

16. Holzenergie-Symposium, 11. September 2020, ETH Zürich

Holzenergie für Wirtschaft und Klima und Innovation zu Wärme, Strom und Pflanzenkohle

30 Jahre Holzenergie-Symposium



20.10.2006, ETH HG F1, 336 Teilnehmer auf 338 Sitzplätzen

Andreas Keel, dipl. Forsting. ETH, Geschäftsführer, Holzenergie Schweiz, Zürich



Erfindung Holzenergie

Homo erectus bilzingslebensis 300'000 v. Chr.



Aus den modernen Anfängen...

TAGES-ANZEIGER Dienstag, 25. Oktober 1988

VERKEHR UND TECHNIK

Holz heizt heimelig – aber nicht unbedingt sauber

An der ETH wurden die Schadstoff-Emissionen von Holzfeuerungen untersucht, wobei Überraschendes herauskam

Kachelofen und Holzherd – Inbegriffe einer sympathischen und naturnahen Energienutzung. An der ETH hat man das uralte Prinzip der Holzfeuerung unter die wissenschaftliche Lupe genommen. Überraschend viel Stickoxide, Kohlenwasserstoffe und Feinstaub sind dabei entdeckt worden. Grosis Ufeli, ein Umwelt-sünder? Das Cheminée, ein Luftverschmutzer?

VON HARALD STEINERT

Die Holzfeuerung gilt weitherum als Ideal der naturnahen und umweltfreundlichen Erzeugung von Wärme. Doch neue Untersuchungen am Institut für Energietechnik der ETH Zürich stellen das in Frage: Holzfeuerungen liefern grosse Mengen an Stickoxiden und Kohlenwasserstoffen (darunter auch solche mit Ringstrukturen, sogenannte «Polyaromaten»), die als krebserzeugend gelten sowie lungengängigem Feinstaub. Nur zum Teil können diese Emissionen mit einigem Aufwand reduziert werden.

Gravierende Mängel

Umweltbewusste Zeitgenossen wärmen sich gern am Kachelofen oder Cheminée mit Holzfeuerung: Ist doch Holz gespeicherte und erneuerbare Sonnenenergie, die – so hiess es bisher – sauber verbrennt. Holz brennt im Gegensatz zum Heizöl ohne Schwefelemissionen ab. Das Kohlendioxid, das beim Abbrand entsteht, zirkuliert ohnehin in der Umwelt. Wird es nicht durch Verbrennung frei, sondern dadurch, dass man das Holz ungenutzt verrotten lässt, so enden seine Kohlenstoffatome auch dann weitgehend als Kohlendioxid in der Atmosphäre.

Doch Vorsicht: Ein Bulletin des Bundesamtes für Umweltschutz (BUS) in Bern erklärt als Resultat neuester Untersuchungen, dass Holz «aus der Sicht der Luftreinheit einige gravierende Mängel aufweist». Konkret: Eine Holzfeuerung liefert Stickoxidemissionen, die bis zu dreimal grösser sein können als die einer vergleichbaren Gas- oder Ölfeuerung, und Emissionen an Kohlenwasserstoffen und Staub, die sogar um das Zehnfache grösser sein können.

Holzanteil ausbaubar

Diese Erkenntnisse stammen aus Aktivitäten zur Aufwertung des Holzes als einheimische Energiequelle, die vom Bundesamt für Konjunkturfragen in Gang gesetzt wurden. Zwar ist Holz die zweitwichtigste Energiequelle des Landes, doch nur mit dem bescheidenen Anteil von 1,6 Prozent. Vom Aufkommen her könnte der Anteil auf 4 bis 5 Prozent steigen. Um diese Energiequelle zu fördern, wurde unter anderem das Projekt Nr. 12 «Holz, erneuerbare Rohstoff- und Energiequelle» des Schweizerischen Nationalfonds lanciert. Daraus wieder finanzierte man ein Vorhaben zur Abklärung



BILDER: HEINRICH WILHELM SPIN

STICHWORT

Holz

Holz besteht zu 32,3 Prozent seiner Atome aus Kohlenstoff, zu 46,4 Prozent aus Wasserstoff und zu 21,3 Prozent aus Sauerstoff. Man kann diese Zusammensetzung auch mit einer chemischen Summenformel schreiben: $C H_{1,4} O_{0,7}$

Diese Atombauarten drei verschiedene Strukturelemente auf:

- die kettenförmigen kristallinen Kohlenwasserstoffmoleküle der Zellulose (sie ist mit den Zuckern verwandt), die die typische Langstruktur des Holzes aufbauen,
- die vernetzten Kohlenwasserstoffmoleküle der Hemi-Zellulose, die die Zellulosefasern verstärken,
- die aus ringförmigen Kohlenwasserstoffen (Benzolringen) aufgebauten Lignine. Ihre Struktur ist amorph, sie bilden im Holz gewissermassen den Klebstoff, mit dem die kristallinen Fäden der Zellulose miteinander zu einem gleichzeitig zugfesten und biege-druckfesten Kompositwerkstoff verbunden werden.

In den Zellen und Flüssigkeitsleitbahnen enthalten sind ausserdem organische Substanzen, wie Eiweisse und Eiweissbausteine (Amine). Quantitativ ist deren Anteil sehr gering, sie sind Nebenbestandteile, doch sie tragen entscheidend zu den Stickoxid-Emissionen von Holzfeuerungen bei. (H. St.)



Ungemütliche Abgase aus gemütlichen Holzfeuerern: ETH-Forscher Thomas Nussbaumer hat ihre Entstehung untersucht.

kohle übrig. Ab etwa 400 Grad beginnen die Pyrolyseprodukte in langen Flammen zu verbrennen, doch bleiben die ringförmigen Kohlenwasserstoffe des Staub gelangt in die Lunge – mitsamt seiner gefährlichen Polyaromatenfracht.

rungen, die mit ihrem oft ländlich charakteristischen Holzrauch durchaus eine idyllische Atmosphäre zaubern können, liegen bei Temperaturen niedrig, bei 600 bis 800 Grad, und schwanken ständig um solchen Werten: Das scheint unter normalen Bedingungen für eine Synthese von Polyaromaten zu sein.

Eine gewisse Reduktion der Kohlenwasserstoffemissionen lässt sich durch den Einsatz von Katalysatoren im Holzherd erzielen, doch nur in beschränkter Menge. «Am meisten bringt ein Katalysator bei einer ganz schlechten Heizung», sagt Thomas Nussbaumer.

Günstiger verhalten sich moderne Holzbesitzer und umweltfreundliche Holzfeuerungen: In der ersten Phase nach einer Anheizphase steigt die Temperatur auf 1000 oder mehr Grad; dabei werden Aromaten und Polyaromaten zu Kohlendioxid oxidiert und so unschädlich gemacht, die gefährlichen Abgase gehen gar nicht erst.

Die zweite Schadstoffemission vom Holz ausgeht, stammt aus dem unbedeutenden Nebenbestandteil Stickstoff der Proteine und Proteinbausteine (Amine). Zwar enthält das Holz nur etwa 0,1 Prozent Stickstoff, dieser wird grösstenteils oxidiert, so dass ein Holzfeuerer ein Mehrfaches an Stickstoffemissionen gegenüber einer fossilen Feuerung in die Luft ausstösst.

Das erscheint auf den ersten Blick erstaunlich. Denn bei anderen Verbrennungsprozessen bilden sich Stickoxide aus dem molekularen Stickstoff durch Oxidation bei Temperaturerhöhung über den Temperaturen in Holzfeuern liegen. Die Stickoxide der Holzfeuern jedoch entstehen durch Verbrennung der stickstoffhaltigen organischen Zellinhaltsstoffe schon bei den niedrigen Temperaturen von Kleinfeuerungen. Thomas Nussbaumer in der Fachschrift «Heizung Klima» nachwies, liess einen Holzkleinofen brennen, er statt Luft (ein Gemisch von Sauerstoff und Stickstoff, der normalerweise Stickoxide liefert) ein Gemisch von Sauerstoff und Argongas zuführte. Das teure Experiment – eine halbe Stunde Argonfeuer kostet rund 2000 Franken – ergab aber ein aufschlussreiches Resultat: Die Abgase des Holzfeuers mit Sauerstoff-Argon-Zufuhr enthielten viel weniger Stickoxide als die Abgase einer Holzfeuerung mit Luftzufuhr. Das heisst: Stickstoff in den Stickoxiden stammt nicht aus der Luft, sondern aus dem Holz.

Holz liefert demnach auch bei den normalen Oxidationstemperaturen von Luftstickstoff Stickoxide in einer Menge. Vermutlich geht die Frage vor sich, dass bei der thermischen Zersetzung des Holzes die Stickstoffverbindungen zunächst kurzlebige chemisch extrem aktive Moleküle bilden («Radikale» genannt), können in ihrer millisekundenlangen Lebenszeit vorübergehend Sauerstoff

Synchrone Erfolgsgeschichten

	Jahr	Anzahl Anlagen	Holzverbrauch [m ³]
Stückholzheizungen	1990	689'184	2'416'031
	2019	508'841	1'199'669
Schnitzelheizungen insgesamt	1990	3'259	423'402
	2019	11'267	1'681'735
Pelletheizungen	1990	0	0
	2019	29'096	540'874
Altholzfeuerungen/ WKK (ohne KVA)	1990	22	175'006
	2019	93	1'391'849
KVA	1990	26	235'505
	2019	30	439'023
TOTAL	1990	692'491	3'249'944
	2019	549'327	5'253'151

Themen Holzenergie-Symposien

1990 bis 1996

Datum	Titel	Wichtigste Themen
25. Oktober 1990	«Energetische Nutzung von Holz, Holzreststoffen und Altholz»	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen Holzverbrennung • Emissionsminderung • Verbrennungsregelung • Holzasche
23. Oktober 1992	«Neue Konzepte zur schadstoffarmen Holzenergie-Nutzung»	<ul style="list-style-type: none"> • Emissionsminderung • Handbeschickte Feuerungen • Holzvergasung • Partikelabscheider
21. Oktober 1994	«Neue Erkenntnisse zur thermischen Nutzung von Holz»	<ul style="list-style-type: none"> • Verwertung von Holzaschen • Dioxin- und Furanemissionen • Regelung Stückholzfeuerung • WKK Dampf
18. Oktober 1996	«Feuerungstechnik, Ascheverwertung und Wärme-Kraft-Kopplung»	<ul style="list-style-type: none"> • Rostfeuerungen • Fernwärme-Heizwerk Meiringen • Schraubenmotor WKK • Heissluftturbine, Stirlingmotor

Themen Holzenergie-Symposien

1998 bis 2004

Datum	Titel	Wichtigste Themen
16. Oktober 1998	«Innovation bei Holzfeuerungen und Wärmekraftkopplung»	<ul style="list-style-type: none"> • Holz-WKK: Stand der Technik • Aerosole aus Biomassefeuerung • Wirkungsgradverbesserungen • Qualitätssicherung
20. Oktober 2000	«Luftreinhaltung, Haus-Systeme und Stromerzeugung»	<ul style="list-style-type: none"> • Partikel-/Stickoxidemissionen • Speicherofen im Minergiehaus • Teerbildung bei Holzvergäsern • Volksabstimmung Energie
18. Oktober 2002	«Luftreinhaltung und Explosionsschutz bei Holzfeuerungen und Stand der Technik der Holzvergasung»	<ul style="list-style-type: none"> • Holzenergie und Energiepolitik • Systemoptimierung • Erfahrungen Festbettvergaser • Explosionsschutz
15. Oktober 2004	«Wege zur Nachhaltigkeit und Massnahmen zur Emissionsminderung und Wirtschaftlichkeitsverbesserung»	<ul style="list-style-type: none"> • Erntefaktor • Industrielle Pelletproduktion • QM Holzheizwerke • Kosten Holzenergie

Themen Holzenergie-Symposien

2006 bis 2012

Datum	Titel	Wichtigste Themen
20. Oktober 2006	«Feinstaubminderung und Stromerzeugung im Rahmen der zukünftigen Energieversorgung»	<ul style="list-style-type: none"> • Aktionsplan Feinstaub • Kampagne FairFeuern AR • Praxiserfahrungen Abscheider • Pellet-Brennwerttechnik
12. September 2008	«Ökonomie, Technik und Luftreinhaltung»	<ul style="list-style-type: none"> • Holzenergieförderung • Festbettvergaser • Elektroabscheider Öfen • Nass-Elektrofilter
17. September 2010	«Potenzial und Technik zur Holzenergie-Nutzung»	<ul style="list-style-type: none"> • Holzpotenzial Schweiz • Strategie Feuerungshersteller • Charakterisierung Partikel • Einfluss Kaltstart und Teillast
14. September 2012	«Holzenergie-Nutzung in der Energiestrategie 2050»	<ul style="list-style-type: none"> • Energiestrategie 2050 • Strömungsoptimierung • Heissgasturbine 100 kW • Torrifizierung

Themen Holzenergie-Symposien

2014 bis 2020

Datum	Titel	Wichtigste Themen
12. September 2014	«Entwicklungen für Wärme, Kraft und Fernwärme aus Holz»	<ul style="list-style-type: none"> • 2050: Biotreibstoffe statt Wärme? • Betriebsüberwachung Abscheider • Holzpelletvergaser • Analyse Fernwärmenetze
16. September 2016	«Verwendungsoptionen und neue Entwicklungen»	<ul style="list-style-type: none"> • Abfallverordnung VVEA • Langzeitmessungen • Zytotoxizität Holz-Abgase • Optimierung Fernwärmenetze
14. September 2018	«Netzintegration, Vorschriften und Feuerungstechnik»	<ul style="list-style-type: none"> • Sektorkopplung Holzenergie • LRV-Revision 2018 • Speicher mit Phasenwechsel • Holzvergaser mit ORC Puidoux
11. September 2020	«Holzenergie für Wirtschaft und Klima und Innovationen zu Wärme, Strom und Pflanzenkohle»	<ul style="list-style-type: none"> • Holz und Energiestrategie 2050 • QS Support • Modellierung Holzheizungen • Pflanzenkohle

Schlussbemerkungen

- Wichtige Funktion an der Schnittstelle zwischen Praxis, Behörden und Forschung
- Trotz teilweise sehr spezifischen Themen war immer die Einordnung in einen grösseren Zusammenhang erkennbar
- Branche konnte immer Anregungen und Themen einbringen
- Viele «Problem-Themen», trotzdem war stets eine grosse Sympathie für die Holzenergie und die Biomasse spürbar
- Informeller Aspekt!

Dank

