

Calculation formulae, fuels and
parameters |
*Berechnungsformeln, Brenn-
stoffe und Parameter*

Testo Flue gas analyzers |
Testo Abgasanalysegeräte

2020-05-26

Errors and omissions excepted | *Angaben ohne Gewähr*

Contents | *Inhalt*

1	Calculation formulae testo 310 <i>Berechnungsformeln testo 310</i>.....	1
1.1	Calculation basis area version 1 <i>Berechnungsgrundlage Gebietsversion 1</i>	1
1.1.1	Carbon dioxide <i>Kohlendioxid</i>	1
1.1.2	Efficiency <i>Wirkungsgrad</i>	1
1.1.3	Air ratio <i>Luftverhältniszahl</i>	2
1.1.4	Excess Air <i>Luftüberschuss</i>	2
1.1.5	Carbon monoxide undiluted <i>Kohlenmonoxid unverdünnt</i>	2
1.2	Calculation basis area version 2 <i>Berechnungsgrundlage Gebietsversion 2</i>	2
1.2.1	Carbon dioxide <i>Kohlendioxid</i>	2
1.2.2	Efficiency <i>Wirkungsgrad</i>	3
1.2.3	Air ratio <i>Luftverhältniszahl</i>	3
1.2.4	Poison index <i>Giftindex</i>	3
1.2.5	Excess Air <i>Luftüberschuss</i>	3
1.2.6	Carbon monoxide undiluted <i>Kohlenmonoxid unverdünnt</i>	4
1.3	Calculation basis area version 3, 4, 5 <i>Berechnungsgrundlage Gebietsversion 3, 4, 5</i>	4
1.3.1	Carbon dioxide <i>Kohlendioxid</i>	4
1.3.2	Flue gas loss <i>Abgasverlust</i>	4
1.3.3	Efficiency <i>Wirkungsgrad</i>	4
1.3.4	Heat of condensation (Specific area version 5 <i>Kondensationswärme (Speziell zur Gebietsversion 5)</i>	5
1.3.5	Air ratio <i>Luftverhältniszahl</i>	5
1.3.6	Carbon monoxide undiluted <i>Kohlenmonoxid unverdünnt</i>	5
1.3.7	Poison index (Specific area version 3) <i>Giftindex (Speziell zur Landesversion 3)</i>	5
2	Fuels and parameters testo 310 <i>Brennstoffe und Parameter testo 310</i>.....	6
2.1	Area version 1 <i>Gebietsversion 1</i>	6
2.2	Area version 2 <i>Gebietsversion 2</i>	6
2.3	Area version 3 <i>Gebietsversion 3</i>	6
2.4	Area version 4 <i>Gebietsversion 4</i>	7
2.5	Area version 5 <i>Gebietsversion 5</i>	7
3	Calculation formulae testo 320 <i>Berechnungsformeln testo 320</i>.....	8
3.1	Calculation basis Germany <i>Berechnungsgrundlage Deutschland</i>	8
3.1.1	Carbon dioxide <i>Kohlendioxid</i>	8
3.1.2	Flue gas loss <i>Abgasverlust</i>	8
3.1.2.1	All country-specific versions (except Austria, Japan) <i>Alle Landesversionen (ausgenommen Österreich, Japan)</i>	8
3.1.2.2	Country-specific versions (Austria, Japan) <i>Landesversionen (Österreich, Japan)</i>	9

3.1.3	Efficiency <i>Wirkungsgrad</i>	9
3.1.4	Heat of condensation (Country-specific version Italy <i>Kondensationswärme (Landesversion Italien)</i>)	9
3.1.5	Air ratio <i>Luftverhältniszahl</i>	9
3.1.6	Carbon monoxide undiluted <i>Kohlenmonoxid unverdünnt</i>	9
3.1.7	Flue gas dew point temperature <i>Abgastaupunkt-Temperatur</i>	10
3.1.8	Poison index (Country-specific version Netherlands) <i>Giftindex (Landesversion Niederlande)</i>	10
3.1.9	Conversion from ppm to mg/m ³ <i>Umrechnung von ppm in mg/m³</i>	10
3.1.9.1	All country-specific versions (except Japan) <i>Alle Landesversionen (ausgenommen Japan)</i>	10
3.1.9.2	Country-specific version Japan <i>Landesversion Japan</i>	10
3.1.10	Efficiency related to calorific value (Country-specific version Belgium) <i>Wirkungsgrad bezogen auf Brennwert (Landesversion Belgien)</i>	11
3.2	Calculation basis Great Britain <i>Berechnungsgrundlage Großbritannien</i>	11
3.2.1	Carbon dioxide <i>Kohlendioxid</i>	11
3.2.2	Efficiency <i>Wirkungsgrad</i>	11
3.2.3	Air ratio <i>Luftverhältniszahl</i>	12
3.2.4	Poison index <i>Giftindex</i>	12
3.2.5	Excess Air <i>Luftüberschuss</i>	12
3.2.6	Carbon monoxide undiluted <i>Kohlenmonoxid unverdünnt</i>	12
3.2.7	Flue gas dew point temperature <i>Abgastaupunkt-Temperatur</i>	12
3.2.8	Conversion from ppm to mg/m ³ <i>Umrechnung von ppm in mg/m³</i>	13
3.3	Calculation basis USA <i>Berechnungsgrundlage USA</i>	13
3.3.1	Carbon dioxide <i>Kohlendioxid</i>	13
3.3.2	Efficiency <i>Wirkungsgrad</i>	13
3.3.3	Air ratio <i>Luftverhältniszahl</i>	14
3.3.4	Carbon monoxide undiluted <i>Kohlenmonoxid unverdünnt</i>	14
3.3.5	Flue gas dew point temperature <i>Abgastaupunkt-Temperatur</i>	14
3.3.6	Conversion from ppm to mg/m ³ <i>Umrechnung von ppm in mg/m³</i>	14
4	Fuels and parameters testo 320 <i>Brennstoffe und Parameter testo 320</i>	15
4.1	Austria <i>Österreich</i>	15
4.2	Belgium <i>Belgien</i>	15
4.3	Bulgaria <i>Bulgarien</i>	16
4.4	China <i>China</i>	16
4.5	CIS <i>GUS</i>	16
4.6	Croatia <i>Kroatien</i>	17
4.7	Czech Republic <i>Tschechien</i>	17
4.8	Denmark <i>Dänemark</i>	17
4.9	Germany <i>Deutschland</i>	18
4.10	Great Britain <i>Großbritannien</i>	18
4.11	Greece <i>Griechenland</i>	18
4.12	Hungary <i>Ungarn</i>	19
4.13	Italy <i>Italien</i>	19
4.14	Japan <i>Japan</i>	19
4.15	Netherlands <i>Niederlande</i>	20

4.16	France <i>Frankreich</i>	20
4.17	Poland <i>Polen</i>	21
4.18	Portugal <i>Portugal</i>	21
4.19	Republic of Corea <i>Korea</i>	22
4.20	Romania <i>Rumänien</i>	22
4.21	Slovakia <i>Slowakei</i>	23
4.22	Spain <i>Spanien</i>	23
4.23	Sweden <i>Schweden</i>	23
4.24	Thailand <i>Thailand</i>	24
4.25	Turkey <i>Türkei</i>	24
4.26	USA <i>USA</i>	25
5	Calculation formulae testo 330 <i>Berechnungsformeln testo 330</i>.....	26
5.1	Calculation basis Germany <i>Berechnungsgrundlage Deutschland</i>	26
5.1.1	Carbon dioxide <i>Kohlendioxid</i>	26
5.1.2	Flue gas loss <i>Abgasverlust</i>	26
5.1.2.1	All country-specific versions (except Austria, Japan) <i>Alle Landesversionen (ausgenommen Österreich, Japan)</i>	26
5.1.2.2	Country-specific versions (Austria, Japan) <i>Landesversionen (Österreich, Japan)</i>	27
5.1.3	Efficiency <i>Wirkungsgrad</i>	27
5.1.4	Heat of condensation (Country-specific version Italy) <i>Kondensationswärme (Landesversion Italien)</i>	27
5.1.5	Air ratio <i>Luftverhältniszahl</i>	27
5.1.6	Nitrogen oxide <i>Stickstoffoxide</i>	27
5.1.7	Carbon monoxide undiluted <i>Kohlenmonoxid unverdünnt</i>	28
5.1.8	Flue gas dew point temperature <i>Abgastaupunkt-Temperatur</i>	28
5.1.9	Poison index (Country-specific version Netherlands) <i>Giftindex (Landesversion Niederlande)</i>	28
5.1.10	Conversion from ppm to mg/m ³ <i>Umrechnung von ppm in mg/m³</i>	28
5.1.10.1	All country-specific versions (except Japan) <i>Alle Landesversionen (ausgenommen Japan)</i>	28
5.1.10.2	Country-specific version Japan <i>Landesversion Japan</i>	29
5.1.11	Efficiency related to calorific value (Country-specific version Belgium) <i>Wirkungsgrad bezogen auf Brennwert (Landesversion Belgien)</i>	29
5.2	Calculation basis Great Britain <i>Berechnungsgrundlage Großbritannien</i>	29
5.2.1	Carbon dioxide <i>Kohlendioxid</i>	29
5.2.2	Efficiency <i>Wirkungsgrad</i>	30
5.2.3	Air ratio <i>Luftverhältniszahl</i>	30
5.2.4	Poison index <i>Giftindex</i>	30
5.2.5	Excess Air <i>Luftüberschuss</i>	30
5.2.6	Nitrogen oxide <i>Stickstoffoxide</i>	31
5.2.7	Carbon monoxide undiluted <i>Kohlenmonoxid unverdünnt</i>	31
5.2.8	Flue gas dew point temperature <i>Abgastaupunkt-Temperatur</i>	31
5.2.9	Conversion from ppm to mg/m ³ <i>Umrechnung von ppm in mg/m³</i>	31
5.3	Calculation basis USA <i>Berechnungsgrundlage USA</i>	32
5.3.1	Carbon dioxide <i>Kohlendioxid</i>	32
5.3.2	Efficiency <i>Wirkungsgrad</i>	32

5.3.3	Air ratio <i>Luftverhältniszahl</i>	32
5.3.4	Nitrogen oxide <i>Stickstoffoxide</i>	33
5.3.5	Carbon monoxide undiluted <i>Kohlenmonoxid unverdünnt</i>	33
5.3.6	Flue gas dew point temperature <i>Abgastaupunkt-Temperatur</i>	33
5.3.7	Conversion from ppm to mg/m ³ <i>Umrechnung von ppm in mg/m³</i>	33
6	Fuels and parameters testo 330 <i>Brennstoffe und Parameter testo 330</i>	34
6.1	Austria <i>Österreich</i>	34
6.2	Belgium <i>Belgien</i>	34
6.3	Bulgaria <i>Bulgarien</i>	35
6.4	China <i>China</i>	35
6.5	CIS <i>GUS</i>	36
6.6	Croatia <i>Kroatien</i>	36
6.7	Czech Republic <i>Tschechien</i>	36
6.8	Denmark <i>Dänemark</i>	37
6.9	Germany <i>Deutschland</i>	37
6.10	Great Britain <i>Großbritannien</i>	37
6.11	Greece <i>Griechenland</i>	38
6.12	Hungary <i>Ungarn</i>	38
6.13	Italy <i>Italien</i>	39
6.14	Japan <i>Japan</i>	39
6.15	Netherlands <i>Niederlande</i>	39
6.16	France <i>Frankreich</i>	40
6.17	Poland <i>Polen</i>	40
6.18	Portugal <i>Portugal</i>	41
6.19	Republic of Korea <i>Korea</i>	41
6.20	Romania <i>Rumänien</i>	42
6.21	Slovakia <i>Slowakei</i>	42
6.22	Spain <i>Spanien</i>	43
6.23	Sweden <i>Schweden</i>	43
6.24	Swiss <i>Schweiz</i>	44
6.25	Thailand <i>Thailand</i>	44
6.26	Turkey <i>Türkei</i>	44
6.27	USA <i>USA</i>	45
7	Calculation formulae testo 340 <i>Berechnungsformeln testo 340</i>	46
7.1	Calculation basis Germany <i>Berechnungsgrundlage Deutschland</i>	46
7.1.1	Carbon dioxide <i>Kohlendioxid</i>	46
7.1.2	Flue gas loss <i>Abgasverlust</i>	46
7.1.2.1	All country-specific versions (except Austria, Belgium, Japan) <i>Alle Landesversionen (ausgenommen Österreich, Belgien, Japan)</i>	46
7.1.2.2	Country-specific versions (Austria, Belgium, Japan) <i>Landesversionen (Österreich, Belgien, Japan)</i>	47
7.1.3	Efficiency <i>Wirkungsgrad</i>	47
7.1.4	Air ratio <i>Luftverhältniszahl</i>	47
7.1.5	Poison index (country-specific Netherlands) <i>Giftindex (Landesversion Niederlande)</i>	47

7.1.6	Nitrogen oxide <i>Stickstoffoxide</i>	48
7.1.7	Carbon monoxide undiluted <i>Kohlenmonoxid unverdünnt</i>	48
7.1.8	Flue gas dew point temperature <i>Abgastaupunkt-Temperatur</i>	48
7.1.9	Flow speed <i>Strömungsgeschwindigkeit</i>	48
7.1.10	Air flow <i>Volumenstrom</i>	48
7.1.11	Mass flow <i>Massenstrom</i>	49
7.1.12	Conversion from ppm to mg/m ³ <i>Umrechnung von ppm in mg/m³</i>	49
7.1.12.1	All country-specific versions (except Japan) <i>Alle Landesversionen (ausgenommen Japan)</i>	49
7.1.12.2	Country-specific version Japan <i>Landesversion Japan</i>	50
7.1.12.3	Country-specific version China <i>Landesversion China</i>	50
7.1.12.4	Country-specific version Greece <i>Landesversion Griechenland</i>	50
7.1.13	Efficiency related to calorific value (Country-specific version Belgium) <i>Wirkungsgrad bezogen auf Brennwert (Landesversion Belgien)</i>	50
7.2	Calculation basis Great Britain <i>Berechnungsgrundlage Großbritannien</i>	51
7.2.1	Carbon dioxide <i>Kohlendioxid</i>	51
7.2.2	Efficiency <i>Wirkungsgrad</i>	51
7.2.3	Air ratio <i>Luftverhältniszahl</i>	51
7.2.4	Excess Air <i>Luftüberschuss</i>	52
7.2.5	Nitrogen oxide <i>Stickstoffoxide</i>	52
7.2.6	Carbon monoxide undiluted <i>Kohlenmonoxid unverdünnt</i>	52
7.2.7	Flue gas dew point temperature <i>Abgastaupunkt-Temperatur</i>	52
7.2.8	Flow speed <i>Strömungsgeschwindigkeit</i>	52
7.2.9	Air flow <i>Volumenstrom</i>	53
7.2.10	Mass flow <i>Massenstrom</i>	53
7.2.11	Conversion from ppm to mg/m ³ <i>Umrechnung von ppm in mg/m³</i>	53
7.2.12	Country-specific version China / <i>Landesversion China</i>	54
7.3	Calculation basis USA <i>Berechnungsgrundlage USA</i>	54
7.3.1	Carbon dioxide <i>Kohlendioxid</i>	54
7.3.2	Efficiency <i>Wirkungsgrad</i>	55
7.3.3	Air ratio <i>Luftverhältniszahl</i>	55
7.3.4	Nitrogen oxide <i>Stickstoffoxide</i>	55
7.3.5	Carbon monoxide undiluted <i>Kohlenmonoxid unverdünnt</i>	55
7.3.6	Flue gas dew point temperature <i>Abgastaupunkt-Temperatur</i>	56
7.3.7	Flow speed <i>Strömungsgeschwindigkeit</i>	56
7.3.8	Air flow <i>Volumenstrom</i>	56
7.3.9	Mass flow	56
7.3.10	Conversion from ppm to mg/m ³ <i>Umrechnung von ppm in mg/m³</i>	57
8	Fuels and parameters testo 340 <i>Brennstoffe und Parameter testo 340</i>	58
8.1	Austria <i>Österreich</i>	58
8.2	Belgium <i>Belgien</i>	58
8.3	Bulgaria <i>Bulgarien</i>	59
8.4	China <i>China</i>	59
8.5	CIS <i>GUS</i>	60
8.6	Czech Republic <i>Tschechien</i>	60
8.7	Finland <i>Finnland</i>	61

8.8	France <i>Frankreich</i>	61
8.9	Germany <i>Deutschland</i>	62
8.10	Great Britain <i>Großbritannien</i>	62
8.11	Hungary <i>Ungarn</i>	63
8.12	Italy <i>Italien</i>	63
8.13	Japan <i>Japan</i>	63
8.14	Latin America <i>Latein-Amerika</i>	64
8.15	Mexico <i>Mexiko</i>	64
8.16	Netherlands <i>Niederlande</i>	64
8.17	Poland <i>Polen</i>	65
8.18	Romania <i>Rumänien</i>	65
8.19	Republic of Korea <i>Korea</i>	66
8.20	Spain <i>Spanien</i>	66
8.21	Sweden <i>Schweden</i>	67
8.22	Thailand <i>Thailand</i>	67
8.23	Turkey <i>Türkei</i>	68
8.24	USA <i>USA</i>	68
9	Calculation formulae testo 350 <i>Berechnungsformeln testo 350</i>.....	69
9.1	Calculation basis Germany <i>Berechnungsgrundlage Deutschland</i>	69
9.1.1	Carbon dioxide <i>Kohlendioxid</i>	69
9.1.2	Flue gas loss <i>Abgasverlust</i>	69
9.1.2.1	Country-specific versions Germany, Swiss <i>Landesversionen Deutschland, Schweiz</i>	69
9.1.2.2	Country-specific version (except Great Britain, China, Korea, Latin America, Vietnam) <i>Landesversion (außer Großbritannien, China, Korea, Lateinamerika, Vietnam)</i>	70
9.1.3	Efficiency <i>Wirkungsgrad</i>	70
9.1.3.1	Country-specific versions Germany, Swiss <i>Landesversionen Deutschland, Schweiz</i>	70
9.1.3.2	Country-specific versions (except Great Britain, China, Korea, Latin America, Vietnam) <i>Landesversion (außer Großbritannien, China, Korea, Lateinamerika, Vietnam)</i>	70
9.1.4	Heat of condensation (Country-specific version Italy <i>Kondensationswärme (Landesversion Italien)</i>	70
9.1.5	Air ratio <i>Luftverhältniszahl</i>	70
9.1.6	Nitrogen oxide <i>Stickstoffoxide</i>	71
9.1.7	Carbon monoxide undiluted <i>Kohlenmonoxid unverdünnt</i>	71
9.1.8	Flue gas dew point temperature <i>Abgastaupunkt-Temperatur</i>	71
9.1.9	Flow speed <i>Strömungsgeschwindigkeit</i>	71
9.1.10	Air flow <i>Volumenstrom</i>	72
9.1.11	Mass flow <i>Massenstrom</i>	72
9.1.12	Conversion from ppm to mg/m ³ <i>Umrechnung von ppm in mg/m³</i>	72
9.1.12.1	All country-specific versions (except Japan) <i>Alle Landesversionen (ausgenommen Japan)</i>	73
9.1.12.2	Country-specific version Japan and China <i>Landesversion Japan and China</i>	73
9.1.13	Conversion from ppm to g/GJ <i>Umrechnung von ppm in g/GJ</i>	74
9.1.14	O ₂ Nass-Wert <i>O₂ Nass-Wert</i>	74
9.1.14.1	Country-specific version Netherlands <i>Landesversion Niederlande</i>	74
9.1.15	Giftindex <i>Giftindex</i>	74
9.1.15.1	Country-specific version Netherlands <i>Landesversion Niederlande</i>	74

9.2	Calculation basis Great Britain <i>Berechnungsgrundlage Großbritannien</i>	74
9.2.1	Carbon dioxide <i>Kohlendioxid</i>	74
9.2.2	Efficiency <i>Wirkungsgrad</i>	75
9.2.2.1	Country-specific version Great Britain <i>Landesversion Großbritannien</i>	75
9.2.2.2	Country-specific version China <i>Landesversion China</i>	75
9.2.3	Air ratio <i>Luftverhältniszahl</i>	76
9.2.4	Poison index <i>Giftindex</i>	76
9.2.5	Excess Air <i>Luftüberschuss</i>	76
9.2.6	Nitrogen oxide <i>Stickstoffoxide</i>	76
9.2.7	Carbon monoxide undiluted <i>Kohlenmonoxid unverdünnt</i>	77
9.2.8	Flue gas dew point temperature <i>Abgastaupunkt-Temperatur</i>	77
9.2.9	Flow speed <i>Strömungsgeschwindigkeit</i>	77
9.2.10	Air flow <i>Volumenstrom</i>	77
9.2.11	Mass flow <i>Massenstrom</i>	78
9.2.12	Conversion from ppm to mg/m ³ <i>Umrechnung von ppm in mg/m³</i>	78
9.2.12.1	Country-specific version Great Britain <i>Landesversion Großbritannien</i>	78
9.2.12.2	Country-specific version China <i>Landesversion China</i>	79
9.3	Calculation basis USA <i>Berechnungsgrundlage USA</i>	79
9.3.1	Carbon dioxide <i>Kohlendioxid</i>	79
9.3.2	Efficiency <i>Wirkungsgrad</i>	79
9.3.3	Excess Air <i>Luftüberschuss</i>	79
9.3.4	Nitrogen oxide <i>Stickstoffoxide</i>	80
9.3.5	Carbon monoxide undiluted <i>Kohlenmonoxid unverdünnt</i>	80
9.3.6	Flue gas dew point temperature <i>Abgastaupunkt-Temperatur</i>	80
9.3.7	Flow speed <i>Strömungsgeschwindigkeit</i>	80
9.3.8	Air flow <i>Volumenstrom</i>	81
9.3.9	Mass flow	81
9.3.10	Conversion from ppm to mg/m ³ <i>Umrechnung von ppm in mg/m³</i>	81
9.3.11	Conversion from ppm to lbs/mBTU <i>Umrechnung von ppm in lbs/mBTU</i>	82
10	Fuels and parameters testo 350 <i>Brennstoffe und Parameter testo 350</i>	83
10.1	Austria <i>Österreich</i>	83
10.2	Belgium <i>Belgien</i>	84
10.3	Bulgaria <i>Bulgarien</i>	84
10.4	CIS <i>GUS</i>	85
10.5	China <i>China</i>	85
10.6	Czech Republic <i>Tschechien</i>	86
10.7	Denmark <i>Dänemark</i>	86
10.8	France <i>Frankreich</i>	87
10.9	Germany <i>Deutschland</i>	87
10.10	Great Britain <i>Großbritannien</i>	88
10.11	Hungary <i>Ungarn</i>	88
10.12	Italy <i>Italien</i>	89
10.13	Japan <i>Japan</i>	89
10.14	Latin America <i>Latein-Amerika</i>	90

10.15 Netherlands <i>Niederlande</i>	90
10.16 Poland <i>Polen</i>	91
10.17 Portugal <i>Portugal</i>	91
10.18 Republic of Korea <i>Korea</i>	92
10.19 Romania <i>Rumänien</i>	92
10.20 Spain <i>Spanien</i>	93
10.21 Sweden <i>Schweden</i>	93
10.22 Swiss <i>Schweiz</i>	94
10.23 Turkey <i>Türkei</i>	94
10.24 USA <i>USA</i>	95
10.25 Vietnam <i>Vietnam</i>	96

1 Calculation formulae testo 310 | *Berechnungsformeln testo 310*

1.1 Calculation basis area version 1 | *Berechnungsgrundlage Gebietsversion 1*

1.1.1 Carbon dioxide | *Kohlendioxid*

$$CO_2 = \frac{CO_{2max} \times (O_{2ref} - O_2)}{O_{2ref}}$$

CO₂max: Fuel-specific carbon dioxide value | *Brennstoffspezifischer Kohlendioxidwert*

O₂ref: O₂ Reference value | *O₂-Referenzwert*

O₂: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

1.1.2 Efficiency | *Wirkungsgrad*

$$\eta = 100 - \left((FT - AT) \times \left(\frac{A2}{O_{2ref} - O_2} + B \right) - K_k \right)$$

FT: Flue gas temperature | *Abgastemperatur*

AT: Ambient air temperature | *Umgebungslufttemperatur*

A2 / B: Fuel-specific parameters | *Brennstoff-spezifische Parameter*

O₂ref: O₂ Reference value | *O₂-Referenzwert*

O₂: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

K_k: Calculated value taking into account the recovered condensation heat when the dew point is undershot (for fuel value systems) | *Berechneter Wert zur Berücksichtigung der rückgewonnenen Kondensationswärme bei Taupunktunterschreitung (für Brennwertanlagen)*

1.1.3 Air ratio | Luftverhältniszahl

$$\lambda = \left(\frac{O_2 - \frac{CO}{2}}{0.26582 \cdot (100 - O_2 - CO_2 - CO) - (O_2 - \frac{CO}{2})} \right) \cdot 100$$

O₂: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

CO: Measured carbon monoxide content | *Gemessener Kohlenmonoxidgehalt*

CO₂: Calculated carbon dioxide value in % | *Berechneter Kohlendioxidwert in %*

1.1.4 Excess Air | Luftüberschuss

$$\text{ExAir} = \left(\frac{21\%}{21\% - O_2} - 1 \right) \times 100$$

21%: O₂ level of air | *O₂-Gehalt von Luft*

O₂: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

1.1.5 Carbon monoxide undiluted | Kohlenmonoxid unverdünnt

$$uCO = CO \times \lambda$$

CO: Measured carbon monoxide content | *Gemessener Kohlenmonoxidgehalt*

λ: Calculated air ratio | *Berechnete Luftverhältniszahl*

1.2 Calculation basis area version 2 | Berechnungsgrundlage Gebietsversion 2

1.2.1 Carbon dioxide | Kohlendioxid

$$CO_2 = \frac{CO_{2\max} \times (O_{2\text{ref}} - O_2)}{O_{2\text{ref}}}$$

CO₂max: Fuel-specific carbon dioxide value | *Brennstoffspezifischer Kohlendioxidwert*

O₂ref: O₂ Reference value | *O₂-Referenzwert*

O₂: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

1.2.2 Efficiency | Wirkungsgrad

Calorific value range taken into account: | *Mit Berücksichtigung Brennwertbereich:*

$$EffG = 100 - \left(\left(\frac{K_{gr} \cdot (FT - AT)}{CO_2} \right) + \left(\frac{(MH_2O + 9 \cdot H) \cdot (2488 + 2.1 \cdot FT - 4.2 \cdot AT)}{Q_{gr} \cdot 1000} \right) + \left(\frac{K1 \cdot CO}{CO_2 + CO} \right) \right)$$

Calorific value range not taken into account: | *Ohne Berücksichtigung Brennwertbereich:*

$$EffN = 100 - \left(\left(\frac{K_{net} \cdot (FT - AT)}{CO_2} \right) + \left(\frac{(MH_2O + 9 \cdot H) \cdot (210 + 2.1 \cdot FT - 4.2 \cdot AT)}{Q_{net} \cdot 1000} \right) + \left(\frac{K1 \cdot Q_{gr} \cdot CO}{Q_{net} \cdot (CO_2 + CO)} \right) \right)$$

Kgr / Knet / Qgr / Qnet / K1 / MH₂O / H:

Fuel-specific factors | *Brennstoff-spezifische Faktoren*

FT: Flue gas temperature | *Abgastemperatur*

AT: Ambient air temperature | *Umgebungslufttemperatur*

CO: Measured carbon monoxide content | *Gemessener Kohlenmonoxidgehalt*

CO₂: Calculated carbon dioxide value in % | *Berechneter Kohlendioxidwert in %*

1.2.3 Air ratio | Luftverhältniszahl

$$\lambda = \frac{CO_{2max}}{CO_2}$$

CO₂max: Fuel-specific carbon dioxide value | *Brennstoffspezifischer Kohlendioxidwert*

CO₂: Calculated carbon dioxide value in % | *Berechneter Kohlendioxidwert in %*

1.2.4 Poison index | Giftindex

$$\text{ratio} = \frac{CO}{CO_2 \cdot 10000}$$

CO: Measured carbon monoxide content | *Gemessener Kohlenmonoxidgehalt*

CO₂: Calculated carbon dioxide value in % | *Berechneter Kohlendioxidwert in %*

1.2.5 Excess Air | Luftüberschuss

$$ExAir = \left(\frac{21\%}{21\% - O_2} - 1 \right) \times 100$$

21%: O₂ level of air | *O₂-Gehalt von Luft*

O₂: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

1.2.6 Carbon monoxide undiluted | *Kohlenmonoxid unverdünnt*

$$u_{CO} = CO \times \lambda$$

CO: Measured carbon monoxide content | *Gemessener Kohlenmonoxidgehalt*

λ : Calculated air ratio | *Berechnete Luftverhältniszahl*

1.3 Calculation basis area version 3, 4, 5 | *Berechnungsgrundlage Gebietsversion 3, 4, 5*

1.3.1 Carbon dioxide | *Kohlendioxid*

$$CO_2 = \frac{CO_{2max} \times (O_{2ref} - O_2)}{O_{2ref}}$$

CO₂max: Fuel-specific carbon dioxide value | *Brennstoffspezifischer Kohlendioxidwert*

O₂ref: O₂ Reference value | *O₂-Referenzwert*

O₂: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

1.3.2 Flue gas loss | *Abgasverlust*

$$q_A = \left((FT - AT) \times \left(\frac{A_2}{O_{2ref} - O_2} + B \right) \right) - K_k$$

FT: Flue gas temperature | *Abgastemperatur*

AT: Ambient air temperature | *Umgebungslufttemperatur*

A₂ / B: Fuel-specific parameters | *Brennstoff-spezifische Parameter*

O₂ref: O₂ Reference value | *O₂-Referenzwert*

O₂: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

K_k: Calculated value taking into account the recovered condensation heat when the dew point is undershot (for fuel value systems) | *berechneter Wert zur Berücksichtigung der rückgewonnenen Kondensationswärme bei Taupunktunterschreitung (für Brennwertanlagen)*

1.3.3 Efficiency | *Wirkungsgrad*

$$\eta = 100 - q_A$$

q_A: Calculated flue gas loss | *berechneter Abgasverlust*

1.3.4 Heat of condensation (Specific area version 5 | Kondensationswärme (Speziell zur Gebietsversion 5)

$$ET [\%] = \eta^+ - [100 - qA]$$

qA: Calculated flue gas loss | *berechneter Abgasverlust*

1.3.5 Air ratio | Luftverhältniszahl

$$\lambda = \frac{CO_{2max}}{CO_2}$$

CO₂max: Fuel-specific carbon dioxide value | *Brennstoffspezifischer Kohlendioxidwert*

CO₂: Calculated carbon dioxide value in % | *Berechneter Kohlendioxidwert in %*

1.3.6 Carbon monoxide undiluted | Kohlenmonoxid unverdünnt

$$uCO = CO \times \lambda$$

CO: Measured carbon monoxide content | *Gemessener Kohlenmonoxidgehalt*

λ: Calculated air ratio | *Berechnete Luftverhältniszahl*

1.3.7 Poison index (Specific area version 3) | Giftindex (Speziell zur Landesversion 3)

$$GI = \frac{CO}{CO_2 \cdot 100}$$

CO: Measured carbon monoxide content | *Gemessener Kohlenmonoxidgehalt*

CO₂: Calculated carbon dioxide value in % | *Berechneter Kohlendioxidwert in %*

2 Fuels and parameters testo 310 | Brennstoffe und Parameter testo 310

2.1 Area version 1 | Gebietsversion 1

Brennstoff	A2	B	CO _{2max} [Vol. %]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}
Natural Gas	0,5924	0,0010	11,7	7,91	8,70
Propane	0,5978	0,0013	13,8	22,31	24,37
Fueloil #2	0,6385	0,0017	15,7	10,40	11,10
Bioheat	0,6000	0,0061	15,4	10,48	11,19
Wood 20% M	0,6194	0,0024	20,0	3,64	3,66

2.2 Area version 2 | Gebietsversion 2

Fuel	CO _{2MAX} [Vol. %]	K _{gr} [1/K]	K _{net} [1/K]	K1 [-]	H [% by weight]	MH ₂ O [% by weight]	Q _{gr} [MJ/kg]	Q _{net} [MJ/kg]
Natural Gas	11,90	0,35	0,39	40,00	24,40	0,00	53,42	48,16
LPG	13,80	0,42	0,45	47,00	17,90	0,00	49,93	46,04
Butane	14,10	0,43	0,46	48,00	17,20	0,00	49,30	45,80
Propane	13,80	0,42	0,45	48,00	18,20	0,00	50,00	46,30
Light Oil	15,50	0,48	0,51	53,00	13,00	0,00	45,60	42,80
Kerosene	15,40	0,47	0,51	52,36	13,60	0,00	46,56	43,12
Heavy Oil	15,80	0,51	0,54	54,00	11,50	0,20	42,90	40,50
Wood Pellets	20,70	0,63	0,69	70,20	5,10	15,00	17,12	15,60

2.3 Area version 3 | Gebietsversion 3

Brennstoff	A2	B	CO _{2max} [Vol. %]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}
Natural gas Hb ¹	0,6230	0,0080	11,7	7,71	8,43
Natural gas Ho ²	0,6910	0,0090	11,7	7,71	8,43
Propane Hb ¹	0,6190	0,0066	13,7	22,30	24,40
Propane Ho ²	0,6730	0,0070	13,7	22,30	24,40
Butane Ho ²	0,6660	0,0100	14,0	30,07	32,40
LPG Ho ²	0,6580	0,0073	13,8	25,23	27,51
Light oil	0,6800	0,0070	15,5	10,52	11,30
Wood pellets	0,6200	0,0081	20,0	4,07	4,13

¹ based on calorific value | *bezogen auf Brennwert*

² based on heat value | *bezogen auf Heizwert*

2.4 Area version 4 | Gebietsversion 4

Brennstoff	A2	B	CO _{2max} [Vol. %]	V _{AG trmin}	H _{2O max} [Vol.-%]
Natural Gas	0,6600	0,0090	11,9	8,36	21,98
Propane	0,5826	0,0097	13,7	22,31	17,62
Butane	0,6660	0,0100	14,0	30,07	17,24
Coke oven gas	0,6000	0,0110	10,3	3,86	28,76
Town gas	0,6300	0,0110	13,6	3,61	26,04
Light oil	0,6800	0,0070	15,4	10,53	14,15
Heavy oil	0,8060	0,0000	15,9	10,09	12,88
Gas oil A	0,6710	0,0069	15,0	10,53	14,15
Wood 15% w	0,6860	0,0096	20,3	3,87	19,59

2.5 Area version 5 | Gebietsversion 5

Brennstoff	A2	B	CO _{2max} [Vol. %]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}
Natural Gas	0,6600	0,0100	11,7	8,52	9,52
Propane	0,6300	0,0080	13,9	23,80	25,90
Butane	0,6300	0,0080	13,9	28,15	30,95
Light oil	0,6800	0,0070	15,1	10,40	11,20
Heavy oil	0,6800	0,0070	15,7	10,09	10,73
Wood pellets	0,6200	0,0081	20,0	4,07	4,13
Wood 15% w	0,6860	0,0096	20,0	3,87	3,93

3 Calculation formulae testo 320 | Berechnungsformeln testo 320

3.1 Calculation basis Germany | *Berechnungsgrundlage Deutschland*

Formulae are valid for country-specific versions: | *Formeln sind gültig für die Landesversionen:*

Austria | *Österreich*, Belgium | *Belgien*, Bulgaria | *Bulgarien*, Croatia | *Kroatien*, Czech Republic | *Tschechische Republik*, Denmark | *Dänemark*, France | *Frankreich*, Germany | *Deutschland*, Greece | *Griechenland*, Hungary | *Ungarn*, Italy | *Italien*, Japan | *Japan*, Netherlands | *Niederlande*, Poland | *Polen*, Portugal | *Portugal*, Romania | *Rumänien*, Russia | *Russland*, Slovenia | *Slowenien*, Spain | *Spanien*, Sweden | *Schweden*, Turkey | *Türkei*

3.1.1 Carbon dioxide | *Kohlendioxid*

$$\text{CO}_2 = \frac{\text{CO}_{2\text{max}} \times (\text{O}_{2\text{ref}} - \text{O}_2)}{\text{O}_{2\text{ref}}}$$

CO2max: Fuel-specific carbon dioxide value | *Brennstoffspezifischer Kohlendioxidwert*

O2ref: O2 Reference value | *O2-Referenzwert*

O2: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

3.1.2 Flue gas loss | *Abgasverlust*

3.1.2.1 All country-specific versions (except Austria, Japan) | *Alle Landesversionen (ausgenommen Österreich, Japan)*

$$q_A = \left((FT - AT) \times \left(\frac{A_2}{\text{O}_{2\text{ref}} - \text{O}_2} + B \right) \right) - K_k$$

FT: Flue gas temperature | *Abgastemperatur*

AT: Ambient air temperature | *Umgebungslufttemperatur*

A2 / B: Fuel-specific parameters | *Brennstoff-spezifische Parameter*

O2ref: O2 Reference value | *O2-Referenzwert*

O2: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

Kk: Calculated value taking into account the recovered condensation heat when the dew point is undershot (for fuel value systems) | *berechneter Wert zur Berücksichtigung der rückgewonnenen Kondensationswärme bei Taupunktunterschreitung (für Brennwertanlagen)*

3.1.2.2 Country-specific versions (Austria, Japan) | Landesversionen (Österreich, Japan)

$$qA = \left((FT - AT) \times \left(\frac{A2}{O_{2ref} - O_2} + B \right) \right)$$

FT: Flue gas temperature | *Abgastemperatur*

AT: Ambient air temperature | *Umgebungslufttemperatur*

A2 / B: Fuel-specific parameters | *Brennstoff-spezifische Parameter*

O2ref: O2 Reference value | *O2-Referenzwert*

O2: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

3.1.3 Efficiency | Wirkungsgrad

$$\eta = 100 - qA$$

qA: Calculated flue gas loss | *berechneter Abgasverlust*

3.1.4 Heat of condensation (Country-specific version Italy) | Kondensationswärme (Landesversion Italien)

$$ET [\%] = \eta^+ - [100 - qA]$$

qA: Calculated flue gas loss | *berechneter Abgasverlust*

3.1.5 Air ratio | Luftverhältniszahl

$$\lambda = 1 + \frac{V_{AGtrMin}}{V_{LMin}} \cdot \frac{O_2 - \frac{CO}{2}}{O_{2ref} - O_2 + \frac{CO}{2}}$$

VAGtrMin: Dry flue gas volume with stoichiometric combustion | *Trockene Abgasmenge bei stöchiometrischer Verbrennung*

VLMin: Air requirement for stoichiometric combustion of the fuel | *Luftbedarf bei stöchiometrischer Verbrennung des Brennstoffs*

O2ref: O2 Reference value | *O2-Referenzwert*

O2: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

3.1.6 Carbon monoxide undiluted | Kohlenmonoxid unverdünnt

$$uCO = CO \times \lambda$$

CO: Measured carbon monoxide content | *Gemessener Kohlenmonoxidgehalt*

λ : Calculated air ratio | *Berechnete Luftverhältniszahl*

3.1.7 Flue gas dew point temperature | Abgastaupunkt-Temperatur

$$Tp_{AG} = MIN \left[\frac{\ln \left(\frac{F_{H_2O} \times P_{Abs}}{610,78} \right) \times 234,175}{\ln \left(\frac{F_{H_2O} \times P_{Abs}}{610,78} \right) - 17,08085}, FT \right]$$

F_{H_2O} : Flue gas-specific water vapour content as vol.% |
Abgasspezifischer Wasserdampfgehalt in Vol. %

P_{Abs} : Absolute pressure in mbar/hPa | Absolutdruck in mbar/hPa

3.1.8 Poison index (Country-specific version Netherlands) | Giftindex (Landesversion Niederlande)

$$GI = \frac{CO}{CO_2 \cdot 100}$$

CO: Measured carbon monoxide content | Gemessener Kohlenmonoxidgehalt

CO₂: Calculated carbon dioxide value in % | Berechneter Kohlendioxidwert in %

3.1.9 Conversion from ppm to mg/m³ | Umrechnung von ppm in mg/m³

The numerical factor used in the formula (e. g. 1.25 for CO) corresponds to the standard density of the respective gas in mg/m³. | Der in den Formeln verwendete Zahlenfaktor (bspw. 1,25 bei CO) entspricht der Normdichte des jeweiligen Gases in mg/m³.

3.1.9.1 All country-specific versions (except Japan) | Alle Landesversionen (ausgenommen Japan)

$$CO \left[\text{mg/m}^3 \right] = \frac{O_{2ref} - O_{2base}}{O_{2ref} - O_2} \times CO \left[\text{ppm} \right] \times 1,25$$

O_{2ref}: O₂ Reference value | O₂-Referenzwert

O₂: Measured oxygen content as % | Gemessener Sauerstoffgehalt in %

O_{2base}: Fuel-specific oxygen base value as % | brennstoffspezifischer Sauerstoff-Bezugswert in %

3.1.9.2 Country-specific version Japan | Landesversion Japan

$$CO \left[\text{mg/m}^3 \right] = CO \left[\text{ppm} \right] \times 1,25$$

3.1.10 Efficiency related to calorific value (Country-specific version Belgium) | Wirkungsgrad bezogen auf Brennwert (Landesversion Belgien)

$$\eta_{Hs} = 100 - (q_A + CWD) \cdot \frac{100}{(100 + CWD)}$$

$$\eta_{Hs} = 100 - (q_A^* + CWD) \cdot \frac{100}{(100 + CWD)}$$

$$CO_{Hs} \left[\frac{g}{GJ} \right] = CO \left[\frac{g}{GJ} \right] \cdot \frac{100}{(100 + CWD)}$$

$$NOx_{Hs} \left[\frac{g}{GJ} \right] = NOx \left[\frac{g}{GJ} \right] \cdot \frac{100}{(100 + CWD)}$$

3.2 Calculation basis Great Britain | Berechnungsgrundlage Großbritannien

Formulae are valid for country-specific versions: | Formeln sind gültig für die Landesversionen:

Great Britain | Großbritannien, China | China, Korea | Korea, Thailand | Thailand

3.2.1 Carbon dioxide | Kohlendioxid

$$CO_2 = \frac{CO_{2max} \cdot (O_{2ref} - O_2)}{O_{2ref}}$$

CO2max: Fuel-specific carbon dioxide value | Brennstoffspezifischer Kohlendioxidwert

O2ref: O2 Reference value | O2-Referenzwert

O2: Measured oxygen content as % | Gemessener Sauerstoffgehalt in %

3.2.2 Efficiency | Wirkungsgrad

Calorific value range taken into account: | Mit Berücksichtigung Brennwertbereich:

$$EffG = 100 - \left(\left(\frac{K_{gr} \cdot (FT - AT)}{CO_2} \right) + \left(\frac{(MH_2O + 9 \cdot H) \cdot (2488 + 2.1 \cdot FT - 4.2 \cdot AT)}{Q_{gr} \cdot 1000} \right) + \left(\frac{K1 \cdot CO}{CO_2 + CO} \right) \right)$$

Calorific value range not taken into account: | Ohne Berücksichtigung Brennwertbereich:

$$EffN = 100 - \left(\left(\frac{K_{net} \cdot (FT - AT)}{CO_2} \right) + \left(\frac{(MH_2O + 9 \cdot H) \cdot (210 + 2.1 \cdot FT - 4.2 \cdot AT)}{Q_{net} \cdot 1000} \right) + \left(\frac{K1 \cdot Q_{gr} \cdot CO}{Q_{net} \cdot (CO_2 + CO)} \right) \right)$$

Kgr / Knet / Qgr / Qnet / K1 / MH2O / H:

Fuel-specific factors | Brennstoff-spezifische Faktoren

FT: Flue gas temperature | Abgastemperatur

AT: Ambient air temperature | Umgebungslufttemperatur

CO: Measured carbon monoxide content | Gemessener Kohlenmonoxidgehalt

CO₂: Calculated carbon dioxide value in % | *Berechneter Kohlendioxidwert in %*

3.2.3 Air ratio | *Luftverhältniszahl*

$$\lambda = \frac{\text{CO}_{2\text{max}}}{\text{CO}_2}$$

CO_{2max}: Fuel-specific carbon dioxide value | *Brennstoffspezifischer Kohlendioxidwert*

CO₂: Calculated carbon dioxide value in % | *Berechneter Kohlendioxidwert in %*

3.2.4 Poison index | *Giftindex*

$$\text{ratio} = \frac{\text{CO}}{\text{CO}_2 \cdot 10000}$$

CO: Measured carbon monoxide content | *Gemessener Kohlenmonoxidgehalt*

CO₂: Calculated carbon dioxide value in % | *Berechneter Kohlendioxidwert in %*

3.2.5 Excess Air | *Luftüberschuss*

$$\text{ExAir} = \left(\frac{21\%}{21\% - \text{O}_2} - 1 \right) \times 100$$

21%: O₂ level of air | *O₂-Gehalt von Luft*

O₂: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

3.2.6 Carbon monoxide undiluted | *Kohlenmonoxid unverdünnt*

$$u\text{CO} = \text{CO} \times \lambda$$

CO: Measured carbon monoxide content | *Gemessener Kohlenmonoxidgehalt*

λ: Calculated air ratio | *Berechnete Luftverhältniszahl*

3.2.7 Flue gas dew point temperature | *Abgastaupunkt-Temperatur*

$$T_{p_{AG}} = \text{MIN} \left[\frac{\ln \left(\frac{F_{\text{H}_2\text{O}} \times P_{\text{Abs}}}{610,78} \right) \times 234,175}{\ln \left(\frac{F_{\text{H}_2\text{O}} \times P_{\text{Abs}}}{610,78} \right) - 17,08085}, FT \right]$$

F_{H₂O}: Flue gas-specific water vapour content as vol.% | *Abgasspezifischer Wasserdampfgehalt in Vol.%*

P_{Abs}: Absolute pressure in mbar/hPa | *Absolutdruck in mbar/hPa*

3.2.8 Conversion from ppm to mg/m³ | Umrechnung von ppm in mg/m³

The numerical factor used in the formula (e. g. 1.25 for CO) corresponds to the standard density of the respective gas in mg/m³. *Der in den Formeln verwendete Zahlenfaktor (bspw. 1,25 bei CO) entspricht der Normdichte des jeweiligen Gases in mg/m³.*

$$\text{CO} \left[\text{mg/m}^3 \right] = \frac{\text{O}_{2\text{ref}} - \text{O}_{2\text{base}}}{\text{O}_{2\text{ref}} - \text{O}_2} \times \text{CO} [\text{ppm}] \times 1,25$$

O_{2ref}: O₂ Reference value | O₂-Referenzwert

O₂: Measured oxygen content as % | Gemessener Sauerstoffgehalt in %

O_{2base}: Fuel-specific oxygen base value as % | brennstoffspezifischer Sauerstoff-Bezugswert in %

3.3 Calculation basis USA | Berechnungsgrundlage USA

Formulae are valid for country-specific versions: | Formeln sind gültig für die Landesversionen:

USA |USA, Mexico |Mexico

3.3.1 Carbon dioxide | Kohlendioxid

$$\text{CO}_2 = \frac{\text{CO}_{2\text{max}} \times (\text{O}_{2\text{ref}} - \text{O}_2)}{\text{O}_{2\text{ref}}}$$

CO_{2max}: Fuel-specific carbon dioxide value | Brennstoffspezifischer Kohlendioxidwert

O_{2ref}: O₂ Reference value | O₂-Referenzwert

O₂: Measured oxygen content as % | Gemessener Sauerstoffgehalt in %

3.3.2 Efficiency | Wirkungsgrad

$$\eta = 100 - \left(\left((\text{FT} - \text{AT}) \times \left(\frac{\text{A2}}{\text{O}_{2\text{ref}} - \text{O}_2} + \text{B} \right) \right) - \text{Kk} \right)$$

FT: Flue gas temperature | Abgastemperatur

AT: Ambient air temperature | Umgebungslufttemperatur

A2 / B: Fuel-specific parameters | Brennstoff-spezifische Parameter

O_{2ref}: O₂ Reference value | O₂-Referenzwert

O₂: Measured oxygen content as % | Gemessener Sauerstoffgehalt in %

Kk: Calculated value taking into account the recovered condensation heat when the dew point is undershot (for fuel value systems) | berechneter Wert zur Berücksichtigung der rückgewonnenen Kondensationswärme bei Taupunktunterschreitung (für Brennwertanlagen)

3.3.3 Air ratio | Luftverhältniszahl

$$\lambda = \left(\frac{O_2 - \frac{CO}{2}}{0.26582 \cdot (100 - O_2 - CO_2 - CO) - (O_2 - \frac{CO}{2})} \right) \cdot 100$$

O₂: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

CO: Measured carbon monoxide content | *Gemessener Kohlenmonoxidgehalt*

CO₂: Calculated carbon dioxide value in % | *Berechneter Kohlendioxidwert in %*

3.3.4 Carbon monoxide undiluted | Kohlenmonoxid unverdünnt

$$uCO = CO \times \lambda$$

CO: Measured carbon monoxide content | *Gemessener Kohlenmonoxidgehalt*

λ: Calculated air ratio | *Berechnete Luftverhältniszahl*

3.3.5 Flue gas dew point temperature | Abgastaupunkt-Temperatur

$$Tp_{AG} = MIN \left[\frac{\ln \left(\frac{F_{H_2O} \times P_{Abs}}{610,78} \right) \times 234,175}{\ln \left(\frac{F_{H_2O} \times P_{Abs}}{610,78} \right) - 17,08085}, FT \right]$$

F_{H₂O}: Flue gas-specific water vapour content as vol.% | *Abgasspezifischer Wasserdampfgehalt in Vol.%*

P_{Abs}: Absolute pressure in mbar/hPa | *Absolutdruck in mbar/hPa*

3.3.6 Conversion from ppm to mg/m³ | Umrechnung von ppm in mg/m³

The numerical factor used in the formula (e. g. 1.25 for CO) corresponds to the standard density of the respective gas in mg/m³. | *Der in den Formeln verwendete Zahlenfaktor (bspw. 1,25 bei CO) entspricht der Normdichte des jeweiligen Gases in mg/m³.*

$$CO \left[\text{mg/m}^3 \right] = \frac{O_{2ref} - O_{2base}}{O_{2ref} - O_2} \times CO \left[\text{ppm} \right] \times 1,25$$

O_{2ref}: O₂ Reference value | *O₂-Referenzwert*

O₂: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

O_{2base}: Fuel-specific oxygen base value as % | *brennstoffspezifischer Sauerstoff-Bezugswert in %*

4 Fuels and parameters testo 320 | Brennstoffe und Parameter testo 320

4.1 Austria | Österreich

Brennstoff	CO ₂ max [Vol. %]	O ₂ base [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Heizöl HEL	15,4	3,0	10,54	11,30	0,6642	0,0086
Heizöl HL	15,8	3,0	10,35	11,40	0,6655	0,0082
Heizöl HM	16,0	3,0	10,03	11,60	0,6687	0,0079
Heizöl HS1L	16,4	3,0	10,03	11,60	0,6736	0,0076
Flüssig biogen	15,2	3,0	9,03	9,74	0,6553	0,0080
Erdgas	11,7	3,0	8,49	9,40	0,6440	0,0111
Holzpellets	20,3	11,0	4,01	4,07	0,6753	0,0116
Hackgut trocken	20,3	11,0	3,34	3,39	0,6921	0,0137
Hackgut feucht	20,3	11,0	2,67	2,71	0,7290	0,0183
Scheitholz	20,3	11,0	3,79	3,84	0,6753	0,0116
Biomasse	20,3	11,0	3,79	3,84	0,6824	0,0125
Gerste/Triticale	20,3	11,0	3,79	3,84	0,6753	0,0116
Propan	13,9	3,0	22,30	24,36	0,6335	0,0092
Butan	13,9	3,0	30,07	32,40	0,6247	0,0089
FAME	15,75	3,0	9,03	9,74	0,6553	0,0080
Steinkohle	18,7	6,0	7,92	8,11	0,6932	0,0057

4.2 Belgium | Belgien

Brandstof	CO ₂ max [Vol. %]	O ₂ base [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Stookolie L	15,20	3,00	10,53	11,26	0,6800	0,0070
StookolieZ	15,90	3,00	10,09	10,73	0,8060	0,0000
Propaan	13,70	3,00	22,30	24,36	0,6300	0,0080
Cokes	20,30	13,0	7,64	7,66	0,7655	0,0000
Houtpellets	20,3	13,0	4,07	4,13	0,6200	0,0081
Briket	18,90	8,00	5,08	5,20	0,8330	0,0000
Bruinkool	19,80	8,00	5,61	5,69	0,9550	0,0000
Steenkool	20,50	8,00	7,64	7,66	0,7580	0,0000
Cokesgas	10,30	3,00	3,86	4,28	0,6000	0,0110
Stadsgas	13,60	3,00	3,61	3,90	0,6300	0,0110
Aardgas H (G20)	11,90	3,00	8,56	9,56	0,6900	0,0095
Aardgas L (G25)	11,80	3,00	7,50	8,22	0,7030	0,0095
Butan (G30)	14,00	3,00	29,67	32,09	0,6970	0,0078

4.3 Bulgaria | *Bulgarien*

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Нафта	15,40	3,00	10,53	11,26	0,6800	0,0070
Прир.газ	11,90	3,00	8,36	9,12	0,6600	0,0090
Втечен газ	13,70	3,00	23,80	25,95	0,6300	0,0080
Брикети	18,90	8,00	5,08	5,20	0,8330	0,0000
Лигнит	19,80	8,00	4,01	4,09	0,9550	0,0000
Каменни въглища	20,50	8,00	7,81	7,82	0,7580	0,0000
Коксов газ	10,30	3,00	3,86	4,28	0,6000	0,0110
Градски газ	13,60	3,00	3,61	3,90	0,6300	0,0110
Дърва 15%	20,30	13,00	3,87	3,93	0,6860	0,0096
Дървесни пелети	20,30	13,00	4,07	4,13	0,6200	0,0081
Еталонен газ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000

4.4 China | *China*

Fuel	CO _{2MAX} [Vol. %]	O _{2base} [Vol. %]	K _{gr} [1/K]	K _{net} [1/K]	K1 [-]	H [% by weight]	MH ₂ O [% by weight]	Q _{gr} [MJ/kg]	Q _{net} [MJ/kg]
天然气	11,90	3,00	0,35	0,39	40,00	24,40	0,00	53,42	48,16
轻油	15,50	3,00	0,48	0,51	53,00	13,00	0,00	45,60	42,80
重油	15,80	3,00	0,51	0,54	54,00	11,50	0,20	42,90	40,50
煤	18,40	7,00	0,62	0,65	63,00	4,00	13,00	26,75	25,50
无烟煤	19,10	7,00	0,67	0,69	65,00	3,00	12,00	29,65	28,95
焦炭	20,60	7,00	0,75	0,76	70,00	0,40	10,00	27,90	27,45
丙烷	13,80	3,00	0,42	0,45	48,00	18,20	0,00	50,00	46,30
丁烷	14,10	3,00	0,43	0,46	48,00	17,20	0,00	49,30	45,80
测试气体	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LPG	13,80	3,00	0,42	0,45	47,00	17,90	0,00	49,93	46,04
木材	20,70	7,00	0,63	0,69	70,20	5,10	15,00	17,12	15,60

4.5 CIS | *GUS*

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Диз.топливо	15,40	3,00	10,53	11,26	0,6800	0,0070
Темн. дизтопл.	15,90	3,00	10,09	10,73	0,8060	0,0000
Природн. газ	11,90	3,00	8,36	9,12	0,6600	0,0090
Бурый уголь	19,80	8,00	4,01	4,09	0,9550	0,0000
Коксовый газ	10,30	3,00	3,86	4,28	0,6000	0,1100
Бытовой газ	13,60	3,00	3,61	3,90	0,6300	0,0110
Калибр.газ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
Каменный уголь	20,50	8,00	7,81	7,82	0,7580	0,0000
Сжж газ	13,70	3,00	23,8	25,95	0,6300	0,0080
Древесные брикеты	20,30	13,00	4,07	4,13	0,6200	0,0081
Древесина 15%вл	20,30	13,00	3,87	3,93	0,6860	0,0096

4.6 Croatia | Kroatien

Brennstoff	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Zemni plin	11,9	3,0	8,36	9,12	0,6600	0,0090
Lako ulje EL	15,4	3,0	10,53	11,26	0,6800	0,0070
Ukapljeni plin	13,7	3,0	23,80	25,95	0,6300	0,0080
Drvo 15%v	20,3	13,0	3,87	3,93	0,686	0,0096
Drvene pelete	20,3	13,0	4,07	4,13	0,6200	0,0081
Test plin	0,0	0,0	0,00	0,00	0,0000	0,0000
Briket	18,9	8,0	5,08	5,20	0,8330	0,0000
Lignit	19,8	8,0	4,01	4,09	0,9550	0,0000
Antracit	20,5	8,0	7,81	7,82	0,7580	0,0000
Koksni plin	10,3	3,0	3,86	4,28	0,6000	0,0110
Gradski plin	13,6	3,0	3,61	3,90	0,6300	0,0110

4.7 Czech Republic | Tschechien

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
LTO	15,40	3,00	10,53	11,26	0,6600	0,0090
Mazut	15,90	3,00	10,09	10,73	0,6800	0,0070
Zemni plyn H	12,00	3,00	8,76	9,58	0,6300	0,0080
Propan	13,70	3,00	23,8	25,95	0,686	0,0096
Brikety	18,90	8,00	5,08	5,20	0,6200	0,0081
Hnede uhli	19,80	8,00	4,01	4,09	0,0000	0,0000
Cerne uhli	20,50	8,00	7,81	7,82	0,8330	0,0000
Koks. plyn	10,30	3,00	3,86	4,28	0,9550	0,0000
Městský plyn	13,60	3,00	3,61	3,90	0,7580	0,0000
TTO	15,90	3,00	10,90	10,73	0,6000	0,0110
dřevo 15%	20,30	13,00	3,87	3,93	0,6300	0,0110

4.8 Denmark | Dänemark

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Letolie	15,3	3,0	10,53	11,26	0,6800	0,0070
Sværolie	16,0	3,0	10,09	10,73	0,700	0,0070
Koks-gas	13,8	13,0	3,86	4,28	0,62	0,0110
Naturgas	12,0	13,0	8,76	9,57	0,6600	0,0100
Flaskegas	13,8	3,0	22,3	24,36	0,6600	0,0080
Koks	20,00	8,0	7,64	7,66	0,7770	0,0000
Briket	19,3	8,0	5,09	5,17	0,8161	0,0000
Brunkul	19,2	8,0	4,01	4,09	0,9844	0,0000
Kul	18,5	8,0	7,9	8,13	0,6811	0,0000

4.9 Germany | Deutschland

Brennstoff	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Erdgas	11,9	3,0	8,36	9,12	0,6600	0,0090
Heizöl EL	15,4	3,0	10,53	11,26	0,6800	0,0070
Flüssiggas	13,7	3,0	23,80	25,95	0,6300	0,0080
Holz 15%w	20,3	13,0	3,87	3,93	0,686	0,0096
Holzpellets	20,3	13,0	4,07	4,13	0,6200	0,0081
Prüfgas	0,0	0,0	0,00	0,00	0,0000	0,0000
Brikett	18,9	8,0	5,08	5,20	0,8330	0,0000
Braunkohle	19,8	8,0	4,01	4,09	0,9550	0,0000
Steinkohle	20,5	8,0	7,81	7,82	0,7580	0,0000
Kokereigas	10,3	3,0	3,86	4,28	0,6000	0,0110
Stadtgas	13,6	3,0	3,61	3,90	0,6300	0,0110

4.10 Great Britain | Großbritannien

Fuel	CO _{2MAX} [Vol. %]	O _{2base} [Vol. %]	K _{gr} [1/K]	K _{net} [1/K]	K1 [-]	H [% by weight]	MH ₂ O [% by weight]	Q _{gr} [MJ/kg]	Q _{net} [MJ/kg]
Natural Gas	11,90	3,00	0,35	0,39	40,00	24,40	0,00	53,42	48,16
Butane	14,10	3,00	0,43	0,46	48,00	17,20	0,00	49,30	45,80
Propane	13,80	3,00	0,42	0,45	48,00	18,20	0,00	50,00	46,30
Light Oil	15,50	3,00	0,48	0,51	53,00	13,00	0,00	45,60	42,80
Kerosene	15,40	3,00	0,47	0,51	52,36	13,60	0,00	46,56	43,12
Heavy Oil	15,80	3,00	0,51	0,54	54,00	11,50	0,20	42,90	40,50
Wood Pellets	20,70	7,00	0,63	0,69	70,20	5,10	15,00	17,12	15,60
Coal	18,40	7,00	0,62	0,65	63,00	4,00	13,00	26,75	25,50
Anthracite	19,10	7,00	0,67	0,69	65,00	3,00	12,00	29,65	28,95
Coke	20,60	7,00	0,75	0,76	70,00	0,40	10,00	27,90	27,45
Test Gas	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

4.11 Greece | Griechenland

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Φυσικό αέριο	11,9	3,0	8,36	9,12	0,6600	0,0090
Πετρέλαιο θέρμανσης	15,4	3,0	10,53	11,26	0,6800	0,0070
Υγραέριο	13,7	3,0	23,80	25,95	0,6300	0,0080
Ξύλο 15%w	20,3	13,0	3,87	3,93	0,686	0,0096
Pellets ξύλου	20,3	13,0	4,07	4,13	0,6200	0,0081
Αέριο δοκιμής	0,0	0,0	0,00	0,00	0,0000	0,0000
Μπρικήτα	18,9	8,0	5,08	5,20	0,8330	0,0000
Λιγνίτης	19,8	8,0	4,01	4,09	0,9550	0,0000
Λιθάνθρακας	20,5	8,0	7,81	7,82	0,7580	0,0000
Αέριο Κοκ	10,3	3,0	3,86	4,28	0,6000	0,0110
Αέριο Πόλης	13,6	3,0	3,61	3,90	0,6300	0,0110

4.12 Hungary | Ungarn

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Földgáz	11,9	3,0	8,36	9,12	0,6600	0,0090
Fűtőolaj könnyű	15,4	3,0	10,53	11,26	0,6800	0,0070
LPG	13,7	3,0	23,80	25,95	0,6300	0,0080
Fa 15%w	20,3	13,0	3,87	3,93	0,686	0,0096
Fa pellet	20,3	13,0	4,07	4,13	0,6200	0,0081
Tesztgáz	0,0	0,0	0,00	0,00	0,0000	0,0000
Brikett	18,9	8,0	5,08	5,20	0,8330	0,0000
Barnaszén	19,8	8,0	4,01	4,09	0,9550	0,0000
Kőszén	20,5	8,0	7,81	7,82	0,7580	0,0000
Kokszgáz	10,3	3,0	3,86	4,28	0,6000	0,0110
Városigáz	13,6	3,0	3,61	3,90	0,6300	0,0110

4.13 Italy | Italien

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Gas Nat.	11,70	3,00	8,52	9,52	0,6600	0,0100
GPL (misto)	13,90	3,00	23,80	25,90	0,6300	0,0080
Gasolio	15,10	3,00	10,40	11,20	0,6800	0,0070
Olio combustibile	15,70	3,00	10,09	10,73	0,6800	0,0070
Metano	11,70	3,00	8,52	9,52	0,6600	0,0100
GPL (butano)	13,90	3,00	28,15	30,95	0,6300	0,0080
GPL (propano)	11,70	3,00	21,81	23,81	0,6300	0,0080
Gas Coker	10,30	3,00	3,86	4,28	0,6000	0,0110
Gas città	11,60	3,00	3,61	3,90	0,6300	0,0110
Coke	20,00	8,00	7,64	7,66	0,7770	0,0000
Lignite	19,20	8,00	5,26	5,40	0,9844	0,0000
Mattonella di lignite	19,30	8,00	5,09	5,17	0,8161	0,0000
Antracite	18,50	8,00	7,90	8,13	0,6811	0,0000
Legno/pellet	20,00	8,00	4,07	4,13	0,6200	0,0081

4.14 Japan | Japan

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
13A	12,20	5,0	9,96	10,95	0,7634	0,0036
6C	13,10	5,0	3,92	4,06	0,6947	0,0068
7° Ⅷ° Ⅱ	13,80	5,0	22,13	23,9	0,7411	0,003
ⅡⅠ	15,10	5,0	10,49	11,37	0,7455	0,0024
Ⅱ° ⅠⅠⅠ	15,80	5,0	10,05	10,68	0,7285	0,0022
CⅡ° ⅠⅠⅠ	16,00	5,0	9,65	10,25	0,7285	0,0021
ⅠⅠⅠ	15,40	5,0	10,45	11,31	0,7686	0,0021
ⅡⅡⅡⅠⅠⅠ	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0000	0,0000

4.15 Netherlands | *Niederlande*

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Aardgas Hb	11,70	3,00	7,71	8,43	0,6230	0,0080
Aardgas Ho	11,70	3,00	7,71	8,43	0,6910	0,0090
Propangas Hb	13,70	3,00	22,30	24,40	0,6190	0,0066
Propangas Ho	13,70	3,00	22,30	24,40	0,6730	0,0070
Hout 15%w	20,00	6,00	3,87	3,93	0,686	0,0096
Cokes	20,00	6,00	7,64	7,70	0,7770	0,0000
Anthraciet	18,50	6,00	7,90	8,10	0,7490	0,0000
Bruinkool	19,20	6,00	5,26	5,40	0,9840	0,0000
G20	11,70	3,00	8,55	9,56	0,654	0,0089
G25	11,50	3,00	7,50	8,22	0,7030	0,0094
G30	14,00	3,00	29,46	32,07	0,696	0,0076
Stookolie EL	15,5	3,00	10,52	11,30	0,6800	0,0070

4.16 France | *Frankreich*

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Fioul dom	15,40	3,00	10,53	11,26	0,6800	0,0070
Fioul lourd	15,90	3,00	10,09	10,73	0,8060	0,0000
Gaz naturel	11,90	3,00	8,36	9,12	0,6600	0,0090
Gaz liquéfié	13,70	3,00	23,80	25,95	0,6300	0,0080
Butane	14,00	3,00	30,07	32,40	0,6660	0,0100
Pellets	20,30	13,00	4,07	4,13	0,6200	0,0081
Copeau	20,30	13,00	3,87	3,93	0,6860	0,0096
Bois 15%eau	20,30	13,00	3,87	3,93	0,6860	0,0096
Bois 30%eau	20,30	13,00	3,19	3,24	0,6640	0,0118
Bois 45%eau	20,30	13,00	2,50	2,54	0,6340	0,0150
Bois 60%eau	20,30	13,00	1,82	1,85	0,5860	0,0199
Briquelette	18,90	8,00	5,08	5,20	0,8330	0,0000
Lignite	19,80	8,00	4,01	4,09	0,9550	0,0000
Houille	20,50	8,00	7,81	7,82	0,7580	0,0000

4.17 Poland | *Polen*

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
OLej op.EL	15,40	3,00	10,53	11,26	0,6800	0,0070
OLej op.S	15,90	3,00	10,09	10,73	0,8057	0,0000
Gaz GZ 50	11,80	3,00	8,47	9,44	0,6600	0,0110
Gaz GZ41.5	11,50	3,00	7,24	7,89	0,6700	0,0110
Gaz GZ 35	11,30	3,00	6,47	6,90	0,6800	0,0110
Gaz plynny	13,70	3,00	22,30	24,40	0,6300	0,0080
DrewnoKoks	20,30	13,00	7,64	7,66	0,7660	0,0000
Brykiety	18,90	8,00	5,08	5,20	0,8330	0,0000
W.brunatny	19,80	8,00	5,61	5,69	0,9545	0,0000
W.kamienny	20,50	8,00	7,64	7,66	0,7580	0,0000
Gaz koksow	10,30	3,00	3,86	4,28	0,6000	0,0110
GazMiejski	13,60	3,00	3,61	3,90	0,6300	0,0110

4.18 Portugal | *Portugal*

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Gasoleo A	15,50	3,00	10,53	11,26	0,6710	0,0069
Gasoleo C	15,50	3,00	10,53	11,26	0,6710	0,0069
F-Oleo n1	15,90	3,00	10,09	10,73	0,6815	0,0067
F-Oleo n2	15,90	3,00	10,09	10,73	0,6815	0,0067
Gas Nat.	11,90	3,00	9,63	10,61	0,6688	0,0097
Propano	13,70	3,00	22,30	24,36	0,5826	0,0097
Butano	14,00	3,00	29,55	32,17	0,5685	0,0097
Madeira	20,30	13,00	3,87	3,93	0,6860	0,0096
GPL	13,70	3,00	23,80	25,95	0,6300	0,0080
Pellets	20,70	8,00	3,84	3,90	0,6750	0,0095
Biomassa 20%	20,30	11,00	3,79	3,84	0,6824	0,0125
Hulha	18,50	8,00	7,90	8,13	0,7719	0,0000
Gas de coque	10,30	3,00	3,86	4,28	1,0194	0,0000
Gas Ciudad	12,10	3,00	3,61	3,90	0,8678	0,0000
Biodiesel 5	15,40	3,00	10,48	11,19	0,6400	0,0065

4.19 Republic of Korea | Korea

Fuel	CO ₂ MAX [Vol. %]	O ₂ base [Vol. %]	K _{gr} [1/K]	K _{net} [1/K]	K1 [-]	H [% by weight]	MH ₂ O [% by weight]	Q _{gr} [MJ/kg]	Q _{net} [MJ/kg]
천연가스	11,90	3,00	0,35	0,39	40,00	24,40	0,00	53,42	48,16
경유	15,50	3,00	0,48	0,51	53,00	13,00	0,00	45,60	42,80
중유	15,80	3,00	0,50	0,5	54,00	11,50	0,20	42,90	40,50
석탄	18,40	7,00	0,62	0,65	63,00	4,00	13,00	26,75	25,50
무연탄	19,10	7,00	0,67	0,69	65,00	3,00	12,00	29,65	28,95
코크스	20,60	7,00	0,75	0,76	70,00	0,40	10,00	27,90	27,45
프로판	13,80	3,00	0,42	0,45	48,00	18,20	0,00	50,00	46,30
부탄	14,10	3,00	0,43	0,46	48,00	17,20	0,00	49,30	45,80
테스트가스	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

4.20 Romania | Rumänien

Fuel	CO ₂ max [Vol. %]	O ₂ base [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Gaz natural	11,70	3,00	8,57	9,56	0,6540	0,0086
Motorină	15,40	3,00	10,53	11,26	0,6800	0,0070
Păcură	15,90	3,00	10,09	10,73	0,8060	0,0000
Cărbune	20,50	8,00	7,81	7,82	0,7580	0,0000
Antracit	18,50	8,00	8,37	8,55	0,7719	0,0000
GPL (amestec)	13,7	3,00	23,80	25,95	0,6300	0,0080
Propan	13,70	3,00	22,30	24,36	0,5826	0,0097
Butan	14,00	3,00	30,07	32,40	0,6660	0,0100
Kerosen	15,40	3,00	10,44	11,30	0,6640	0,0069
Peleți	20,30	13,00	4,07	4,13	0,6200	0,0081
Huila	18,50	7,00	7,90	8,13	0,7719	0,0000
Lignit	19,80	8,00	4,01	4,09	0,9550	0,0000
Cocs	20,30	13,00	7,64	7,66	0,7650	0,0000
Lemn 15%w	20,30	13,00	3,87	3,93	0,6860	0,0096
Brichete	18,90	8,00	5,08	5,20	0,8330	0,0000

4.21 Slovakia | Slowakei

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
zemeljski plin	11,9	3,0	8,36	9,12	0,6600	0,0090
kurilno olje EL	15,4	3,0	10,53	11,26	0,6800	0,0070
tekoči plin	13,7	3,0	23,80	25,95	0,6300	0,0080
drva 15 % vode	20,3	13,0	3,87	3,93	0,686	0,0096
lesni peleti	20,3	13,0	4,07	4,13	0,6200	0,0081
Prüfgas	0,0	0,0	0,00	0,00	0,0000	0,0000
briketi	18,9	8,0	5,08	5,20	0,8330	0,0000
rjavi premog	19,8	8,0	4,01	4,09	0,9550	0,0000
premog	20,5	8,0	7,81	7,82	0,7580	0,0000
koksarniški plin	10,3	3,0	3,86	4,28	0,6000	0,0110
mestni plin	13,6	3,0	3,61	3,90	0,6300	0,0110

4.22 Spain | Spanien

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Gasoleo A	15,50	3,00	10,53	11,26	0,6710	0,0069
Gasoleo C	15,50	3,00	10,53	11,26	0,6710	0,0069
F-Oleo n1	15,90	3,00	10,09	10,73	0,6815	0,0067
F-Oleo n2	15,90	3,00	10,09	10,73	0,6815	0,0067
Gas Nat.	11,90	3,00	9,63	10,61	0,6688	0,0097
Propano	13,70	3,00	22,30	24,36	0,5826	0,0097
Butano	14,00	3,00	29,55	32,17	0,5685	0,0097
Coque	20,00	13,00	7,64	7,66	0,5985	0,0000
Briquitita	19,30	8,00	5,09	5,17	0,6202	0,0000
Lignito	19,20	8,00	4,01	4,09	0,6234	0,0000
Antracita	18,50	8,00	8,37	8,55	0,7719	0,0000
Carbòn	18,50	8,00	7,90	8,13	0,7719	0,0000
Gas de coque	10,30	3,00	3,86	4,28	1,0194	0,0000
Gas Ciudad	12,10	3,00	3,61	3,90	0,8678	0,0000
Made/Coque	20,70	8,00	3,84	3,90	0,6750	0,0095

4.23 Sweden | Schweden

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Eldn.olja1	15,40	3,00	10,53	11,26	0,6800	0,0070
Eldn.olja3	15,90	3,00	10,09	10,73	0,8060	0,0000
Träpellets	20,30	13,00	4,07	4,13	0,6200	0,0081
Naturgas	12,00	3,00	8,76	9,58	0,6650	0,0090
Gasol	13,70	3,00	23,80	25,95	0,6300	0,0080
Kol	20,50	8,00	7,81	7,82	0,7580	0,0000
Brunkol	19,80	8,00	4,01	4,09	0,9550	0,0000
Stadsgas	13,60	3,00	3,61	3,90	0,6300	0,0110
Briketter	18,90	8,00	5,08	5,20	0,8330	0,0000
Koksgas	10,30	3,00	3,86	4,28	0,6000	0,0110

4.24 Thailand | Thailand

Fuel	CO ₂ MAX [Vol.%]	O ₂ base [Vol.%]	K _{gr} [1/K]	K _{net} [1/K]	K1 [-]	H [% by weight]	MH ₂ O [% by weight]	Q _{gr} [MJ/kg]	Q _{net} [MJ/kg]
ก๊าซธรรมชาติ	11,90	3,00	0,35	0,39	40,00	24,40	0,00	53,42	48,16
ดีเซล	15,50	3,00	0,48	0,51	53,00	13,00	0,00	45,60	42,80
น้ำมันเตา	15,80	3,00	0,51	0,54	54,00	11,50	0,20	42,90	40,50
ถ่านหิน	18,40	7,00	0,62	0,65	63,00	4,00	13,00	26,75	25,50
แกลบ	22,40	7,00	0,72	0,77	76,21	3,00	9,80	12,98	12,21
ไม้	19,90	7,00	0,62	0,73	67,58	3,80	40,00	11,30	9,63
LPG	13,80	3,00	0,42	0,45	48,00	18,20	0,00	50,00	46,30
ก๊าซทดสอบ	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0
ขาน้อย	20,77	7,00	0,57	0,61	70,60	2,90	51,00	10,11	9,46

4.25 Turkey | Türkei

Fuel	CO ₂ max [Vol.%]	O ₂ base [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Hafif Yag	15,40	3,00	10,53	11,26	0,680	0,0070
Agir Yag	15,90	3,00	10,09	10,73	0,806	0,0000
Dogal Gaz	12,00	3,00	8,76	9,58	0,665	0,0090
Tas Kömürü	20,50	8,00	7,81	7,82	0,758	0,0000
Linyit	19,80	8,00	4,01	4,09	0,955	0,0000
Kok gazi	10,30	3,00	3,86	4,28	0,600	0,0110
Havagazi	13,60	3,00	3,61	3,90	0,6300	0,0110
Briket	18,90	8,00	5,08	5,20	0,833	0,0000
Propan Lpg	13,70	3,00	23,8	25,95	0,630	0,0080
Odun 15%	20,30	13,00	3,87	3,93	0,686	0,0096

4.26 USA | USA

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Natur.gas	11.70	3.00	7.91	8.70	0.5924	0.0010
Propangas	13.80	3.00	22,31	24,37	0.5978	0.0013
Butan	14.10	3.00	29.55	32.17	0.6000	0.0013
Fuel oil #2	15.70	3.00	10.40	11.10	0.6385	0.0017
Fueloil #5	16.30	3.00	10.14	10.70	0.6275	0.0018
Fueloil #6	16.70	3.00	9.84	10.30	0.6375	0.0019
Kerosene	15.10	3.00	10.47	11.20	0.6159	0.0016
Bioheat 5	15.40	3.00	10.48	11.19	0.600	0.0061
Anthracite	19.90	7.00	8.37	8.60	0.6964	0.0027
Bituminous	18.50	7.00	5.30	5.40	0.6729	0.0024
Distillate #1	15.40	3.00	10.50	11.25	0.6312	0.0017
Wood 10% M.	20.00	7.00	4.09	4.10	0.6194	0.0024
Wood 20% M.	20.00	7.00	3.64	3.66	0.6194	0.0024
Wood 30% M.	20.00	7.00	3.18	3.20	0.6194	0.0024
Wood 40% M.	20.00	7.00	2.73	2.75	0.6194	0.0024
Bark 15% M.	20.00	7.00	3.87	3.90	0.6669	0.0026
Bark 30% M.	20.00	7.00	3.18	3.20	0.6669	0.0026
Bark 45% M.	20.00	7.00	2.50	2.52	0.6669	0.0026
Bark 60% M.	20.00	7.00	1.82	1.83	0.6669	0.0026
Bagasse	20.30	7.00	2.03	2.06	0.5897	0.0023

5 Calculation formulae testo 330 | Berechnungsformeln testo 330

5.1 Calculation basis Germany | Berechnungsgrundlage Deutschland

Formulae are valid for country-specific versions: | Formeln sind gültig für die Landesversionen:

Austria | Österreich, Belgium | Belgien, Bulgaria | Bulgarien, Croatia | Kroatien, Czech Republic | Tschechische Republik, Denmark | Dänemark, France | Frankreich, Germany | Deutschland, Greece | Griechenland, Hungary | Ungarn, Italy | Italien, Japan | Japan, Netherlands | Niederlande, Poland | Polen, Portugal | Portugal, Romania | Rumänien, Russia | Russland, Slovenia | Slowenien, Spain | Spanien, Sweden | Schweden, Switzerland | Schweiz, Turkey | Türkei.

5.1.1 Carbon dioxide | Kohlendioxid

$$\text{CO}_2 = \frac{\text{CO}_{2\text{max}} \times (\text{O}_{2\text{ref}} - \text{O}_2)}{\text{O}_{2\text{ref}}}$$

CO2max: Fuel-specific carbon dioxide value | Brennstoffspezifischer Kohlendioxidwert

O2ref: O2 Reference value | O2-Referenzwert

O2: Measured oxygen content as % | Gemessener Sauerstoffgehalt in %

5.1.2 Flue gas loss | Abgasverlust

5.1.2.1 All country-specific versions (except Austria, Japan) | Alle Landesversionen (ausgenommen Österreich, Japan)

$$q_A = \left((FT - AT) \times \left(\frac{A_2}{\text{O}_{2\text{ref}} - \text{O}_2} + B \right) \right) - K_k$$

FT: Flue gas temperature | Abgastemperatur

AT: Ambient air temperature | Umgebungslufttemperatur

A2 / B: Fuel-specific parameters | Brennstoff-spezifische Parameter

O2ref: O2 Reference value | O2-Referenzwert

O2: Measured oxygen content as % | Gemessener Sauerstoffgehalt in %

Kk: Calculated value taking into account the recovered condensation heat when the dew point is undershot (for fuel value systems) | berechneter Wert zur Berücksichtigung der rückgewonnenen Kondensationswärme bei Taupunktunterschreitung (für Brennwertanlagen)

5.1.2.2 Country-specific versions (Austria, Japan) | Landesversionen (Österreich, Japan)

$$qA = \left((FT - AT) \times \left(\frac{A2}{O_{2ref} - O_2} + B \right) \right)$$

FT: Flue gas temperature | Abgastemperatur

AT: Ambient air temperature | Umgebungslufttemperatur

A2 / B: Fuel-specific parameters | Brennstoff-spezifische Parameter

O2ref: O2 Reference value | O2-Referenzwert

O2: Measured oxygen content as % | Gemessener Sauerstoffgehalt in %

5.1.3 Efficiency | Wirkungsgrad

$$\eta = 100 - qA$$

qA: Calculated flue gas loss | berechneter Abgasverlust

5.1.4 Heat of condensation (Country-specific version Italy) Kondensationswärme | (Landesversion Italien)

$$ET [\%] = \eta + [100 - qA]$$

qA: Calculated flue gas loss | berechneter Abgasverlust

5.1.5 Air ratio | Luftverhältniszahl

$$\lambda = 1 + \frac{V_{AGtrMin}}{V_{LMin}} \cdot \frac{O_2 - \frac{CO}{2}}{O_{2ref} - O_2 + \frac{CO}{2}}$$

VAGtrMin: Dry flue gas volume with stoichiometric combustion | Trockene Abgasmenge bei stöchiometrischer Verbrennung

VLMin: Air requirement for stoichiometric combustion of the fuel | Luftbedarf bei stöchiometrischer Verbrennung des Brennstoffs

O2ref: O2 Reference value | O2-Referenzwert

O2: Measured oxygen content as % | Gemessener Sauerstoffgehalt in %

5.1.6 Nitrogen oxide | Stickstoffoxide

$$NO_x = NO + (NO_{2add} \times NO)$$

NO: Measured nitrogen monoxide value | gemessener Stickstoffmonoxidwert

NO2add: Nitrogen dioxide addition factor | Stickstoffdioxid-Zuschlagsfaktor

5.1.7 Carbon monoxide undiluted | Kohlenmonoxid unverdünnt

$$u_{CO} = CO \times \lambda$$

CO: Measured carbon monoxide content | Gemessener Kohlenmonoxidgehalt

λ : Calculated air ratio | Berechnete Luftverhältniszahl

5.1.8 Flue gas dew point temperature | Abgastaupunkt-Temperatur

$$T_{p_{AG}} = MIN \left[\left[\frac{\ln \left(\frac{F_{H_2O} \times P_{Abs}}{610,78} \right) \times 234,175}{\ln \left(\frac{F_{H_2O} \times P_{Abs}}{610,78} \right) - 17,08085} \right], FT \right]$$

F_{H_2O} : Flue gas-specific water vapour content as vol.% | Abgasspezifischer Wasserdampfgehalt in Vol.%

P_{Abs} : Absolute pressure in mbar/hPa | Absolutdruck in mbar/hPa

5.1.9 Poison index (Country-specific version Netherlands) | Giftindex (Landesversion Niederlande)

$$GI = \frac{CO}{CO_2 \cdot 100}$$

CO: Measured carbon monoxide content | Gemessener Kohlenmonoxidgehalt

CO₂: Calculated carbon dioxide value in % | Berechneter Kohlendioxidwert in %

5.1.10 Conversion from ppm to mg/m³ | Umrechnung von ppm in mg/m³

The numerical factor used in the formula (e. g. 1.25 for CO) corresponds to the standard density of the respective gas in mg/m³. Note: | Der in den Formeln verwendete Zahlenfaktor (bspw. 1,25 bei CO) entspricht der Normdichte des jeweiligen Gases in mg/m³. Dabei ist zu beachten:

for NO_x the standard density of NO₂ (2.05), is used, as only this compound is stable (NO combines very quickly after its creation with oxygen to form NO₂) | für NO_x wird mit 2,05 die Normdichte von NO₂ verwendet, da nur diese Verbindung stabil ist (NO verbindet sich sehr schnell nach seiner Entstehung mit Sauerstoff zu NO₂)

5.1.10.1 All country-specific versions (except Japan) | Alle Landesversionen (ausgenommen Japan)

$$\text{CO} \left[\text{mg/m}^3 \right] = \frac{\text{O}_{2\text{ref}} - \text{O}_{2\text{base}}}{\text{O}_{2\text{ref}} - \text{O}_2} \times \text{CO} \left[\text{ppm} \right] \times 1,25$$

$$\text{NOx} \left[\text{mg/m}^3 \right] = \frac{\text{O}_{2\text{ref}} - \text{O}_{2\text{base}}}{\text{O}_{2\text{ref}} - \text{O}_2} \times \text{NOx} \left[\text{ppm} \right] \times 2,05$$

O2ref: O2 Reference value | O2-Referenzwert

O2: Measured oxygen content as % | Gemessener Sauerstoffgehalt in %

O2base: Fuel-specific oxygen base value as % | brennstoffspezifischer Sauerstoff-Bezugswert in %

5.1.10.2 Country-specific version Japan | Landesversion Japan

$$\text{CO} \left[\text{mg/m}^3 \right] = \text{CO} \left[\text{ppm} \right] \times 1,25$$

$$\text{NOx} \left[\text{mg/m}^3 \right] = \text{NOx} \left[\text{ppm} \right] \times 2,05$$

5.1.11 Efficiency related to calorific value (Country-specific version Belgium) | Wirkungsgrad bezogen auf Brennwert (Landesversion Belgien)

$$\eta_{\text{Hs}} = 100 - (q_A + \text{CWD}) * \frac{100}{(100 + \text{CWD})}$$

$$\eta_{\text{Hs}} = 100 - (q_A^* + \text{CWD}) * \frac{100}{(100 + \text{CWD})}$$

$$\text{CO}_{\text{Hs}} \left[\frac{\text{g}}{\text{GJ}} \right] = \text{CO} \left[\frac{\text{g}}{\text{GJ}} \right] * \frac{100}{(100 + \text{CWD})}$$

$$\text{NOx}_{\text{Hs}} \left[\frac{\text{g}}{\text{GJ}} \right] = \text{NOx} \left[\frac{\text{g}}{\text{GJ}} \right] * \frac{100}{(100 + \text{CWD})}$$

5.2 Calculation basis Great Britain | Berechnungsgrundlage Großbritannien

Formulae are valid for country-specific versions: | Formeln sind gültig für die Landesversionen:

Great Britain | Großbritannien, China | China, Korea | Korea, Thailand | Thailand

5.2.1 Carbon dioxide | Kohlendioxid

$$\text{CO}_2 = \frac{\text{CO}_{2\text{max}} \times (\text{O}_{2\text{ref}} - \text{O}_2)}{\text{O}_{2\text{ref}}}$$

CO2max: Fuel-specific carbon dioxide value | Brennstoffspezifischer Kohlendioxidwert

O2ref: O2 Reference value | O2-Referenzwert

O2: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

5.2.2 Efficiency | Wirkungsgrad

Calorific value range taken into account: | *Mit Berücksichtigung Brennwertbereich:*

$$EffG = 100 - \left(\left(\frac{K_{gr} \cdot (FT - AT)}{CO_2} \right) + \left(\frac{(MH_2O + 9 \cdot H) \cdot (2488 + 2.1 \cdot FT - 4.2 \cdot AT)}{Q_{gr} \cdot 1000} \right) + \left(\frac{K1 \cdot CO}{CO_2 + CO} \right) \right)$$

Calorific value range not taken into account: | *Ohne Berücksichtigung Brennwertbereich:*

$$EffN = 100 - \left(\left(\frac{K_{net} \cdot (FT - AT)}{CO_2} \right) + \left(\frac{(MH_2O + 9 \cdot H) \cdot (210 + 2.1 \cdot FT - 4.2 \cdot AT)}{Q_{net} \cdot 1000} \right) + \left(\frac{K1 \cdot Q_{gr} \cdot CO}{Q_{net} \cdot (CO_2 + CO)} \right) \right)$$

Kgr / Knet / Qgr / Qnet / K1 / MH₂O / H:

Fuel-specific factors | *Brennstoff-spezifische Faktoren*

FT: Flue gas temperature | *Abgastemperatur*

AT: Ambient air temperature | *Umgebungslufttemperatur*

CO: Measured carbon monoxide content | *Gemessener Kohlenmonoxidgehalt*

CO₂: Calculated carbon dioxide value in % | *Berechneter Kohlendioxidwert in %*

5.2.3 Air ratio | Luftverhältniszahl

$$\lambda = \frac{CO_{2max}}{CO_2}$$

CO₂max: Fuel-specific carbon dioxide value | *Brennstoffspezifischer Kohlendioxidwert*

CO₂: Calculated carbon dioxide value in % | *Berechneter Kohlendioxidwert in %*

5.2.4 Poison index | Giftindex

$$\text{ratio} = \frac{CO}{CO_2 \cdot 10000}$$

CO: Measured carbon monoxide content | *Gemessener Kohlenmonoxidgehalt*

CO₂: Calculated carbon dioxide value in % | *Berechneter Kohlendioxidwert in %*

5.2.5 Excess Air | Luftüberschuss

$$ExAir = \left(\frac{21\%}{21\% - O_2} - 1 \right) \times 100$$

21%: O₂ level of air | *O₂-Gehalt von Luft*

O₂: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

5.2.6 Nitrogen oxide | Stickstoffoxide

$$\text{NO}_x = \text{NO} + (\text{NO}_{2\text{add}} \times \text{NO})$$

NO: Measured nitrogen monoxide value | *gemessener Stickstoffmonoxidwert*

NO_{2add}: Nitrogen dioxide addition factor | *Stickstoffdioxid-Zuschlagsfaktor*

5.2.7 Carbon monoxide undiluted | Kohlenmonoxid unverdünnt

$$u_{\text{CO}} = \text{CO} \times \lambda$$

CO: Measured carbon monoxide content | *Gemessener Kohlenmonoxidgehalt*

λ : Calculated air ratio | *Berechnete Luftverhältniszahl*

5.2.8 Flue gas dew point temperature | Abgastaupunkt-Temperatur

$$T_{p_{\text{AG}}} = \text{MIN} \left[\frac{\ln \left(\frac{F_{\text{H}_2\text{O}} \times P_{\text{Abs}}}{610,78} \right) \times 234,175}{\ln \left(\frac{F_{\text{H}_2\text{O}} \times P_{\text{Abs}}}{610,78} \right) - 17,08085}, FT \right]$$

$F_{\text{H}_2\text{O}}$: Flue gas-specific water vapour content as vol.% | *Abgasspezifischer Wasserdampfgehalt in Vol. %*

P_{Abs} : Absolute pressure in mbar/hPa | *Absolutdruck in mbar/hPa*

5.2.9 Conversion from ppm to mg/m³ | Umrechnung von ppm in mg/m³

The numerical factor used in the formula (e. g. 1.25 for CO) corresponds to the standard density of the respective gas in mg/m³. Note: | *Der in den Formeln verwendete Zahlenfaktor (bspw. 1,25 bei CO) entspricht der Normdichte des jeweiligen Gases in mg/m³. Dabei ist zu beachten:*

for NO_x the standard density of NO₂ (2.05), is used, as only this compound is stable (NO combines very quickly after its creation with oxygen to form NO₂) | *für NO_x wird mit 2,05 die Normdichte von NO₂ verwendet, da nur diese Verbindung stabil ist (NO verbindet sich sehr schnell nach seiner Entstehung mit Sauerstoff zu NO₂)*

$$\text{CO} \left[\text{mg/m}^3 \right] = \frac{O_{2\text{ref}} - O_{2\text{base}}}{O_{2\text{ref}} - O_2} \times \text{CO} [\text{ppm}] \times 1,25$$

$$\text{NO}_x \left[\text{mg/m}^3 \right] = \frac{O_{2\text{ref}} - O_{2\text{base}}}{O_{2\text{ref}} - O_2} \times \text{NO}_x [\text{ppm}] \times 2,05$$

O_{2ref}: O₂ Reference value | *O₂-Referenzwert*

O₂: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

O_{2base}: Fuel-specific oxygen base value as % | *brennstoffspezifischer Sauerstoff-Bezugswert in %*

5.3 Calculation basis USA | *Berechnungsgrundlage USA*

Formulae are valid for country-specific versions: | *Formeln sind gültig für die Landesversionen:*

USA | *USA*, Mexico | *Mexico*

5.3.1 Carbon dioxide | *Kohlendioxid*

$$\text{CO}_2 = \frac{\text{CO}_{2\text{max}} \times (\text{O}_{2\text{ref}} - \text{O}_2)}{\text{O}_{2\text{ref}}}$$

CO₂max: Fuel-specific carbon dioxide value | *Brennstoffspezifischer Kohlendioxidwert*

O₂ref: O₂ Reference value | *O₂-Referenzwert*

O₂: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

5.3.2 Efficiency | *Wirkungsgrad*

$$\eta = 100 - \left(\left((\text{FT} - \text{AT}) \times \left(\frac{\text{A2}}{\text{O}_{2\text{ref}} - \text{O}_2} + \text{B} \right) \right) - \text{Kk} \right)$$

FT: Flue gas temperature | *Abgastemperatur*

AT: Ambient air temperature | *Umgebungslufttemperatur*

A2 / B: Fuel-specific parameters | *Brennstoff-spezifische Parameter*

O₂ref: O₂ Reference value | *O₂-Referenzwert*

O₂: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

Kk: Calculated value taking into account the recovered condensation heat when the dew point is undershot (for fuel value systems) | *berechneter Wert zur Berücksichtigung der rückgewonnenen Kondensationswärme bei Taupunktunterschreitung (für Brennwertanlagen)*

5.3.3 Air ratio | *Luftverhältniszahl*

$$\lambda = \left(\frac{\text{O}_2 - \frac{\text{CO}}{2}}{0.26582 \cdot (100 - \text{O}_2 - \text{CO}_2 - \text{CO}) - (\text{O}_2 - \frac{\text{CO}}{2})} \right) \cdot 100$$

O₂: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

CO: Measured carbon monoxide content | *Gemessener Kohlenmonoxidgehalt*

CO₂: Calculated carbon dioxide value in % | *Berechneter Kohlendioxidwert in %*

5.3.4 Nitrogen oxide | Stickstoffoxide

$$\text{NO}_x = \text{NO} + (\text{NO}_{2\text{add}} \times \text{NO})$$

NO: Measured nitrogen monoxide value | *gemessener Stickstoffmonoxidwert*

NO_{2add}: Nitrogen dioxide addition factor | *Stickstoffdioxid-Zuschlagsfaktor*

5.3.5 Carbon monoxide undiluted | Kohlenmonoxid unverdünnt

$$u_{\text{CO}} = \text{CO} \times \lambda$$

CO: Measured carbon monoxide content | *Gemessener Kohlenmonoxidgehalt*

λ : Calculated air ratio | *Berechnete Luftverhältniszahl*

5.3.6 Flue gas dew point temperature | Abgastaupunkt-Temperatur

$$T_{p_{\text{AG}}} = \text{MIN} \left[\frac{\ln \left(\frac{F_{\text{H}_2\text{O}} \times P_{\text{Abs}}}{610,78} \right) \times 234,175}{\ln \left(\frac{F_{\text{H}_2\text{O}} \times P_{\text{Abs}}}{610,78} \right) - 17,08085}, FT \right]$$

$F_{\text{H}_2\text{O}}$: Flue gas-specific water vapour content as vol.% | *Abgasspezifischer Wasserdampfgehalt in Vol. %*

P_{Abs} : Absolute pressure in mbar/hPa | *Absolutdruck in mbar/hPa*

5.3.7 Conversion from ppm to mg/m³ | Umrechnung von ppm in mg/m³

The numerical factor used in the formula (e. g. 1.25 for CO) corresponds to the standard density of the respective gas in mg/m³. Note: | *Der in den Formeln verwendete Zahlenfaktor (bspw. 1,25 bei CO) entspricht der Normdichte des jeweiligen Gases in mg/m³. Dabei ist zu beachten:*

for NO_x the standard density of NO₂ (2.05), is used, as only this compound is stable (NO combines very quickly after its creation with oxygen to form NO₂) | *für NO_x wird mit 2,05 die Normdichte von NO₂ verwendet, da nur diese Verbindung stabil ist (NO verbindet sich sehr schnell nach seiner Entstehung mit Sauerstoff zu NO₂)*

$$\text{CO} \left[\text{mg/m}^3 \right] = \frac{O_{2\text{ref}} - O_{2\text{base}}}{O_{2\text{ref}} - O_2} \times \text{CO} [\text{ppm}] \times 1,25$$

$$\text{NO}_x \left[\text{mg/m}^3 \right] = \frac{O_{2\text{ref}} - O_{2\text{base}}}{O_{2\text{ref}} - O_2} \times \text{NO}_x [\text{ppm}] \times 2,05$$

O_{2ref}: O₂ Reference value | *O₂-Referenzwert*

O₂: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

O_{2base}: Fuel-specific oxygen base value as % | *brennstoffspezifischer Sauerstoff-Bezugswert in %*

6 Fuels and parameters testo 330 | Brennstoffe und Parameter testo 330

6.1 Austria | Österreich

Brennstoff	CO ₂ max [Vol. %]	O ₂ base [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Heizöl HEL	15,4	3,0	10,54	11,30	0,6642	0,0086
Heizöl HL	15,8	3,0	10,35	11,40	0,6655	0,0082
Heizöl HM	16,0	3,0	10,03	11,60	0,6687	0,0079
Heizöl HS1L	16,4	3,0	10,03	11,60	0,6736	0,0076
Flüssig biogen	15,2	3,0	9,03	9,74	0,6553	0,0080
Erdgas	11,7	3,0	8,49	9,40	0,6440	0,0111
Holzpellets	20,3	11,0	4,01	4,07	0,6753	0,0116
Hackgut trocken	20,3	11,0	3,34	3,39	0,6921	0,0137
Hackgut feucht	20,3	11,0	2,67	2,71	0,7290	0,0183
Scheitholz	20,3	11,0	3,79	3,84	0,6753	0,0116
Biomasse	20,3	11,0	3,79	3,84	0,6824	0,0125
Gerste/Triticale	20,3	11,0	3,79	3,84	0,6753	0,0116
Propan	13,9	3,0	22,30	24,36	0,6335	0,0092
Butan	13,9	3,0	30,07	32,40	0,6247	0,0089
FAME	15,75	3,0	9,03	9,74	0,6553	0,0080
Steinkohle	18,7	6,0	7,92	8,11	0,6932	0,0057

6.2 Belgium | Belgien

Brandstof	CO ₂ max [Vol. %]	O ₂ base [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Stookolie L	15,20	3,00	10,53	11,26	0,6800	0,0070
StookolieZ	15,90	3,00	10,09	10,73	0,8060	0,0000
Propaan	13,70	3,00	22,30	24,36	0,6300	0,0080
Cokes	20,30	13,0	7,64	7,66	0,7655	0,0000
Houtpellets	20,3	13,0	4,07	4,13	0,6200	0,0081
Briket	18,90	8,00	5,08	5,20	0,8330	0,0000
Bruinkool	19,80	8,00	5,61	5,69	0,9550	0,0000
Steenkool	20,50	8,00	7,64	7,66	0,7580	0,0000
Cokesgas	10,30	3,00	3,86	4,28	0,6000	0,0110
Stadsgas	13,60	3,00	3,61	3,90	0,6300	0,0110
Aardgas H (G20)	11,90	3,00	8,56	9,56	0,6900	0,0095
Aardgas L (G25)	11,80	3,00	7,50	8,22	0,7030	0,0095
Butan (G30)	14,00	3,00	29,67	32,09	0,6970	0,0078

6.3 Bulgaria | *Bulgarien*

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Нафта	15,40	3,00	10,53	11,26	0,6800	0,0070
Прир.газ	11,90	3,00	8,36	9,12	0,6600	0,0090
Втечен газ	13,70	3,00	23,80	25,95	0,6300	0,0080
Брикети	18,90	8,00	5,08	5,20	0,8330	0,0000
Лигнит	19,80	8,00	4,01	4,09	0,9550	0,0000
Каменни въглища	20,50	8,00	7,81	7,82	0,7580	0,0000
Коксов газ	10,30	3,00	3,86	4,28	0,6000	0,0110
Градски газ	13,60	3,00	3,61	3,90	0,6300	0,0110
Дърва 15%	20,30	13,00	3,87	3,93	0,6860	0,0096
Дървесни пелети	20,30	13,00	4,07	4,13	0,6200	0,0081
Еталонен газ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000

6.4 China | *China*

Fuel	CO _{2MAX} [Vol. %]	O _{2base} [Vol. %]	K _{gr} [1/K]	K _{net} [1/K]	K1 [-]	H [% by weight]	MH ₂ O [% by weight]	Q _{gr} [MJ/kg]	Q _{net} [MJ/kg]
天然气	11,90	3,00	0,35	0,39	40,00	24,40	0,00	53,42	48,16
轻油	15,50	3,00	0,48	0,51	53,00	13,00	0,00	45,60	42,80
重油	15,80	3,00	0,51	0,54	54,00	11,50	0,20	42,90	40,50
煤	18,40	7,00	0,62	0,65	63,00	4,00	13,00	26,75	25,50
无烟煤	19,10	7,00	0,67	0,69	65,00	3,00	12,00	29,65	28,95
焦炭	20,60	7,00	0,75	0,76	70,00	0,40	10,00	27,90	27,45
丙烷	13,80	3,00	0,42	0,45	48,00	18,20	0,00	50,00	46,30
丁烷	14,10	3,00	0,43	0,46	48,00	17,20	0,00	49,30	45,80
测试气体	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LPG	13,80	3,00	0,42	0,45	47,00	17,90	0,00	49,93	46,04
木材	20,70	7,00	0,63	0,69	70,20	5,10	15,00	17,12	15,60

6.5 CIS | GUS

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Диз.топливо	15,40	3,00	10,53	11,26	0,6800	0,0070
Темн. дизтопл.	15,90	3,00	10,09	10,73	0,8060	0,0000
Природн. газ	11,90	3,00	8,36	9,12	0,6600	0,0090
Бурый уголь	19,80	8,00	4,01	4,09	0,9550	0,0000
Коксовый газ	10,30	3,00	3,86	4,28	0,6000	0,1100
Бытовой газ	13,60	3,00	3,61	3,90	0,6300	0,0110
Калибр.газ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
Каменный уголь	20,50	8,00	7,81	7,82	0,7580	0,0000
Сжж газ	13,70	3,00	23,8	25,95	0,6300	0,0080
Древесные брикеты	20,30	13,00	4,07	4,13	0,6200	0,0081
Древесина 15%вл	20,30	13,00	3,87	3,93	0,6860	0,0096

6.6 Croatia | Kroatien

Brennstoff	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Zemni plin	11,9	3,0	8,36	9,12	0,6600	0,0090
Lako ulje EL	15,4	3,0	10,53	11,26	0,6800	0,0070
Ukapljeni plin	13,7	3,0	23,80	25,95	0,6300	0,0080
Drvo 15%v	20,3	13,0	3,87	3,93	0,686	0,0096
Drvene pelete	20,3	13,0	4,07	4,13	0,6200	0,0081
Test plin	0,0	0,0	0,00	0,00	0,0000	0,0000
Briket	18,9	8,0	5,08	5,20	0,8330	0,0000
Lignit	19,8	8,0	4,01	4,09	0,9550	0,0000
Antracit	20,5	8,0	7,81	7,82	0,7580	0,0000
Koksni plin	10,3	3,0	3,86	4,28	0,6000	0,0110
Gradski plin	13,6	3,0	3,61	3,90	0,6300	0,0110

6.7 Czech Republic | Tschechien

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
LTO	15,40	3,00	10,53	11,26	0,6600	0,0090
Mazut	15,90	3,00	10,09	10,73	0,6800	0,0070
Zemni plyn H	12,00	3,00	8,76	9,58	0,6300	0,0080
Propan	13,70	3,00	23,8	25,95	0,686	0,0096
Brikety	18,90	8,00	5,08	5,20	0,6200	0,0081
Hnede uhli	19,80	8,00	4,01	4,09	0,0000	0,0000
Cerne uhli	20,50	8,00	7,81	7,82	0,8330	0,0000
Koks. plyn	10,30	3,00	3,86	4,28	0,9550	0,0000
Městský plyn	13,60	3,00	3,61	3,90	0,7580	0,0000
TTO	15,90	3,00	10,90	10,73	0,6000	0,0110
dřevo 15%	20,30	13,00	3,87	3,93	0,6300	0,0110

6.8 Denmark | *Dänemark*

Fuel	CO _{2max} [Vol.%]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Letolie	15,3	3,0	10,53	11,26	0,6800	0,0070
Sværolie	16,0	3,0	10,09	10,73	0,700	0,0070
Koks-gas	13,8	13,0	3,86	4,28	0,62	0,0110
Naturgas	12,0	13,0	8,76	9,57	0,6600	0,0100
Flaskegas	13,8	3,0	22,3	24,36	0,6600	0,0080
Koks	20,00	8,0	7,64	7,66	0,7770	0,0000
Briket	19,3	8,0	5,09	5,17	0,8161	0,0000
Brunkul	19,2	8,0	4,01	4,09	0,9844	0,0000
Kul	18,5	8,0	7,9	8,13	0,6811	0,0000

6.9 Germany | *Deutschland*

Brennstoff	CO _{2max} [Vol.%]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Erdgas	11,9	3,0	8,36	9,12	0,6600	0,0090
Heizöl EL	15,4	3,0	10,53	11,26	0,6800	0,0070
Flüssiggas	13,7	3,0	23,80	25,95	0,6300	0,0080
Holz 15%w	20,3	13,0	3,87	3,93	0,686	0,0096
Holzpellets	20,3	13,0	4,07	4,13	0,6200	0,0081
Prüfgas	0,0	0,0	0,00	0,00	0,0000	0,0000
Brikett	18,9	8,0	5,08	5,20	0,8330	0,0000
Braunkohle	19,8	8,0	4,01	4,09	0,9550	0,0000
Steinkohle	20,5	8,0	7,81	7,82	0,7580	0,0000
Kokereigas	10,3	3,0	3,86	4,28	0,6000	0,0110
Stadtgas	13,6	3,0	3,61	3,90	0,6300	0,0110

6.10 Great Britain | *Großbritannien*

Fuel	CO _{2MAX} [Vol.%]	O _{2base} [Vol.%]	K _{gr} [1/K]	K _{net} [1/K]	K1 [-]	H [% by weight]	MH ₂ O [% by weight]	Q _{gr} [MJ/kg]	Q _{net} [MJ/kg]
Natural Gas	11,90	3,00	0,35	0,39	40,00	24,40	0,00	53,42	48,16
Butane	14,10	3,00	0,43	0,46	48,00	17,20	0,00	49,30	45,80
Propane	13,80	3,00	0,42	0,45	48,00	18,20	0,00	50,00	46,30
Light Oil	15,50	3,00	0,48	0,51	53,00	13,00	0,00	45,60	42,80
Kerosene	15,40	3,00	0,47	0,51	52,36	13,60	0,00	46,56	43,12
Heavy Oil	15,80	3,00	0,51	0,54	54,00	11,50	0,20	42,90	40,50
Wood Pellets	20,70	7,00	0,63	0,69	70,20	5,10	15,00	17,12	15,60
Coal	18,40	7,00	0,62	0,65	63,00	4,00	13,00	26,75	25,50
Anthracite	19,10	7,00	0,67	0,69	65,00	3,00	12,00	29,65	28,95
Coke	20,60	7,00	0,75	0,76	70,00	0,40	10,00	27,90	27,45
Test Gas	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

6.11 Greece | Griechenland

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Φυσικό αέριο	11,9	3,0	8,36	9,12	0,6600	0,0090
Πετρέλαιο θέρμανσης	15,4	3,0	10,53	11,26	0,6800	0,0070
Υγραέριο	13,7	3,0	23,80	25,95	0,6300	0,0080
Ξύλο 15%w	20,3	13,0	3,87	3,93	0,686	0,0096
Pellets ξύλου	20,3	13,0	4,07	4,13	0,6200	0,0081
Αέριο δοκιμής	0,0	0,0	0,00	0,00	0,0000	0,0000
Μπrikέτα	18,9	8,0	5,08	5,20	0,8330	0,0000
Λιγνίτης	19,8	8,0	4,01	4,09	0,9550	0,0000
Λιθάνθρακας	20,5	8,0	7,81	7,82	0,7580	0,0000
Αέριο Κοκ	10,3	3,0	3,86	4,28	0,6000	0,0110
Αέριο Πόλης	13,6	3,0	3,61	3,90	0,6300	0,0110

6.12 Hungary | Ungarn

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Földgáz	11,9	3,0	8,36	9,12	0,6600	0,0090
Fűtőolaj könnyű	15,4	3,0	10,53	11,26	0,6800	0,0070
LPG	13,7	3,0	23,80	25,95	0,6300	0,0080
Fa 15%w	20,3	13,0	3,87	3,93	0,686	0,0096
Fa pellet	20,3	13,0	4,07	4,13	0,6200	0,0081
Tesztgáz	0,0	0,0	0,00	0,00	0,0000	0,0000
Brikett	18,9	8,0	5,08	5,20	0,8330	0,0000
Barnaszén	19,8	8,0	4,01	4,09	0,9550	0,0000
Kőszén	20,5	8,0	7,81	7,82	0,7580	0,0000
Kokszgáz	10,3	3,0	3,86	4,28	0,6000	0,0110
Városigáz	13,6	3,0	3,61	3,90	0,6300	0,0110

6.13 Italy | *Italia*

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Gas Nat.	11,70	3,00	8,52	9,52	0,6600	0,0100
GPL (misto)	13,90	3,00	23,80	25,90	0,6300	0,0080
Gasolio	15,10	3,00	10,40	11,20	0,6800	0,0070
Olio combustibile	15,70	3,00	10,09	10,73	0,6800	0,0070
Metano	11,70	3,00	8,52	9,52	0,6600	0,0100
GPL (butano)	13,90	3,00	28,15	30,95	0,6300	0,0080
GPL (propano)	11,70	3,00	21,81	23,81	0,6300	0,0080
Gas Coker	10,30	3,00	3,86	4,28	0,6000	0,0110
Gas città	11,60	3,00	3,61	3,90	0,6300	0,0110
Coke	20,00	8,00	7,64	7,66	0,7770	0,0000
Lignite	19,20	8,00	5,26	5,40	0,9844	0,0000
Mattonella di lignite	19,30	8,00	5,09	5,17	0,8161	0,0000
Antracite	18,50	8,00	7,90	8,13	0,6811	0,0000
Legno/pellet	20,00	8,00	4,07	4,13	0,6200	0,0081

6.14 Japan | *Japan*

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
13A	12,20	5,0	9,96	10,95	0,7634	0,0036
6C	13,10	5,0	3,92	4,06	0,6947	0,0068
7° ⅓A° ⅓	13,80	5,0	22,13	23,9	0,7411	0,003
⅓⅓⅓	15,10	5,0	10,49	11,37	0,7455	0,0024
⅓° ⅓⅓⅓	15,80	5,0	10,05	10,68	0,7285	0,0022
C⅓° ⅓⅓⅓	16,00	5,0	9,65	10,25	0,7285	0,0021
⅓⅓⅓	15,40	5,0	10,45	11,31	0,7686	0,0021
⅓⅓⅓⅓⅓	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0000	0,0000

6.15 Netherlands | *Niederlande*

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Aardgas Hb	11,70	3,00	7,71	8,43	0,6230	0,0080
Aardgas Ho	11,70	3,00	7,71	8,43	0,6910	0,0090
Propangas Hb	13,70	3,00	22,30	24,40	0,6190	0,0066
Propangas Ho	13,70	3,00	22,30	24,40	0,6730	0,0070
Hout 15%w	20,00	6,00	3,87	3,93	0,686	0,0096
Cokes	20,00	6,00	7,64	7,70	0,7770	0,0000
Anthraceut	18,50	6,00	7,90	8,10	0,7490	0,0000
Bruinkool	19,20	6,00	5,26	5,40	0,9840	0,0000
G20	11,70	3,00	8,55	9,56	0,654	0,0089
G25	11,50	3,00	7,50	8,22	0,7030	0,0094
G30	14,00	3,00	29,46	32,07	0,696	0,0076
Stookolie EL	15,5	3,00	10,52	11,30	0,6800	0,0070

6.16 France | *Frankreich*

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Fioul dom	15,40	3,00	10,53	11,26	0,6800	0,0070
Fioul lourd	15,90	3,00	10,09	10,73	0,8060	0,0000
Gaz naturel	11,9	3,0	8,36	9,12	0,6600	0,0090
Gaz liquéfié	13,7	3,0	23,80	25,95	0,6300	0,0080
Butane	14,0	3,0	30,07	32,40	0,6660	0,0100
Pellets	20,3	13,0	4,07	4,13	0,6200	0,0081
Bois 15%eau	20,3	13,0	3,87	3,93	0,6860	0,0096
Bois 30%eau	20,3	13,0	3,19	3,24	0,6640	0,0118
Bois 45%eau	20,3	13,0	2,50	2,54	0,6340	0,0150
Bois 60%eau	20,3	13,0	1,82	1,85	0,5860	0,0199
Briquelette	18,90	8,00	5,08	5,20	0,8330	0,0000
Lignite	19,80	8,00	4,01	4,09	0,9550	0,0000
Houille	20,50	8,00	7,81	7,82	0,7580	0,0000

6.17 Poland | *Polen*

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
OLej op.EL	15,40	3,00	10,53	11,26	0,6800	0,0070
OLej op.S	15,90	3,00	10,09	10,73	0,8057	0,0000
Gaz GZ 50	11,80	3,00	8,47	9,44	0,6600	0,0110
Gaz GZ41.5	11,50	3,00	7,24	7,89	0,6700	0,0110
Gaz GZ 35	11,30	3,00	6,47	6,90	0,6800	0,0110
Gaz plynny	13,70	3,00	22,30	24,40	0,6300	0,0080
DrewnoKoks	20,30	13,00	7,64	7,66	0,7660	0,0000
Brykiety	18,90	8,00	5,08	5,20	0,8330	0,0000
W.brunatny	19,80	8,00	5,61	5,69	0,9545	0,0000
W.kamienny	20,50	8,00	7,64	7,66	0,7580	0,0000
Gaz koksow	10,30	3,00	3,86	4,28	0,6000	0,0110
GazMiejski	13,60	3,00	3,61	3,90	0,6300	0,0110

6.18 Portugal | Portugal

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG tmin}	V _{Lmin}	A2	B
Gasoleo A	15,50	3,00	10,53	11,26	0,6710	0,0069
Gasoleo C	15,50	3,00	10,53	11,26	0,6710	0,0069
F-Oleo n1	15,90	3,00	10,09	10,73	0,6815	0,0067
F-Oleo n2	15,90	3,00	10,09	10,73	0,6815	0,0067
Gas Nat.	11,90	3,00	9,63	10,61	0,6688	0,0097
Propano	13,70	3,00	22,30	24,36	0,5826	0,0097
Butano	14,00	3,00	29,55	32,17	0,5685	0,0097
Madeira	20,30	13,00	3,87	3,93	0,6860	0,0096
GPL	13,70	3,00	23,80	25,95	0,6300	0,0080
Pellets	20,70	8,00	3,84	3,90	0,6750	0,0095
Biomassa 20%	20,30	11,00	3,79	3,84	0,6824	0,0125
Hulha	18,50	8,00	7,90	8,13	0,7719	0,0000
Gas de coque	10,30	3,00	3,86	4,28	1,0194	0,0000
Gas Ciudad	12,10	3,00	3,61	3,90	0,8678	0,0000
Biodiesel 5	15,40	3,00	10,48	11,19	0,6400	0,0065

6.19 Republic of Korea | Korea

Fuel	CO _{2MAX} [Vol. %]	O _{2base} [Vol. %]	K _{gr} [1/K]	K _{net} [1/K]	K1 [-]	H [% by weight]	MH ₂ O [% by weight]	Q _{gr} [MJ/kg]	Q _{net} [MJ/kg]
천연가스	11,90	3,00	0,35	0,39	40,00	24,40	0,00	53,42	48,16
경유	15,50	3,00	0,48	0,51	53,00	13,00	0,00	45,60	42,80
중유	15,80	3,00	0,50	0,5	54,00	11,50	0,20	42,90	40,50
석탄	18,40	7,00	0,62	0,65	63,00	4,00	13,00	26,75	25,50
무연탄	19,10	7,00	0,67	0,69	65,00	3,00	12,00	29,65	28,95
코크스	20,60	7,00	0,75	0,76	70,00	0,40	10,00	27,90	27,45
프로판	13,80	3,00	0,42	0,45	48,00	18,20	0,00	50,00	46,30
부탄	14,10	3,00	0,43	0,46	48,00	17,20	0,00	49,30	45,80
테스트가스	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

6.20 Romania | Rumänien

Fuel	CO ₂ max [Vol. %]	O ₂ base [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Gaz natural	11,70	3,00	8,57	9,56	0,6540	0,0086
Motorină	15,40	3,00	10,53	11,26	0,6800	0,0070
Păcură	15,90	3,00	10,09	10,73	0,8060	0,0000
Cărbune	20,50	8,00	7,81	7,82	0,7580	0,0000
Antracit	18,50	8,00	8,37	8,55	0,7719	0,0000
GPL (amestec)	13,7	3,00	23,80	25,95	0,6300	0,0080
Propan	13,70	3,00	22,30	24,36	0,5826	0,0097
Butan	14,00	3,00	30,07	32,40	0,6660	0,0100
Kerosen	15,40	3,00	10,44	11,30	0,6640	0,0069
Peleți	20,30	13,00	4,07	4,13	0,6200	0,0081
Huilă	18,50	7,00	7,90	8,13	0,7719	0,0000
Lignit	19,80	8,00	4,01	4,09	0,9550	0,0000
Cocs	20,30	13,00	7,64	7,66	0,7650	0,0000
Lemn 15%w	20,30	13,00	3,87	3,93	0,6860	0,0096
Brichete	18,90	8,00	5,08	5,20	0,8330	0,0000

6.21 Slovakia | Slowakei

Fuel	CO ₂ max [Vol. %]	O ₂ base [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
zemeljski plin	11,9	3,0	8,36	9,12	0,6600	0,0090
kurilno olje EL	15,4	3,0	10,53	11,26	0,6800	0,0070
tekoči plin	13,7	3,0	23,80	25,95	0,6300	0,0080
drva 15 % vode	20,3	13,0	3,87	3,93	0,686	0,0096
lesni peleti	20,3	13,0	4,07	4,13	0,6200	0,0081
Prüfgas	0,0	0,0	0,00	0,00	0,0000	0,0000
briketi	18,9	8,0	5,08	5,20	0,8330	0,0000
rjavi premog	19,8	8,0	4,01	4,09	0,9550	0,0000
premog	20,5	8,0	7,81	7,82	0,7580	0,0000
koksarniški plin	10,3	3,0	3,86	4,28	0,6000	0,0110
mestni plin	13,6	3,0	3,61	3,90	0,6300	0,0110

6.22 Spain | Spanien

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Gasoleo A	15,50	3,00	10,53	11,26	0,6710	0,0069
Gasoleo C	15,50	3,00	10,53	11,26	0,6710	0,0069
F-Oleo n1	15,90	3,00	10,09	10,73	0,6815	0,0067
F-Oleo n2	15,90	3,00	10,09	10,73	0,6815	0,0067
Gas Nat.	11,90	3,00	9,63	10,61	0,6688	0,0097
Propano	13,70	3,00	22,30	24,36	0,5826	0,0097
Butano	14,00	3,00	29,55	32,17	0,5685	0,0097
Coque	20,00	13,00	7,64	7,66	0,5985	0,0000
Briquit	19,30	8,00	5,09	5,17	0,6202	0,0000
Lignito	19,20	8,00	4,01	4,09	0,6234	0,0000
Antracita	18,50	8,00	8,37	8,55	0,7719	0,0000
Carbòn	18,50	8,00	7,90	8,13	0,7719	0,0000
Gas de coque	10,30	3,00	3,86	4,28	1,0194	0,0000
Gas Ciudad	12,10	3,00	3,61	3,90	0,8678	0,0000
Made/Coque	20,70	8,00	3,84	3,90	0,6750	0,0095

6.23 Sweden | Schweden

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Eldn.olja1	15,40	3,00	10,53	11,26	0,6800	0,0070
Eldn.olja3	15,90	3,00	10,09	10,73	0,8060	0,0000
Träpellets	20,30	13,00	4,07	4,13	0,6200	0,0081
Naturgas	12,00	3,00	8,76	9,58	0,6650	0,0090
Gasol	13,70	3,00	23,80	25,95	0,6300	0,0080
Kol	20,50	8,00	7,81	7,82	0,7580	0,0000
Brunkol	19,80	8,00	4,01	4,09	0,9550	0,0000
Stadsgas	13,60	3,00	3,61	3,90	0,6300	0,0110
Briketter	18,90	8,00	5,08	5,20	0,8330	0,0000
Koksgas	10,30	3,00	3,86	4,28	0,6000	0,0110

6.24 Swiss | Schweiz

Brennstoff	CO ₂ max [Vol. %]	O ₂ base [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Heizöl EL	15,5	3,0	10,53	11,26	0,6800	0,0070
Heizöl S	15,9	3,0	10,09	10,73	0,8060	0,0000
Erdgas H	12,0	3,0	8,76	9,57	0,6600	0,0080
Butan	13,9	3,0	29,55	32,17	0,6300	0,0080
Koks	20,0	13,0	7,64	7,66	0,7770	0,0000
Holz 15%w	20,3	13,0	3,87	3,93	0,6860	0,0096
Holzpellets	20,3	13,0	4,07	4,13	0,6200	0,0081
Brikett	19,3	8,0	5,09	5,17	0,8161	0,0000
Braunkohle	19,2	8,0	4,01	4,09	0,9844	0,0000
Fettkohle	18,5	8,0	7,90	8,13	0,8400	0,0000
Kokereigas	10,3	3,0	3,86	4,28	0,6000	0,0110
Stadtgas	13,6	3,0	3,61	3,90	0,6300	0,0110
Prüfgas	0,0	0,0	0,00	0,00	0,0000	0,0000

6.25 Thailand | Thailand

Fuel	CO ₂ MAX [Vol. %]	O ₂ base [Vol. %]	K _{gr} [1/K]	K _{net} [1/K]	K1 [-]	H [% by weight]	MH ₂ O [% by weight]	Q _{gr} [MJ/kg]	Q _{net} [MJ/kg]
ก๊าซธรรมชาติ	11,90	3,00	0,35	0,39	40,00	24,40	0,00	53,42	48,16
ดีเซล	15,50	3,00	0,48	0,51	53,00	13,00	0,00	45,60	42,80
น้ำมันเตา	15,80	3,00	0,51	0,54	54,00	11,50	0,20	42,90	40,50
ถ่านหิน	18,40	7,00	0,62	0,65	63,00	4,00	13,00	26,75	25,50
แกลบ	22,40	7,00	0,72	0,77	76,21	3,00	9,80	12,98	12,21
ไม้	19,90	7,00	0,62	0,73	67,58	3,80	40,00	11,30	9,63
LPG	13,80	3,00	0,42	0,45	48,00	18,20	0,00	50,00	46,30
ก๊าซทดสอบ	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0
ชานอ้อย	20,77	7,00	0,57	0,61	70,60	2,90	51,00	10,11	9,46

6.26 Turkey | Türkei

Fuel	CO ₂ max [Vol. %]	O ₂ base [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Hafif Yag	15,40	3,00	10,53	11,26	0,680	0,0070
Agir Yag	15,90	3,00	10,09	10,73	0,806	0,0000
Dogal Gaz	12,00	3,00	8,76	9,58	0,665	0,0090
Tas Kömürü	20,50	8,00	7,81	7,82	0,758	0,0000
Linyit	19,80	8,00	4,01	4,09	0,955	0,0000
Kok gazi	10,30	3,00	3,86	4,28	0,600	0,0110
Havagazi	13,60	3,00	3,61	3,90	0,6300	0,0110
Briket	18,90	8,00	5,08	5,20	0,833	0,0000
Propan Lpg	13,70	3,00	23,8	25,95	0,630	0,0080
Odun 15%	20,30	13,00	3,87	3,93	0,686	0,0096

6.27 USA | USA

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Natur.gas	11.70	3.00	7.91	8.70	0.5924	0.0010
Propangas	13.80	3.00	22,31	24,37	0.5978	0.0013
Butan	14.10	3.00	29.55	32.17	0.6000	0.0013
Fuel oil #2	15.70	3.00	10.40	11.10	0.6385	0.0017
Fueloil #5	16.30	3.00	10.14	10.70	0.6275	0.0018
Fueloil #6	16.70	3.00	9.84	10.30	0.6375	0.0019
Kerosene	15.10	3.00	10.47	11.20	0.6159	0.0016
Bioheat 5	15.40	3.00	10.48	11.19	0.600	0.0061
Anthracite	19.90	7.00	8.37	8.60	0.6964	0.0027
Bituminous	18.50	7.00	5.30	5.40	0.6729	0.0024
Distillate #1	15.40	3.00	10.50	11.25	0.6312	0.0017
Wood 10% M.	20.00	7.00	4.09	4.10	0.6194	0.0024
Wood 20% M.	20.00	7.00	3.64	3.66	0.6194	0.0024
Wood 30% M.	20.00	7.00	3.18	3.20	0.6194	0.0024
Wood 40% M.	20.00	7.00	2.73	2.75	0.6194	0.0024
Bark 15% M.	20.00	7.00	3.87	3.90	0.6669	0.0026
Bark 30% M.	20.00	7.00	3.18	3.20	0.6669	0.0026
Bark 45% M.	20.00	7.00	2.50	2.52	0.6669	0.0026
Bark 60% M.	20.00	7.00	1.82	1.83	0.6669	0.0026
Bagasse	20.30	7.00	2.03	2.06	0,5897	0.0023

7 Calculation formulae testo 340 | Berechnungsformeln testo 340

7.1 Calculation basis Germany | *Berechnungsgrundlage Deutschland*

Formulae are valid for country-specific versions: | *Formeln sind gültig für die Landesversionen:*

Austria | *Österreich*, Belgium | *Belgien*, Bulgaria | *Bulgarien*, Czech Republic | *Tschechische Republik*, Finland | *Finnland*, France | *Frankreich*, Germany | *Deutschland*, Hungary | *Ungarn*, Italy | *Italien*, Japan | *Japan*, Netherlands | *Niederlande*, Poland | *Polen*, Romania | *Rumänien*, Russia | *Russland*, Spain | *Spanien*, Sweden | *Schweden*, Turkey | *Türkei*

7.1.1 Carbon dioxide | *Kohlendioxid*

$$\text{CO}_2 = \frac{\text{CO}_{2\text{max}} \times (\text{O}_{2\text{ref}} - \text{O}_2)}{\text{O}_{2\text{ref}}}$$

CO₂max: Fuel-specific carbon dioxide value | *Brennstoffspezifischer Kohlendioxidwert*

O₂ref: O₂ Reference value | *O₂-Referenzwert*

O₂: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

7.1.2 Flue gas loss | *Abgasverlust*

7.1.2.1 All country-specific versions (except Austria, Belgium, Japan) | *Alle Landesversionen (ausgenommen Österreich, Belgien, Japan)*

$$q_A = \left((FT - AT) \times \left(\frac{A_2}{\text{O}_{2\text{ref}} - \text{O}_2} + B \right) \right) - K_k$$

FT: Flue gas temperature | *Abgastemperatur*

AT: Ambient air temperature | *Umgebungslufttemperatur*

A₂ / B: Fuel-specific parameters | *Brennstoff-spezifische Parameter*

O₂ref: O₂ Reference value | *O₂-Referenzwert*

O₂: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

K_k: Calculated value taking into account the recovered condensation heat when the dew point is undershot (for fuel value systems) | *berechneter Wert zur Berücksichtigung der rückgewonnenen Kondensationswärme bei Taupunktunterschreitung (für Brennwertanlagen)*

7.1.2.2 Country-specific versions (Austria, Belgium, Japan) | *Landesversionen (Österreich, Belgien, Japan)*

$$qA = \left((FT - AT) \times \left(\frac{A2}{O_{2ref} - O_2} + B \right) \right)$$

FT: Flue gas temperature | *Abgastemperatur*

AT: Ambient air temperature | *Umgebungslufttemperatur*

A2 / B: Fuel-specific parameters | *Brennstoff-spezifische Parameter*

O_{2ref}: O₂ Reference value | *O₂-Referenzwert*

O₂: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

7.1.3 Efficiency | *Wirkungsgrad*

$$\eta = 100 - qA$$

qA: Calculated flue gas loss | *berechneter Abgasverlust*

7.1.4 Air ratio | *Luftverhältniszahl*

$$\lambda = 1 + \frac{V_{AGtrMin}}{V_{LMin}} \cdot \frac{O_2 - \frac{CO}{2}}{O_{2ref} - O_2 + \frac{CO}{2}}$$

V_{AGtrMin}: Dry flue gas volume with stoichiometric combustion | *Trockene Abgasmenge bei stöchiometrischer Verbrennung*

V_{LMin}: Air requirement for stoichiometric combustion of the fuel | *Luftbedarf bei stöchiometrischer Verbrennung des Brennstoffs*

O_{2ref}: O₂ Reference value | *O₂-Referenzwert*

O₂: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

7.1.5 Poison index (country-specific Netherlands | *Giftindex (Landesversion Niederlande)*)

$$\text{ratio} = \frac{CO}{100}$$

CO: Measured carbon monoxide content | *Gemessener Kohlenmonoxidgehalt*

7.1.6 Nitrogen oxide | Stickstoffoxide

No NO₂ sensor plugged: | kein NO₂-Sensor gesteckt:

$$\text{NO}_x = \text{NO} + (\text{NO}_{2\text{add}} \times \text{NO})$$

NO₂ sensor plugged: | NO₂-Sensor gesteckt:

$$\text{NO}_x = \text{NO} + (\text{NO}_2)$$

NO: Measured nitrogen monoxide value | gemessener Stickstoffmonoxidwert

NO₂add : Nitrogen dioxide addition factor | Stickstoffdioxid-Zuschlagsfaktor

7.1.7 Carbon monoxide undiluted | Kohlenmonoxid unverdünnt

$$u\text{CO} = \text{CO} \times \lambda$$

CO: Measured carbon monoxide content | Gemessener Kohlenmonoxidgehalt

λ : Calculated air ratio | Berechnete Luftverhältniszahl

7.1.8 Flue gas dew point temperature | Abgastaupunkt-Temperatur

$$T_{p_{AG}} = \text{MIN} \left[\left[\frac{\ln \left(\frac{F_{H_2O} \times P_{Abs}}{610,78} \right) \times 234,175}{\ln \left(\frac{F_{H_2O} \times P_{Abs}}{610,78} \right) - 17,08085} \right], FT \right]$$

F_{H_2O} : Flue gas-specific water vapour content as vol.% | Abgasspezifischer Wasserdampfgehalt in Vol. %

P_{Abs} : Absolute pressure in mbar/hPa | Absolutdruck in mbar/hPa

7.1.9 Flow speed | Strömungsgeschwindigkeit

$$V = \sqrt{\frac{575 \times \Delta P \times (FT + 273,15)}{P_{Abs}}} \times \alpha$$

P_{Abs} : Absolute pressure | Strömungsgeschwindigkeit

ΔP : Differential pressure | Differenzdruck

FT: Flue gas temperature | Abgastemperatur

α : Pitot tube factor | Staurohrfaktor

7.1.10 Air flow | Volumenstrom

$$V = v \times a$$

v: Flow speed | Strömungsgeschwindigkeit

a: Cross-section area | Querschnittsfläche

7.1.11 Mass flow | Massenstrom

$$MCO = CO \left[\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right] [\text{ppm}] \times F_{\text{Gas}} \times 1,25 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] \times Z$$

$$MNO_x = NO_x \left[\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right] [\text{ppm}] \times F_{\text{Gas}} \times 2,05 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] \times Z$$

$$MSO_2 = SO_2 \left[\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right] [\text{ppm}] \times F_{\text{Gas}} \times 2,86 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] \times Z$$

Fgas: Fuel-specific humidity value | *Brennstoff-spezifischer Feuchtigkeitswert*

Z: Calculation term: | *Berechnungsterm:*

$$Z = \frac{273.15 \times P_{\text{abs}} [\text{mbar}]}{273.15 + FT [^{\circ}\text{C}] \times 1013} \times V [\text{m}^3 / \text{s}] \times 10^{-6} [1 / \text{ppm}] \times 3600$$

7.1.12 Conversion from ppm to mg/m³ | Umrechnung von ppm in mg/m³

The numerical factor used in the formula (e. g. 1.25 for CO) corresponds to the standard density of the respective gas in mg/m³. Note: | *Der in den Formeln verwendete Zahlenfaktor (bspw. 1,25 bei CO) entspricht der Normdichte des jeweiligen Gases in mg/m³. Dabei ist zu beachten: for SO2, standard density values in the range from 2.86 to 2.93 are stated in literature (difference between ideal and real gas behaviour for SO2) | für SO2 werden in der Literatur Normdichte-Werte im Bereich von 2,86 bis 2,93 angegeben (Unterschied zwischen idealem und realem Gasverhalten bei SO2)*

for NOx the standard density of NO2 (2.05), is used, as only this compound is stable (NO combines very quickly after its creation with oxygen to form NO2) | *für NOx wird mit 2,05 die Normdichte von NO2 verwendet, da nur diese Verbindung stabil ist (NO verbindet sich sehr schnell nach seiner Entstehung mit Sauerstoff zu NO2)*

7.1.12.1 All country-specific versions (except Japan) | Alle Landesversionen (ausgenommen Japan)

$$CO \left[\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right] = \frac{O_{2\text{ref}} - O_{2\text{base}}}{O_{2\text{ref}} - O_2} \times CO [\text{ppm}] \times 1,25$$

$$NO_x \left[\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right] = \frac{O_{2\text{ref}} - O_{2\text{base}}}{O_{2\text{ref}} - O_2} \times NO_x [\text{ppm}] \times 2,05$$

$$SO_2 \left[\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right] = \frac{O_{2\text{ref}} - O_{2\text{base}}}{O_{2\text{ref}} - O_2} \times SO_2 [\text{ppm}] \times 2,86$$

O2ref: O2 Reference value | *O2-Referenzwert*

O2: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

O2base: Fuel-specific oxygen base value as % | *brennstoffspezifischer Sauerstoff-Bezugswert in %*

7.1.12.2 Country-specific version Japan | Landesversion Japan

$$\text{CO} \left[\text{mg/m}^3 \right] = \text{CO} \left[\text{ppm} \right] \times 1,25$$

$$\text{NO}_x \left[\text{mg/m}^3 \right] = \text{NO}_x \left[\text{ppm} \right] \times 2,05$$

$$\text{SO}_2 \left[\text{mg/m}^3 \right] = \text{SO}_2 \left[\text{ppm} \right] \times 2,86$$

7.1.12.3 Country-specific version China | Landesversion China

Calculation/Berechnung:

$$NO_{2calc} = NO_{2add} \times NO$$

NO: Measured nitorgen nonoxide value/gemessener Stickstoffmonoxidwert

NO_{2add}: Nitrogen dioxide addition factor/Stickstoffdioxid-Zuschlagsfaktor

Units like NO/Einheiten wie NO

Default Unit/Standard-Einheit: PPM

7.1.12.4 Country-specific version Greece | Landesversion Griechenland

$$A_{\text{var}} \text{CO} = \text{CO} * \left[\frac{(21\% - O_{2ref})}{(21\% - O_2)} \right]$$

$$A_{\text{var}} \text{NO} = \text{NO} * \left[\frac{(21\% - O_{2ref})}{(21\% - O_2)} \right]$$

$$A_{\text{var}} \text{NO}_x = \text{NO}_x * \left[\frac{(21\% - O_{2ref})}{(21\% - O_2)} \right]$$

7.1.13 Efficiency related to calorific value (Country-specific version Belgium) | Wirkungsgrad bezogen auf Brennwert (Landesversion Belgien)

$$\eta_{Hs} = 100 - (q_A + CWD) * \frac{100}{(100 + CWD)}$$

$$\eta_{+Hs} = 100 - (q_A^+ + CWD) * \frac{100}{(100 + CWD)}$$

$$CO_{Hs} \left[\frac{g}{Gf} \right] = CO \left[\frac{g}{Gf} \right] * \frac{100}{(100 + CWD)}$$

$$NO_{xHs} \left[\frac{g}{Gf} \right] = NO_x \left[\frac{g}{Gf} \right] * \frac{100}{(100 + CWD)}$$

7.2 Calculation basis Great Britain | *Berechnungsgrundlage Großbritannien*

Formulae are valid for country-specific versions: | *Formeln sind gültig für die Landesversionen:*

Great Britain | *Großbritannien*, China | *China*, Korea | *Korea*, Thailand | *Thailand*, Latin America | *Lateinamerika*

7.2.1 Carbon dioxide | *Kohlendioxid*

$$CO_2 = \frac{CO_{2max} \times (O_{2ref} - O_2)}{O_{2ref}}$$

CO₂max: Fuel-specific carbon dioxide value | *Brennstoffspezifischer Kohlendioxidwert*

O₂ref: O₂ Reference value | *O₂-Referenzwert*

O₂: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

7.2.2 Efficiency | *Wirkungsgrad*

Calorific value range taken into account: | *Mit Berücksichtigung Brennwertbereich:*

$$EffG = 100 - \left(\left(\frac{K_{gr} \cdot (FT - AT)}{CO_2} \right) + \left(\frac{(MH_2O + 9 \cdot H) \cdot (2488 + 2.1 \cdot FT - 4.2 \cdot AT)}{Q_{gr} \cdot 1000} \right) + \left(\frac{K1 \cdot CO}{CO_2 + CO} \right) \right) \cdot Calo$$

Calorific value range not taken into account: | *Ohne Berücksichtigung Brennwertbereich:*

$$EffN = 100 - \left(\left(\frac{K_{net} \cdot (FT - AT)}{CO_2} \right) + \left(\frac{(MH_2O + 9 \cdot H) \cdot (210 + 2.1 \cdot FT - 4.2 \cdot AT)}{Q_{net} \cdot 1000} \right) + \left(\frac{K1 \cdot Q_{gr} \cdot CO}{Q_{net} \cdot (CO_2 + CO)} \right) \right)$$

K_{gr} / K_{net} / Q_{gr} / Q_{net} / K₁ / MH₂O / H:

Fuel-specific factors | *Brennstoff-spezifische Faktoren*

FT: Flue gas temperature | *Abgastemperatur*

AT: Ambient air temperature | *Umgebungslufttemperatur*

CO: Measured carbon monoxide content | *Gemessener Kohlenmonoxidgehalt*

CO₂: Calculated carbon dioxide value in % | *Berechneter Kohlendioxidwert in %*

7.2.3 Air ratio | *Luftverhältniszahl*

$$ratio = \frac{CO}{CO_2 \cdot 10000}$$

CO: Measured carbon monoxide content | *Gemessener Kohlenmonoxidgehalt*

CO₂: Calculated carbon dioxide value in % | *Berechneter Kohlendioxidwert in %*

7.2.4 Excess Air | Luftüberschuss

$$\text{ExAir} = \left(\frac{21\%}{21\% - \text{O}_2} - 1 \right) \times 100$$

21%: O₂ level of air | O₂-Gehalt von Luft

O₂: Measured oxygen content as % | Gemessener Sauerstoffgehalt in %

7.2.5 Nitrogen oxide | Stickstoffoxide

No NO₂ sensor plugged: | kein NO₂-Sensor gesteckt:

$$\text{NO}_x = \text{NO} + (\text{NO}_{2\text{add}} \times \text{NO})$$

NO₂ sensor plugged: | NO₂-Sensor gesteckt:

$$\text{NO}_x = \text{NO} + (\text{NO}_2)$$

NO: Measured nitrogen monoxide value | gemessener Stickstoffmonoxidwert

NO_{2add}: Nitrogen dioxide addition factor | Stickstoffdioxid-Zuschlagsfaktor

7.2.6 Carbon monoxide undiluted | Kohlenmonoxid unverdünnt

$$\text{uCO} = \text{CO} \times \lambda$$

CO: Measured carbon monoxide content | Gemessener Kohlenmonoxidgehalt

λ: Calculated air ratio | Berechnete Luftverhältniszahl

7.2.7 Flue gas dew point temperature | Abgastaupunkt-Temperatur

$$T_{p_{AG}} = \text{MIN} \left[\left[\frac{\ln \left(\frac{F_{H_2O} \times P_{Abs}}{610,78} \right) \times 234,175}{\ln \left(\frac{F_{H_2O} \times P_{Abs}}{610,78} \right) - 17,08085} \right], FT \right]$$

F_{H₂O}: Flue gas-specific water vapour content as vol.% | Abgasspezifischer Wasserdampfgehalt in Vol.%

P_{Abs}: Absolute pressure in mbar/hPa | Absolutdruck in mbar/hPa

7.2.8 Flow speed | Strömungsgeschwindigkeit

$$V = \sqrt{\frac{575 \times \Delta P \times (FT + 273,15)}{P_{Abs}}} \times \alpha$$

P_{abs}: Absolute pressure | Strömungsgeschwindigkeit

ΔP: Differential pressure | Differenzdruck

FT: Flue gas temperature | Abgastemperatur

α: Pitot tube factor | Staurohrfaktor

7.2.9 Air flow | Volumenstrom

$$V = v \times a$$

v: Flow speed | *Strömungsgeschwindigkeit*

a: Cross-section area | *Querschnittsfläche*

7.2.10 Mass flow | Massenstrom

$$MCO = CO \left[\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right] \left[\frac{\text{ppm}}{10^6} \right] \times F_{\text{Gas}} \times 1,25 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] \times Z$$

$$MNO_x = NO_x \left[\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right] \left[\frac{\text{ppm}}{10^6} \right] \times F_{\text{Gas}} \times 2,05 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] \times Z$$

$$MSO_2 = SO_2 \left[\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right] \left[\frac{\text{ppm}}{10^6} \right] \times F_{\text{Gas}} \times 2,86 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] \times Z$$

Fgas: Fuel-specific humidity value | *Brennstoff-spezifischer Feuchtigkeitswert*

Z: Calculation term: | *Berechnungsterm:*

$$Z = \frac{273.15 \times P_{\text{abs}} \left[\frac{\text{mbar}}{1013} \right]}{273.15 + FT \left[^\circ\text{C} \right]} \times V \left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right] \times 10^{-6} \left[\frac{1}{\text{ppm}} \right] \times 3600$$

7.2.11 Conversion from ppm to mg/m³ | Umrechnung von ppm in mg/m³

The numerical factor used in the formula (e. g. 1.25 for CO) corresponds to the standard density of the respective gas in mg/m³. Note: | *Der in den Formeln verwendete Zahlenfaktor (bspw. 1,25 bei CO) entspricht der Normdichte des jeweiligen Gases in mg/m³. Dabei ist zu beachten: for SO2, standard density values in the range from 2.86 to 2.93 are stated in literature (difference between ideal and real gas behaviour for SO2) | für SO2 werden in der Literatur Normdichte-Werte im Bereich von 2,86 bis 2,93 angegeben (Unterschied zwischen idealem und realem Gasverhalten bei SO2)*

for NOx the standard density of NO2 (2.05), is used, as only this compound is stable (NO combines very quickly after its creation with oxygen to form NO2) | *für NOx wird mit 2,05 die Normdichte von NO2 verwendet, da nur diese Verbindung stabil ist (NO verbindet sich sehr schnell nach seiner Entstehung mit Sauerstoff zu NO2)*

$$CO \left[\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right] = \frac{O_{2\text{ref}} - O_{2\text{base}}}{O_{2\text{ref}} - O_2} \times CO \left[\text{ppm} \right] \times 1,25$$

$$NO_x \left[\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right] = \frac{O_{2\text{ref}} - O_{2\text{base}}}{O_{2\text{ref}} - O_2} \times NO_x \left[\text{ppm} \right] \times 2,05$$

$$SO_2 \left[\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right] = \frac{O_{2\text{ref}} - O_{2\text{base}}}{O_{2\text{ref}} - O_2} \times SO_2 \left[\text{ppm} \right] \times 2,86$$

O2ref: O2 Reference value | *O2-Referenzwert*

O2: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

O2base: Fuel-specific oxygen base value as % | *brennstoffspezifischer Sauerstoff-Bezugswert in %*
Conversion from ppm to mg/m³ |
Umrechnung von ppm in mg/m³

7.2.12 Country-specific version China / Landesversion China

$$CO^* \left[\frac{mg}{m^3} \right] = CO[ppm] \times 1,25$$

$$NO_x^* \left[\frac{mg}{m^3} \right] = NO_x[ppm] \times 2,86$$

$$SO_2^* \left[\frac{mg}{m^3} \right] = SO_2[ppm] \times 2,86$$

$$NO \left[\frac{mg}{m^3} \right] = NO[ppm] \times 1,34$$

$$NO_x \left[\frac{mg}{m^3} \right] = NO_x[ppm] \times 2,05$$

$$H_2S \left[\frac{mg}{m^3} \right] = H_2S[ppm] \times 1,54$$

7.3 Calculation basis USA | Berechnungsgrundlage USA

Formulae are valid for country-specific versions: | *Formeln sind gültig für die Landesversionen:*

USA |USA, Mexico |Mexico

7.3.1 Carbon dioxide | Kohlendioxid

$$CO_2 = \frac{CO_{2max} \times (O_{2ref} - O_2)}{O_{2ref}}$$

CO2max: Fuel-specific carbon dioxide value | *Brennstoffspezifischer Kohlendioxidwert*

O2ref: O2 Reference value | *O2-Referenzwert*

O2: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

7.3.2 Efficiency | Wirkungsgrad

$$\eta = 100 - \left((FT - AT) \times \left(\frac{A2}{O_{2ref} - O_2} + B \right) - K_k \right)$$

- FT: Flue gas temperature | *Abgastemperatur*
 AT: Ambient air temperature | *Umgebungslufttemperatur*
 A2 / B: Fuel-specific parameters | *Brennstoff-spezifische Parameter*
 O2ref: O2 Reference value | *O2-Referenzwert*
 O2: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*
 Kk: Calculated value taking into account the recovered condensation heat when the dew point is undershot (for fuel value systems) | *berechneter Wert zur Berücksichtigung der rückgewonnenen Kondensationswärme bei Taupunktunterschreitung (für Brennwertanlagen)*

7.3.3 Air ratio | Luftverhältniszahl

$$ExAir = \left(\frac{O_2 - \frac{CO}{2}}{0.26582 \cdot (100 - O_2 - CO_2 - CO) - (O_2 - \frac{CO}{2})} \right) \cdot 100$$

- O2: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*
 CO: Measured carbon monoxide content | *Gemessener Kohlenmonoxidgehalt*
 CO2: Calculated carbon dioxide value in % | *Berechneter Kohlendioxidwert in %*

7.3.4 Nitrogen oxide | Stickstoffoxide

No NO2 sensor plugged: | *kein NO2-Sensor gesteckt:*

$$NO_x = NO + (NO_{2add} \times NO)$$

NO2 sensor plugged: | *NO2-Sensor gesteckt:*

$$NO_x = NO + (NO_2)$$

- NO: Measured nitrogen monoxide value | *gemessener Stickstoffmonoxidwert*
 NO2add: Nitrogen dioxide addition factor | *Stickstoffdioxid-Zuschlagsfaktor*

7.3.5 Carbon monoxide undiluted | Kohlenmonoxid unverdünnt

$$uCO = CO \times \lambda$$

- CO: Measured carbon monoxide content | *Gemessener Kohlenmonoxidgehalt*
 λ: Calculated air ratio | *Berechnete Luftverhältniszahl*

7.3.6 Flue gas dew point temperature | Abgastaupunkt-Temperatur

$$Tp_{AG} = MIN \left[\frac{\ln \left(\frac{F_{H_2O} \times P_{Abs}}{610,78} \right) \times 234,175}{\ln \left(\frac{F_{H_2O} \times P_{Abs}}{610,78} \right) - 17,08085}, FT \right]$$

F_{H_2O} : Flue gas-specific water vapour content as vol.% |
Abgasspezifischer Wasserdampfgehalt in Vol. %

P_{Abs} : Absolute pressure in mbar/hPa | Absolutdruck in mbar/hPa

7.3.7 Flow speed | Strömungsgeschwindigkeit

$$V = \sqrt{\frac{575 \times \Delta P \times (FT + 273,15)}{P_{Abs}}} \times \alpha$$

P_{abs} : Absolute pressure | Strömungsgeschwindigkeit

ΔP : Differential pressure | Differenzdruck

FT : Flue gas temperature | Abgastemperatur

α : Pitot tube factor | Staurohrfaktor

7.3.8 Air flow | Volumenstrom

$$V = v \times a$$

v : Flow speed | Strömungsgeschwindigkeit

a : Cross-section area | Querschnittsfläche

7.3.9 Mass flow

$$MCO = CO \text{ [kg/h [ppm]]} \times F_{Gas} \times 1,25 \text{ [kg/m}^3\text{]} \times Z$$

$$MNO_x = NO_x \text{ [kg/h [ppm]]} \times F_{Gas} \times 2,05 \text{ [kg/m}^3\text{]} \times Z$$

$$MSO_2 = SO_2 \text{ [kg/h [ppm]]} \times F_{Gas} \times 2,86 \text{ [kg/m}^3\text{]} \times Z$$

F_{gas} : Fuel-specific humidity value | Brennstoff-spezifischer Feuchtigkeitswert

Z : Calculation term: | Berechnungsterm:

$$Z = \frac{273.15 \times P_{abs} \text{ [mbar]}}{273.15 + FT \text{ [}^\circ\text{C]} \times 1013} \times V \text{ [m}^3\text{/s]} \times 10^{-6} \text{ [1/ppm]} \times 3600$$

7.3.10 Conversion from ppm to mg/m³ | Umrechnung von ppm in mg/m³

The numerical factor used in the formula (e. g. 1.25 for CO) corresponds to the standard density of the respective gas in mg/m³. Note: | *Der in den Formeln verwendete Zahlenfaktor (bspw. 1,25 bei CO) entspricht der Normdichte des jeweiligen Gases in mg/m³. Dabei ist zu beachten: for SO₂, standard density values in the range from 2.86 to 2.93 are stated in literature (difference between ideal and real gas behaviour for SO₂) | für SO₂ werden in der Literatur Normdichte-Werte im Bereich von 2,86 bis 2,93 angegeben (Unterschied zwischen idealem und realem Gasverhalten bei SO₂) for NO_x the standard density of NO₂ (2.05), is used, as only this compound is stable (NO combines very quickly after its creation with oxygen to form NO₂) | für NO_x wird mit 2,05 die Normdichte von NO₂ verwendet, da nur diese Verbindung stabil ist (NO verbindet sich sehr schnell nach seiner Entstehung mit Sauerstoff zu NO₂)*

$$\text{CO} \left[\text{mg/m}^3 \right] = \frac{\text{O}_{2\text{ref}} - \text{O}_{2\text{base}}}{\text{O}_{2\text{ref}} - \text{O}_2} \times \text{CO} [\text{ppm}] \times 1,25$$

$$\text{NO}_x \left[\text{mg/m}^3 \right] = \frac{\text{O}_{2\text{ref}} - \text{O}_{2\text{base}}}{\text{O}_{2\text{ref}} - \text{O}_2} \times \text{NO}_x [\text{ppm}] \times 2,05$$

$$\text{SO}_2 \left[\text{mg/m}^3 \right] = \frac{\text{O}_{2\text{ref}} - \text{O}_{2\text{base}}}{\text{O}_{2\text{ref}} - \text{O}_2} \times \text{SO}_2 [\text{ppm}] \times 2,86$$

O_{2ref}: O₂ Reference value | O₂-Referenzwert

O₂: Measured oxygen content as % | Gemessener Sauerstoffgehalt in %

O_{2base}: Fuel-specific oxygen base value as % | brennstoffspezifischer Sauerstoff-Bezugswert in %

8 Fuels and parameters testo 340 | *Brennstoffe und Parameter testo 340*

8.1 Austria | Österreich

Brennstoff	A2	B	CO ₂ max [Vol. %]	O ₂ base [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}
Heizöl HEL	0,6830	0,0071	15,30	3,00	10,54	11,30
Heizöl HL	0,6850	0,0067	15,80	3,00	10,35	11,40
Heizöl HM	0,6850	0,0068	16,00	3,00	10,21	10,84
Heizöl HS1	0,6900	0,0065	16,40	3,00	10,03	10,60
Erdgas	0,6590	0,0098	11,80	3,00	8,49	9,40
Flüssiggas	0,6430	0,0088	13,70	3,00	22,49	24,20
Stückholz	0,6753	0,0116	20,30	11,00	3,79	3,84
Pellets	0,6682	0,0107	20,30	11,00	4,01	4,07
Hackgut trocken	0,6921	0,0137	20,30	11,00	3,34	3,39
Braunkohle	0,6936	0,0097	19,80	6,00	5,04	5,19
Steinkohle	0,6967	0,0061	19,60	6,00	7,24	7,49
Hackgut feucht	0,7290	0,0183	20,30	11,00	2,67	2,71

8.2 Belgium | Belgien

Brandstof	A2	B	CO ₂ max [Vol. %]	O ₂ base [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}
Stookolie	0,6800	0,0070	15,20	3,00	10,53	11,26
StookolieZ	0,8060	0,0000	15,90	3,00	10,09	10,73
Aardgas	0,6600	0,0090	11,90	3,00	8,76	9,57
Propan	0,6300	0,0080	13,70	3,00	22,30	24,36
Briket	0,8330	0,0000	18,90	8,00	5,08	5,20
Bruinkool	0,9550	0,0000	19,80	8,00	5,61	5,69
Steenkool	0,7580	0,0000	20,50	8,00	7,64	7,66
Cokesgas	0,6000	0,0110	10,30	3,00	3,86	4,28
Stadsgas	0,6300	0,0110	13,60	3,00	3,61	3,90
G20	0,6900	0,0095	11,70	3,00	8,56	9,56
G25	0,7030	0,0095	11,50	3,00	7,50	8,22
G30	0,6970	0,0078	14,00	3,00	29,67	32,09
Cokes	0,7650	0,0000	20,30	13,00	7,64	7,66
Hout 15%	0,6860	0,0096	20,30	13,00	3,87	3,93
Hout 30%	0,6640	0,0118	20,30	13,00	3,19	3,24
Hout 45%	0,6340	0,0150	20,30	13,00	2,50	2,54
Hout 60%	0,5860	0,0199	20,30	13,00	1,82	1,85

8.3 Bulgaria | Bulgarien

Fuel	A2	B	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}
Нафта	0,6800	0,0070	15,40	3,00	10,53	11,26
Прир.газ	0,6600	0,0090	11,90	3,00	8,36	9,12
Антрацит	0,7580	0,0000	20,50	8,00	7,81	7,82
Каф.въглища	0,9550	0,0000	19,80	8,00	4,01	4,09
Коксов газ	0,6000	0,0110	10,30	3,00	3,86	4,28
Градски газ	0,6300	0,0110	13,60	3,00	3,61	3,90
Брикети	0,8330	0,0000	18,90	8,00	5,08	5,20
Пропан	0,6300	0,0080	13,70	3,00	23,8	25,95
Талаш	0,6200	0,0081	20,30	13,00	4,07	4,13
Етал.газ	0,0000	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
Соке	0.7650	0.0000	20.30	13,00	7.64	7.66
Дърва 15%	0.6860	0.0096	20.30	13,00	3.87	3.93
Дърва 30%	0.6640	0.0118	20.30	13,00	3.19	3.24
Дърва 45%	0.6340	0.0150	20.30	13,00	2.50	2.54
Дърва 60%	0.5860	0.0199	20.30	13,00	1.82	1.85

8.4 China | China

Fuel	CO _{2MAX} [Vol. %]	O _{2base} [Vol. %]	K _{gr} [1/K]	K _{net} [1/K]	K1 [-]	H [% by weight]	HH ₂ O [% by weight]	Q _{gr} [MJ/kg]	Q _{net} [MJ/kg]
天然气	11, 90	3, 00	0, 35	0, 39	40, 00	24, 40	0, 00	53, 42	48, 16
轻油	15, 50	3, 00	0, 48	0, 51	53, 00	13, 00	0, 00	45, 60	42, 80
重油	15, 80	3, 00	0, 51	0, 54	54, 00	11, 50	0, 20	42, 90	40, 50
煤	18, 40	7, 00	0, 62	0, 65	63, 00	4, 00	13, 00	26, 75	25, 50
无烟煤	19, 10	7, 00	0, 67	0, 69	65, 00	3, 00	12, 00	29, 65	28, 95
焦炭	20, 60	7, 00	0, 75	0, 76	70, 00	0, 40	10, 00	27, 90	27, 45
丙烷	13, 80	3, 00	0, 42	0, 45	48, 00	18, 20	0, 00	50, 00	46, 30
丁烷	14, 10	3, 00	0, 43	0, 46	48, 00	17, 20	0, 00	49, 30	45, 80
测试气体	0, 00	0, 00	0, 00	0, 00	0, 00	0, 00	0, 00	0, 00	0, 00
柴油	15, 60	3, 00	0, 43	0, 53	53, 00	12, 90	0, 00	44, 62	41, 80
汽油	15, 10	3, 00	0, 46	0, 49	51, 00	14, 20	0, 00	45, 10	42, 02

8.5 CIS | GUS

Fuel	A2	B	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}
Диз.Топл	0,6800	0,0070	15,40	3,00	10,53	11,26
Мазут	0,8060	0,0000	15,90	3,00	10,09	10,73
Природн. газ	0,6600	0,0090	11,90	3,00	8,36	9,12
Битум	0,9550	0,0000	19,80	8,00	4,01	4,09
Каменноуг.газ	0,6000	0,1100	10,30	3,00	3,86	4,28
Бытовой газ	0,6300	0,0110	13,60	3,00	3,86	4,28
Повер.газ	0,0000	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
Брикеты	0,8330	0,0000	18,90	8,00	5,08	5,20
Сжиж.нефт. газ	0,6300	0,0080	13,70	3,00	23,8	25,95
Дерево/Кокс	0,7650	0,0000	20,30	13,00	7,64	7,66
Гранулят	0,6200	0,0081	20,30	13,00	4,07	4,13
Бурый уголь	0,9550	0,0000	19,80	8,00	4,01	4,09
Лигнит	0,6234	0,0000	19,20	8,00	4,01	4,09
Антрацит	0,7580	0,0000	20,50	8,00	4,01	4,09
Кокс	0,7650	0,0000	20,30	13,00	7,64	7,66
Дрова 15%	0,6860	0,0096	20,30	13,00	3,87	3,93
Дрова 30%	0,6640	0,0118	20,30	13,00	3,19	3,24
Дрова 45%	0,6340	0,0150	20,30	13,00	2,50	2,54
Дрова 60%	0,5860	0,0199	20,30	13,00	1,82	1,85

8.6 Czech Republic | Tschechien

Fuel	A2	B	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}
LTO	0,6800	0,0070	15,40	3,00	10,53	11,26
Mazut	0,8060	0,0000	15,90	3,00	10,09	10,73
Zemni plyn	0,6650	0,0090	12,00	3,00	8,76	9,58
Propan	0,6300	0,0080	13,70	3,00	23,8	25,95
Brikety	0,8330	0,0000	18,90	8,00	5,08	5,20
Hnede uhli	0,9550	0,0000	19,80	8,00	4,01	4,09
Cerne uhli	0,7580	0,0000	20,50	8,00	7,81	7,82
Koks. plyn	0,6000	0,0110	10,30	3,00	3,86	4,28
Bioplyn	0,6300	0,0110	13,60	3,00	3,61	3,90
Koks	0,7650	0,0000	20,30	13,00	7,64	7,66
dřevo 15%	0,6860	0,0096	20,30	13,00	3,87	3,93
dřevo 30%	0,6640	0,0118	20,30	13,00	3,19	3,24
dřevo 45%	0,6340	0,0150	20,30	13,00	2,5	2,54
dřevo 60%	0,5860	0,0199	20,30	13,00	1,82	1,85

8.7 Finland | *Finnland*

Fuel	A2	B	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}
Kevytöljy	0,6800	0,0070	15,40	3,00	10,53	11,26
Raskasöljy	0,8060	0,0000	15,90	3,00	10,09	10,73
Nestekaasu	0,6300	0,0080	13,70	3,00	23,8	25,95
Maakaasu	0,6650	0,0090	12,00	3,00	8,76	9,58
Kivihiili	0,7580	0,0000	20,50	8,00	7,81	7,82
Ruskohiili	0,9550	0,0000	19,80	8,00	4,01	4,09
Häkäkaasu	0,6000	0,0110	10,30	3,00	3,86	4,28
Kaupunkikaasu	0,6300	0,0110	13,60	3,00	3,61	3,90
Antrasiitti	0,8330	0,0000	18,90	8,00	5,08	5,20
Diesel	0,6790	0,0069	15,50	3,00	10,35	11,17
Pelletti	0,6200	0,0081	20,30	13,00	4,07	4,13
Hake	0,7650	0,0000	20,30	13,00	7,64	7,66
Turve	0,6790	0,0098	20,14	8,00	3,38	3,43
Maakaasu Venäjä	0,6540	0,0086	11,70	3,00	8,57	9,56
Koksi	0,7650	0,0000	20,30	13,00	7,64	7,66
Puu / Hake 15%	0,6860	0,0096	20,30	13,00	3,87	3,93
Puu / Hake 30%	0,6640	0,0118	20,30	13,00	3,19	3,24
Puu / Hake 45%	0,6340	0,0150	20,30	13,00	2,50	2,54
Puu / Hake 60%	0,5860	0,0199	20,30	13,00	1,82	1,85

8.8 France | *Frankreich*

Fuel	A2	B	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}
Fuel-Domes	0,6800	0,0070	15,40	3,00	10,53	11,26
Fuel-Lourd	0,8060	0,0000	15,90	3,00	10,09	10,73
Gaz-Naturel	0,6600	0,0090	11,9	3,0	8,36	9,12
Propane	0,6300	0,0080	13,70	3,00	23,8	25,95
Briquelette	0,8330	0,0000	18,90	8,00	5,08	5,20
Lignite	0,9550	0,0000	19,80	8,00	4,01	4,09
Houille	0,7580	0,0000	20,50	8,00	7,81	7,82
Gaz de cokerie	0,6000	0,0110	10,30	3,00	3,86	4,28
Gaz ville	0,6300	0,0110	13,60	3,00	3,61	3,90
Coke	0,7650	0,0000	20,30	13,00	7,64	7,66
Bois 15%	0,6860	0,0096	20,30	13,00	3,87	3,93
Bois 30%	0,6640	0,0118	20,30	13,00	3,19	3,24
Bois 45%	0,6340	0,0150	20,30	13,00	2,50	2,54
Bois 60%	0,5860	0,0199	20,30	13,00	1,82	1,85

8.9 Germany | Deutschland

Brennstoff	A2	B	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}
Erdgas	0,6600	0,0090	11,90	3,00	8,36	9,12
Heizöl EL	0,6800	0,0070	15,40	3,00	10,53	11,26
Heizöl S	0,8060	0,0000	15,90	3,00	10,09	10,73
Flüssiggas	0,6300	0,0080	13,70	3,00	23,80	25,95
Koks	0,7650	0,0000	20,30	13,00	7,64	7,66
Pellets	0,6200	0,0081	20,30	13,00	4,07	4,13
Brikett	0,8330	0,0000	18,90	8,00	5,08	5,20
Braunkohle	0,9550	0,0000	19,80	8,00	4,01	4,09
Steinkohle	0,7580	0,0000	20,50	8,00	7,81	7,82
Kokereigas	0,6000	0,0110	10,30	3,00	3,86	4,28
Stadtgas	0,6300	0,0110	13,60	3,00	3,61	3,90
Diesel	0,6790	0,0069	15,50	3,00	10,35	11,17
Benzin	0,6530	0,0072	15,00	3,00	9,99	10,86
Prüfgas	0,0000	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
Holz 15%	0,6860	0,0096	20,30	13,00	3,87	3,93
Holz 30%	0,6640	0,0118	20,30	13,00	3,19	3,24
Holz 45%	0,6340	0,0150	20,30	13,00	2,50	2,54
Holz 60%	0,5860	0,0199	20,30	13,00	1,82	1,85

8.10 Great Britain | Großbritannien

Fuel	CO _{2MAX} [Vol. %]	O _{2base} [Vol. %]	K _{gr} [1/K]	K _{net} [1/K]	K1 [-]	H [% by weight]	MH ₂ O [% by weight]	Q _{gr} [MJ/kg]	Q _{net} [MJ/kg]
Natural Gas	11.90	3.00	0.35	0.39	40.00	24.40	0.00	53.42	48.16
Light Oil	15.50	3.00	0.48	0.51	53.00	13.00	0.00	45.60	42.80
Heavy Oil	15.80	3.00	0.51	0.51	54.00	11.50	0.20	42.90	40.50
Coal	18.40	7.00	0.62	0.65	63.00	4.00	13.00	26.75	25.50
Anthracit	19.10	7.00	0.67	0.69	65.00	3.00	12.00	29.65	28.95
Coke	20.60	7.00	0.75	0.76	70.00	0.40	10.00	27.90	27.45
Propane	13.80	3.00	0.42	0.45	48.00	18.20	0.00	50.00	46.30
Butan	4.10	3.00	0.43	0.46	48.00	17.20	0.00	49.30	45.80
Test gas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Diesel	15.60	3.00	0.49	0.53	53.00	12.90	0.00	44.62	41.80
Petrol	15,10	3,00	0,46	0,49	51,00	14,2	0	45,1	42,02

8.11 Hungary | Ungarn

Fuel	A2	B	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}
Fűtőolaj könnyű	0,6800	0,0070	15,4	3,00	10,53	11,26
Fűtőolaj nehéz	0,8060	0,0000	15,9	3,00	10,09	10,73
Földgáz	0,6650	0,0090	12,00	3,00	8,76	9,58
PB gáz	0,6300	0,0080	13,70	3,00	23,80	25,95
Fa 15%	0,6860	0,0096	20,30	13,00	3,87	3,93
Fa 30%	0,6640	0,0118	20,30	13,00	3,19	3,24
Fa 45%	0,6340	0,0150	20,30	13,00	2,50	2,54
Fa 60%	0,5860	0,0199	20,30	13,00	1,82	1,85
Brikett	0,8330	0,0000	18,90	8,00	5,08	5,20
Barnaszén	0,9550	0,0000	19,80	8,00	4,01	4,09
Kőszén	0,7580	0,0000	20,50	8,00	7,81	7,82
Kohógáz	0,6000	0,0110	10,30	3,00	3,86	4,28
Városi gáz	0,6300	0,0110	13,60	3,00	3,61	3,90
Koksz	0,7650	0,0000	20,30	13,00	7,64	7,66

8.12 Italy | Italien

Fuel	A2	B	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}
GAS NAT.	0,6600	0,0100	11,70	3,00	8,52	9,52
GPL	0,6300	0,0080	13,90	3,00	23,80	25,90
GASOLIO	0,6800	0,0070	15,10	3,00	10,40	11,20
OLIO COMB.	0,6800	0,0070	15,70	3,00	10,09	10,73
METANO	0,6600	0,0100	11,70	3,00	8,52	9,52
Gas liquido	0,6300	0,0080	13,90	3,00	28,15	30,95
Gas coker	0,6000	0,0110	10,30	3,00	3,86	4,28
Gas città	0,6300	0,0110	11,60	3,00	3,61	3,90
Legno/Coke	0,7770	0,0000	20,00	8,00	7,64	7,66
Lignite	0,9840	0,0000	19,20	8,00	5,26	5,40
Tav. carbone	0,8161	0,0000	19,30	8,00	5,09	5,17
Antracite	0,6811	0,0000	18,50	8,00	7,90	8,13

8.13 Japan | Japan

Fuel	A2	B	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}
LPG (プロパン)	0,7411	0,0030	13,80	5,00	22,13	23,90
トウ	0,7450	0,0024	15,10	5,00	10,49	11,37
A シュウ	0,7285	0,0022	15,80	5,00	10,05	10,68
C シュウ	0,7285	0,0021	16,00	5,00	9,65	10,25
ケイ	0,7690	0,0021	15,40	5,00	10,45	11,31
セキタン	0,7180	0,0028	20,90	8,00	7,73	7,81
ウッドチップ	0,6750	0,0095	20,70	8,00	3,84	3,90
ブタン	0,6600	0,0097	14,00	5,00	29,77	32,40
テストガス	0,0000	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00

8.14 Latin America | Latein-Amerika

Fuel	CO ₂ MAX [Vol. %]	O ₂ base [Vol. %]	K _{gr} [1/K]	K _{net} [1/K]	K1 [-]	H [% by weight]	MH ₂ O [% by weight]	Q _{gr} [MJ/kg]	Q _{net} [MJ/kg]
GasNatural	11,90	3,00	0,35	0,39	40,00	24,40	0,00	53,42	48,16
GLP	13,80	3,00	0,42	0,45	48,00	18,20	0,00	50,00	46,30
gas de coque	20,60	7,00	0,75	0,76	70,00	0,40	10,00	27,90	27,45
F-Oleo n1BIA	15,80	3,00	0,51	0,54	54,00	11,50	0,20	42,90	40,50
Gasoleo A	15,50	3,00	0,48	0,51	53,00	13,00	0,00	45,60	42,80
Fa 15%	20,70	7,00	0,63	0,69	70,20	5,10	15,00	17,12	15,60
Fa 30%	20,30	7,00	0,63	0,68	69,86	4,20	30,00	14,08	13,16
Fa 45%	20,30	7,00	0,61	0,65	69,86	3,30	45,00	11,57	10,84
Fa 60%	20,30	7,00	0,56	0,60	69,86	2,40	60,00	9,05	8,52
Carbón	18,40	7,00	0,62	0,65	63,00	4,00	13,00	26,75	25,50
Bagasse	20,80	7,00	0,30	0,61	70,61	2,90	51,00	19,42	9,46
Pellets	20,70	7,00	0,63	0,69	70,20	5,10	15,00	17,12	15,60
Test gas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

8.15 Mexico | Mexiko

Fuel	A2	B	CO ₂ max [Vol. %]	O ₂ base [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}
Combustoleo	0,8060	0,0000	15,90	3,00	10,09	10,73
Diesel	0,6800	0,0070	15,40	3,00	10,53	11,26
Gasoil	0,6800	0,0106	15,50	3,00	10,31	10,98
LPG	0,6300	0,0080	13,60	3,00	23,80	25,95
Gas Natural	0,6600	0,0090	11,90	3,00	8,36	9,12
gas de coque	0,6729	0,0024	18,50	7,00	5,30	5,40
Made/Coque	0,7650	0,0000	20,30	13,00	7,64	7,66
Antracita	0,6964	0,0027	19,90	7,00	8,37	8,60
Butano	0,6000	0,0013	14,10	3,00	29,55	32,17
Gas patrón	0,0000	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00

8.16 Netherlands | Niederlande

Fuel	A2	B	CO ₂ max [Vol. %]	O ₂ base [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}
Aardgas Hb	0,6230	0,0080	11,70	3,00	7,71	8,43
Aardgas Ho	0,6910	0,0090	11,70	3,00	7,71	8,43
Propangas Hb	0,6190	0,0066	13,70	3,00	22,30	24,40
Propangas Ho	0,6730	0,0070	13,70	3,00	22,30	24,40
Olie HBO	0,6800	0,0070	15,50	3,00	10,52	11,30
Hout/Cokes	0,7770	0,0000	20,00	6,00	7,64	7,70
Anthraceut	0,7490	0,0000	18,50	6,00	7,90	8,10
Bruinkool	0,9840	0,0000	19,20	6,00	5,26	5,40
Diesel	0,6790	0,0069	15,60	3,00	10,35	11,17
Pellets	0,6200	0,0081	20,30	13,00	4,07	4,13
Benzine	0,6530	0,0072	15,10	3,00	9,99	10,86
Stookolie	0,8060	0,0000	15,90	3,00	10,09	10,73

8.17 Poland | *Polen*

Fuel	A2	B	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}
OLej op.EL	0,6800	0,0070	15,40	3,00	10,53	11,26
OLej op.S	0,8060	0,0000	15,90	3,00	10,09	10,73
Gaz GZ 50	0,6600	0,0110	11,80	3,00	8,47	9,44
Gaz GZ41.5	0,6700	0,0110	11,50	3,00	7,24	7,89
Gaz GZ 35	0,6800	0,0110	11,30	3,00	6,47	6,90
Gaz plynny	0,6300	0,0080	13,70	3,00	22,30	24,40
DrewnoKoks	0,7660	0,0000	20,30	13,00	7,64	7,66
W.brunatny	0,9550	0,0000	19,80	8,00	5,61	5,69
W.kamienny	0,7580	0,0000	20,50	8,00	7,64	7,66
Gaz koksow	0,6000	0,0110	10,30	3,00	3,86	4,28
GazMiejski	0,6300	0,0110	13,60	3,00	3,61	3,90
Pelet drzewny	0,6200	0,0081	20,30	13,00	4,07	4,13

8.18 Romania | *Rumänien*

Fuel	A2	B	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}
Gaz natural	0,6540	0,0086	11,70	3,00	8,57	9,56
Motorină	0,6800	0,0070	15,40	3,00	10,53	11,26
Păcură	0,8060	0,0000	15,90	3,00	10,09	10,73
Cărbune	0,7719	0,0000	18,50	8,00	7,90	8,13
Antracit	0,7719	0,0000	18,50	8,00	8,37	8,55
Butelie	0,6000	0,0110	10,30	3,00	3,86	4,28
Propan	0,6300	0,0080	13,70	3,00	23,80	25,95
Butan	0,6660	0,0100	14,00	3,00	30,07	32,40
Gaz de test	0,0000	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
Diesel	0,6790	0,0069	15,50	3,00	10,35	11,17
Benzină	0,6530	0,0072	15,00	3,00	9,99	10,86

8.19 Republic of Korea | Korea

Fuel	CO ₂ MAX [Vol. %]	O ₂ base [Vol. %]	K _{gr} [1/K]	K _{net} [1/K]	K1 [-]	H [% by weight]	HH ₂ O [% by weight]	Q _{gr} [MJ/kg]	Q _{net} [MJ/kg]
천연가스	11, 90	3, 00	0, 35	0, 39	40, 00	24, 40	0, 00	53, 42	48, 16
경유	15, 50	3, 00	0, 48	0, 51	53, 00	13, 00	0, 00	45, 60	42, 80
중유	15, 80	3, 00	0, 50	0, 5	54, 00	11, 50	0, 20	42, 90	40, 50
석탄	18, 40	7, 00	0, 62	0, 65	63, 00	4, 00	13, 00	26, 75	25, 50
무연탄	19, 10	7, 00	0, 67	0, 69	65, 00	3, 00	12, 00	29, 65	28, 95
코크스	20, 60	7, 00	0, 75	0, 76	70, 00	0, 40	10, 00	27, 90	27, 45
프로판	13, 80	3, 00	0, 42	0, 45	48, 00	18, 20	0, 00	50, 00	46, 30
부탄	14, 10	3, 00	0, 43	0, 46	48, 00	17, 20	0, 00	49, 30	45, 80
테스트가스	0, 000	0, 00	0, 00	0, 00	0, 00	0, 00	0, 00	0, 00	0, 00
디젤	15, 60	3, 00	0, 49	0, 53	53, 00	12, 90	0, 00	44, 62	41, 80
Petrol	15, 10	3, 00	46, 0	49, 0	51, 00	14, 20	0, 00	45, 10	42, 02

8.20 Spain | Spanien

Fuel	A2	B	CO ₂ max [Vol. %]	O ₂ base [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}
Gasoleo A	0,6710	0,0069	15,50	3,00	10,53	11,26
Gasoleo C	0,6710	0,0069	15,50	3,00	10,53	11,26
F-Oleo n1BIA	0,6815	0,0067	15,90	3,00	10,09	10,73
F-Oleo n2BIA	0,6815	0,0067	15,90	3,00	10,09	10,73
GasNatural	0,6688	0,0097	11,90	3,00	9,63	10,61
Propano	0,5826	0,0097	13,70	3,00	22,30	24,36
Butano	0,5685	0,0097	14,00	3,00	29,55	32,17
Made/Coque	0,5985	0,0000	20,00	13,00	7,64	7,66
Briquita	0,6202	0,0000	19,30	8,00	5,09	5,17
Lignito	0,6234	0,0000	19,20	8,00	4,01	4,09
Antracita	0,7719	0,0000	18,50	8,00	8,37	8,55
Hulla	0,7719	0,0000	18,50	8,00	7,90	8,13
GasdeCoque	1,0194	0,0000	10,30	3,00	3,86	4,28
Gas ciudad	0,8678	0,0000	12,10	3,00	3,60	3,90
Pellets	0,6750	0,0095	20,70	8,00	3,84	3,90

8.21 Sweden | Schweden

Fuel	A2	B	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}
Eldn.olja1	0,6800	0,0070	15,40	3,00	10,53	11,26
Eldn.olja3	0,8060	0,0000	15,90	3,00	10,09	10,73
Trä/Pellets	0,6200	0,0081	20,30	13,00	4,07	4,13
Naturgas	0,6650	0,0090	12,00	3,00	8,76	9,58
Gasol	0,6300	0,0080	13,70	3,00	23,80	25,95
Stenkol	0,7580	0,0000	20,50	8,00	7,81	7,82
Brunkol	0,9550	0,0000	19,80	8,00	4,01	4,09
Stadsgas	0,6300	0,0110	13,60	3,00	3,61	3,90
Kolbriketter	0,8330	0,0000	18,90	8,00	5,08	5,20
Gengas	0,6000	0,0110	10,30	3,00	3,86	4,28

8.22 Thailand | Thailand

Fuel	CO _{2MAX} [Vol. %]	O _{2base} [Vol. %]	K _{gr} [1/K]	K _{net} [1/K]	K1 [-]	H [% by weight]	MH ₂ O [% by weight]	Q _{gr} [MJ/kg]	Q _{net} [MJ/kg]
ก๊าซธรรมชาติ	11,90	3,00	0,35	0,39	40,00	24,40	0,00	53,42	48,16
ดีเซล	15,50	3,00	0,48	0,51	53,00	13,00	0,00	45,60	42,80
น้ำมันเตา	15,80	3,00	0,51	0,54	54,00	11,50	0,20	42,90	40,50
ถ่านหิน	18,40	7,00	0,62	0,65	63,00	4,00	13,00	26,75	25,50
แก๊ส	22,40	7,00	0,72	0,77	76,21	3,00	9,80	12,98	12,21
ไม้	19,90	7,00	0,62	0,73	67,58	3,80	40,00	11,30	9,63
LPG	13,80	3,00	0,42	0,45	48,00	18,20	0,00	50,00	46,30
ก๊าซหุงต้ม	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0
ขาน้อย	20,77	7,00	0,57	0,61	70,60	2,90	51,00	10,11	9,46

8.23 Turkey | Türkiye

Fuel	A2	B	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}
Hafif Yag	0,680	0,0070	15,40	3,00	10,53	11,26
Agir Yag	0,806	0,0000	15,90	3,00	10,09	10,73
Dogal Gaz	0,665	0,0090	12,00	3,00	8,76	9,58
Tas Komur	0,758	0,0000	20,50	8,00	7,81	7,82
Linyit	0,955	0,0000	19,80	8,00	4,01	4,09
Komur Lpg	0,600	0,0110	10,30	3,00	3,86	4,28
Butan	0,666	0,0100	14,00	3,00	30,07	32,40
Briket	0,833	0,0000	18,90	8,00	5,08	5,20
Propan Lpg	0,630	0,0080	13,70	3,00	23,8	25,95
Odun Komur	0,765	0,0000	20,30	13,00	7,64	7,66
Komur	0,765	0,0000	20,30	13,00	7,64	7,66
Odun 15%	0,686	0,0096	20,30	13,00	3,87	3,93
Odun 30%	0,664	0,0118	20,30	13,00	3,19	3,24
Odun 45%	0,634	0,0150	20,30	13,00	2,5	2,54
Odun 60%	0,586	0,0199	20,30	13,00	1,82	1,85

8.24 USA | USA

Fuel	A2	B	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}
Natur.gas	0.5924	0.0010	11.70	3.00	7.91	8.70
Propangas	0.5978	0.0013	13.80	3.00	20.33	21.90
Butan	0.6000	0.0013	14.10	3.00	29.55	32.17
Fuel oil #2	0.6385	0.0017	15.70	3.00	10.40	11.10
Fueloil #5	0.6275	0.0018	16.30	3.00	10.14	10.70
Fueloil #6	0.6375	0.0019	17.70	3.00	9.84	10.30
Kerosene	0.6159	0.0016	15.10	3.00	10.47	11.20
Anthr. coal	0.6964	0.0027	19.90	7.00	8.37	8.60
Bitum coal	0.6729	0.0024	18.50	7.00	5.30	5.40
Distillate #1	0.6312	0.0017	15.40	3.00	10.50	11.25
Wood 10% M.	0.6194	0.0024	20.00	7.00	4.09	4.10
Wood 20% M.	0.6194	0.0024	20.00	7.00	3.64	3.66
Wood 30% M.	0.6194	0.0024	20.00	7.00	3.18	3.20
Wood 40% M.	0.6194	0.0024	20.00	7.00	2.73	2.75
Bark 15% M.	0.6669	0.0026	20.00	7.00	3.87	3.90
Bark 30% M.	0.6669	0.0026	20.00	7.00	3.18	3.20
Bark 45% M.	0.6669	0.0026	20.00	7.00	2.50	2.52
Bark 60% M.	0.6669	0.0026	20.00	7.00	1.82	1.83
Diesel	0.6360	0.0064	15.60	3.00	10.35	11.17

9 Calculation formulae testo 350 | Berechnungsformeln testo 350

9.1 Calculation basis Germany | *Berechnungsgrundlage Deutschland*

Formulae are valid for country-specific versions: | *Formeln sind gültig für die Landesversionen:*

Austria | *Österreich*, Belgium | *Belgien*, Bulgaria | *Bulgarien*, CIS | *GUS*, Czech Republic | *Tschechische Republik*, Denmark | *Dänemark*, France | *Frankreich*, Germany | *Deutschland*, Hungary | *Ungarn*, Italy | *Italien*, Japan | *Japan*, Netherlands | *Niederlande*, Poland | *Polen*, Portugal | *Portugal*, Romania | *Rumänien*, Spain | *Spanien*, Sweden | *Schweden*, Swiss | *Schweiz*, Turkey | *Türkei*,

9.1.1 Carbon dioxide | *Kohlendioxid*

$$\text{CO}_2 [\%] = \text{CO}_{2\text{max}} \cdot \frac{\text{O}_{2\text{ref}} - \text{O}_2}{\text{O}_{2\text{ref}}} - \text{CO} \cdot (1 - 0.01881 \cdot \text{CO}_{2\text{max}})$$

CO₂max: Fuel-specific carbon dioxide value | *Brennstoffspezifischer Kohlendioxidwert*

O₂ref: O₂ Reference value | *O₂-Referenzwert*

O₂: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

9.1.2 Flue gas loss | *Abgasverlust*

9.1.2.1 Country-specific versions Germany, Swiss | *Landesversionen Deutschland, Schweiz*

$$q_{A+} = \left((FT - AT) \times \left(\frac{A2}{\text{O}_{2\text{ref}} - \text{O}_2} + B \right) \right) - K_k$$

FT: Flue gas temperature | *Abgastemperatur*

AT: Ambient air temperature | *Umgebungslufttemperatur*

A2 / B: Fuel-specific parameters | *Brennstoff-spezifische Parameter*

O₂ref: O₂ Reference value | *O₂-Referenzwert*

O₂: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

K_k: Calculated value taking into account the recovered condensation heat when the dew point is undershot (for fuel value systems) | *berechneter Wert zur Berücksichtigung der rückgewonnenen Kondensationswärme bei Taupunktunterschreitung (für Brennwertanlagen)*

9.1.2.2 Country-specific version (expect Great Britain, China, Corea, Latin America, Vietnam) | Landesversion (außer Großbritannien, China, Korea, Lateinamerika, Vietnam)

$$qA = \left((FT - AT) \times \left(\frac{A2}{O_{2ref} - O_2} + B \right) \right)$$

FT: Flue gas temperature | *Abgastemperatur*

AT: Ambient air temperature | *Umgebungslufttemperatur*

A2 / B: Fuel-specific parameters | *Brennstoff-spezifische Parameter*

O2ref: O2 Reference value | *O2-Referenzwert*

O2: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

9.1.3 Efficiency | Wirkungsgrad

9.1.3.1 Country-specific versions Germany, Swiss | Landesversionen Deutschland, Schweiz

$$\eta^+ = 100 - qA +$$

qA+: Calculated flue gas loss taking into account the recovered condensation heat | *berechneter Abgasverlust mit Berücksichtigung der rückgewonnenen Kondensationswärme*

9.1.3.2 Country-specific versions (expect Great Britain, China, Corea, Latin America, Vietnam) | Landesversion (außer Großbritannien, China, Korea, Lateinamerika, Vietnam)

$$\eta = 100 - qA$$

qA: Calculated flue gas loss | *berechneter Abgasverlust*

9.1.4 Heat of condensation (Country-specific version Italy | Kondensationswärme (Landesversion Italien)

$$ET [\%] = \eta^+ - [100 - qA]$$

qA: Calculated flue gas loss | *berechneter Abgasverlust*

9.1.5 Air ratio | Luftverhältniszahl

$$\lambda = 1 + \frac{V_{AGtrMin}}{V_{LMin}} \cdot \frac{O_2 - \frac{CO}{2}}{O_{2ref} - O_2 + \frac{CO}{2}}$$

VAGtrMin: Dry flue gas volume with stoichiometric combustion | *Trockene Abgasmenge bei stöchiometrischer Verbrennung*

VLMin: Air requirement for stoichiometric combustion of the fuel | *Luftbedarf bei stöchiometrischer Verbrennung des Brennstoffs*

O2ref: O2 Reference value | *O2-Referenzwert*

- O₂: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*
- CO: Measured carbon monoxide content | *Gemessener Kohlenmonoxidgehalt*

9.1.6 Nitrogen oxide | *Stickstoffoxide*

No NO₂ sensor plugged: | *kein NO₂-Sensor gesteckt:*

$$\text{NO}_x[\text{ppm}] = \text{NO}[\text{ppm}] \times \left[1 + \frac{\text{NO}_2\text{add} [\%]}{100 [\%]} \right]$$

NO₂ sensor plugged: | *NO₂-Sensor gesteckt:*

$$\text{NO}_x = \text{NO} + (\text{NO}_2)$$

- NO: Measured nitrogen monoxide value | *gemessener Stickstoffmonoxidwert*
- NO₂add: Nitrogen dioxide addition factor | *Stickstoffdioxid-Zuschlagsfaktor*

9.1.7 Carbon monoxide undiluted | *Kohlenmonoxid unverdünnt*

$$u\text{CO} = \text{CO} \cdot \frac{O_{2\text{ref}}}{O_{2\text{ref}} - O_2}$$

- CO: Measured carbon monoxide content | *Gemessener Kohlenmonoxidgehalt*
- O₂: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*
- O₂ref: O₂ Reference value | *O₂-Referenzwert*

9.1.8 Flue gas dew point temperature | *Abgastaupunkt-Temperatur*

$$T_{p_{AG}} = \text{MIN} \left[\frac{\ln \left(\frac{F_{H_2O} \times P_{Abs}}{610,78} \right) \times 234,175}{\ln \left(\frac{F_{H_2O} \times P_{Abs}}{610,78} \right) - 17,08085}, FT \right]$$

- F_{H₂O}: Flue gas-specific water vapour content as vol.% | *Abgasspezifischer Wasserdampfgehalt in Vol. %*
- P_{Abs}: Absolute pressure in mbar/hPa | *Absolutdruck in mbar/hPa*

9.1.9 Flow speed | *Strömungsgeschwindigkeit*

$$v \left[\frac{m}{s} \right] = \sqrt{\frac{200 \cdot 1013,25 \cdot \Delta p [\text{mbar}] \cdot (AT [^\circ\text{C}] + 273,15)}{273,15 \cdot \rho \cdot p_{Ort} [\text{mbar}]} \cdot \alpha}$$

- P_{abs}: Absolute pressure | *Strömungsgeschwindigkeit*
- ΔP: Differential pressure | *Differenzdruck*
- FT: Flue gas temperature | *Abgastemperatur*
- α: Pitot tube factor | *Staurohrfaktor*

Port: Local pressure in mbar or hPa | Ortsdruck in mbar bzw. hPa
 ρ : Standard density of the flowing medium, default value 1.29 for air as input value or from flue gas measurement for set fuel | Normdichte des strömenden Mediums, Default-Wert 1.29 für Luft als Eingabewert oder aus Abgasmessung für eingestellten Brennstoff

9.1.10 Air flow | Volumenstrom

$$\dot{V}\left[\frac{m^3}{s}\right] = v\left[\frac{m}{s}\right] \cdot A[cm^2] \cdot \frac{[m^2]}{10000 \cdot [cm^2]}$$

v: Flow speed | Strömungsgeschwindigkeit
 A: Cross-section area | Querschnittsfläche

9.1.11 Mass flow | Massenstrom

$$MCO = CO [kg/h] [ppm] \times F_{Gas} \times 1,25 [kg/m^3] \times Z$$

$$MNO_x = NO_x [kg/h] [ppm] \times F_{Gas} \times 2,05 [kg/m^3] \times Z$$

$$MSO_2 = SO_2 [kg/h] [ppm] \times F_{Gas} \times 2,86 [kg/m^3] \times Z$$

$$MCO_2 = CO_2 [kg/h] [ppm] \times F_{Gas} \times 1,97 [kg/m^3] \times Z$$

$$MH_2S = H_2S [kg/h] [ppm] \times F_{Gas} \times 1,54 [kg/m^3] \times Z$$

F_{Gas} : Fuel-specific humidity value | Brennstoff-spezifischer Feuchtigkeitswert

Z: Calculation term: | Berechnungsterm:

$$Z = \frac{273.15 \times P_{abs}[mbar]}{273.15 + FT[^\circ C] \times 1013} \times V[m^3/s] \times 10^{-6} [1/ppm] \times 3600$$

Pabs: Absolute pressure | Strömungsgeschwindigkeit

9.1.12 Conversion from ppm to mg/m³ | Umrechnung von ppm in mg/m³

The numerical factor used in the formula (e. g. 1.25 for CO) corresponds to the standard density of the respective gas in mg/m³. Note: | *Der in den Formeln verwendete Zahlenfaktor (bspw. 1,25 bei CO) entspricht der Normdichte des jeweiligen Gases in mg/m³. Dabei ist zu beachten: for SO2, standard density values in the range from 2.86 to 2.93 are stated in literature (difference between ideal and real gas behaviour for SO2) | für SO2 werden in der Literatur Normdichte-Werte im Bereich von 2,86 bis 2,93 angegeben (Unterschied zwischen idealem und realem Gasverhalten bei SO2)*

for NOx the standard density of NO2 (2.05), is used, as only this compound is stable (NO combines very quickly after its creation with oxygen to form NO2) | *für NOx wird mit 2,05 die Normdichte von NO2 verwendet, da nur diese Verbindung stabil ist (NO verbindet sich sehr schnell nach seiner Entstehung mit Sauerstoff zu NO2)*

9.1.12.1 All country-specific versions (except Japan) | Alle Landesversionen (ausgenommen Japan)

$$\text{CO} \left[\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right] = \frac{O_{2\text{ref}} - O_{2\text{base}}}{O_{2\text{ref}} - O_2} \times \text{CO} [\text{ppm}] \times 1,25$$

$$\text{NOx} \left[\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right] = \frac{O_{2\text{ref}} - O_{2\text{base}}}{O_{2\text{ref}} - O_2} \times \text{NOx} [\text{ppm}] \times 2,05$$

$$\text{SO}_2 \left[\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right] = \frac{O_{2\text{ref}} - O_{2\text{base}}}{O_{2\text{ref}} - O_2} \times \text{SO}_2 [\text{ppm}] \times 2,86$$

O2ref: O2 Reference value | O2-Referenzwert

O2: Measured oxygen content as % | Gemessener Sauerstoffgehalt in %

O2base: Fuel-specific oxygen base value as % | brennstoffspezifischer Sauerstoff-Bezugswert in %

9.1.12.2 Country-specific version Japan and China | Landesversion Japan and China

$$\text{CO}^* \left[\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right] = \text{CO} [\text{ppm}] \times 1,25$$

$$\text{NO}_x^* \left[\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right] = \text{NO}_x [\text{ppm}] \times 2,86$$

$$\text{SO}_2^* \left[\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right] = \text{SO}_2 [\text{ppm}] \times 2,86$$

$$\text{NO} \left[\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right] = \text{NO} [\text{ppm}] \times 1,34$$

$$\text{NO}_2 \left[\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right] = \text{NO}_2 [\text{ppm}] \times 2,05$$

$$\text{H}_2\text{S} \left[\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right] = \text{H}_2\text{S} [\text{ppm}] \times 1,54$$

Reduced parameters | Reduzierte Messgrößen

rCO, rNOx, rNO, rSO2:

$$x [\text{ppm}_b] = x [\text{ppm}] \cdot \frac{O_{2\text{ref}} - O_{2\text{Bezug}}}{O_{2\text{ref}} - O_2}$$

O2ref: O2 Reference value | O2-Referenzwert

O2: Measured oxygen content as % | Gemessener Sauerstoffgehalt in %

9.1.13 Conversion from ppm to g/GJ | Umrechnung von ppm in g/GJ

$$x \left[\frac{g}{GJ} \right] = x[ppm] \cdot \rho_{Gas} \cdot \frac{O_{2einst}}{O_{2einst} - O_2} \cdot \frac{V_{AG}}{Hu}$$

Hu: Fuel-specific factor | *brennstoffspezifischer Faktor*

VAG: Fuel-specific factor | *brennstoffspezifischer Faktor*

For conversion purposes, the combustion gases are based on 15 °C | *Für die Umrechnung beziehen sich die Brenngase auf +15 °C*

9.1.14 O2 Nass-Wert | O2 Nass-Wert

9.1.14.1 Country-specific version Netherlands | Landesversion Niederlande

$$O_{2N}[\%] = O_2 \cdot \left(1 - \frac{H_2O_{ag}}{100} \right)$$

O2: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

H2Oag: Steam content in humid flue gas at probe inlet | *Wasserdampfgehalt im feuchten Abgas am Sondeneingang*

9.1.15 Giftindex | Giftindex

9.1.15.1 Country-specific version Netherlands | Landesversion Niederlande

$$GI = \frac{CO[ppm]}{CO_2[\%] \cdot 100}$$

CO2: Calculated carbon dioxide value in % | *Berechneter Kohlendioxidwert in %*

CO: Measured carbon monoxide content | *Gemessener Kohlenmonoxidgehalt*

9.2 Calculation basis Great Britain | Berechnungsgrundlage Großbritannien

Formulae are valid for country-specific versions: | *Formeln sind gültig für die Landesversionen:*

Great Britain | *Großbritannien*, China | *China*, Republic of Korea | *Korea*, Latin America | *Latein-Amerika*, Vietnam | *Vietnam*

9.2.1 Carbon dioxide | Kohlendioxid

$$CO_2[\%] = CO_{2max} \cdot \frac{O_{2ref} - O_2}{O_{2ref}} - CO \cdot (1 - 0.01881 \cdot CO_{2max})$$

CO2max: Fuel-specific carbon dioxide value | *Brennstoffspezifischer Kohlendioxidwert*

O2ref: O2 Reference value | *O2-Referenzwert*

O2: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

9.2.2 Efficieny | Wirkungsgrad

9.2.2.1 Country-specific version Great Britain | Landesversion Großbritannien

Calorific value range taken into account: | Mit Berücksichtigung Brennwertbereich:

$$EffG = 100 - \left(\left(\frac{K_{gr} \cdot (FT - AT)}{CO_2} \right) + \left(\frac{(MH_2O + 9 \cdot H) \cdot (2488 + 2.1 \cdot FT - 4.2 \cdot AT)}{Q_{gr} \cdot 1000} \right) + \left(\frac{K1 \cdot CO}{CO_2 + CO} \right) \right)$$

Calorific value range not taken into account: | Ohne Berücksichtigung Brennwertbereich:

$$EffN = 100 - \left(\left(\frac{K_{net} \cdot (FT - AT)}{CO_2} \right) + \left(\frac{(MH_2O + 9 \cdot H) \cdot (210 + 2.1 \cdot FT - 4.2 \cdot AT)}{Q_{net} \cdot 1000} \right) + \left(\frac{K1 \cdot Q_{gr} \cdot CO}{Q_{net} \cdot (CO_2 + CO)} \right) \right)$$

Kgr / Knet / Qgr / Qnet / K1 / MH2O / H:

Fuel-specific factors | Brennstoff-spezifische Faktoren

FT: Flue gas temperature | Abgastemperatur

AT: Ambient air temperature | Umgebungslufttemperatur

CO: Measured carbon monoxide content | Gemessener Kohlenmonoxidgehalt

CO2: Calculated carbon dioxide value in % | Berechneter Kohlendioxidwert in %

9.2.2.2 Country-specific version China | Landesversion China

Calorific value range taken into account: | Mit Berücksichtigung Brennwertbereich:

$$EffG[\%] = 100 + X_k \cdot \frac{Q_{net}}{Q_{gr}} - \left(\left(\frac{K_{gr} \cdot (AT - VT)}{CO_2} \right) + \left(\frac{(MH_2O + 9 \cdot H) \cdot (2488 + 2.1 \cdot AT - 4.2 \cdot VT)}{Q_{gr} \cdot 1000} \right) + \left(\frac{K1 \cdot CO[\%]}{CO_2 + CO[\%]} \right) \right)$$

Calorific value range not taken into account: | Ohne Berücksichtigung Brennwertbereich:

$$EffN[\%] = 100 + X_k - \left(\left(\frac{K_{net} \cdot (AT - VT)}{CO_2} \right) + \left(\frac{(MH_2O + 9 \cdot H) \cdot (210 + 2.1 \cdot AT - 4.2 \cdot VT)}{Q_{net} \cdot 1000} \right) + \left(\frac{K1 \cdot Q_{gr} \cdot CO[\%]}{Q_{net} \cdot (CO_2 + CO[\%])} \right) \right)$$

Kgr / Knet / Qgr / Qnet / K1 / MH2O / H:

Fuel-specific factors | Brennstoff-spezifische Faktoren

FT: Flue gas temperature | Abgastemperatur

AT: Ambient air temperature | Umgebungslufttemperatur

CO: Measured carbon monoxide content | Gemessener Kohlenmonoxidgehalt

CO2: Calculated carbon dioxide value in % | Berechneter Kohlendioxidwert in %

Xt: calculated value for considering the recovered condensation heat when falling short of the dewpoint temperature | berechneter Wert zur Berücksichtigung der rückgewonnenen Kondensationswärme bei Taupunktunterschreitung

9.2.3 Air ratio | *Luftverhältniszahl*

$$\lambda = 1 + \frac{V_{AGtrMin}}{V_{LMin}} \cdot \frac{O_2 - \frac{CO}{2}}{O_{2ref} - O_2 + \frac{CO}{2}}$$

VAGtrMin: Dry flue gas volume with stoichiometric combustion | *Trockene Abgasmenge bei stöchiometrischer Verbrennung*

VLMin: Air requirement for stoichiometric combustion of the fuel | *Luftbedarf bei stöchiometrischer Verbrennung des Brennstoffs*

O2ref: O2 Reference value | *O2-Referenzwert*

O2: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

9.2.4 Poison index | *Giftindex*

$$\text{ratio} = \frac{CO}{CO_2 \cdot 10000}$$

CO: Measured carbon monoxide content | *Gemessener Kohlenmonoxidgehalt*

CO2: Calculated carbon dioxide value in % | *Berechneter Kohlendioxidwert in %*

9.2.5 Excess Air | *Luftüberschuss*

$$ExAir[\%] = \left(\frac{O_{2ref}}{O_{2ref} - O_2} - 1 \right) \cdot 100 = \left(\frac{CO_{2max}}{CO_2} - 1 \right) \cdot 100$$

O2ref: O2 Reference value | *O2-Referenzwert*

O2: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

CO2: Calculated carbon dioxide value in % | *Berechneter Kohlendioxidwert in %*

CO2max: Fuel-specific carbon dioxide value | *Brennstoffspezifischer Kohlendioxidwert*

9.2.6 Nitrogen oxide | *Stickstoffoxide*

No NO2 sensor plugged: | *kein NO2-Sensor gesteckt:*

$$NO_x[\text{ppm}] = NO[\text{ppm}] \times \left[1 + \frac{NO2add[\%]}{100[\%]} \right]$$

NO2 sensor plugged: | *NO2-Sensor gesteckt:*

$$NO_x = NO + (NO_2)$$

NO: Measured nitrogen monoxide value | *gemessener Stickstoffmonoxidwert*

NO2add: Nitrogen dioxide addition factor | *Stickstoffdioxid-Zuschlagsfaktor*

9.2.7 Carbon monoxide undiluted | Kohlenmonoxid unverdünnt

$$u_{CO} = CO \cdot \frac{O_{2ref}}{O_{2ref} - O_2}$$

CO: Measured carbon monoxide content | Gemessener Kohlenmonoxidgehalt

O_{2ref}: O₂ Reference value | O₂-Referenzwert

9.2.8 Flue gas dew point temperature | Abgastaupunkt-Temperatur

$$T_{p_{AG}} = MIN \left[\left[\frac{\ln \left(\frac{F_{H_2O} \times P_{Abs}}{610,78} \right) \times 234,175}{\ln \left(\frac{F_{H_2O} \times P_{Abs}}{610,78} \right) - 17,08085} \right], FT \right]$$

F_{H₂O}: Flue gas-specific water vapour content as vol.% | Abgasspezifischer Wasserdampfgehalt in Vol. %

P_{Abs}: Absolute pressure in mbar/hPa | Absolutdruck in mbar/hPa

9.2.9 Flow speed | Strömungsgeschwindigkeit

$$v \left[\frac{m}{s} \right] = \sqrt{\frac{200 \cdot 1013,25 \cdot \Delta p [mbar] \cdot (AT [^{\circ}C] + 273,15)}{273,15 \cdot \rho \cdot p_{Ort} [mbar]}} \cdot \alpha$$

P_{abs}: Absolute pressure | Strömungsgeschwindigkeit

ΔP: Differential pressure | Differenzdruck

FT: Flue gas temperature | Abgastemperatur

α: Pitot tube factor | Staurohrfaktor

Port: Umgebungsluftdruck in mbar bzw. hPa | Ortsdruck in mbar bzw. hPa

ρ: Normdichte des strömenden Mediums, Default-Wert 1.29 für Luft als Eingabewert oder aus Abgasmessung für eingestellten Brennstoff | Normdichte des strömenden Mediums, Default-Wert 1.29 für Luft als Eingabewert oder aus Abgasmessung für eingestellten Brennstoff

9.2.10 Air flow | Volumenstrom

$$\dot{V} \left[\frac{m^3}{s} \right] = v \left[\frac{m}{s} \right] \cdot A [cm^2] \cdot \frac{[m^2]}{10000 \cdot [cm^2]}$$

v: Flow speed | Strömungsgeschwindigkeit

A: cross-section area | Querschnittsfläche

9.2.11 Mass flow | *Massenstrom*

$$MCO = CO \text{ [kg/h] [ppm]} \times F_{\text{Gas}} \times 1,25 \text{ [kg/m}^3\text{]} \times Z$$

$$MNO_x = NO_x \text{ [kg/h] [ppm]} \times F_{\text{Gas}} \times 2,05 \text{ [kg/m}^3\text{]} \times Z$$

$$MSO_2 = SO_2 \text{ [kg/h] [ppm]} \times F_{\text{Gas}} \times 2,86 \text{ [kg/m}^3\text{]} \times Z$$

$$MCO_2 = CO_2 \text{ [kg/h] [ppm]} \times F_{\text{Gas}} \times 1,97 \text{ [kg/m}^3\text{]} \times Z$$

$$MH_2S = H_2S \text{ [kg/h] [ppm]} \times F_{\text{Gas}} \times 1,54 \text{ [kg/m}^3\text{]} \times Z$$

F_{Gas} : Fuel-specific humidity value | *Brennstoff-spezifischer Feuchtigkeitswert*

Z: Calculation term: | *Berechnungsterm:*

$$Z = \frac{273.15 \times P_{\text{abs}} [\text{mbar}]}{273.15 + FT [^{\circ}\text{C}] \times 1013} \times V [\text{m}^3 / \text{s}] \times 10^{-6} [1 / \text{ppm}] \times 3600$$

P_{abs} : Absolute pressure | *Strömungsgeschwindigkeit*

9.2.12 Conversion from ppm to mg/m³ | *Umrechnung von ppm in mg/m³*

9.2.12.1 Country-specific version Great Britain | *Landesversion Großbritannien*

The numerical factor used in the formula (e. g. 1.25 for CO) corresponds to the standard density of the respective gas in mg/m³. Note: | *Der in den Formeln verwendete Zahlenfaktor (bspw. 1,25 bei CO) entspricht der Normdichte des jeweiligen Gases in mg/m³. Dabei ist zu beachten:*

for SO₂, standard density values in the range from 2.86 to 2.93 are stated in literature (difference between ideal and real gas behaviour for SO₂) | *für SO₂ werden in der Literatur Normdichte-Werte im Bereich von 2,86 bis 2,93 angegeben (Unterschied zwischen idealem und realem Gasverhalten bei SO₂)*

for NO_x the standard density of NO₂ (2.05), is used, as only this compound is stable (NO combines very quickly after its creation with oxygen to form NO₂) | *für NO_x wird mit 2,05 die Normdichte von NO₂ verwendet, da nur diese Verbindung stabil ist (NO verbindet sich sehr schnell nach seiner Entstehung mit Sauerstoff zu NO₂)*

for NO the standard density of 1,34 is used, for NO₂ the standard density 2,05. NO in mg/m³ und NO₂ in mg/m³ may not be added separately, to calculate NO_x | *für NO wird die Normdichte von 1,34 verwendet, für NO₂ die Normdichte 2,05. NO in mg/m³ und NO₂ in mg/m³ dürfen nicht separat addiert werden, um NO_x zu berechnen.*

$$CO \text{ [mg/m}^3\text{]} = CO \text{ [ppm]} \times 1,25$$

$$NO_x \text{ [mg/m}^3\text{]} = NO_x \text{ [ppm]} \times 2,05$$

$$SO_2 \text{ [mg/m}^3\text{]} = SO_2 \text{ [ppm]} \times 2,86$$

9.2.12.2 Country-specific version China | Landesversion China

$$\text{CO} [\text{mg}/\text{m}^3] = \text{CO} [\text{ppm}] \times 1,25 \times \frac{21}{21 - \text{O}_2} \times \frac{1}{K}$$

$$\text{NOx} [\text{mg}/\text{m}^3] = \text{NOx} [\text{ppm}] \times 2,05 \times \frac{21}{21 - \text{O}_2} \times \frac{1}{K}$$

$$\text{SO}_2 [\text{mg}/\text{m}^3] = \text{SO}_2 [\text{ppm}] \times 2,86 \times \frac{21}{21 - \text{O}_2} \times \frac{1}{K}$$

K: Fuel-specific factor | *Brennstoff-spezifischer Faktor*
 Power Plant: K = 1.4 | *Kraftwerk: K = 1.4*
 Normal industrial boiler: K = 1.8 | *Normaler großtechnischer Kessel: K = 1.8*
 Industrial boiler before commissioning: K = 1.7 | *Großtechnischer Kessel vor Inbetriebnahme: K = 1.7*
 Oil, gas burner: K = 1.2 | *Öl-, Gas-Brenner: K = 1.2*
 Turbine: K = 3.5 | *Turbine: K = 3.5*

9.3 Calculation basis USA | Berechnungsgrundlage USA

Formulae are valid for country-specific versions: | *Formeln sind gültig für die Landesversionen:*

USA | USA

9.3.1 Carbon dioxide | Kohlendioxid

$$\text{CO}_2 [\%] = \text{CO}_{2\text{max}} \cdot \frac{\text{O}_{2\text{ref}} - \text{O}_2}{\text{O}_{2\text{ref}}} - \text{CO} \cdot (1 - 0.01881 \cdot \text{CO}_{2\text{max}})$$

CO₂max: Fuel-specific carbon dioxide value | *Brennstoffspezifischer Kohlendioxidwert*

O₂ref: O₂ Reference value | *O₂-Referenzwert*

O₂: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

9.3.2 Efficiency | Wirkungsgrad

$$\eta = 100 - q_A$$

q_A: Calculated flue gas loss | *berechneter Abgasverlust*

9.3.3 Excess Air | Luftüberschuss

$$\text{ExAir} [\%] = \left(\frac{\text{O}_2 - \frac{\text{CO}}{2}}{0.26582 \cdot (100 - \text{O}_2 - \text{CO}_2 - \text{CO}) - (\text{O}_2 - \frac{\text{CO}}{2})} \right) \cdot 100$$

CO: Measured carbon monoxide content | *Gemessener Kohlenmonoxidgehalt*

O₂: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

CO₂: Calculated carbon dioxide value in % | *Berechneter Kohlendioxidwert in %*

9.3.4 Nitrogen oxide | *Stickstoffoxide*

No NO₂ sensor plugged: | *kein NO₂-Sensor gesteckt:*

$$\text{NO}_x[\text{ppm}] = \text{NO}[\text{ppm}] \times \left[1 + \frac{\text{NO}_2\text{add} [\%]}{100 [\%]} \right]$$

NO₂ sensor plugged: | *NO₂-Sensor gesteckt:*

$$\text{NO}_x = \text{NO} + (\text{NO}_2)$$

NO: Measured nitrogen monoxide value | *gemessener Stickstoffmonoxidwert*

NO₂add: Nitrogen dioxide addition factor | *Stickstoffdioxid-Zuschlagsfaktor*

9.3.5 Carbon monoxide undiluted | *Kohlenmonoxid unverdünnt*

$$u\text{CO} = \text{CO} \cdot \frac{O_{\text{ref}}}{O_{\text{ref}} - O_2}$$

CO: Measured carbon monoxide content | *Gemessener Kohlenmonoxidgehalt*

O₂: Measured oxygen content as % | *Gemessener Sauerstoffgehalt in %*

O₂ref: O₂ Reference value | *O₂-Referenzwert*

9.3.6 Flue gas dew point temperature | *Abgastaupunkt-Temperatur*

$$T_{p_{AG}} = \text{MIN} \left[\frac{\ln \left(\frac{F_{H_2O} \times P_{Abs}}{610,78} \right) \times 234,175}{\ln \left(\frac{F_{H_2O} \times P_{Abs}}{610,78} \right) - 17,08085}, FT \right]$$

F_{H₂O}: Flue gas-specific water vapour content as vol.% | *Abgasspezifischer Wasserdampfgehalt in Vol.%*

P_{Abs}: Absolute pressure in mbar/hPa | *Absolutdruck in mbar/hPa*

9.3.7 Flow speed | *Strömungsgeschwindigkeit*

$$v \left[\frac{m}{s} \right] = \sqrt{\frac{200 \cdot 1013,25 \cdot \Delta p [\text{mbar}] \cdot (AT [^{\circ}\text{C}] + 273,15)}{273,15 \cdot \rho^* \cdot p_{Ort} [\text{mbar}]} \cdot \alpha}$$

P_{abs}: Absolute pressure | *Strömungsgeschwindigkeit*

ΔP: Differential pressure | *Differenzdruck*

FT: Flue gas temperature | *Abgastemperatur*

α: Pitot tube factor | *Staurohrfaktor*

Port: Ortsdruck in mbar bzw. hPa | *Ortsdruck in mbar bzw. hPa*

ρ : Normdichte des strömenden Mediums, Default-Wert 1.29 für Luft als Eingabewert oder aus Abgasmessung für eingestellten Brennstoff | Normdichte des strömenden Mediums, Default-Wert 1.29 für Luft als Eingabewert oder aus Abgasmessung für eingestellten Brennstoff

9.3.8 Air flow | Volumenstrom

$$\dot{V}\left[\frac{m^3}{s}\right] = v\left[\frac{m}{s}\right] \cdot A[cm^2] \cdot \frac{[m^2]}{10000 \cdot [cm^2]}$$

v: Flow speed | Strömungsgeschwindigkeit

A: Cross-section area | Querschnittsfläche

9.3.9 Mass flow

$$MCO = CO [kg/h [ppm]] \times F_{Gas} \times 1,25 [kg/m^3] \times Z$$

$$MNO_x = NO_x [kg/h [ppm]] \times F_{Gas} \times 2,05 [kg/m^3] \times Z$$

$$MSO_2 = SO_2 [kg/h [ppm]] \times F_{Gas} \times 2,86 [kg/m^3] \times Z$$

$$MCO_2 = CO_2 [kg/h [ppm]] \times F_{Gas} \times 1,97 [kg/m^3] \times Z$$

$$MH_2S = H_2S [kg/h [ppm]] \times F_{Gas} \times 1,54 [kg/m^3] \times Z$$

F_{gas}: Fuel-specific humidity value | Brennstoff-spezifischer Feuchtigkeitswert

Z: Calculation term: | Berechnungsterm:

$$Z = \frac{273.15 \times P_{abs} [mbar]}{273.15 + FT [^{\circ}C] \times 1013} \times V [m^3/s] \times 10^{-6} [1/ppm] \times 3600$$

P_{abs}: Absolute pressure | Strömungsgeschwindigkeit

9.3.10 Conversion from ppm to mg/m³ | Umrechnung von ppm in mg/m³

The numerical factor used in the formula (e. g. 1.25 for CO) corresponds to the standard density of the respective gas in mg/m³. Note: | Der in den Formeln verwendete Zahlenfaktor (bspw. 1,25 bei CO) entspricht der Normdichte des jeweiligen Gases in mg/m³. Dabei ist zu beachten: for SO₂, standard density values in the range from 2.86 to 2.93 are stated in literature (difference between ideal and real gas behaviour for SO₂) | für SO₂ werden in der Literatur Normdichte-Werte im Bereich von 2,86 bis 2,93 angegeben (Unterschied zwischen idealem und realem Gasverhalten bei SO₂) for NO_x the standard density of NO₂ (2.05), is used, as only this compound is stable (NO combines very quickly after its creation with oxygen to form NO₂) | für NO_x wird mit 2,05 die Normdichte von NO₂ verwendet, da nur diese Verbindung stabil ist (NO verbindet sich sehr schnell nach seiner Entstehung mit Sauerstoff zu NO₂)

for NO the standard density of 1,34 is used, for NO₂ the standard density 2,05. NO in mg/m³ und NO₂ in mg/m³ may not be added separately, to calculate NO_x | für NO wird die Normdichte von 1,34 verwendet, für NO₂ die

Normdichte 2,05. NO in mg/m³ und NO₂ in mg/m³ dürfen nicht separat addiert werden, um NO_x zu berechnen.

$$\text{CO [mg/m}^3\text{]} = \frac{\text{O}_{2\text{ref}} - \text{O}_{2\text{base}}}{\text{O}_{2\text{ref}} - \text{O}_2} \times \text{CO [ppm]} \times 1,25$$

$$\text{NO}_x \text{ [mg/m}^3\text{]} = \frac{\text{O}_{2\text{ref}} - \text{O}_{2\text{base}}}{\text{O}_{2\text{ref}} - \text{O}_2} \times \text{NO}_x \text{ [ppm]} \times 2,05$$

$$\text{SO}_2 \text{ [mg/m}^3\text{]} = \frac{\text{O}_{2\text{ref}} - \text{O}_{2\text{base}}}{\text{O}_{2\text{ref}} - \text{O}_2} \times \text{SO}_2 \text{ [ppm]} \times 2,86$$

Corrected parameters | Korrigierte Messgrößen
cCO, cNO_x, cNO, cSO₂:

$$x[\text{ppm}_e] = x[\text{ppm}] \cdot \frac{\text{O}_{2\text{ref}} - \text{O}_{2\text{base}}}{\text{O}_{2\text{ref}} - \text{O}_2}$$

O_{2ref}: O₂ Reference value | O₂-Referenzwert

O₂: Measured oxygen content as % | Gemessener Sauerstoffgehalt in %

O_{2base}: Fuel-specific oxygen base value as % | brennstoffspezifischer Sauerstoff-Bezugswert in %

9.3.11 Conversion from ppm to lbs/mBTU | Umrechnung von ppm in lbs/mBTU

$$x \left[\frac{\text{lbs}}{\text{mBTU}} \right] = x[\text{ppm}] \cdot \rho_{\text{Gas}} \cdot \frac{\text{O}_{2\text{ref}}}{\text{O}_{2\text{ref}} - \text{O}_2} \cdot \frac{F_D}{430.0269}$$

F_D: Fuel-specific factor | brennstoffspezifischer Faktor

ρ_{Gas}: Standard density of the gas in [kg/m³] CO: 1.25, NO_x: 2.05, SO₂: 2.86 | Normdichte des Gases in [kg/m³] CO: 1.25, NO_x: 2.05, SO₂: 2.86

O_{2ref}: O₂ Reference value | O₂-Referenzwert

O₂: Measured oxygen content as % | Gemessener Sauerstoffgehalt in %

10 Fuels and parameters testo 350 | Brennstoffe und Parameter testo 350

10.1 Austria | Österreich

Brennstoff	CO ₂ max [Vol. %]	O ₂ base [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Erdgas	11,8	3,0	8,49	9,40	0,6440	0,0111
Heizöl HEL	15,3	3,0	10,54	11,30	0,6642	0,0086
Heizöl HL	15,8	3,0	10,35	11,40	0,6655	0,0082
Heizöl HM	16,0	3,0	10,21	10,84	0,6687	0,0079
Heizöl HS	16,4	3,0	10,03	10,60	0,6736	0,0076
Holzpellets	20,3	11,0	4,01	4,07	0,6660	0,0102
Hackgut trocken	20,3	11,0	3,34	3,39	0,6921	0,0137
Hackgut feucht	20,3	11,0	2,67	2,71	0,7290	0,0183
Scheitholz	20,3	11,0	3,79	3,84	0,6753	0,0116
Biomasse	20,3	11,0	3,79	3,84	0,6824	0,0125
Gerste/Triticale	20,3	11,0	3,79	3,84	0,6753	0,0116
Propan	13,68	3,0	22,30	24,36	0,6335	0,0092
Butan	13,7	3,0	30,07	32,40	0,6247	0,0089
FAME	15,75	3,0	9,03	9,74	0,6553	0,0080
Diesel	15,6	3,0	10,35	11,17	0,6790	0,0069
Biodiesel	15,34	3,0	10,54	11,30	0,6642	0,0086
Eurosuper 95	15,51	3,0	9,99	10,86	0,6642	0,0086
Braunkohle	19,80	6,0	5,04	5,19	0,6936	0,0097
Steinkohle	18,7	6,0	7,92	8,11	0,6932	0,0057

10.2 Belgium | *Belgien*

Brandstof	CO ₂ max [Vol.%]	O ₂ base [%]	VAG trmin	VLmin	A2	B
Aardgas H	11,90	3,00	8,76	9,57	0,6600	0,0090
Cokesgas	10,30	3,00	3,86	4,28	0,6000	0,0110
Stadsgas	13,60	3,00	3,61	3,90	0,6300	0,0110
Propan	13,70	3,00	22,30	24,36	0,6300	0,0080
Stookolie L	15,20	3,00	10,53	11,26	0,6800	0,0070
StookolieZ	15,90	3,00	10,09	10,73	0,8060	0,0000
Briket	18,90	8,00	5,08	5,20	0,8333	0,0000
Bruinkool	19,80	8,00	5,61	5,69	0,9550	0,0000
Houtpellets	20,30	13,00	4,07	4,13	0,6200	0,0081
Cokes	20,30	13,00	7,64	7,66	0,7655	0,0000
Cokes	20,30	8,00	7,64	7,66	0,7580	0,0000
Hout	20,30	13,00	3,87	3,93	0,6860	0,0096
Hout 30%M.	20,30	13,00	3,19	3,24	0,6640	0,0118
Hout 45%M.	20,30	13,00	2,50	2,54	0,634	0,0150
Hout 60%M.	20,30	13,00	1,82	1,85	0,5860	0,0199
Aardgas H (G20)	11,70	3,00	8,56	9,56	0,6900	0,0095
Aardgas L (G25)	11,80	3,00	7,50	8,22	0,7030	0,0095
Butan (G30)	14,00	3,00	29,67	32,09	0,6970	0,0078

10.3 Bulgaria | *Bulgarien*

Fuel	CO ₂ max [Vol.%]	O ₂ base [%]	VAG trmin	VLmin	A2	B
Брикети	18,90	8,00	5,08	5,20	0,8330	0,0000
Дървесни пелети	20,30	13,00	4,07	4,13	0,6200	0,0081
Дървесина 15%w	20,30	13,00	3,87	3,93	0,6860	0,0096
Каменни въглища	20,50	8,00	7,81	7,82	0,7580	0,0000
Кокс	20,30	13,00	7,64	7,66	0,7650	0,0000
Природен газ	11,90	3,00	8,36	9,12	0,6600	0,0090
Нафта	15,40	3,00	10,53	11,26	0,6800	0,0070
Мазут	15,90	3,00	10,09	10,73	0,8060	0,0000
Лигнит	19,80	8,00	4,01	4,09	0,9550	0,0000
Втечен газ	13,70	3,00	23,80	25,95	0,6300	0,0080
Коксов газ	10,30	3,00	3,86	4,28	0,6000	0,0110
Градски газ	13,60	3,00	3,61	3,90	0,6300	0,0110
Еталонен газ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000

10.4 CIS | GUS

Fuel	CO ₂ max [Vol. %]	O ₂ base [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Природный Газ	12,00	3,00	8,76	9,58	0,6650	0,0090
Коксовый газ	10,30	3,00	3,86	4,28	0,6000	0,0110
Городской Газ	13,60	3,00	3,61	3,90	0,6300	0,0110
Диз.топливо	15,40	3,00	10,53	11,26	0,6800	0,0070
Темн. дизтопл.	15,90	3,00	10,09	10,73	0,8060	0,0000
Сжж газ	13,70	3,00	23,8	25,95	0,6300	0,0080
Бурый уголь	19,80	8,00	4,01	4,09	0,9550	0,0000
Брикеты	18,90	8,00	5,08	5,20	0,8330	0,0000
Древесина 15%вл	20,30	13,00	3,87	3,93	0,6860	0,0096
Каменный уголь	20,50	8,00	7,81	7,82	0,7580	0,0000
Древесина 30%вл	20,30	13,00	3,19	3,24	0,6640	0,0118
Древесина 45%вл	20,30	13,00	2,50	2,54	0,6340	0,0150
Древесина 60%вл	20,30	13,00	1,82	1,85	0,586	0,0199
Древесные брикеты	20,30	13,00	4,07	4,13	0,6200	0,0081

10.5 China | China

Fuel	CO ₂ MAX [Vol. %]	O ₂ base [Vol. %]	K _{gr} [1/K]	K _{net} [1/K]	K1 [-]	H [% by weight]	MH ₂ O [% by weight]	Q _{gr} [MJ/kg]	Q _{net} [MJ/kg]
天然气	11,90	3,00	0,35	0,39	40,00	24,40	0,00	53,42	48,16
丁烷	14,10	3,00	0,43	0,46	48,00	17,20	0,00	49,30	45,80
丙烷	13,80	3,00	0,42	0,45	48,00	18,20	0,00	50,00	46,30
汽油	15,10	3,00	0,46	0,49	51,00	14,20	0,00	45,10	42,02
柴油	15,60	3,00	0,49	0,53	53,00	12,90	0,00	44,62	41,80
轻油	15,50	3,00	0,48	0,51	53,00	13,00	0,00	45,60	42,80
重油	15,80	3,00	0,51	0,54	54,00	11,50	0,20	42,90	40,50
无烟煤	19,10	7,00	0,67	0,69	65,00	3,00	12,00	29,65	28,95
煤	18,40	7,00	0,62	0,65	63,00	4,00	13,00	26,75	25,50
木粒	20,70	7,00	0,63	0,69	70,20	5,10	15,00	17,12	15,60
LPG	13,80	3,00	0,42	0,45	47,00	17,90	0,00	49,93	46,04
城市煤气	13,10	3,00	0,37	0,41	44,58	14,50	0,00	31,49	28,33
测试气体	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

10.6 Czech Republic | Tschechien

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Zemní plyn H	12,00	3,00	8,76	9,58	0,6300	0,0080
Koksárenský plyn	10,30	3,00	3,86	4,28	0,6000	0,0110
LTO	15,40	3,00	10,53	11,26	0,6800	0,0070
TTO	15,90	3,00	10,09	10,73	0,8060	0,0000
Propan	13,70	3,00	23,8	25,95	0,6300	0,0080
Hnědé uhlí	19,80	8,00	4,01	4,09	0,9550	0,0000
Brikety	18,90	8,00	5,08	5,20	0,8330	0,0000
Dřevěné pelety	20,30	13,00	4,07	4,13	0,6200	0,0081
Černé uhlí	20,50	8,00	7,81	7,82	0,7580	0,0000
dřevo 15%	20,30	13,00	3,87	3,93	0,6860	0,0096

10.7 Denmark | Dänemark

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Naturgas	12,00	13,00	8,76	9,57	0,6600	0,0100
Koks-gas	13,80	13,00	3,86	4,28	0,62	0,0110
Koks	20,00	8,00	7,64	7,66	0,7770	0,0000
Flaskegas	13,80	3,00	22,3	24,36	0,6600	0,0080
Letolie	15,30	3,00	10,53	11,26	0,6800	0,0070
Sværolie	16,00	3,00	10,09	10,73	0,700	0,0070
Brunkul	19,20	8,00	4,01	4,09	0,9844	0,0000
Briket	19,30	8,00	5,09	5,17	0,8161	0,0000
Kul	18,50	8,00	7,90	8,13	0,6811	0,0000
Træbriketter	20,30	13,00	4,07	4,13	0,6200	0,0081
Træ 15%w	20,30	13,00	3,87	3,93	0,6860	0,0096

10.8 France | *Frankreich*

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Gaz naturel H	12,00	3,00	8,76	9,58	0,6650	0,0090
Gaz de cokerie	10,30	3,00	3,86	4,28	0,6000	0,0110
Gaz naturel	11,9	3,0	8,36	9,12	0,6600	0,0090
Gaz de ville	13,60	3,00	3,61	3,90	0,6300	0,0110
Fioul dom	15,40	3,00	10,53	11,26	0,6800	0,0070
Fioul lourd	15,90	3,00	10,09	10,73	0,8060	0,0000
Gaz liquéfié	13,7	3,0	23,80	25,95	0,6300	0,0080
Lignite	19,80	8,00	4,01	4,09	0,9550	0,0000
Bois 15%eau	20,3	13,0	3,87	3,93	0,6860	0,0096
Bois 30%eau	20,3	13,0	3,19	3,24	0,6640	0,0118
Bois 45%eau	20,3	13,0	2,50	2,54	0,6340	0,0150
Bois 60%eau	20,3	13,0	1,82	1,85	0,5860	0,0199
Pellets	20,3	13,0	4,07	4,13	0,6200	0,0081
Houille	20,50	8,00	7,81	7,82	0,7580	0,0000

10.9 Germany | *Deutschland*

Brennstoff	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Heizöl EL	15,40	3,00	10,53	11,26	0,6800	0,0070
Diesel	15,50	3,00	10,35	11,17	0,6790	0,0069
Heizöl S	15,90	3,00	10,09	10,73	0,8060	0,0000
Erdgas	11,90	3,00	8,36	9,12	0,6600	0,0090
Flüssiggas	13,70	3,00	23,80	25,95	0,6300	0,0080
Koks	20,30	13,00	7,64	7,66	0,7650	0,0000
Brikett	18,90	8,00	5,08	5,20	0,8330	0,0000
Braunkohle	19,80	8,00	4,01	4,09	0,9550	0,0000
Steinkohle	20,50	8,00	7,81	7,82	0,7580	0,0000
Kokereigas	10,30	3,00	3,86	4,28	0,6000	0,0110
Stadtgas	13,60	3,00	3,61	3,90	0,6300	0,0110
Holz 15%	20,30	13,00	3,87	3,93	0,6860	0,0096
Holz 30%	20,30	13,00	3,19	3,24	0,6640	0,0118
Holz 45%	20,30	13,00	2,50	2,54	0,6340	0,0150
Holz 60%	20,30	13,00	1,82	1,85	0,5860	0,0199
Pellets	20,30	13,00	4,07	4,13	0,6200	0,0081
Prüfgas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000

10.10 Great Britain | Großbritannien

Fuel	CO ₂ MAX [Vol. %]	O ₂ base [Vol. %]	K _{gr} [1/K]	K _{net} [1/K]	K1 [-]	H [% by weight]	MH ₂ O [% by weight]	Q _{gr} [MJ/kg]	Q _{net} [MJ/kg]
Natural Gas	11.90	3.00	0.35	0.39	40.00	24.40	0.00	53.42	48.16
Butan	4.10	3.00	0.43	0.46	48.00	17.20	0.00	49.30	45.80
Propane	13.80	3.00	0.42	0.45	48.00	18.20	0.00	50.00	46.30
Light Oil	15.50	3.00	0.48	0.51	53.00	13.00	0.00	45.60	42.80
Heavy Oil	15.80	3.00	0.51	0.51	54.00	11.50	0.20	42.90	40.50
Anthracit	19.10	7.00	0.67	0.69	65.00	3.00	12.00	29.65	28.95
Bagasse	20.80	7.00	0.30	0.61	70.61	2.90	51.00	19.42	9.46
Coke	20.60	7.00	0.75	0.76	70.00	0.40	10.00	27.90	27.45
Wood	20.70	7.00	0.63	0.69	70.20	5.10	15.00	17.12	15.60
Kerosene	15.40	3.00	0.47	0.51	52.36	13.60	0.00	46.56	43.12
Diesel	15.60	3.00	0.49	0.53	53.00	12.90	0.00	44.62	41.80
Coal	18.40	7.00	0.62	0.65	63.00	4.00	13.00	26.75	25.50
Test gas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

10.11 Hungary | Ungarn

Fuel	CO ₂ max [Vol. %]	O ₂ base [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Földgáz	11,9	3,0	8,36	9,12	0,6600	0,0090
Kokszgáz	10,3	3,0	3,86	4,28	0,6000	0,0110
Városigáz	13,6	3,0	3,61	3,90	0,6300	0,0110
Fűtőolaj könnyű	15,4	3,0	10,53	11,26	0,6800	0,0070
Dízel	15,5	3,00	10,35	11,17	0,6790	0,0069
LPG	13,7	3,0	23,80	25,95	0,6300	0,0080
Barnaszén	19,8	8,0	4,01	4,09	0,9550	0,0000
Brikett	18,9	8,0	5,08	5,20	0,8330	0,0000
Fa 15%w	20,3	13,0	3,87	3,93	0,686	0,0096
Kőszén	20,5	8,0	7,81	7,82	0,7580	0,0000
Fa pellet	20,3	13,0	4,07	4,13	0,6200	0,0081

10.12 Italy | *Italia*

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} %	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Gas Nat.	11,70	3,00	8,52	9,52	0,6600	0,0100
GPL (misto)	13,90	3,00	23,80	25,90	0,6300	0,0080
Gasolio	15,10	3,00	10,40	11,20	0,6800	0,0070
Olio combustibile	15,70	3,00	10,09	10,73	0,6800	0,0070
Gas Cokeria	10,30	3,00	3,86	4,28	0,6000	0,0110
Gas città	11,60	3,00	3,61	3,90	0,6300	0,0110
Coke	20,00	8,00	7,64	7,66	0,7770	0,0000
GPL (butano)	13,90	3,00	28,15	30,95	0,6300	0,0080
Metano	11,70	3,00	8,52	9,52	0,6600	0,0100
GPL (propano)	11,70	3,00	21,81	23,81	0,6300	0,0080
Lignite	19,20	8,00	5,26	5,40	0,9844	0,0000
Mattonella di lignite	19,30	8,00	5,09	5,17	0,8161	0,0000
Antracite	18,50	8,00	7,90	8,13	0,6811	0,0000
Legno 15%w	20,00	8,00	3,87	3,93	0,6860	0,0096
Legno 30%w	20,30	13,00	3,19	3,24	0,6640	0,0118
Legno 45%w	20,30	13,00	2,50	2,54	0,6340	0,0150
Legno/Pellets	20,00	8,00	4,07	4,13	0,6200	0,0081
Trucioli Legno	20,30	13,00	3,87	3,93	0,6860	0,0096
Biomassa 30%	20,30	11,00	3,79	3,84	0,7017	0,0149

10.13 Japan | *Japan*

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
13A	12,20	5,00	9,96	10,95	0,7634	0,0036
6C	13,10	5,00	3,92	4,06	0,6947	0,0068
7° Ⅱ° Ⅲ°	13,80	5,00	22,13	23,9	0,7411	0,003
Ⅱ° Ⅲ°	15,10	5,00	10,49	11,37	0,7455	0,0024
Ⅲ° Ⅳ°	15,80	5,00	10,05	10,68	0,7285	0,0022
CⅢ° Ⅳ°	16,00	5,00	9,65	10,25	0,7285	0,0021
7° Ⅱ° Ⅲ°	13,70	5,00	22,31	24,37	036570	0,0074
テストガス	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0000	0,0000

10.14 Latin America | *Latein-Amerika*

Fuel	CO ₂ MAX [Vol. %]	O ₂ base [Vol. %]	K _{gr} [1/K]	K _{net} [1/K]	K1 [-]	H [% by weight]	MH ₂ O [% by weight]	Q _{gr} [MJ/kg]	Q _{net} [MJ/kg]
Gas Nat.	11.90	3.00	0.35	0.39	40.00	24.40	0.00	53.42	48.16
Propane	13.80	3.00	0.42	0.45	48.00	18.20	0.00	50.00	46.30
Coque	20.60	7.00	0.75	0.76	70.00	0.40	10.00	27.90	27.45
Combustible pesado	15.80	3.00	0.51	0.51	54.00	11.50	0.20	42.90	40.50
Combustible ligero	15.50	3.00	0.48	0.51	53.00	13.00	0.00	45.60	42.80
Diesel	15.60	3.00	0.49	0.53	53.00	12.90	0.00	44.62	41.80
Madera	20.70	7.00	0.63	0.69	70.20	5.10	15.00	17.12	15.60
Madera 30%	20,30	7,00	0,63	0,68	69,86	4,20	30,00	14,08	13,16
Madera 45%	20,30	7,00	0,61	0,65	69,86	3,30	45,00	11,57	10,84
Madera 60%	20,30	7,00	0,56	0,60	69,86	2,40	60,00	9,05	8,52
Carbón	18,40	7,00	0,62	0,65	63,00	4,00	13,00	26,75	25,50
Bagazo	20.80	7.00	0.30	0.61	70.61	2.90	51.00	19.42	9.46
Pellets	20,70	7,00	0,63	0,69	70,20	5,10	15,00	17,12	15,60

10.15 Netherlands | *Niederlande*

Fuel	CO ₂ max [Vol. %]	O ₂ base [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Aardgas Hb	11,70	3,00	7,71	8,43	0,6230	0,0080
Aardgas Ho	11,70	3,00	7,71	8,43	0,6910	0,0090
Propaan Hb	13,70	3,00	22,30	24,40	0,6190	0,0066
Propaan Ho	13,70	3,00	22,30	24,40	0,6730	0,0070
Stookolie EL	15,50	3,00	10,52	11,30	0,6800	0,0070
Cokes	20,00	6,00	7,64	7,70	0,7770	0,0000
Bruinkool	19,20	6,00	5,26	5,40	0,9840	0,0000
Antraciet	18,50	6,00	7,90	8,10	0,7490	0,0000
Hout 15%w	20,00	6,00	3,87	3,93	0,6860	0,0096
Diesel	15,60	3,00	10,35	11,17	0,6790	0,0069
G20	11,70	3,00	8,55	9,56	0,6540	0,0089
G25	11,50	3,00	7,50	8,22	0,7030	0,0094
G30	14,00	3,00	29,46	32,07	0,6960	0,0076
Testgas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000

10.16 Poland | *Polen*

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Gaz koksow	10,30	3,00	3,86	4,28	0,6000	0,0110
DrewnoKoks	20,30	13,00	7,64	7,66	0,7655	0,0000
W.kamienny	20,50	8,00	7,64	7,66	0,7580	0,0000
Gaz GZ 50	11,80	3,00	8,47	9,44	0,6600	0,0110
Gaz GZ41.5	11,50	3,00	7,24	7,89	0,6700	0,0110
Gaz GZ 35	11,30	3,00	6,47	6,90	0,6800	0,0110
GazMiejski	13,60	3,00	3,61	3,90	0,6300	0,0110
Gaz plynny	13,70	3,00	22,30	24,40	0,6300	0,0080
Olej op. lekki	15,40	3,00	10,53	11,26	0,6800	0,0070
OLEj op.S	15,90	3,00	10,09	10,73	0,8057	0,0000
Brykiety	18,90	8,00	5,08	5,20	0,8330	0,0000
W.brunatny	19,80	8,00	5,61	5,69	0,9545	0,0000
Drewno 15%w	20,30	13,00	3,87	3,93	0,686	0,0096
Pellets	20,30	13,00	4,07	4,13	0,6200	0,0081

10.17 Portugal | *Portugal*

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Gas Nat.	11,90	3,00	9,63	10,61	0,6688	0,0097
Gas de coque	10,30	3,00	3,86	4,28	1,0194	0,0000
Coque	20,00	13,00	7,64	7,66	0,5985	0,0000
Gas Cidade	12,10	3,00	3,61	3,90	0,8678	0,0000
Butano	14,00	3,00	29,55	32,17	0,5685	0,0097
Propano	13,70	3,00	22,30	24,36	0,5826	0,0097
Gasoleo A	15,50	3,00	10,53	11,26	0,6710	0,0069
Gasoleo C	15,50	3,00	10,53	11,26	0,6710	0,0069
F-Oleo n1	15,90	3,00	10,09	10,73	0,6815	0,0067
F-Oleo n2	15,90	3,00	10,09	10,73	0,6815	0,0067
Antracite	18,50	8,00	8,37	8,55	0,7719	0,0000
Bagaço	15,90	8,00	5,31	5,72	0,8250	0,0133
Linhte	19,20	8,00	4,01	4,09	0,6234	0,0000
Briquete	19,30	8,00	5,09	5,17	0,6202	0,0000
Hulha	18,50	8,00	7,90	8,13	0,7719	0,0000
Madeira	20,30	13,00	3,87	3,93	0,6860	0,0096
Gás padrão	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
Etanol	14,40	3,00	6,79	7,44	0,692	0,0105
Metanol	15,20	3,00	4,65	5,05	0,654	0,0122
Biodiesel 5	15,40	3,00	10,48	11,19	0,6400	0,0065
Pellets	20,70	8,00	3,84	3,90	0,6750	0,0095

10.18 Republic of Korea | Korea

Fuel	CO ₂ MAX [Vol. %]	O ₂ base [Vol. %]	K _{gr} [1/K]	K _{net} [1/K]	K1 [-]	H [% by weight]	MH ₂ O [% by weight]	Q _{gr} [MJ/kg]	Q _{net} [MJ/kg]
천연가스	11,90	3,00	0,35	0,39	40,00	24,40	0,00	53,42	48,16
부탄	14,10	3,00	0,43	0,46	48,00	17,20	0,00	49,30	45,80
프로판	13,80	3,00	0,42	0,45	48,00	18,20	0,00	50,00	46,30
경유	15,50	3,00	0,48	0,51	53,00	13,00	0,00	45,60	42,80
중유	15,80	3,00	0,50	0,5	54,00	11,50	0,20	42,90	40,50
무연탄	19,10	7,00	0,67	0,69	65,00	3,00	12,00	29,65	28,95
바가스	20,80	7,00	0,30	0,61	70,61	2,90	51,00	19,42	9,46
코크스	20,60	7,00	0,75	0,76	70,00	0,40	10,00	27,90	27,45
나무	20,70	7,00	0,63	0,69	70,20	5,10	15,00	17,12	15,60
등유	15,40	3,00	0,47	0,51	52,36	13,630	0,00	46,66	43,12
디젤	15,60	3,00	0,49	0,53	53,00	12,90	0,00	44,62	41,80
석탄	18,40	7,00	0,62	0,65	63,00	4,00	13,00	26,75	25,50

10.19 Romania | Rumänien

Fuel	CO ₂ max [Vol. %]	O ₂ base [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Gaz natural H	12,00	3,00	8,76	9,58	0,665	0,0090
Gaz de cocserie	10,30	3,00	3,86	4,28	0,6000	0,0110
Gaz oraş	13,60	3,00	3,61	3,90	0,6300	0,0110
Motorină	15,40	3,00	10,53	11,26	0,6800	0,0070
Păcură	15,90	3,00	10,09	10,73	0,8060	0,0000
GPL (amestec)	13,7	3,00	23,80	25,95	0,6300	0,0080
Lignit	19,80	8,00	4,01	4,09	0,9550	0,0000
Brichete	18,90	8,00	5,08	5,20	0,8330	0,0000
Peleţi	20,30	13,00	4,07	4,13	0,6200	0,0081
Lemn 15%w	20,30	13,00	3,87	3,93	0,6860	0,0096
Cărbune	20,50	8,00	7,81	7,82	07580	0,0000

10.20 Spain | Spanien

Fuel	CO ₂ max [Vol. %]	O ₂ base [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
GasNatural	11,90	3,00	9,63	10,61	0,6866	0,0097
GasdeCoque	10,30	3,00	3,86	4,28	1,0194	0,0000
Coque	20,00	13,00	7,64	7,66	0,5985	0,0000
Gas ciudad	12,10	3,00	3,61	3,90	0,8678	0,0000
Butano	14,00	3,00	29,55	32,17	0,5826	0,0097
Propano	13,70	3,00	22,30	24,36	0,6688	0,0097
Gasoleo A	15,50	3,00	10,53	11,26		
Gasoleo C	15,50	3,00	10,53	11,26	0,6710	0,0069
F-Oleo n1	15,90	3,00	10,09	10,73	0,6710	0,0069
F-Oleo n2	15,90	3,00	10,09	10,73	0,6815	0,0067
Combustible pesado	15,90	3,00	10,09	10,73	0,6815	0,0067
Antracita	18,50	8,00	8,37	8,55	0,6234	0,0000
Bagazo	15,90	8,00	5,31	5,72	0,6815	0,0067
Lignito	19,20	8,00	4,01	4,09	0,6202	0,0000
Briquita	19,30	8,00	5,09	5,17	0,5985	0,0000
Carbón	18,50	8,00	7,90	8,13	0,7719	0,0000
Madera	20,30	13,00	3,87	3,93	0,6860	0,0096
Gas patrón	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
Etanol	14,40	3,00	6,79	7,44	0,6860	0,0096
Metanol	15,20	3,00	4,65	5,05	0,6920	0,0105
Biomasa 5	15,40	3,00	10,48	11,19	0,6540	0,0122

10.21 Sweden | Schweden

Fuel	CO ₂ max [Vol. %]	O ₂ base [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Naturgas	12,00	3,00	8,76	9,58	0,6650	0,0090
Koksgas	10,30	3,00	3,86	4,28	0,6000	0,0110
Stadsgas	13,60	3,00	3,61	3,90	0,6300	0,0110
Eldn.olja1	15,40	3,00	10,53	11,26	0,6800	0,0070
Eldn.olja3	15,90	3,00	10,09	10,73	0,8060	0,0000
LPG	13070	3,00	23,80	25,95	0,6300	0,0080
Brunkol	19,80	8,00	4,01	4,09	0,9550	0,0000
Briketter	18,90	8,00	5,08	5,20	0,8330	0,0000
Träpellets	20,30	13,00	4,07	4,13	0,6200	0,0081
Trä 15%w	20,30	13,00	3,87	3,93	0,6860	0,0096
Trä 30%w	20,30	13,00	3,19	3,24	0,6640	0,0118
Trä 45%w	20,30	13,00	2,50	2,54	0,6340	0,0150
Trä 60%w	20,30	13,00	1,82	1,85	0,586	0,0199
Kol	20,50	8,00	7,81	7,82	0,7580	0,0000

10.22 Swiss | Schweiz

Brennstoff	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Heizöl EL	15,5	3,0	10,53	11,26	0,6800	0,0070
Erdgas H	12,0	3,0	8,76	9,57	0,6600	0,0080
Butan	13,9	3,0	29,55	32,17	0,6300	0,0080
Holzpellets	20,3	13,00	4,07	4,13	0,6200	0,0081
Holz 15%w	20,3	13,0	3,87	3,93	0,6860	0,0096
Holz 30%w	20,3	13,0	3,19	3,24	0,6640	0,0118
Holz 45%w	20,3	13,0	2,50	2,54	0,6340	0,0150
Holz 60%w	20,3	13,0	1,82	1,85	0,5860	0,0199
Heizöl S	15,90	3,00	10,09	10,73	0,8060	0,0000
Stadtgas	13,6	3,0	3,61	3,90	0,6300	0,0110
Kokereigas	10,3	3,0	3,86	4,28	0,6000	0,0110
Koks	20,0	13,0	7,64	7,66	0,7770	0,0000
Brikett	19,3	8,0	5,09	5,17	0,8161	0,0000
Braunkohle	19,2	8,0	4,01	4,09	0,9844	0,0000
Fettkohle	18,5	8,0	7,90	8,13	0,8400	0,0000
Prüfgas	0,0	0,0	0,00	0,00	0,0000	0,0000

10.23 Turkey | Türkiye

Fuel	CO _{2max} [Vol. %]	O _{2base} [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Dogal Gaz	12,00	3,00	8,76	9,58	0,665	0,0090
Bütan	14,00	3,00	30,07	32,40	0,666	0,0100
Propan	13,70	3,00	22,30	24,36	0,5826	0,0097
Kok Kömürü	20,30	13,00	7,64	7,66	0,765	0,0000
Hafif Yağ	15,40	3,00	10,53	11,26	0,680	0,0070
Ağır yağ	15,90	3,00	10,09	10,73	0,806	0,0000
Taş kömürü	18,50	7,00	8,37	8,55	0,7719	0,0000
Bagasse	15,90	7,00	5,31	5,72	0,8250	0,0133
Kömür	18,50	7,00	7,90	8,13	0,7719	0,0000
Odun toplakları	20,30	13,00	4,07	4,13	0,6200	0,0081
TestGazı	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000

10.24 USA | USA

Fuel	CO ₂ max [Vol.%]	O ₂ base [%]	V _{AG trmin}	V _{Lmin}	A2	B
Natur.gas	11,70	3,00	7,91	8,7	0,5924	0,0010
Butane	14,10	3,00	29,55	32,17	0,6000	0,0013
Propane	13,80	3,00	22,31	24,37	0,5978	0,0013
Diesel	15,60	3,00	10,35	11,17	0,6360	0,0064
Fueloil #5	16,30	3,00	10,14	10,70	0,6275	0,0018
Fueloil #6	16,70	3,00	9,84	10,30	0,6375	0,0019
Kerosene	15,10	3,00	10,47	11,20	0,6159	0,0016
Anthracite	19,90	7,00	8,37	8,60	0,6964	0,0027
Bituminous	18,50	7,00	5,30	5,40	0,6729	0,0024
Distillate #1	15,40	3,00	10,50	11,25	0,6312	0,0017
Wood 10%M.	20,00	7,00	4,09	4,10	0,6194	0,0024
Wood 20%M.	20,00	7,00	3,64	3,66	0,6194	0,0024
Wood 30%M.	20,00	7,00	3,18	3,20	0,6194	0,0024
Wood 40%M.	20,00	7,00	2,73	2,75	0,6194	0,0024
Bark 15%M.	20,00	7,00	3,87	3,90	0,6669	0,0026
Bark 30%M.	20,00	7,00	3,18	3,20	0,6669	0,0026
Bark 45%M.	20,00	7,00	2,50	2,52	0,6669	0,0026
Bark 60%M.	20,00	7,00	1,82	1,83	0,6669	0,0026
Bioheat 5	15,40	3,00	10,48	11,19	0,6000	0,0061
Bioheat 12	15,40	3,00	10,38	11,07	0,6000	0,0061
Bioheat 20	15,40	3,00	10,26	10,94	0,5900	0,0061
Test gas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000

10.25 Vietnam | Vietnam

Fuel	CO ₂ MAX [Vol. %]	O ₂ base [Vol. %]	K _{gr} [1/K]	K _{net} [1/K]	K1 [-]	H [% by weight]	MH ₂ O [% by weight]	Q _{gr} [MJ/kg]	Q _{net} [MJ/kg]
Natural Gas	11.90	3.00	0.35	0.39	40.00	24.40	0.00	53.42	48.16
Butan	4.10	3.00	0.43	0.46	48.00	17.20	0.00	49.30	45.80
Propane	13.80	3.00	0.42	0.45	48.00	18.20	0.00	50.00	46.30
Light Oil	15.50	3.00	0.48	0.51	53.00	13.00	0.00	45.60	42.80
Heavy Oil	15.80	3.00	0.51	0.51	54.00	11.50	0.20	42.90	40.50
Anthracit	19.10	7.00	0.67	0.69	65.00	3.00	12.00	29.65	28.95
Bagasse	20.80	7.00	0.30	0.61	70.61	2.90	51.00	19.42	9.46
Coke	20.60	7.00	0.75	0.76	70.00	0.40	10.00	27.90	27.45
Wood	20.70	7.00	0.63	0.69	70.20	5.10	15.00	17.12	15.60
Kerosene	15.40	3.00	0.47	0.51	52.36	13.60	0.00	46.56	43.12
Diesel	15.60	3.00	0.49	0.53	53.00	12.90	0.00	44.62	41.80
Coal	18.40	7.00	0.62	0.65	63.00	4.00	13.00	26.75	25.50
Test gas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rice husk	22.40	7.0	0.72	0.77	76.00	3.00	9.80	12.98	12.21