

Brennstoffe, Anlagentechnik und Emissionsminderung

Heizen mit Holz –
Spiel mit dem Feuer oder zündende Idee?

Hochschule im Dialog
23.02.2023

Prof. Dr.-Ing. Harald Thorwarth
Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg



Holzenergie ist
eine dreckige
Form, Energie
bereitzustellen

Rottenburger
Bürger essen
alle immer
Wurstbrote

obige Aussagen sind nicht korrekt

Holzenergie ist vielfältig



- a) Brennstoffarten
- b) Anlagenarten
- c) Einsatzzwecke
 - 1) Wärme
 - 2) Strom
 - 3) Strom und Wärme

Holz ist vielfältig - Brennstoffarten

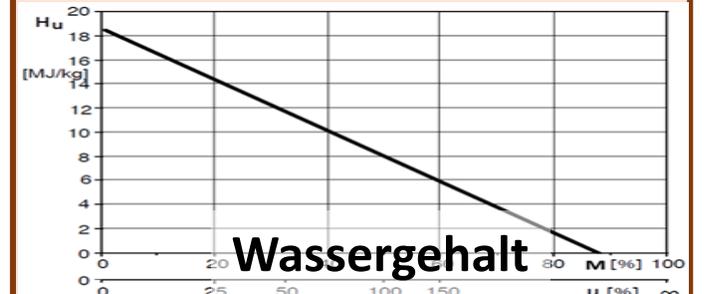
Ursprung



Geometrische Form



Zusammensetzung



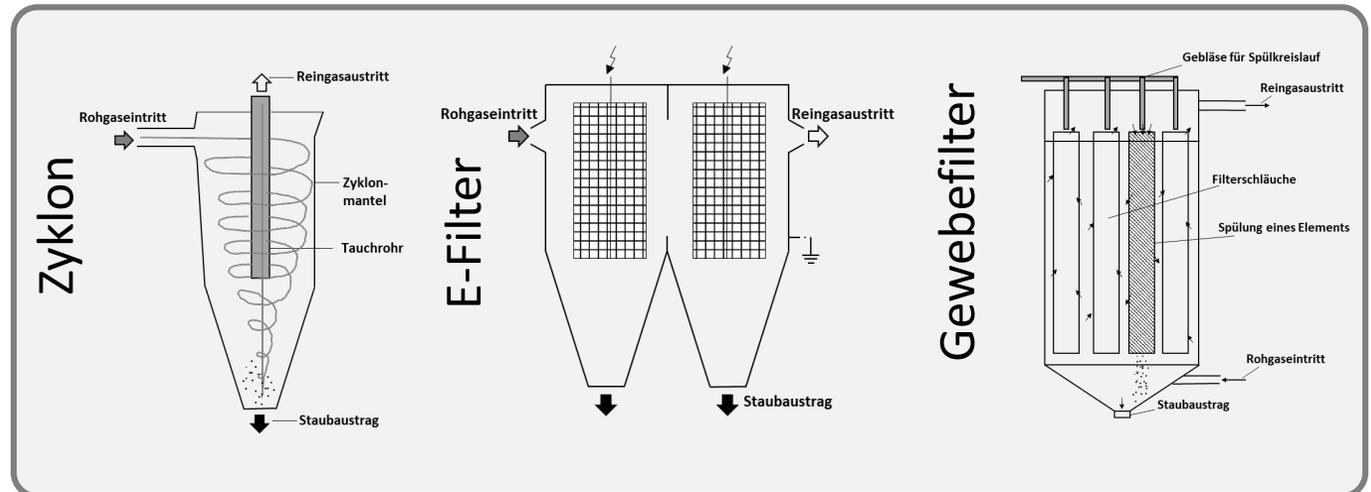
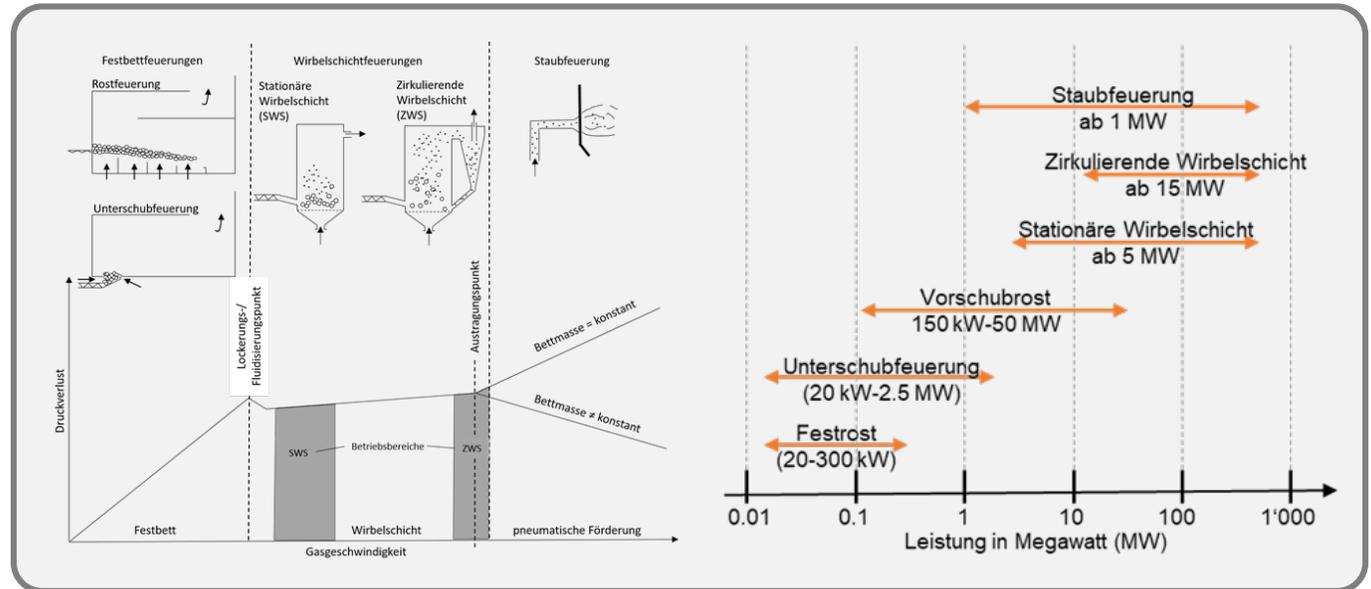
Periodensystem der Elemente

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 1H Wasserstoff	2 2He Helium	3 3Li Lithium	4 4Be Beryllium	5 5B Bor	6 6C Kohlenstoff	7 7N Stickstoff	8 8O Sauerstoff	9 9F Fluor	10 10Ne Neon	11 11Na Natrium	12 12Mg Magnesium	13 13Al Aluminium	14 14Si Silizium	15 15P Phosphor	16 16S Schwefel	17 17Cl Chlor	18 18Ar Argon
19 19K Kalium	20 20Ca Calcium	21 21Sc Scandium	22 22Ti Titan	23 23V Vanadium	24 24Cr Chrom	25 25Mn Mangan	26 26Fe Eisen	27 27Co Cobalt	28 28Ni Nickel	29 29Cu Kupfer	30 30Zn Zink	31 31Ga Gallium	32 32Ge Germanium	33 33As Arsen	34 34Se Selen	35 35Br Brom	36 36Kr Krypton
37 37Rb Rubidium	38 38Sr Strontium	39 39Y Yttrium	40 40Zr Zirkon	41 41Nb Niob	42 42Mo Molybdän	43 43Tc Technetium	44 44Ru Ruthenium	45 45Rh Rhenium	46 46Pd Palladium	47 47Ag Silber	48 48Cd Cadmium	49 49In Indium	50 50Sn Zinn	51 51Sb Antimon	52 52Te Tellur	53 53I Jod	54 54Xe Xenon
55 55Cs Cäsium	56 56Ba Baryum	57 57La Lanthan	58 58Ce Cer	59 59Pr Praseodym	60 60Nd Neodym	61 61Pm Promethium	62 62Sm Samarium	63 63Eu Europium	64 64Gd Gadolinium	65 65Tb Terbium	66 66Dy Dysprosium	67 67Ho Holmium	68 68Er Erbium	69 69Tm Thulium	70 70Yb Ytterbium	71 71Lu Lutetium	72 72Hf Hafnium
73 73Ta Tantal	74 74W Wolfram	75 75Re Rhenium	76 76Os Osmium	77 77Ir Iridium	78 78Pt Platin	79 79Au Gold	80 80Hg Quecksilber	81 81Tl Thallium	82 82Pb Blei	83 83Bi Bismut	84 84Po Polonium	85 85At Astatin	86 86Rn Radon	87 87Fr Francium	88 88Ra Radium	89 89Ac Actin	90 90Th Thorium
91 91Pa Protactinium	92 92U Uran	93 93Np Neptunium	94 94Pu Plutonium	95 95Am Americium	96 96Cm Curium	97 97Bk Berkelium	98 98Cf Californium	99 99Es Einsteinium	100 100Fm Fermium	101 101Md Mendelevium	102 102No Nobelium	103 103Lr Lawrencium	104 104Rf Rutherfordium	105 105Db Dubnium	106 106Sg Seaborgium	107 107Bh Bohrium	108 108Hs Hassium
109 109Mt Meitnerium	110 110Ds Darmstadtium	111 111Rg Roentgenium	112 112Cn Copernicium	113 113Nh Nihonium	114 114Fl Flerovium	115 115Mc Moscovium	116 116Lv Livermorium	117 117Ts Tenness	118 118Og Oganesson	119 119Uue Ununennium	120 120Uub Unbinilium	121 121Uut Untrium	122 122Uuq Unquadium	123 123Uup Unpentium	124 124Uuq Unhexium	125 125Uus Unseptium	126 126Uuo Unoktium

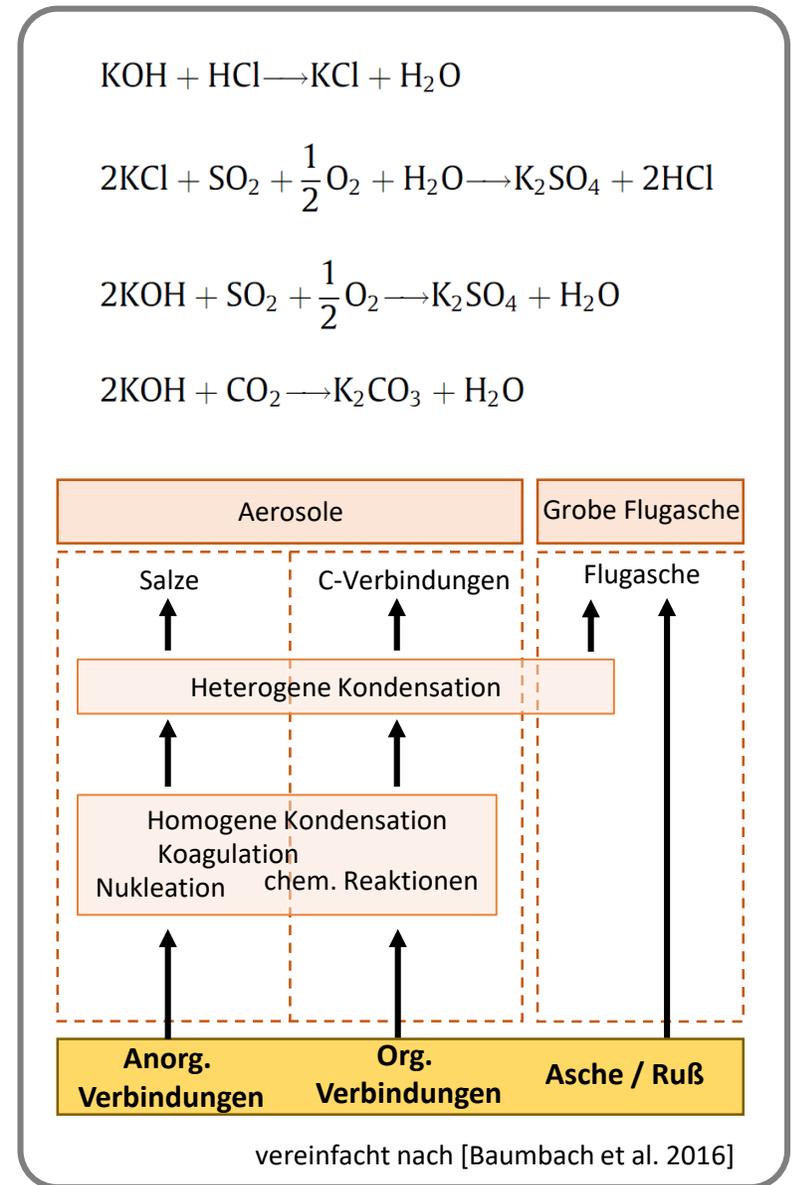
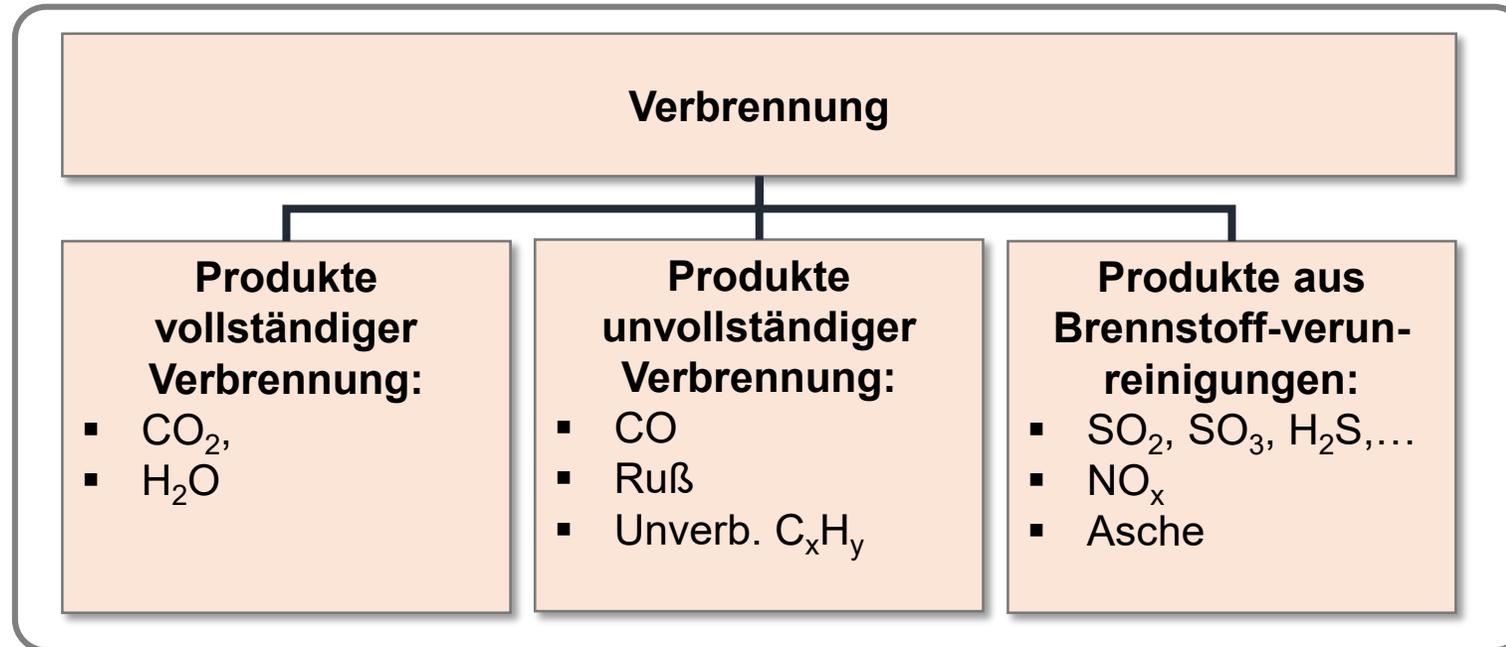
Elementgehalte

Holz ist vielfältig - Anlagenarten

- Anlagengröße /-leistung
- Feuerungstechnologie
- Art der Beschickung
 - von Hand
 - automatisch
- Art der Luftzuführung
 - kontrolliert (mit Gebläse)
 - unkontrolliert (Naturzug)
- Emissionsminderungstechnologie
 - primär
 - sekundär



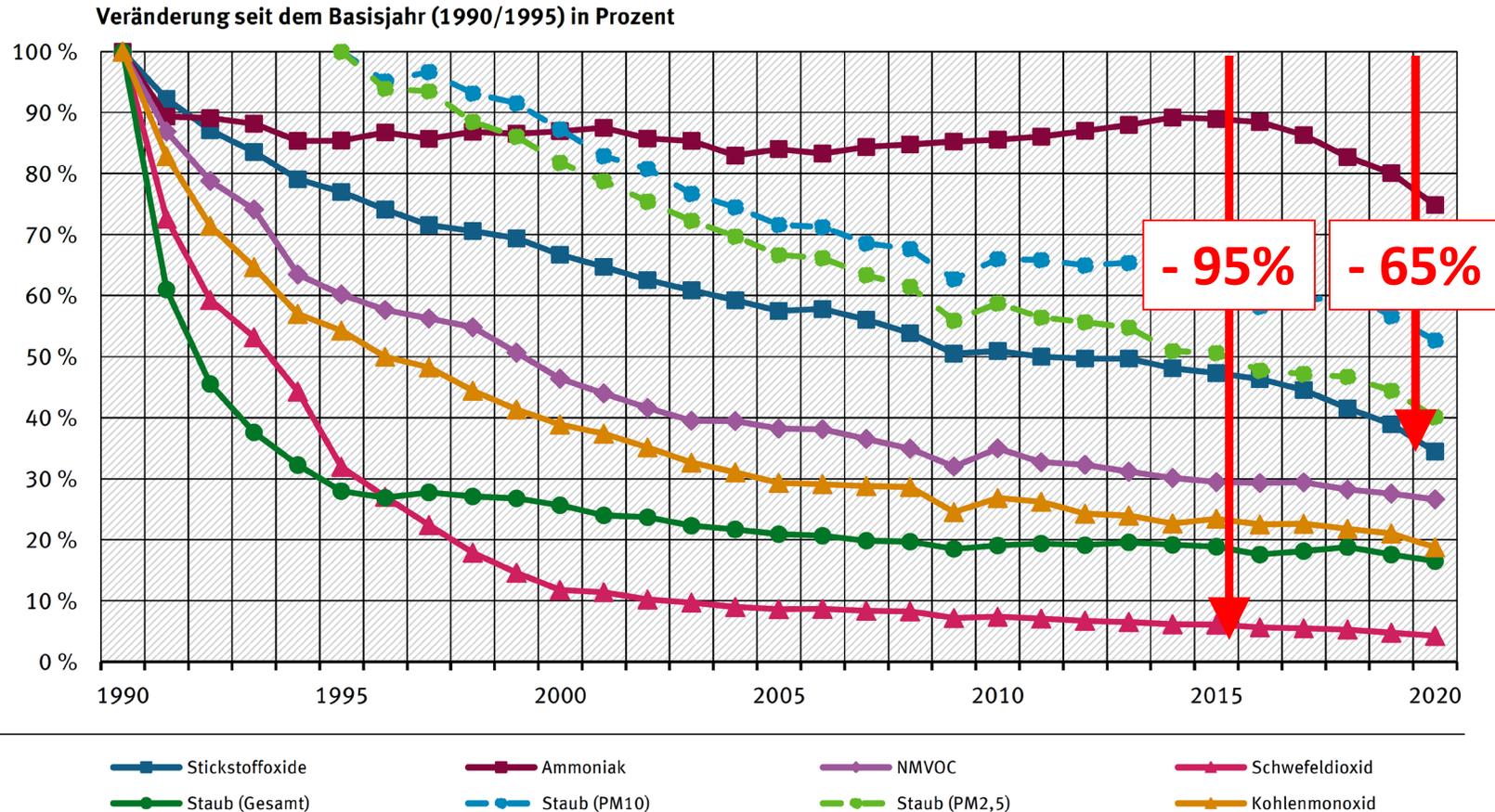
Bei der Verbrennung von Holz entstehen Luftschadstoffe



Luftschadstoffemissionen abhängig von:

- Automatisierungsgrad
- Anlagengröße
- Brennstoffqualität

Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe



Quelle: Umweltbundesamt, Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen seit 1990, Emissionsentwicklung 1990 bis 2020 (Stand 02/2022)

- Kontinuierliche Weiterentwicklung der Umwelttechnologien
- Deutliche Erfolge bei der Emissionsminderung von Luftschadstoffen.
- Weitere Verbesserung der primären und sekundären Emissionsminderungstechnologien, insbesondere bei kleinen, handbeschickten Anlagen möglich.

Vielen Dank!

Prof. Dr.-Ing. Harald Thorwarth
Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg
Schadenweilerhof
D-72108 Rottenburg am Neckar
thorwarth@hs-rottenburg.de
07472 / 951 - 142

Quellen

Baumbach, G., Hartmann, H., Höfer, I., Hofbauer, H., Hülsmann, T., Kaltschmitt, M., ... & Winter, F. (2016). Grundlagen der thermo-chemischen Umwandlung biogener Festbrennstoffe. In Energie aus Biomasse (pp. 579-814). Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg.

Good, J.; Thalmann, S.; Nussbaumer, Th.; Keel, A.; Jenni, A.; Küttel, P.; Schrammel, H.; Metz, S.; Ramerstorfer, Ch.; Binder, J.; Krapf, G.; Alter, N.; Letalik, Ch.; Thorwarth, H.; Eichermüller, J. (2022). QM Holzheizwerke Planungshandbuch – Erarbeitet durch die Arbeitsgemeinschaft QM Holzheizwerke. 3. komplett überarbeitete Auflage. C.A.R.M.E.N. e.V. Straubing 2022

Serlo – Die freie Lernplattform (2023). Das Periodensystem der Elemente

Umweltbundesamt (2022). Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen seit 1990, Emissionsentwicklung 1990 bis 2020 (Stand 02/2022)