

**Verbrennungsgleichungen**

Prof. Dr. Werner Bidlingmaier & Dr.-Ing. Christian Springer

Projekt Orbit | Dr. W. Bidlingmaier | Bauhaus Universität Weimar | www.orbit-online.net

Die Formelsammlung ist für feste, flüssige und gasförmige Brennstoffe zu nutzen.

Die mit „≈“ - Zeichen anstelle des Gleichheitszeichens versehenen Beziehungen entstammen Vereinfachungen oder statistisch ermittelten Beziehungen, die für normale Brennstoffe akzeptabel sind, für Abfälle höchstens in grober Näherung

**1 Feste Brennstoffe**

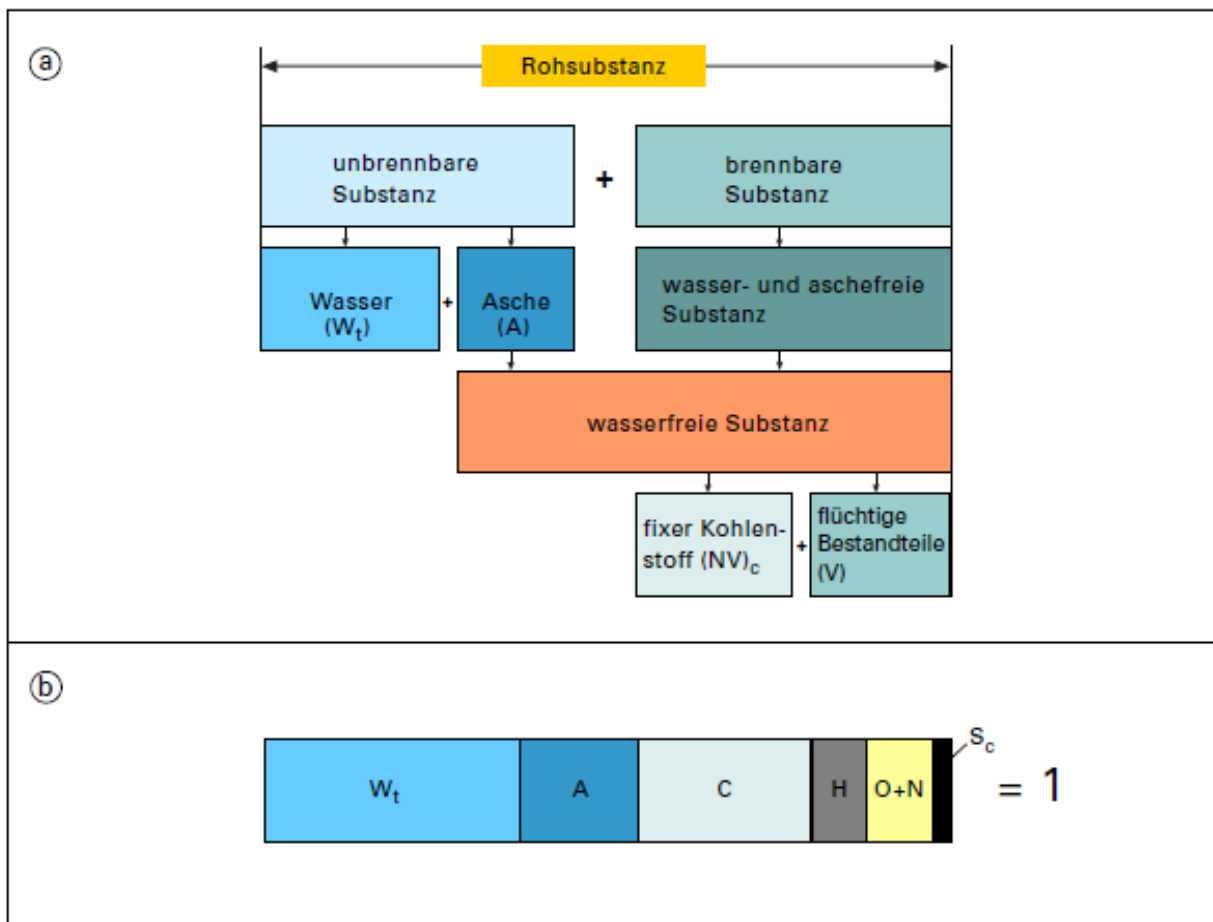


Abb. 1: Darstellung der Zusammensetzung fester Brennstoffe: a) Kurz- oder Immediatanalyse, b) Elementaranalyse, Angabe in Masseanteilen

**Verbrennungsgleichungen**

Prof. Dr. Werner Bidlingmaier & Dr.-Ing. Christian Springer

Projekt Orbit | Dr. W. Bidlingmaier | Bauhaus Universität Weimar | [www.orbit-online.net](http://www.orbit-online.net)

**1.1 Umrechnung von Analysedaten und Heizwerten für verschiedene Bezugszustände**

**Tab. 1: Umrechnung von Analysedaten**

| von                                  | auf                                                            | Faktor                  |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Rohsubstanz                          | wasserfreie Substanz                                           | $1/(1-W_t)$             |
|                                      | wasser- und Asche freie Substanz                               | $1/(1-W_t-A)$           |
| wasserfreie Substanz                 | Rohsubstanz                                                    | $1-W_t$                 |
|                                      | wasser- und Asche freie Substanz                               | $1/(1-A^d)$             |
| wasser- und Asche freie Substanz     | Rohsubstanz                                                    | $1-W_t-A$               |
|                                      | wasserfreie Substanz                                           | $1-A^d$                 |
| Brennstoff mit Wassergehalt $W_{t1}$ | Brennstoff mit Wassergehalt $W_{t2}$                           | $(1-W_{t2})/(1-W_{t1})$ |
| $W_t$                                | Wassergehalt bei Aschegehalt A                                 |                         |
| A                                    | Aschegehalt bei Wassergehalt $W_t$                             |                         |
| $A^d$                                | Aschegehalt der Wasser freien Substanz                         |                         |
| $H_u$                                | Heizwert der Substanz bei Wassergehalt $W_t$ und Aschegehalt A |                         |
| $H_u^d$                              | Heizwert der wasserfreien Substanz                             |                         |
| $H_u^{daf}$                          | Heizwert der Wasser und Asche freien Substanz                  |                         |

**Verbrennungsgleichungen**

Prof. Dr. Werner Bidlingmaier &amp; Dr.-Ing. Christian Springer

Projekt Orbit | Dr. W. Bidlingmaier | Bauhaus Universität Weimar | [www.orbit-online.net](http://www.orbit-online.net)**1.2 Formeln für die Umrechnung von Heizwerten**

(die Heizwerte sind in MJ/kg einzusetzen! - Symbole s. Tab. 2 auf Seite 14 und 15)

**(1)** von wasser- und aschehaltig auf wasserfrei:

$$H_u^d = \frac{H_u + 2,442 \cdot W_t}{1 - W_t}$$

**(2)** von wasser- und aschehaltig auf wasser- und aschefrei:

$$H_u^{darf} = \frac{H_u + 2,442 \cdot W_t}{1 - A - W_t}$$

**(3)** von wasserfrei auf wasser- und aschefrei:

$$H_u^{darf} = \frac{H_u^d}{1 - A^d}$$

**(4)** von wasserfrei auf wasser- und aschehaltig:

$$H_u = (1 - W_t) \cdot H_u^d - 2,442 \cdot W_t$$

**(5)** von wasser- und aschefrei auf wasser- und aschehaltig:

$$H_u = (1 - W_t - A) \cdot H_u^{darf} - 2,442 \cdot W_t$$

**(6)** von wasser- und aschefrei auf wasserhaltig:

$$H_u^d = (1 - A^d) \cdot H_u^{darf}$$

**Verbrennungsgleichungen**

Prof. Dr. Werner Bidlingmaier &amp; Dr.-Ing. Christian Springer

Projekt Orbit | Dr. W. Bidlingmaier | Bauhaus Universität Weimar | [www.orbit-online.net](http://www.orbit-online.net)(7) von Wassergehalt  $W_{t1}$  auf Wassergehalt  $W_{t2}$ :

$$H_{u2} = \frac{1 - W_{t2}}{1 - W_{t1}} \cdot (H_{u1} + 2,442 \cdot W_{t1}) - 2,442 \cdot W_{t2}$$

**1.3 Verbrennungsrechnung****Der Heizwert**

Heizwert (Nach Boie):

(8)

$$H_u = 34,8 \cdot C + 10,47 \cdot S_c + 93,9 \cdot H + 10,8 \cdot O \pm 2,44 \cdot W_t$$

(9)

$$H_u = H_o - (9 \cdot H + W_t) \cdot 2,44$$

**Der Luftbedarf**

(10)

$$O_{\min} = 1,867 \cdot C + 5,6 \cdot H + 0,7 \cdot S_c - 0,7 \cdot O$$

(11)

$$l_{\min, tr} = 4,762 \cdot O_{\min}$$

(12)

$$l_{\min, tr} = \frac{r(N_2) \cdot v_{tr} - 0,8 \cdot N}{0,79} - \frac{r(O_2) \cdot v_{tr}}{0,21}$$

**Verbrennungsgleichungen**

Prof. Dr. Werner Bidlingmaier &amp; Dr.-Ing. Christian Springer

Projekt Orbit | Dr. W. Bidlingmaier | Bauhaus Universität Weimar | [www.orbit-online.net](http://www.orbit-online.net)**(13)**

$$I_{\min, \text{tr}} \approx \frac{r(\text{N}_2)}{0,79} - \frac{r(\text{O}_2)}{0,21}$$

**(14)**

$$I_{\min, \text{tr}} \approx 0,24 \cdot H_u + 0,5$$

**(15)**

$$I_{\min, f} = I_{\min, \text{tr}} \cdot (1 + f_L \cdot 1,244)$$

**(16)**

$$I_{\text{tr}} = \lambda \cdot I_{\min, \text{tr}}$$

**(17)**

$$I_{\text{tr}} = \frac{r(\text{N}_2) \cdot v_{\text{tr}} - 0,8 \cdot N}{0,79}$$

**(18)**

$$I_{\text{tr}} \approx \frac{r(\text{N}_2) \cdot v_{\text{tr}}}{0,79}$$

**(19)**

$$I_{\text{tr}, u} = \frac{r(\text{N}_2) \cdot v_{\text{tr}, u} - 0,8 \cdot N}{0,79}$$

**Verbrennungsgleichungen**

Prof. Dr. Werner Bidlingmaier &amp; Dr.-Ing. Christian Springer

Projekt Orbit | Dr. W. Bidlingmaier | Bauhaus Universität Weimar | [www.orbit-online.net](http://www.orbit-online.net)**Luftfaktor  $\lambda$** **(20)**

$$\lambda = l_{tr, u} = \frac{l_{tr}}{l_{min, tr}} = \frac{l_f}{l_{min, f}}$$

**(21)**

$$\lambda = \frac{1}{1 - 3,762 \cdot \frac{r(O_2)}{r(N_2) - \frac{0,8 \cdot N}{v_{tr}}}}$$

**(22)**

$$\lambda = 1 + \frac{r(O_2)}{0,21 - r(O_2)} \cdot \frac{v_{min, tr}}{l_{min, tr}}$$

**(23)**

$$\lambda \approx \frac{1}{1 - 3,762 \cdot \frac{r(O_2)}{r(O_2)}}$$

**(24)**

$$\lambda \approx \frac{0,21}{0,21 - r(O_2)}$$

**(25)**

$$\lambda = 1 + \left( \frac{r(CO_2)_{max}}{r(CO_2)} - 1 \right) \cdot \frac{v_{min, tr}}{l_{min, tr}}$$

**Verbrennungsgleichungen**

Prof. Dr. Werner Bidlingmaier &amp; Dr.-Ing. Christian Springer

Projekt Orbit | Dr. W. Bidlingmaier | Bauhaus Universität Weimar | [www.orbit-online.net](http://www.orbit-online.net)

(26)

$$\lambda \approx \frac{r(\text{CO}_2)_{\max}}{r(\text{CO}_2)}$$

**Verbrennungsgasvolumen**

(27)

$$v_{\min, \text{tr}} = 1,867 \cdot C + 0,8 \cdot N + 0,7 \cdot S_c + 3,762 \cdot O_{\min}$$

(28)

$$v_{\min, \text{f}} = v_{\min, \text{tr}} + 11,2 \cdot H + 1,244 \cdot W_t + (f_L \cdot 1,244 \cdot 4,762) \cdot O_{\min}$$

(29)

$$v_{\min, \text{f}} \approx 0,212 \cdot H_u + 1,65$$

(30)

$$v_{\text{tr}} = v_{\min, \text{tr}} + (\lambda - 1) \cdot l_{\min, \text{tru}}$$

(31)

$$v_{\text{f}} = v_{\min, \text{f}} + (\lambda - 1) \cdot l_{\min, \text{f}}$$

(32)

$$v_{\text{fu}} = \frac{1,867 \cdot C \cdot (1 - r(\text{H}_2) - 2 \cdot r(\text{CH}_4))}{r(\text{CO}) + r(\text{CO}_2) + r(\text{CH}_4)} + (9 \cdot H + W_t) \cdot 1,244$$

**Verbrennungsgleichungen**

Prof. Dr. Werner Bidlingmaier &amp; Dr.-Ing. Christian Springer

Projekt Orbit | Dr. W. Bidlingmaier | Bauhaus Universität Weimar | [www.orbit-online.net](http://www.orbit-online.net)**(33)**

$$v_{\text{tr,u}} = \frac{1,867 \cdot C}{r(\text{CO}) + r(\text{CO}_2) + r(\text{CH}_4)}$$

**Maximaler CO<sub>2</sub> - Gehalt des Verbrennungsgases****(34)**

$$r(\text{CO}_2)_{\text{max}} = \frac{1,867 \cdot C}{v_{\text{min,tr}}}$$

**Falschlufvolumen** (nur anwendbar, wenn jede CO<sub>2</sub>- Quelle zwischen Ort1 und 2 auszuschließen ist)**(35)**

$$F_L = 1,867 \cdot C \cdot \frac{r(\text{CO}_2)_1 - r(\text{CO}_2)_2}{r(\text{CO}_2)_1 \cdot r(\text{CO}_2)_2}$$



**Verbrennungsgleichungen**

Prof. Dr. Werner Bidlingmaier &amp; Dr.-Ing. Christian Springer

Projekt Orbit | Dr. W. Bidlingmaier | Bauhaus Universität Weimar | [www.orbit-online.net](http://www.orbit-online.net)**2 Flüssige Brennstoffe**

Für flüssige Brennstoffe sind alle Beziehungen, die auch für feste Brennstoffe gelten, anwendbar. Es gelten nicht die *Formel 14* und *Formel 29*. Dafür gelten die Beziehungen:

**(36)**

$$l_{\min, \text{tr}} \approx 0,20 \cdot H_u + 2,0$$

**(37)**

$$v_{\min, \text{tr}} \approx 0,27 \cdot H_u$$

**Verbrennungsgleichungen**

Prof. Dr. Werner Bidlingmaier &amp; Dr.-Ing. Christian Springer

Projekt Orbit | Dr. W. Bidlingmaier | Bauhaus Universität Weimar | [www.orbit-online.net](http://www.orbit-online.net)**3 Gasförmige Brennstoffe****3.1 Angabe der Zusammensetzung des trockenen gasförmigen Brennstoffes****(38)**

$$v(\text{CO}_2) + v(\text{CO}) + v(\text{H}_2) + v(\text{C}_x\text{H}_y) + v(\text{H}_2\text{S}) + v(\text{SO}_2) + v(\text{N}_2) + v(\text{O}_2) = 1$$

**3.2 Verbrennungsrechnung****Der Heizwert****(39)**

$$H_u = 12,68 \cdot v(\text{CO}) + 10,79 \cdot v(\text{H}_2) + 35,91 \cdot v(\text{CH}_4) + 64,55 \cdot v(\text{C}_2\text{H}_6) + 60,14 \cdot v(\text{C}_2\text{H}_4) + 140,78 \cdot v(\text{C}_6\text{H}_6) + 23,77 \cdot v(\text{H}_2\text{S})$$

**Der Luftbedarf****(40)**

$$Q_{\min} = 0,5 \cdot v(\text{H}_2) + 0,5 \cdot v(\text{CO}) + \sum \left( x + \frac{y}{4} \right) \cdot v(\text{C}_x\text{H}_y) + 1,5 \cdot v(\text{H}_2\text{S}) - v(\text{O}_2)$$

**(41)**

$$l_{\min, \text{tr}} = 4,76 \cdot O_{\min}$$

für Armgase ( $H_u < 12,6 \text{ MJ} / \text{m}^3_{\text{i.N.B}}$ ) gilt**(42)**

$$l_{\min, \text{tr}} \approx 0,21 \cdot H_u$$

**Verbrennungsgleichungen**

Prof. Dr. Werner Bidlingmaier &amp; Dr.-Ing. Christian Springer

Projekt Orbit | Dr. W. Bidlingmaier | Bauhaus Universität Weimar | [www.orbit-online.net](http://www.orbit-online.net)für Reichgase ( $H_u > 16,8 \text{ MJ} / \text{m}^3_{i.N.B.}$ ) gilt:**(43)**

$$I_{\min, \text{tr}} \approx 0,26 \cdot H_u - 0,25$$

**(44)**

$$I_{\min, \text{tr}} = \left( \frac{r(\text{N}_2)}{0,79} - \frac{r(\text{O}_2)}{0,21} \right) \cdot v_{\text{tr}} - \frac{r(\text{N}_2)}{0,79}$$

**(45)**

$$I_{\min, \text{f}} = I_{\min, \text{tr}} \cdot (1 + f_l \cdot 1,244)$$

**(46)**

$$I_{\text{tr}} = \lambda \cdot I_{\min, \text{tr}}$$

**(47)**

$$I_{\text{tr}} = \frac{r(\text{N}_2) \cdot v_{\text{tr}} - v(\text{N}_2)}{0,79}$$

**(48)**

$$I_{\text{tr}, \text{u}} = \frac{r(\text{N}_2) \cdot v_{\text{tr}, \text{u}} - v(\text{N}_2)}{0,79}$$

**Der Luftfaktor  $\lambda$** **(49)**

$$\lambda = \frac{I_{\text{tr}}}{I_{\min, \text{tr}}} = \frac{I_{\text{f}}}{I_{\min, \text{f}}}$$

**Verbrennungsgleichungen**

Prof. Dr. Werner Bidlingmaier &amp; Dr.-Ing. Christian Springer

Projekt Orbit | Dr. W. Bidlingmaier | Bauhaus Universität Weimar | [www.orbit-online.net](http://www.orbit-online.net)

(50)

$$\lambda = 1 + \frac{r(\text{CO}_2)}{0,21 - r(\text{O}_2)} \cdot \frac{v_{\text{min,tr}}}{l_{\text{min,tr}}}$$

(51)

$$\lambda = \frac{1}{1 - 3,762 \cdot \frac{r(\text{O}_2)}{r(\text{N}_2) - \frac{v(\text{N}_2)}{v_{\text{tr}}}}}$$

(52)

$$\lambda = 1 + \left( \frac{r(\text{CO}_2)_{\text{max}}}{r(\text{CO}_2)} - 1 \right) \cdot \frac{v_{\text{min,tr}}}{l_{\text{min,tr}}}$$

**Verbrennungsgasvolumen**

(53)

$$v_{\text{min,tr}} = v(\text{CO}) + v(\text{CO}_2) + \sum x \cdot v(\text{C}_x\text{H}_y) + v(\text{SO}_2) \\ + v(\text{H}_2\text{S}) + v(\text{N}_2) + 0,79 \cdot l_{\text{min,tr}}$$

(54)

$$v_{\text{min,f}} = v(\text{CO}) + v(\text{CO}_2) + \sum \left( x + \frac{y}{2} \right) \cdot v(\text{C}_x\text{H}_y) \\ + v(\text{H}_2) + 2 \cdot v(\text{H}_2\text{S}) + v(\text{SO}_2) + v(\text{N}_2) \\ + (0,79 + f_L \cdot 1,244) \cdot l_{\text{min,tr}}$$

**Verbrennungsgleichungen**

Prof. Dr. Werner Bidlingmaier &amp; Dr.-Ing. Christian Springer

Projekt Orbit | Dr. W. Bidlingmaier | Bauhaus Universität Weimar | [www.orbit-online.net](http://www.orbit-online.net)für Armgase ( $H_u < 12,6 \text{ MJ} / \text{m}^3_{\text{i.N.B.}}$ ) gilt

(55)

$$v_{\text{min,f}} \approx 0,173 \cdot H_u + 1,0$$

für Reichgase ( $H_u > 16,8 \text{ MJ} / \text{m}^3_{\text{i.N.B.}}$ ) gilt:

(56)

$$v_{\text{min,f}} \approx 0,272 \cdot H_u + 0,25$$

(57)

$$v_{\text{f,u}} = \frac{v(\text{CO}) + v(\text{CO}_2) + x \cdot v(\text{C}_x\text{H}_y)}{r(\text{CO}_2) + r(\text{CO}) + \sum x \cdot r(\text{C}_x\text{H}_y) + 1,867 \cdot C_R} \\ \cdot \left[ 1 - r(\text{H}_2) - \sum \frac{y}{2} \cdot r(\text{C}_x\text{H}_y) \right] + v(\text{H}_2) \\ + \sum \frac{y}{2} \cdot v(\text{C}_x\text{H}_y) + v(\text{H}_2\text{S})$$

**Falschlufvolumen** (nur anwendbar, wenn jede  $\text{CO}_2$ - Quelle zwischen Ort1 und 2 auszuschließen ist):

(58)

$$F_L = \left[ v(\text{CO}) + v(\text{CO}_2) + \sum x \cdot v(\text{C}_x\text{H}_y) \right] \\ \cdot [r(\text{CO}_2)_1 - r(\text{CO}_2)_2]$$

**Verbrennungsgleichungen**

Prof. Dr. Werner Bidlingmaier &amp; Dr.-Ing. Christian Springer

Projekt Orbit | Dr. W. Bidlingmaier | Bauhaus Universität Weimar | [www.orbit-online.net](http://www.orbit-online.net)Maximaler CO<sub>2</sub> - Gehalt des Verbrennungsgases

(59)

$$r(\text{CO}_2)_{\max} = \frac{v(\text{CO}) + v(\text{CO}_2) + \sum x \cdot v(\text{C}_x\text{H}_y)}{V_{\min, \text{tr}}}$$

**Verbrennungsgleichungen**

Prof. Dr. Werner Bidlingmaier &amp; Dr.-Ing. Christian Springer

Projekt Orbit | Dr. W. Bidlingmaier | Bauhaus Universität Weimar | [www.orbit-online.net](http://www.orbit-online.net)**4 Symbol und Indices****Tab. 2: Symbolverzeichnis**

| Symbol            | Bezeichnung                                       | Maßeinheit                                                                                                               |
|-------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A                 | Aschegehalt                                       | kg / kg <sub>B</sub>                                                                                                     |
| C                 | Kohlenstoffgehalt                                 | kg / kg <sub>B</sub>                                                                                                     |
| H                 | Wasserstoffgehalt                                 | kg / kg <sub>B</sub>                                                                                                     |
| N                 | Stickstoffgehalt                                  | kg / kg <sub>B</sub>                                                                                                     |
| S <sub>C</sub>    | Gehalt an verbrennlichem Schwefel                 | kg / kg <sub>B</sub>                                                                                                     |
| W <sub>t</sub>    | Gesamtwassergehalt                                | kg / kg <sub>B</sub>                                                                                                     |
| L                 | Luft                                              | -                                                                                                                        |
| (NV) <sub>c</sub> | Gehalt an fixem Kohlenstoff                       | kg / kg <sub>B</sub>                                                                                                     |
| V                 | Gehalt an flüchtigen Bestandteilen                | kg / kg <sub>B</sub>                                                                                                     |
| v(j)              | Anteil der Verbindung j im gasförmigen Brennstoff | m <sup>3</sup> <sub>i.N.</sub> / m <sup>3</sup> <sub>i.N.B</sub>                                                         |
| r(j)              | Anteil der Verbindung j im Verbrennungsgas        | m <sup>3</sup> <sub>i.N.</sub> / m <sup>3</sup> <sub>i.N.</sub>                                                          |
| C <sub>R</sub>    | Rußgehalt des trockenen Verbrennungsgases         | kg / m <sup>3</sup> <sub>i.N.</sub>                                                                                      |
| f <sub>L</sub>    | Wasserdampfgehalt der Verbrennungsluft            | kg / m <sup>3</sup> <sub>i.N.tr</sub>                                                                                    |
| l                 | Luftbedarf der Verbrennung                        | m <sup>3</sup> <sub>i.N.L</sub> / kg <sub>B</sub> bzw. m <sup>3</sup> <sub>i.N.L</sub> / m <sup>3</sup> <sub>i.N.B</sub> |
| l <sub>min</sub>  | minimaler Luftbedarf der Verbrennung              | m <sup>3</sup> <sub>i.N.</sub> / kg <sub>B</sub> bzw. m <sup>3</sup> <sub>i.N.</sub> / m <sup>3</sup> <sub>i.N.B</sub>   |
| v                 | Verbrennungsgasvolumen                            | m <sup>3</sup> <sub>i.N.</sub> / kg <sub>B</sub> bzw. m <sup>3</sup> <sub>i.N.</sub> / m <sup>3</sup> <sub>i.N.B</sub>   |
| v <sub>min</sub>  | Mindestverbrennungsgasvolumen                     | m <sup>3</sup> <sub>i.N.</sub> / kg <sub>B</sub> bzw. m <sup>3</sup> <sub>i.N.</sub> / m <sup>3</sup> <sub>i.N.B</sub>   |
| O <sub>min</sub>  | Mindestsauerstoffbedarf der Verbrennung           | m <sup>3</sup> <sub>i.N.</sub> / kg <sub>B</sub> bzw. m <sup>3</sup> <sub>i.N.</sub> / m <sup>3</sup> <sub>i.N.B</sub>   |
| F <sub>L</sub>    | Falschlufvolumen                                  | m <sup>3</sup> <sub>i.N.</sub> / kg <sub>B</sub> bzw. m <sup>3</sup> <sub>i.N.</sub> / m <sup>3</sup> <sub>i.N.B</sub>   |
| H <sub>u</sub>    | unterer Heizwert                                  | MJ / kg <sub>B</sub> bzw. MJ / m <sup>3</sup> <sub>i.N.B</sub>                                                           |
| H <sub>o</sub>    | oberer Heizwert                                   | MJ / kg <sub>B</sub> bzw. MJ / m <sup>3</sup> <sub>i.N.B</sub>                                                           |
| λ                 | Luftfaktor der Verbrennung                        | -                                                                                                                        |

**Verbrennungsgleichungen**

Prof. Dr. Werner Bidlingmaier &amp; Dr.-Ing. Christian Springer

Projekt Orbit | Dr. W. Bidlingmaier | Bauhaus Universität Weimar | [www.orbit-online.net](http://www.orbit-online.net)**Tab. 3: Indices (tief- und hochgestellt)**

|      |                                |
|------|--------------------------------|
| tr   | trocken                        |
| f    | feucht                         |
| u    | bei unvollkommener Verbrennung |
| d    | wasserfrei                     |
| daf  | wasser- und aschefrei          |
| r    | Rohsubstanz                    |
| B    | Brennstoff                     |
| i.N. | im Normzustand                 |

Häufig werden der verbrennliche Schwefel  $S_c$  und der Gesamtwassergehalt  $W_t$  nur mit S oder W (ohne Indices) geschrieben!



**Verbrennungsgleichungen**

Prof. Dr. Werner Bidlingmaier &amp; Dr.-Ing. Christian Springer

Projekt Orbit | Dr. W. Bidlingmaier | Bauhaus Universität Weimar | [www.orbit-online.net](http://www.orbit-online.net)**Literaturverzeichnis**

- [1] G. BAUMBACH. *Luftreinhaltung*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 3. Auflage, 1994.
- [2] H. BIRN. *WEKA Praxis Handbuch*, Band 1, Kapitel: Kreislaufwirtschaft- und Abfallgesetz in der betrieblichen Praxis. Fachverlag für technische Führungskräfte, Augsburg, 2000.
- [3] P. BLANK. *Tagungsband VDI Seminar "Abfallmanagement 2000"*, Kapitel: Thermoselect-Anlage Karlsruhe. VDI Verlag, Düsseldorf, 2000.
- [4] CHRISTMANN und QUITTECK. *VDI- Bericht 1192 "Thermische Abfallentsorgung"*, Kapitel: Die DBA - Gleichstromfeuerung mit Walzenrost, Seiten 243 – 269. VDI Verlag, Düsseldorf, 1995.
- [5] W. GUMZ. *Kurzes Handbuch der Feuerungstechnik*. Springer Verlag, Berlin, 1942.
- [6] B. JOHNKE. *Tagungsband VDI Seminar "Abfallmanagement 2000"*, Kapitel: Die Klimarelevanz der Emissionen aus der Verbrennung von Siedlungsabfällen und ihr biogener, CO<sub>2</sub>- neutraler Anteil. VDI Verlag, Düsseldorf, 2000.
- [7] MARTIN GmbH (Hrsg.). *Wir lösen Ihr Abfallproblem mit know how und Erfahrung*, Prospekt Fa. Martin GmbH für Umwelt und Energietechnik, 1999.
- [8] E. RAMMLER. *Verbrennungs- und Vergasungslehre*. Lehrbriefe 1 - 7, Bergakademie Freiberg.
- [9] O.D. REIMANN und H. HÄMMERLI. *Verbrennungstechnik für Abfälle in Theorie und Praxis*. In *Schriftenreihe Umweltschutz*. Eigenverlag, Bamberg, 1995.
- [10] R. STAHLBERG und U. FEUERRIEGEL. *VDI- Bericht 1192 "Thermische Abfallentsorgung"*, Kapitel: Das Thermoselect - Verfahren zur Energie- und Rohstoffgewinnung - Konzept, Verfahren, Kosten, Seiten 319 – 348. VDI Verlag, Düsseldorf, 1995.
- [11] K.J. THOMÉ-KOZMIENSKY. *Thermische Abfallbehandlung*. EF-Verlag, Berlin, 1994.
- [12] RECKNAGEL / SPRENGER. *Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik*. R. Oldenburgverlag, München / Wien