber hinaus sind bei der Berichterstattung die Anforderungen des „Bundeseinheitlichen Mustermessberichts“ zu berücksichtigen.





## Präzisierung des Mustermessberichts

### II. Angabe der Ergebnisse von Einzelmessungen im Messbericht

- im Deckblatt - Zusammenfassung
- in Punkt 6.2 "Messergebnisse"
- in Punkt 6.3 "Messunsicherheiten"
- im Anhang (zu Punkt 6.2)

**Beschluss des 19. Fachgesprächs „Emissionsüberwachung“  
am 08.10.2010:**

**→ Änderung des bundeseinheitlichen Mustermessberichts**



## Angabe der Messergebnisse

### Punkt 6.2 "Messergebnisse" \*)

Angabe der **Messergebnisse** mit einer **Dezimalstelle mehr** als der Zahlenwert zur Beurteilung (Emissionsbegrenzung)

- Die weiteren Stellen werden weggelassen (  $\hat{=}$  Abrunden).
- Sind alle übrig bleibenden Ziffern gleich "0" soll eine weitere Stelle angeführt werden.

\*) Im Anhang zum Bericht sind die Mess- und Rechenwerte mit der **Genauigkeit entsprechend Stand der Messtechnik oder mindestens entsprechend Pkt. 6.2** anzugeben.

## Angabe der Messergebnisse

### Punkt 6.3 "Messunsicherheiten"

in Tabelle:

- **maximaler Messwert:** Angabe mit einer Dezimalstelle mehr als die Emissionsbegrenzung (entsprechend 6.2)
- **Messunsicherheit:** Angabe mit einer Dezimalstelle mehr als die Emissionsbegrenzung (entsprechend 6.2)
- **maximaler Messwert  $\pm$  Messunsicherheit = Endergebnis:**
  - **Rundung** in der letzten Dezimalstelle nach DIN 1333  
( $\hat{=}$  "kaufmännisches Runden")

- 1) Zahl +  $0,5 \cdot 10^{-\text{Kommastelle}}$
    - 2) überzählige Kommastellen streichen
  - Angabe mit gleicher Einheit und gleicher Stellenzahl wie die Emissionsbegrenzung



## Angabe der Messergebnisse

### Punkt 6.3 Beispieltabelle (Ges-C, Emissionsbegrenzung 20 mg/m<sup>3</sup>)

Messkomponente	Einheit	Maximaler Messwert $y_{\max}$	Erweiterte Messunsicherheit $U_p$ (mit $p=0,95$ )	$y_{\max} - U_p$	$y_{\max} + U_p$	Bestimmungsmethode
Ges-C	mg/m <sup>3</sup>	<b>15,1</b>	<b>0,7</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	[ x ] Doppelbestimmung [ ... ] indirekter Ansatz
<i>Hinweise</i>		<i>mit einer Dezimalstelle mehr als EmBegrenzung; übrige Stellen weglassen</i>	<i>mit einer Dezimalstelle mehr als EmBegrenzung; übrige Stellen weglassen</i>	<i>gerundet nach DIN 1333 und mit gleicher Stellenanzahl wie EmBegr.</i>	<i>gerundet nach DIN 1333 und mit gleicher Stellenanzahl wie EmBegr.</i>	
<i>Nebenrechnung</i>	mg/m <sup>3</sup>	15,1	0,78 → 0,7	15,1 <u>- 0,7</u> 14,4 <u>+ 0,5</u> 14,9 → 14	15,1 <u>+ 0,7</u> 15,8 <u>+ 0,5</u> 16,3 → 16	





## Angabe der Messergebnisse

### Deckblatt - Zusammenfassung

- **max. Messwert ab- und zuzüglich erw. Messunsicherheit:**

Angabe mit gleicher Einheit und gleicher Stellenzahl wie die Emissionsbegrenzung (entsprechend 6.3)





## Angabe der Messergebnisse

### Deckblatt - Zusammenfassung Beispiel

Messkomponente	Einheit [mg/m <sup>3</sup> ; kg/h]	Maximaler Messwert <b>ab</b> züglich erw. Messunsicherheit	Maximaler Messwert <b>zu</b> züglich erw. Messunsicherheit	Grenzwert (Konzentration; Massenstrom)	Betriebszustand (z.B. Auslastung der Anlage in %)
Ges-C	mg/m <sup>3</sup>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	
<i>Hinweise</i>		<i>gerundet nach DIN 1333 und mit gleicher Stellenanzahl wie EmBegrenzung</i>	<i>gerundet nach DIN 1333 und mit gleicher Stellenanzahl wie EmBegrenzung</i>		





# Angabe der Messergebnisse

## Deckblatt - Zusammenfassung

**bisherige Fassung**

Messkomponente	Einheit [mg/m <sup>3</sup> ; kg/h]	Maximaler Messwert $y_{\max}$ (Konzentration; Massenstrom)	Erweiterte Mess- unsicherheit ( $U_p$ ) mit $p=...$	Grenzwert (Konzentration; Massenstrom)	Betriebszustand (z.B. Auslastung der Anlage in %)
Ges-C	mg/m <sup>3</sup>	<b>15,1</b>	<b>0,78</b>	<b>20</b>	
		<i>gerundet ? Dezimalstelle ?</i>	<i>gerundet ? Dezimalstelle ?</i>		



## Angabe der Messergebnisse

→ in Genehmigungsbescheiden Grenzwerte genau zitieren!

nicht	sondern
60,0	60
0,5	0,50
500 mg/m <sup>3</sup>	0,50 g/m <sup>3</sup>

Die Beurteilung der Messergebnisse ist abhängig von der Rundestelle der Emissionsbegrenzung!



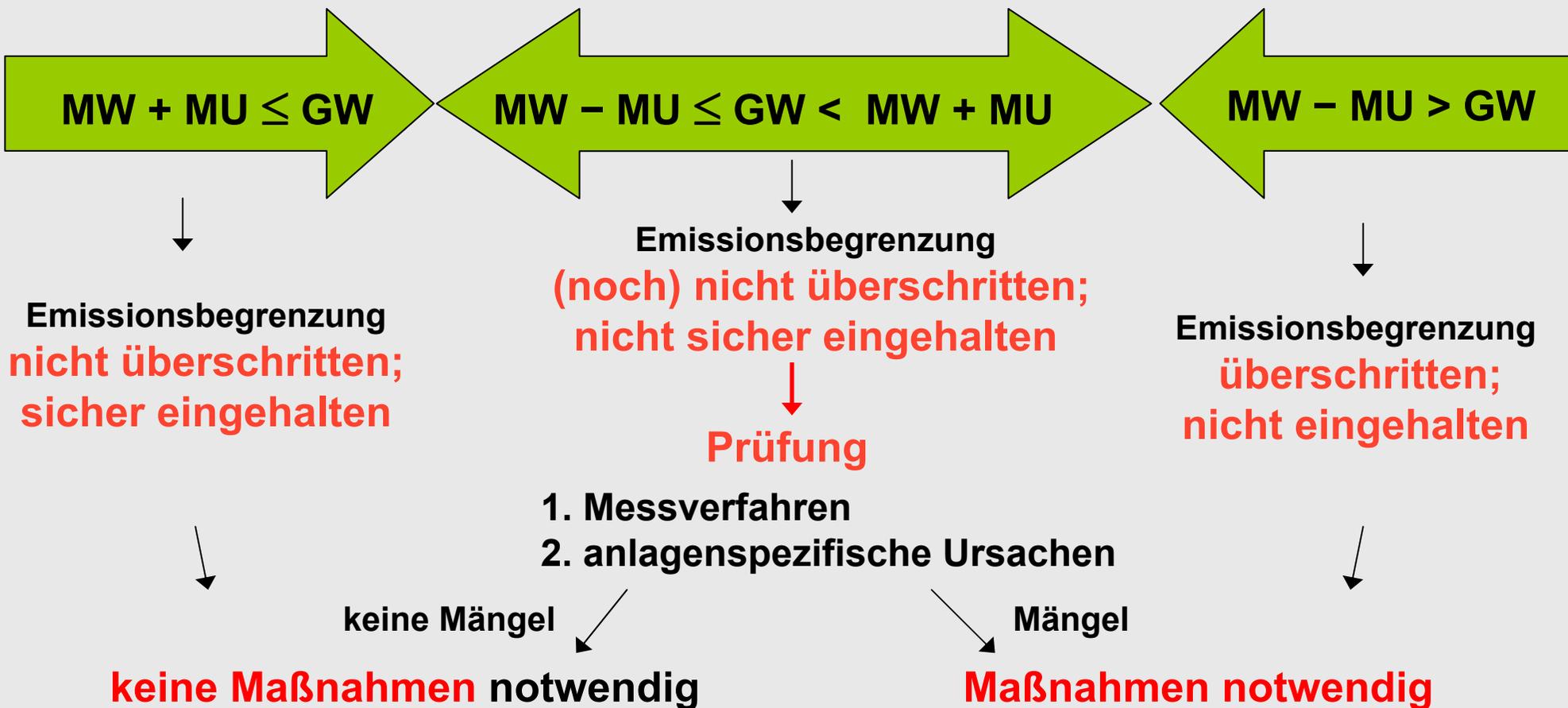
### **III. Beurteilung der Ergebnisse von Einzelmessungen im Messbericht**





# Beurteilung der Ergebnisse von Einzelmessungen

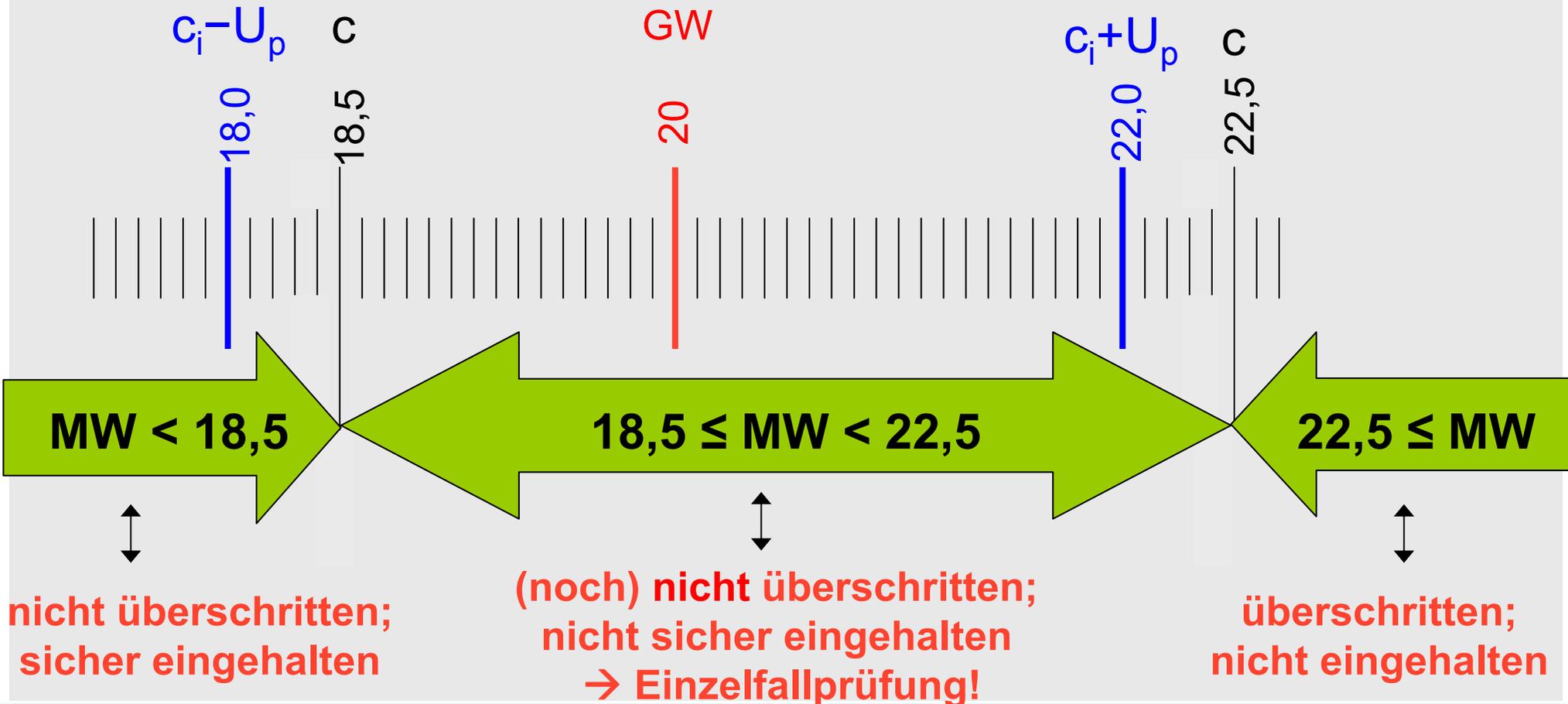
GW = Emissionsbegrenzung  
MW = Messwert  
MU = erw. Messunsicherheit





# Beurteilung der Ergebnisse von Einzelmessungen

**Beispiel:**  $GW = 20 \text{ mg/m}^3$ ;  $U_p = \pm 2,0 \text{ mg/m}^3$





## Beurteilung der Ergebnisse von Einzelmessungen - Rundung -

### Beispiel a):

Emissionsbegrenzung (GW):		20	mg/m <sup>3</sup>
Messwert (MW):		18,49	mg/m <sup>3</sup>
Messunsicherheit (MU, U <sub>p</sub> ):		2,0	mg/m <sup>3</sup>
→ MW + MU:		20,49	mg/m <sup>3</sup>
→ MW + MU + halbe Rundestelle:	)	20,99	mg/m <sup>3</sup>
→ Beurteilungswert MW - MU:	)	20	mg/m <sup>3</sup>

= nicht überschritten; sicher eingehalten

→ keine weitere Prüfung oder Maßnahmen erforderlich





## Beurteilung der Ergebnisse von Einzelmessungen - Rundung -

### Beispiel b):

Emissionsbegrenzung - ohne Minimierungsgebot!:		20	mg/m <sup>3</sup>
Messwert:		22,47	mg/m <sup>3</sup>
Messunsicherheit:		2,0	mg/m <sup>3</sup>
→ MW - MU:		20,4	mg/m <sup>3</sup>
→ MW - MU + halbe Rundestelle:	)	20,97	mg/m <sup>3</sup>
→ Beurteilungswert MW - MU:	) Runden	20	mg/m <sup>3</sup>

= (noch) nicht überschritten; nicht sicher eingehalten  
 → Prüfung, ggf. Maßnahmen erforderlich



## Beurteilung der Ergebnisse von Einzelmessungen - Rundung -

### Beispiel c):

Emissionsbegrenzung:		20	mg/m <sup>3</sup>
Messwert:		22,50	mg/m <sup>3</sup>
Messunsicherheit:		2,0	mg/m <sup>3</sup>
→ MW - MU:		20,50	mg/m <sup>3</sup>
→ MW - MU + halbe Rundestelle:	)	21,00	mg/m <sup>3</sup>
→ Beurteilungswert MW - MU:	) Runden	21	mg/m <sup>3</sup>

= überschritten; nicht eingehalten

→ zusätzliche Maßnahmen erforderlich



Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie  
Referat 51

Dresden, den 26.10.10  
Bearbeiter: Herr Poppitz

## Beurteilung der Ergebnisse von Einzelmessungen entsprechend 5.3.2.4 TA Luft

Die Nr. 5.3.2.4 TA Luft kann generell - bei allen genehmigungsbedürftigen Anlagen - wie folgt angewendet werden:

GW = Emissionsbegrenzung (Grenzwert)  
MU = Messunsicherheit (u)

### Fall A

$$\text{Messwert} + \text{MU} \leq \text{GW}$$



Emissionsbegrenzung sicher eingehalten bzw. nicht überschritten; keine Maßnahmen notwendig

### Fall B

$$\text{Messwert} - \text{MU} \leq \text{GW} < \text{Messwert} + \text{MU}$$

( $\hat{=}$   $\text{GW} - \text{MU} < \text{Messwert} \leq \text{GW} + \text{MU}$ )



Emissionsbegrenzung nicht sicher eingehalten jedoch (noch) nicht überschritten; Prüfung erforderlich!



Prüfschritt 1: Überprüfung des Messverfahrens auf Stand der Messtechnik



(z. B. Messverfahren geeignet,



(z. B. ungeeignetes Messverfahren,





# Beurteilung der Ergebnisse von Einzelmessungen

→ excel-Arbeitsblatt

Kontrolle Emissionsmessbericht													LfULG, Poppitz		NOx <b>Bewertung</b> Wert ± MUabs	bei Minimierungsgebot sichere Einhaltung erforderlich !					
Nachrechnung und Bewertung - unter Berücksichtigung von O2-Bezug, MU und Rundung													26.10.2010								
Messung: Beispiel 1; BHKW																					
NOx GW	Runde- stelle		O2- Bez.	Messung Nr.	NO	NO2	O2	NOx	NO2- Anteil	NOx Wert	NOx MUabs	NOx MUrel	NOx Wert - MUabs	NOx Wert + MUabs	NOx Bewertung						
	Ru.	Abr.			Rohwert	Rohwert	Rohwert	Wert		Wert	MUabs	MUrel	Wert - MUabs	Wert + MUabs	Wert ± MUabs						
g/m³			%		ppm tr.	ppm tr.	Vol% tr.	g/m³ i.N., tr.	%	g/m³ i.N.,tr.,b.	g/m³ i.N.,tr.,b.	% vom Wert	gerundet g/m³ i. N., tr., bez.	gerundet g/m³ i. N., tr., bez.	NOx Bewertung						
i.N.,tr.,bez.															Wert ± MUabs						
0,50	2	3	5	1	194	1,5	6,6	0,401	0,8	0,445	0,050	11,2	0,40	0,50	GW sicher eingehalten						
0,50	2	3	5	2	194	5,2	6,6	0,408	2,6	0,453	0,050	11,0	0,40	0,50	GW sicher eingehalten						
0,50	2	3	5	3	171,4	11,4	6,3	0,375	6,2	0,407	0,050	12,3	0,36	0,46	GW sicher eingehalten						
Bemerkung:													NO2-Konzentration ungewöhnlich klein, vor allem bei Messung 1 ! (Relation: i. d. R. > 10 %)								
Messung: Beispiel 2; BHKW																					
NOx GW	Runde- stelle		O2- Bez.	Messung Nr.	NO	NO2	O2	NOx	NO2- Anteil	NOx Wert	NOx MUabs	NOx MUrel	NOx Wert - MUabs	NOx Wert + MUabs	NOx Bewertung		bei Minimierungsgebot sichere Einhaltung erforderlich !				
	Ru.	Abr.			Rohwert	Rohwert	Rohwert	Wert		Wert	MUabs	MUrel	Wert - MUabs	Wert + MUabs	Wert ± MUabs						
g/m³			%		ppm tr.	ppm tr.	Vol% tr.	g/m³ i.N., tr.	%	g/m³ i.N.,tr.,b.	g/m³ i.N.,tr.,b.	% vom Wert	gerundet g/m³ i. N., tr., bez.	gerundet g/m³ i. N., tr., bez.	NOx Bewertung						
i.N.,tr.,bez.															Wert ± MUabs						
0,5	1	2	5	1	218		6,3	0,448		0,48	0,05	10,4	0,40	0,50	GW sicher eingehalten						
0,5	1	2	5	2	225		6,2	0,462		0,49	0,05	10,2	0,40	0,50	GW sicher eingehalten						