

## 6. Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion

### 6.1 Beurteilung der Betriebsbedingungen während der Messungen

Da zum Zeitpunkt der Emissionsmessungen die zu beurteilende Anlage bestimmungsgemäß und mit maximaler Leistung betrieben wurde, kann davon ausgegangen werden, dass eine repräsentative und im Sinne der TA Luft maximale Emissionssituation erfasst wurde.

### 6.2 Messergebnisse

#### BHKW

| Messkomponente                      | Mittlere Konzentration | Höchste Konzentration | Grenzwert            | Mittlerer Massenstrom | Höchster Massenstrom | Grenzwert |
|-------------------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------|
|                                     | [g/m <sup>3</sup> ]    | [g/m <sup>3</sup> ]   | [g/m <sup>3</sup> ]  | [kg/h]                | [kg/h]               | [kg/h]    |
| CO                                  | 0,02                   | 0,02                  | 1,0 <sup>1)</sup>    | 0,058                 | 0,058                | -         |
| NO <sub>x</sub> als NO <sub>2</sub> | 0,45                   | 0,46                  | 0,5 <sup>1)</sup>    | 1,167                 | 1,172                | -         |
| SO <sub>x</sub> als SO <sub>2</sub> | < 0,001                | < 0,001               | 0,31 <sup>1)</sup>   | < 0,002               | < 0,003              | -         |
|                                     | [mg/m <sup>3</sup> ]   | [mg/m <sup>3</sup> ]  | [mg/m <sup>3</sup> ] | [kg/h]                | [kg/h]               | [kg/h]    |
| Formaldehyd                         | 0,7                    | 0,7                   | 20 <sup>1)</sup>     | 0,002                 | 0,002                | -         |

<sup>1)</sup> gem. Genehmigung / 44. BImSchV

Massenkonzentration bezogen auf trockenes Abgas im Normzustand und einen Sauerstoffgehalt im Abgas von 5 Vol.-%.

#### Angaben zu Gesamtleerwerten

| Messkomponente                      | Bestimmungsgrenze Gesamtleerwert [mg/Probe] | Mittleres Teilgasvolumen der Messreihe [Nm <sup>3</sup> ] | Konzentration Gesamtleerwert bezogen auf das mittlere Teilgasvolumen [mg/Nm <sup>3</sup> ] | Gesamtleerwert < 10 % des Grenzwertes? |
|-------------------------------------|---|---|--|--|
| Formaldehyd                         | < 0,014                                     | 0,035   | < 0,4  | Ja                                     |
| SO <sub>x</sub> als SO <sub>2</sub> | < 0,037                                     | 0,051   | < 0,7  | Ja                                     |

**6.3 Messunsicherheit**
**BHKW**

| Messkomponente y                    | Dimension         | Maximaler Messwert $y_{max}$ | Erweiterte Messunsicherheit ( $U_p$ ) mit $p=0,95$ | $y_{max} - U_p$ | $y_{max} + U_p$ | Emissionsbegrenzung | Bestimmungsmethode   |
|-------------------------------------|-------------------|------------------------------|--|-----------------|-----------------|---------------------|--|
| CO                                  | g/m <sup>3</sup>  | 0,02                         | 0,01   | 0,0             | 0,0             | 1,0                 | Indirekter Ansatz  |
| NO <sub>x</sub> als NO <sub>2</sub> | g/m <sup>3</sup>  | 0,46                         | 0,02   | 0,4             | 0,5             | 0,5                 | Indirekter Ansatz  |
| SO <sub>x</sub> als SO <sub>2</sub> | g/m <sup>3</sup>  | < 0,001                      | 0,001 <sup>*)</sup>                                | 0,00            | 0,00            | 0,31                | Indirekter Ansatz  |
| Formaldehyd                         | mg/m <sup>3</sup> | 0,7                          | 0,9  | 0               | 2               | 20                  | <input checked="" type="checkbox"/> Doppelbestimmung<br><input type="checkbox"/> Indirekter Ansatz |

<sup>\*)</sup> Da die Befunde unterhalb der Bestimmungsgrenze lagen, wurde die Messunsicherheit mit 100 % angenommen

| Messkomponente                   | Messunsicherheit                  |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> | ±0,2 Vol.-%                       |
| Abgastemperatur                  | ±1% vom Messwert, aber mind. ±2°C |
| Abgasfeuchte                     | ±5 % vom Messwert                 |
| Abgasvolumenstrom                | ±10 % vom Messwert                |

#### 6.4 Diskussion der Ergebnisse

Da zum Zeitpunkt der Emissionsmessungen die zu beurteilende Anlage bestimmungsgemäß und mit maximaler Leistung betrieben wurde, kann davon ausgegangen werden, dass eine repräsentative und im Sinne der TA Luft maximale Emissionssituation erfasst wurde. Darüber hinaus lagen keine messtechnischen Abweichungen von der Norm vor, daher sind die Ergebnisse als plausibel einzustufen.

Die abschließende immissionsschutzrechtliche Beurteilung der Messergebnisse bleibt der Überwachungsbehörde vorbehalten.

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannte Anlage. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichts darf nur nach schriftlicher Genehmigung des Prüfinstituts erfolgen.

Düsseldorf, 29.07.2022

**DEKRA Automobil GmbH**  
Industrie, Bau und Immobilien

Projektleitung

Der stellv. fachlich Verantwortliche

  
Christoph Schimmel, Staatl. gepr. Umweltschutz.

  
B. Sc. H. Tamm

**7. Anhang – Mess- und Rechenwerte**

BHKW

|            |  |
|------------|--|
| Anhang A 1 | Hauptvolumenstrom  |
| Anhang A 2 | Kontinuierliche Probenahme O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> als NO <sub>2</sub> , CO |
| Anhang A 3 | Messunsicherheit für NO <sub>x</sub> als NO <sub>2</sub> und CO  |
| Anhang A 4 | Diskontinuierliche Probenahme Formaldehyd, SO <sub>x</sub> als SO <sub>2</sub>                         |
| Anhang A 5 | Graphische Darstellung kontinuierlich erfasster Schadstoffe  |

Bericht-Nr.: 553578270-01/1

| Hauptvolumenstrom an der Messstelle |  |
|-------------------------------------|--|
| Auftraggeber :                      | Emission Partner GmbH & Co. KG   |
| Projektnummer :                     | 553578270  |
| Standort :                          | RECYBELL - Umweltschutzanlagen GmbH & Co. KG,<br>Niederahrer Straße 2, 56412 Boden |
| Anlage :                            | BHKW   |
| Messstelle :                        | Abgasanlage  |
| Messtermin :                        | 07.07.2022   |

| Emissionstechnische Daten           |       |                   |
|-------------------------------------|-------|-------------------|
| Luftdruck                           | 984   | hPa               |
| Mittlerer Sauerstoff-Gehalt         | 7,1   | Vol.-%            |
| Mittlerer Kohlendioxid-Gehalt       | 12,1  | Vol.-%            |
| Mittlere Abgastemperatur            | 213   | °C                |
| Abgasfeuchte (trocken)              | 127,2 | g/m <sup>3</sup>  |
| Abgasfeuchte (feucht)               | 13,7  | Vol.-%            |
| Abgasdichte (Betriebszustand)       | 0,697 | kg/m <sup>3</sup> |
| Abgasdichte (Normzustand, trocken)  | 1,351 | kg/m <sup>3</sup> |
| Statischer Druck                    | 122   | Pa                |
| Kanalquerschnitt                    | 0,096 | m <sup>2</sup>    |
| Mittlere Strömungsgeschwindigkeit   | 17,8  | m/s               |
| Volumenstrom (Betriebszustand)      | 6175  | m <sup>3</sup> /h |
| Volumenstrom (Normzustand, feucht)  | 3374  | m <sup>3</sup> /h |
| Volumenstrom (Normzustand, trocken) | 2913  | m <sup>3</sup> /h |

| Geschwindigkeitsprofil im Kanal [m/s]: |           |
|--|-----------|
| Achse 1                                | 18,4 18,1 |
| Achse 2                                | 17,3 17,6 |

Bericht-Nr.: 553578270-01/1

| <b>Kontinuierliche Probenahme - O<sub>2</sub> / CO<sub>2</sub> / NO<sub>x</sub> / CO</b> |  |
|--|--|
| Auftraggeber :   | Emission Partner GmbH & Co. KG   |
| Projektnummer :  | 553578270  |
| Standort :   | RECYBELL - Umweltschutzanlagen GmbH & Co. KG,<br>Niederahrer Straße 2, 56412 Boden |
| Anlage :   | BHKW   |
| Messstelle :   | Abgasanlage  |
| Messtermin :   | 07.07.2022   |

|                 |          | 1        | 2        | 3        | 4 | 5 | 6 |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|---|---|---|
| Datum Messung   |          | 07.07.22 | 07.07.22 | 07.07.22 |   |   |   |
| Start Messung   | [hh:mm]  | 09:23    | 09:54    | 10:25    |   |   |   |
| Ende Messung    | [hh:mm]  | 09:53    | 10:24    | 10:55    |   |   |   |
| Messdauer       | [hh:mm]  | 00:30    | 00:30    | 00:30    |   |   |   |
| Luftdruck       | [hPa]    | 984      | 984      | 984      |   |   |   |
| O <sub>2</sub>  | [Vol.-%] | 7,1      | 7,1      | 7,1      |   |   |   |
| CO <sub>2</sub> | [Vol.-%] | 12,1     | 12,2     | 12,2     |   |   |   |

| CO - Massenkonzentrationen und Massenströme   |                     |        |        |        |  |  |  |
|---|---------------------|--------|--------|--------|--|--|--|
| Analysen  | [ppm]               | 16,0   | 15,9   | 15,8   |  |  |  |
| Massenkonzentration   | [g/m <sup>3</sup> ] | 0,0200 | 0,0199 | 0,0198 |  |  |  |
| Massenkonz., *EB  | [g/m <sup>3</sup> ] | 0,0231 | 0,0229 | 0,0227 |  |  |  |
| Massenstrom   | [kg/h]              | 0,058  | 0,058  | 0,058  |  |  |  |
| NO <sub>x</sub> ( NO + NO <sub>2</sub> , gerechnet als NO <sub>2</sub> ) - Massenkonzentrationen und Massenströme |                     |        |        |        |  |  |  |
| Analysen  | [ppm]               | 192,4  | 194,8  | 195,9  |  |  |  |
| Massenkonzentration   | [g/m <sup>3</sup> ] | 0,3952 | 0,4001 | 0,4024 |  |  |  |
| Massenkonz., *EB  | [g/m <sup>3</sup> ] | 0,4559 | 0,4602 | 0,4625 |  |  |  |
| Massenstrom   | [kg/h]              | 1,151  | 1,165  | 1,172  |  |  |  |

\*EB-Emission, bezogen auf den Bezugssauerstoffgehalt von 5 Vol.-%

## 6. Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion

### 6.1 Beurteilung der Betriebsbedingungen während der Messungen

Da zum Zeitpunkt der Emissionsmessungen die zu beurteilende Anlage bestimmungsgemäß und mit maximaler Leistung, sowie bei Teillast und bei Schwachlast betrieben wurde, kann davon ausgegangen werden, dass eine repräsentative und im Sinne der TA Luft maximale Emissionssituation erfasst wurde.

### 6.2 Messergebnisse

#### Kessel Biogasbetrieb

| Messkomponente                      | Mittlere Konzentration | Höchste Konzentration | Grenzwert            | Mittlerer Massenstrom | Höchster Massenstrom | Grenzwert |
|-------------------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------|
|                                     | [mg/m <sup>3</sup> ]   | [mg/m <sup>3</sup> ]  | [mg/m <sup>3</sup> ] | [kg/h]                | [kg/h]               | [kg/h]    |
| CO                                  | 4,7                    | 7,1                   | 150 <sup>1)</sup>    | 0,004                 | 0,005                | -         |
| NO <sub>x</sub> als NO <sub>2</sub> | 40,8                   | 50,6                  | 200 <sup>1)</sup>    | 0,40                  | 0,046                | -         |
|                                     | [%]                    | [%]                   | -                    | -                     | -                    | -         |
| Abgasverlust                        | 5                      | 7                     | 9 <sup>1)</sup>      | -                     | -                    | -         |

<sup>1)</sup> gem. Genehmigung / 44. BImSchV

Massenkonzentration bezogen auf trockenes Abgas im Normzustand und einen Sauerstoffgehalt im Abgas von 3 Vol.-%.

#### Kessel Heizölbetrieb

| Messkomponente                      | Mittlere Konzentration | Höchste Konzentration | Grenzwert            | Mittlerer Massenstrom | Höchster Massenstrom | Grenzwert |
|-------------------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------|
|                                     | [mg/m <sup>3</sup> ]   | [mg/m <sup>3</sup> ]  | [mg/m <sup>3</sup> ] | [kg/h]                | [kg/h]               | [kg/h]    |
| CO                                  | 2,5                    | 6,3                   | 150 <sup>1)</sup>    | 0,003                 | 0,005                | -         |
| NO <sub>x</sub> als NO <sub>2</sub> | 143,5                  | 157,1                 | 200 <sup>1)</sup>    | 0,188                 | 0,265                | -         |
|                                     | [%]                    | [%]                   | -                    | -                     | -                    | -         |
| Abgasverlust                        | 5                      | 6                     | 9 <sup>1)</sup>      | -                     | -                    | -         |
|                                     | [-]                    | [-]                   | -                    | -                     | -                    | -         |
| Rußzahl                             | 0                      | 0                     | < 1 <sup>1)</sup>    | -                     | -                    | -         |

<sup>1)</sup> gem. Genehmigung / 44. BImSchV

Massenkonzentration bezogen auf trockenes Abgas im Normzustand und einen Sauerstoffgehalt im Abgas von 3 Vol.-%.

**6.3 Messunsicherheit**
Kessel - Biogasbetrieb

| Messkomponente y                    | Dimension         | Maximaler Messwert $y_{max}$ | Erweiterte Messunsicherheit ( $U_p$ ) mit $p=0,95$ | $y_{max} - U_p$ | $y_{max} + U_p$ | Emissionsbegrenzung | Bestimmungsmethode   |
|-------------------------------------|-------------------|------------------------------|--|-----------------|-----------------|---------------------|--|
| CO                                  | mg/m <sup>3</sup> | 7,1                          | 8,0  | 0               | 15              | 150                 | <input type="checkbox"/> Doppelbestimmung<br><input checked="" type="checkbox"/> Indirekter Ansatz |
| NO <sub>x</sub> als NO <sub>2</sub> | mg/m <sup>3</sup> | 50,6                         | 17,3   | 33              | 68              | 200                 | <input type="checkbox"/> Doppelbestimmung<br><input checked="" type="checkbox"/> Indirekter Ansatz |
| Abgasverlust                        | %                 | 7                            | -  | 7               | 7               | 9                   | <input type="checkbox"/> Doppelbestimmung<br><input type="checkbox"/> Indirekter Ansatz            |

Kessel - Heizölbetrieb

| Messkomponente y                    | Dimension         | Maximaler Messwert $y_{max}$ | Erweiterte Messunsicherheit ( $U_p$ ) mit $p=0,95$ | $y_{max} - U_p$ | $y_{max} + U_p$ | Emissionsbegrenzung | Bestimmungsmethode   |
|-------------------------------------|-------------------|------------------------------|--|-----------------|-----------------|---------------------|--|
| CO                                  | mg/m <sup>3</sup> | 6,3                          | 6,1  | 0               | 12              | 150                 | <input type="checkbox"/> Doppelbestimmung<br><input checked="" type="checkbox"/> Indirekter Ansatz |
| NO <sub>x</sub> als NO <sub>2</sub> | mg/m <sup>3</sup> | 157,1                        | 11,5   | 146             | 169             | 200                 | <input type="checkbox"/> Doppelbestimmung<br><input checked="" type="checkbox"/> Indirekter Ansatz |
| Abgasverlust                        | %                 | 6                            | -  | 6               | 6               | 9                   | <input type="checkbox"/> Doppelbestimmung<br><input type="checkbox"/> Indirekter Ansatz            |
| Rußzahl                             | -                 | 0                            | -  | 0               | 0               | < 1                 | <input type="checkbox"/> Doppelbestimmung<br><input type="checkbox"/> Indirekter Ansatz            |

| Messkomponente                   | Messunsicherheit                  |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> | ±0,2 Vol.-%                       |
| Abgastemperatur                  | ±1% vom Messwert, aber mind. ±2°C |
| Abgasfeuchte                     | ±5 % vom Messwert                 |
| Abgasvolumenstrom                | ±10 % vom Messwert                |



#### 6.4 Diskussion der Ergebnisse

Da zum Zeitpunkt der Emissionsmessungen die zu beurteilende Anlage bestimmungsgemäß und mit maximaler Leistung, sowie bei Teillast und Schwachlast betrieben wurde, kann davon ausgegangen werden, dass eine repräsentative und im Sinne der TA Luft maximale Emissionssituation erfasst wurde. Darüber hinaus lagen keine messtechnischen Abweichungen von der Norm vor, daher sind die Ergebnisse als plausibel einzustufen.

Die abschließende immissionsschutzrechtliche Beurteilung der Messergebnisse bleibt der Überwachungsbehörde vorbehalten.

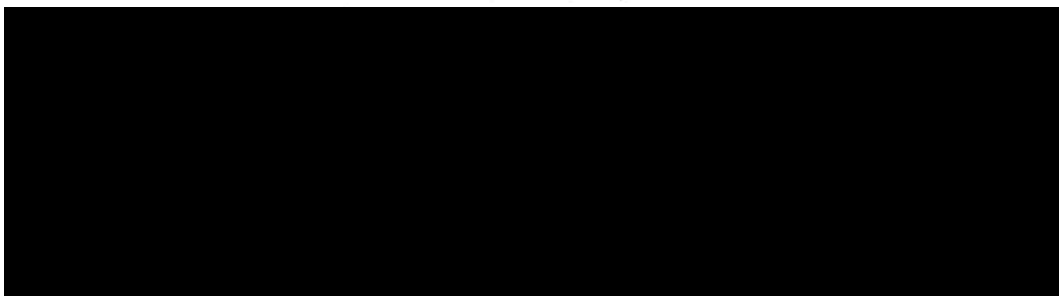
Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannte Anlage. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichts darf nur nach schriftlicher Genehmigung des Prüfinstituts erfolgen.

Düsseldorf, 29.07.2022

**DEKRA Automobil GmbH**  
Industrie, Bau und Immobilien

Projektleitung

Der stellv. fachlich Verantwortliche



**7. Anhang – Mess- und Rechenwerte**Kessel - Bioqasbetrieb

|            |  |
|------------|--|
| Anhang A 1 | Hauptvolumenstrom  |
| Anhang A 2 | Kontinuierliche Probenahme O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> als NO <sub>2</sub> , CO |
| Anhang A 3 | Messunsicherheit für NO <sub>x</sub> als NO <sub>2</sub> und CO  |
| Anhang A 4 | Ermittlung des Abgasverlusts   |

Kessel - Heizölbetrieb

|             |  |
|-------------|--|
| Anhang A 5  | Hauptvolumenstrom  |
| Anhang A 6  | Kontinuierliche Probenahme O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> als NO <sub>2</sub> , CO |
| Anhang A 7  | Messunsicherheit für NO <sub>x</sub> als NO <sub>2</sub> und CO  |
| Anhang A 8  | Ermittlung des Abgasverlusts und der Rußzahl   |
| Anhang A 9  | Graphische Darstellung kontinuierlich erfasster Schadstoffe  |
| Anhang A 10 | Graphische Darstellung Abgastemperatur und Verbrennungslufttemperatur                                  |

Bericht-Nr.: 553578273-01/1

| Hauptvolumenstrom an der Messstelle |  |
|-------------------------------------|--|
| Auftraggeber :                      | Emission Partner GmbH & Co. KG   |
| Projektnummer :                     | 553578273  |
| Standort :                          | RECYBELL - Umweltschutzanlagen GmbH & Co. KG,<br>Niederahrer Straße 2, 56412 Boden |
| Anlage :                            | Kessel - Biogasbetrieb   |
| Messstelle :                        | Abgasanlage  |
| Messtermin :                        | 07.07.2022   |

| Emissionstechnische Daten           |          |          |             |                   |
|-------------------------------------|----------|----------|-------------|-------------------|
|                                     | Volllast | Teillast | Schwachlast |                   |
| Luftdruck                           | 984      | 984      | 984         | hPa               |
| Mittlerer Sauerstoff-Gehalt         | 6,8      | 6,1      | 5,0         | Vol.-%            |
| Mittlerer Kohlendioxid-Gehalt       | 12,4     | 12,9     | 13,8        | Vol.-%            |
| Mittlere Abgastemperatur            | 154      | 115      | 94          | °C                |
| Abgasfeuchte (trocken)              | 118,0    | 124,0    | 133,0       | g/m <sup>3</sup>  |
| Abgasfeuchte (feucht)               | 12,8     | 13,4     | 14,2        | Vol.-%            |
| Abgasdichte (Betriebszustand)       | 0,797    | 0,875    | 0,924       | kg/m <sup>3</sup> |
| Abgasdichte (Normzustand, trocken)  | 1,352    | 1,355    | 1,360       | kg/m <sup>3</sup> |
| Statischer Druck                    | -40      | -40      | -39         | Pa                |
| Kanalquerschnitt                    | 0,096    | 0,096    | 0,096       | m <sup>2</sup>    |
| Mittlere Strömungsgeschwindigkeit   | 10,2     | 5,4      | 3,5         | m/s               |
| Volumenstrom (Betriebszustand)      | 3550     | 1880     | 1215        | m <sup>3</sup> /h |
| Volumenstrom (Normzustand, feucht)  | 2206     | 1284     | 876         | m <sup>3</sup> /h |
| Volumenstrom (Normzustand, trocken) | 1924     | 1113     | 752         | m <sup>3</sup> /h |

| Geschwindigkeitsprofil im Kanal [m/s]: |           |
|--|-----------|
| Volllast                               |           |
| Achse 1                                | 9,4 9,9   |
| Achse 2                                | 10,5 11,2 |
| Teillast                               |           |
| Achse 1                                | 5,2 5,3   |
| Achse 2                                | 5,5 5,7   |
| Schwachlast                            |           |
| Achse 1                                | 3,5 3,5   |
| Achse 2                                | 3,7 3,5   |

Bericht-Nr.: 553578273-01/1

|  |  |
|--|--|
| <b>Kontinuierliche Probenahme - O<sub>2</sub> / CO<sub>2</sub> / NO<sub>x</sub> / CO</b> |  |
| Auftraggeber :   | Emission Partner GmbH & Co. KG   |
| Projektnummer :  | 553578273  |
| Standort :   | RECYBELL - Umweltschutzanlagen GmbH & Co. KG,<br>Niederahrer Straße 2, 56412 Boden |
| Anlage :   | Kessel - Biogasbetrieb   |
| Messstelle :   | Abgasanlage  |
| Messtermin :   | 07.07.2022   |

|                 |          | Volllast | Teillast | Schwachlast |  |  |  |
|-----------------|----------|----------|----------|-------------|--|--|--|
| Datum Messung   |          | 07.07.22 | 07.07.22 | 07.07.22    |  |  |  |
| Start Messung   | [hh:mm]  | 11:22    | 12:15    | 12:58       |  |  |  |
| Ende Messung    | [hh:mm]  | 11:52    | 12:45    | 13:28       |  |  |  |
| Messdauer       | [hh:mm]  | 00:30    | 00:30    | 00:30       |  |  |  |
| Luftdruck       | [hPa]    | 984      | 984      | 984         |  |  |  |
| O <sub>2</sub>  | [Vol.-%] | 6,8      | 6,1      | 5,0         |  |  |  |
| CO <sub>2</sub> | [Vol.-%] | 12,4     | 12,9     | 13,8        |  |  |  |

| CO - Massenkonzentrationen und Massenströme   |                      |       |       |       |  |  |  |
|---|----------------------|-------|-------|-------|--|--|--|
| Analysen  | [ppm]                | 1,2   | 3,5   | 5,1   |  |  |  |
| Massenkonzentration   | [mg/m <sup>3</sup> ] | 1,50  | 4,38  | 6,38  |  |  |  |
| Massenkonz., *EB  | [mg/m <sup>3</sup> ] | 1,90  | 5,27  | 7,18  |  |  |  |
| Massenstrom   | [kg/h]               | 0,003 | 0,005 | 0,005 |  |  |  |
| NO <sub>x</sub> ( NO + NO <sub>2</sub> , gerechnet als NO <sub>2</sub> ) - Massenkonzentrationen und Massenströme |                      |       |       |       |  |  |  |
| Analysen  | [ppm]                | 11,6  | 16,9  | 21,9  |  |  |  |
| Massenkonzentration   | [mg/m <sup>3</sup> ] | 23,83 | 34,71 | 44,98 |  |  |  |
| Massenkonz., *EB  | [mg/m <sup>3</sup> ] | 30,16 | 41,85 | 50,67 |  |  |  |
| Massenstrom   | [kg/h]               | 0,046 | 0,039 | 0,034 |  |  |  |

\*EB-Emission, bezogen auf den Bezugssauerstoffgehalt von 3 Vol.-%

Bericht-Nr.: 553578273-01/1

Kessel - Biogasbetrieb

**Ermittlung der Messunsicherheit nach DIN EN 15058 &  
DIN EN 14792 / ISO 10849**

| Leistungskenngröße                                  | Partielle Standard-<br>unsicherheit | Wert der partiellen Standardun-<br>sicherheit beim Grenzwert in ppm |      |
|---|-------------------------------------|---|------|
|   |                                     | CO  | NO   |
| Abweichung von der Linearität                       | $u(Corr_{fit})$                     | 0,70  | 1,08 |
| Nullpunktdrift                                      | $u(Corr_{0, dr})$                   | 0,00  | 0,00 |
| Prüfpunktdrift                                      | $u(Corr_{s, dr})$                   | 0,00  | 0,00 |
| Empfindlichkeit gegenüber<br>dem Probenvolumenstrom | $u(Corr_{s, vl})$                   | 0,04  | 0,08 |
| Einflussgröße Luftdruck                             | $u(Corr_{a, press})$                | 0,00  | 0,00 |
| Einflussgröße Umgebungstemperatur                   | $u(Corr_{temp})$                    | 0,46  | 0,37 |
| Einflussgröße elektr. Spannung                      | $u(Corr_{v})$                       | 0,22  | 0,17 |
| Einflussgröße: CO <sub>2</sub>                      | $u(Corr_{CO2})$                     | 2,62  | 3,27 |
| Einflussgröße: NO                                   | $u(Corr_{NO})$                      | 0,07  | -    |
| Einflussgröße: CO                                   | $u(Corr_{CO})$                      | -   | 0,00 |
| Einflussgröße: SO <sub>2</sub>                      | $u(Corr_{SO2})$                     | 0,00  | 0,00 |
| Einflussgröße: C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>        | $u(Corr_{C3H8})$                    | 0,00  | 0,00 |
| Einflussgröße: NH <sub>3</sub>                      | $u(Corr_{NH3})$                     | -   | 0,00 |
| Wiederholpräzision im Labor<br>am Prüfpunkt         | $u(Corr_{rep})$                     | 0,41  | 0,34 |
| Unsicherheit des Kalibriergases                     | $u(Corr_{adj})$                     | 0,60  | 0,49 |

|                       |            |                                 |                                 |             |
|-----------------------|------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------|
|                       |            | $u(C_{NO, ppm}) =$              | <b>3,5</b>                      | <b>ppm</b>  |
| $u(C_{CO, ppm}) =$    | <b>2,9</b> | <b>ppm</b>                      | $u(C_{NOx, ppm}) =$             | <b>3,7</b>  |
|                       |            |                                 | <b>ppm</b>                      |             |
| $U(C_{CO, mg/m^3}) =$ | <b>7,1</b> | <b>mg/m<sup>3</sup> (k = 2)</b> | $U(C_{NOx, mg/m^3}) =$          | <b>15,2</b> |
|                       |            |                                 | <b>mg/m<sup>3</sup> (k = 2)</b> |             |
| $U(C_{CO, O2norm}) =$ | <b>8,0</b> | <b>mg/m<sup>3</sup> (k = 2)</b> | $U(C_{NOx, O2norm}) =$          | <b>17,3</b> |
|                       |            |                                 | <b>mg/m<sup>3</sup> (k = 2)</b> |             |

Bericht-Nr.: 553578273-01/1

| Ermittlung - Abgasverlust |  |
|---------------------------|--|
| Auftraggeber:             | Emission Partner GmbH & Co. KG   |
| Projektnummer:            | 553578273  |
| Standort:                 | RECYBELL - Umweltschutzanlagen GmbH & Co. KG,<br>Niederahrer Straße 2, 56412 Boden |
| Anlage:                   | Kessel - Biogasbetrieb   |
| Messstelle:               | Abgasanlage  |
| Messtermin:               | 07.07.2022   |

| Messung.Nr.:  |  | Volllast | Teillast | Schwachlast |  |  |  |
|---------------|--|----------|----------|-------------|--|--|--|
| Datum Messung |  | 07.07.22 | 07.07.22 | 07.07.22    |  |  |  |

| Abgasverlust                        |          |       |       |       |  |  |  |
|-------------------------------------|----------|-------|-------|-------|--|--|--|
| Mittlere Abgastemperatur            | [°C]     | 153,5 | 115,1 | 94,4  |  |  |  |
| Mittlere Verbrennungslufttemperatur | [°C]     | 25,6  | 27,4  | 26,9  |  |  |  |
| Sauerstoffgehalt                    | [Vol.-%] | 6,78  | 6,07  | 5,02  |  |  |  |
| Konstante A*                        | -        | 0,66  | 0,66  | 0,66  |  |  |  |
| Konstante B*                        | -        | 0,009 | 0,009 | 0,009 |  |  |  |
| Abgasverlust                        | [%]      | 7,1   | 4,7   | 3,4   |  |  |  |
| Abgasverlust gerundet               | [%]      | 7     | 5     | 3     |  |  |  |

\* Die Konstanten A und B sind für Biogas nicht vorhanden. Es wurde mit den Konstanten A und B für Erdgas gerechnet (siehe Anlage 2 Nr. 3.4.2 (1. BImSchV)).

Bericht-Nr.: 553578273-01/1

| Hauptvolumenstrom an der Messstelle |  |
|-------------------------------------|--|
| Auftraggeber :                      | Emission Partner GmbH & Co. KG   |
| Projektnummer :                     | 553578273  |
| Standort :                          | RECYBELL - Umweltschutzanlagen GmbH & Co. KG,<br>Niederahrer Straße 2, 56412 Boden |
| Anlage :                            | Kessel - Heizölbetrieb   |
| Messstelle :                        | Abgasanlage  |
| Messtermin :                        | 07.07.2022   |

| Emissionstechnische Daten           |          |             |          |                   |
|-------------------------------------|----------|-------------|----------|-------------------|
|                                     | Volllast | Schwachlast | Teillast |                   |
| Luftdruck                           | 984      | 984         | 984      | hPa               |
| Mittlerer Sauerstoff-Gehalt         | 3,9      | 6,9         | 3,5      | Vol.-%            |
| Mittlerer Kohlendioxid-Gehalt       | 12,4     | 10,2        | 12,7     | Vol.-%            |
| Mittlere Abgastemperatur            | 156      | 99          | 129      | °C                |
| Abgasfeuchte (trocken)              | 89,0     | 72,0        | 92,0     | g/m <sup>3</sup>  |
| Abgasfeuchte (feucht)               | 10,0     | 8,2         | 10,3     | Vol.-%            |
| Abgasdichte (Betriebszustand)       | 0,799    | 0,921       | 0,853    | kg/m <sup>3</sup> |
| Abgasdichte (Normzustand, trocken)  | 1,347    | 1,337       | 1,349    | kg/m <sup>3</sup> |
| Statischer Druck                    | -39      | -39         | -33      | Pa                |
| Kanalquerschnitt                    | 0,096    | 0,096       | 0,096    | m <sup>2</sup>    |
| Mittlere Strömungsgeschwindigkeit   | 9,2      | 4,1         | 7,1      | m/s               |
| Volumenstrom (Betriebszustand)      | 3187     | 1435        | 2469     | m <sup>3</sup> /h |
| Volumenstrom (Normzustand, feucht)  | 1970     | 1022        | 1629     | m <sup>3</sup> /h |
| Volumenstrom (Normzustand, trocken) | 1774     | 938         | 1462     | m <sup>3</sup> /h |

| Geschwindigkeitsprofil im Kanal [m/s]: |         |
|--|---------|
| Volllast                               |         |
| Achse 1                                | 8,6 9,8 |
| Achse 2                                | 9,0 9,4 |
| Schwachlast                            |         |
| Achse 1                                | 4,1 4,2 |
| Achse 2                                | 4,4 3,9 |
| Teillast                               |         |
| Achse 1                                | 7,0 7,3 |
| Achse 2                                | 6,8 7,4 |

Bericht-Nr.: 553578273-01/1

|  |  |
|--|--|
| <b>Kontinuierliche Probenahme - O<sub>2</sub> / CO<sub>2</sub> / NO<sub>x</sub> / CO</b> |  |
| Auftraggeber :   | Emission Partner GmbH & Co. KG   |
| Projektnummer :  | 553578273  |
| Standort :   | RECYBELL - Umweltschutzanlagen GmbH & Co. KG,<br>Niederahrer Straße 2, 56412 Boden |
| Anlage :   | Kessel - Heizölbetrieb   |
| Messstelle :   | Abgasanlage  |
| Messtermin :   | 07.07.2022   |

|                 |          | Volllast | Schwachlast | Teillast |  |  |  |
|-----------------|----------|----------|-------------|----------|--|--|--|
| Datum Messung   |          | 07.07.22 | 07.07.22    | 07.07.22 |  |  |  |
| Start Messung   | [hh:mm]  | 13:41    | 14:38       | 15:12    |  |  |  |
| Ende Messung    | [hh:mm]  | 14:25    | 15:08       | 15:42    |  |  |  |
| Messdauer       | [hh:mm]  | 00:30    | 00:30       | 00:30    |  |  |  |
| Luftdruck       | [hPa]    | 984      | 984         | 984      |  |  |  |
| O <sub>2</sub>  | [Vol.-%] | 3,9      | 6,9         | 3,5      |  |  |  |
| CO <sub>2</sub> | [Vol.-%] | 12,4     | 10,2        | 12,7     |  |  |  |

| CO - Massenkonzentrationen und Massenströme   |                      |        |        |        |  |  |  |
|---|----------------------|--------|--------|--------|--|--|--|
| Analysen  | [ppm]                | 0,7    | 4,0    | 0,3    |  |  |  |
| Massenkonzentration   | [mg/m <sup>3</sup> ] | 0,88   | 5,00   | 0,38   |  |  |  |
| Massenkonz., *EB  | [mg/m <sup>3</sup> ] | 0,92   | 6,39   | 0,38   |  |  |  |
| Massenstrom   | [kg/h]               | 0,002  | 0,005  | 0,001  |  |  |  |
| NO <sub>x</sub> ( NO + NO <sub>2</sub> , gerechnet als NO <sub>2</sub> ) - Massenkonzentrationen und Massenströme |                      |        |        |        |  |  |  |
| Analysen  | [ppm]                | 72,7   | 49,9   | 67,5   |  |  |  |
| Massenkonzentration   | [mg/m <sup>3</sup> ] | 149,33 | 102,49 | 138,65 |  |  |  |
| Massenkonz., *EB  | [mg/m <sup>3</sup> ] | 157,19 | 131,03 | 142,28 |  |  |  |
| Massenstrom   | [kg/h]               | 0,265  | 0,096  | 0,203  |  |  |  |

\*EB-Emission, bezogen auf den Bezugssauerstoffgehalt von 3 Vol.-%



Bericht-Nr.: 553578273-01/1

Kessel - Heizölbetrieb

**Ermittlung der Messunsicherheit nach DIN EN 15058 &  
DIN EN 14792 / ISO 10849**

| Leistungskenngröße                                  | Partielle Standard-<br>unsicherheit | Wert der partiellen Standardun-<br>sicherheit beim Grenzwert in ppm |      |
|---|-------------------------------------|---|------|
|   |                                     | CO  | NO   |
| Abweichung von der Linearität                       | $u(Corr_{fit})$                     | 0,70  | 1,08 |
| Nullpunktdrift                                      | $u(Corr_{0, dr})$                   | 0,00  | 0,00 |
| Prüfpunktdrift                                      | $u(Corr_{s, dr})$                   | 0,00  | 0,00 |
| Empfindlichkeit gegenüber<br>dem Probenvolumenstrom | $u(Corr_{s, vt})$                   | 0,04  | 0,08 |
| Einflussgröße Luftdruck                             | $u(Corr_{a, press})$                | 0,00  | 0,00 |
| Einflussgröße Umgebungstemperatur                   | $u(Corr_{temp})$                    | 0,46  | 0,37 |
| Einflussgröße elektr. Spannung                      | $u(Corr_v)$                         | 0,22  | 0,17 |
| Einflussgröße: CO <sub>2</sub>                      | $u(Corr_{CO_2})$                    | 1,51  | 1,88 |
| Einflussgröße: NO                                   | $u(Corr_{NO})$                      | 0,18  | -    |
| Einflussgröße: CO                                   | $u(Corr_{CO})$                      | -   | 0,00 |
| Einflussgröße: SO <sub>2</sub>                      | $u(Corr_{SO_2})$                    | 0,00  | 0,00 |
| Einflussgröße: C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>        | $u(Corr_{C_3H_8})$                  | 0,00  | 0,00 |
| Einflussgröße: NH <sub>3</sub>                      | $u(Corr_{NH_3})$                    | -   | 0,00 |
| Wiederholpräzision im Labor<br>am Prüfpunkt         | $u(Corr_{rep})$                     | 0,41  | 0,34 |
| Unsicherheit des Kalibriergases                     | $u(Corr_{adj})$                     | 0,60  | 0,49 |

|                        |            |                                 |                         |             |                                 |
|------------------------|------------|---------------------------------|-------------------------|-------------|---------------------------------|
|                        |            | $u(C_{NO, ppm}) =$              | <b>2,3</b>              | <b>ppm</b>  |                                 |
| $u(C_{CO, ppm}) =$     | <b>1,9</b> | <b>ppm</b>                      | $u(C_{NOx, ppm}) =$     | <b>2,4</b>  | <b>ppm</b>                      |
| $U(C_{CO, mg/m^3}) =$  | <b>4,7</b> | <b>mg/m<sup>3</sup> (k = 2)</b> | $U(C_{NOx, mg/m^3}) =$  | <b>9,9</b>  | <b>mg/m<sup>3</sup> (k = 2)</b> |
| $U(C_{CO, O_2norm}) =$ | <b>6,1</b> | <b>mg/m<sup>3</sup> (k = 2)</b> | $U(C_{NOx, O_2norm}) =$ | <b>11,5</b> | <b>mg/m<sup>3</sup> (k = 2)</b> |

Bericht-Nr.: 553578273-01/1

| Ermittlung - Abgasverlust und Rußzahl |  |          |             |          |  |
|---------------------------------------|--|----------|-------------|----------|--|
| Auftraggeber:                         | Emission Partner GmbH & Co. KG   |          |             |          |  |
| Projektnummer:                        | 553578273  |          |             |          |  |
| Standort:                             | RECYBELL - Umweltschutzanlagen GmbH & Co. KG,<br>Niederahrer Straße 2, 56412 Boden |          |             |          |  |
| Anlage:                               | Kessel - Heizölbetrieb   |          |             |          |  |
| Messstelle:                           | Abgasanlage  |          |             |          |  |
| Messtermin:                           | 07.07.2022   |          |             |          |  |
| Messung Nr.:                          |  | Vollast  | Schwachlast | Teillast |  |
| Datum Messung                         |  | 07.07.22 | 07.07.22    | 07.07.22 |  |
| Abgasverlust                          |  |          |             |          |  |
| Mittlere Abgastemperatur              | [°C]   | 155,7    | 99,2        | 128,6    |  |
| Mittlere Verbrennungslufttemperatur   | [°C]   | 27,2     | 27,0        | 26,3     |  |
| Sauerstoffgehalt                      | [Vol.-%]   | 3,90     | 6,92        | 3,46     |  |
| Konstante A*                          | -  | 0,68     | 0,68        | 0,68     |  |
| Konstante B*                          | -  | 0,007    | 0,007       | 0,007    |  |
| Abgasverlust                          | [%]  | 6,0      | 4,0         | 4,7      |  |
| Abgasverlust gerundet                 | [%]  | 6        | 4           | 5        |  |
| Rußzahl                               |  |          |             |          |  |
| Rußzahl                               | -  | 0        | 0           | 0        |  |
| Öl derivative                         | -  | nein     | nein        | nein     |  |

\*siehe Anlage 2 Nr. 3.4.2 (1. BImSchV)