

Feinstaub – „Richtig Heizen“ mit Holz

Versuch einer Abschätzung der Emissions- und Immissionsminderung

1. Einleitung:

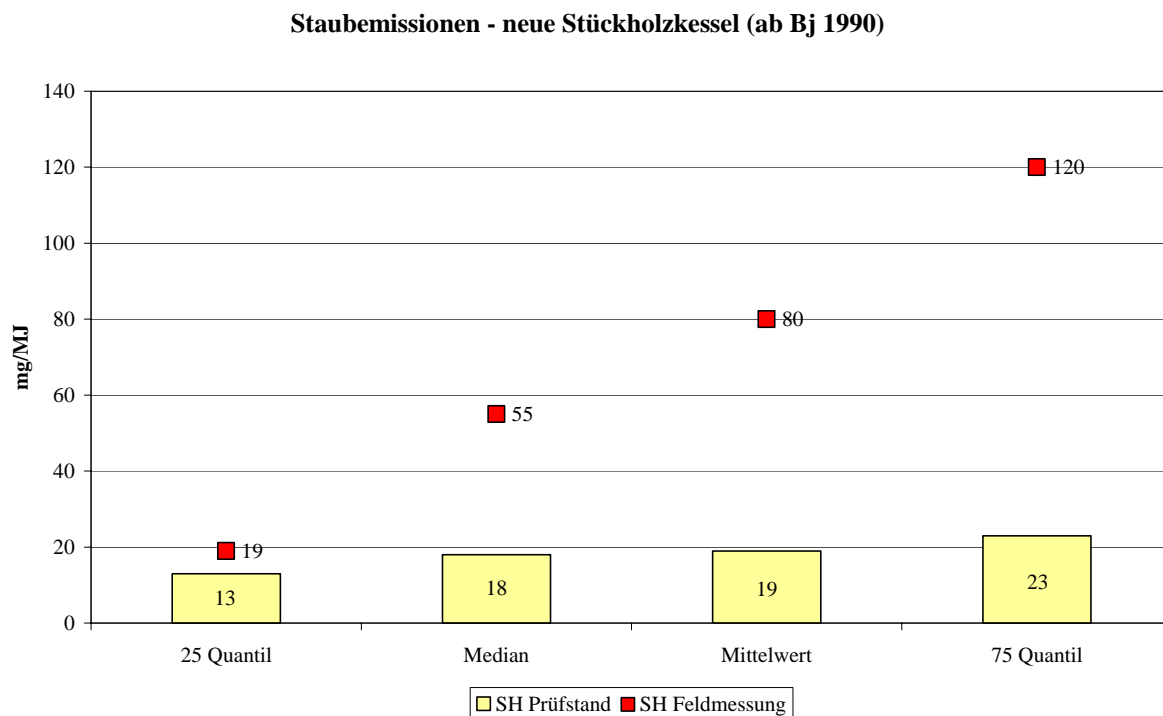
Aus zahlreichen Untersuchungen ist bekannt, dass insbesondere die vielen kleinen händisch beschickten Holzheizungen einen wesentlichen Anteil an den heizungsbedingten Feinstaubemissionen aufweisen. Mit Hinweis auf den Bericht „Feinstaubemissionen von Heizungsanlagen“ (siehe www.vorarlberg.at/Umwelt) ist einleitend nochmals zu betonen, dass der tatsächliche Anteil nur sehr schwer quantifizierbar ist. Auf die vielschichtigen Probleme „starke zeitliche Schwankungen, Anteile über 10 μ , Minderbefunde wegen filtergängiger Staubanteile, kondensierbare (im heißen Abgas noch gasförmig vorliegende) Anteile“ wird in diesem Zusammenhang nochmals stichwortartig hingewiesen. Hinzu kommen auch die erst sekundär in der Atmosphäre gebildeten Partikel, wobei im Bereich der händisch beschickten Holzheizungen insbesondere die meist phasenweise bei unvollständigen Verbrennungsprozessen auftretenden sehr hohen Emissionen von gasförmigen organischen Verbindungen von Bedeutung sind.

In Hinblick auf eine Effizienzabschätzung möglicher Minderungsmaßnahmen, zu denen insbesondere auch Informationen zum Thema „Richtig Heizen“ zählen, werden trotz der kurz skizzierten Probleme entsprechende Grundlagen gewünscht. Dies umso mehr, als Holzheizungen aus Gründen des Klimaschutzes und in Hinblick auf eine gesicherte Energieversorgung als wichtige Lösungsbeiträge gesehen werden. In der vorliegenden Arbeit wird deshalb versucht, einen sachlichen Beitrag darzustellen.

2. Potenzialabschätzung auf Basis von Staub-Emissionskennzahlen:

Derartige auf Feldmessungen, die als repräsentativ für die tatsächlichen Verhältnisse bewertet werden können, basierende Kennzahlen sind nur beschränkt verfügbar, wobei im Wesentlichen auf die diesbezüglichen Untersuchungen von Joanneum Research aus den Jahren 1996 bis 1998 zurückgegriffen werden muss. Für die zwischenzeitlich installierten Neuanlagen sind durchwegs nur Prüfstandsergebnisse vorhanden, die nur sehr beschränkt als Hinweise auf die tatsächlichen Emissionen herangezogen werden können. Als Beispiel kann eine Detailauswertung der Joanneum-Messreihen der neueren Stückholzkessel (Baujahre 1990 bis 1997), bei denen auch weitgehend entsprechende Prüfstandsuntersuchungen durchgeführt wurden, angeführt werden. Die Ergebnisse der Prüfstandsmessungen wurden dem Band 11 des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie „Der technologische Fortschritt bei Holzfeuerungen“ entnommen. Für die Auswertung der Ergebnisse der Feldmessungen wurde von Joanneum Research eine CD mit den detaillierten Daten zur Verfügung gestellt. In der nachstehenden Abbildung 1 sind einige statistische Kenngrößen der insgesamt 21 diesbezüglich weitgehend vergleichbaren Anlagen grafisch dargestellt.

Abbildung 1: Neuere Stückholzkessel: Vergleich Prüfstand- mit Feldmessungen



Wie ersichtlich erreicht immerhin etwa ein Viertel der im Zuge der Feldmessungen erfassten **neueren Stückholzkessel** annähernd die Prüfstandswerte. Beim höchsten Viertel liegen die Staubemissionen um mehr als das Fünffache über den am Prüfstand ermittelten Daten, sodass im Mittel etwa ein Verhältnis von 1:4 resultiert. Auch unter Berücksichtigung der einleitend genannten Einschränkungen (einzelne hohe Werte stehen vermutlich mit Stäuben $> 10 \mu$ in Zusammenhang) ist auf Basis des Medians somit anzunehmen, dass zumindest zwei Drittel (maximal drei Viertel) der Feinstaubemissionen nicht anlagentechnisch bedingt sind. Als Ursachen für die vielfach deutlich über dem optimal erreichbaren Bereich liegenden Staubemissionen sind neben fehlerhafter Bedienung, ungeeigneten Brennstoffen, mangelhafter Anlagenwartung auch Einstellungsfehler und technische Defekte denkbar. Abgesehen vom zuletzt genannten Punkt erscheint aber doch ein überwiegender Teil der überhöhten Staubemissionen durch „Richtig Heizen“ auf einfache Weise vermeidbar.

Mit einem mittleren Staubemissionsfaktor von 110 mg/MJ liegen die 35 diesbezüglich auswertbaren Messreihen von **älteren Stückholzkesseln** (Baujahre 1965 bis 1989) nur relativ geringfügig höher als die neueren Anlagen (siehe Abbildung 1). Da auch in dieser Gruppe zahlreiche Anlagen mit vergleichsweise niedrigen Emissionsfaktoren (unter dem für Neuanlagen gesetzlich festgelegten Prüfstand-Grenzwert von 60 mg/MJ) anzutreffen sind, kann auch für diesen Bereich ein beachtliches Potenzial durch „Richtig Heizen“ angenommen werden. Da im Gegensatz zu den neueren Stückholzkesseln keine direkte Bezugsgröße in Form von Prüfstandsergebnissen für die bei optimalem Betrieb anzusetzenden Staubemissionen vorhanden ist, ist eine Quantifizierung des Minderungspotenzials nur mit einigen Unsicherheiten möglich. Hinzu kommt, dass bei einigen älteren Anlagen vermutlich auch bei bestmöglicher Wartung und Bedienung niedrige Emissionswerte nicht erreichbar sind. Als erster Anhaltspunkt kann der im Mittel festgestellte Differenzbetrag zwischen „alt und

neuer“ (30 mg/MJ) hinzugerechnet werden. Daraus ergibt sich für den optimalen Betrieb der älteren Anlagen eine Größenordnung von 50 mg/MJ. Dieser Wert entspricht in etwa auch dem 25-Quantil, das sich aus den auswertbaren Daten mit 47 mg/MJ errechnet. Bei einem Median von 77 mg/MJ resultiert somit ein Bereich von mindestens 40 bis maximal 55 % der gesamten Staubemissionen, die unter idealen Bedingungen durch „Richtig Heizen“ vermeidbar wären.

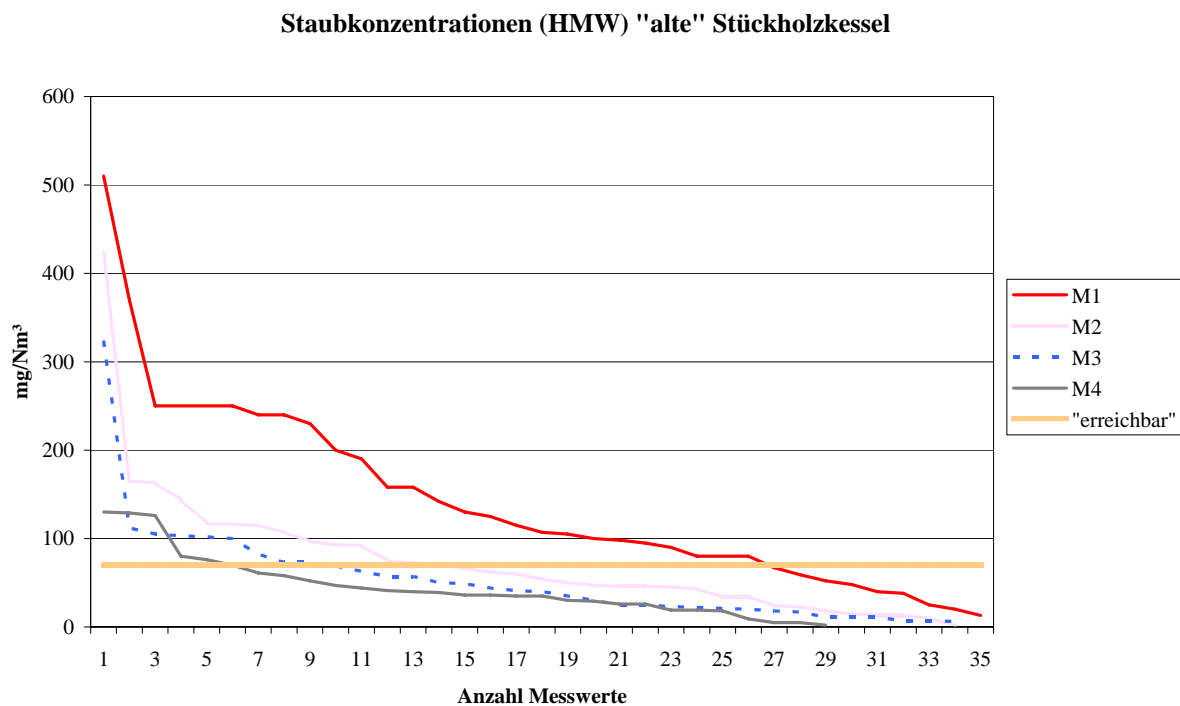
Bei den **Einzelöfen** sind nur vergleichsweise wenige Messreihen von Feldmessungen vorhanden, die als repräsentativ für den aktuellen Anlagenbestand bewertet werden können. Zum Beispiel sind Kachelöfen, die in Vorarlberg weit verbreitet im Einsatz stehen, nur mit 2 Messreihen von neueren Anlagen mit niedrigen Werten von 46 bzw 29 mg/MJ vertreten. Auch Daten von neueren Kaminöfen, die in den letzten Jahren zahlreich eingebaut wurden, sind nicht verfügbar. Umgekehrt stammen 13 von insgesamt 26 Messreihen von sehr alten Anlagen (Baujahre 1950 bis 1970). Da solche Anlagen in Vorarlberg mit einiger Sicherheit kaum mehr in Verwendung stehen, wurden diese Messdaten für die weitere Auswertung ausgeblendet. Aus der verbleibenden, geringen Anzahl von 13 Messreihen errechnen sich wenig gesicherte statistische Kenngrößen von 100 mg/MJ (Mittelwert und Median) bzw 46 mg/MJ für das 25-Quantil. Auf Basis dieser Zahlen kann somit für das Minderungspotenzial lediglich eine Größenordnung von ca 50 % abgeschätzt werden. Ausgehend von den Ergebnissen der neueren Stückholzkessel dürfte diese Zahl bei den neuen Kaminöfen eher die Untergrenze darstellen. Im Gegensatz dazu dürfte dieser Anteil bei den Kachelöfen eher zu hoch liegen. Neben den oben genannten Ergebnissen ist in diesem Zusammenhang auch auf die Arbeit „Emissionsmessungen an modernen Kachelöfen“ (Band 48, Schriftenreihe Lebensraum Vorarlberg) hinzuweisen, wonach bei Beachtung weniger, einfacher, auch im alltäglichen Betrieb umsetzbarer Bedienungsregeln durchwegs von vergleichsweise geringen Emissionen ausgegangen werden kann.

3. Potenzialabschätzung auf Basis von Einzelwerten:

Aus mehreren Untersuchungen ist bekannt, dass die Feinstaubemissionen von Holzfeuerungen in hohem Ausmaß mit unvollständigen Verbrennungsprozessen in Zusammenhang stehen. Die Bandbreite der Staubemissionen ist dabei sehr groß und umfasst bei einfachen Feuerungen etwa einen Bereich von 20 bis 5000 mg/Nm³ (13 % O₂ – dies entspricht ca 15 bis 3300 mg/MJ). Während die zuletzt genannten extrem hohen Werte meist nur kurzzeitig (einige Minuten – beispielsweise bei einem Mangel an Verbrennungsluft) auftreten, sind Emissionskonzentrationen, die etwa das 10-fache der Optimalwerte (ca 200 bis 500 mg/Nm³) erreichen, in beachtlicher Häufigkeit anzutreffen. Dies ist auch aus der folgenden Abbildung 2 ersichtlich, in der die von Joanneum Research an den älteren Stückholzkesseln (Baujahre 1989 und älter) ermittelten Halbstundenmittelwerte absteigend sortiert grafisch dargestellt sind. Zu beachten ist in dieser Abbildung, dass die dargestellten Messwerte aus arbeitstechnischen Gründen nicht auf einen einheitlichen O₂-Wert bezogen werden konnten. Die dadurch verursachten Unschärfen sind allerdings gering, da in den meisten Fällen hohe Luftüberschusszahlen in einem ähnlichen Ausmaß abschätzbar waren. Daraus resultiert auch die als „erreichbar“ bezeichnete Linie, die in etwa einer Staubkonzentration von 120 mg/Nm³ (13 % O₂) bzw einem Emissionsfaktor von 80

mg/MJ entspricht. Dieser Wert wurde bewusst höher als in Abschnitt 2 (Vergleichszahl 50 mg/MJ) angesetzt, da im ersten Halbstundenmittelwert (in Abbildung 2 als M 1 bezeichnet) jeweils auch die kritische Anheizphase enthalten ist. Die Auswahl dieses Wertes basiert im Übrigen auf dem auch aus Abbildung 1 ersichtlichen und auch aus den ersten eigenen Messungen bekannten Umstand, wonach ohne Beratungs- und Kontrollmaßnahmen etwa ein Viertel bis maximal ein Drittel der Anlagen optimal betrieben wird.

Abbildung 2: Halbstundenmittelwerte der älteren (Baujahr 1989 und älter) Stückholzkessel



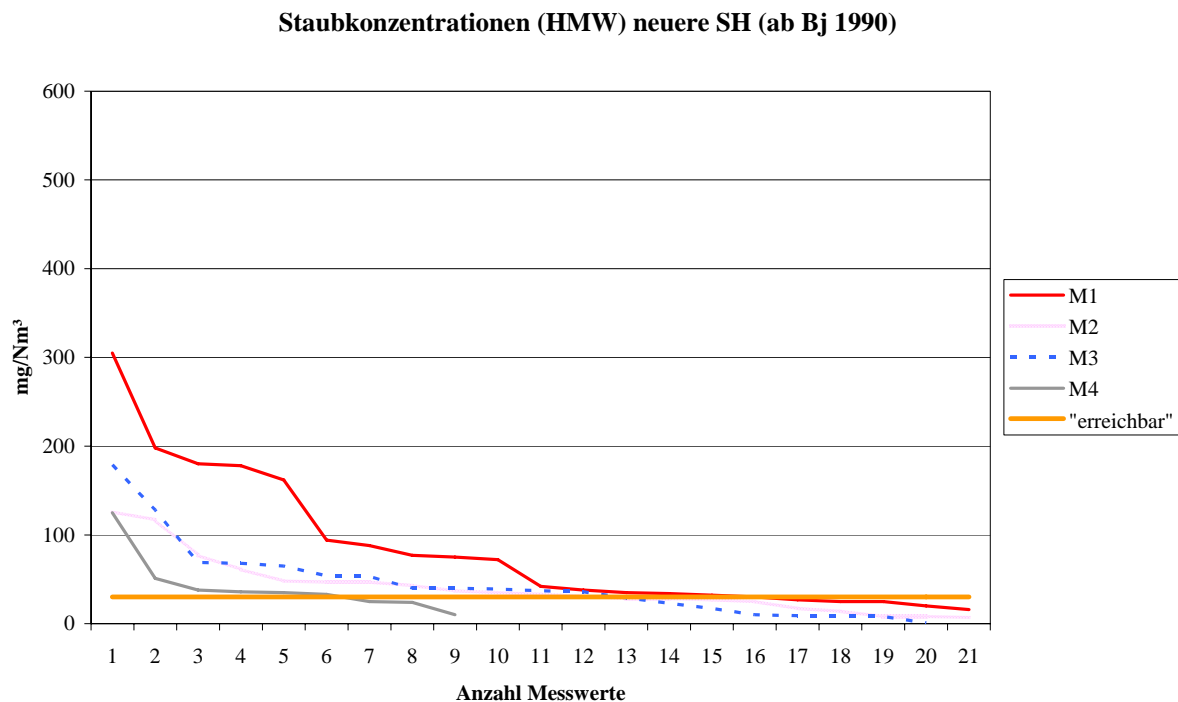
Wie ersichtlich waren vor Allem in den die Anheizphase enthaltenden, jeweils ersten Messungen (M1) vielfach die höchsten Werte zu registrieren. Im weiteren Verlauf des Abbrandes traten nur vereinzelt weit überhöhte Werte auf. Lediglich eine von 35 Anlagen zeigte bei diesen Untersuchungen durchgehend hohe Werte. Bei 2 weiteren Anlagen waren jeweils 3 deutlich überhöhte Werte festzustellen. Bei diesen 3 Anlagen sind möglicher Weise auch anlagentechnische, durch „Richtig Heizen“ nicht oder nur bedingt behebbare Mängel in Rechnung zu stellen. Diese Schlussfolgerung wird auch dadurch gestützt, dass bei den 21 neueren Stückholzkesseln und bei den in die Auswertung einbezogenen 13 neueren Einzelöfen keine Anlagen mit durchgehend hohen Staubwerten vertreten waren. Nur ein „uralter“, in Abschnitt 2 ausgeklammerter Ofen zeigte einen Emissionsverlauf mit durchgehend hohen Staubwerten. Bei den anderen 12 „Uraltöfen“ waren solche Ereignisse ebenfalls nicht zu beobachten.

Summiert man alle in Abbildung 2 über der Linie „erreichbar“ liegenden Werte und unterstellt gleichzeitig, dass bei „Richtigem Heizen“ keine Werte über dieser Linie liegen würden, resultiert ein „vermeidbarer“ Anteil von ca 40 % der gesamten Staubemissionen; ein Wert, der der in Abschnitt 2 genannten Untergrenze entspricht. Unter zusätzlicher Berücksichtigung der im vorhergehenden Absatz genannten,

möglicher Weise kaum durch „Richtig Heizen“ beeinflussbaren Anlagen reduziert sich dieser Anteil auf ein Minimum von ca 30 %.

Bei Anwendung des gleichen Auswertesystems zeigt sich für die neueren Stückholzkessel das in Abbildung 3 ersichtliche Bild. Die Skalierung wurde dabei absichtlich wie in Abbildung 2 gewählt, um einen direkten Vergleich zu ermöglichen.

Abbildung 3: Halbstundenmittelwerte der neueren (Baujahre 1990 bis 1997) Stückholzkessel



Wie ersichtlich liegen bei den neueren Stückholzkesseln sowohl die Maximalwerte als auch die in der Anheizphase erreichbaren Bestwerte merklich unter den Vergleichswerten der älteren Anlagen. Dementsprechend erscheint es auch vertretbar, den Schwellwert für „erreichbar“ niedriger anzusetzen. Das sich aus diesen Annahmen errechnete Potenzial beträgt knapp 50 % und liegt somit deutlich unter dem in Abschnitt 2 genannten Bereich. Dies erscheint eher realistisch, da ein praktischer Betrieb mit am Prüfstand ermittelten Kennzahlen doch eher als Ausnahme einzustufen ist. Als weitere Einschränkung kommt hinzu, dass bei neueren Anlagen vielfach längere Abbrandzeiten in Rechnung zu stellen sind, wobei tendenziell niedrigere Staubemissionen, die durch „Richtig Heizen“ kaum reduzierbar erscheinen, anzunehmen sind. Unter Berücksichtigung dieses Einflusses, der auf Basis der vorliegenden Messdaten (beim vierten HMW [M4] sind nur 9 Messwerte vorhanden) aber als nicht sehr groß abzuschätzen ist, kann in etwa eine Untergrenze von 40 % in Rechnung gestellt werden.

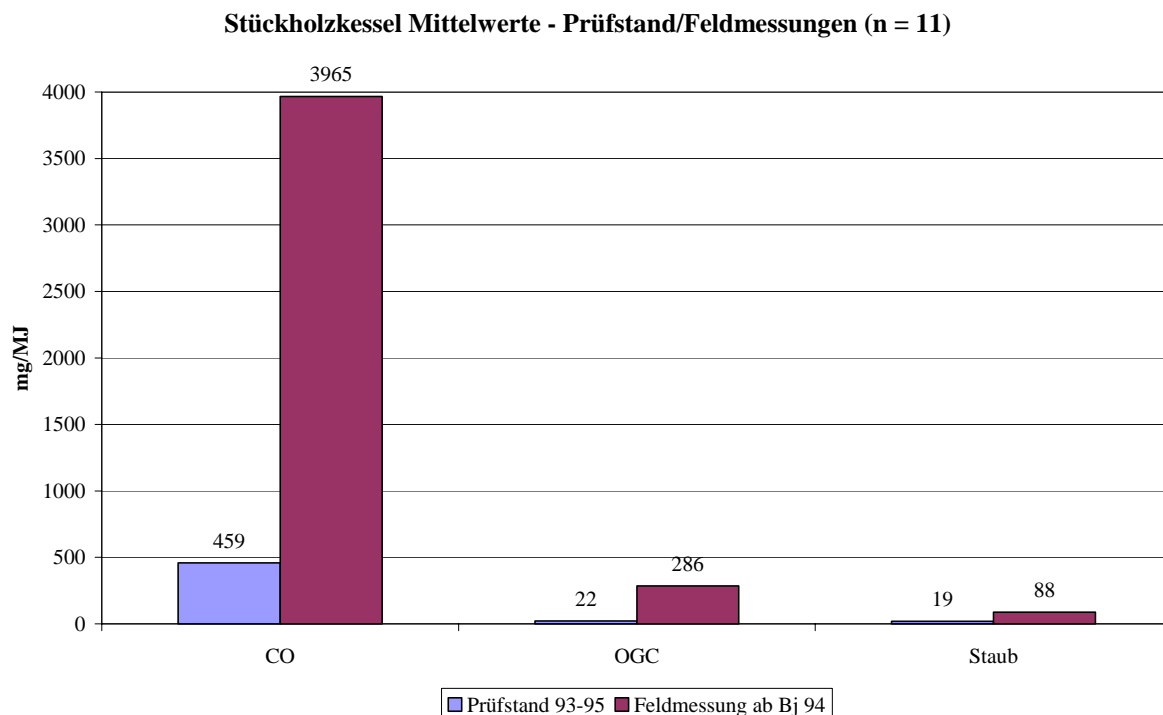
Bei den Einzelöfen ist in Anbetracht der Vielfalt der unterschiedlichen Anlagen eine analoge Abschätzung auf Basis der geringen Anzahl von Messwerten kaum seriös möglich. Die aus der kleinen Stichprobe errechnete Größenordnung von 40 % liegt

ebenfalls unter dem in Abschnitt 2 genannten Vergleichswert. Unter Berücksichtigung des abschätzbaren Brennstoffverbrauchs, der doch zu einem erheblichen Teil dem Sektor „Kachelöfen“ zuzuordnen ist, erscheint mit Hinweis auf Abschnitt 2 ein Anhaltswert von 30 % für das Minimum realistisch.

4. Berücksichtigung sekundärer PM-Beiträge:

Anknüpfend an die einleitenden Anmerkungen wird in diesem Abschnitt versucht, auch diese, schwer abschätzbaren Beiträge zu quantifizieren. Festzuhalten ist in diesem Zusammenhang, dass die hierfür maßgeblichen **Emissionen von gasförmigen organischen Verbindungen noch in deutlich höherem Ausmaß von Wartung und Bedienung abhängig sind als die Staubemissionen**, bei denen auch bei optimalem Betrieb ein merklicher Sockel verbleibt. Deutlich ist dies auch in der nachstehenden Abbildung 4 erkennbar, in der die Vergleichswerte der neuesten, von Joanneum Research untersuchten Stückholzkessel mit den Ergebnissen der Typenprüfung in Relation gestellt werden.

Abbildung 4: Neuere Stückholzkessel: Vergleich Prüfstand- mit Feldmessungen



Wie ersichtlich liegen bei der Komponente OGC (diese beinhaltet die Summenwerte von organischen Verbindungen, die unter Messbedingungen gasförmig vorliegen) die Messwerte der Feldmessungen um mehr als das 10-fache über den Prüfstandsergebnissen. Eine ähnliche Relation ist auch bei CO, das messtechnisch im Gegensatz zu den anderen Parametern relativ leicht erfassbar ist und das deshalb und auch wegen der hohen Korrelation zu OGC vielfach als Indikator für die lufthygienische Bewertung unvollständiger Verbrennungsprozesse herangezogen wird, gegeben. Der im Vergleich zu Abbildung 1 etwas höhere Staubwert ist als eher

zufällig zu betrachten und resultiert aus der kleineren Stichprobe (Abbildung 1 ab Baujahr 1990).

Hinsichtlich der wesentlichen Frage nach dem PM-wirksamen Anteil der OGC-Emissionen wird auf die einleitend erwähnte Arbeit verwiesen, in der ein grober Näherungswert 5 % genannt wird. Mit diesem Näherungswert werden nicht nur sekundär gebildete Aerosole sondern auch kondensierbare Anteile und filtergängige Stäube in gewissem Ausmaß mitberücksichtigt. Ausgehend von den von Joanneum Research ermittelten OGC-Emissionsfaktoren, die bei den neueren Stückholzkesseln ca 300, bei den älteren Kesseln ca 700 und bei den ausgewählten neueren Einzelöfen ca 350 mg/MJ betragen, errechnen sich somit PM-Beiträge zwischen 15 und 35 mg/MJ, die – ausgehend von den Prüfstandswerten – zumindest bei den neueren Anlagen bei „Richtigem Heizen“ als weitgehend vermeidbar eingestuft werden können. Bei den älteren Anlagen müssen diesbezüglich wie bei den primären Staubemissionen doch gewisse Einschränkungen in Rechnung gestellt werden. Unter Berücksichtigung dieses Einflusses erhöhen sich die im Minimum zu erwartenden Minderungspotenziale auf 35 bis 45 % der gesamten PM-Emissionen von händisch beschickten Holzfeuerungen. Die maximal möglichen Minderungen können zwischen 60 und 75 % (neuere Stückholzkessel) abgeschätzt werden, wobei allerdings die auf Basis der Prüfstandsergebnisse für die neueren Stückholzkessel abschätzbaren Höchstwerte real kaum erreichbar sein dürften. Insgesamt erscheint im Mittel ein **Minderungspotenzial von ca 50 %** und somit eine Halbierung der PM-Emissionen theoretisch erreichbar. Relativ gesehen ist das Potenzial bei den neueren Anlagen tendenziell höher, absolut betrachtet weisen aber die älteren Anlagen ein höheres Potenzial auf.

5. Abschätzung der tatsächlich möglichen Emissionsminderungen:

Ausgehend von den vorliegenden Erfahrungen müssen in Hinblick auf die praktische Umsetzbarkeit zahlreiche Abstriche gemacht werden, wobei die Quantifizierung selbstverständlich mit noch größeren Unsicherheiten verbunden ist als die bisher dargelegte Potenzialabschätzung. Da allgemeine Informationen in Form von Broschüren, Faltblättern und Ähnlichem in Anbetracht der heutigen sonstigen Informationsflut erfahrungsgemäß nur wenig Wirkung zeigen, erscheint auch unter Berücksichtigung der gegebenen Anlagenvielfalt eine individuelle Beratung jeden Falls notwendig. An erster Stelle muss auch dabei als Einschränkung die schwer abschätzbare „**Erreichbarkeit**“ **der einzelnen Betreiber** berücksichtigt werden. Zwar ist für die Beachtung unverbindlicher Ratschläge, die vielfach auch den Interessen des Betreibers entsprechen, eine hohe Akzeptanz anzusetzen; eine konsequente und dauerhafte Umsetzung erscheint dennoch in etlichen Fällen fraglich.

Aus den Erfahrungen mit den messtechnischen Überprüfungen von neuen Stückholzkesseln ergibt sich nämlich, dass einerseits ca ein Viertel bis ein Drittel der Anlagen auch ohne Kontrollen weitgehend optimal betrieben wird. Andererseits muss festgehalten werden, dass **trotz intensiver Überprüfung und Beratung etwa 10 bis 15 % der Anlagen weiterhin wegen mangelhafter Bedienung mit erhöhten Emissionen betrieben werden**, obwohl die relativ einfache Vermeidung dieser

Emissionen auch im Interesse des Betreibers läge. Hinzu kommen **etwa 5 bis 10 % der Anlagen, die im Laufe einer Prüfperiode in Folge von technischen Problemen oder auf Grund von mangelhafter Wartung neu beanstandet** werden müssen. Daraus resultiert ein doch beachtlicher Anteil von mindestens 40 bis maximal 60 % der Anlagen, bei denen Verbesserungen erwartet werden können. Da für die Beratung keine quantitativen, gesetzlich definierbare Parameter für die Beurteilung verfügbar sind, dürfte eher die sich aus den genannten Zahlen errechenbare Untergrenze von ca 40 % realistisch sein, zumal die Nichtbeachtung der Ratschläge mit keinen Konsequenzen verbunden ist. Das in Abschnitt 4 genannte Minderungspotenzial wird dadurch um ca ein Drittel auf etwa 35 % reduziert.

Als weitere Einschränkung kommt hinzu, dass bei der notwendigen qualitativen Beurteilung **subjektiv geprägte Unterschiede** nicht vermeidbar sind. Aus diesem Grund wurde auch von den versuchsweise in den Jahren 1995 bis 2000 in einigen Gemeinden, teilweise flächendeckend durchgeführten Sichtprüfungen aller Feststoffheizungen wieder abgegangen. Auf den diesbezüglichen Bericht „Die Überprüfung händisch beschickter Feststoffheizungen“ (siehe auch Archiv www.vorarlberg.at/Luftreinhaltung) wird an dieser Stelle verwiesen.

Im Gegensatz zu diesen bisher durchgeführten Sichtprüfungen, die im Wesentlichen die Kontrolle der bestehenden Vorschriften zum Inhalt hatten, steht bei den Beratungen schwerpunktmäßig das **möglichst emissionsarme Anheizen** – ein Punkt, der auch mit Hinweis auf die in Abschnitt 3 angeführten Ergebnisse besonders wichtig erscheint – im Vordergrund. Immerhin entfällt auf Basis der Einzelwerte ein Anteil von ca 60 % des gesamten Staub-Minderungspotenzials auf die Messserie M 1. Bei Ausblendung der wahrscheinlich „schwer sanierbaren“ Anlagen erhöht sich dieser Anteil auf ca 70 %. Subjektive Fehleinschätzungen kommen somit bei den Heizberatungen sicher nicht so stark zum Tragen wie bei den oben genannten behördlichen Kontrollen und erscheinen in Relation zu den anderen Unsicherheiten gesehen eher von untergeordneter Bedeutung.

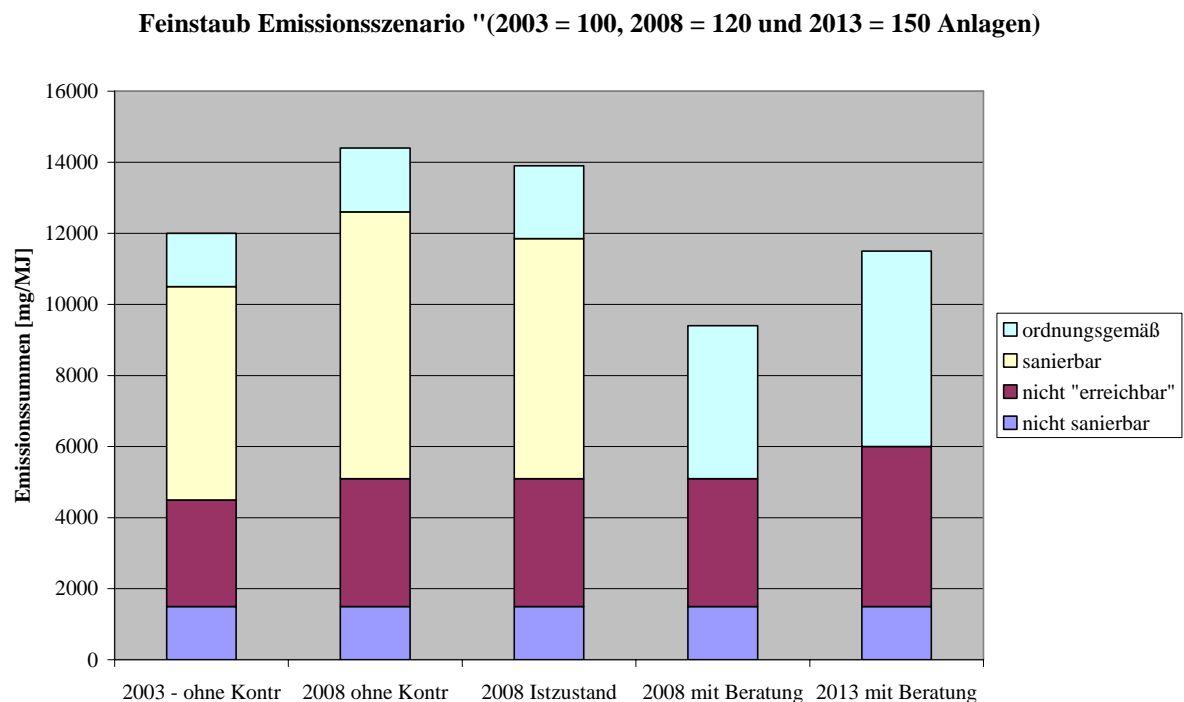
Aus den zuletzt genannten Zahlen resultiert allerdings eine weitere Einschränkung, da mit der weitgehend auf das richtige Anheizen beschränkten Beratung **andere im Verlauf der Verbrennung gegebene ungünstige Einflüsse nur bedingt miterfasst** werden. Insbesondere bei den neueren Stückholzkesseln, die durchwegs lange Abbrandzeiten im Bereich von mehreren Stunden aufweisen, erscheinen diesbezügliche Einschränkungen angebracht. Da – wie bereits erwähnt – stark erhöhte Emissionen bei den neueren Anlagen überwiegend der Anheizphase zuzuordnen sind, dürfte dieser Einfluss aber nicht sehr gravierend sein. Bei den älteren Kesseln kann dieser Einfluss durch die in Abschnitt 3 bereits erfolgte Berücksichtigung der „schwer sanierbaren“ Anlagen als weitgehend abgedeckt eingestuft werden. Eine zusätzliche Reduktion der tatsächlich erreichbaren Emissionsminderung ist jedoch – ebenso wie auf Grund qualitativer Unzulänglichkeiten – nicht auszuschließen, wobei eine Quantifizierung kaum seriös möglich ist. Die im Folgenden vorgenommene Abschätzung der weiteren Absenkung des **real möglichen Potenzials auf 30 %** ist aber als **eher ungünstiges Szenario** zu betrachten.

Grundsätzlich müssen zudem bei der Abschätzung der noch möglichen Emissionsminderungen auch die bereits **bestehenden Kontrollen und Beratungen** berücksichtigt werden. An erster Stelle ist in diesem Zusammenhang die seit 2003 laufende messtechnische Überwachung der neuen (ab Baujahr 2000) Stückholzkessel zu erwähnen. In diesem vergleichsweise kleinen Sektor (aktuell ca. 1.000 Anlagen) erscheinen deshalb keine zusätzlichen Emissionsminderungen durch eine Heizberatung möglich, zumal die festgelegten Emissionsbegrenzungen und auch die normierte Messdurchführung einen wesentlich strengeren Maßstab darstellen und de facto auch eine intensive Heizberatung beinhalten. Als zweiter Punkt kommt hinzu, dass Feststoffheizungen, die derzeit nicht messtechnisch überwacht werden, im Fall von Beschwerden bzw. bei Verdacht auf übermäßige Emissionen einer Sichtprüfung zu unterziehen sind. Da die Anzahl der zuletzt genannten Überprüfungen bisher sehr klein (ca. 20 bis 60 Überprüfungen pro Jahr) war, sind dadurch keine nennenswerten Einflüsse anzunehmen. Auch die durch die genannte, bereits laufende messtechnische Überprüfung in Rechnung zu stellende Reduktion der noch vorhandenen Minderungsmöglichkeiten ist in Anbetracht des insgesamt abschätzbaren Bestandes von händisch beschickten Holzheizungen, der mit mindestens 20.000 Hauptheizungen und etwa gleich vielen Zusatzheizungen beziffert werden kann, gering (siehe auch Abbildung 5).

Aus der genannten großen Anzahl von Anlagen ergibt sich bei der erforderlichen individuellen Beratung zwangsläufig ein erheblicher Aufwand, der in Anbetracht der nur beschränkt verfügbaren Kapazitäten nur in einem größeren Zeitraum bewältigt werden kann. Durch allenfalls sinnvolle Einschränkungen wie z.B. ein weitgehender Verzicht auf die Beratung der Betreiber von Zusatzheizungen oder die Berücksichtigung regionaler Kriterien (z.B. Beschränkung auf hoch belastete Gebiete) müssen natürlich weitere Einbußen in Rechnung gestellt werden. Hinzu kommt, dass durch die laufend steigende Anzahl händisch beschickter Holzfeuerungen auch eine tendenzielle Erhöhung der Feinstaubemissionen gegeben ist, die durch eine intensive Heizberatung aber kompensiert werden kann. Neben den auch bei Neuanlagen nach dem derzeitigen Stand der Technik unvermeidbaren Sockelbeträgen an Feinstaubemissionen müssen nämlich auch bei diesen Anlagen erhöhte Werte in Folge von fehlerhafter Bedienung, mangelhafter Wartung und von technischen Mängeln im praktischen Betrieb in Rechnung gestellt werden (siehe auch Abschnitt 2).

In der folgenden Abbildung 5 wurde versucht, die bisher dargelegten vielschichtigen Einflüsse zusammenfassend grafisch darzustellen. Zu beachten ist dabei, dass im Punkt „nicht erreichbar“, der etwas vereinfacht mit 20 % des Anlagenbestandes angenommen wurde, auch nicht vermeidbare Neubeanstandungen (siehe oben) und auch zu erwartende qualitative Mängel der Beratung enthalten sind. Dieser Punkt trägt auch wesentlich zur Abschwächung der unter idealen Voraussetzungen durch die Heizberatung möglichen Emissionsminderung bei. Wie ersichtlich sind vorwiegend deshalb bei einer anzunehmenden Vergrößerung der Anlagenanzahl um 50 % (2013 – 150 Anlagen) trotz intensiver und vollständiger individueller Beratung etwa gleich hohe Emissionen zu erwarten wie im Ausgangszustand (2003 – 100 Anlagen ohne Beratung).

Abbildung 5: Feinstaubemissionsszenario – Heizberatung:



Wie ersichtlich errechnet sich für den Ausgangszustand (2003) ein durchschnittlicher Emissionsfaktor von 120 mg/MJ. Dieser Wert, der durch die bisherigen Kontroll- und Beratungsmaßnahmen geringfügig auf 116 mg/MJ abgesenkt werden konnte, ist auf Grund der hier vorgenommenen ergänzenden Analysen deutlich höher als der in der Arbeit „Feinstaubemissionen aus Heizungsanlagen“ mit 66 mg/MJ angenommene Wert anzusetzen. Dadurch ergibt sich auch ein merklich höherer Anteil (ca 70 %) der händisch beschickten Holzheizungen an den Gesamtemissionen aller Heizungen. Diese Differenzen zeigen im Übrigen auch die weiterhin gegebenen erheblichen Unsicherheiten bei der Abschätzung der PM 10 Emissionen auf.

Wie aus Abbildung 5 auch hervorgeht, erscheint durch eine intensive Beratung eine Absenkung auf einen durchschnittlichen Emissionsfaktor von 84 mg/MJ erreichbar. In Folge der auch bei optimalem Betrieb nicht vermeidbaren beachtlichen Sockelbeträge und der real zu erwartenden Unzulänglichkeiten kann bei einer weiteren Erhöhung der Anzahl der händisch beschickten Holzfeuerungen eine Emissionsminderung auch bei intensiver Beratungstätigkeit nicht mehr erreicht werden. Beispielsweise resultiert bei der gewünschten Verdopplung des Holzeinsatzes ein Rechenwert von 15.000 (200 Anlagen). Neben derzeit nicht absehbaren technischen Verbesserungen müssten somit zur Vermeidung eines weiteren Emissionsanstiegs auch die Bereiche „nicht erreichbar“ und „schwer sanierbar“ reduziert werden. Dies erscheint mit einer unverbindlichen Beratung kaum möglich. Durch die zumindest im wichtigen Teilbereich Stückholzkessel denkbare Alternative „gesetzlich festgelegte Emissionsbegrenzung einschließlich strenger Sanierungsbestimmungen“ könnte dieser Anteil, der im Szenario „Verdopplung“ ca 50 % der Gesamtemissionen beinhaltet, zusätzlich reduziert (etwa halbiert) werden, sodass in etwa trotz Verdopplung des Holzeinsatzes etwa gleich hohe Emissionen wie im Ausgangszustand erwartbar wären.

6. Gesamtabschätzung – Emission - Immission:

Nach der neuesten Bundesländer Luftschadstoff-Inventur 1990 – 2006 (BLI – Umweltbundesamt Wien) entfielen in Vorarlberg im Berichtsjahr 2006 367 von 1169 t PM 10 auf den Sektor „Kleinverbrauch“. Da in diesem Bereich nicht nur Heizungsanlagen enthalten sind, und da auch die automatisch beschickten Holzheizungen nennenswerte Feinstaubemissionen aufweisen, reduziert sich der durch Beratungen beeinflussbare Anteil auf einen abschätzbaren Bereich von 200 bis 250 t/a. Daraus errechnen sich Größenordnungen von ca 70 t bzw knapp 6 %, die durch eine intensive Beratung zum Thema „Richtig Heizen“ konkret vermeidbar erscheinen. In diesen Emissionszahlen sind wahrscheinlich ebenfalls zur Auswirkung kommende Sekundäranteile nicht enthalten. Durch die diesen Emissionsberechnungen zu Grunde gelegten, vergleichsweise hohen Emissionsfaktoren werden diese zusätzlich in Rechnung zu stellenden Minderungen aber praktisch mitberücksichtigt.

Da der überwiegende Teil der heizungsbedingten Emissionen im Winter, in dem andere, gemäß BLI-Auswertung wichtige Emittentengruppen wie „Industrie – Schüttgüterumschlag“ und „Landwirtschaft“ kaum nennenswerte Emissionen aufweisen, stattfindet, ist der Beratungstätigkeit in Hinblick auf die Immissionen, die ausgehend von den derzeit geltenden Immissionsbewertungen vorrangig im Winter von Bedeutung sind, ein noch höherer Stellenwert beizumessen. Bei einer jahreszeitlichen Differenzierung der Emissionszahlen ist nämlich davon auszugehen, dass sich der immissionswirksame Emissionsanteil der händisch beschickten Holzheizungen auf ca 40 % erhöht. Daraus resultiert rechnerisch eine Größenordnung von 12 %, die im Durchschnitt über das gesamte Land als Immissionsminderung in den hoch belasteten Wintermonaten in Rechnung gestellt werden kann. Dieser Rechenwert wird allerdings durch die hohen, nicht durch Heizungsanlagen verursachten Sekundäranteile der Feinstaubimmissionen erheblich abgeschwächt (in etwa halbiert), sodass insgesamt lediglich etwa 6 % der im Winter vorhandenen Feinstaubimmissionen durch Heizberatungen reduzierbar erscheinen.

Regional und lokal gesehen müssen selbstverständlich auch Unterschiede berücksichtigt werden. Dabei ist in den Hauptsiedlungsgebieten, in denen der Anteil der Holzheizungen durchwegs deutlich geringer ist, die immissionsseitige Wirkung der Beratungstätigkeit kleiner anzusetzen. Noch geringer ist diese Wirkung in den nach derzeitigem Kenntnisstand am höchsten belasteten, stark durch den Verkehr beeinflussten Bereichen. Dennoch kann in Phasen mit hohen Immissionswerten auch in diesen Gebieten eine gewisse Immissionsabsenkung angenommen werden. Zum Beispiel ergab eine umfangreiche Immissionsdatenanalyse für die extrem verkehrsorientierte Messstelle Lustenau Zollamt in diesen Phasen einen Heizungsanteil von 16 %. Daraus resultiert bei einem realistischen, für die übrigen Heizungen anzusetzenden Abzug von 30 % immerhin ein Anteil von ca 3 %, der als mögliche Immissionsreduktion während hoch belasteter Episoden in Rechnung gestellt werden kann.

Insgesamt gesehen können zwar die durch die Beratungstätigkeit erwartbaren Immissionsabsenkungen, die bezogen auf die hoch belasteten Wintermonate in den

nach dem derzeitigem Kenntnissstand hauptsächlich belasteten Gebieten Rheintal und Walgau weniger als 5 % betragen, allein in Anbetracht der meteorologisch bedingten Schwankungen der Immissionen messtechnisch nicht belegt werden. Dennoch sind die erreichbaren Verbesserungen im Vergleich zu zahlreichen anderen Maßnahmen und in Relation zum notwendigen Aufwand gesehen beachtlich. Hinzu kommen positive Nebeneffekte wie die Reduktion der Emissionen aus unvollständigen Verbrennungsprozessen und damit verbunden auch eine Verringerung von Belästigungen sowie energietechnische Verbesserungen.

7. Zusammenfassung und Ausblick:

Die in dieser Arbeit vorgenommene Analyse der verfügbaren Messdaten händisch beschickter Holzheizungen zeigt den **enormen Einfluss der richtigen Bedienung** einmal mehr deutlich auf. In Anbetracht der Vielzahl unterschiedlicher Anlagen ist zwar eine annähernd genaue Abschätzung des diesbezüglich vorhandenen **Minderungspotenzials** nicht möglich; eine **Größenordnung von 50 %** erscheint jedoch durchaus realistisch.

Dieses Potenzial ist auf Grund der praktischen Gegebenheiten allerdings nur zum Teil umsetzbar. Als wesentliche Einschränkungen mussten ausgehend von vorliegenden Erfahrungen mit Heizungsüberprüfungen folgende Punkte berücksichtigt werden: Nachlässigkeit und Unverständnis der Betreiber, nicht sanierbare Altanlagen und laufend auftretende Defekte. In Summe bewirken diese Einflüsse, dass die **tatsächlich erreichbare Minderung auf ca 30 %** (bezogen auf die gesamten Feinstaubemissionen der händisch beschickten Holzfeuerungen) reduziert wird. Durch die, insbesondere im wichtigen Teilbereich „Stückholzkessel“ denkbare Alternative „gesetzlich festgelegte Emissionsbegrenzungen einschließlich strenger Sanierungsbestimmungen“ könnte die in Rechnung zu stellende Abschwächung merklich verringert werden, da einerseits mittelfristig die aus technischen Gründen nicht sanierbaren Anlagen stillgelegt werden müssten. Andererseits ist bei konkreten, durchwegs strengeren Vorgaben eine bessere Qualität der Beratung und auch ein höherer Umsetzungsgrad von Maßnahmen als bei unverbindlichen Ratschlägen zu erwarten.

Durch die Heizberatung erscheint insgesamt eine – im Vergleich zu anderen Maßnahmen gesehen – **beachtliche Emissionsminderung in einer Größenordnung von 6 % der gesamten Feinstaubemissionen möglich**. Da diese Minderung in erster Linie in den **hoch belasteten Wintermonaten zum Tragen kommt, ist der Stellenwert dieser Maßnahme noch höher anzusetzen**. In Hinblick auf die immissionsseitige Auswirkung muss dabei allerdings auf die hohen, **nicht heizungsbedingten Sekundäranteile** hingewiesen werden, die eine Abschwächung der positiven Wirkung zur Folge haben. Die in den **hoch belasteten Wintermonaten auf Grund der PM 10 Emissionsabschätzung zu erwartende Minderung von 12 % wird dadurch in etwa halbiert**. Da Immissionsreduktionen unter 10 % allein in Anbetracht der meteorologisch bedingten Schwankungen praktisch nicht nachweisbar sind, kann eine messtechnisch belegbare Minderung der Feinstaubbelastung nicht konkret erwartet werden. Hinzu kommt, dass in den derzeit bekannten

Belastungsgebieten, in denen auch entsprechende Immissionsmessungen erfolgen, der Anteil der Holzfeuerungen vergleichsweise klein ist und deutlich unter dem landesweiten Durchschnitt liegt.

Durch die steigende Anzahl von Holzfeuerungen ist ein tendenzieller Anstieg der Feinstaubemissionen beim derzeitigen Stand der Technik nicht vermeidbar. Neben den beachtlichen Sockelbeträgen, die auch bei optimalem Betrieb gegeben sind, muss zudem auch bei intensiver und qualitativ hochwertiger Beratung und Kontrolle ein gewisser Anteil an nicht zufriedenstellend funktionierenden Anlagen mit zumindest phasenweise hohen Emissionen in Rechnung gestellt werden. Dies hat insgesamt zur Folge, dass trotz kaum realisierbarer flächendeckender Beratung bei einem Anstieg des Holzeinsatzes um 50 % lediglich etwa das Niveau des Ausgangszustandes erreicht werden kann. Durch eine zusätzliche Festlegung von Emissionsbegrenzungen wäre allenfalls eine Verdopplung der Holzverbrennung in händisch beschickten Anlagen ohne Emissionserhöhung (im Vergleich zum Ausgangszustand – ohne Beratungs- und Kontrollmaßnahmen) möglich.

In Anbetracht der großen Anzahl von Anlagen ergibt sich bei einer individuellen Beratung zwangsläufig ein hoher Aufwand, wobei insbesondere bei den vielfach nur sporadisch betriebenen Zusatzheizungen eine sinnvolle Relation zur erwartbaren Emissionsminderung fraglich erscheint. Die Emissionswerte dieser Anlagen sind zwar durchwegs hoch; die aufgezeigten Einschränkungen hinsichtlich der Umsetzbarkeit kommen in diesem Bereich allerdings vermutlich noch stärker zum Tragen als bei den Hauptheizsystemen. Dieser Punkt wurde bei den in dieser Arbeit vorgenommenen Abschätzungen zwar berücksichtigt; in Hinblick auf die praktisch erreichbaren Emissionsminderungen müssen aber bei einer grundsätzlich sinnvollen Einschränkung der Beratungen noch zusätzliche Abstriche gemacht werden.

Trotz der aufgezeigten Einschränkungen bezüglich der tatsächlich erreichbaren Feinstaubminderung erscheint unter **Berücksichtigung der positiven Nebeneffekte**, zu denen insbesondere die erwartbare **Reduktion von Belästigungen** und auch **energietechnische Verbesserungen** zu zählen sind, eine flächendeckende Beratung zum Thema „Richtig Heizen“ zumindest für die in den höher belasteten Siedlungsbereichen betriebenen Hauptheizungen sinnvoll. Der damit verbundene zusätzliche Aufwand, der bei einer lufthygienisch zweckmäßigen messtechnischen Überwachung aller Stückholzkessel (diese wird nach der im Entwurf vorliegenden Artikel 15 a Vereinbarung in Zukunft voraussichtlich ohnedies erforderlich) noch weiter erhöht wird, könnte durch eine Verringerung der Kontrollintensität bei den fossilen Energieträgern zumindest kompensiert werden. Dies erscheint aus lufthygienischer Sicht insbesondere bei den Gasheizungen vertretbar.