

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)

# **Volkswirtschaftliche Beurteilung (VOBU) der LRV-Revision im Bereich der Feuerungsanlagen und weiterer stationärer Anlagen**

Schlussbericht  
Zürich, 4. April 2017

Quirin Oberpriller, Anna Vettori, Jürg Heldstab, Daniel Sutter, Rolf Iten

Diese Studie wurde im Auftrag des BAFU verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

## Inhalt

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Zusammenfassung</b>   | <b>5</b>  |
| Ausgangslage, Ziel und Methodik                                | 5         |
| Untersuchte Massnahmen   | 5         |
| Ergebnisse   | 6         |
| <b>Teil I Grundlagen</b>                                       | <b>9</b>  |
| <b>1. Einleitung</b>   | <b>9</b>  |
| 1.1. Ausgangslage und Ziel                                     | 9         |
| 1.2. Methodisches Vorgehen                                     | 9         |
| 1.3. Aufbau des Berichts                                       | 11        |
| <b>2. LRV-Revision</b>   | <b>12</b> |
| 2.1. Handlungsbedarf   | 12        |
| 2.2. Inhalt der LRV-Revision Feuerungen                        | 12        |
| <b>3. Relevanzanalyse</b>                                      | <b>17</b> |
| <b>Teil II Wirkungsanalyse</b>                                 | <b>19</b> |
| <b>4. Wirkungsmodell</b>                                       | <b>19</b> |
| <b>5. Holzfeuerungsanlagen</b>                                 | <b>21</b> |
| 5.1. Änderungen  | 21        |
| 5.2. Wirkungen auf die Umwelt                                  | 22        |
| 5.2.1. Messpflicht und Grenzwerte für Holzheizkessel bis 70 kW | 22        |
| 5.2.2. Sichtkontrolle bei Einzelraumfeuerungen                 | 24        |
| 5.2.3. Speicherpflicht für Holzfeuerungsanlagen bis 500 kW     | 24        |
| 5.2.4. Anforderungen Staubscheidesysteme > 70 kW               | 25        |
| 5.2.5. Übersicht   | 26        |
| 5.2.6. Monetarisierung der Umweltauswirkungen                  | 26        |
| 5.3. Wirkungen auf die Wirtschaft                              | 28        |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 5.3.1.    | Anlagenbetreiber _____                      | 28        |
| 5.3.2.    | Importeure/Hersteller _____                 | 31        |
| 5.3.3.    | Kontrolleure _____                          | 32        |
| 5.3.4.    | Vollzugsbehörden _____                      | 33        |
| 5.3.5.    | Übersicht _____                             | 33        |
| 5.4.      | Vorschläge für alternative Massnahmen _____ | 35        |
| <b>6.</b> | <b>Ölfeuerungsanlagen _____</b>             | <b>37</b> |
| 6.1.      | Änderungen _____                            | 37        |
| 6.2.      | Wirkungen auf die Umwelt _____              | 37        |
| 6.2.1.    | Abgasverluste _____                         | 37        |
| 6.2.2.    | Ökoheizöl _____                             | 37        |
| 6.2.3.    | Übersicht _____                             | 38        |
| 6.3.      | Wirkungen auf die Wirtschaft _____          | 39        |
| 6.3.1.    | Anlagenbetreiber _____                      | 39        |
| 6.3.2.    | Importeure/Hersteller _____                 | 41        |
| 6.3.3.    | Kontrolleure _____                          | 41        |
| 6.3.4.    | Vollzugsbehörden _____                      | 41        |
| 6.3.5.    | Übersicht _____                             | 41        |
| 6.4.      | Vorschläge für alternative Massnahmen _____ | 42        |
| <b>7.</b> | <b>Gasfeuerungsanlagen _____</b>            | <b>43</b> |
| 7.1.      | Änderungen _____                            | 43        |
| 7.2.      | Wirkungen auf die Umwelt _____              | 43        |
| 7.2.1.    | Abgasverluste _____                         | 43        |
| 7.2.2.    | Messzyklus _____                            | 44        |
| 7.2.3.    | Übersicht _____                             | 44        |
| 7.3.      | Wirkungen auf die Wirtschaft _____          | 44        |
| 7.3.1.    | Anlagenbetreiber _____                      | 44        |
| 7.3.2.    | Importeure/Hersteller _____                 | 45        |
| 7.3.3.    | Kontrolleure _____                          | 45        |
| 7.3.4.    | Vollzugsbehörden _____                      | 46        |
| 7.3.5.    | Übersicht _____                             | 46        |
| <b>8.</b> | <b>Messstellen _____</b>                    | <b>47</b> |
| 8.1.      | Änderung _____                              | 47        |

|   |  |           |
|---|--|-----------|
| 8.2.                                      | Wirkungen auf die Umwelt                             | 47        |
| 8.3.                                      | Wirkungen auf die Wirtschaft                         | 47        |
| 8.3.1.                                    | Anlagenbetreiber                                     | 47        |
| 8.3.2.                                    | Importeure/Hersteller                                | 48        |
| 8.3.3.                                    | Messstellen  | 48        |
| 8.3.4.                                    | Vollzugsbehörden                                     | 48        |
| 8.3.5.                                    | Übersicht  | 48        |
| <b>9.</b>                                 | <b>Asphaltmischanlagen</b>                           | <b>49</b> |
| 9.1.                                      | Änderungen   | 49        |
| 9.2.                                      | Wirkungen auf die Umwelt                             | 49        |
| 9.3.                                      | Wirkungen auf die Wirtschaft                         | 50        |
| 9.3.1.                                    | Anlagenbetreiber                                     | 50        |
| 9.3.2.                                    | Importeure/Hersteller                                | 51        |
| 9.3.3.                                    | Messstellen  | 51        |
| 9.3.4.                                    | Vollzugsbehörden                                     | 51        |
| 9.3.5.                                    | Übersicht  | 51        |
| <b>10.</b>                                | <b>Wirkungen der weniger relevanten Änderungen</b>   | <b>53</b> |
| <b>Teil III Gesamtbeurteilung</b>         |  | <b>55</b> |
| <b>11.</b>                                | <b>Synthese und Beurteilung</b>                      | <b>55</b> |
| 11.1.                                     | Gesamtwürdigung der Wirkungen                        | 55        |
| 11.2.                                     | Auswirkungen auf die Umwelt (Effektivität)           | 57        |
| 11.3.                                     | Auswirkungen auf den Bund, die Kantone und Gemeinden | 58        |
| 11.4.                                     | Auswirkungen auf Unternehmen und Haushalte           | 58        |
| 11.5.                                     | Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen und Effizienz     | 60        |
| 11.6.                                     | Grenzen der Untersuchung                             | 61        |
| <b>Annex</b>                              |  | <b>63</b> |
| Befragte Institutionen und Organisationen |  | 63        |
| <b>Abkürzungen</b>                        |  | <b>64</b> |
| <b>Literaturverzeichnis</b>               |  | <b>65</b> |

## Zusammenfassung

### Ausgangslage, Ziel und Methodik

Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) bereitet derzeit eine Revision der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) im Bereich der Feuerungsanlagen und weiterer stationärer Anlagen vor (LRV-Revision Feuerungen). Die dazugehörige Vorlage soll im Jahr 2017 in die Vernehmlassung geschickt werden. Für die Vernehmlassungsvorlage hat das BAFU die vorliegende volkswirtschaftliche Beurteilung (VOBU) erstellen lassen. Ziel der VOBU ist es aufzuzeigen, wie sich die geplanten Änderungen der LRV-Revision auf Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft auswirken. Die angewandte Methodik orientiert sich am VOBU-Leitfaden des BAFU.<sup>1</sup> In einem ersten Schritt wurden relevante Massnahmen identifiziert. Deren Umweltwirkung und Kostenfolgen wurden anschliessend mittels 16 Einzelinterviews mit Experten aus Wirtschaft, Verbänden und Behörden ermittelt und in einem Workshop mit Experten validiert. Als letzter Schritt erfolgte eine Synthese der Ergebnisse.

### Untersuchte Massnahmen

Der Schwerpunkt der Revision der LRV liegt auf den Holzfeuerungsanlagen. Die VOBU untersucht dabei folgende Massnahmen:

- Für Stückholz-, Hackschnitzel- und Pelletsheizkessel mit einer Nennleistung bis 70 kW soll neu eine Abnahmemessung für Feinstaub und Kohlenmonoxid (CO) durchgeführt werden sowie periodisch alle 2 Jahre eine Messung der CO-Werte.
- Ebenfalls für diese Holzfeuerungen werden neue Emissionsgrenzwerte definiert. Anlagen, die die Grenzwerte nicht einhalten, müssen innerhalb von 10 Jahren saniert werden.
- Einzelraumfeuerungen sollen neu alle zwei Jahre einer Sichtkontrolle unterzogen werden.
- Für Holzheizkessel mit einer Nennleistung bis 500 kW gelten neu Vorschriften für die erforderliche Speicherkapazität.
- Staubabscheidesysteme bei Holzfeuerungen mit einer Nennleistung von mehr als 70 kW müssen eine Verfügbarkeit von in der Regel 90% einhalten.

Bei Öl- und Gasfeuerungen wurden folgende Massnahmen untersucht:

- Sowohl für Öl- als auch für Gasfeuerungen sind strengere Vorschriften bezüglich des zulässigen Abgasverlustes vorgesehen (Erzeugung Raumwärme und Warmwasser 4%; Erzeugung Prozess- und Fernwärme 5%). Die Sanierungsfristen betragen bis zu 10 Jahre. In Ausnahmefällen dürfen die Behörden mildere Werte vorgeben.

---

<sup>1</sup> VOBU Volkswirtschaftliche Beurteilung von Umweltmassnahmen, Leitfaden, BAFU, 2013.

- Die Verwendung von Heizöl Extra leicht wird in Feuerungsanlagen bis 5 MW ab 2023 verboten. Ab dann muss Heizöl Extra leicht Öko (Ökoheizöl) verwendet werden.
- Gasfeuerungsanlagen müssen nur noch alle 4 Jahre statt wie bisher alle 2 Jahre gemessen werden.

Eine weitere untersuchte Massnahme betrifft Messfirmen, welche LRV-Kontrollmessungen bei stationären Anlagen in Industrie und Gewerbe, bei Öl- und Gasfeuerungen mit einer Feuerungswärmeleistung über 1 MW sowie bei Holzfeuerungsanlagen über 70 kW durchführen. Diese müssen neu ihre Kenntnis der anerkannten Regeln der Messtechnik nachweisen und eine entsprechende Zulassung erlangen. Für Messungen, welche von den Behörden selbst durchgeführt werden, sollen auf freiwilliger Basis gleichwertige Anforderungen gelten.<sup>2</sup>

Die zwei letzten betrachteten Massnahmen betreffen Asphaltmischanlagen: Hier wurden die Einführung spezifischer Grenzwerte sowie die Pflicht zur kontinuierlichen Emissionsmessung untersucht.

## Ergebnisse

Den grössten Umweltnutzen der geplanten LRV-Revision erzielen basierend auf den neuen Grenzwerten die neu vorgesehenen periodischen Feuerungskontrollen für Holzheizkessel bis 70 kW und die schweizweite Einführung der Sichtkontrolle für Einzelraumfeuerungen. Mit diesen beiden Massnahmen und den damit verbundenen Sanierungen und Betriebsoptimierungen lassen sich gemäss Expertenschätzungen bedeutende Mengen an Feinstaub- und CO-Emissionen einsparen. Insgesamt gehen wir davon aus, dass die LRV-Revision langfristig einen Umweltnutzen von 50-250 Mio. CHF pro Jahr bewirkt, wenn die Massnahmen nach Ablauf der Sanierungsfristen ihre vollständige Wirkung entfaltet haben. Diese Schätzung beruht auf der Annahme einer Reduktion der Feinstaub- und CO-Belastung um rund 30% sowie Angaben zu Gesundheitskosten und Gebäudeschäden infolge von Luftschadstoffen. Die Einsparungen sind zum grössten Teil auf eine geringere Sterblichkeit infolge der Feinstaubbelastung zurückzuführen.

Tabelle 1 fasst die qualitative Beurteilung der Umweltwirkungen und Kostenfolgen für alle relevanten Massnahmen der LRV-Revision zusammen und zeigt darauf aufbauend eine grobe Einschätzung der Effizienz der Massnahmen (Verhältnis von Kosten und Nutzen aus volkswirtschaftlicher Sicht). Die Einstufungen sind nicht absolut, sondern relativ im Vergleich zu den anderen Massnahmen zu verstehen.

---

<sup>2</sup> Mit der Bezeichnung „Zulassung von Messstellen“ ist im vorliegenden Bericht die Qualitätssicherung bei privaten wie auch bei behördlichen Messstellen gemeint.

**Tabelle 1: Umweltwirkung, Kosten und Effizienz der wichtigsten Massnahmen**

| Energieträger     | Massnahmen  | Umweltwirkung (Effektivität) | Kosten               | Effizienz |
|-------------------|---|------------------------------|----------------------|-----------|
| Holz <sup>3</sup> | Einführung von Abnahmemessung (Feinstaub und CO) für Anlagen bis 70 kW                                      | Gering                       | Gering               | Mittel    |
|                   | Einführung von periodischen Messungen (CO) für Anlagen bis 70 kW und damit verbundene Betriebsoptimierungen | Gross                        | Gross                | Mittel    |
|                   | Sanierungen infolge Einführung von periodischen Messungen (CO) für Anlagen bis 70 kW                        | Gross                        | Mittel               | Gross     |
|                   | Einführung von periodischen Sichtkontrollen für Einzelraumfeuerungen  | Gross                        | Gross                | Mittel    |
|                   | Einführung von Vorgaben zur Speichergrösse für Anlagen bis 500 MW   | Mittel                       | Mittel               | Mittel    |
|                   | Einführung von Verfügbarkeitsvorgaben bei Staubabscheider für Anlagen über 70 kW                            | Mittel                       | Gering               | Gross     |
| Öl                | Sanierungen in Folge Verschärfung der Abgasverlust-Grenzwerte   | Gering                       | Gross                | Gering    |
|                   | Verbot Heizöl Extra leicht für Anlagen bis 5 MW   | Mittel                       | Gering               | Gross     |
| Gas               | Sanierungen in Folge Verschärfung der Abgasverlust-Grenzwerte   | Gering                       | Mittel               | Gering    |
|                   | Verlängerung des periodischen Messzyklus  | Keine                        | Gross (Einsparungen) | n.a.      |
|                   | Zulassungssystem für Messstellen von Anlagen  | Gering                       | Gering               | Mittel    |
|                   | Asphaltmischanlagen   | Gering                       | Gering               | Mittel    |

\*) Umweltwirkung, Kosten, Effizienz: jeweils relativ zu den anderen Massnahmen.

Umweltwirkung: qualitative Einschätzung.

Kosten (jeweils kumuliert über 10 Jahre): Gross: Kosten über 50 Mio. CHF, Mittel: Kosten von 10–50 Mio. CHF, Gering: Kosten von weniger als 10 Mio. CHF.

Effizienz: Gross, wenn Einstufung bei Umweltwirkungen besser als Einstufung bei Kosten; Mittel, wenn bei Umweltwirkungen und Kosten gleiche Einstufung; Gering, wenn Einstufung bei Umweltwirkungen tiefer als Einstufung bei Kosten.

Tabelle INFRAS. Quelle: Experten-Workshop, Experteninterviews, eigene Einschätzungen.

Hauptbetroffene der LRV-Revision sind die Betreiber von Feuerungsanlagen, vor allem Gebäudeeigentümer (private Hausbesitzer, Genossenschaften, Pensionskassen etc.) und in geringerem Umfang auch Betreiber von Industriefeuerungen. Ihnen entstehen grössere Mehr-, teilweise auch Minderkosten:

- Betreibern von Holzfeuerungen entstehen zusätzliche Kosten in Form von Ausgaben für einmalige und periodische Messungen und allfällige vorzeitige Sanierungen und Nachrüstungen sowie Sichtkontrollen. Insgesamt schätzen wir diese Ausgaben über 10 Jahre kumuliert auf

<sup>3</sup> Die Massnahmen betreffen nur Holzheizkessel. Einzige Ausnahme ist die Massnahme der Sichtkontrolle von Einzelraumfeuerungen.

rund 150-260 Mio. CHF. Davon entfallen rund 115-175 Mio. CHF auf Abnahme- und periodische Messungen sowie Sichtkontrollen und 35-80 Mio. CHF auf vorzeitige Sanierungen und Nachrüstungen.

- Den Besitzern von Ölheizungen entstehen ebenfalls zusätzliche Kosten. Wir schätzen diese infolge der Verschärfung der Abgasgrenzwerte und der dadurch ausgelösten vorzeitigen Sanierungen auf rund 180-360 Mio. CHF. Die Pflicht zur Verwendung von Heizöl Extra leicht (Ökoheizöl) in Anlagen bis 5 MW hat keine Kostenfolgen.
- Besitzer von Gasheizungen sparen rund 70 Mio. CHF, da sie nur noch alle vier statt bisher alle zwei Jahre eine Feuerungskontrolle durchführen lassen müssen. Die Verschärfung der Abgasgrenzwerte verursacht bei den Besitzern von Gasheizungen keine relevanten Kostenfolgen.

Neben den Anlagenbetreibern zählen auch Feuerungskontrolleure und Messstellen zu den Hauptbetroffenen. Die zusätzlichen Ausgaben der Betreiber von Holzfeuerungen bedeuten gleichzeitig mehr Umsatz bei den Feuerungskontrolleuren und Messstellen. Kompensiert werden diese Umsatzzunahmen zumindest teilweise durch die Umsatzeinbussen bei den Gasfeuerungen.

Weitere Betroffene sind Anlagenhersteller und Importeure: Sie sind insofern betroffen, als die Sanierungen bei ihnen Mehrumsatz und zusätzliche Wertschöpfung auslösen. Den zusätzlichen Aufwand für die Vollzugsbehörden stufen wir als gering ein.

Die Auswirkungen auf die Gesamtwirtschaft sind aus unserer Sicht insgesamt positiv zu bewerten. Betriebsoptimierungen, Sanierungen und Nachrüstungen können einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung der Luftqualität leisten. Diesem Umweltnutzen stehen angemessene Kosten auf Seiten der Anlagenbetreiber und Behörden gegenüber. Die Kosten der durch die LRV-Revision hervorgerufenen Anpassungen müssen in einer ersten Runde überwiegend die Anlagenbetreiber tragen. Dies entspricht dem in der Bundesverfassung verankerten Verursacherprinzip.<sup>4</sup> Sie können diese Kosten aber teilweise abwälzen. Grundsätzlich dürften sich die Wohn- und Liegenschaftskosten<sup>5</sup> infolge der Mess- und Sanierungskosten nicht relevant verteuern. Insofern erachten wir die sozialen Verteilungswirkungen der LRV-Revision als gering. Unternehmen können allfällige Mehrkosten (Investitionen, Messkosten) in die Unternehmenskostenkalkulation einfliessen lassen und allenfalls (teilweise) über höhere Preise auf die Kunden überwälzen. Über die Gesamtwirtschaft gesehen beurteilen wir die Auswirkungen der LRV-Revision auf Wertschöpfung und Beschäftigung aber als vernachlässigbar.

---

<sup>4</sup> Art. 74 Abs. 2 BV; SR 101.

<sup>5</sup> Wohn- und Liegenschaftskosten = Kosten, die durch die Nutzung von eigenen oder gemieteten Wohnungen, Gebäuden oder Geschäftsräumen entstehen.

## Teil I Grundlagen

### 1. Einleitung

#### 1.1. Ausgangslage und Ziel

Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) bereitet derzeit eine Revision der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) im Bereich der Feuerungsanlagen und weiterer stationärer Anlagen vor (LRV-Revision Feuerungen). Die dazugehörige Vorlage soll im Jahr 2017 in die Vernehmlassung geschickt werden. Gegenstand der Revision sind neben kleinen Holzfeuerungsanlagen auch Massnahmen für weitere Anlagen. Das BAFU hat INFRAS beauftragt, für die Vernehmlassungsvorlage eine volkswirtschaftliche Beurteilung (VOBU) für die geplanten Massnahmen durchzuführen. Ziel des Auftrages ist es, die Auswirkungen der geplanten Änderungen der LRV auf Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft aufzuzeigen.

#### 1.2. Methodisches Vorgehen

##### **Analyserahmen**

Den Analyserahmen für die Beurteilung der Massnahmen bilden das Konzept der Volkswirtschaftlichen Beurteilung von Umweltmassnahmen (VOBU) und der dazugehörige Leitfaden des BAFU vom August 2013.<sup>6</sup> Das VOBU-Konzept sieht im Wesentlichen drei Arbeitsschritte vor, wobei die Wirkungsanalyse den Kern der VOBU-Analyse darstellt. Die folgende Tabelle zeigt die Inhalte der drei Arbeitsschritte und welche Methoden wir in den Arbeitsschritten einsetzen:

---

<sup>6</sup> BAFU 2013.

**Tabelle 2: Arbeitsschritte VOB**

| <b>Arbeitsschritt</b> | <b>Inhalt</b>  | <b>Untersuchungsmethoden</b>  |
|-----------------------|--|---|
| 1) Vorarbeiten        | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Handlungsbedarf, Kurzportrait, aktueller Stand</li> <li>▪ Relevanzanalyse</li> <li>▪ Untersuchungsdesign: Fragen für Wirkungsanalyse, Alternativen, Untersuchungstiefe</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dokumentenanalyse</li> <li>▪ Interviews</li> </ul>                                   |
| 2) Wirkungsanalyse    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wirkungsmodell mit Wirkungsketten</li> <li>▪ Ermittlung und Bewertung der Wirkungen</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Interviews</li> <li>▪ Dokumentenanalyse</li> <li>▪ Grobe Modellrechnungen</li> </ul> |
| 3) Synthese           | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bilanzierung der Wirkungen</li> <li>▪ Beurteilung von Effektivität, Effizienz, Verteilungswirkungen</li> <li>▪ Würdigung</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Synthesearbeit</li> <li>▪ Validierungsworkshop</li> </ul>                            |

Tabelle INFRAS.

Die wesentlichen Elemente der VOB sind die Relevanzanalyse, die Wirkungsanalyse und die Synthese.

- Die Relevanzanalyse soll die Änderungen mit den grossen Wirkungen aufzeigen. Sie erfolgt anhand der im Leitfaden aufgeführten Auswirkungskriterien zu Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft. Die als relevant beurteilten Anpassungen stehen sodann im Vordergrund der Wirkungsanalyse.
- In der Wirkungsanalyse werden die Wirkungen qualitativ und soweit möglich grob quantitativ ermittelt. Die Quantifizierung stützt sich auf bestehende Statistiken und Angaben der Akteure und des BAFU.
- In der Synthese werden die Ergebnisse aus der Wirkungsanalyse bilanziert und in Bezug auf Effektivität und Effizienz sowie auf Verteilungswirkungen beurteilt.

### **Untersuchungsmethoden**

Basis für die Beurteilung waren 16 Interviews mit ausgewählten Behörden, Experten und betroffenen Akteuren (siehe Liste im Anhang). Im Vordergrund der Gespräche standen die Relevanz und die Umwelt- und Kostenfolgen der geplanten LRV-Änderungen auf die betroffenen Gruppen sowie Effektivität und Effizienz der Anpassungen. Die leitfadengestützten Gespräche fanden telefonisch im November 2016 statt, wurden protokolliert und entlang der VOB-Fragen ausgewertet.

Im Anschluss an die Interviews fand im Dezember 2016 ein Workshop mit den Interviewpartnern sowie mit Vertretern des BAFU statt. Der Workshop diente dazu, die Erkenntnisse aus den Interviews zu ergänzen und zu validieren.

Ergänzend zu den Interviews haben wir von den Interviewpartnern zur Verfügung gestellte und sonstige Dokumente zur Thematik ausgewertet (siehe Literaturverzeichnis im Anhang).

### **Referenzsituation**

Kern der VOBU sind die Wirkungen, die sich mit der Revision der LRV ergeben. Sämtliche Wirkungen sind deshalb im Vergleich zu einer Referenzsituation zu beurteilen. Für die vorliegende VOBU haben wir die aktuelle Situation ohne die LRV-Revision, aber mit heutigem Umsetzungsstand als Referenzsituation definiert (Vorher/Nachher-Vergleich).

Einzelne Änderungen der LRV-Revision lösen keine wesentlichen Wirkungen aus, weil sie im Prinzip nur die heute geltende Praxis abbilden. Diese wird mit der LRV-Revision auf eine gesetzliche Grundlage gestellt. In einigen kantonalen Massnahmenplänen sind gewisse in der Revision vorgesehene Änderungen bereits umgesetzt. Die LRV-Revision hat entsprechend in diesen Kantonen keine Auswirkungen, dient aber dennoch der Harmonisierung.

### **Bewertung**

Die hauptsächlichen Kostenfolgen der Massnahmen werden soweit möglich monetarisiert. Massgebend sind die Zusatzkosten, d.h. diejenigen Kosten, die im Vergleich zur heutigen Gesetzgebung bzw. zur heutigen Praxis zusätzlich anfallen. Dabei werden allfällige Sowiesokosten berücksichtigt. Unter Sowieso-Kosten sind Kosten zu verstehen, die den Adressaten der Massnahmen auch ohne Regulierung entstehen würden, bspw. müsste eine Heizung auch ohne Regulierung nach einer gewissen Anzahl Jahre ersetzt werden.

Allfällige Nebeneffekte werden qualitativ beschrieben. Die Umweltwirkung der Massnahmen wird auf der Skala gross/mittel/gering bewertet. Die gesamthaften Auswirkungen aller Massnahmen auf die Gesundheit und Gebäudeschäden werden zudem grob monetarisiert, um den Gesamtnutzen der Revision mit den Gesamtkosten vergleichen zu können.

## **1.3. Aufbau des Berichts**

Kapitel 2 gibt einen Überblick über die wichtigsten Änderungen der LRV-Revision. Im Kapitel 3 werden mittels einer Relevanzanalyse diejenigen Bereiche identifiziert, die in der Wirkungsanalyse vertieft analysiert werden. Kapitel 4 beschreibt das für die Wirkungsanalyse verwendete Wirkungsmodell und in den Kapiteln 5–9 wird die Detailanalyse durchgeführt. Für jede relevante Massnahme werden hierbei die Umweltauswirkungen und wirtschaftlichen Auswirkungen für betroffene Akteure aufgezeigt. Kapitel 10 fasst die Auswirkungen der weniger relevanten Massnahmen zusammen. Den Abschluss bildet Kapitel 11 mit einer Synthese und Gesamtbeurteilung.

## 2. LRV-Revision

### 2.1. Handlungsbedarf

In Agglomerationen und verkehrsreichen Gebieten liegen die Jahresmittelwerte für Feinstaub an manchen Stellen über dem geltenden Grenzwert, und auch die Tagesgrenzwerte werden häufig und deutlich überschritten<sup>7</sup>. Die Feinstaubemissionen (PM10) der Schweiz beliefen sich im Jahr 2015 auf ca. 17'360 Tonnen<sup>8</sup>. Davon stammten gut 30% aus Industrie und Gewerbe, je knapp 30% aus Verkehr und Haushalten/Dienstleistungen und gut 10% aus Land-/Forstwirtschaft. 31% der PM10-Emissionen entstanden in Verbrennungsprozessen (Feuerungsanlagen, Motoren) und 69% in mechanischen Prozessen (z. B. Pneuabrieb). 15% des Totals wurden bei der Verbrennung von Holzbrennstoffen erzeugt. Ein Teil der gasförmigen organischen Luftschadstoffe kondensiert kurz nach dem Austritt aus dem Kamin in der Umgebungsluft zu zusätzlichem Feinstaub; auf diese Weise erhöhten sich die PM10-Emissionen aus Holzfeuerungen im Jahr 2015 um mehr als 800 Tonnen.

Feinstaub kann zu schwerwiegenden Auswirkungen auf die Gesundheit führen, u.a. Atemwegs- und Herz-Kreislaufkrankungen, Lungenkrebs und in schweren Fällen vorzeitiger Tod. Aus wohlfahrtsökonomischer Sicht handelt es sich bei Feinstaubemissionen um ein Marktversagen infolge fehlender Internalisierung externer Kosten. Dieses Marktversagen rechtfertigt staatliches Handeln im Sinne einer Verschärfung der bestehenden LRV.<sup>9</sup> Das Umweltschutzgesetz hält dazu fest, dass Emissionen im Rahmen der Vorsorge so weit zu begrenzen sind, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist.<sup>10</sup> Entsprechend richten sich die Emissionsgrenzwerte der Luftreinhalte-Verordnung nach dem Stand der Technik. Wenn verbesserte Technik es ermöglicht, die Emissionen zu verringern, sollten die entsprechenden Grenzwerte der LRV angepasst werden.

### 2.2. Inhalt der LRV-Revision Feuerungen

Der Entwurf der LRV-Revision umfasst rund 55 Änderungen.<sup>11</sup> 25 Änderungen betreffen bestehende Bestimmungen, 30 Änderungen sind Neuerungen. In der vorliegenden VOBÜ haben wir uns auf 12 Änderungen fokussiert, die das BAFU hinsichtlich der Umwelt- und Kostenfolgen als

<sup>7</sup> Im Jahr 2015 wurde der Tagesgrenzwert an 56 von 90 behördlichen Messstationen überschritten.  
[http://www.bafu.admin.ch/luft/luftbelastung/blick\\_zurueck/index.html?lang=de](http://www.bafu.admin.ch/luft/luftbelastung/blick_zurueck/index.html?lang=de)

<sup>8</sup> Siehe: Switzerland's Informative Inventory Report 2017 (IIR), Submission under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, Submission of March 2017 to the United Nations ECE Secretariat. Federal Office for the Environment. Bern 2017, [https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/luft/fachinfo-daten/switzerland\\_s\\_informativeinventoryreport2017iir.pdf](https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/luft/fachinfo-daten/switzerland_s_informativeinventoryreport2017iir.pdf.download.pdf/switzerland_s_informativeinventoryreport2017iir.pdf)

<sup>9</sup> LRV: SR 814.318.142.1

<sup>10</sup> USG Art. 11: SR 814.01.

<sup>11</sup> Die VOBÜ wurde auf der Grundlage des Entwurfs der LRV-Revision von Ende Oktober 2016 durchgeführt. Allfällige Änderungen in der Vernehmlassungsvorlage sind demgegenüber nicht berücksichtigt.

besonders relevant eingestuft hat. Diese Einschätzung wurde in den Interviews thematisiert und bestätigt. Diese 12 Änderungen haben wir sodann in der Wirkungsanalyse vertieft untersucht. Die übrigen – weniger relevanten – Änderungen werden in Bezug auf ihre Wirkungen pauschal beurteilt.

Die wichtigsten Änderungen betreffen insbesondere kleinere Holzfeuerungsanlagen (bis 70 kW), daneben aber auch grössere Holzfeuerungsanlagen, Gas- und Ölfeuerungsanlagen und Asphaltmischanlagen: Ihnen allen entstehen hauptsächlich Mehrkosten. Diese Mehrkosten bedeuten gleichzeitig Mehrumsatz und zusätzliche Wertschöpfung bei Kontrolleuren sowie Importeuren und Anlagenherstellern.

Die folgende Tabelle 3 gibt einen Überblick über die Änderungen mit relevanten Auswirkungen:

Tabelle 3: Übersicht Änderungen

| Änderung                                       | Artikel in revidierter LRV  | Bestehende Regelung   | Neue Regelung  | Betroffene Gruppen  |
|--|---|---|--|---|
| <b>Holzfeuerungsanlagen<sup>12</sup></b>       |   |   |  |   |
| Abnahmemessung (CO und Feinstaub) bis 70 kW    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Artikel 3,</li> <li>▪ Artikel 13, Absatz 1 und 2</li> <li>▪ Anhang 3 Ziffer 522</li> </ul> | Keine bestehenden Vorgaben für neue Anlagen   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Abnahmemessung (CO und Feinstaub) für neue Anlagen (Ausnahme: Einzelraumfeuerungen)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Betreiber von Holzfeuerungsanlagen bis 70 kW</li> <li>▪ Feuerungskontrolleure</li> </ul>                   |
| Periodische Messungen (CO) bis 70 kW           | Artikel 13, Absatz 3  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Keine Kontrolle in elf Kantonen</li> <li>▪ Sichtkontrolle in 15 Kantonen</li> <li>▪ Keine Kontrolle von CO-Grenzwert, solange fachgerechter Betrieb und Verbrennen von naturbelassenem Holz</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Messung nur von CO bei periodischer Kontrolle Messung alle zwei Jahre</li> <li>▪ Ausnahme: Einzelraumfeuerungen (weiterhin Sichtkontrollen).</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Betreiber von Holzfeuerungsanlagen bis 70 kW</li> <li>▪ Feuerungskontrolleure</li> </ul>                   |
| Grenzwerte Holzheizungen bis 70 kW             | Anhang 3 Ziffer 522   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ CO-Grenzwert: 4000 mg/m<sup>3</sup></li> <li>▪ Feststoffe: keine Grenzwerte</li> <li>▪ Ordentliche Sanierungsfrist für bestehende Anlagen: 5 Jahre</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tiefere Grenzwerte für CO</li> <li>▪ Neue Grenzwerte für Feststoffe</li> <li>▪ Unterschiedliche Grenzwerte für Pellet-, Hack-schnitzel- und Stückholzheizungen.</li> <li>▪ Sanierungsfrist bis zu 10 Jahre</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Betreiber von Holzfeuerungsanlagen bis 70 kW</li> </ul>  |
| Sichtkontrolle bei Einzelraumfeuerungen        | Anhang 3 Ziffer 22  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bestehende Pflicht in 15 Kantonen</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Schweizweite Pflicht</li> <li>▪ Bagatellgrenze für selten genutzte Einzelraumfeuerungen</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Betreiber von Einzelraumfeuerungen</li> </ul>  |
| Staubabscheidesysteme für Holzfeuerungsanlagen | Anhang 3 Ziffer 525   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Keine bestehenden Vorgaben</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Für Anlagen &gt; 70 kW muss Verfügbarkeit «in der Regel» mind. 90% betragen.</li> <li>▪ Sanierungsfrist für Verfügbarkeit bis zu 10 Jahre</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anlagenbetreiber von Holzfeuerungsanlagen über 70 kW</li> <li>▪ Hersteller von Staubabscheidern</li> </ul> |

<sup>12</sup> Die Massnahmen betreffen nur Holzheizkessel. Einzige Ausnahme ist die Massnahme der Sichtkontrolle bei Einzelraumfeuerungen.

| Änderung   | Artikel in revidierter LRV  | Bestehende Regelung   | Neue Regelung  | Betroffene Gruppen   |
|--|---|---|--|--|
|  |   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Neue Anlagen bis 500 kW: Staubabscheidesysteme entsprechend Stand der Technik (Richtlinie VDI 3670)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Feuerungskontrolleure</li> </ul>  |
| Wärmespeicher für Holzfeuerungsanlagen bis 500 kW            | Anhang 3 Ziffer 523   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Handbeschickte Feuerungen: Speicherpflicht für Hälfte einer Charge, wenn CO und Feststoff-Grenzwerte nicht eingehalten</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alle Holzfeuerungsanlagen bis 500 kW: Pflicht für Wärmespeicher mit genügend Kapazität</li> <li>▪ Handbeschickte Feuerungen: Speicher für eine ganze Charge</li> <li>▪ Automatische Anlagen: Speicher für 25 Liter pro kW Nennleistung</li> <li>▪ Sanierungsfrist bis zu 10 Jahre</li> <li>▪ Ausnahmen: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pelletheizungen bis 70 kW: Keine Pflicht für Wärmespeicher</li> <li>▪ Einheiten mit mehreren Einzelfeuerungen: kleinere Speichergrößen im Spielraum der Behörde</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Betreiber von Holzfeuerungsanlagen bis 500 kW</li> </ul>  |
| <b>Ölfeuerungsanlagen</b>                                    |   |   |  |  |
| Zulässige Abgasverluste bei Ölfeuerungsanlagen               | Anhang 3 Ziffer 414   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 6-8% für Raumwärmeerzeugung/Wasssererwärmung</li> <li>▪ 6-8% für Prozess-/Fernwärme-/Dampferzeugung</li> <li>▪ Ordentliche Sanierungsfrist für bestehende Anlagen: 5 Jahre.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 4% für Raumwärmeerzeugung/Wasssererwärmung</li> <li>▪ 5% für Prozess-/Fernwärme-/Dampferzeugung</li> <li>▪ Höhere Werte im Spielraum der Behörde, sofern Grenzwerte aus technischen und betrieblichen Gründen nicht erreichbar</li> <li>▪ Sanierungsfrist bis zu 10 Jahre</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Betreiber von Ölfeuerungsanlagen</li> </ul>   |
| Verbot Heizöl Extra leicht für Ölfeuerungsanlagen unter 5 MW | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anhang 3 Ziffer 415</li> <li>▪ Anhang 3 Ziffer 422</li> <li>▪ Anhang 5 Ziffer 11 Absatz 1<sup>ter</sup></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anlagen unter 5 MW: Verwendung von Heizöl «Mittel» oder «Schwer verboten»</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anlagen unter 5 MW: Verbot Heizöl Extra-Leicht, Verwendung ausschliesslich Heizöl Extra leicht Öko (Ökoheizöl)</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Betreiber von Ölfeuerungsanlagen</li> <li>▪ Heizöllieferanten,</li> <li>▪ Raffinerie(en),</li> <li>▪ Importeure,</li> </ul> |

| Änderung   | Artikel in revidierter LRV | Bestehende Regelung   | Neue Regelung  | Betroffene Gruppen   |
|--|----------------------------|---|--|--|
|  |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Übergangsfrist von 5 Jahren, während der noch Heizöl Extra leicht importiert, in Verkehr gebracht und eingesetzt werden darf</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pflichtlagerbetreiber</li> </ul>  |
| <b>Gasfeuerungsanlagen</b>   |                            |   |  |  |
| Periodische Messungen bei Gasfeuerungsanlagen                        | Artikel 13 Absatz 3        | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Periodische Messung alle zwei Jahre</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gasfeuerungsanlagen müssen periodisch alle vier Jahre gemessen werden.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Betreiber von Gasfeuerungsanlagen</li> <li>▪ Feuerungskontrolleure</li> </ul> |
| Zulässige Abgasverluste bei Gasfeuerungsanlagen                      | Anhang 3 Ziffer 63         | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 6-8% für Raumwärmeerzeugung/Wassererwärmung</li> <li>▪ 6-8% für Prozess-/Fernwärme-/Dampferzeugung</li> <li>▪ Ordentliche Sanierungsfrist für bestehende Anlagen: 5 Jahre</li> </ul>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 4% für Raumwärmeerzeugung/Wassererwärmung</li> <li>▪ 5% für Prozess-/Fernwärme-/Dampferzeugung</li> <li>▪ Höhere Werte im Spielraum der Behörde, sofern Grenzwerte aus technischen und betrieblichen Gründen nicht erreichbar</li> <li>▪ Sanierungsfrist bis zu 10 Jahre</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Betreiber von Gasfeuerungsanlagen</li> <li>▪ Feuerungskontrolleure</li> </ul> |
| <b>Private und behördliche Messstellen</b>                           |                            |   |  |  |
| Messung von grossen Feuerungsanlagen (Öl/Gas: > 1 MW, Holz: > 70 kW) | Artikel 13a                | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Keine Zulassung für Messungen nötig</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zulassung notwendig (Erteilung durch Kompetenzzentrum)</li> <li>▪ Frist zur Erlangung der Zulassung: 5 Jahre</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Feuerungskontrolleure</li> <li>▪ Messstellen</li> </ul>                       |
| <b>Besondere Anlagen</b>   |                            |   |  |  |
| Asphaltmischanlagen (AMA)  | Anhang 2 Ziffer 14         | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Keine spezifischen Anforderungen für AMA</li> <li>▪ Kantonale Anforderungen basierend auf allgemeinen vorsorglichen Emissionsbegrenzungen (Anhang 1 LRV) und/oder nach dem Stand der Technik (Art. 4 LRV)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Harmonisierte Grenzwerte für Schadstoffen, u.a. für gasförmige organische Stoffen: 50 mg/m<sup>3</sup></li> <li>▪ Ausnahmen bis zu 80 mg/m<sup>3</sup> möglich</li> <li>▪ Pflicht zur kontinuierlichen Überwachung der Abgase für Anlagen mit einer durchschnittlichen Jahresproduktion von über 100'000 t Asphalt</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Betreiber von Asphaltmischanlagen</li> </ul>                                  |

Tabelle INFRAS.

### 3. Relevanzanalyse

Ziel der Relevanzanalyse ist, jene Bereiche zu identifizieren, die in der Wirkungsanalyse vertieft untersucht werden. Dazu wurden die Auswirkungen der LRV-Änderungen auf Umwelt und Wirtschaft nach ihrer Relevanz für die volkswirtschaftliche Beurteilung eingestuft. Die Einstufung erfolgte basierend auf den durchgeführten Interviews.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die als relevant eingestuftten Auswirkungen der in Kapitel 2.2. aufgeführten LRV-Änderungen. Zur besseren Übersichtlichkeit werden die oben aufgeführten Einzeländerungen zu fünf Änderungspaketen zusammengefasst.

Die Auswirkungen der übrigen Änderungen werden von den meisten befragten Personen für die volkswirtschaftliche Beurteilung als nicht oder wenig relevant eingestuft. Eine Beurteilung erfolgt pauschal in Kapitel 10.

**Tabelle 4: Relevanzeinschätzung der LRV-Änderungen**

| Auswirkungen LRV-Änderungen auf   | Holzfeuerungsanlagen | Ölfeuerungsanlagen | Gasfeuerungsanlagen | Zulassungen | Besondere Anlagen |
|-----------------------------------|----------------------|--------------------|---------------------|-------------|-------------------|
| <b>Umwelt</b>                     |                      |                    |                     |             |                   |
| U1 Sicherheit/Klima               | 1                    | 1                  | 1                   | 0           | 0                 |
| U2 Gesundheit                     | 2                    | 2                  | 1                   | 1           | 1                 |
| U3 Natürliche Vielfalt            | 0                    | 0                  | 0                   | 0           | 0                 |
| U4 Wirtschaftliche Leistungen     | 0                    | 0                  | 0                   | 0           | 0                 |
| <b>Wirtschaft</b>                 |                      |                    |                     |             |                   |
| W1 Unternehmen                    | 1                    | 2                  | 2                   | 1           | 2                 |
| W2 Haushalte                      | 2                    | 2                  | 2                   | 0           | 0                 |
| W3 Arbeitnehmer / Arbeitsmarkt    | 0                    | 0                  | 0                   | 0           | 0                 |
| W4 Regionen                       | 0                    | 0                  | 0                   | 0           | 0                 |
| W5 Öffentliche Hand               | 1                    | 1                  | 1                   | 1           | 1                 |
| <b>Hand</b>                       |                      |                    |                     |             |                   |
| W6 Gesamtwirtschaft               | 0                    | 0                  | 0                   | 0           | 0                 |
| W7 Innovation, Forschung, Bildung | 0                    | 0                  | 0                   | 0           | 0                 |

| Auswirkungen LRV-Änderungen auf | Holzfeuerungsanlagen | Ölfeuerungsanlagen | Gasfeuerungsanlagen | Zulassungen | Besondere Anlagen |
|---------------------------------|----------------------|--------------------|---------------------|-------------|-------------------|
| W8 Ordnungspolitik              | 0                    | 0                  | 0                   | 0           | 0                 |

Legende: 2 = hohe Relevanz, Auswirkungen werden vertieft analysiert,  
1 = mässige Relevanz, die Richtung der Auswirkungen wird in die Gesamtbeurteilung einbezogen,  
0 = keine Relevanz.

Tabelle INFRAS.

### Begründung der Einstufung bei den Umweltkriterien

Die Auswirkungen auf die Gesundheit sind für zwei der fünf Massnahmen – Holzfeuerungsanlagen und Ölfeuerungsanlagen – relevant, da sie die Luftqualität deutlich verbessern sollten. Am grössten sind die Auswirkungen der Massnahmen, die Holzfeuerungsanlagen betreffen. Diese zielen darauf ab, schlecht ausgerüstete bzw. schlecht eingestellte und bediente Holzfeuerungsanlagen zu optimieren oder längerfristig zu ersetzen. Bei Ölfeuerungsanlagen verbessert der Wechsel zu Heizöl Extra leicht (Ökoheizöl) bei Anlagen unter 5 MW die Luftqualität in relevantem Umfang. Heizöl Extra leicht hat einen grossen Marktanteil und das Substitut – Ökoheizöl – reduziert die SO<sub>x</sub>- und NO<sub>x</sub>-Emissionen und lässt die Anlagen zuverlässiger und mit höherer Effizienz laufen.

Für das Kriterium Sicherheit/Klima spielen nur die Verschärfung der Abgasgrenzwerte für Öl- und Gasfeuerungsanlagen eine Rolle. Die Auswirkungen werden als mässig relevant eingestuft.

Die beiden übrigen Umweltkriterien – natürliche Vielfalt und wirtschaftliche Leistungen – stufen wir basierend auf den Expertenbefragungen als nicht relevant ein.

### Begründung der Einstufung bei den wirtschaftlichen Kriterien

Betroffen sind von den LRV-Änderungen vor allem die Betreiber von Holz- und Ölfeuerungsanlagen. In den meisten Fällen sind dies Unternehmen und Haushalte. Die LRV-Änderungen verursachen bei ihnen Kosten für Messungen und Kosten für Neu- und Ersatzanlagen. Entsprechend sind die LRV-Änderungen für sie relevant. Nicht relevant für die Haushalte sind die LRV-Änderungen zu Zulassungen und Asphaltmischanlagen. Für die öffentliche Hand ergeben sich infolge der LRV-Änderungen Mehraufwendungen beim Vollzug der Feuerungskontrolle.

### Fazit für die Wirkungsanalyse

Ausgehend von der obigen Relevanzanalyse werden in der Wirkungsanalyse die Wirkungen auf die Gesundheit (U2), auf die Unternehmen (W1) und die Haushalte (W2) sowie auf die Öffentliche Hand (W5) untersucht.

## Teil II Wirkungsanalyse

### 4. Wirkungsmodell

Die oben aufgeführten 12 wichtigsten Massnahmen der LRV-Revision Feuerungen betreffen verschiedene Akteure, darunter insbesondere Anlagenbetreiber (Hauseigentümer, Industriebetriebe), Hersteller und Importeure von Feuerungsanlagen und Heizöl, amtliche Feuerungskontrolleure und private Messfirmen sowie kantonale und kommunale Vollzugsbehörden.

Das folgende Wirkungsmodell gibt einen Überblick über die wichtigsten Wirkungen der Massnahmen zu Holz-, Gas- und Ölfeuerungsanlagen. Die Begrifflichkeiten sind wie folgt zu verstehen:<sup>13</sup>

- Output beinhaltet die in der LRV-Revision vorgesehenen Massnahmen.
- Impact bezeichnet die Wirkungen auf die Adressaten der Massnahmen. Wir unterscheiden dabei zwischen:
  - direkten Effekten, die wiederkehrend bei den Adressaten anfallen, bspw. die Kosten für die neu alle zwei Jahre anfallende Feuerungskontrolle.
  - indirekten Effekten, die einmalig – als Folge der Massnahmen – anfallen, bspw. eine Sanierung, die nötig wird, weil die Feuerungskontrolle ergeben hat, dass die Grenzwerte nicht eingehalten werden.
  - Verhaltensänderungen bei den Adressaten, wenn diese bspw. als Folge der Feuerungskontrolle und dank Hinweisen der Feuerungskontrolle den Betrieb der Feuerungsanlage optimieren und emissionsschonender anfeuern.
- Outcome bezeichnet die weitergehenden Umweltfolgen.

Die direkten Wirkungen und die Verhaltensänderungen treten eher kurzfristig ein und wirken danach kontinuierlich. Die indirekten Wirkungen wirken erst nach einer längeren Übergangsfrist, insbesondere nach Ablauf der Sanierungsfristen.

Nicht im Wirkungsmodell enthalten sind die Interessenvertretungen der betroffenen Akteure, insbesondere die Verbände (Holzenergie Schweiz, feusuisse, SFIH, VZF, VSK, SKMV, Gebäude Klima Schweiz, Erdölvereinigung, Asphaltmischgutverband, etc.).

---

<sup>13</sup> Vgl. auch BAFU 2013, S. 14.

Abbildung 1: Massnahmen, Kosten- und Umweltfolgen nach Akteuren

|         | Anlagenbetreiber  | Hersteller, Importeure   | Feuerungskontrolleure, Messfirmen   | Vollzugsbehörden  |
|---------|---|--|---|---|
| Output  | <p><b>Massnahmen Holzfeuerungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Abnahmemessung</li> <li>▪ Periodische Messpflicht</li> <li>▪ Sichtkontrolle Einzelraumfeuerungen</li> <li>▪ Vorgaben Wärmespeicher</li> <li>▪ Vorgaben Staubabscheider</li> </ul> <p><b>Massnahmen Gas-, Ölfeuerungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gasfeuerungen: weniger Kontrollen</li> <li>▪ Verbot Heizöl Extra-Leicht</li> <li>▪ Strengere Grenzwerte für Abgasverluste Öl/Gas</li> </ul>   | <p><b>Massnahmen Holzfeuerungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Abnahmemessung</li> <li>▪ Periodische Messpflicht</li> <li>▪ Sichtkontrolle Einzelraumfeuerungen</li> <li>▪ Vorgaben Wärmespeicher</li> <li>▪ Vorgaben Staubabscheider</li> </ul> <p><b>Massnahmen Gas-, Ölfeuerungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verbot Heizöl Extra-Leicht</li> <li>▪ Strengere Grenzwerte für Abgasverluste Öl/Gas</li> </ul> | <p><b>Massnahmen Holzfeuerungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Abnahmemessung</li> <li>▪ Periodische Messpflicht</li> <li>▪ Sichtkontrolle Einzelraumfeuerungen</li> </ul> <p><b>Massnahmen Gas-, Ölfeuerungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gasfeuerungen: weniger Kontrollen</li> </ul>    | <p><b>Massnahmen Holzfeuerungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Abnahmemessung</li> <li>▪ Periodische Messpflicht</li> <li>▪ Sichtkontrolle Einzelraumfeuerungen</li> <li>▪ Vorgaben Wärmespeicher</li> <li>▪ Vorgaben Staubabscheider</li> </ul> <p><b>Massnahmen Gas-, Ölfeuerungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gasfeuerungen: weniger Kontrollen</li> <li>▪ Verbot Heizöl Extra-Leicht</li> <li>▪ Strengere Grenzwerte für Abgasverluste Öl/Gas</li> </ul> |
| Impact  | <p><b>Direkte Effekte (wiederkehrende Kosten)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gasfeuerungen: geringere Messkosten</li> <li>▪ Holzfeuerungen: höhere Messkosten</li> </ul> <p><b>Indirekte Effekte (einmalige Kosten)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Investitionskosten für Sanierungen Anlagen, Speicher, Staubabscheider</li> <li>▪ Längerfristig: Wechsel auf alternatives Heizsystem (z.B. Wärmepumpe)</li> </ul> <p><b>Verhaltensänderungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Optimierungen im Betrieb</li> </ul> | <p><b>Indirekte Effekte (einmalige Ertragseffekte)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mehrumsatz infolge Sanierungen</li> </ul>  | <p><b>Direkte Effekte (wiederkehrende Kosten und Ertragseffekte)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Umsatzrückgang bei Kontrollen von Gasfeuerungsanlagen</li> <li>▪ Mehrumsatz infolge Kontrollen von Holzfeuerungsanlagen</li> <li>▪ Kosten für Ausbildung der Kontrolleure für Messung Holzfeuerungen</li> </ul> | <p><b>Direkte Effekte (wiederkehrende Kosten)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zusätzlicher administrativer Aufwand</li> </ul>  |
| Outcome | <p><b>Umweltfolgen</b></p> <p>Weniger Emissionen (CO, Feinstaub, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, NMVOC), weniger Immissionen, bessere Luftqualität, weniger Gesundheitskosten, geringere Sterblichkeit, weniger Gebäudeschäden</p>  |  |   |   |

## 5. Holzfeuerungsanlagen

### 5.1. Änderungen

Holzfeuerungsanlagen verursachen erhebliche Mengen an CO- und Feinstaub-Emissionen und sind in manchen Gegenden und Jahreszeiten die wichtigste Quelle lokaler Luftverschmutzung. Für Holzfeuerungsanlagen bis 70 kW gab es bisher einen CO-Grenzwert, aber keinen Feinstaub-Grenzwert. Der aktuell gültige CO-Grenzwert von 4000 mg/m<sup>3</sup> ist wesentlich höher als der Stand der Technik für die meisten Feuerungsanlagen (v.a. für automatisch beschickte Anlagen).

Emissionen entstehen in Anlagen, die während des Regelbetriebs unsauber verbrennen, weil sie unsachgemäss betrieben, schlecht eingestellt oder veraltet sind oder wenn sie unzulässiges Brenngut verwenden. Aber auch gut betriebene Anlagen emittieren Luftschadstoffe, weil z. B. insbesondere während der Startphase die Verbrennung unvollständig ist. Ziel der LRV-Änderungen ist es, diese Emissionsquellen zu reduzieren.

In einigen Kantonen bestehen bereits ähnliche Vorschriften, wie sie die LRV-Revision vorsieht. Ziel der LRV-Revision ist es deshalb auch, die bestehenden kantonalen Regelungen auf Ebene Bundesrecht zu harmonisieren.

#### Änderung

Für Holzfeuerungsanlagen wird eine Reihe von neuen Bestimmungen eingeführt:

- Bei Holzheizkesseln bis 70 kW sind bei der ersten Messung (Abnahmemessung) die CO- und Feinstaubwerte zu messen.
- Bei Holzheizkesseln bis 70 kW müssen anschliessend im Rahmen einer alle zwei Jahre stattfindenden periodischen Messung nur die CO-Werte gemessen werden (Feinstaub nur in Ausnahmefällen).
- Für diese Messungen werden entsprechende Grenzwerte definiert.
- Bei Einzelraumfeuerungen, wie beispielsweise Schwedenöfen oder Cheminées, die regelmässig benutzt werden, soll alle zwei Jahre eine Sichtkontrolle durchgeführt werden. In rund der Hälfte der Kantone ist dies heute bereits der Fall.
- Für Heizkessel bis 500 kW wird eine Speicherpflicht eingeführt (ausgenommen sind Heizkessel für Holzpellets bis 70 kW).
- Für Feuerungen > 70 kW wird eine Mindestverfügbarkeit des Staubabscheidesystems von 90% vorgeschrieben.
- Die Sanierungsfristen für die Anlagen, die die obigen Anforderungen nicht erfüllen, betragen 10 Jahre.
- Neue Abscheider an Anlagen bis 500kW müssen dem Stand der Technik entsprechen.

## 5.2. Wirkungen auf die Umwelt

Die Wirkung auf die Umwelt beinhaltet vor allem eine Reduktion von Feinstaub und CO und damit eine Verbesserung der Luftqualität. Das Ausmass der Umweltwirkungen lässt sich nach Ansicht der Experten für einzelne Massnahmen nur schwer abschätzen, die Gründe dafür sind:

- Die Zahl der betroffenen Anlagen lässt sich nur grob schätzen.
- Zum Reduktionspotenzial liegen oft keine Angaben vor.
- Die Referenzentwicklung ist unsicher (evtl. hätten gewisse Kantone strengere Vorgaben eingeführt).
- Die Wirkungen von Emissionseinsparungen auf die Umwelt hängen von verschiedenen Faktoren ab, z.B. den lokalen meteorologischen und topografischen Gegebenheiten oder der Anzahl der betroffenen Anwohner.

Aus diesen Gründen werden die Umweltwirkungen in der Folge für die einzelnen Massnahmen nur qualitativ abgeschätzt. Die Beurteilung erfolgt über die drei Kategorien gross/mittel/gering. In Abschnitt 5.2.6 folgt eine grobe Quantifizierung der Gesamtwirkung über alle Massnahmen.

### 5.2.1. Messpflicht und Grenzwerte für Holzheizkessel bis 70 kW

Bisher werden bei Holzfeuerungsanlagen (bis 70 kW) nur Sichtkontrollen durchgeführt. Messungen finden allenfalls reaktiv statt (beispielsweise nach Klagen von Anwohnern). Neu sind folgende Massnahmen vorgesehen:

#### **Abnahmemessung**

Gemäss BAFU soll die neu eingeführte Abnahmemessung sicherstellen, dass sowohl die CO- als auch die Feinstaubbelastung bei neuen Anlagen niedrig ist. Die Luftqualität allerdings verbessert sich nach Einschätzung der Experten nur leicht, da neue Anlagen zumeist dem Stand der Technik entsprechen. Die Abnahmemessung greife vor allem bei schlecht eingestellten neuen Anlagen oder neuen Anlagen mit veralteter Technik. Bestehende Anlagen mit hohen Emissionen würden von dieser Regelung nicht erfasst.

#### **Periodische Messung und tiefere Grenzwerte**

Im Gegensatz zur Abnahmemessung erwarten die Experten von der Einführung der periodischen Messpflicht und den dazugehörigen Grenzwerten eine relevante Verbesserung der Luftqualität. Die Messpflicht erlaube es, Anlagen mit schlechten Verbrennungseigenschaften systematisch zu identifizieren und deren Betrieb zu optimieren. Hielten Anlagen die neu definierten Grenzwerte dennoch nicht ein, müssten sie saniert werden. Weil neue Anlagen wesentlich bessere Emissionswerte haben, sanken die Feinstaub- und CO-Emissionen.

Wie viele Sanierungsfälle ausgelöst werden, lässt sich nach Expertenaussagen nicht angeben. Es existierten keine systematischen Untersuchungen der tatsächlichen Emissionsverteilung pro Kategorie und somit könne man auch nicht genau ermitteln, wie viele Anlagen jeweils den Grenzwert überschritten. Hinweise gäben Untersuchungen aus den Kantonen Luzern<sup>14</sup> und Zürich<sup>15</sup>. Diese zeigten, dass Holzfeuerungsanlagen der verschiedenen Kategorien in unterschiedlichem Ausmass von der Sanierungspflicht betroffen sind. Daraus leiten die Experten folgende Einschätzungen ab:

- Für Pelletheizungen sind kaum Sanierungsfälle zu erwarten, weil bestehende Pelletheizungen die neuen Grenzwerte bereits jetzt überwiegend einhalten.
- Bei Hackschnitzelkesseln und Stückholzkesseln werden vor allem viele ältere Anlagen die Grenzwerte nicht einhalten können. Die Beanstandungsquote dürfte für beide Anlagenarten je nach Alter zwischen 20% und 50% betragen. Im Schnitt sind Stückholzheizungen älter als Pelletheizungen.

Mehrere Experten betonen, dass die Anzahl der ausgelösten Sanierungen und damit auch die Wirkungen auf die Luftqualität stark von der Art der Durchführung der Messung, also den Vorgaben der BAFU-Messempfehlungen abhängen. Ohne die überarbeiteten Messempfehlungen zu kennen, sei es schwierig, die Stringenz der Grenzwerte beurteilen zu können. Das Messergebnis bspw. hänge stark davon ab, wie viele Minuten nach dem Start der Feuerung gemessen wird, da die Emissionen mit zunehmender Zeit nach dem Start abnehmen. Ein Experte gab zu bedenken, dass die Behörden den tatsächlichen Messzeitpunkt nicht kontrollieren können und Messergebnisse so leicht manipuliert werden könnten.

Dass im Rahmen der periodischen Messungen nur CO gemessen werden soll, Feinstaubemissionen hingegen nur im Ausnahmefall, ist nach Ansicht der Experten sinnvoll. Hintergrund dieser Regelung ist gemäss BAFU, dass für die Staubmessung eine passende Messstelle vorhanden sein müsse. Dies sei bei bestehenden Anlagen schwieriger zu realisieren. Bei neuen Anlagen würde bei der Abnahmemessung sowohl CO als auch Feinstaubemissionen bestimmt, so dass bei der periodischen Kontrolle eine CO-Messung eine ausreichende Beurteilung erlauben würde. Die positiven Wirkungen dieser Massnahme auf die Luftqualität würden dadurch nicht geschmälert. Die meisten Experten sind der Meinung, dass eine periodische Überprüfung des CO-Grenzwertes letztlich hinreichend ist, um eine nicht-optimale Verbrennung zu identifizieren.

---

<sup>14</sup>Auswertung von 421 CO-Messungen 2015 / 2016 bei Holzfeuerungen zwischen 40 und 70 kW Feuerungswärmeleistung im Kanton Luzern.

<sup>15</sup>Vergleich Auswirkungen verschärfter AWEL-CO- und LRV-Emissionsgrenzwerten bei Holzcentralheizungen bis 70 kW Stadt Zürich, Messungen 2010 -2016.

Insgesamt beurteilen die Experten sowohl die Umweltwirkung von Betriebsverbesserungen als auch von Sanierungen als gross.

### 5.2.2. Sichtkontrolle bei Einzelraumfeuerungen

Sichtkontrollen bei Einzelraumfeuerungen sind bereits heute in rund 15 Kantonen vorgeschrieben und werden nun schweizweit Pflicht. Ausgenommen von der Regelung sind Einzelraumfeuerungen, die selten genutzt werden (Bagatellgrenze bzgl. des jährlichen Brennstoffverbrauchs). Aus Sicht der Experten bringt die Einführung einer flächendeckenden Sichtkontrolle eine grosse Emissionsreduktion. Zwar sind Sichtkontrollen bereits in 15 Kantonen vorgeschrieben. Da Einzelraumfeuerungen aber weit verbreitet seien und durch sachgerechten Betrieb die Emissionen pro Anlage substantziell gesenkt werden könnten, schätzen die Experten die Umweltwirkung dieser Massnahme dennoch als gross ein.

### 5.2.3. Speicherpflicht für Holzfeuerungsanlagen bis 500 kW

Gemäss Experten erlauben es Speicher, Holzfeuerungsanlagen mit weniger Starts zu betreiben, da überschüssige Wärme für den späteren Verbrauch gespeichert werden könne. Damit reduziere die Einführung einer Speicherpflicht den Schadstoffausstoss von bestehenden Anlagen, die bisher ohne Speicher betrieben wurden, und von neuen Anlagen, für die sonst kein Speicher geplant worden wäre. Ein weiterer positiver Effekt sei gemäss einer einzelnen Experten-aussage, dass dank weniger Starts auch mit weniger Klagen aus der Nachbarschaft zu rechnen sei.

Die Verwendung von Speichern ist nach Ansicht der Experten bereits heute verbreitet und beispielsweise im Branchenstandard QM Holzheizwerte verankert.<sup>16</sup> Die meisten Experten schätzen die zusätzliche Auswirkung der Speicherpflicht als mittel ein. Eine Minderheit spricht von geringeren Auswirkung, da nur der Stand der Technik im Sinne der aktuellen Praxis vorgeschrieben werde. Am grössten schätzen die Akteure die Auswirkungen bei alten Stückholzheizungen ein. Diese hätten oft keinen Speicher. Solche Heizungen würden stattdessen die Luftzufuhr drosseln, wenn weniger Wärme gebraucht wird, und erzeugten so sehr hohe Emissionen. Mit einem Speicher könne dies verhindert werden.

Pelletheizungen mit weniger als 70 kW müssen auch weiterhin keinen Speicher einbauen. Nach Meinung der Experten schwächt diese Ausnahme die positive Wirkung dieser Massnahme kaum ab. Begründet wird dies wie folgt:

- Pelletheizungen mit dieser Grösse hätten nur einen kleinen Anteil an der Gesamtleistung der Holzheizungen.

---

<sup>16</sup> <http://www.gmholzheizwerke.ch/home.html>

- Ausserdem erreichten Pelletheizungen schnell ihre Betriebstemperatur und hätten somit beim Start geringere Emissionen als beispielsweise Hackschnitzel- oder Stückholzheizungen.
- Die Leistung von Pelletheizungen könne nach unten reguliert werden und bis zu einer Leistung von 30% ihrer Nennleistung mit einer optimalen Verbrennung betrieben werden. Daher könne die Anzahl Starts oft auch durch Teillastbetrieb reduziert werden.
- Für kleine Wärmemengen sei auch ohne Speicher genug Wasser im System. Demzufolge sei eine Speicherpflicht für kleine Pelletheizungen nicht zweckdienlich.

Eine Minderheit der Experten findet allerdings, dass der Unterschied von Pelletheizungen zu anderen Anlagentypen gering ist. Die Ausnahme verschenke deshalb Potenzial für eine Verbesserung der Luftqualität.

Ein Experte findet ausserdem, dass Speicher durch die geringere Anzahl von Starts bewirken, dass sich weniger Russ auf den Wärmetauschern ablagert und diese besser funktionieren. Dadurch liessen sich die Emissionen zusätzlich reduzieren.

#### 5.2.4. Anforderungen Staubscheidesysteme > 70 kW

Grundsätzlich sind Staubabscheidesysteme für Holzfeuerungsanlagen weiterhin nicht verpflichtend. Werden die Grenzwerte allerdings nicht eingehalten, muss die Anlage ersetzt oder ein Staubabscheider eingebaut werden. Wird ein Staubabscheider eingebaut, muss dessen Verfügbarkeit in der Regel 90% betragen. Je höher die Verfügbarkeit von Staubabscheidern ist, desto mehr Feinstaub reduzieren sie. Gemäss den Experten sind allerdings die meisten Systeme gerade während der emissionsintensiven Startphase nicht verfügbar. Daher sei es für die Umweltwirkung von Staubabscheidesystemen wichtig, die Anzahl der Starts zu minimieren und sicherzustellen, dass die Staubabscheider möglichst bald nach dem Start verfügbar sind. Die vorgeschriebene Verfügbarkeit von 90% soll daher indirekt auch gewährleisten, dass die Anlage weniger häufig neu starten muss. Speicher verringern die Anzahl Starts und sind somit eine wichtige Voraussetzung, um Staubabscheider mit der nötigen Verfügbarkeit betreiben zu können.

Die Umweltwirkung von Staubabscheidern ist gemäss den Experten schwierig abzuschätzen: Erstens sei unklar, wie die Verfügbarkeit definiert und kontrolliert werden soll. Und zweitens gebe es noch relativ wenig Praxiserfahrung mit Staubabscheidern in kleinen Leistungsbereichen. Die Experten schätzen die Gesamtwirkung trotzdem als mittel ein. Sie begründen dies damit, dass es doch einige Anlagen gibt, die eine sehr tiefe Verfügbarkeit haben. Werde bei diesen die Verfügbarkeit erhöht, könnten die Emissionen deutlich reduziert werden.

### 5.2.5. Übersicht

Tabelle 5 fasst die wichtigsten Auswirkungen auf die Luftqualität zusammen. Selbst mit einer qualitativen Einschätzung mittels der drei Kategorien gross/mittel/gering taten sich die Experten schwer. Sie waren sich jedoch einig, dass das Gesamtpaket aus Messpflicht, Grenzwerten, Sichtkontrollen, Speicherpflicht und Vorgaben für die Staubabscheidesysteme einen signifikanten Einfluss auf die Luftqualität haben wird. Dies vor allem, weil Anlagen mit hohen Emissionen identifiziert und entsprechende Sanierungsaufgaben verfügt werden könnten. Neue Anlagen garantierten dann einen Betrieb mit geringen Emissionen gemäss dem heutigen Stand der Technik.

Die Revision sieht Sanierungsfristen von 10 Jahren vor. Daher ist zu erwarten, dass nach Inkrafttreten der revidierten Verordnung entsprechend Zeit vergehen wird, bis die Sanierungen durchgeführt und eine entsprechend positive Umweltwirkung erzielt wird.

**Tabelle 5: Umweltauswirkungen durch Massnahmen bei Holzfeuerungsanlagen**

| Massnahme  | Reduktion CO und Feinstaub | Zeithorizont                      |
|--|----------------------------|-----------------------------------|
| Einführung von Abnahmemessung (Feinstaub und CO) für Anlagen bis 70 kW                 | Gering                     | kontinuierlich                    |
| Einführung von periodischen Messungen (CO) für Anlagen bis 70 kW → Betriebsoptimierung | Gross                      | kontinuierlich                    |
| Einführung von periodischen Messungen (CO) für Anlagen bis 70 kW → Sanierungen         | Gross                      | Sanierungsfristen bis zu 10 Jahre |
| Einführung von periodischen Sichtkontrollen für Einzelraumfeuerungen                   | Gross                      | kontinuierlich                    |
| Einführung von Vorgaben zur Speichergrösse für Anlagen bis 500 MW                      | Mittel                     | Sanierungsfristen bis zu 10 Jahre |
| Einführung von Verfügbarkeitsvorgaben bei Staubabscheidern für Anlagen > 70 kW         | Mittel                     | Sanierungsfristen bis zu 10 Jahre |

Tabelle INFRAS. Quelle: Experten-Workshop, Experteninterviews, eigene Einschätzungen.

### 5.2.6. Monetarisierung der Umweltauswirkungen

#### Reduktion von Feinstaub

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Massnahmen insgesamt die Luftqualität zumindest mittel- und langfristig deutlich verbessern sollten. Da für eine Quantifizierung der Umweltauswirkungen einzelner Massnahmen zu wenige Angaben vorliegen, wurde eine pauschale Abschätzung über alle Massnahmen basierend auf einer Studie des Kantons Zürich vorgenommen.<sup>17</sup> Diese geht davon aus, dass die im Massnahmenplan Luftreinhalteplan des Kantons Zürich

<sup>17</sup> AWEL 2016.

enthalten Massnahmen die Feinstaub- und Kohlenmonoxid-Emissionen durch Holzfeuerungen um knapp 30% reduzieren.

### Monetarisierung

Die Reduktion von Feinstaubemissionen wurde sodann wie folgt monetarisiert: Gemäss Eco-plan/INFRAS (2014) liegt die mittlere, bevölkerungsgewichtete PM10-Konzentration (Exposition) aufgrund von Haushaltsemissionen bei  $3.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Maximal 50% der PM10-Emissionen aus Haushaltungen stammen aus kleinen Holzfeuerungen (Angabe BAFU, Sektion Industrie und Feuerungen), deren Beitrag an die Exposition beträgt damit maximal  $1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , davon jeweils ungefähr die Hälfte in Form von primärem respektive sekundärem PM10 (FOEN 2013). Können die Feinstaubemissionen aus Holzfeuerungen durch die LRV-Revision um knapp 30% reduziert werden<sup>18</sup>, reduziert sich der Beitrag des primären PM10 um denselben Betrag von 30%, der Beitrag von sekundärem PM10 jedoch nur um ca. 10%<sup>19</sup>. Damit reduziert sich die mittlere, bevölkerungsgewichtete PM10-Konzentrationen (Exposition) insgesamt um maximal  $0.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Übertragen auf die verfügbaren Schätzungen zu externen Kosten infolge von Verkehrsemissionen lassen sich daraus die Umweltauswirkungen ableiten.<sup>20</sup> Die so berechneten Emissionseinsparungen sind aber mit grösseren Unsicherheiten verbunden:

- Die Abschätzung berücksichtigt nur kleinere Holzfeuerungen. Grundsätzlich sind aber auch grössere Holzfeuerungen von der Revision betroffen. Dadurch werden die Emissionsreduktion und die Umweltauswirkungen unterschätzt.
- Schäden an Gebäuden werden nicht berücksichtigt. Dadurch werden die Umweltauswirkungen ebenfalls unterschätzt.
- Die Monetarisierung beruht auf schwierig zu bewertenden, immateriellen Werten : In Bezug auf die reduzierte Sterblichkeit<sup>21</sup> bestehen bspw. Unsicherheiten in beide Richtungen.

Ausgehend von diesen Überlegungen werden die Umweltwirkungen als Bandbreite angegeben: Die geschätzten Einsparungen bei den Gesundheitskosten infolge der LRV-Revision liegen damit langfristig im Bereich von 50 bis 250 Millionen CHF pro Jahr.

<sup>18</sup> Nicht berücksichtigt in dieser Überlegung sind Veränderungen der Luftqualität infolge einer allfälligen Förderung von Holzfeuerungen (bspw. im Rahmen der Energiestrategie 2050)

<sup>19</sup> Die Verbesserungen, die durch die LRV-Revision erreicht werden, wirken sich im selben Mass wie beim PM10 auch auf die Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus. Sie haben jedoch keine wesentlichen Reduktionen bei den Stickoxid- und den Schwefeldioxidemissionen zur Folge.

<sup>20</sup> Gemäss Eco-plan/INFRAS 2014 (siehe Abbildung 3–13) führt eine mittlere, bevölkerungsgewichtete PM10-Konzentration von  $5.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  aufgrund von Verkehrsemissionen zu externen Kosten (nur Gesundheitskosten) von 1.8 Mrd. CHF pro Jahr (siehe Abbildung 3–4). Einer Reduktion um  $0.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  entspricht damit einem Nutzen von ca. 100 Mio. CHF.

<sup>21</sup> Der Wert eines verlorenen Lebensjahrs wird in Eco-plan/INFRAS 2014 mit 99'907 CHF angegeben mit einem Unsicherheitsbereich von -50% / +100% (Abbildungen 3-11 und 3-20).

## 5.3. Wirkungen auf die Wirtschaft

### 5.3.1. Anlagenbetreiber

Betroffen von den Massnahmen sind in erster Linie die Anlagenbetreiber, in der Regel die Gebäudeeigentümer, d.h. vor allem private Hausbesitzer, Genossenschaften, Pensionskassen, Immobiliengesellschaften, die öffentliche Hand sowie Unternehmen (Dienstleistungs-, Gewerbeunternehmen, landwirtschaftliche Betriebe etc.). Bei den Einzelraumfeuerungen (Cheminées, Schwedenöfen etc.) dürften auch Wohnungsmieter direkt betroffen sein.

Den Anlagenbetreibern entstehen gemäss Experteneinschätzungen aufgrund der vorgesehenen Änderungen diverse Mehrkosten, einerseits für Messungen, andererseits für Sanierungen und Nachrüstungen. Da die Vorschriften dem Stand der Technik entsprechen, dürften gemäss Experten vor allem ältere Anlagen von Sanierungen und Nachrüstungen betroffen sein. Bei neuen Anlagen werden die Auswirkungen als vernachlässigbar erachtet:

#### **Abnahmemessung**

Einmalig müssen für neue Feuerungsanlagen die Kosten der Abnahmemessung von CO- und Feinstaubmessung bezahlt werden.<sup>22</sup> Dies betrifft laut Expertenschätzung rund 2'000 Anlagen pro Jahr. Die Kosten belaufen sich gemäss Expertenangaben für eine einzelne Anlage auf 300-500 CHF. Dies unter der Annahme, dass die Abnahmemessung wie geplant mit einem einzigen Gerät durchgeführt werden könne und das Messverfahren nicht den teureren VDI-Standard erfüllen müsse.

Von den Kosten abzuziehen sind die Sowiesokosten<sup>23</sup>. In der Hälfte der Kantone sind bereits heute Sichtkontrollen vorgeschrieben. Die Kosten einer solchen Sichtkontrolle belaufen sich auf ca. 80 CHF. Aus dem Durchschnitt über alle Schweizer Anlagen ergeben sich damit Sowiesokosten von 40 CHF.

#### **Periodische Messung**

Die alle zwei Jahre vorgeschriebene Messung von CO betrifft gemäss Expertenschätzung rund 60'000 Anlagen. Pro Jahr ergeben sich somit rund 30'000 Messungen. Diese kosten rund 250-350 CHF. Die Sowiesokosten betragen wiederum rund 40 CHF.

---

<sup>22</sup> Einzelraumfeuerungen sind von dieser Bestimmung ausgenommen.

<sup>23</sup> Unter Sowieso-Kosten sind Kosten zu verstehen, die den Adressaten der Massnahmen auch ohne Regulierung entstehen würden. Siehe Abschnitt 1.2.

### Sichtkontrolle

Unter die Sichtkontrolle bei Einzelraumfeuerungen (Cheminées, Schwedenöfen etc.) fallen laut Experteneinschätzung (und unter Berücksichtigung einer Bagatellgrenze) rund 120'000-180'000 Anlagen pro Jahr. Betroffen sein dürften vor allem private Hausbesitzer, aber auch Mieter in Wohnungen mit Einzelraumfeuerungen. Eine Sichtkontrolle kostet gemäss Experten rund 80 CHF. Auch hier werden 40 CHF als Sowiesokosten abgezogen. Die Experten gehen ausserdem davon aus, dass die Sichtkontrollen im Rahmen anderweitig stattfindender Wartungsarbeiten (Kaminfeger) durchgeführt werden können.

### Sanierungen

Ersatz von noch funktionsfähigen Anlagen aufgrund der Überschreitung eines Grenzwerts für Anlagen bis 70 kW: Dies betreffe vor allem die rund 28'000 Stückholz- und rund 5'000 Hack-schnitzelkessel bis 70 kW.<sup>24</sup> Gemäss Experteneinschätzung und Untersuchungen aus den Kantonen Luzern<sup>25</sup> und Zürich<sup>26</sup> halten davon rund ein Drittel die neuen Grenzwerte nicht ein. Diese rund 11'000 bestehenden Anlagen seien heute allerdings im Schnitt bereits relativ alt. Das heisst, sie müssten in den nächsten 5-10 Jahren sowieso saniert werden. Aufgrund der Sanierungsfrist von 10 Jahren sind die Sowiesokosten somit sehr hoch (ca. 90%). Bei Sanierungskosten von 20'000-40'000 CHF je Anlage (abhängig von Technik und Grösse der Anlage) ergeben sich somit zusätzliche Kosten von 2'000-4'000 CHF.

### Nachrüsten von Speichern

Aufgrund der Anforderungen für Heizkessel bis 500 kW Nennwärmeleistung bezüglich der Speichersysteme muss allenfalls ein Speicher nachgerüstet werden. Diese Vorschrift betrifft laut Expertenschätzung in der Schweiz rund 2'500 bestehende Anlagen, die dann zu Kosten von 5'000-15'000 CHF Speicher einbauen müssen. Die Sowiesokosten schätzen die Experten in diesem Fall auf rund 25%, weil Speicher für den Betrieb einer Holzfeuerung zwar nicht nötig sind, sich aber vorteilhaft auf Energieeffizienz und Komfort auswirken. Neue Anlagen werden zum überwiegenden Teil sowieso mit einem Speicher ausgestattet, weil die Installation eines Speichers Stand der Technik und im Regelfall technisch und ökonomisch sinnvoll ist. Bei neuen Anlagen ohne Speicher gibt es meist triftige Gründe, weshalb sie keinen Speicher haben (Platz-

<sup>24</sup> Schweizerische Holzenergiestatistik, Erhebung für das Jahr 2015. In dieser Statistik sind die Erfassungsgrenzen < 50kW und 50-300kW. Die Werte < 70kW wurden daraus abgeleitet.

<sup>25</sup> Auswertung von 421 CO-Messungen 2015 / 2016 bei Holzfeuerungen zwischen 40 und 70 kW Feuerungswärmeleistung im Kanton Luzern.

<sup>26</sup> Vergleich Auswirkungen verschärfter AWEL-CO-EGW und LRV-EGW bei Holzzentralheizungen bis 70 kW Stadt Zürich, Messungen 2010 -2016.

probleme, konstante Abnehmerleistung, etc.). Wir gehen daher davon aus, dass in solchen Fällen die Behörden eine Ausnahmegenehmigung gewähren, weil ein Speicher hohe Kosten auslösen würde.

### **Verfügbarkeit von Staubabscheidern**

Die Anforderungen an die Verfügbarkeit von Staubabscheidern sind eng an die Einführung der Grenzwerte und die Speicherpflicht gekoppelt. Erfüllt eine Anlage den Grenzwert für Feinstaub nicht, ist eine mögliche Lösung die Installation eines Staubabscheiders. Die Verfügbarkeit von > 90% lässt sich meist nur mit einem Speicher erreichen, da die Verfügbarkeit stark von der Anzahl der Starts abhängig ist. Die Anzahl Starts wiederum wird durch einen Speicher verringert.

Den Behörden wird in der Auslegung dieser Massnahme ein Spielraum gewährt, um die Kosten für die Anlagenbetreiber in Grenzen zu halten. Da unklar ist, wie die Ausnahmeregelung in der Praxis angewandt wird, ist es schwierig, die tatsächlichen Kosten der Massnahmen für die Anlagenbetreiber abschätzen zu können. Die Experten gehen davon aus, dass ca. 1'000 bestehende Anlagen und rund 100 neue Anlagen pro Jahr von der Massnahme betroffen sind. Bei all diese Anlagen müssten geeignete Schnittstellen und Messvorrichtungen zur Bestimmung der Verfügbarkeit vorhanden. Allenfalls müssten bestehende Staubabscheider ersetzt oder neue Anlagen mit einem qualitativ hochwertigen Abscheider aufgerüstet werden. Gesamthaft belaufen sich diese Kosten laut der Experten pro Anlage im Schnitt auf einmalig ca. 2'000-4'000 CHF. Sowiessokosten liegen gemäss Experten nicht vor.

### **Nebeneffekte und Überwälzung**

Nicht eingeflossen in die obigen Kostenschätzungen sind folgende Nebeneffekte:

- Einzelne Experten befürchten, dass die Behörden den Spielraum, bspw. bei der Verfügbarkeit von Staubabscheidern, unterschiedlich auslegen könnten. Dadurch verschlechtere sich die Planungssicherheit. Auch die Regelung bzgl. Speichergrossen für mehrere Heizkessel, die den Behörden ebenfalls Spielraum für eine fallspezifische Lösung gibt, wurde von einem Experten kritisiert: Erstens sei die Formulierung zu schwammig und zweitens verschlechtere sich ebenfalls die Planungssicherheit.
- Abklärungen, inwiefern eine neue Anlage den Richtlinien entspricht, können zusätzliche Kosten auslösen.

Kosten für die evtl. nötige Installation von Speichern werden der separaten Massnahme «Speicherpflicht für Holzfeuerungsanlagen bis 500 kW» zugeschrieben.

Grundsätzlich fallen die oben erwähnten Mess- und Sanierungskosten in einer ersten Runde bei den Anlagenbetreibern an. Je nach Situation sind die Kosten abzugsfähig oder sie können weiterverrechnet werden:

- Für Gebäudeeigentümer, die das Gebäude selber nutzen, sind die Kosten für einen Heizungsersatz als Unterhaltskosten steuerlich abzugsfähig.<sup>27</sup>
- Bei Gebäudeeigentümern, die das Gebäude vermieten, sind die Kosten für die Amortisation der Heizanlage und die Verzinsung des investierten Kapitals im Mietpreis enthalten.<sup>28</sup> Die Kosten für einen Heizungsersatz können nicht über die Nebenkosten abgerechnet werden. Hingegen dürften die Messkosten im Rahmen der Nebenkosten auf die Mieter überwälzbar sein.
- Unternehmen, die ihr eigenes Gebäude nutzen, können allfällige Mehrkosten (Investitionen, Messkosten) in die Unternehmenskostenkalkulation einfliessen lassen und allenfalls (teilweise) über höhere Preise auf die Kunden überwälzen.

### 5.3.2. Importeure/Hersteller

Importeure und Hersteller von Feuerungsanlagen werden gemäss Experten vor allem die Auswirkungen von Sanierungen spüren: Spiegelbildlich zu den Kosten der Anlagenbetreiber dürften bei den Importeuren und Herstellern die Umsätze infolge des vorzeitigen Ersatzes von Anlagen steigen.

Keinen Einfluss haben die neuen Bestimmungen gemässstelleraussagen auf das Produktdesign. Neue Feuerungsanlagen hielten die neuen Grenzwerte meist problemlos ein. Daher seien sie von den Verschärfungen nicht direkt betroffen.

Viele Hersteller überlegten aber, ob sie ihre Servicefachleute für LRV-Messungen bei Feuerungsanlagen bis 70 kW ausbilden lassen sollten. Da die Techniker der Hersteller sowieso für Wartungen vor Ort sind, könnten sie gleichzeitig auch die Messung durchführen. Diese Ausbildung würde ca. 10'000 CHF kosten (inklusive Arbeitszeit). Diese Fixkosten sind in Anbetracht der absehbaren Zahl an Messungen pro ausgebildeter Person und dem Umsatz von ca. 250-350 CHF pro Messung relativ hoch.

Nicht eingeflossen in die Kostenschätzung der Massnahmen sind folgende Nebeneffekte. Einerseits werden sie von den Experten als weniger relevant eingestuft und andererseits fehlen Angaben für eine fundierte Quantifizierung.

<sup>27</sup> [www.hausinfo.ch/de/home/finanzen-steuern/steuern/wert-erhaltende-wert-vermehrnde-arbeiten.html](http://www.hausinfo.ch/de/home/finanzen-steuern/steuern/wert-erhaltende-wert-vermehrnde-arbeiten.html) (abgerufen am 07.03.2017)

<sup>28</sup> [www.mieterverband.ch: Merkblatt für Mieterinnen und Mieter: Die Heiz- und Nebenkostenabrechnung](http://www.mieterverband.ch: Merkblatt für Mieterinnen und Mieter: Die Heiz- und Nebenkostenabrechnung)

- Die Zusatzinvestitionen und erhöhten Betriebskosten könnten dazu führen, dass Anlagenbetreiber bei einem Ersatz der Holzfeuerung auf alternative Systeme wechseln (bspw. Wärmepumpe). Dies würde zu Umsatzeinbussen bei den Holzfeuerungen bzw. zu einem Umsatzanstieg bei den alternativen Feuerungsanlagen führen. Mögliche weitere Auswirkungen sind Umsatzeinbussen bei Unternehmen der Forstwirtschaft, Pelletherstellern und evtl. eine geringere Nachfrage nach Maschinen für die Holzindustrie.
- Einzelne Experten befürchten ausserdem, dass durch die Revision der LRV das Image von Holzfeuerungsanlagen leidet. Die Konsumenten könnten den Eindruck erhalten, Holz sei weniger eine förderungswürdige einheimische Energiequelle als vielmehr eine Gefahr für die Luftqualität, die regelmässig kontrolliert werden müsse. Dadurch könnten Holzfeuerungsanlagen weniger nachgefragt werden. Andere Experten sehen einen gegenteiligen Effekt: Holzfeuerungen könnten durch die Verschärfungen ein besseres Image bekommen, weil sie die Emissionen von Luftschadstoffen verringern.
- Ein Experte findet den Grenzwert für die Verfügbarkeit von 90% willkürlich und befürchtet grosse Folgen für Filterhersteller. Ein Hersteller hingegen begrüsst den Grenzwert von 90%, da er Hersteller zwingt, nur noch hochwertige Systeme anzubieten. Dadurch entfällt das Problem, dass hochwertige, aber teurere Systeme mit günstigeren, aber weniger wirksamen Systemen konkurrieren müssten. Ein Hersteller gibt zu bedenken, dass bei allfälligen Problemen im Betrieb geklärt werden müsse, ob der Filterhersteller oder der Anlagenhersteller die Verantwortung trage.
- Ein Hersteller befürchtet, dass Kunden Garantieansprüche geltend machen könnten, sollte die erste Messung die Grenzwerte nicht einhalten. Allfällige Nacheinstellungen bei der Feuerungsanlage seien bisher nicht im Preis für die Anlagen inbegriffen.

### 5.3.3. Kontrolleure

Die Experten gehen davon aus, dass durch die neu eingeführte Messpflicht die Umsätze von Kontrolleuren im gleichen Ausmass steigen wie sich die Kosten der Anlagenbetreiber erhöhen. Wie gross dieser Effekt für eine einzelne Messfirma ist, hängt stark davon ab, wie viele Holzheizungen in deren Einzugsgebiet liegen. Voraussetzung für die Durchführung der Messungen ist eine entsprechende Ausbildung. Die Kosten hierfür werden auf ca. 10'000 CHF pro Person geschätzt (inklusive Arbeitszeit).

Nicht eingeflossen in die Kostenschätzung der Massnahmen sind allfällige längerfristige Umsatzeinbussen, wenn infolge der verschärften Auflagen weniger Holzfeuerungsanlagen eingesetzt werden. Alternative Feuerungsanlagen benötigen weniger oder günstigere Messungen (Öl- und Gas) oder müssen gar nicht kontrolliert werden (Wärmepumpen).

#### 5.3.4. Vollzugsbehörden

Expertenschätzungen gehen davon aus, dass der administrative Aufwand der Vollzugsbehörden geringfügig steigen wird. Begründet wird der Mehraufwand vor allem damit, dass die Behörden zusätzliche Messdaten erfassen, verarbeiten und auswerten und auch vermehrt Sanierungsverfügungen ausstellen müssten. Hinzu komme, dass die kantonalen Gesetzesgrundlagen angepasst werden müssten. Generell seien diese Kosten aber sehr gering und könnten daher vernachlässigt werden.

#### 5.3.5. Übersicht

Tabelle 6 fasst die Anzahl der betroffenen Anlagen und die Kostenfolgen für die Akteure zusammen. Ein kontinuierlicher Zeithorizont bedeutet, dass die entsprechenden Kostenfolgen der Massnahme ab Inkrafttreten der Revision jährlich anfallen. Dies ist vor allem für wiederkehrende Messungen relevant. Andere Massnahmen hingegen betreffen fast ausschliesslich den Bestand an alten Anlagen. Diese wirken somit wegen der entsprechenden Sanierungsfristen erst nach zehn Jahren (oder sogar länger, wenn die Sanierungspflicht nicht sofort erkannt wird). Zu beachten ist, dass die Kosten bei den Anlagebetreibern im gleichen Umfang Mehrumsatz für Kontrolleure bzw. Importeure/Hersteller generieren. Die Gesamtkosten sind als zusätzliche Kosten infolge der LRV-Revision zu verstehen.

Tabelle 6: Kostenfolgen durch Massnahmen bei Holzfeuerungsanlagen

| Massnahme / Wirkung                             | Betroffene  | Anzahl Anlagen  | Kostenfolgen pro Anlage [CHF] | Sowieso-kosten | Zeithorizont                                       | Gesamtkosten (zusätzliche Kosten) [Mio. CHF]                             |
|---|---|---|-------------------------------|----------------|--|--|
| <b>Holzfeuerungen bis 70 kW</b>                 |   |   |                               |                |  |  |
| Abnahmemessung (CO und Feinstaub) bis 70kW      | Kosten: Anlagenbetreiber<br>Mehrumsatz: Kontrolleure          | 2'000 pro Jahr<br>(alle Anlagentypen)                             | 300–500                       | 40 CHF         | Kontinuierlich                                     | Pro Jahr: 0.52 – 0.92<br>Kumuliert über 10 Jahre: 5 – 9                  |
| Periodische Messung CO bis 70kW                 | Kosten: Anlagenbetreiber<br>Mehrumsatz: Kontrolleure          | 30'000 pro Jahr<br>(alle Anlagentypen)                            | 250–350                       | 40 CHF         | Kontinuierlich                                     | Pro Jahr: 6.3 – 9.3<br>Kumuliert über 10 Jahre: 63 – 93                  |
| Sanierung Anlagen wg. Überschreitung Grenzwerte | Kosten: Anlagenbetreiber<br>Mehrumsatz: Importeure/Hersteller | 11'000 (einmalig)<br>(v.a. Stückholz- und Hackschnitzelheizungen) | 20'000–40'000                 | 90%            | Sanierungsfrist bis zu 10 Jahre                    | Gesamt: 22 – 44  |
| Mehraufwand Ausbildung zum Messtechniker Holz   | Kosten: Kontrolleure  | 30 Personen pro Jahr, anfangs mehr                                | 10'000 pro Person             | keine          | Kurzfristig und kontinuierlich                     | Pro Jahr: 0.3<br>Kumuliert über 10 Jahre: 3                              |
| <b>Holzfeuerungen bis 500 kW</b>                |   |   |                               |                |  |  |
| Nachrüsten Speicher                             | Kosten: Anlagenbetreiber<br>Mehrumsatz: Importeure/Hersteller | 2'500 (einmalig)  | 5'000–15'000                  | 25%            | Sanierungsfrist bis zu 10 Jahre                    | Gesamt:<br>9.4 – 28  |
| <b>Holzfeuerungen &gt;70 kW</b>                 |   |   |                               |                |  |  |
| Anforderungen Staubabscheider                   | Kosten: Anlagenbetreiber<br>Mehrumsatz: Importeure/Hersteller | 1'000 (einmalig),<br>100 pro Jahr                                 | 2'000–4'000                   | keine          | Sanierungsfrist bis zu 10 Jahre und kontinuierlich | Einmalig: 2 – 4<br>Pro Jahr: 0.2 – 0.4<br>Kumuliert über 10 Jahre: 4 – 8 |
| <b>Einzelraumfeuerungen</b>                     |   |   |                               |                |  |  |
| Sichtkontrolle bei Einzelraumfeuerungen         | Kosten: Anlagenbetreiber<br>Mehrumsatz: Kontrolleure          | 120'000–180'000 pro Jahr (Einzelraumfeuerungen)                   | 80                            | 40 CHF         | Kontinuierlich                                     | Pro Jahr: 4.8 – 7.2<br>Kumuliert über 10 Jahre: 48 – 72                  |

Tabelle INFRAS. Quelle: Experten-Workshop, Experteninterviews, eigene Einschätzungen.

## 5.4. Vorschläge für alternative Massnahmen

Im Rahmen der Interviews und am Validierungsworkshop haben die Experten verschiedene alternative Massnahmen genannt. Diese könnten ihrer Ansicht nach die Emissionen kosteneffizienter reduzieren.

- Mehrere Experten sind der Ansicht, dass anstelle von Messungen besser Schulungen zum Betrieb (anfeuern, Unterhalt etc.) vorgeschrieben werden sollten. Messungen seien bei Holzfeuerungsanlagen teils wenig aussagekräftig, weil es nur eine Momentaufnahme sei und sich die Bedingungen während der Messungen und im täglichen Betrieb unterscheiden. Mit Schulungen, vor allem für handbeschickte Anlagen, könnte das Bewusstsein der Betreiber gestärkt werden, dass sie durch korrekte Handhabung der Anlage die Emissionen zu einem wesentlichen Teil reduzieren können. Andere Experten waren hingegen der Meinung, dass Schulungen wenig Sinn machen, da hohe Schadstoffwerte massgeblich durch die Technik bestimmt würden und nicht durch den Menschen.
- Ein weiterer Vorschlag ist die Einführung eines Qualitätslabels für Holzfeuerungsanlagen, welches nicht nur die Emissionen, sondern auch andere Faktoren einbezieht.
- Verschiedene Experten haben erwähnt, dass Emissionsmessung und Wartungsarbeiten durch die Hersteller zusammengelegt werden sollten. Die Anlagenbetreiber könnten dadurch den zeitlichen Aufwand für Kontrolle und Wartung reduzieren. Das Zusammenlegen von Kontrolle mit Service/Wartung/Reinigung ist bereits heute möglich (vgl. auch Ausführungen in Kapitel 5.3.2).
- Einige Feuerungskontrolleure und einzelne Behördenvertreter sind der Meinung, dass Feinstaub immer gemessen werden sollte, nicht nur bei der Abnahmemessung. Ein Gesprächspartner fordert, dass neben CO und Feinstaub auch NO<sub>x</sub> gemessen wird. Die Grenzwerte von Feinstaubemissionen könnten überschritten werden, ohne dass die CO-Emissionen die Grenzwerte überschreiten. Voraussetzung für eine solche Massnahme wäre ein günstigeres Verfahren zur Messungen von Feinstaub.<sup>29</sup> Andere Experten lehnen eine periodische Messung von Feinstaub ab, selbst wenn der CO-Grenzwert überschritten ist. Die Anlage sei dann bereits sanierungspflichtig. Eine zusätzliche Messung der Feinstaubwerte würde daran nichts ändern, aber zusätzliche Kosten verursachen.
- Einige Experten sprachen sich dagegen aus, Feinstaub bei der Abnahme zu messen. Solche Messungen seien zu unsicher und zu teuer. Diese Experten gingen bei ihrer Einschätzung allerdings von zu hohen Messkosten aus (VDI-Messung, wie sie bei grösseren Anlagen über 70 kW praktiziert wird).
- Einzelne Experten haben die Sanierungsfristen kritisiert und sind der Meinung, dass das Prinzip des Bestandschutzes gelten sollte. Sie begründen dies damit, dass Holzheizungen eine

---

<sup>29</sup> Gemäss BAFU ist die Einführung eines vereinfachten, günstigeren Messverfahrens vorgesehen.

lange Lebensdauer hätten (bis zu 40 Jahre). Die Sanierungsfristen sind jedoch maximal 10 Jahre. Bei relativ neuen Anlagen könne es daher sein, dass diese schon weit vor Ablauf der Lebensdauer ersetzt werden müssten und die Abschreibung bei der Sanierung der Anlage entsprechend hoch sei.

- Zum Thema Verfügbarkeit von Filtern sprechen sich einige Experten für eine Verfügbarkeitspflicht von 75-80% aus. Diese Schwelle würde ausreichen, um schlecht funktionierende Anlagen zu identifizieren. Im Gegenzug könnte man dann ohne den Zusatz «in der Regel» auskommen. Falls eine Verfügbarkeit unter 90% gemessen würde, gäbe es im Kanton Zürich ein Verfahren, wie man mittels der gemessenen Verfügbarkeit und den Emissionen mit und ohne Filter auf die mittleren Jahresemissionen hochrechnen könne. Dieser Wert werde dann mit den Grenzwerten verglichen und erst dann würde gegebenenfalls eine Sanierungsverfügung erstellt.
- Die generelle Speicherpflicht sollte verhindern, dass Anlagen mit zu vielen Starts betrieben werden. In manchen Fällen könnte dies auch erreicht werden, wenn man mehrere kleine Anlagen anstelle einer grossen Anlage installieren würde. Dieser Lösungsansatz sei zudem günstiger (Massenprodukt) als eine grosse Anlage mit Speicher (meist teure Einzelanfertigung).
- Bei der Speicherpflicht wird zudem vorgeschlagen, die Anzahl der nötigen Starts ohne Speicher als Kriterium für eine Speicherpflicht zu verwenden. Von einem Experten wurde kritisiert, dass in der Verordnung keine konkreten Zahlen zur Speicherpflicht stehen sollten. Diese können im Einzelfall beliebig falsch sein und unnötig hohe Kosten verursachen. Besser sei eine etwas vagere Formulierung zu verwenden wie beispielsweise "gemäss Herstellerangaben". Ein anderer Experte ist gegenteiliger Meinung: Ihm ist die Regelung für mehrere Heizkessel, die der Behörde Spielraum für eine fallspezifische Lösung gibt, zu vage. Er würde sich eine konkrete Zahl wünschen, um Planungssicherheit zu gewährleisten.

## 6. Ölfeuerungsanlagen

### 6.1. Änderungen

Für Ölfeuerungsanlagen sieht die LRV-Revision Feuerungen zwei relevante Änderungen vor:

- Die Grenzwerte für die zulässigen Abgasverluste werden verschärft. Den Behörden ist es aber nach wie vor erlaubt, aus technischen, betrieblichen oder wirtschaftlichen Gründen Ausnahmen – also höhere Abgasverluste – zu genehmigen.
- Anlagen mit einer Leistung bis 5 MW dürfen nur noch Heizöl Extra leicht Öko (in der Folge als Ökoheizöl bezeichnet) verwenden. Das Ökoheizöl hat einen geringeren Schwefel- und Stickstoffgehalt als herkömmliches Heizöl.

### 6.2. Wirkungen auf die Umwelt

Ölfeuerungsanlagen emittieren bereits heute deutlich weniger Feinstaub und CO als Holzfeuerungsanlagen. Die Umweltauswirkungen, die sich aus der Pflicht zum Einsatz von Ökoheizöl bei Ölfeuerungsanlagen bis 5 MW ergeben, betreffen daher vor allem NO<sub>x</sub>- und SO<sub>x</sub>-Emissionen.

Wie bei den Holzfeuerungsanlagen unterteilen wir die Umweltauswirkungen wieder in die drei Kategorien gross/mittel/gering. Dabei wird die Einordnungen so gewählt, dass sie in etwa eine gleich grosse Verringerung der Gesundheits- und Gebäudeschäden bedeuten wie bei Massnahmen für Holzfeuerungsanlagen.<sup>30</sup>

#### 6.2.1. Abgasverluste

Bei Anlagen, die die Grenzwerte für Abgasverluste überschreiten, besteht gemäss Experten die Möglichkeit, entweder die Anlage zu ersetzen oder – bei grossen Anlagen – eine Wärmerückgewinnungsanlage (Economizer) nachzuschalten. In beiden Fällen steige die Energieeffizienz, weil die Anlagen insgesamt weniger Brennstoff verbrauchen und damit auch weniger Schadstoffe emittieren würden. Der Einfluss auf die Schadstoffe sei allerdings gering. Aufgrund des geringeren Brennstoffverbrauchs sanken auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen.

#### 6.2.2. Ökoheizöl

Die Verwendung von Ökoheizöl anstelle von konventionellem Heizöl Extra leicht bringt nach Einschätzung der Experten folgende Verbesserungen:

---

<sup>30</sup> Wegen der unterschiedlichen Wirkungen von Öl- und Holzfeuerungsanlagen auf Stufe Emissionen (Öl: vor allem NO<sub>x</sub>- und SO<sub>x</sub>-Emissionen, Holz: CO-Emissionen, Feinstaub) vergleichen wir die Wirkungen auf die Umwelt auf der übergeordneten Ebene der Schäden (Gesundheit, Gebäude, etc.).

- Die NO<sub>x</sub>-Emissionen seien rund 10-30% geringer als bei herkömmlichem Heizöl Extra-Leicht.<sup>31</sup>
- SO<sub>2</sub>-Emissionen könnten mit Ökoheizöl um 50–90% reduziert werden.<sup>32</sup> Beim SO<sub>2</sub> liegen heute alle Gebiete in der Schweiz deutlich unter den Immissionsgrenzwerten. Allerdings ist Schwefel eine Quelle von sekundärem Feinstaub. Deshalb sei diese Reduktion dennoch relevant.

Für das Jahr 2016 liegt der Marktanteil von Ökoheizöl im schweizerischen Mittel bei 35-40%, vor allem weil dessen Verwendung für neue Brennwertkessel von den Herstellern empfohlen oder verlangt wird.<sup>33</sup> Die Pflicht, für Anlagen < 5 MW Ökoheizöl einzusetzen, hätte damit zur Folge, dass eine grosse Menge an Heizöl Extra leicht substituiert werden müsste, mit entsprechenden positiven Umweltfolgen. Insgesamt stufen die Experten die Umweltwirkungen als mittel ein.

Die Pflicht zur Verwendung von Ökoheizöl soll nach einer Übergangsfrist von 5 Jahren im April 2023 in Kraft treten. Dies gibt den Betroffenen die Möglichkeit, ihre Lager mit herkömmlichem Heizöl Extra leicht zu leeren (insb. Pflichtlager). Die Experten erwarten jedoch, dass die Anlagenbetreiber im Hinblick auf die Umstellung bereits vorher vermehrt zu Ökoheizöl wechseln werden.

### 6.2.3. Übersicht

Tabelle 7 fasst die wichtigsten Umweltauswirkungen zusammen.

**Tabelle 7: Umweltauswirkungen durch Massnahmen bei Ölfeuerungsanlagen.**

| Massnahme                                     | Emissionsreduktion | Zeithorizont  |
|---|--------------------|---|
| Verschärfung der Abgasverlust-Grenzwerte      | Gering             | Längerfristig, da Sanierungsfristen von bis zu 10 Jahren        |
| Verbot Heizöl Extra leicht für Anlagen < 5 MW | Mittel             | In geringem Umfang bereits vor 2023, ab ca. 2023 kontinuierlich |

Tabelle INFRAS. Quelle: Experten-Workshop, Experteninterviews, eigene Einschätzungen.

<sup>31</sup> Gemäss Angaben des BAFU Faktenblatt Emissionsfaktoren Feuerungen 2015.

<sup>32</sup> Der zulässige Schwefelgehalt liegt für Heizöl Extra-Leicht bei 1'000 ppm und für Ökoheizöl bei 50 ppm. In den letzten Jahren lag der tatsächliche Schwefelgehalt von Heizöl Extraleicht allerdings deutlich unter 1'000 ppm.

<sup>33</sup> Gemäss mündlichen Angaben der Erdölvereinigung. 2015 waren es laut Jahresbericht der Erdölvereinigung noch rund 33%.

## 6.3. Wirkungen auf die Wirtschaft

### 6.3.1. Anlagenbetreiber

Betroffen sind von den Massnahmen hauptsächlich Gebäudeeigentümer (private Hausbesitzer, Genossenschaften, Pensionskassen, Immobiliengesellschaften, Dienstleistungs- und Gewerbebetriebe, öffentliche Hand) sowie Gewerbe- und Industrieunternehmen als Betreiber von Ölfeuerungen zur Erzeugung von Prozesswärme.

#### **Tiefere Abgasgrenzwerte (Gebäudefeuerungen)**

Gemäss Experten handelt es sich bei modernen Ölfeuerungen in Gebäuden meist um Brennwertkessel in Kombination mit einem Heizsystem, das mit einem niedrigen Temperaturniveau betrieben wird (bspw. für eine Fussbodenheizung). Im Kanton Zürich könnten beispielsweise jetzt schon nur noch Brennwertkessel gekauft werden.<sup>34</sup> Diese Feuerungen könnten den Abgasgrenzwert von 4% für Raum- und Wassererwärmung problemlos einhalten. Ein- und Mehrfamilienhäuser erreichten mit Brennwertkesseln sogar Abgasverluste von 1–2%, falls die Vorlauftemperatur gering ist. Die vorgesehenen zulässigen Abgasverluste entsprechen also dem Stand der Technik und generieren für Neubauten oder Gebäude mit modernen Heizungen keine Kostenfolgen.

Ältere Gebäude, die ein hohes Temperaturniveau benötigen oder die einen Heizwertkessel haben, dürften den Grenzwert von 4% jedoch nur teilweise einhalten können, weil ein höheres Temperaturniveau einen höheren Abgasverlust zur Folge hat.

Es gibt derzeit rund 820'000 Ölheizungen in Gebäuden. Die Experten gehen davon aus, dass ca. 80'000 Anlagen von der Verschärfung der Abgasverluste betroffen sind. Eine Sanierung koste rund 15'000-30'000 CHF. Um bei solchen Anlagen den Abgasverlust zu reduzieren, müssten die Eigentümer die gesamte Heizung auswechseln.<sup>35</sup> Ölfeuerungen haben in der Regel eine Lebensdauer von rund 20 Jahren. Da die Sanierungsfrist 10 Jahre beträgt, könnten ältere Feuerungen bis zum regulären Ersatz weiterbetrieben werden. Eine vorzeitige Sanierung dürfte damit nur bei relativ neuen Heizsystemen mit alter Technik notwendig werden. Diese müssten im Sanierungsfall einen signifikanten Restwert ihrer Anlagen abschreiben. Nach Ansicht der Experten sind die Sowiesokosten<sup>36</sup> deshalb relativ hoch, geschätzt werden 85%.

<sup>34</sup> In Einzelfällen ist es dadurch gemäss Angaben eines Herstellers zu Problemen kommen. Wenn der Wärmeabnehmer nicht auf die Brennwerttechnik ausgelegt ist (also das nötig Temperaturniveau hoch ist), dann ist es nicht sinnvoll einen Brennwertkessel vorzuschreiben. Ein Heizwertkessel wäre dann nicht nur billiger, sondern auch technisch geeigneter. Wenn der Brennwertkessel nicht kondensieren kann, funktioniert die Reinigung des Wärmetauschers durch das Kondenswasser nicht und die Stäbe verrussten. Bei einem Heizwertkessel ist dies kein Problem, da dort die Stäbe mehr Abstand haben.

<sup>35</sup> Es reicht bspw. nicht, nur den Brenner zu wechseln (wie das bei der Verschärfung der NO<sub>x</sub>-Emissionsgrenzwerte möglich war).

<sup>36</sup> Sowiesokosten bezeichnen Kosten, die bei den betroffenen Akteuren unabhängig von der Massnahme anfallen.

In Bezug auf die steuerliche Abzugsfähigkeit und mögliche Überwälzungen verweisen wir auf die Ausführungen unter den Holzfeuerungen.<sup>37</sup>

### **Tiefere Abgasgrenzwerte (Industriefeuerungen)**

Bei den Grossfeuerungen hängt es gemäss Expertenaussage vom Einzelfall ab, ob die zulässigen Abgasverluste von 5% für Prozesswärme, Fernwärme oder Dampferzeugung eingehalten werden können. Massgebend sei das Temperaturniveau, das stark mit den Abgasverlusten zusammenhänge. Benötigt der Primärverbraucher ein hohes Temperaturniveau (beispielsweise Dampf), könnten die Abgasverluste nur durch einen nachgeschalteten Abgaswärmetauscher verringert werden. Dies sei mit signifikanten Kosten verbunden und nur dann sinnvoll, wenn die dadurch gewonnene Wärme auf dem entsprechenden Temperaturniveau auch sinnvoll von Sekundärverbrauchern genutzt werden könne.

Gemäss LRV-Revision ist es den Behörden deshalb erlaubt, fallspezifisch höhere Grenzwerte festzulegen, falls dies aus technischen, betrieblichen oder wirtschaftlichen Gründen nötig ist. Die Zahl der Sanierungsfälle hängt gemäss Experten daher stark davon ab, ob die Behörden von dieser Härtefallregelung Gebrauch machen. Die Experten schätzen, dass ca. 50 Anlagen von dieser Regelung betroffen sein dürften. Da es sich dabei vor allem um industrielle Feuerungsanlagen handeln dürfte, könnten solche Sanierungen bis zu einer Million CHF kosten. Die Sowiesokosten dürften allerdings hoch sein (ca. 75%), da neue Anlagen effizienter sind und die Behörden Anlagen mit geringen Sowiesokosten in der Regel als Härtefall einstufen dürften. Denkbar ist auch, dass anstelle einer Sanierung ein Wärmerückgewinnungssystem (Economizer) installiert wird. Dessen Kosten belaufen sich je nach Einsatzgebiet und Grösse auf 10'000 bis über 100'000 CHF.

### **Pflicht Ökoheizöl**

Ökoheizöl kostet derzeit ca. 1-1.5 Rappen pro Liter mehr als Heizöl Extra-Leicht.<sup>38</sup> Im Gegensatz zu Heizöl Extra leicht verbrennt Ökoheizöl gemäss den Experten allerdings mit weniger Rückständen. Dadurch gebe es weniger Ablagerungen in der Brennkammer und die Wartungskosten würden sich halbieren. Durch die geringeren Ablagerungen könne der Brenner zudem effizienter betrieben werden. Diese Vorteile entsprächen in etwa den Mehrkosten. Damit heben sich Kosten und Gewinn auf, was der Einfachheit halber als Sowiesokosten von 100% bezeichnet wird. Gesamthaft ergeben sich somit gemäss den Experten durch das Verbot von Heizöl Extra leicht für Anlagen unter 5 MW keine wesentlichen Kostenfolgen für die Anlagenbetreiber.

<sup>37</sup> Siehe Abschnitt 5.3.1.

<sup>38</sup> <https://www.heizoel24.ch> (aufgerufen am 12.12.2016 und am 05.01.2017)

### 6.3.2. Importeure/Hersteller

#### **Tiefere Abgasgrenzwerte**

Die Experten gehen davon aus, dass die strengeren Grenzwerte der Abgasverluste mit Ablauf der Sanierungsfristen in zehn Jahren zu vorzeitigem Anlagenersatz führt. Davon profitieren die Importeure von Ölheizungen, weil sie einen grösseren Umsatz erzielen (spiegelbildlich zu den Anlagenbetreibern).

Strengere Grenzwerte könnten gemäss einzelnen Experten dazu führen, dass vermehrt auf fossile Energieträger verzichtet wird und somit weniger Ölkessel verkauft werden. Zu allfälligen Umsatzeinbussen machten die Experten keine Aussagen, entsprechend sind sie auch in der Quantifizierung nicht berücksichtigt.

Dass die Importeure aufgrund der Massnahme ihre Produktpalette anpassen, erachten die Experten als nicht notwendig bzw. als nicht wahrscheinlich.

#### **Ökoheizöl**

Der Wechsel zu Heizöl Extra leicht Öko (Ökoheizöl) hat gemäss den Experten keine Folgen für die Importeure von Heizöl, da gemäss BAFU eine Übergangsfrist bis 2023 gewährt wird. Allenfalls vom Verbot betroffen seien Raffinerien, wobei derzeit einzig die Raffinerie Cressier in Betrieb sei. Bei ihr dürften infolge des Verbots Kosten für die Umstellung der Produktion anfallen. Angaben dazu wurden nicht ermittelt. Die Sowiesokosten dürften allerdings hoch sein, da der Anteil an Ökoheizöl auch ohne die neue Vorschrift ansteigen und bis in 5 Jahren so hoch sein dürfte, dass Anpassungen an der Anlage ohnehin früher oder später vorgenommen werden müssten.

### 6.3.3. Kontrolleure

Die Massnahmen haben nach Einschätzung der Experten keine relevanten Auswirkungen auf amtliche Kontrolleure. Die Veränderung der Grenzwerte für Abgasverluste habe keinen Einfluss auf die Messung per se.

### 6.3.4. Vollzugsbehörden

Gemäss den Experten haben die Massnahmen keine relevanten Auswirkungen auf die Vollzugsbehörden.

### 6.3.5. Übersicht

Tabelle 8 fasst die wichtigsten Kostenfolgen für die Akteure zusammen. Die Gesamtkosten sind als zusätzliche Kosten infolge der LRV-Revision zu verstehen:

Tabelle 8: Kostenfolgen durch Massnahmen bei Ölfeuerungsanlagen.

| Massnahme   | Betroffene Akteure   | Anzahl Anlagen                             | Kostenfolgen pro Anlage [CHF] | Sowieso-kosten | Zeithorizont                  | Gesamtkosten (zusätzliche Kosten) [Mio. CHF] |
|---|--|--|-------------------------------|----------------|-------------------------------|--|
| Gebäude: Verschärfung der Abgasverlust-Grenzwerte   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kosten: Anlagenbetreiber Gebäudefeuerungen</li> <li>▪ Mehrumsatz: Importeure/Hersteller</li> </ul>            | 80'000 (einmalig)                          | 15'000 - 30'000               | 85%            | Sanierungsfrist von 10 Jahren | Gesamt: 180 - 360                            |
| Industrie: Verschärfung der Abgasverlust-Grenzwerte | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kosten: Anlagenbetreiber Prozessfeuerungen Industrie,</li> <li>▪ Mehrumsatz: Importeure/Hersteller</li> </ul> | 50 (einmalig)                              | bis zu 1'000'000              | 75%            | Sanierungsfrist von 10 Jahren | Gesamt: bis zu 12.5                          |
| Verbot Heizöl Extra leicht für Anlagen unter 5 MW   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anlagenbetreiber, Heizöl-Importeure</li> </ul>  | Marktanteil Heizöl Extra leicht 2015: 60%. | 1-1.5 Rp. / Liter             | 100%           | Ab 2023                       | Keine  |

Tabelle INFRAS. Quelle: Experten-Workshop, Experteninterviews, eigene Einschätzungen.

## 6.4. Vorschläge für alternative Massnahmen

Ein Experte ist der Ansicht, dass auch für Ölfeuerungsanlagen ein Messzyklus von vier Jahren ausreichend wäre. Er begründet seinen Vorschlag damit, dass die Anlagen genügend zuverlässig seien, um über vier Jahre eine saubere Verbrennung zu gewährleisten.

Ein anderer Experte kritisiert die sehr hohen administrativen Kosten für die Kontrollen von Öl- und Gasheizungen. Diese stünden in keinem Verhältnis zum Nutzen. Als das Kontrollsystem eingeführt wurde, sei dessen Nutzen grösser gewesen, weil die Emissionen aus den damaligen Öl- und Gasfeuerungsanlagen höher gewesen seien. Sein Alternativvorschlag ist, dass die Anlagen nach wie vor von einer ausgebildeten Fachperson kontrolliert werden müssten. Der Staat solle Stichprobenprüfungen vornehmen, ansonsten aber auf Kontrolle und Erfassung der Daten verzichten. Dieser Vorschlag entspricht in etwa dem Ansatz, der mit dem kantonalen Vollzugsmodell „Feuko-Modell 3“ bereits heute möglich ist und in wenigen Kantonen praktiziert wird.

## 7. Gasfeuerungsanlagen

### 7.1. Änderungen

Bei den Gasfeuerungsanlagen sieht die LRV-Revision Feuerungen folgende zwei relevante Änderungen vor:

- Die Grenzwerte für die zulässigen Abgasverluste werden verschärft. Den Behörden ist aber nach wie vor erlaubt, aus technischen, betrieblichen oder wirtschaftlichen Gründen Ausnahmen – also höhere Abgasverluste – zu genehmigen.
- Periodische Messungen müssen nur noch alle vier (statt wie bisher alle zwei) Jahre durchgeführt werden.

### 7.2. Wirkungen auf die Umwelt

Gasfeuerungsanlagen emittieren im Vergleich zu Öl- und Holzfeuerungsanlagen wenig Feinstaub, CO und SO<sub>x</sub>. Die Massnahmen haben daher vor allem Auswirkungen auf die NO<sub>x</sub>-Emissionen. Die Umweltauswirkungen werden wieder in die drei Kategorien gross/mittel/gering unterteilt. Dabei werden die Einordnungen so gewählt, dass sie in etwa eine gleich grosse Verringerung der Gesundheits- und Gebäudeschäden bedeuten wie die Massnahmen für Holzfeuerungsanlagen, obwohl dort die Umweltwirkung hauptsächlich aus der Reduktion von Feinstaub oder CO stammt.<sup>39</sup>

#### 7.2.1. Abgasverluste

Bei Anlagen, die die Grenzwerte für Abgasverluste überschreiten, besteht gemäss Experten die Möglichkeit, entweder die Anlage zu ersetzen oder – bei grossen Anlagen – eine Wärmerückgewinnungsanlage (Economizer) nachzuschalten. In beiden Fällen steige die Energieeffizienz, weil die Anlagen insgesamt weniger Brennstoff und damit auch weniger Schadstoffe emittieren würden. Der Effekt sei allerdings gering, da neuere Gasheizungen aus den letzten 5-10 Jahren in der Regel die geforderten Abgasverluste erfüllten und somit von der Verschärfung der Grenzwerte nicht betroffen seien. Allenfalls seien die Grenzwerte bei älteren Gasheizungen oder bei industriellen Feuerungen ein Problem. Eine Nebenwirkung der Massnahme sei, dass auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen sanken.

---

<sup>39</sup> Wegen der unterschiedlichen Wirkungen von Öl- und Holzfeuerungsanlagen auf Stufe Emissionen (Öl: vor allem NO<sub>x</sub>- und SO<sub>x</sub>-Emissionen, Holz: CO-Emissionen, Feinstaub) vergleichen wir die Wirkungen auf die Umwelt auf der übergeordneten Ebene der Schäden (Gesundheit, Gebäude, etc.).

### 7.2.2. Messzyklus

Die Verlängerung des Messzyklus hat nach Ansicht der befragten Experten keine relevanten Auswirkungen auf die Luftqualität. Gasheizungen seien in der Regel gut eingestellt. Die Gefahr, dass sich der Betrieb innerhalb von vier Jahren massiv verschlechtere, sei sehr gering, da Gasbrenner technisch sehr ausgereift und robust seien.

### 7.2.3. Übersicht

Tabelle 9 fasst die wichtigsten Umweltauswirkungen zusammen.

**Tabelle 9: Umweltauswirkungen durch Massnahmen bei Gasfeuerungsanlagen.**

| Massnahme                                | Emissionsreduktion | Zeithorizont                            |
|--|--------------------|---|
| Verschärfung der Abgasverlust-Grenzwerte | Gering             | Sanierungsfristen von bis zu 10 Jahren. |
| Verlängerung des periodischen Messzyklus | Keine              | Kontinuierlich.                         |

Tabelle INFRAS. Quelle: Experten-Workshop, Experteninterviews, eigene Einschätzungen.

## 7.3. Wirkungen auf die Wirtschaft

### 7.3.1. Anlagenbetreiber

Betroffen sind von den Massnahmen hauptsächlich Gebäudeeigentümer (private Hausbesitzer, Genossenschaften, Pensionskassen, Immobiliengesellschaften, Dienstleistungs- und Gewerbebetriebe, öffentliche Hand) sowie Gewerbe- und Industrieunternehmen als Betreiber von Gasfeuerungen zur Erzeugung von Prozesswärme.

#### **Strengere Grenzwerte für Abgasverluste**

Nach Ansicht der Experten hat die Verschärfung der zulässigen Abgasverluste bei Gebäudeheizungen keinen Einfluss, da diese den Grenzwert von 4% bereits jetzt zum überwiegenden Teil einhielten. Gasheizungen, die den Grenzwert überschreiten, dürften innerhalb der Sanierungsfrist von 10 Jahren das Ende ihrer Lebensdauer erreicht haben. Insofern entstünden den Anlagenbetreibern keine Kostenfolgen.

Für industrielle Anlagen gelten gemäss den Experten ähnliche Überlegungen wie bei den Ölfeuerungsanlagen. Die Sanierungskosten könnten mit bis zu 1 Mio. CHF pro Anlage sehr hoch sein. Die Experten gehen jedoch davon aus, dass die Behörden bei hohen Kosten oder technischen Problemen auf die Härtefallregelung zurückgreifen werden. Die Sowiesokosten schätzen die Experten aus diesen Überlegungen als hoch ein (ca. 75%). Die Zahl der Sanierungsfälle dürfte mit rund 100 Anlagen gering ausfallen. Diese Zahl liegt etwas höher als bei Ölfeuerungsanlagen, da Gas als Energieträger in der Industrie stärker verbreitet ist.

In Bezug auf die steuerliche Abzugsfähigkeit und mögliche Überwälzungen verweisen wir auf die Ausführungen unter den Holzfeuerungen.<sup>40</sup>

#### **Verlängerung Messzyklus**

Die Verlängerung des Messzyklus bedeutet für die Betreiber von kleineren Anlagen, dass sie die Messkosten von ca. 100 CHF nur noch alle vier Jahre statt bisher alle zwei Jahre bezahlen müssen. Bei einem Bestand von rund 270'000 Gasheizungen müssen pro Jahr ca. 67'000 Gasheizungen weniger gemessen werden.

Für Prozessanlagen in der Industrie betragen die Kosten für Feuerungskontrollen gemäss Expertenangaben ca. 1'000 CHF. Die Zahl der Messungen, die wegfallen, sei allerdings ungleich kleiner. Insgesamt gehen die Experten von rund 70'000 eingesparten Messungen pro Jahr und durchschnittlich 100 CHF Einsparung pro Messung aus.

### 7.3.2. Importeure/Hersteller

#### **Strengere Grenzwerte für Abgasverluste**

Die strengeren Grenzwerte bei den Abgasverlusten verursachen gemäss Experten wenige vorzeitige Sanierungen. Davon profitierten die Importeure, weil sich ihr Umsatz erhöhen dürfte (spiegelbildlich zu den Kosten der Anlagenbetreiber).

#### **Verlängerung Messzyklus**

Die Verlängerung des Messzyklus hat keine relevanten Kostenfolgen für die Importeure/Hersteller.

### 7.3.3. Kontrolleure

#### **Strengere Grenzwerte für Abgasverluste**

Die Verschärfung der Grenzwerte für Abgasverluste hat gemäss Experten keine relevanten Auswirkungen auf amtliche Kontrolleure.

#### **Verlängerung Messzyklus**

Die Verlängerung des Messzyklus hingegen dürfte bei den amtlichen Kontrolleuren zu Umsatzeinbussen führen (spiegelbildlich zu den geringeren Kosten für die Anlagenbetreiber). Das Ausmass der Umsatzeinbussen wird von den Experten unterschiedlich eingeschätzt:

---

<sup>40</sup> Siehe Abschnitt 5.3.1.

- Ein Experte weist darauf hin, dass vor allem städtische Gebiete eine hohe Dichte an Gasfeuerungsanlagen aufweisen. Die Verlängerung des Messzyklus könnte in diesen Gebieten signifikante Umsatzeinbussen bei den betroffenen Akteuren auslösen.
- Ein anderer Experte schätzt, dass Messungen für mehr als 95% der ausführenden Betriebe lediglich ein Nebengeschäft sind. Entsprechend seien die Auswirkungen auf den Gesamtumsatz beschränkt (maximal 20%). Andere Experten sprechen von «weitaus weniger» Aufträgen und massiven Auswirkungen auf die Anzahl der Kontrollen und entsprechenden Umsatzeinbussen.

### 7.3.4. Vollzugsbehörden

Nach Ansicht der Experten hat die Verschärfung der zulässigen Abgasverluste keine relevanten Auswirkungen auf die Vollzugsbehörden. Die Verlängerung des Messzyklus senke allenfalls geringfügig den administrativen Aufwand für das Erfassen der Messergebnisse, gleichzeitig dürften auch allfällige Gebühreneinnahmen sinken.

### 7.3.5. Übersicht

Tabelle 10 fasst die wichtigsten Kostenfolgen zusammen. Die Gesamtkosten sind als zusätzliche Kosten infolge der LRV-Revision zu verstehen:

**Tabelle 10: Kostenfolgen durch Massnahmen bei Gasfeuerungsanlagen.**

| Massnahme  | Betroffene Akteure  | Anzahl Anlagen  | Kostenfolgen pro Anlage [CHF] | So-wieso-kosten | Zeithorizont             | Gesamtkosten (zusätzliche Kosten) [Mio. CHF] |
|--|---|-----------------|-------------------------------|-----------------|--------------------------|--|
| Gebäude: Verschärfung der Abgasverlust-Grenzwerte  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kosten: Anlagenbetreiber Gebäudefeuerungen</li> <li>▪ Mehrumsatz: Importeure/ Hersteller</li> </ul>            | 0               | n.a.                          | n.a.            | n.a.                     | Keine  |
| Industrie Verschärfung der Abgasverlust-Grenzwerte | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kosten: Anlagenbetreiber Prozessfeuerungen Industrie,</li> <li>▪ Mehrumsatz: Importeure/ Hersteller</li> </ul> | 100 (einmalig)  | bis zu 1'000'000              | 75%             | Sanierungsfrist 10 Jahre | Gesamt: bis zu 25                            |
| Verlängerung des periodischen Messzyklus           | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Minderkosten: Anlagenbetreiber</li> <li>▪ Minderumsatz: Kontrolleure</li> </ul>                                | 70'000 pro Jahr | 100                           | n.a.            | Kontinuierlich           | Pro Jahr: -7<br>Kumuliert über 10 Jahre: -70 |

Tabelle INFRAS. Quelle: Experten-Workshop, Experteninterviews, eigene Einschätzungen.

## 8. Messstellen

### 8.1. Änderung

Bisher benötigen Messfirmen für die Messung von grossen Anlagen (Anlagen von Industrie und Gewerbe, Öl- und Gasfeuerungsanlagen > 1 MW, Holzfeuerungsanlagen > 70 kW) keine amtliche Zulassung. Private Messfirmen, die sich dem Verband «Luftunion» angeschlossen haben und die Qualifikation zur Durchführung amtlicher Messungen erlangen wollen, müssen heute aber eine Reihe von Kriterien erfüllen, die der Vorstand prüft.<sup>41</sup> Die LRV-Revision Feuerungen sieht nun vor, dass private Messstellen die Kenntnis der anerkannten Regeln der Messtechnik nachweisen müssen, wenn sie amtliche Emissionsmessungen nach Art. 13 LRV durchführen wollen. Dadurch können sie eine Zulassung zur Durchführung behördlicher Emissionsmessungen erlangen. Für Messungen, welche von den Behörden selbst durchgeführt werden, sollen auf freiwilliger Basis gleichwertige Anforderungen gelten. Die Zulassung soll eine konstant hohe Qualität der Messungen gewährleisten und diese auch langfristig sicherstellen.

### 8.2. Wirkungen auf die Umwelt

Aus Sicht der Experten werden die Messungen heute mehrheitlich kompetent durchgeführt, es gebe aber Ausnahmen und Defizite. Dank der Zulassungspflicht sollen diese Ausnahmen und Defizite reduziert werden. In Bezug auf die Messqualität erwarten die Experten aber insgesamt gesehen nur eine geringe Verbesserung. Entsprechend stufen sie auch die Auswirkungen auf die Luftqualität als gering ein. Tabelle 11 fasst die Umweltauswirkung zusammen.

**Tabelle 11: Umweltauswirkungen durch Massnahmen bei Messstellen grosser Anlagen.**

| Massnahme  | Emissionsreduktion | Zeithorizont   |
|--|--------------------|----------------|
| Zertifikatsystem für Messstellen grosser Anlagen | Gering             | Kontinuierlich |

### 8.3. Wirkungen auf die Wirtschaft

#### 8.3.1. Anlagenbetreiber<sup>42</sup>

Die Einführung eines Zulassungssystems mit einer neu zu schaffenden Geschäftsstelle generiert Kosten. Es ist vorgesehen, dass die Kantone Pauschalbeträge zuhanden der Geschäftsstelle entrichten werden. Sie können diese über die Staatskasse finanzieren oder gemäss dem Verursa-

<sup>41</sup> z.B. Prüfung von Messberichten

<sup>42</sup> Alle Angaben in diesem Abschnitt stammen aus: Geschäftsstelle Qualitätssicherung von Emissionsmessungen. Vorprojekt. INF-RAS im Auftrag des BAFU. Zürich, 27. Okt. 2016. Die Zahlen sind noch provisorisch.

cherprinzip in Form einer «QS-Gebühr» auf die Anlagenbetreiber überwälzen. Die QS-Gebühren werden in der Grössenordnung von 30-150 CHF pro Messung liegen. Zusätzlich fallen Kosten bei den privaten und behördlichen Messstellen für die Zulassung an (Erstzulassung und periodische Aufrechterhaltungs-Audits). Auch hier ist zu erwarten, dass die Messstellen zumindest einen Teil dieser Kosten über die Preise für die Emissionsmessungen auf die Betreiber von grossen Anlagen überwälzen werden. Diese Preiserhöhungen dürften im Mittel ca. 70 CHF betragen. Betroffen von der Massnahme sind jährlich ca. 4'100 Anlagen.

### 8.3.2. Importeure/Hersteller

Für die Importeure und Hersteller erwarten die Experten keine relevanten Kostenfolgen.

### 8.3.3. Messstellen

Gemäss Planungsstand müssen private wie auch behördliche Messstellen eine Zulassung nach einheitlichen Anforderungen nachweisen können. Die Experten gehen davon aus, dass durch die Zulassung und die Audits Mehrkosten entstehen. Diese könnten aber an die Anlagenbetreiber überwälzt werden. Die Massnahme werde also keine wesentlichen Kostenfolgen für die Messstellen haben.

### 8.3.4. Vollzugsbehörden

Den Vollzugsbehörden entstehen nach Ansicht der Experten Kosten dafür, dass sie eine Zulassungsstelle aufbauen und betreiben müssen. Sie hätten aber die Möglichkeit, die Kosten auf die Anlagenbetreiber zu überwälzen.

### 8.3.5. Übersicht

Tabelle 12 fasst die Kostenfolgen zusammen.

**Tabelle 12: Kostenfolgen durch Massnahmen bei Messstellen grosser Anlagen.**

| Massnahme  | Betroffene   | Anzahl Anlagen     | Kostenfolgen pro Anlage [CHF] | So-wieso-kosten | Zeithorizont   | Gesamtkosten (zusätzliche Kosten) [Mio. CHF]          |
|--|--|--------------------|-------------------------------|-----------------|----------------|---|
| Zulassungssystem für Messstellen grosser Anlagen | Messstellen, nach Überwälzung: Betreiber von grossen Anlagen | ca. 4'100 pro Jahr | 100–220                       | Keine           | Kontinuierlich | Pro Jahr: 0.4 – 0.9<br>Kumuliert über 10 Jahre: 4 – 9 |

Tabelle INFRAS. Quelle: Experten-Workshop, Experteninterviews, eigene Einschätzungen.

## 9. Asphaltmischanlagen

### 9.1. Änderungen

Asphaltmischanlagen sind in der geltenden LRV nicht explizit erwähnt. Dies bedeutet, dass die Kantone Grenzwerte festlegen können, entweder entsprechend den allgemeinen Grenzwerten gemäss Anhang 1 oder gemäss Stand der Technik (Art. 4 LRV). Die Anforderungen sind damit je nach Kanton unterschiedlich. Mit der LRV-Revision Feuerungen werden Asphaltmischanlagen neu als besondere Anlagen gemäss Anhang 2 eingeführt. Dies hat zur Folge, dass für alle Asphaltmischanlagen schweizweit für gasförmige organische Stoffe (VOC) der gleiche Grenzwert von 50 mg/m<sup>3</sup> gilt (in Ausnahmefällen: 80 mg/m<sup>3</sup>) und damit die bisherigen kantonalen Anforderungen harmonisiert werden. Die Harmonisierung drängt sich auf, weil die heutigen kantonal unterschiedlichen Anforderungen zu Ungleichbehandlungen unter den Anlagenbetreibern führen. Zudem sollen Anlagenbetreiber mit einer durchschnittlichen Jahresproduktion von mehr als 100'000 Tonnen Asphalt neu verpflichtet werden, die Emissionen von gasförmigen organischen Stoffen kontinuierlich zu messen.

### 9.2. Wirkungen auf die Umwelt

Umweltwirkungen ergeben sich einerseits aus der Festlegung des Grenzwertes und andererseits aus der Pflicht zur kontinuierlichen Messung. Beide Effekte führen dazu, dass die Asphaltmischanlagen den Betrieb ihrer Anlage optimieren oder die Anlage sanieren müssen. Neue und optimierte Anlagen stossen weniger Schadstoffe aus, die Luftqualität verbessert sich. Das Ausmass der Emissionsreduktion hängt gemäss Experten insbesondere von folgenden Faktoren ab:

- **Ausnahmeregelung beim Grenzwert:** Gemäss Expertenaussagen werden nicht alle Anlagen den Grenzwert von 50 mg/m<sup>3</sup> für gasförmige organische Stoffe (VOC) einhalten können. Dies betreffe vor allem Anlagen, die Recyclingasphalt verwenden. Deren VOC-Emissionen sind signifikant höher als bei der Verwendung von ausschliesslich Neumineral. Der Grund liegt darin, dass alter Asphalt organische Stoffe enthält, die sich dann beim Erhitzen verflüchtigen. Die LRV-Revision sieht vor, dass die Behörden mildere Grenzwerte bis höchstens 80 mg/m<sup>3</sup> festlegen können. Inwieweit Anlagen, die Recyclingasphalt verwenden, diesen einhalten können, ist unklar. Sicher ist, dass die Umweltwirkung desto schwächer ist, je häufiger die Ausnahmeregelung angewandt wird.
- **Pflicht zur kontinuierlichen Messung:** Heute werden die Emissionen nur einmal alle drei Jahre und möglichst nicht während der emissionsintensiveren Startphase, sondern im sogenannten stationären Betrieb gemessen. Die so gemessenen Werte fielen in der Regel relativ tief aus, entsprechend könnten die heute geltenden Grenzwerte meist eingehalten werden. Zukünftig müssten ca. zehn der rund 80-100 Anlagen ihre VOC-Emissionen kontinuierlich

messen, da sie die Schwelle von 100'000 t durchschnittlicher Asphaltproduktion pro Jahr überschreiten. Gemäss den Experten ist allerdings noch unklar, wie aus einer kontinuierlichen Messung, die die Emissionen aus den verschiedenen Betriebsphasen erfasst, der Messwert zu berechnen ist, der dann mit dem Grenzwert verglichen werden soll. Insofern sei es schwierig abzuschätzen, wie viele der zehn Anlagen sanieren oder optimieren müssten.

Tabelle 13 fasst die Umweltauswirkung zusammen. Die Einordnung der Umweltauswirkungen erfolgt wiederum so, dass diese mit den Holzfeuerungsanlagen verglichen werden kann. Insgesamt schätzen die Experten die Auswirkungen als gering ein, da nur wenige Anlagen betroffen sind und in vielen Kantonen bereits Grenzwerte existieren.

**Tabelle 13: Umweltauswirkungen durch Massnahmen bei Asphaltmischanlagen.**

| Massnahme  | Emissionsreduktion | Zeithorizont                  |
|--|--------------------|-------------------------------|
| Strengere Grenzwerte für flüchtige organische Stoffe | Gering             | Sanierungsfrist von 10 Jahren |
| Kontinuierliche Überwachung                          | Gering             | Sanierungsfrist von 10 Jahren |

Tabelle INFRAS.

## 9.3. Wirkungen auf die Wirtschaft

### 9.3.1. Anlagenbetreiber

Betroffen von dieser Massnahme sind Betreiber von Asphaltmischanlagen (Unternehmen für Strassenbelag). Schweizweit sind gemäss Expertenaussagen ca. 80 – 100 Asphaltmischanlagen in Betrieb. In Bezug auf die Wirkungen lassen sich Wirkungen infolge der Grenzwerte und infolge der Pflicht zur kontinuierlichen Messung unterscheiden:

#### **Festlegung von Grenzwerten**

Gemäss Experten dürften bei einer Verschärfung der Grenzwerte einige Anlagen Probleme haben, die veränderten Grenzwerte für VOC einzuhalten. Betroffen seien vor allem ältere Anlagen und solche, die mit einem hohen Anteil an Recyclingmaterial betrieben werden. Die Anlagenbetreiber hätten bei einer Sanierungsfrist von 10 Jahren zwei Optionen mit entsprechenden Kostenfolgen:

- Sie könnten den Betrieb optimieren, indem sie
  - die Temperatur reduzieren: Eine tiefere Temperatur reduziere die Emissionen von organischen Stoffen. Tiefere Temperaturen seien vor allem bei neueren Anlagen eine Option, könnten aber die Qualität des Asphalts verringern.

- den Anteil des Recyclingmaterials verringern.
- Oder sie sanieren die Anlage.

Welche Massnahme notwendig ist, hängt gemäss Experten stark von der speziellen Anlagensituation ab. Eine Schätzung der Sanierungsrate und der Kosten konnte kein Experte abgeben.

### **Kontinuierliche Messung VOC**

Weitere Kosten ergeben sich aus der Pflicht zur kontinuierlichen Messung der VOC. Von dieser Massnahme sind ca. zehn der 80-100 Anlagen betroffen. Die Betreiber dieser Anlagen müssten neu Messeinrichtungen installieren. Die Kosten dafür schätzen die Experten unterschiedlich hoch ein. Die Bandbreite geht von 30'000 CHF über 50'000-100'000 CHF bis zu 250'000 CHF für eine Pilotanlage. Die Kostenschätzung ist somit sehr unsicher.

Betreiber von Asphaltmischanlagen können ihre Mehrkosten für Sanierungen und Überwachung in die Unternehmenskostenkalkulation einfliessen lassen und über höhere Preise auf die Kunden überwälzen. Da Asphalt in der Regel im öffentlichen Strassenbau eingesetzt wird, dürfte in erster Linie die öffentliche Hand von allfällig höheren Preisen betroffen sein.

### **9.3.2. Importeure/Hersteller**

Für Importeure und Hersteller erwarten die Experten keine relevanten Auswirkungen. Allenfalls profitierten Hersteller von Asphaltmischanlagen längerfristig davon, dass die Anlagebetreiber ihre Asphaltmischanlage vorzeitig ersetzen müssten. Dieser Effekt sei aber nicht quantifizierbar.

### **9.3.3. Messstellen**

Auch für die Messstellen erwarten die Experten keine relevanten Auswirkungen.

### **9.3.4. Vollzugsbehörden**

Relevante Auswirkungen erwarten die Experten schliesslich auch bei den Vollzugsbehörden nicht.

### **9.3.5. Übersicht**

Tabelle 14 fasst die wichtigsten Kostenfolgen zusammen. Die Gesamtkosten sind als zusätzliche Kosten infolge der LRV-Revision zu verstehen:

**Tabelle 14: Kostenfolgen durch Massnahmen bei Asphaltmischanlagen.**

| <b>Massnahme</b>                           | <b>Betroffene Akteure</b> | <b>Anzahl Anlagen</b> | <b>Kostenfolgen pro Anlage [CHF]</b> | <b>Sowieso-kosten</b> | <b>Zeithorizont</b>           | <b>Gesamtkosten (zusätzliche Kosten) [Mio. CHF]</b> |
|--|---------------------------|-----------------------|--------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|---|
| Sanierung infolge von tieferen Grenzwerten | Anlagenbetreiber          | Unklar (einmalig)     | Unklar                               | Unklar                | Sanierungsfrist von 10 Jahren | Unklar  |
| Kontinuierliche Messung                    | Anlagenbetreiber          | 10                    | 30'000-100'000                       | Keine                 | Kontinuierlich                | Gesamt: 0.3 – 1.0                                   |

Tabelle INFRAS. Quelle: Experten-Workshop, Experteninterviews, eigene Einschätzungen.

## 10. Wirkungen der weniger relevanten Änderungen

Neben den in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Massnahmen beinhaltet die geplante LRV-Revision noch eine ganze Reihe von weiteren Massnahmen, die sich wie folgt zusammenfassen lassen:

**Tabelle 15: Wenig relevante Änderungen der LRV-Revision Feuerungen**

| Betroffene Anlagen         | Vorgesehene Massnahmen  |
|----------------------------|---|
| Feuerungsanlagen allgemein | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Angleichung der Vorschriften für das Inverkehrbringen von Öl-/Gas- und Holzfeuerungsanlagen an die europäischen Ökodesign-Bestimmungen</li> <li>▪ Anpassungen beim Konformitätsnachweis für Feuerungsanlagen</li> <li>▪ Ergänzungen von europäischen Normen bei Holzfeuerungsanlagen</li> <li>▪ Konkretisierung der Festlegung der Emissionsbegrenzung im Falle von mehreren Einzelfeuerungsanlagen</li> </ul> |
| Ölfeuerungsanlagen         | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anpassungen bei den Emissionsgrenzwerten</li> <li>▪ Streichung bzw. Anpassung von Grenzwerten für Heizöl</li> </ul>  |
| Holzfeuerungsanlagen       | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ausnahmeregelungen für die Abnahmemessung bei Einzelraumfeuerungen</li> </ul>  |
| Gasfeuerungsanlagen        | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anpassungen bei den Emissionsgrenzwerten</li> </ul>  |
| Brenn-/Treibstoffe         | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anpassungen bei den anderen flüssigen Brennstoffen und bei den Gasbrenn- und -treibstoffen</li> </ul>  |
| Besondere Anlagen          | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anpassungen bei den Grenzwerten für Altholzanlagen, für Anlagen zur Oberflächenbehandlung und bei Grenzwerten für die Landwirtschaft</li> </ul>  |

Tabelle INFRAS basierend auf dem Entwurf der LRV-Revision.

Die Umwelt- und Kostenfolgen dieser LRV-Änderungen wurden von den allermeisten Experten als nicht relevant eingestuft. Es handle sich dabei um Bestimmungen, von denen nur eine geringe Anzahl von Anlagen betroffen sei. Auch gehe es oft um den Nachvollzug von Normen und Anforderungen, die bereits Stand der Technik seien oder um den Nachvollzug von internationalen Anforderungen. Abweichende Ansichten haben vereinzelt Experten bei folgenden Massnahmen geäussert:

- Anhang 3 Ziff. 514 LRV, Emissionsbegrenzung Ammoniak: Zwei Experten gaben zu bedenken, dass diese Massnahme potenziell zu hohen Kosten bei Landwirten führen könne. Im Validierungsworkshop wurde die Relevanz dieser Massnahme diskutiert. Da gleichzeitig die wirtschaftliche Tragbarkeit geprüft wird und eine Einzelfallprüfung stattfindet, ist nicht mit relevanten Kostenfolgen zu rechnen. Auf eine Vertiefung dieser Massnahme wurde deshalb im Rahmen dieser VOBV verzichtet.
- Anhang 3 Ziffer 524 LRV enthält die Formulierung "Bei Einzelraumfeuerungen nach Ziffer 22 Buchstabe f, für die eine Leistungserklärung vorliegt": Der Experte gab zu Bedenken, dass diese Formulierung von den Kantonen verlangen könnte, dass diese flächendeckend prüfen

müssen, ob eine Leistungserklärung vorliegt. Auch dieser Aspekt konnte beim Workshop nicht abschliessend geklärt werden. Auf eine Vertiefung der Massnahme im Rahmen dieser VOBU wurde verzichtet.

Zusätzlich zu den bereits erwähnten Massnahmen sieht die LRV-Revision auch die Einführung eines Immissionsgrenzwerts für PM<sub>2.5</sub><sup>43</sup> von 10 µg/m<sup>3</sup> vor. Dieser Grenzwert ist grundsätzlich zentral für die Verbesserung der Luftqualität. Derzeit wird er in weiten Teilen des Mittellands überschritten. Ausgehend vom festgestellten Umweltnutzen ist zu erwarten, dass die in der LRV-Revision Feuerungen vorgesehenen Massnahmen dazu beitragen, diesen Grenzwert einzuhalten.

---

<sup>43</sup> Feindisperse Schwebestoffe mit einem aerodynamischen Durchmesser von weniger als 2.5 µm.

## Teil III Gesamtbeurteilung

### 11. Synthese und Beurteilung

In diesem Kapitel beurteilen wir die Auswirkungen im Querschnitt über alle betroffenen Akteursgruppen, die Vollzugsbehörden und die Umwelt. Die Kriterien für die Beurteilung – Effektivität und Effizienz – orientieren sich am VOB-Leitfaden.

#### 11.1. Gesamtwürdigung der Wirkungen

Der Hauptnutzen der geplanten LRV-Revision Feuerungen besteht in der Umweltwirkung und konkret darin, dass Emissionen von Feinstaub- und Kohlenmonoxid (CO)- sowie – in geringerem Umfang – auch von Stickoxiden (NO<sub>x</sub>), Schwefeloxiden (SO<sub>x</sub>) sowie flüchtigen organischen Verbindungen ohne Methan (NMVOC) reduziert werden. Auf der anderen Seite entstehen den Anlagenbetreibern durch die LRV-Revision Kosten, insbesondere für Messungen und vorzeitige Sanierungen.

Über alle Massnahmen hinweg lassen sich die Umweltwirkungen und die Kostenfolgen der geplanten LRV-Revision wie folgt zusammenfassen:

- Die grössten Umweltwirkungen erzielen die neu vorgesehene periodische Feuerungskontrolle für Holzheizkessel bis 70 kW mit den neuen Grenzwerten und die schweizweite Einführung einer Sichtkontrolle für Einzelraumfeuerungen. Mit diesen beiden Massnahmen können gemäss Expertenschätzungen bedeutende Mengen an Feinstaub- und CO-Emissionen vermieden werden.
- Die Pflicht für einen Wärmespeicher für Holzheizungen bis 500 kW und die Verfügbarkeit von Staubabscheidesystemen für Anlagen über 70 kW bringen gemäss Expertenschätzungen mittlere Emissionseinsparungen. Das gleiche gilt für die Pflicht zur Verwendung von Heizöl Extra leicht Öko (Ökoheizöl) bei Feuerungen bis 5 MW. Die übrigen Massnahmen – Verschärfung der Grenzwerte für Abgasverluste, Bestimmungen für Asphaltmischanlagen und Einführung einer Zulassung – lösen geringere Umweltauswirkungen aus.
- Die grössten Kostenfolgen sind gemäss Expertenschätzungen ebenfalls infolge der Vorgaben bei den Holzfeuerungen zu erwarten: Hier sind es vor allem die periodischen Messungen alle zwei Jahre bei Holzheizkesseln und die daraus resultierenden Sanierungen sowie die zweijährlichen Sichtkontrollen bei den Einzelraumfeuerungen, die ins Gewicht fallen und bei den Anlagebetreibern im Vergleich zur heutigen Situation zusätzliche Kosten verursachen.
- Bedeutende Zusatzkosten ergeben sich ausserdem bei Ölfeuerungen für Gebäude, wenn die Anlagebetreiber infolge der Verschärfung der Grenzwerte für Abgasverluste vorzeitig sanieren müssen. Bei den Gasfeuerungen hingegen führt der Wechsel der Feuerungskontrolle von

einem zwei- auf einen vierjährigen Zyklus zu beträchtlichen Kosteneinsparungen bei den Anlagebetreibern.

- Spiegelbildlich zu den Kosten bei den Anlagenbetreibern löst die LRV-Revision bei den Feuerungskontrolleuren Umsatzveränderungen aus: Der Umsatz steigt infolge der Einführung der periodischen Messungen und Kontrollen bei den Holzfeuerungen, der Umsatz sinkt infolge der Verlängerung des Messrhythmus bei den Gasfeuerungen.
- In Bezug auf die Effizienz – d.h. das Verhältnis zwischen Kosten und Nutzen (Umweltwirkung) – schneiden die Sanierungen infolge der Einführung von periodischen Messungen, die Vorgaben bzgl. Verfügbarkeit des Staubabscheidesystems sowie das Verbot von Heizöl Extra leicht am besten ab.

Die folgende Tabelle fasst die Umweltwirkungen und Kostenfolgen der wichtigsten Massnahmen der LRV-Revision zusammen. Hierzu folgende Bemerkungen:

- **Die Beurteilung ist immer relativ zu den anderen Massnahmen zu verstehen.**
- Massgebend für die Einschätzungen sind die zusätzlichen Wirkungen (Zusatzkosten bzw. Zusatznutzen) im Vergleich zum heutigen Zustand ohne die vorgesehene LRV-Revision.
- Die Umweltwirkungen der einzelnen Massnahmen beruhen auf qualitativen Experteneinschätzungen<sup>44</sup>. Eine grobe Quantifizierung der Umweltwirkung erfolgte über die Massnahmen bei Holzfeuerungen: Kumuliert über 10 Jahre wird der Umweltnutzen grob auf 500 Mio. CHF bis 2.5 Mrd. CHF geschätzt.
- Die Kostenfolgen konnten für die einzelnen wichtigsten Massnahmen grob berechnet werden, dies ebenfalls basierend auf Expertenschätzungen:
  - «Gering» bezeichnet Kosten von weniger als 10 Mio. CHF,
  - «Mittel» entspricht Kosten von 10-50 Mio. CHF und
  - «Gross» Kosten über 50 Mio. CHF, jeweils kumuliert über 10 Jahre.
- Der Zeithorizont von 10 Jahren für die Schätzung der Kosten wurde deshalb gewählt, weil in diesem Zeitraum ein Grossteil der Sanierungen, die aufgrund der LRV-Revision ausgelöst werden, umgesetzt sein dürfte.
- Die Effizienz ist ebenfalls relativ zu den anderen Massnahmen zu sehen: Die Effizienz ist gross, wenn die Umweltwirkungen besser eingestuft werden als die Kosten (Bsp. Einstufung «Mittel» bei den Umweltwirkungen und Einstufung «Gering» bei den Kosten ergibt Effizienz «Gross»). Die Effizienz ist mittel, wenn die Umweltwirkungen und Kosten gleich eingestuft werden, sie ist gering, wenn die Umweltwirkungen tiefer eingestuft werden als die Kosten.

---

<sup>44</sup> Eine quantitative Schätzung der Gesamtumweltwirkung erfolgt in den Kapiteln 11.2 und 5.2.6.

Tabelle 16: Umweltwirkung, Kosten und Effizienz der wichtigsten Massnahmen

| Energieträger      | Massnahmen  | Umweltwirkung (Effektivität) | Kosten               | Effizienz |
|--------------------|---|------------------------------|----------------------|-----------|
| Holz <sup>45</sup> | Einführung von Abnahmemessung (Feinstaub und CO) für Anlagen bis 70 kW                                      | Gering                       | Gering               | Mittel    |
|                    | Einführung von periodischen Messungen (CO) für Anlagen bis 70 kW und damit verbundene Betriebsoptimierungen | Gross                        | Gross                | Mittel    |
|                    | Sanierungen infolge Einführung von periodischen Messungen (CO) für Anlagen bis 70 kW                        | Gross                        | Mittel               | Gross     |
|                    | Einführung von periodischen Sichtkontrollen für Einzelraumfeuerungen  | Gross                        | Gross                | Mittel    |
|                    | Einführung von Vorgaben zur Speichergrösse für Anlagen bis 500 MW   | Mittel                       | Mittel               | Mittel    |
|                    | Einführung von Verfügbarkeitsvorgaben bei Staubabscheider für Anlagen über 70 kW                            | Mittel                       | Gering               | Gross     |
| Öl                 | Sanierungen in Folge Verschärfung der Abgasverlust-Grenzwerte   | Gering                       | Gross                | Gering    |
|                    | Verbot Heizöl Extra leicht für Anlagen bis 5 MW   | Mittel                       | Gering               | Gross     |
| Gas                | Sanierungen in Folge Verschärfung der Abgasverlust-Grenzwerte   | Gering                       | Mittel               | Gering    |
|                    | Verlängerung des periodischen Messzyklus  | Keine                        | Gross (Einsparungen) | n.a.      |
|                    | Zulassungssystem für Messstellen von Anlagen  | Gering                       | Gering               | Mittel    |
|                    | Asphaltmischanlagen   | Gering                       | Gering               | Mittel    |

\*) Umweltwirkung, Kosten, Effizienz: jeweils relativ zu den anderen Massnahmen.

Umweltwirkung: qualitative Einschätzung.

Kosten (jeweils kumuliert über 10 Jahre): Gross: Kosten über 50 Mio. CHF, Mittel: Kosten von 10–50 Mio. CHF, Gering: Kosten von weniger als 10 Mio. CHF.

Effizienz: Gross, wenn Einstufung bei Umweltwirkungen besser als Einstufung bei Kosten; Mittel, wenn bei Umweltwirkungen und Kosten gleiche Einstufung; Gering, wenn Einstufung bei Umweltwirkungen tiefer als Einstufung bei Kosten.

Tabelle INFRAS. Quelle: Experten-Workshop, Experteninterviews, eigene Einschätzungen.

## 11.2. Auswirkungen auf die Umwelt (Effektivität)

Die Auswirkungen auf die Umwelt ergeben sich zum grössten Teil aus den Änderungen, die kleine Holzfeuerungsanlagen bis 70 kW betreffen: Die Einführung einer Abnahmemessung und einer periodischen Messung alle zwei Jahre führt dazu, dass der Betrieb von Feuerungsanlagen optimiert wird und Anlagen, die die Grenzwerte überschreiten, saniert werden müssen (dies betrifft vor allem ältere Stückholz- und Hackschnitzelkessel). Beide Massnahmen reduzieren längerfristig (Zeithorizont 10 Jahre) massgeblich die Feinstaub- und CO-Emissionen. Eine substanzielle Emissionsreduktion ergibt sich auch durch die Einführung der Sichtkontrolle alle zwei

<sup>45</sup> Die Massnahmen betreffen nur Holzheizkessel. Einzige Ausnahme ist die Massnahme der Sichtkontrolle von Einzelraumfeuerungen.

Jahre bei regelmässig benutzten Einzelraumfeuerungen: Dank der Beratung im Rahmen der Sichtkontrolle dürften die Anlagen besser betrieben werden, so dass sie weniger Schadstoffe emittieren.

Weitere Emissionseinsparungen ergeben sich aus den Vorgaben zur Speichergrösse und zur Verfügbarkeit von Staubabscheidern. Hiervon sind vor allem Stückholz- und Hackschnitzelheizungen betroffen. Beide Massnahmen reduzieren die Starts bei Holzfeuerungen und damit die Dauer sehr emissionsintensiver Zustände. Längerfristig grössere Einsparungen bei den Schwefeloxid- und Stickoxid-Emissionen sind ausserdem von der Pflicht zur Verwendung von Heizöl Extra leicht Öko (Ökoheizöl) in Anlagen unter 5 MW zu erwarten.

Die übrigen Massnahmen für Öl- und Gasheizungen (Verschärfung der Grenzwerte für Abgasverluste) sowie die Bestimmungen für Asphaltmischanlagen und die Einführung einer Zulassung bewirken im Vergleich zu den Massnahmen bei den Holzfeuerungen deutlich weniger Emissionseinsparungen. Zu berücksichtigen ist, dass die Massnahmen bei den Öl- und Gasfeuerungen zusätzlich die CO<sub>2</sub>-Emissionen verringern.<sup>46</sup>

Weiterreichende Auswirkungen der Emissionseinsparungen ergeben sich dadurch, dass sich längerfristig die Luftqualität verbessert und dadurch weniger externe Kosten in Form von Gesundheitskosten und Gebäudeschäden anfallen. Dadurch lassen sich Einsparungen bei den Gesundheitskosten und Gebäudeschäden von rund 50 bis 250 Millionen CHF pro Jahr erzielen. Die Einsparungen bei den Gesundheitskosten sind dabei zum grössten Teil auf eine geringere Sterblichkeit zurückzuführen.

### 11.3. Auswirkungen auf den Bund, die Kantone und Gemeinden

Beim Bund fallen infolge der LRV-Revision keine zusätzlichen Kosten an. Der Aufwand der Kantone und Gemeinden steigt allenfalls leicht an, weil sie mehr Sanierungsverfügungen ausstellen und die neuen Messungen administrativ verarbeiten müssen (die Kontrollen selber werden üblicherweise an private Unternehmen ausgelagert). Wer den administrativen Aufwand trägt, hängt vom jeweiligen Vollzugs-Modell des Kantons ab. Insgesamt erachten wir die zusätzlich entstehenden Kosten als gering.

### 11.4. Auswirkungen auf Unternehmen und Haushalte

Hauptbetroffene der LRV-Revision sind die Betreiber von Feuerungsanlagen sowie die Kontrolleure und Messstellen. Bei den Anlagenbetreibern handelt es sich vor allem um Gebäudeeigentümer (private Hausbesitzer, Genossenschaften, Pensionskassen, Immobilienfirmen, öffentliche Hand, Dienstleistungs- und Gewerbeunternehmen) sowie um Betreiber von Industriefeuerungen und Asphaltmischanlagen.

---

<sup>46</sup> Dieser Effekt wurde in der vorliegenden VOBU nicht weiter untersucht.

Betreibern von Holzfeuerungen entstehen zusätzliche Kosten in Form von Ausgaben für einmalige und periodische Messungen und allfällige vorzeitige Sanierungen oder Nachrüstungen sowie für die Sichtkontrollen. Insgesamt schätzen wir diese Ausgaben für Holzfeuerungsanlagen auf rund 150-260 Mio. CHF, kumuliert über 10 Jahre. Davon entfallen rund 115-175 Mio. CHF auf Abnahme- und periodische Messungen sowie Sichtkontrollen und 35-80 Mio. CHF auf vorzeitige Sanierungen oder Nachrüstungen. Je nach Situation sind die Kosten steuerlich abzugsfähig (Sanierungskosten) oder können an allfällige Mieter überwält werden (Messkosten). Grundsätzlich dürften sich die Wohn- und Liegenschaftskosten<sup>47</sup> infolge der Mess- und Sanierungskosten aber nicht relevant verteuern. Unternehmen können allfällige Mehrkosten (Investitionen, Messkosten) in die Unternehmenskostenkalkulation einfließen lassen und allenfalls (teilweise) über höhere Preise auf die Kunden überwältzen.

Für Besitzer von Ölheizungen schätzen wir die zusätzlichen Kosten für vorzeitige Sanierungen infolge der Verschärfung der Grenzwerte für Abgasverluste auf rund 180-360 Mio. CHF. Die Pflicht zum Einsatz von Ökoheizöl in Anlagen bis 5 MW dürfte hingegen keine Kostenfolgen nach sich ziehen, da Ökoheizöl gegenüber Heizöl Extra leicht heute nur geringfügig teurer ist (rund 1.5 Rp./Liter) und die Anlagen gleichzeitig auch weniger Brennstoff verbrauchen würden. Besitzer von Gasheizungen sparen rund 70 Mio. CHF ein, da sie nur noch alle vier Jahre eine Feuerungskontrolle durchführen lassen müssen.

Für industrielle Öl- und Gasfeuerungsanlagen erwarten wir wegen Verschärfung der Abgasverlustgrenzwerte nur geringe Kostenfolgen. Es ist davon auszugehen, dass Betreiber von Industrieheizungen von Ausnahmeregelungen profitieren werden, falls ihnen durch notwendige Sanierungen hohe Kosten entstehen würden.

Insgesamt erachten wir die Kosten für die Gebäudeeigentümer als vergleichsweise gering, gemessen etwa an den gesamten Bauinvestitionen für Einfamilienhäuser in der Höhe von über 50 Mrd. CHF in den letzten 10 Jahren.<sup>48</sup> Für den einzelnen privaten Hausbesitzer können die Folgen trotzdem relevant sein, wenn er vorzeitig 20'000-30'000 CHF für eine Heizungsanierung aufwenden muss.

Die Besitzer der rund 100 Asphaltmischanlagen sind ebenfalls finanziell betroffen. Die aus der Einführung der kontinuierlichen Überwachung resultierenden Kosten für neue Messeinrichtungen werden als gering eingeschätzt, die Kosten für allfällige Sanierungen sind nicht bekannt.

Spiegelbildlich zu den Kosten, die die neu eingeführte Messung und die daraus folgenden Sanierungen bei den Anlagenbetreibern verursachen, entstehen bei Feuerungskontrolleuren und Anlagenherstellern zusätzliche Umsätze und damit Wertschöpfung und Beschäftigung. Die-

<sup>47</sup> Wohn- und Liegenschaftskosten = Kosten, die durch die Nutzung von eigenen oder gemieteten Wohnungen, Gebäuden oder Geschäftsräumen entstehen.

<sup>48</sup> EnDK 2014: Energieverbrauch von Gebäuden.

ser – im Vergleich zu heute – erzielbare Mehrumsatz kompensiert bei den Feuerungskontrolleuren in etwa den Minderumsatz aufgrund des Wechsels der periodischen Messung bei Gasfeuerungen von zwei- auf vierjährliche Kontrollen. Weitergehende Kosten, bspw. infolge von Anpassungen der Produktpalette bei Herstellern und Importeuren von Feuerungsanlagen, sind nicht zu erwarten.

Die Kosten für die Zulassung privater Messstellen für grosse Anlagen fallen primär bei den privaten Messfirmen an. Diese dürften die Kosten jedoch an die Anlagenbetreiber überwälzen. Bei den Kantonen fallen zudem Kosten für die Zulassungsstelle an. Auch hier gehen wir davon aus, dass ein Teil der Kantone die Kosten auf die Messfirmen überwälzen wird. Diese wiederum dürften allfällige Mehrkosten auf die Anlagenbetreiber überwälzen.

## 11.5. Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen und Effizienz

In Bezug auf die Effizienz – d.h. das Verhältnis zwischen Kosten und Nutzen (Umweltwirkung) – schneiden die Einführung der periodischen Messungen bei Holzheizkesseln, die Vorgaben bzgl. Verfügbarkeit des Staubabscheidesystems ebenfalls bei Holzfeuerungen sowie die Pflicht zum Einsatz von Ökoheizöl in Anlagen bis 5 MW am besten ab. Im Vergleich dazu sind die Verschärfungen der Grenzwerte für Abgasverluste bei Öl- und Gasfeuerungen in Bezug auf die Luftqualität weniger effizient. Diese Massnahmen leisten aber einen Beitrag zum Klimaschutz und ihre Notwendigkeit ergibt sich ausserdem daraus, dass die LRV dem Stand der Technik anzupassen ist.

Die Kosten der durch die LRV-Revision hervorgerufenen Anpassungen müssen in einer ersten Runde überwiegend die Anlagenbetreiber tragen. Dies entspricht dem in der Bundesverfassung verankerten Verursacherprinzip.<sup>49</sup> Sie können diese Kosten aber teilweise abwälzen. Auf der anderen Seite profitieren Anlagenhersteller und -importeure vom vorzeitigen Ersatz von Anlagen und von Sanierungen und entsprechend höheren Umsätzen.

Der Nettoeffekt auf die inländische Wertschöpfung und Beschäftigung hängt in einer komparativ-statischen Betrachtung primär von der Importquote der Branche der Anlagenhersteller und -installateure ab. Die Importquoten dieser baunahen Branchen unterscheiden sich nicht wesentlich vom Durchschnitt der Schweizer Volkswirtschaft. Über die Gesamtwirtschaft gesehen beurteilen wir damit die Auswirkungen der LRV-Revision auf Wertschöpfung und Beschäftigung als vernachlässigbar.

Als ebenfalls gering erachten wir die sozialen Verteilungswirkungen der LRV-Revision. Die Massnahmen betreffen in einer ersten Runde Besitzer von Holzfeuerungen sowie Öl- und Gasfeuerungen. Insofern dürften zwar viele dieser Anlagebetreiber in der einen oder anderen Form betroffen sein. Allerdings sind die dadurch entstehenden jährlichen Zusatzkosten in einer

---

<sup>49</sup> Art. 74 Abs. 2 BV; SR 101.

Grössenordnung, die die Wohnkosten für Haushalte bzw. die Liegenschaftskosten für Unternehmen (Eigentümer und Mieter) nur unwesentlich beeinflussen.

## 11.6. Grenzen der Untersuchung

Die Monetarisierung der Umweltwirkung ist als Grobschätzung zu verstehen. Wie in Kapitel 5.2.6 beschrieben, basiert die Abschätzung der Wirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Gebäude auf Wirkungsanalysen für ähnliche Massnahmenpakete.<sup>50</sup> Allerdings weisen die verwendeten Grundlagen sowohl bezüglich Mengen als auch bezüglich Kosten bedeutende Bandbreiten und Unsicherheiten auf. Dies weil die zugrundeliegenden Wirkungsketten sehr komplex sind und die Monetarisierung der physischen Schäden stark durch Werthaltungen geprägt ist.

Auch die Schätzungen der Umsetzungskosten sind mit Unsicherheiten verbunden. Dies gilt sowohl für die Kosten pro Anlage und die Anzahl betroffener Anlagen als auch für die Sowieso-kosten. Der Grad der Unsicherheit ist für die untersuchten Massnahmen unterschiedlich. Bei den Kosten für die Messungen bspw. bestehen weniger Unsicherheiten als bei den Sanierungskosten. Den Unsicherheiten wird insofern Rechnung getragen, als bei grösseren abweichenden Angaben Bandbreiten angegeben werden.

Viele der befragten Experten sind Akteure im Bereich Luftreinhaltung oder Vertreter der betroffenen Branchen und damit auch Interessenvertreter. Aus diesem Grund wurden die Informationen aus den Interviews im Validierungsworkshop aus verschiedenen Perspektiven diskutiert und angepasst.

Die vorliegende VOBUE untersucht in erster Linie die Auswirkungen auf die direkt betroffenen Akteursgruppen und Branchen. Weitergehende indirekte volkswirtschaftliche Auswirkungen auf Regionen oder die Beschäftigung wurden zumeist als geringfügig eingestuft und daher deren Kostenfolgen nicht speziell untersucht. Soweit möglich wurden die Wirkungen qualitativ beschrieben. Kosten- und vor allem Umweltwirkungen konnten im Rahmen des Projekts oft nur grob quantitativ geschätzt werden. Genauere Schätzungen wären nur mit einem deutlich höheren Aufwand möglich gewesen. Zur genaueren Einschätzung der Umweltwirkungen wären beispielsweise sehr umfangreiche Datenerhebungen und -analysen entlang der gesamten Wirkungskette nötig. Diese umfasst die Verteilung der Emissionsminderung pro Anlage, die Quantifizierung der Referenzentwicklung (Massnahmen Kantone), eine flächendeckende Immissionsberechnung, den Einbezug meteorologischer Faktoren, die Auswirkungen der Schadstoffe auf die Gesundheit und Infrastrukturen und letztlich deren monetäre Bewertung. Ein Aufwand, der

---

<sup>50</sup> Konkret auf Schätzungen aus dem Kanton Zürich (siehe Kapitel 5.2.6).

sich nicht lohnen dürfte, zumal die in diesem Rahmen erfassten Informationen und durchgeführten quantitativen und qualitativen Abschätzungen bereits eine genügend robuste volkswirtschaftliche Beurteilung der Massnahmen erlauben.

## Annex

### Befragte Institutionen und Organisationen

Als Grundlage für die Wirkungsanalyse haben wir folgende Organisationen und Institutionen befragt:

- Verband Zürcher Feuerungskontrolleure (VZF),
- Verband Schweizerischer Feuerungskontrolleurinnen und Feuerungskontrolleure (VSFK),
- Umwelt und Gesundheitsschutz, Stadt Zürich,
- Kaminfegermeisterverband (SKMV),
- Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL), Kanton Zürich,
- Amt für Natur und Umwelt (ANU), Kanton Graubünden,
- Services de l'environnement et de l'énergie (SEVEN), Kanton Waadt,
- Lufthygieneamt beider Basel (LHA),
- Holzenergie Schweiz,
- feusuisse,
- Vereinigung SFIH – Holzfeuerungsanlagen Schweiz,
- Gebäude Klima Schweiz (GKS),
- Mischgut Industrie (SMI),
- Viessmann,
- Schmid Energy Solutions.

Die befragten Personen haben vorgängig eine Liste der LRV-Änderungen und folgende Fragen zugestellt erhalten:

- Welche Auswirkungen erwarten Sie von den geplanten LRV-Änderungen
  - in Bezug auf die Umwelt (Emissionen, Luftqualität) und
  - bei Importeuren/Herstellern,
  - bei Hauseigentümern, Anlagenbetreibern (Investitionen/Betrieb),
  - bei kantonalen Vollzugsbehörden, Feuerungskontrolleuren, Kaminfegern, Messstellen?
- Welche Unternehmen/Branchen und Hauseigentümer dürften besonders betroffen sein?
- Welche Kostenfolgen sind infolge der LRV-Änderungen zu erwarten?

## Abkürzungen

|                 |   |
|-----------------|---|
| BAFU            | Bundesamt für Umwelt  |
| VOC             | gasförmige organische Stoffe (flüchtige organische Verbindungen bzw. volatile organic compounds)  |
| CO              | Kohlenmonoxid   |
| CO <sub>2</sub> | Kohlendioxid  |
| kg              | Kilogramm   |
| kW              | Kilowatt  |
| LRV             | Luftreinhalte-Verordnung  |
| m <sup>3</sup>  | Kubikmeter  |
| MW              | Megawatt  |
| NO <sub>x</sub> | Stickstoffoxide   |
| PM10            | Schwebstaub (particulate matter) mit einem aerodynamischen Durchmesser von weniger als 10 µm, manchmal auch Feinstaub oder Feststoffe oder Gesamtstaub bezeichnet |
| PM2.5           | Schwebstaub (particulate matter) mit einem aerodynamischen Durchmesser von weniger als 2.5 µm   |
| S               | Schwefel  |
| SO <sub>x</sub> | Schwefeloxide   |
| t               | Tonnen  |
| µg              | Mikrogramm  |
| µm              | Mikrometer  |
| VOBU            | Volkswirtschaftliche Beurteilung  |

## Literaturverzeichnis

**AWEL 2016:** Grundlagenbericht Massnahmenplan Luftreinhaltung Teilrevision 2016. Baudirektion Kanton Zürich.

**BAFU 2013:** VOBU Volkswirtschaftliche Beurteilung von Umweltmassnahmen, Leitfaden, gültige Version August 2013.

**Ecoplan /INFRAS 2014:** Externe Effekte des Verkehrs 2010, Monetarisierung von Umwelt-, Unfall- und Gesundheitseffekten. Auftraggeber: Bundesamt für Raumentwicklung. Bern, Zürich und Altdorf, 18. Juni 2014.

**EnDK 2014:** Energieverbrauch von Gebäuden. Fact Sheet, 1. Auflage, August 2014. Konferenz Kantonaler Energiedirektoren, Bern, 28. August 2014.

**FOEN 2013:** PM10 and PM2.5 ambient concentrations in Switzerland. Modelling results for 2005, 2010, 2020. Hrg. Federal Office for the Environment. Autoren: J. Heldstab, F. Leipert, P. Wüthrich, INFRAS, Zürich/Bern, T. Künzle, METEOTEST, Bern, Annex 3: M. Stampfli, BFH Biel.