

Lufthygienische Überprüfungen von neuen Stückholzkesseln

2003 - 2009

1. Einleitung:

Nach umfangreichen Vorarbeiten, aus denen die lufthygienische Bedeutung einer sachgerechten Bedienung und optimalen Einstellung klar erkennbar war, konnte im Herbst 2003 mit der systematischen, messtechnischen Überprüfung von neuen Stückholzkesseln begonnen werden. Die ersten, im Messjahr 2003/2004 (1.7.2003 bis 30.6.2004) ermittelten Ergebnisse wurden einer detaillierten Analyse unterzogen (siehe auch: Bericht „Ergebnisse von Emissionsmessungen an neuen Stückholzkesseln im Messjahr 2003/2004“ – Internet: www.vorarlberg.at/luftreinhaltung Archiv). Dabei zeigte sich, dass zwar „nur“ ca 15 % der überprüften Anlagen als eindeutige Beanstandungen (CO-Beurteilungswert über 3.000 mg/Nm³ - bezogen auf 13 % O₂) im Sinne der geltenden Vorschriften einzustufen waren. In Hinblick auf die tatsächlichen Emissionen war aber davon auszugehen, dass zusätzlich mindestens ein Viertel aller Anlagen aus lufthygienischer Sicht nicht optimal betrieben wurden. Auf die umfangreichen Ausführungen zu den messtechnischen Problemstellungen (Stichworte: Hohlbrand, Fehleinstellungen und Defekte – Einflüsse, die zwar zu erhöhten Emissionen beitragen, die aber nicht unbedingt mit einer Überschreitung des großzügig festgesetzten Grenzwertes verknüpft sein müssen) wird in diesem Zusammenhang hingewiesen. Insgesamt war somit festzuhalten, dass zumindest 40 % der neuen Stückholzkessel (Baujahre 2000 und neuer) bei sorgfältigem Betrieb vermeidbare überhöhte Emissionen aufwiesen. Im Vergleich zu den ersten Erhebungen, bei denen etwa 70 % der Anlagen CO-Emissionen über 3.000 mg/Nm³ zeigten, konnte somit zwar eine markante Verbesserung festgestellt werden; weitere Emissionsminderungen erschienen jedoch noch konkret erreichbar.

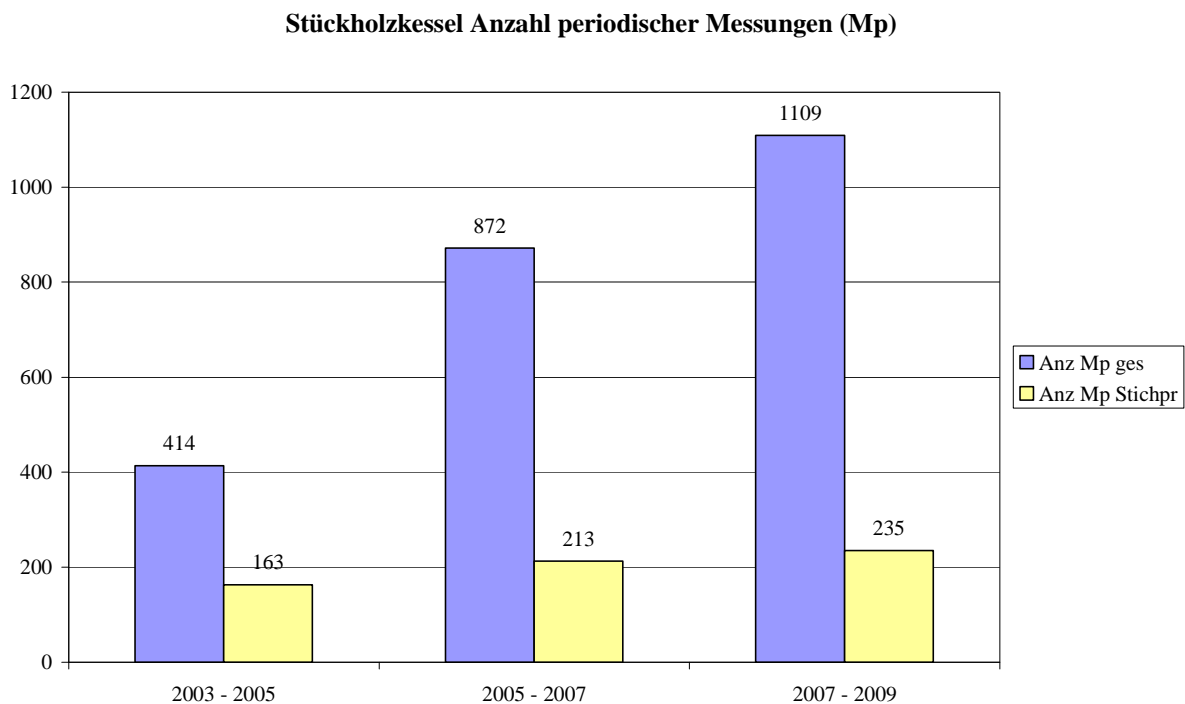
In dieser Arbeit wird nunmehr versucht, die auf Basis der zwischenzeitlich vorliegenden Überprüfungsergebnisse abschätzbaren Verbesserungen sachlich korrekt darzulegen. Unter Berücksichtigung der methodischen Einflüsse stellt sich dieses Vorhaben wesentlich komplexer dar, als es auf den ersten Blick erscheinen mag. Neben den ohnedies gegebenen, bereits kurz erwähnten mess- und betriebstechnischen Unsicherheiten müssen nämlich auch subjektiv geprägte unterschiedliche Einflüsse der einzelnen Kontrollorgane berücksichtigt werden. Zwar wurde bei der Ausarbeitung der Messrichtlinien versucht, möglichst klare und einheitliche Vorgaben zu definieren. Bei der Analyse der vorliegenden Messreihen zeigte sich jedoch, dass dieser Versuch nur teilweise erfolgreich war. Neben anfangs vielfach nicht ausgewiesenen bzw nicht entsprechend korrigierten Messbereichsüberschreitungen mussten primär in den ersten Messjahren fehlende und mangelhafte Dokumentationen diverser Eingriffe (insbesondere Messwiederholung nach Hohlbrandereignissen) berücksichtigt werden. Hinzu kommt, dass sich die ursprünglich im Interesse der Betreiber gewünschte Minimierung der Beanstandungen auf Fehleinstellungen und Defekte, die ohne Befassung von Fachfirmen nicht behebbar waren, in Folge des hohen Zeitaufwandes als praktisch nicht vollständig durchführbar erwies. Daraus resultiert eine im Verlauf der Jahre steigende Tendenz zu ausgewiesenen Beanstandungen. Umgekehrt ergibt

sich für die „unklaren“, im Folgenden als „bedingt ordnungsgemäß“ bezeichneten Fälle von anzunehmenden Grenzwertüberschreitungen eine Abnahme.

2. Ergebnisse:

Da die neuen Stückholzkessel nach den geltenden Vorschriften in 2-jährigen Abständen periodisch zu überprüfen sind, werden die vorliegenden Ergebnisse vorerst jeweils auf einen Zeitraum von 2 Jahren zusammengefasst. Wegen der größeren Anzahl von Messreihen erscheint dadurch auch ein besserer Vergleich zwischen den 3 Perioden möglich. Einschränkend ist allerdings auf die laufend hinzukommenden Neuanlagen und auf die im Zeitabschnitt 2003 bis 2005 gegebene Untererfassung hinzuweisen. Deutlich erkennbar sind diese Einflüsse auch in der nachstehenden Abbildung 1, in der die Anzahl der periodischen Überprüfungen im Vergleich gesamt und Stichprobe grafisch dargestellt ist. Die Stichprobe beinhaltet die Daten von 3 Kontrollorganen, die bereits in der ersten Überprüfungsperiode entsprechende Messungen in relativ großem Umfang vorgenommen haben.

Abbildung 1: Anzahl periodischer Überprüfungen in den 3 Vergleichszeiträumen



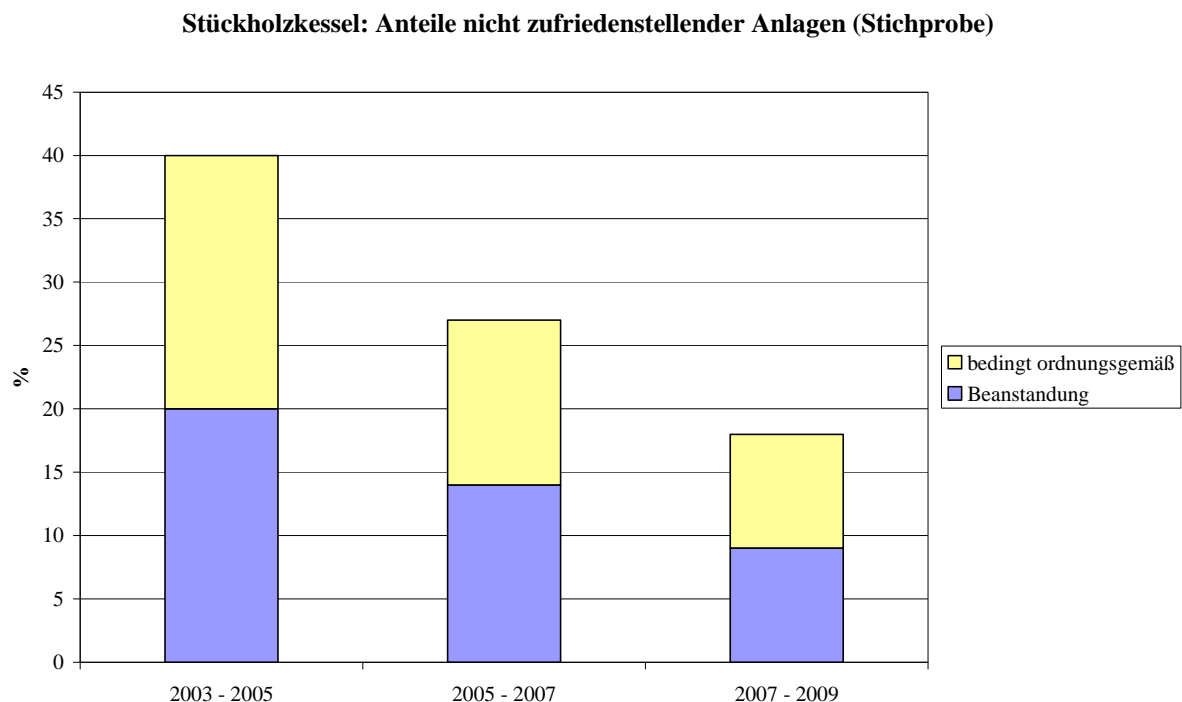
Aus dieser Abbildung ist insbesondere abzuleiten, dass auch im Zeitabschnitt 2005 bis 2007 eine erhebliche Anzahl von neu erfassten Anlagen enthalten ist. Im Gegensatz dazu ist der – im Vergleich zu 2005 bis 2007 gesehen – relativ geringe Anstieg der Überprüfungen in der letzten Auswertungsperiode primär auf neu installierte Anlagen zurückzuführen. Die aus diesen Änderungen resultierenden Einflüsse, die eine Bewertung des Erfolges der Kontrollen auch erschweren, sind bei der ausgewählten Stichprobe in wesentlich geringerem Ausmaß zu erwarten. Hinzu kommen selbstverständlich auch die einleitend kurz skizzierten Unsicherheiten, die bei den ausgewählten Kontrollorganen wegen der merklich besseren Dokumentation diverser Zwischenfälle ebenfalls deutlich kleiner als bei der Gesamtheit abzuschätzen sind. Aus

den genannten Gründen erscheint es zweckmäßig, vorerst auf Basis der Stichprobe die zeitliche Entwicklung darzustellen.

2.1 Abschätzung der durch die bisherigen Kontrollen erreichten Emissionsminderung:

In der folgenden Abbildung 2 sind die jeweiligen Anteile der beanstandeten Anlagen (CO-Beurteilungswert über 3.000 mg/Nm³ - bezogen auf 13 % O₂) und der als „bedingt ordnungsgemäß“ einzustufenden Anlagen grafisch dargestellt. In die Kategorie „bedingt ordnungsgemäß“ wurden dabei Anlagen eingeordnet, bei denen die Beanstandung an Ort und Stelle durch Zerstörung der Brückenbildung (Behebung Hohlbrand) behoben wurde. Weiters sind in dieser Kategorie auch Anlagen mit sonstigen Anmerkungen (zB Holz zu klein, Defekt ...) und Anlagen mit CO-Beurteilungswerten zwischen 2.000 und 3.000 mg/Nm³, bei denen seitens der Kontrollorgane keine Anmerkungen angeführt wurden, enthalten. Die zuletzt genannten Zahlen umfassen den gemäß der Richtlinie für die Überprüfung von Heizungsanlagen festgelegten, über dem Grenzwert der Verordnung liegenden Toleranzbereich.

Abbildung 2: Beanstandungsanteile – Stichprobe 3 Kontrollorgane

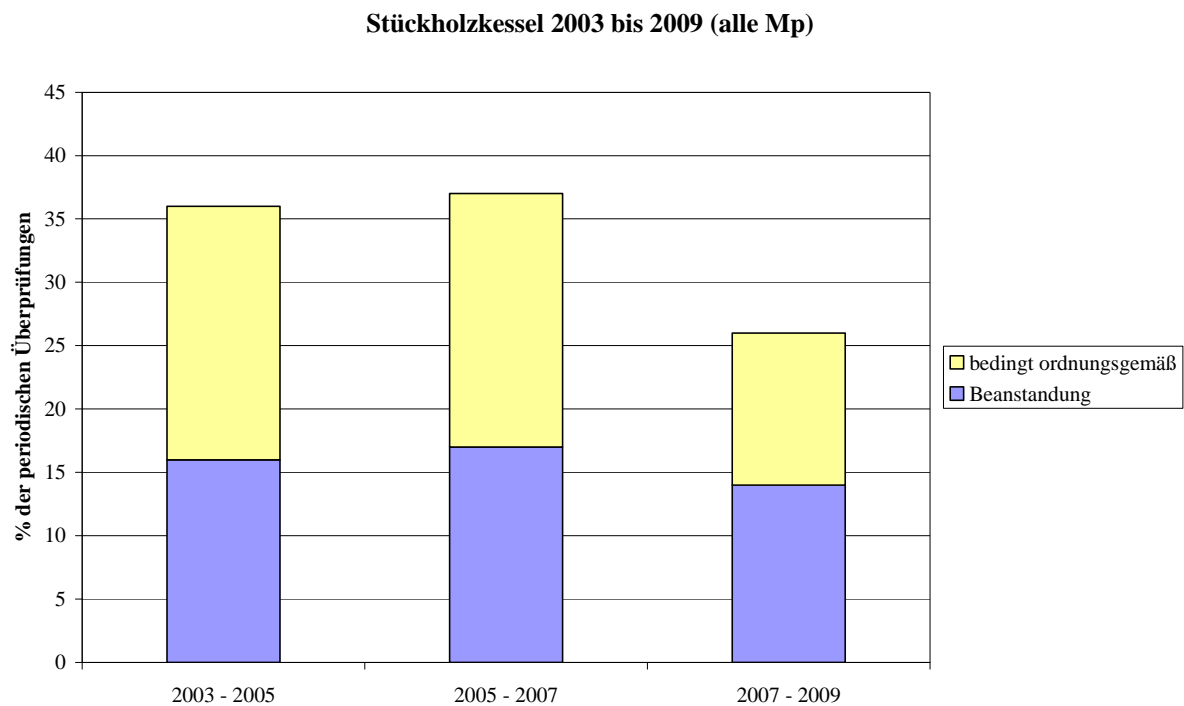


Wie ersichtlich konnten im Berichtszeitraum deutliche Verbesserungen erreicht werden. Da bei dieser Stichprobe der Anteil neuester Anlagen, bei denen auf Grund der laufenden technischen Entwicklung bessere Ergebnisse erwartet werden können (siehe auch Abschnitt 2.2.1), vergleichsweise niedrig ist und da ein Großteil des „älteren“ Bestandes bereits in der ersten Überprüfungsperiode erfasst wurde, kann die Reduktion des Anteils der nicht zufriedenstellenden Anlagen (diese Bezeichnung wird auch im Folgenden für die Summe der beanstandeten und der bedingt ordnungsgemäßen Anlagen verwendet) überwiegend der Kontrolltätigkeit zugeordnet

werden. Entsprechend den bekannten Relationen (CO-Mittelwerte bei Beanstandung ca 5.500 mg/Nm³; CO-Mittelwerte bei ordnungsgemäßigem Betrieb ca 500 mg/Nm³) ergab sich bei der Stichprobe eine Absenkung der CO-Mittelwerte aus allen periodischen Messungen von 2.200 mg/Nm³ (2003 bis 2005) auf 1.300 mg/Nm³ (2007 bis 2009).

Bei einer analogen Auswertung aller Messdaten zeigen sich in der folgenden Abbildung 3 im Vergleich zu Abbildung 2 deutliche Abweichungen.

Abbildung 3: Beanstandungsanteile – Gesamtheit der periodischen Messungen



Die in der Säule 2003 – 2005 erkennbaren Unterschiede zu Abbildung 2 sind – wie bereits erwähnt – einerseits mit dem Bemühen um Minimierung der Beanstandungen und andererseits mit teilweise fehlenden Dokumentationen (der als „bedingt ordnungsgemäß“ zu bezeichnende Anteil ist dadurch mit Sicherheit zu niedrig) plausibel erklärbar. Die in der Säule 2005 – 2007 auffallend höheren Werte stehen mit hoher Wahrscheinlichkeit primär mit dem überproportionalen Anteil an Ersterfassungen in Zusammenhang. Nicht ganz eindeutig kann hingegen der merkliche Unterschied zwischen den Beanstandungsanteilen der Säulen 2007 – 2009 (9 bzw 14 %) interpretiert werden. Ein Teil der höheren Werte ist zwar vermutlich auch wie im Abschnitt 2005 – 2007 auf neu erfasste „ältere“ Anlagen (ca 50 Messreihen) zurückzuführen. Daneben müssen insbesondere bei der Stichprobe aber auch statistische Unsicherheiten in Erwägung gezogen werden. Dafür sprechen auch die zahlreichen Erfahrungen mit anderen Heizungsüberprüfungen, bei denen vielfach nur zu Beginn der Kontrollen deutliche Verbesserungen zu registrieren waren (siehe auch www.vorarlberg.at/Luftreinhaltung aktuelle Berichte). Die aus Abbildung 2 ableitbare Verbesserung, die in etwa einer Minderung der durchschnittlichen CO-Emissionskonzentration von 40 % entspricht, erscheint unter diesem Blickwinkel eher

etwas zu optimistisch. Bei einem pessimistischen Rechenansatz (CO-Mittelwerte aller Messdaten aus den Vergleichszeiträumen 2003 – 2005 bzw 2007 – 2009) reduziert sich die erreichte Minderung auf 20 %. Wegen der genannten unterschiedlichen Häufigkeiten der Hohlbrandbehebungen ist dieser Wert aber mit Sicherheit zu niedrig. Realistisch erscheint mit Hinweis auf Abschnitt 2.3 eine Größenordnung von 25 %.

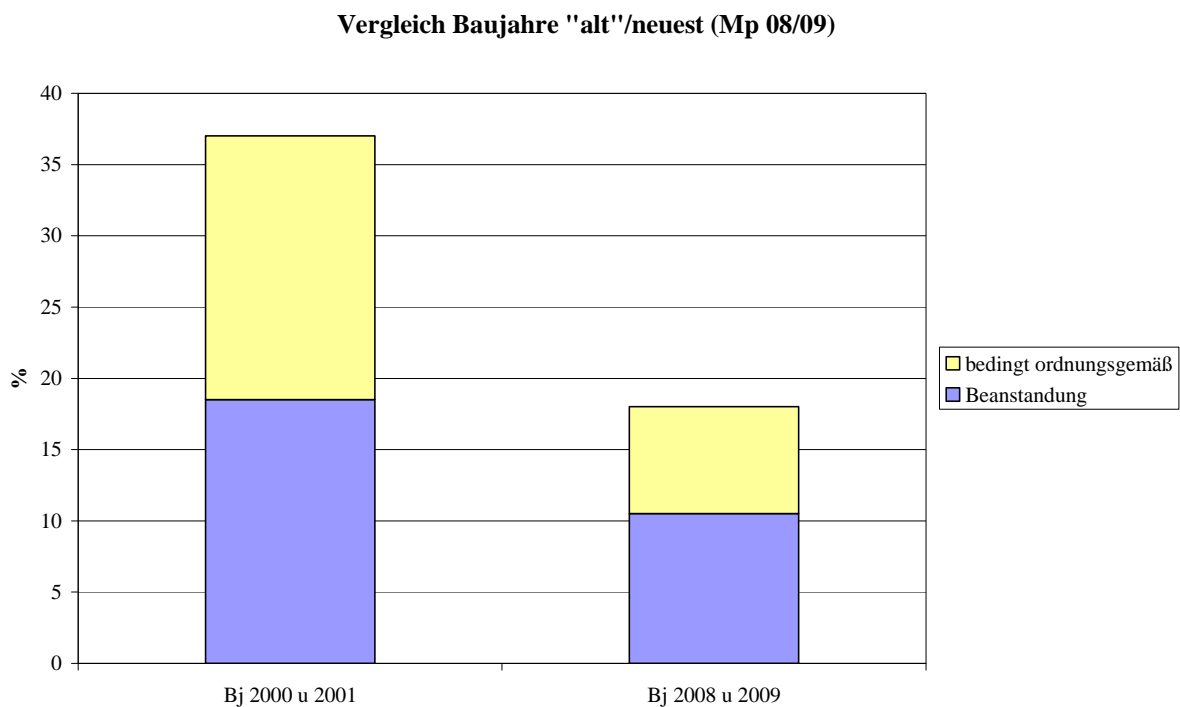
2.2 Anlagentechnische Einflüsse:

Neben den bekannten, bereits in der einleitend genannten Arbeit untersuchten Parametern Lambdasonde und Fabrikat war bei einer ersten Sichtung der Daten erkennbar, dass auf Grund der raschen technischen Entwicklung auch das Alter der Anlagen von Bedeutung ist. Dies obwohl gemäß der geltenden gesetzlichen Vorgabe nur Neuanlagen periodisch zu überprüfen sind. Zu beachten ist selbstverständlich, dass die anlagentechnischen Einflüsse durch andere Kriterien wie Wartung und Bedienung sowie durch mess- und betriebstechnische Bedingungen überlagert werden. Da die neuesten Messungen (Messperiode 2008/2009) doch eine beachtliche Anzahl von 522 Messreihen umfassen, erscheint die im folgenden Unterabschnitt vorgenommene Analyse des Anlagenalters dennoch einigermaßen aussagekräftig.

2.2.1 Anlagenalter:

Für den folgenden, in Abbildung 4 dargestellten Vergleich waren je ca 100 Messreihen verfügbar.

Abbildung 4: Beanstandungsanteile nach Baujahrklassen



Wie ersichtlich müssen die Unterschiede als überraschend groß bezeichnet werden. Dies umso mehr, als ein großer Teil der „Altanlagen“ bereits zumindest einmal, teilweise auch schon zweimal periodisch überprüft wurde. Bei den neuesten Anlagen

handelt es sich ausschließlich um erstmals vorgenommene Prüfungen, bei denen erfahrungsgemäß tendenziell eher höhere Beanstandungsquoten zu verzeichnen sind. Einschränkend zu erwähnen sind in diesem Zusammenhang die im Gegensatz zu anderen Heizsystemen im Zuge der Förderung seit dem Jahr 2003 notwendigen Abnahmemessungen, die wahrscheinlich auch zum guten Ergebnis der neuesten Anlagen beitragen haben und die – wie bereits bei der im Jahr 2004 vorgenommenen Auswertung angeführt – insgesamt auch an der positiven Entwicklung beteiligt sind.

Durch diesen positiven Einfluss der Neuanlagen wird aber der Erfolg der Kontrollen nur in geringem Ausmaß geschmälert. Für das Messjahr 2008/2009 errechnet sich bei einer Ausblendung der neuesten Anlagen beispielweise ein Anstieg des Anteils nicht zufriedenstellender Anlagen von 26 auf 28 %. Die zuletzt genannte Zahl liegt immer noch deutlich unter dem Vergleichswert von 36 % (2005 bis 2007). Bei der Stichprobe (siehe Abbildung 2) resultiert in Folge des niedrigeren Anteils von neuesten Anlagen lediglich ein nicht signifikanter Anstieg von 18 auf 19 %.

2.2.2 Lambdasonden und Fabrikate:

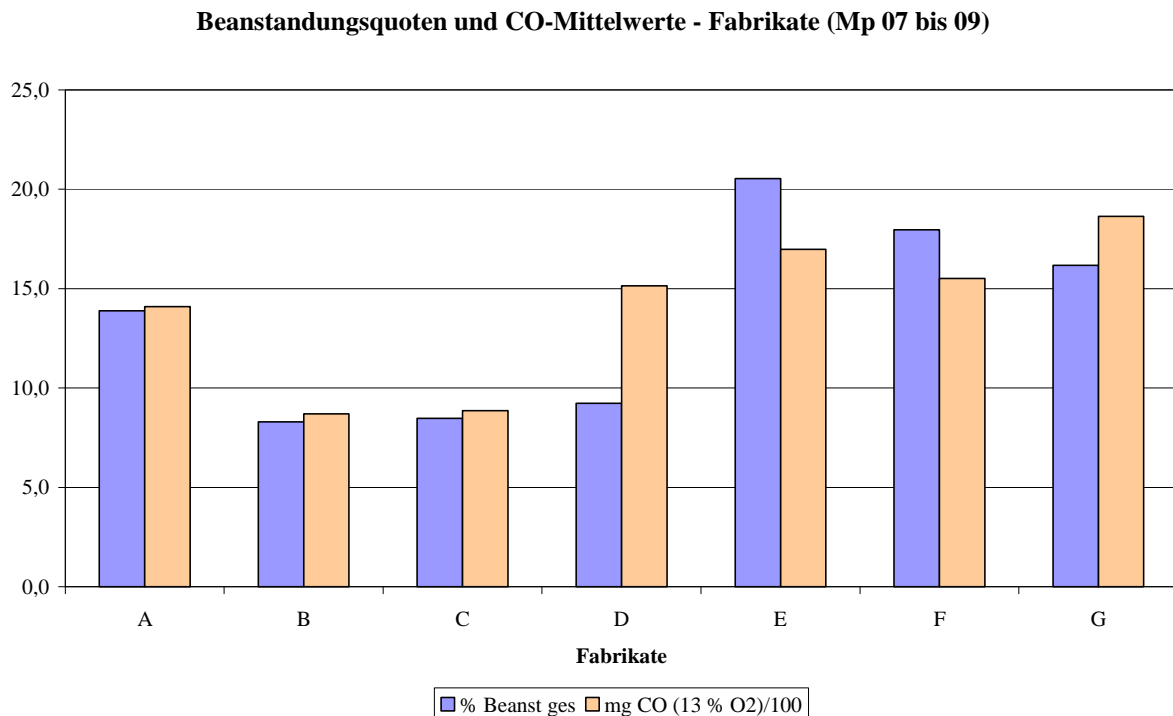
Die auf Basis der neuesten Messdaten durchgeführten Untersuchungen zur Ausstattung mit Lambdasonden bestätigen im Wesentlichen die früheren Ergebnisse. Danach zeigen die mit Lambdasonden betriebenen Anlagen etwas bessere Ergebnisse. Die Unterschiede sind jedoch mit Verhältniszahlen von 27 bzw 20 % (Anteile nicht zufriedenstellender Anlagen) nicht sehr groß. Gleiches gilt auch für die CO-Mittelwerte, die bei Anlagen ohne Lambdaregelung ca 1.600 und bei Anlagen mit Lambdasonden ca 1.250 mg/Nm³ betragen.

Bereits die im Jahr 2004 durchgeführte erste Auswertung nach Fabrikaten zeigte wider Erwarten deutliche Unterschiede. In Folge der nunmehr wesentlich größeren Anzahl von Messreihen erscheint eine solche Untersuchung besser gesichert. Bei Einbeziehung der Messdaten des Messjahres 07/08 können für die folgende Auswertung insgesamt 1.109 Messreihen (siehe auch Abbildung 1) herangezogen werden. Diese Messreihen verteilen sich auf 35 Fabrikate, wobei aus statistischen Gründen lediglich die 7 häufigsten Marken, die in Summe aber immerhin 854 Messreihen beinhalten, für die weitere Analyse verwendet werden. Bei diesen 7 Fabrikaten sind jeweils mehr als 50 Beurteilungswerte (exakt zwischen 59 und 325) verfügbar, wobei auf eine weitere Sortierung (zB nach Lambdasonde oder nach Baujahr) vorerst verzichtet wird. Hinsichtlich Lambdasonde wird mit Hinweis auf den vorigen Absatz noch ergänzend bemerkt, dass die bei 3 Fabrikaten mögliche, versuchsweise vorgenommene differenzierte Auswertung keine signifikante Abweichung von den oben genannten Relationen ergab. Hinzu kommt, dass die Ausstattung mit Lambdaregelungen vielfach auch mit dem Fabrikat verknüpft ist, sodass auch bei einem Vergleich der Fabrikate mögliche Einflüsse einer Lambdaregelung zumindest teilweise berücksichtigt werden.

Die Ergebnisse der markenbezogenen Auswertung, die neben den Beanstandungsanteilen (CO-Beurteilungswert > 3.000 mg/Nm³ - bezogen auf 13 % O₂; Angaben in % - bezogen auf die jeweilige Marke) auch die CO-Mittelwerte

(Angaben aus Gründen der besseren Optik in mg/Nm^3 dividiert durch 100) enthält, sind in der nachstehenden Abbildung 5 zusammengestellt.

Abbildung 5: Beanstandungsanteile und CO-Mittelwerte nach Fabrikaten



Wie ersichtlich zeigten die Marken B und C deutlich niedrigere Emissionswerte. Beim Fabrikat D und deutlich abgeschwächt auch beim Fabrikat F waren im Vergleich zu den Beanstandungsquoten relativ hohe CO-Mittelwerte zu verzeichnen. Diese Abweichungen sind nicht auf einzelne Extremwerte (die CO-Messdaten umfassen insgesamt einen weiten Bereich zwischen ca 10 [Nachweisgrenze] und 27.000 mg/Nm^3), die gerade beim CO mitunter zu einer verzerrten Darstellung beitragen, sondern auf mehrfach feststellbare sehr hohe CO-Konzentrationen in einem Bereich zwischen 5.000 und 8.000 mg/Nm^3 zurückzuführen. Bei den Fabrikaten E und F, bei denen etwa jede fünfte bis sechste Anlage beanstandet werden musste, weichen die CO-Mittelwerte hingegen kaum von den übrigen Anlagen A, D und G ab. Die zuletzt genannten Anlagen werden – ausgehend von den verfügbaren Angaben – durchwegs ohne Lambdaregelung betrieben. Diese zeigen zwar ungünstigere Werte als die Marken B und C; im Vergleich zu E und F, bei denen wie bei B und C zahlreiche Anlagen mit Lambdaregelung enthalten sind, zeigen sich jedoch keine wesentlichen Abweichungen. Insgesamt konnte kein ausgesprochen „schlechtes“ Fabrikat ermittelt werden. Auch beim Fabrikat mit den vergleichsweise höchsten Beanstandungsquoten entsprachen ca 80 % der Anlagen den festgelegten Mindestanforderungen.

Die zusätzliche Untergliederung der fabrikatsbezogenen Auswertung nach Anlagenalter ergab im Großen und Ganzen erwartungsgemäß keine Hinweise auf wesentliche Änderungen. Als auffallende Ausnahme ist das Fabrikat E zu nennen, bei dem im Messjahr 08/09 11 von 12 „Altanlagen“ (Baujahre 2000 und 2001) als nicht zufriedenstellend zu bewerten waren. Bei den neusten Anlagen entsprachen hingegen

alle 8 überprüften Anlagen ohne Einschränkungen den in Abschnitt 2.1 definierten Anforderungen. Trotz der geringen Anzahl von Vergleichswerten erscheint in diesem Fall eine anlagentechnische Verbesserung plausibel. Diese Änderungen sind im Übrigen auch in einem beachtlichem Ausmaß an den in Abbildung 4 dargestellten Unterschieden zwischen „alt“ und neu beteiligt. Bei einer Weglassung von Fabrikat E würden nämlich statt 37 bzw 18 % Vergleichszahlen von 30 bzw 20 % resultieren.

In Hinblick auf die in Abschnitt 2.1 dargelegte zeitliche Entwicklung der Emissionen sind mögliche Änderungen bei den Marktanteilen der einzelnen Fabrikate als eher vernachlässigbare Größe einzustufen, zumal die „lufthygienisch besseren“ Marken B und C praktisch konstante Anteile von ca 35 % aufweisen. Bei den Lambdaregelungen zeigt sich hingegen bei den neueren Anlagen eine Tendenz zu einem vermehrten Einsatz solcher Systeme. Diese Entwicklung könnte durchaus auch an den in Abschnitt 2.2.1 aufgezeigten besseren Ergebnissen der neuesten Anlagen beteiligt sein. Eine über den bereits dargelegten, vergleichsweise geringen Einfluss hinausgehende Auswirkung auf die zeitliche Entwicklung der Emissionen kann jedoch ausgeschlossen werden.

2.3 Bedienung und Wartung

Ausgehend von den bisher angeführten Ergebnissen erscheint die Schlussfolgerung, dass die seit Kontrollbeginn erreichten Verbesserungen nur in geringem Umfang durch anlagentechnische Einflüsse erklärbar sind, naheliegend. Der enorme Einfluss von Bedienung und Wartung auf die Emissionen von Substanzen der unvollständigen Verbrennung – dazu zählen neben der messtechnisch einfach erfassbaren Leitsubstanz CO insbesondere auch die lufthygienisch bedeutsamen Feinstäube und eine Vielzahl von gasförmigen organischen Verbindungen – ist aus vielen Untersuchungen bekannt. Mit Hinweis auf die Arbeiten „Feinstaubemissionen von Heizungsanlagen“ und „Feinstaub – „Richtig Heizen“ mit Holz“ (siehe auch aktuelle Berichte www.vorarlberg.at/Luftreinhaltung) wird wiederholt, dass in Hinblick auf den Parameter Feinstaub insbesondere die weitgehende Vermeidung sehr hoher CO-Werte (über ca 3.000 mg/Nm³) von entscheidender Bedeutung ist.

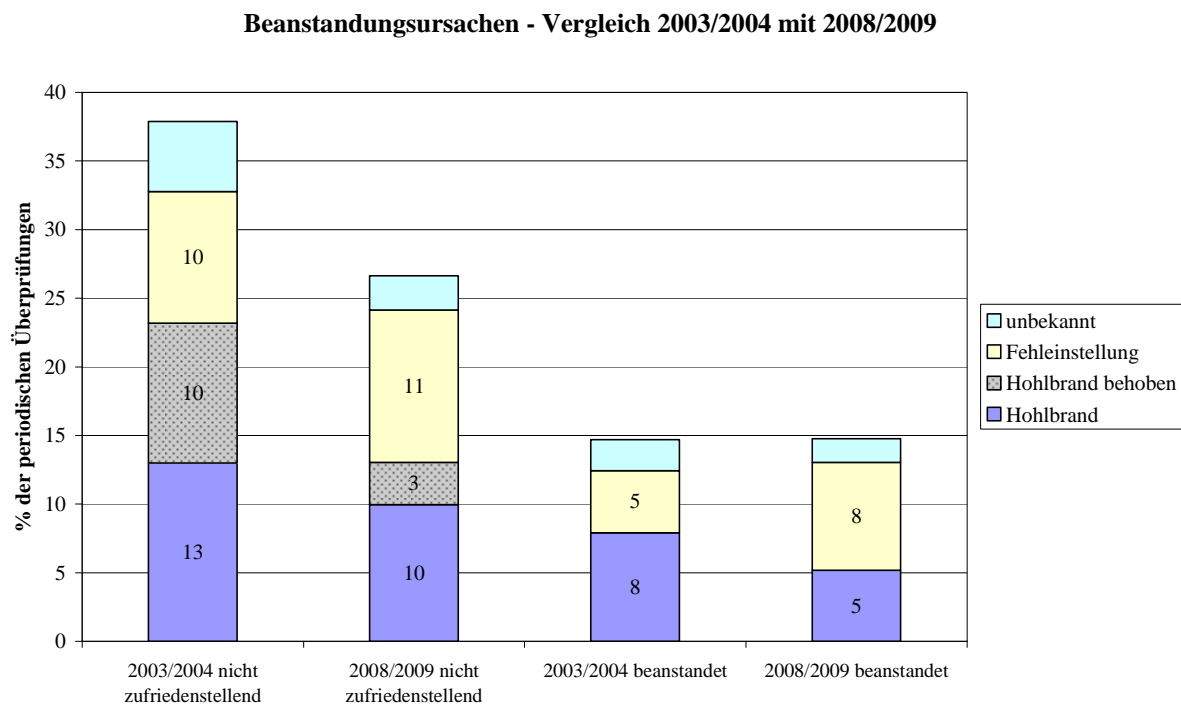
Darüber hinaus ist entsprechend dem Vorsorgeprinzip die Vermeidung unnötiger Emissionen generell anzustreben. Festzuhalten ist in diesem Zusammenhang, dass auf Grund der Prüfstandsuntersuchungen bei nahezu allen installierten Stückholzkesseln CO-Beurteilungswerte unter 1.000 mg/Nm³ erreichbar sein müssten. Ein Teil des vorhandenen Minderungspotenzials ist somit in Folge der großzügigen Grenzwertfestlegung nur eingeschränkt nutzbar. Eine diesbezüglich wünschenswerte differenzierte Analyse mit zusätzlicher Berücksichtigung der in der Überschrift genannten Faktoren ist mit Hinweis auf die einleitend genannten Einschränkungen leider nicht möglich.

Eine gewisse diesbezügliche Orientierung kann allenfalls aus einem Vergleich der einleitend erwähnten umfangreichen Analyse der Messdaten des Messjahres 2003/2004 mit den neuesten Ergebnissen abgeleitet werden. Dies deshalb, da wegen der am 1.7.2008 erfolgten Änderung der Messrichtlinie, die unter Anderem auch den Wegfall der verpflichtenden Wiederholungsmessung bei Hohlbrand beinhaltet,

diesbezüglich fehlende oder mangelhafte Dokumentationen nicht mehr in größerem Ausmaß zum Tragen kommen. Eine erneute Analyse aller Messdaten der letzten 5 Messjahre – analog zum Messjahr 2003/2004 – war wegen des großen, damit verbundenen Arbeitsaufwandes nicht realisierbar.

Die Ergebnisse dieser Auswertung werden in der nachstehenden Abbildung 6 sowohl für die beanstandeten Anlagen mit Grenzwertüberschreitungen als auch für alle, als nicht zufriedenstellend einzustufenden Anlagen grafisch dargestellt.

Abbildung 6: Vermutliche Beanstandungsursachen 2003/2004 und 2008/2009



Obwohl die ausgewiesenen Beanstandungsquoten aus bereits dargelegten Gründen praktisch gleichbleibend sind, kann in Übereinstimmung mit den bisherigen Auswertungen insbesondere durch den Rückgang in der Kategorie „Hohlbrand behoben“ eine merkliche Emissionsminderung aus den Ergebnissen abgeleitet werden. Dies deshalb, da bei den an Ort und Stelle vorgenommenen Behebungen von Hohlbränden durchwegs mit angetroffenen Betriebszuständen, die mit weit erhöhten Emissionen verbunden sind, zu rechnen ist. Der Anteil der Anlagen, die bei den Überprüfungen mit sehr hohen CO-Emissionen betrieben wurden, ist somit im zeitlichen Vergleich von ca 25 auf ca 18 % zurückgegangen. Bei den Anlagen, die nicht optimal mit vergleichsweise mäßig erhöhten Emissionen (ohne Grenzwertüberschreitung) betrieben wurden, errechnet sich ein Rückgang von 13 auf 8 %. Dies entspricht insgesamt etwa einer Absenkung der CO-Mittelwerte um 25 %. Primär ist dieser Erfolg dem Bereich „Hohlbrand“, der in erster Linie mit der Bedienung der Anlagen in Zusammenhang steht, zuzuordnen. Die im Zuge der Überprüfungen durchgeführte Beratung der Betreiber zeigt offensichtlich doch eine gewisse positive Wirkung.

Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, dass – wie bereits einleitend erwähnt – es gemäß der ursprünglichen Anleitung bei den ersten Überprüfungen im Idealfall eigentlich keine Beanstandungen mit der Ursache „Hohlbrand“ hätte geben sollen. Der eindeutig feststellbare Rückgang ist unter diesem Aspekt erstaunlich, zumal zudem bei den neuesten Messungen in Folge des Wegfalls der verpflichtenden Wiederholungsmessung eher ein Anstieg der diesbezüglichen Beanstandungen hätte erwartet werden müssen. Wie aus Abbildung 6 ersichtlich wurden im Messjahr 2008/2009 dennoch mehrere erfolgreiche Behebungen von Hohlbränden dokumentiert. Die individuell geprägten Unterschiede müssen deshalb auch bei der Interpretation der neuesten Ergebnisse als Unsicherheitsfaktoren berücksichtigt werden. Da diese Unsicherheiten in Summe doch eher einen gegenteiligen Effekt bewirken, erscheint der bei der Ursache „Hohlbrand“ erreichte Erfolg trotz der zahlreichen Probleme, die eine eindeutige Bewertung erschweren, in hohem Ausmaß gesichert.

Bei der Ursache „Fehleinstellung“, die hauptsächlich mit der nicht optimalen Wartung der Anlagen in Verbindung zu bringen ist, zeichnen sich hingegen keine Verbesserungen ab. Einschränkend ist in diesem Zusammenhang zu erwähnen, dass bei der Abgrenzung zwischen den einzelnen Ursachen gewisse Unschärfen nicht vermeidbar sind. Beispielsweise könnten mehrere als Fehleinstellung eingestufte Messreihen mit durchgehend hohen O₂-Werten auch mit einem länger andauernden Hohlbrand in Zusammenhang stehen. Hinzu kommen auch die für eine derartige Auswertung nur bedingt vergleichbaren Anlagenkollektive (08/09 – wesentlich größere Anzahl von Messungen, größere Anzahl von Kontrollorganen...).

Trotz dieser Einschränkungen kann das für die Ursache „Fehleinstellung“ ermittelte Ergebnis als durchaus erwartungsgemäß bezeichnet werden. Die an automatisch beschickten Anlagen, bei denen die richtige Einstellung das entscheidende Kriterium ist, vorliegenden Ergebnisse (siehe Internet) zeigen nämlich einen ähnlichen Verlauf. Nach großen, anfangs erreichbaren Verbesserungen konnte bei der weiteren Fortsetzung der Kontrolle vielfach nur noch das Niveau konstant gehalten werden. Auf die bereits mehrfach dargelegte Problematik des laufenden „Umkippen“ von Anlagen (Defekte, Abnutzungserscheinungen, Verschmutzungen) und der damit verknüpften Tendenz zu einem Anstieg der Beanstandungen wird in diesem Zusammenhang hingewiesen.

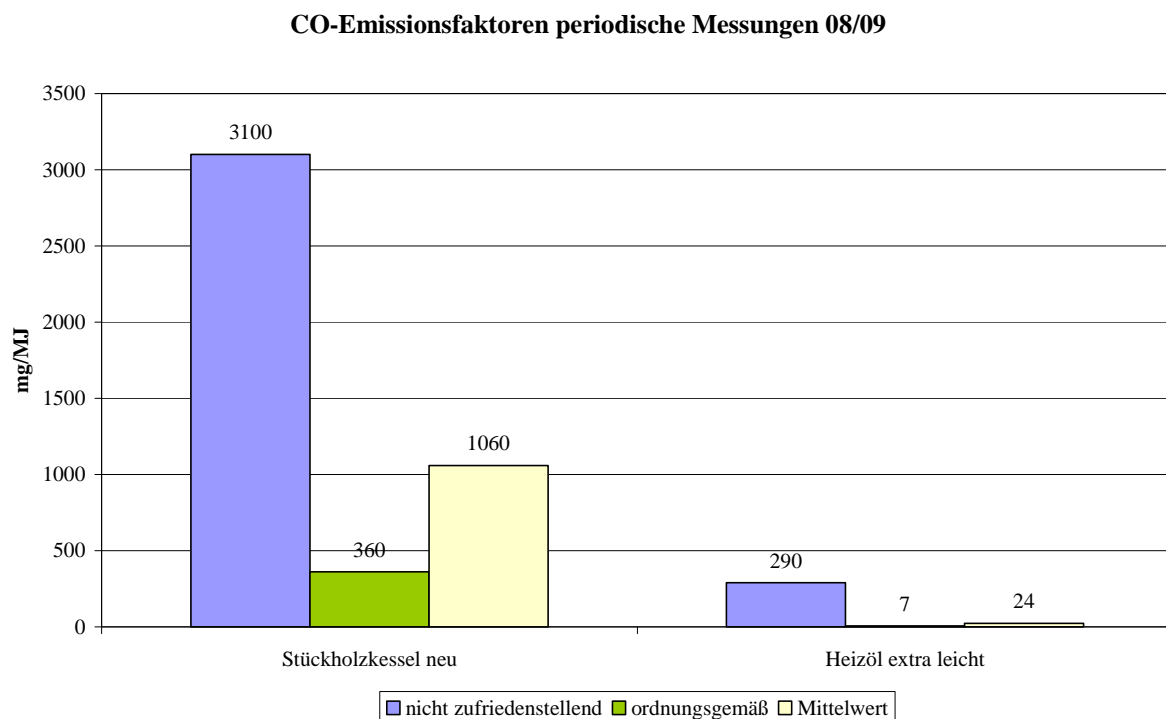
Die bei anderen Systemen (zB ältere Öl- und Hackguthheizungen) ebenfalls wichtige Ursache für die Abschwächung von Verbesserungen „schwer sanierbar“ sollte bei den neuen Stückholzkesseln eigentlich vernachlässigbar sein. Eine genauere diesbezügliche Analyse ist auf Basis der verfügbaren Daten zwar nur sehr eingeschränkt möglich. Die Tatsache, dass ca 9 % der im Zeitraum 2003 bis 2009 dreifach überprüften Anlagen bei jeder Überprüfung nicht zufriedenstellende Ergebnisse zeigten (dies entspricht immerhin etwa einem Viertel aller Beanstandungen dieser Gruppe), muss aber eher dahingehend interpretiert werden, dass – obwohl neu und typengeprüft – vermutlich doch ein kleiner Teil der Anlagen letztlich als „schwer sanierbar“ einzustufen ist. Unter Berücksichtigung der Überlagerung durch andere Einflüsse (zB mehrfache Fehlbedienung, mangelhafte Beratung, sonstige mess- und betriebstechnische Randbedingungen) und der relativ geringen Anzahl von Messungen

an den gleichen Anlagen (maximal 3) kann dieser Einfluss aber doch als zumindest nicht sehr gravierend abgeschätzt werden. Dies hat unter Anderem auch zur Folge, dass die bereits im vorigen Absatz erwähnte Tendenz zu zahlreichen Neubeanstandungen in hohem Ausmaß zum Tragen kommt und dass deshalb auch eine laufende Überprüfung in Hinblick auf eine dauerhafte Minimierung der Emissionen von erheblicher Bedeutung ist.

3. Zusammenfassende Diskussion der Überprüfungsergebnisse und Ausblick:

Auf Grund der durchgeführten Analysen kann festgehalten werden, dass durch die seit 2003 laufenden **periodischen Überprüfungen eine merkliche Verbesserung der CO-Emissionswerte** erreicht werden konnte. Diese positive Entwicklung ist in erster Linie auf die **beachtliche Reduktion der Hohlbrandereignisse** zurückzuführen. Da die Hohlbrandproblematik primär mit der **Bedienung der Anlagen** in Zusammenhang steht, erscheint der Rückschluss auf eine zumindest teilweise **erfolgreiche Beratung der Betreiber** berechtigt. In Anbetracht der immer noch vergleichsweise hohen Emissionen und dem beachtlichem Minderungspotenzial der Stückholzkessel erscheinen aus der Sicht der Luftreinhaltung weitere Anstrengungen in diesem Bereich angebracht. Dies wird auch durch die nachstehende Grafik (Abbildung 7) unterstrichen, in der die aus den neuesten Überprüfungsergebnissen berechneten Emissionsfaktoren für die Leitsubstanz Kohlenstoffmonoxid (CO) dargestellt sind.

Abbildung 7: CO-Emissionsfaktoren – Betriebszustand



Wie ersichtlich erscheinen durch die weitere Absenkung des Anteils nicht zufriedienstellender Anlagen, der im Segment der neuen Stückholzkessel aktuell ca 25 % beträgt, noch zusätzliche Emissionsminderungen erreichbar. Das Ausmaß dieser Minderung ist zwar bedeutend kleiner als die bisher bereits erreichte Reduktion, die

mit etwa 60 % im Vergleich zum Ausgangswert (Mittelwert ohne Kontrolle ca 2.800 mg CO/MJ; Istwert 1060 mg CO/MJ) abgeschätzt werden kann. Das noch vorhandene Minderungspotenzial von ca 700 mg CO/MJ ist insbesondere im Vergleich zu anderen Heizsystemen (in Abbildung 7 ist beispielhaft der Brennstoff Heizöl extra leicht, für den sich ein theoretisches Restpotenzial von 17 mg CO/MJ errechnet, angeführt) dennoch bemerkenswert.

Auch wenn auf Grund der vorliegenden Erfahrungen mit Kontrollmaßnahmen bei Heizungsanlagen das ausgewiesene, noch vorhandene Minderungspotenzial nur zum Teil umsetzbar ist (eine Reduktion des Mittelwertes auf ca 800 mg CO/MJ erscheint allenfalls noch konkret möglich), muss zudem auch die bekannte Problematik des **Wiederanstiegs der Beanstandungen** im Falle eines Verzichts auf weitere Kontrollen berücksichtigt werden. Dieser kann in Anbetracht des **hohen Anteils von Neubeanstandungen** näherungsweise mit ca 50 % abgeschätzt werden. Ausgehend vom aktuellen Stand (14 %) müsste demnach nach Ablauf einer Kontrollperiode (2 Jahre) mit einer Beanstandungsquote von ca 21 % bzw mit einem Anstieg der CO-Emissionen um ca 20 % gerechnet werden.

Bei den **Fabrikaten** zeigte die durchgeführte Auswertung **bemerkenswerte Unterschiede**. Durch eine Auswahl der besten Anlagen wäre somit in Zukunft gesehen theoretisch eine Emissionsminderung möglich. Praktisch ist jedoch eine derartige Maßnahme nicht umsetzbar, zumal auch die „schlechtesten“ Anlagen bei optimalen Betriebsbedingungen niedrige Emissionswerte aufweisen. Durch die allenfalls denkbare Verschärfung der Vorschriften über das Inverkehrbringen erscheinen ebenfalls keine nennenswerten Verbesserungen erreichbar, da die am Prüfstand ermittelten Werte in Folge der dominanten Bedienungs- und Wartungseinflüsse nur sehr bedingt Aussagen über die tatsächlichen Emissionen erlauben.

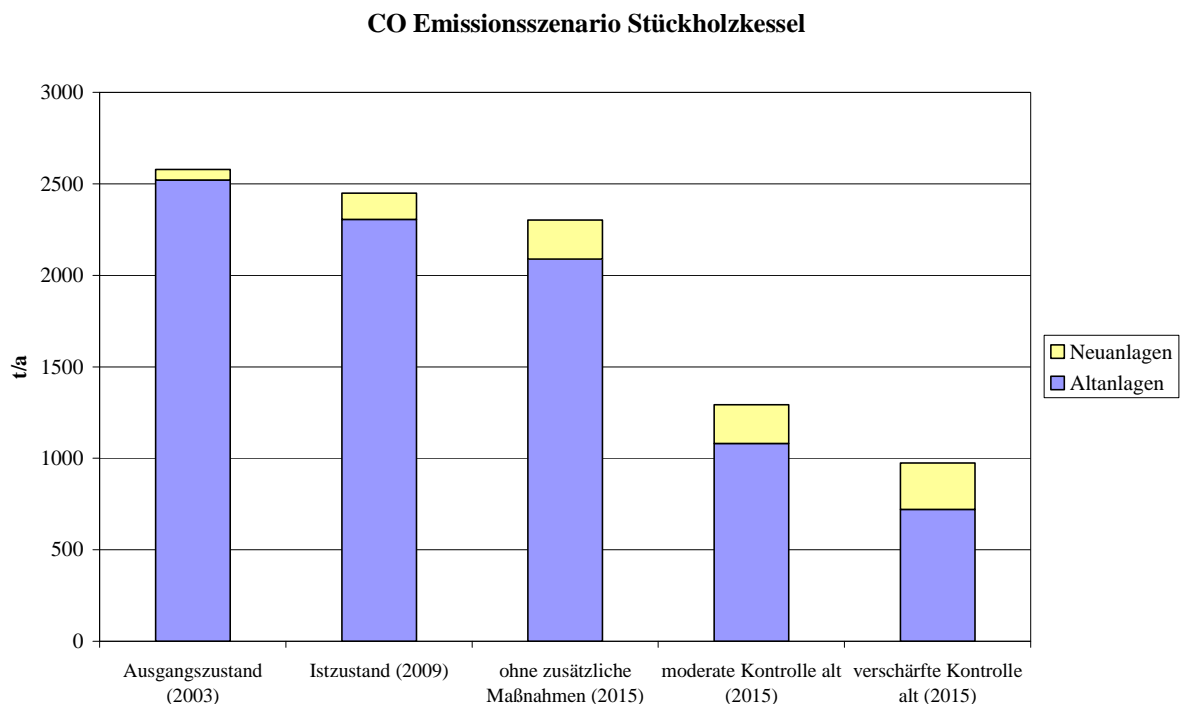
Zukünftig betrachtet erscheint, wie auch in der im Entwurf vorliegenden Artikel 15 a Vereinbarung der Bundesländer über das Inverkehrbringen und die Überprüfung von Feuerungsanlagen vorgesehen, eine **Ausdehnung der Kontrollpflicht auf die bislang nicht periodisch zu überprüfenden älteren Stückholzkessel wichtig**. Zwar ist ein Erreichen des Standards der Neuanlagen (ca 800 mg CO/MJ – siehe oben) nicht zu erwarten; eine wesentliche Reduktion der Emissionen auf ein Niveau von 1.500 bis 2.000 mg CO/MJ erscheint jedoch auf Basis der bereits mehrfach zitierten Studie von Joanneum Research (siehe beispielsweise auch „Feinstaubemissionen aus Heizungsanlagen“ – www.vorarlberg.at/Luftreinhaltung) und auch auf Grund eigener Stichprobenmessungen beim überwiegenden Teil der in Betrieb stehenden Hauptheizungen durchaus allein mit einer sorgfältigen Betriebsweise realisierbar.

Ausgehend von der genannten Studie ist nämlich derzeit für diese Anlagen eine durchschnittlicher Emissionsfaktor von 4.000 mg CO/MJ als reale Größenordnung einzusetzen, wobei auch die damals untersuchten neueren Stückholzkessel (Baujahre 1990 bis 1997), die bei der Typenprüfung durchwegs mit den neuesten Anlagen vergleichbare niedrige Emissionskennzahlen (unter 700 mg CO/MJ) aufwiesen, in Folge weit verbreiteter, nicht optimaler Bedienung und Wartung keine wesentlich

besseren Ergebnisse als die noch älteren Anlagen zeigten. Hinzu kommt, dass die Anzahl der älteren Anlagen und damit zusammenhängend der Brennstoffeinsatz wesentlich größer ist. Durch die laufende Erneuerung von Anlagen, die nach den von der Abteilung VI a des Amtes der Vorarlberger Landesregierung zur Verfügung gestellten Unterlagen in hohem Ausmaß (ca 55 % der ersetzten Altanlagen) auch die Substitution von emissionsintensiven alten Feststoffheizungen umfasst, wird zwar die Bedeutung der Kontrolle von älteren Anlagen kontinuierlich reduziert. Dennoch ist auf Basis der verfügbaren Angaben (Häuser- und Wohnungszählung 2001) aktuell in etwa ein Anteil der älteren Stückholzkessel von 80 % (bezogen auf den gesamten Bestand an Stückholzkesseln, die als Hauptheizsysteme im Einsatz stehen) abzuschätzen. Bei einer Erneuerungsrate, die im Zeitraum von 2003 bis 2009 knapp 10 % der Altanlagen betrug, muss somit ohne zusätzliche Maßnahmen beim Betrieb von älteren Stückholzkesseln noch auf längere Sicht mit hohen Emissionsanteilen dieses Sektors gerechnet werden.

Die lufthygienische Bedeutung einer Kontroll- und Beratungstätigkeit im Segment der älteren Stückholzkessel kommt auch in der folgenden Grafik (Abbildung 8) klar zum Ausdruck. Berücksichtigt wird in dieser Darstellung sowohl die zeitliche Änderung der Anlagenanzahl als auch die vom Anlagenalter und vom Kontrollstatus abhängige Änderung der Emissionsfaktoren. Für die Prognose wurde eine lineare Fortsetzung des im Zeitraum von 2003 bis 2009 feststellbaren Trends angenommen. Bei der rechten Säule „verschärfte Kontrolle“ wurde unterstellt, dass zusätzlich 10 % der „nicht sanierbaren“ Altanlagen durch neue Stückholzkessel ersetzt werden. Dieses Szenario entspricht in etwa einer Umsetzung des Entwurfs der oben genannten Artikel 15 a Vereinbarung.

Abbildung 8: CO – Emissionsszenario Stückholzkessel



Wie ersichtlich konnten bisher im Vergleich zu den Gesamtemissionen aller als Hauptheizung betriebenen Stückholzkessel nur geringe Emissionsminderungen erreicht werden. Dabei entfällt der größte Teil auf die Reduktion der Anzahl von Altanlagen. **Bei den Neuanlagen wird die bisher erreichte Absenkung der Emissionsfaktoren von 2800 auf 1060 mg CO/MJ durch die Zunahme der Anlagen überlagert.** Diese Zunahme beinhaltet nicht nur die lufthygienisch gesehen positive Erneuerung von Feststoffheizungen sondern auch Neubauten und den aus bekannten Gründen (Klimaschutz, heimische Energieträger....) wünschenswerten, lufthygienisch aber negativ zu bewertenden Ersatz von nahezu CO-freien Heizsystemen (primär Öl-, teilweise auch Gas- und Elektroheizungen – siehe auch Abbildung 7).

Bei den in Abbildung 8 ausgewiesenen Berechnungs- und Schätzgrößen müssen selbstverständlich auch einige Unschärfen berücksichtigt werden. Insbesondere ist dabei mit Hinweis auf die einleitend genannte Arbeit auf die bedingte Aussagekraft der im Zuge der Überprüfungen durchgeführten Kurzzeitmessung, bei der lufthygienisch kritisch zu bewertende Betriebszustände (dazu zählen insbesondere die Anheizphase, Laständerungen und auch mitunter mehrfach während der gesamten Betriebszeit auftretende Hohlbrandereignisse) nicht bzw nicht vollständig erfasst werden. Tendenziell können deshalb insbesondere bei den Neuanlagen, bei denen aktuell zu wenig Messinformationen für eine Quantifizierung der unter praktischen Bedingungen gegebenen Gesamtemissionen verfügbar sind, auch höhere Emissionskennzahlen nicht ganz ausgeschlossen werden. Auch bei der durch die Kontroll- und Beratungstätigkeit erreichbaren Emissionsminderung sind dadurch gewisse Abschwächungseffekte möglich. Durch die eher pessimistischen Berechnungsannahmen wurde jedoch versucht, diesen Unsicherheiten weitgehend Rechnung zu tragen. Zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang der mit 2.000 mg CO/MJ eher hoch angenommene Emissionsfaktor, der bei den Altanlagen durch eine Kontroll- und Beratungstätigkeit erreicht werden kann. Weiters ist auf die Messvorschrift hinzuweisen, nach der die Messungen in einer erfahrungsgemäß eher kritischen Betriebsphase (Beginn der Hauptverbrennungsphase) durchzuführen sind. Unter Berücksichtigung dieser Randbedingungen erscheinen sogar durchaus auch noch bessere Ergebnisse, als sie in Abbildung 8 dargestellt sind, möglich.

Wichtig erscheint in Zusammenhang mit der **Kontrolle der Altanlagen** abschließend nochmals der Hinweis auf die dadurch zu erwartende **Reduktion der Feinstaubemissionen**, wobei insbesondere die Verringerung der Phasen mit extrem hohen CO-Emissionen hervorzuheben ist. Hinzu kommen als positive Nebeneffekte die **Reduktion von Belästigungen und energietechnische Verbesserungen**.

