



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bern, 29. März 2023

Weniger Kehrichtverbrennung, mehr Recycling

Bericht des Bundesrates
in Erfüllung des Postulates 19.4183 Chevalley
vom 26. September 2019

Inhaltsverzeichnis

1	Auftrag	3
1.1	Ausgangslage.....	3
1.2	Auftrag und Vorgehen	3
2	Aktuelle Situation der Entsorgung von brennbaren Abfällen	3
2.1	Thermische Behandlung von Abfällen.....	3
2.1.1	Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA).....	4
2.1.2	Zementwerke.....	4
2.2	Entwicklung der Mengen von brennbaren Abfällen.....	4
2.2.1	Brennbare Abfälle in KVA.....	5
2.3	Entwicklung der KVA-Kapazitäten.....	6
2.4	Energienutzung und CO ₂ -Emissionen der Abfallverbrennung	7
2.4.1	Entwicklung und aktuelle Situation.....	7
2.4.2	Energieeffizienz der KVA	8
3	Recycling, Rahmenbedingungen und aktuelle Situation.....	8
3.1	Zuständigkeiten und Entsorgungsmonopol.....	8
3.2	Kriterien für die stoffliche Verwertung.....	9
3.3	Aktuelle Situation des Recyclings von Siedlungsabfällen in der Schweiz.....	10
3.4	Aktuelle Situation des Recyclings von Industrieabfällen.....	11
4	Optimierungspotenzial des Kunststoffrecyclings.....	11
4.1	Kunststoff-Kreislaufwirtschaft und ihre Bestandteile	11
4.1.1	Abfallvermeidung.....	12
4.1.2	Ökodesign	12
4.1.3	Recycling.....	13
4.2	Erläuterung der hängigen und geplanten Initiativen der Wirtschaft	14
4.3	Das Potenzial der geplanten Verfahren und Initiativen	14
5	Schlussfolgerungen	15
	Anhang	16
	Literaturverzeichnis.....	16

1 Auftrag

1.1 Ausgangslage

Mit dem vorliegenden Bericht erfüllt der Bundesrat das von Alt-Nationalrätin Isabelle Chevalley am 26. September 2019 eingereichten Postulat «Weniger Kehrlichtverbrennung, mehr Recycling» (19.4183). Das Postulat hat folgenden Wortlaut:

«Der Bundesrat wird beauftragt, in einem Bericht aufzuzeigen, wie die Menge an Abfällen (Haushalts- und Industrieabfälle), die nach wie vor verbrannt werden, verringert werden kann. Im Bericht soll ein Vergleich gezogen werden zwischen dem Recycling von Abfällen mittels bestehender Verfahren und dem Recycling mittels Methoden, die in Zusammenarbeit mit dem Privatsektor eingeführt werden können.»

Der Bundesrat beantragte am 27. November 2019 die Ablehnung des Postulats. Der Nationalrat hat das Postulat am 20. Dezember 2020 angenommen.

1.2 Auftrag und Vorgehen

Mit dem Postulat 19.4183 wird der Bundesrat beauftragt in einem Bericht aufzuzeigen, wie im Hinblick auf die Optimierung der Kreislaufwirtschaft brennbare Abfälle vermehrt der stofflichen Verwertung zugeführt werden können, anstatt sie in Kehrlichtverbrennungsanlagen zu verbrennen.

Der vorliegende Bericht in Erfüllung des Postulats umfasst eine Beschreibung der aktuellen Abfallentsorgung in der Schweiz und deren rechtlichen Rahmenbedingungen. Des Weiteren beleuchtet er im Hinblick auf die Optimierung des Recyclings aktuelle Projekte der Privatwirtschaft, wie zum Beispiel solche der Drehscheibe Kreislaufwirtschaft des Verbands Swiss Recycling oder des Vereins Prisma. Dabei werden die Hindernisse des Recyclings sowie dessen finanziellen und ökologischen Konsequenzen analysiert. Der Fokus liegt auf Kunststoffprodukten und -verpackungen, die einen substantiellen Anteil der brennbaren Abfälle ausmachen und massgeblich für die fossilen CO₂-Emissionen der Abfallverbrennung verantwortlich sind. Die Aussagen über die Thematik des Kunststoffrecyclings stützen sich auf einen internen Grundlagenbericht der ETH Zürich (Klotz und Haupt 2021) im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), der sowohl die aktuelle Situation des Standes der Technik im Kunststoffrecycling beleuchtet als auch einen Überblick über die aktuellen privaten Initiativen zur Optimierung des Recyclings gibt.

In diesem Zusammenhang stellt der vorliegende Bericht eine Ergänzung zum umfassenden Bericht «Kunststoffe in der Umwelt» in Erfüllung der Postulate Thorens Goumaz (18.3196), Munz (18.3496), Flach (19.3818) und CVP-Fraktion (19.4355) dar. In diesen Postulaten sind auch Forderungen nach vermehrtem Recycling von Kunststoffen und Verpackungen enthalten, die dem Anliegen des vorliegenden Postulats entsprechen. Aus Redundanzgründen werden im vorliegenden Bericht keine zusätzlichen Massnahmenvorschläge ausgeführt. Verbesserungspotenziale werden im Rahmen des Berichts «Kunststoffe in der Umwelt» aufgezeigt.

2 Aktuelle Situation der Entsorgung von brennbaren Abfällen

2.1 Thermische Behandlung von Abfällen

Gemäss Artikel 12 Absatz 1 der Abfallverordnung (VVEA, SR 814.600) sind Abfälle stofflich oder energetisch zu verwerten, sofern die Verwertung die Umwelt weniger belastet als eine andere Entsorgung und die Herstellung neuer Produkte bzw. die Beschaffung anderer Brennstoffe. Die nicht verwertbaren, brennbaren Abfälle in der Schweiz werden entsprechend der Abfallart nach dem Stand der Technik in Kehrlichtverbrennungsanlagen (KVA), Zementwerken, industriellen Feuerungen, Sondermüllverbrennungsanlagen und Holzheizkraftwerken thermisch verwertet.

2.1.1 Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA)

Der schweizerische KVA-Park umfasst im Jahr 2021 nach der Stilllegung der KVA Josefstrasse noch 29 Anlagen. Der Grossteil der Anlagen befindet sich im Mittelland bei urbanen Zentren, weitere Anlagen befinden sich in den Alpenkantonen und im Jurabogen. Die KVA wurden seinerzeit für den Zweck einer umweltgerechteren Abfallentsorgung gebaut, um die Schadstoffemissionen zu unterbinden, die durch die Deponierung von unbehandelten Siedlungsabfällen verursacht wurden. Die Standorte der meisten Anlagen wurden nach rein abfallwirtschaftlichen und -politischen Gesichtspunkten in den 70er und 80er Jahren des letzten Jahrhunderts festgelegt; energiepolitische Gesichtspunkte und Bahnanbindung waren zu dieser Zeit bei der Standortwahl von untergeordneter Bedeutung. Die frühen KVA verfügten früher nur über einfache, wenig effiziente Rauchgasreinigungsanlagen, was ihnen den Ruf als «Dreckschleudern» einbrachte. Dies änderte sich grundlegend in den 90er-Jahren, als im Rahmen des Umweltschutzgesetzes verschiedene Verordnungen eingeführt wurden, welche die Abfallbehandlung regeln und die Emissionen aus KVA begrenzen, wie z. B. die Technische Verordnung über Abfälle (TVA, AS 1991 169) bzw. deren Nachfolge, die Verordnung über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen (VVEA, SR 814.600), die Luftreinhalteverordnung (LRV, SR 814.318.142.1) sowie die Gewässerschutzverordnung (GSchV, SR 814.201). Als Folge dieser Gesetzgebung wurden die KVA mit hohen Investitionen saniert und mit einer weitergehenden Rauchgas- und Abwasserreinigung versehen.

Heutzutage entsprechen alle Anlagen dem Stand der Technik; die Emissionen von Schadstoffen, die bei der Abfallbehandlung anfallen, sind im Vergleich zu den gesamten Emissionen aus Industrie, Verkehr und Haushalten nur von untergeordneter Bedeutung.

Alle KVA nutzen die bei der Verbrennung freigesetzte Energie für die Produktion von Strom und Fernwärme und haben dadurch eine wichtige Rolle in der schweizerischen Energiewirtschaft (vgl. Kap. 2.4.2). Die KVA tragen zudem zur Schliessung von Stoffkreisläufen bei, indem Metalle wie Stahlschrott, Aluminium, Kupfer, Zink aus den Verbrennungsrückständen zurückgewonnen und recycelt werden.

Die KVA müssen die Entsorgungssicherheit für Abfälle gewährleisten, die aus der Schweiz stammen oder durch langfristige Verträge aus dem grenznahen Ausland geregelt sind. Die verbleibenden freien Kapazitäten können für die Verbrennung von kurzfristig verfügbaren ausländischen Siedlungsabfällen eingesetzt werden, sofern der Kanton und der Bund die gemäss der Verordnung über den Verkehr mit Abfällen (VeVA, SR 814.610) notwendige Zustimmung erteilen (vgl. Kap. 2.2.1).

2.1.2 Zementwerke

In der Schweiz waren im Jahr 2021 sechs Zementwerke in Betrieb, die für die Klinkerproduktion neben Steinkohle auch verschiedene, stofflich nicht verwertbare Abfallfraktionen, sogenannte Alternativbrennstoffe, verwenden. Die Anforderungen für die Zulassung als Alternativbrennstoffe sind in Ziff. 2 Anhang 4 VVEA definiert. Zementwerke sollen vor allem möglichst schadstoffarme und energiereiche Abfälle verwerten, um Kohle zu ersetzen. Gemischte Siedlungsabfälle sind nicht zugelassen, da diese sehr inhomogen sind, zu viele Metalle und Schwermetalle enthalten und in ihrer Zusammensetzung saisonal auch stark variieren können. Gemäss Angabe des Verbands Cemsuisse haben die Schweizer Zementwerke den Anteil der Alternativbrennstoffe an der gesamten Brennstoffmenge seit 2014 von rund 54 Prozent auf rund 69 Prozent bzw. rund 357'000 Tonnen im Jahr 2020 gesteigert. Davon entfallen rund 17 Prozent auf biogene Abfälle wie Altholz, Klärschlamm und Tierfette und -mehle. Die restlichen Alternativbrennstoffe sind fossile Brennstoffe wie Altöl, Lösungsmittel, Kunststoffe und Altreifen. Bei den Kunststoffen handelt es sich grösstenteils um Sortierreste von separat gesammelten Kunststoffen aus Haushalten und Industrie, die sich nicht zur stofflichen Verwertung eignen. Der Einsatz von Alternativbrennstoffen, insbesondere die biogenen, ermöglicht den Zementwerken eine deutliche Reduktion ihres CO₂-Ausstosses.

Zementwerke sind Bestandteil der Schweizer Entsorgungsinfrastruktur und leisten einen wichtigen Beitrag zur umweltverträglichen Abfallentsorgung, können aber nicht als Anlagen zur Sicherstellung der Entsorgungssicherheit in die kantonalen Abfallplanungen einbezogen werden. Sie sind Produktionsanlagen von Zement, über deren Betrieb auf privatwirtschaftlicher Basis entschieden wird. Garantien für die Abnahme von Abfällen können daher nicht auf abfallrechtlicher Basis eingefordert, sondern allenfalls durch vertragliche Vereinbarungen festgelegt werden.

2.2 Entwicklung der Mengen von brennbaren Abfällen

In der Schweiz fallen insgesamt jährlich rund 87 Millionen Tonnen Abfall zur Entsorgung an. Davon entfallen rund 54 Millionen Tonnen auf sauberen Aushub und 17.5 Millionen Tonnen auf *Bauabfälle*,

deren grösster Teil anorganisch-mineralische Zusammensetzung hat und zu 80 Prozent recycelt wird. Lediglich ein kleiner Anteil von rund 500'000 Tonnen gelangen als brennbare Bauabfälle in KVA. Die zweitgrösste Abfallfraktion bilden mit rund 6.1 Millionen Tonnen die *Siedlungsabfälle*. Darunter fallen der Kehrriech aus privaten Haushalten sowie Abfälle vergleichbarer Zusammensetzung aus Industrie und Gewerbe. Aktuell werden rund 53 Prozent des Siedlungsabfalls separat gesammelt und recycelt. Die verbleibenden rund 2.9 Millionen Tonnen gelangen zur Verbrennung in KVA und bilden die grösste Abfallfraktion, die in diesen Anlagen verbrannt wird.

Sonderabfälle aus Industrie und Gewerbe (z. B. belastetes Altholz) sowie auch aus Haushalten bilden mit rund 1.9 Millionen Tonnen den drittgrössten Teil der Schweizer Abfälle. Brennbare Sonderabfälle werden in Sonderabfallverbrennungsanlagen (SAVA), als Alternativbrennstoff in Zementwerken sowie in KVA verbrannt. Der Anteil der in KVA verbrannten Sonderabfälle betrug 2020 rund 132'000 Tonnen. Die Menge des *Klärschlamm*s aus der Abwasserreinigung beträgt knapp 180'000 Tonnen (Trockensubstanz TS). Der Klärschlamm wird in speziellen Verbrennungsanlagen für Klärschlamm, in Zementwerken und in KVA verbrannt, wobei letztere im Jahr 2020 rund 27'000 Tonnen Klärschlamm (Trockensubstanz) verbrannten. Gemäss der Abfallverordnung muss der im Klärschlamm enthaltene Phosphor ab dem 1. Januar 2026 zurückgewonnen werden (vgl. Art. 15 und 51 VVEA). Eine Verbrennung von unbehandeltem Klärschlamm in KVA steht dieser Steigerung des Recyclings entgegen, daher ist davon auszugehen, dass zukünftig die Menge an Klärschlamm in KVA massiv zurückgehen wird.

Den restlichen Anteil an der gesamten Abfallmenge machen die nicht brennbaren Fraktionen der *biogenen Abfälle* (rund 5.5 Mio. Tonnen) sowie *Eisen- und Stahlschrott* (1.7 Mio. Tonnen) aus.

2.2.1 Brennbare Abfälle in KVA

Die Daten zu Abfallmengen und Energieproduktion in den Schweizer KVA werden jährlich durch die Firma Ryttec AG im Auftrag des BAFU, des Bundesamts für Energie (BFE) und des Verbands der Betreiber der Schweizerischen Abfallverwertungsanlagen (VBSA) erhoben (Ryttec 2021). Die in diesem Kapitel aufgeführten Zahlen stützen sich auf diese Erhebung.

a) Abfallaufkommen im Inland

Die Gesamtmenge der brennbaren Abfälle, die in KVA thermisch behandelt wurden, betrug im Jahr 2020 rund 4.07 Millionen Tonnen. Davon stammten 3.61 Millionen Tonnen aus dem Inland und 0.46 Millionen Tonnen wurden aus dem grenznahen Ausland importiert. Pro Einwohner fielen somit 415 kg inländische Abfälle an, davon 330 kg Siedlungsabfall. Bei den restlichen 85 kg handelt es sich um Bau- und Sonderabfälle sowie Klärschlamm.

Die Gesamtmenge der verbrannten Abfälle ist seit 2010 von 3.72 Millionen Tonnen auf 4.07 Millionen Tonnen angestiegen. Gründe dafür ist einerseits der Anstieg der importierten Abfälle um rund 0.22 Millionen Tonnen, andererseits das kontinuierliche Bevölkerungswachstum von durchschnittlich jährlich 0.9 Prozent. Betrachtet man die Entwicklung des spezifischen inländischen Aufkommens des in KVA verbrannten Siedlungsabfalls pro Einwohner, so ist dieses von einem Mittelwert der Jahre 2008 bis 2010 von 352 kg / Einw. auf durchschnittlich 331 kg / Einw. im Zeitraum 2018 bis 2020 gesunken, was einer Abnahme von rund 6 Prozent entspricht. Die Pro-Kopf-Menge aller in KVA verbrannten inländischen Abfälle war in den letzten Jahren im gleichen Masse rückläufig und betrug 2020 noch rund 415 kg / Einw. (Abb. 1).

Die Gründe für diese Reduktion des Pro-Kopf-Abfallaufkommens dürften vorwiegend in der vermehrten Sensibilisierung der Bevölkerung, Industrie und Gewerbe betreffend Abfallvermeidung und der vermehrten Nutzung von entsprechenden Recyclingangeboten liegen. Die letzte Analyse der Zusammensetzung des Kehrriechts aus Schweizer Privathaushalten im Jahr 2012 (BAFU 2013) hat gezeigt, dass das Recyclingpotential noch nicht ausgeschöpft ist: Noch immer werden schätzungsweise rund 344'000 Tonnen stofflich verwertbare Abfälle, davon rund zwei Drittel biogene Abfälle, in KVA verbrannt. Eine neue Untersuchung der Zusammensetzung von Schweizer Kehrriechsäcken wurde im Herbst 2022 gestartet, die Ergebnisse werden im Jahr 2023 erwartet.

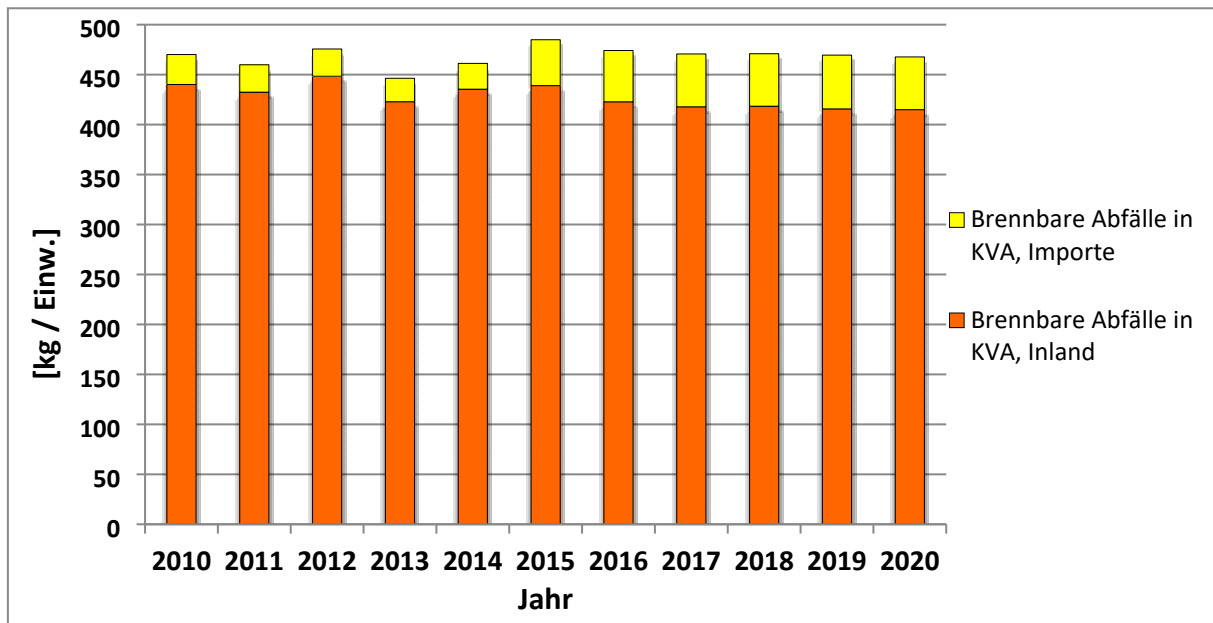


Abb. 1: Entwicklung der pro-Kopf-Mengen von brennbaren Abfällen (alle Abfälle inkl. Siedlungs-, Bau-, Sonderabfälle und Klärschlamm) in Schweizer KVA, 2010 bis 2020

Das zukünftige Abfallaufkommen ist von den Faktoren Konjunktur, Bevölkerungswachstum und vermehrtes Recycling bzw. Abfallvermeidung abhängig. Unter Annahme einer gleichbleibenden Konjunktur, einer anhaltenden Bevölkerungsentwicklung von 0.82 Prozent pro Jahr (Referenzszenario gemäss Daten des Bundesamts für Statistik, BfS) und einem gegenüber heute unveränderten Pro-Kopf-Abfallaufkommen, ist im Jahr 2035 mit einer *im Inland* anfallenden Abfallmenge von rund 4.06 Millionen Tonnen zu rechnen. Dies entspricht gegenüber dem Jahr 2020 einem Anstieg von rund 450'000 Tonnen, was der Kapazität von zwei mittelgrossen KVA entspricht.

b) Abfallimporte aus dem Ausland in Schweizer KVA

Die nicht für die Behandlung inländischer Abfälle benutzten KVA-Kapazitäten werden zur Verbrennung von aus dem grenznahen Ausland importierten Abfällen genutzt. Im Jahr 2020 betrug die Importe knapp 11 Prozent der gesamten in KVA verbrannten Abfallmenge. Mit der Anfang 2021 erfolgten Stilllegung der KVA Josefstrasse in Zürich, die ausschliesslich importierte Abfälle verbrannte, ist in Zukunft mit einem Rückgang der Importe zu rechnen.

Die Abfallimporte aus dem grenznahen Ausland sind zwar aus ökologischen Gründen prinzipiell sinnvoll, denn dadurch werden die Transportwege reduziert und die Abfallbehandlung erfolgt umweltverträglich auf dem Stand der Technik. Ein Verzicht auf Importe würde bedeuten, dass aufgrund fehlender Verbrennungskapazitäten die Abfälle im Ausland deponiert werden müssten. Dabei würde Methan freigesetzt, das 22-mal klimaschädlicher als das bei der Verbrennung freigesetzte CO₂ ist. Hingegen sind die Importe aus klimapolitischer Sicht nicht erwünscht. Denn die bei der Verbrennung der importierten Abfälle freigesetzten CO₂-Emissionen werden dem Treibhausgasinventar der Schweiz angerechnet.

Zurzeit besteht in der Europäischen Union aufgrund ihrer Bestrebungen zur Reduktion der Deponierung von brennbaren Abfällen generell eine grosse Nachfrage nach Verbrennungskapazitäten. Nach Angaben aus der Branche ist in den kommenden Jahren keine wesentliche Änderung der Situation zu erwarten.

2.3 Entwicklung der KVA-Kapazitäten

Aktuell verfügt die Schweiz über eine KVA-Gesamtkapazität von rund 4 Millionen Tonnen pro Jahr. Bezogen auf die Sicherstellung der Entsorgung der inländischen Abfälle von rund 3.6 Millionen Tonnen besteht somit gesamtschweizerisch eine nicht genutzte Kapazität von rund 0.4 Millionen Tonnen, was zwei mittelgrossen KVA entspricht. Wie oben beschrieben, wird diese freie Kapazität für Abfallimporte aus dem grenznahen Ausland genutzt.

Der Verband der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen (VBSA) führte eine Befragung seiner Mitglieder betreffend Projekte zu Sanierungen, Ersatz und Stilllegungen von KVA bis zum Jahr 2035 durch. Aufgrund des aktuellen Planungsstandes präsentiert sich die Prognose wie folgt:

- Der Anlagenpark wird um drei Anlagen reduziert: Im Jahr 2035 werden voraussichtlich noch 26 Anlagen in Betrieb sein. Bei 7 Projekten ist zudem eine Kapazitätsreduktion geplant. Die Summe der Reduktionen beträgt rund 489'000 Tonnen oder 579'000 Tonnen pro Jahr (abhängig von der noch offenen Entscheidung der KVA Monthey).
- Bei 13 Projekten sind Kapazitätserweiterungen geplant, die gesamthaft 481'000 Tonnen pro Jahr ausmachen werden.
- Projekten mit Stilllegungen bzw. Kapazitätsreduktionen stehen Projekten mit Kapazitätserweiterungen etwa gleichermassen gegenüber, was zu regionalen Verschiebungen, aber nicht zu einer Erhöhung der Gesamtkapazität führen wird. Gesamthaft sind keine zusätzlichen Verbrennungskapazitäten bis 2035 geplant.

Fazit:

Im Jahr 2035 stehen voraussichtlich einer KVA-Gesamtkapazität von max. rund 4.13 Millionen Tonnen rund 4.06 Millionen Tonnen im Inland produzierte Abfälle gegenüber. Es kann davon ausgegangen werden, dass die langfristigen Importverträge für Abfälle aus dem grenznahen Ausland im gleichen Masse wie heute weitergeführt werden, was Kapazitäten von rund 0.1 bis 0.2 Millionen Tonnen bindet. Somit entsteht voraussichtlich ein Kapazitätsdefizit von 0.13 Millionen Tonnen pro Jahr, was einer mittelgrossen KVA entspricht.

Daraus ergibt sich, dass *Massnahmen zur Abfallvermeidung* und zum *verstärkten Recycling*, wie es das vorliegende Postulat fordert, von *grösster Wichtigkeit* sind, um ohne Vergrösserung des Anlagenparks die Entsorgungssicherheit in der Schweiz gewährleisten zu können. Gemäss den oben erwähnten Berechnungen wäre eine Reduktion des spezifischen Abfallaufkommens von heute 415 kg / Einw. auf 403 kg / Einw. notwendig, damit die für das Jahr 2035 geplanten KVA-Kapazitäten für die sichere Entsorgung der stofflich nicht verwertbaren Abfälle ausreichen.

2.4 Energienutzung und CO₂-Emissionen der Abfallverbrennung

2.4.1 Entwicklung und aktuelle Situation

Obwohl aus abfallpolitischer Sicht die KVA vor allem als Anlagen für die umweltgerechte Entsorgung von brennbaren Abfällen geplant wurden, nutzen inzwischen alle Anlagen die bei der Verbrennung anfallende Wärme für die Produktion von Strom oder für den Betrieb von Fernwärmenetzen bzw. Prozesswärme für Industrieanlagen und leisten damit einen wichtigen Beitrag zur Erreichung der energiepolitischen Ziele der Schweiz.

Die Standortwahl der KVA, die in der Regel in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts getroffen wurde, richtete sich seinerzeit ausschliesslich nach abfallpolitischen Kriterien wie Transportwege und emissionsbedingten Distanzen zu Wohngebieten. Mit der zunehmenden Bedeutung der Energieproduktion als wesentliche finanzielle Einnahmequelle wurde im Rahmen von Neubauten und Sanierungen von KVA auch die Anlagen zur Stromerzeugung und Fernwärmenetze ausgebaut. Einen wesentlichen Anreiz dazu leistete die ehemalige Energieverordnung (EnV, AS 1999 207), Ziff. 3.2 Anhang 1.5., wonach 50 Prozent der in KVA produzierten Energie als erneuerbar gilt. In der Folge haben sich die KVA in den letzten beiden Jahrzehnten zusätzlich zum Entsorgungsauftrag auch zu wichtigen Energieproduzenten entwickelt. Im Jahr 2020 produzierten die Schweizer KVA gesamthaft 4'266 Gigawattstunden (GWh) Wärme und 2'347 GWh Strom. Sie tragen damit rund 3 Prozent zur Deckung des schweizerischen Gesamtenergiebedarfs bzw. rund 4 Prozent zur schweizerischen Nettostromproduktion bei. Mit der in KVA produzierten Wärme lassen sich rund 375'000 Tonnen Heizöl substituieren. Diese Menge entspricht einem Eisenbahnzug mit Kesselwagen mit einer Länge von über 160 km.

Durch die Verbrennung von 4.07 Millionen Tonnen Abfällen stiessen die Schweizer KVA im Jahr 2020 rund 2.1 Millionen Tonnen fossiles CO₂ aus, das praktisch ausschliesslich aus den Kunststoffen im Abfall stammt. Der Anteil der KVA-Emissionen an den gesamtschweizerischen Treibhausgasemissionen war in den letzten Jahren stabil und betrug im Jahr 2019 rund 6.5 Prozent.

Durch vermehrtes Kunststoffrecycling ist es prinzipiell möglich, den Ausstoss von fossilem CO₂ aus KVA zu verringern. Durch die Ausschöpfung des Potenzials an rezyklierbaren Kunststoffen aus Siedlungsabfällen, welche gemäss der Studie KuRVe (Dinkel u. a. 2017) auf rund 112'000 Tonnen geschätzt wird, könnte der fossile CO₂-Ausstoss der KVA um rund 285'000 Tonnen bzw. um rund 13.5 Prozent verringert werden.

2.4.2 Energieeffizienz der KVA

In der Vergangenheit sah die früher geltende TVA in Artikel 38 lediglich eine generelle Verpflichtung zur Nutzung der anfallenden Wärme vor, ohne jedoch einen energetischen Nutzungsgrad vorzugeben. Die aktuell geltende VVEA schreibt in Artikel 32 Abs. 2 Bst. a vor, dass KVA mindestens 55 Prozent der Verbrennungsenergie ausserhalb der Anlage nutzen müssen. Dieser energetische Nutzungsgrad, ausgedrückt als energetische Nettoeffizienz (ENE), wird von 23 KVA bereits heute erreicht oder überschritten; 6 Anlagen bedürfen einer energetischen Optimierung zur Erreichung dieser Vorgabe oder werden stillgelegt. Während KVA in urbanen Gebieten oder nahe von industriellen Energiebezugern sowohl Strom als auch Wärme verkaufen können, fehlt den Anlagen, die an Standorten ausserhalb von Siedlungs- und Industriegebieten liegen, die Möglichkeit zur Wärmeabgabe. Hier könnte sich in Zukunft die Abscheidung von CO₂ aus den Rauchgasen als Möglichkeit für eine externe Energienutzung und der damit verbundenen Steigerung der Energieeffizienz anbieten. Ein entsprechendes Projekt wird von der KVA Linth zurzeit verfolgt.

Die VVEA sieht für die Anlagen, sofern nicht eine Stilllegung geplant ist, eine Übergangsfrist für die energetische Sanierung bis 2026 vor.

3 Recycling, Rahmenbedingungen und aktuelle Situation

3.1 Zuständigkeiten und Entsorgungsmonopol

Artikel 31b Absatz 1 USG begründet ein staatliches Entsorgungsmonopol für Siedlungsabfälle, dessen Träger die Kantone sind. Diese wiederum sind befugt, in ihren kantonalen Erlassen den Entsorgungsauftrag an Gemeinden oder andere öffentlich-rechtliche Körperschaften zu delegieren. Dieses Entsorgungsmonopol der öffentlichen Hand betrifft sowohl die Siedlungsabfälle für die Verbrennung in KVA als auch die Separatsammlungen für stofflich verwertbare Abfälle (s. Kap. 2.2.). Die Gemeinden können die Entsorgung selber durch eigene kommunale Sammeldienste bzw. Sammelstellen betreiben oder private Unternehmen damit beauftragen.

Das Entsorgungsmonopol wird mit verschiedenen Argumenten gerechtfertigt:

- Aus organisatorischen Gesichtspunkten scheint das Monopol insofern gerechtfertigt, als dadurch ein reibungsloser Entsorgungsbetrieb gewährleistet werden kann, indem die Abfälle regelmässig und in ungefähr gleichbleibender Menge angeliefert werden. Dies lässt sich kaum anders bewerkstelligen als durch die Verpflichtung aller Inhaber, den Siedlungsabfall ein und demselben Entsorgungsdienst zu übergeben. Insgesamt stellt die Entsorgung der Siedlungsabfälle ein äusserst komplexes System dar, welches aber trotzdem jederzeit störungsfrei funktionieren muss, um eine gesetzeskonforme und sichere Entsorgung zu gewährleisten.
- Das Entsorgungsmonopol kann auch finanzielle Sicherheit gewährleisten. Der Bau und Betrieb der Abfallanlagen, insbesondere KVA, aber auch Sammelstellen für Separatsammlungen, erfordern hohe Investitionen und verursachen Betriebskosten. Es besteht daher ein volkswirtschaftliches Interesse daran, die Anlagendimensionen möglichst genau auf die anfallende Abfallmenge abzustimmen, um einen wirtschaftlichen Betrieb gewährleisten zu können. Die anfallende Abfallmenge muss planbar bleiben.
- Zusätzlich zu den Entsorgungsdienstleistungen der öffentlichen Hand bieten in den letzten Jahren zunehmend auch private Unternehmungen Sammlungen für Wertstoffe aus Haushalten und Kleingewerbe an, insbesondere von Kunststoffabfällen. Diese privatwirtschaftlichen Dienstleistungen werden durch gewinnorientierte Einnahmen, in der Regel durch den Verkauf von Sammelsäcken, finanziert. Es gibt aber auch kostenlose Angebote, wie z. B. die Rücknahme von Kunststoffflaschen in Detailhandelsgeschäften. Damit diese privaten Sammlungen rechtskonform durchgeführt werden können, müssen die betroffenen Kantone bzw. Gemeinden eine entsprechende Konzession erteilen. Da die Wahrnehmung des Entsorgungsmonopols jedoch im Ermessensspiel-

raum der Gemeinwesen liegt, haben sich in der Schweiz unterschiedliche Praktiken der Gemeinden im Umgang mit den privaten Sammlungen und damit verbunden grosse Unsicherheiten etabliert. Vermehrt wurde daher von der Politik eine diesbezügliche Koordination seitens der Kantone oder des Bundes verlangt. Der Bund könnte auf Basis des geltenden Artikel 30b USG in Artikel 13 VVEA zusätzliche Separatsammlungen vorschreiben. Damit würde das Siedlungsabfallmonopol der Kantone gestärkt.

Um eine einheitliche Regelung zu erlangen und so das Kunststoffrecycling zu fördern, reichte Nationalrat Marcel Dobler eine entsprechende Motion (20.3695) «Förderung der Kreislaufwirtschaft. Die Schweiz soll mehr Plastik rezyklieren» ein. Diese Motion wurde vom Parlament überwiesen und die Umsetzung der Arbeiten in der Verwaltung hat begonnen.

Im Rahmen der parlamentarischen Initiative UREK-N (20.433) «Schweizer Kreislaufwirtschaft stärken» schlägt die zuständige Kommission des Nationalrats im Vernehmlassungsentwurf eine Aufweicheung des Entsorgungsmonopols vor, so dass die separate Sammlung von rezyklierbaren Siedlungsabfällen durch private Organisationen erleichtert und gefördert wird. In seiner Stellungnahme zur erwähnten parlamentarischen Initiative legt der Bundesrat dar, dass er sich den Absichten der UREK-N und der Forderung nach einer gewissen Lockerung des Siedlungsabfallmonopols grundsätzlich anschliessen kann. Eine gewisse Liberalisierung könnte für gewisse Abfallfraktionen wie Kunststoffabfälle dazu beitragen, dass eine neue Infrastruktur für deren stoffliche Verwertung aufgebaut und sowohl das Recyclingverfahren als auch der Einsatz der gewonnenen Rezyklate verbessert werden. Allerdings plädiert der Bundesrat für klare Rahmenbedingungen, damit das aktuell gut funktionierende Abfallmanagement in der Schweiz erhalten und weiterentwickelt, gleichzeitig aber die Innovation gefördert wird. Der Bundesrat hat in seiner Stellungnahme entsprechende Anpassungen vorgeschlagen.

3.2 Kriterien für die stoffliche Verwertung

Gemäss Artikel 30d USG gilt der Grundsatz, wonach eine stoffliche Verwertung von Abfällen sowohl wirtschaftlich tragbar als auch ökologisch vorteilhafter als eine andere Art der Entsorgung des Abfalls und die Herstellung eines neuen Produkts sein muss. Aus ökologischer Sicht hängt die Umsetzung dieser Vorgaben von der Abwägung des ökologischen Gewinns gegenüber der ökologischen Belastung eines Recyclingsystems ab. Diese können wie folgt erläutert werden:

a) Ökologischer Gewinn durch das Recycling

Ein Umweltnutzen durch die stoffliche Verwertung von Abfällen entsteht prinzipiell aufgrund der folgenden Wirkungen:

- Vermeidung von umweltbelastenden Entsorgungswegen wie Deponierung von Abfällen oder Verbrennung in Anlagen, die nicht dem Stand der Technik entsprechen. Diese Art von Umweltnutzen ist vor allem für Länder wichtig, die noch viele Abfälle deponieren und durch Recycling entsprechende Emissionen vermindern können. In der Schweiz hingegen ist der ökologische Gewinn geringer, da sie über ein gut ausgebautes und effizientes Abfallentsorgungssystem verfügt und daher die direkte Umweltbelastung durch Emissionen aus der Abfallbehandlung vergleichsweise gering ist. Es werden in der Schweiz keine brennbaren Abfälle mehr deponiert und die Rauchgas- bzw. Abwasserreinigung in den Abfallverbrennungsanlagen entsprechen dem Stand der Technik.
- Durch den Einsatz von rezyklierten Stoffen in der Produktion können Primärrohstoffe substituiert, die graue Energie erhalten und dadurch die Umweltbelastungen bei der Gewinnung dieser Rohstoffe und Energieträger vermieden werden. Von der Umweltbelastung, die durch den gesamtschweizerischen Konsum entsteht, werden rund 75 Prozent im Ausland verursacht. Ein grosser Anteil davon entfällt auf die Produktion von Primärrohstoffen wie Metalle und fossile Energieträger, die in Ländern mit oft nur geringen Umwelt- und Sozialstandards erfolgt. Die Substitution solcher umweltrelevanter Primärrohstoffe durch rezyklierte Materialien bewirkt eine hohe Ökoeffizienz des Recyclings. Ressourcenschonung ist daher der wichtigste Grund für das Abfallrecycling in der Schweiz.

b) Ökologische Belastung durch das Recycling

Für die Sammlung, Transport und die Verwertung von stofflich verwertbaren Abfällen werden energietische und stoffliche Ressourcen benötigt, ebenso verursachen Recyclingverfahren auch Emissionen und Reststoffe, die umweltgerecht entsorgt werden müssen. Bei angestrebten maximalen Verwertungsquoten von gegen 100 Prozent würde die Umweltbelastung durch den Sammel- und Recyclingaufwand derart stark ansteigen, dass der Umweltnutzen des Recyclingsystems verringert würde. Somit ist nicht eine maximale, sondern eine optimale Verwertungsquote anzustreben, bei der die Diffe-

renz zwischen dem durch die Wertstoffrückgewinnung entstehenden Umweltnutzen und der durch die Recyclingtätigkeit verursachten Umweltbelastung am grössten ist.

3.3 Aktuelle Situation des Recyclings von Siedlungsabfällen in der Schweiz

Wie in Kapitel 3.1 beschrieben, liegt es in der Kompetenz der Kantone bzw. der Gemeinden zu entscheiden, in welcher Form die in Artikel 13 VVEA gelisteten Siedlungsabfallfraktionen separat gesammelt und recycelt werden. Die Schweiz verfügt über ein gut ausgebautes und von der breiten Bevölkerung akzeptiertes System für die separate Sammlung von verschiedenen Abfallfraktionen wie Altglas, Altpapier- und Karton, PET-Getränkeflaschen, Aludosen etc. Die Trennung der Abfälle und die Anlieferung an die Sammelstellen erfolgen in der Schweiz an der Quelle, d.h. durch die Konsumenten und Konsumentinnen selber, was in einer schlanken Kostenstruktur des Recyclings und in einer hohen Qualität des Sammelgutes resultiert. Dies im Gegensatz zu den gemischten Sammlungen von Abfällen und deren nachträglichen Sortierung in Sortieranlagen, was zu erhöhten Systemkosten und höheren Ausschussquoten führt.

Die Separatsammlungen von Abfällen geniessen in der Schweiz eine hohe Akzeptanz der Bevölkerung, was sich auch an der hohen Recyclingquote von aktuell 53 Prozent des gesamten Siedlungsabfalls widerspiegelt. Einige Abfallfraktionen wie z. B. Aludosen und Altglas haben bereits hohe Rücklaufquoten von über 90 Prozent. (Tab. 1).

	Menge pro Einwohner	Menge gesamt	Quote
Altpapier (Papier und Karton)	134.7 kg	1'174'000 t	82% ¹⁾
in zentralen Anlagen kompostierte oder vergärte biogene Abfälle (ohne Haus- und Quartierkompost)	161.3 kg	1'405'000 t	k.A.
Altglas	43.8 kg	380'000 t	
<i>davon Glasflaschen</i>	<i>36.1 kg</i>	<i>314'700 t</i>	<i>99%²⁾</i>
Elektrische und elektronische Geräte	14.9 kg	129'800 t	k.A.
Textilien	7.5 kg	65'100 t	k.A.
PET-Getränkeflaschen	4.1 kg	36'100 t	>82% ²⁾
Weissblech (Konservendosen + Deckel)	1.5 kg	13'100 t	k.A.
Aluminiumverpackungen	1.5 kg	14'600 t	
<i>davon Getränkedosen</i>	<i>1.4 kg</i>	<i>12'700 t</i>	<i>97%²⁾</i>
Batterien	0.4 kg	3'175 t	64% ²⁾
Gesamtmenge recycelt (Haushalt und Gewerbe)	369.7 kg	3'221'000 t	53%

1) Sammelquote

2) Verwertungsquote

Tab. 1: Separat gesammelte und recycelte Siedlungsabfälle in der Schweiz im Jahr 2020

Hingegen existiert noch Potential für die Optimierung des Recyclings bei den folgenden Abfallfraktionen:

a) Kunststoffe

Neben der bereits etablierten Sammlung von PET-Getränkeflaschen besteht auch ein Recyclingpotential für weitere Kunststoffe wie Polyethylen (PE), Polypropylen (PP), Polystyrol (PS), Styropor (EPS) sowie weitere Polyethylenterephthalat-Abfälle (PET), die in vielen Produkten und Verpackungen zur Anwendung kommen. Daneben kommen Kunststoffe im Kehrrecht auch in Verbundwaren (z. B. Schuhe) oder Verbundverpackungen (z. B. Getränkekartons) vor. Getränkekartons, die eine jährliche Verbrauchsmenge von rund 20'000 Tonnen ausmachen, haben ein zusätzliches Potential für eine Separatsammlung und das Recycling. Grund für die fehlende bisherige Realisierung liegt weniger an technischen Hindernissen als an der fehlenden Finanzierung des Recyclingsystems.

Laut Untersuchungen der ETH werden 9 Prozent des Schweizer Kunststoffabfalls, vorwiegend aus dem Verpackungsbereich, recycelt. 85 Prozent werden thermisch verwertet und 6 Prozent werden

wiederverwendet (v.a. Fahrzeuge, Elektro- und Elektronikgeräte und Textilien). Das Rezyklat besteht zu 52 Prozent aus PET (vorwiegend aus der Getränkeflaschensammlung) und zu 27 Prozent aus PE. Informationen zu den Konsummengen sowie zu den existierenden Sammelsystemen und Sammelmengen können dem Bericht «Kunststoffe in der Umwelt»¹ vom 23. September 2022 in Erfüllung der Postulate Thorens Goumaz (18.3196), Munz (18.3496), Flach (19.3818) und CVP-Fraktion (19.4355) entnommen werden.

In der im Juli 2017 erschienenen Studie «Kunststoff Recycling und Verwertung - KuRVe» (Dinkel u. a. 2017) wurde eine ökonomisch-ökologische Analyse von Sammel- und Verwertungssystemen von Kunststoffen aus Haushalten in der Schweiz durchgeführt. In dieser Arbeit wurde aufgezeigt, dass die separate Sammlung von zusätzlichen Kunststofffraktionen aus Haushalten prinzipiell ökologische Vorteile aufweist, zum Zeitpunkt der Studie jedoch höhere Kosten als die thermische Verwertung verursachte. Das realistische maximale zusätzliche Potential bei einer Sammlung von gemischten Kunststoffen (inkl. Getränkekartons) aus Haushaltabfällen beträgt gemäss dieser Studie rund 112'000 Tonnen pro Jahr.

Im Hinblick auf die Fragestellung des vorliegenden Postulats und der aktuellen politischen Relevanz (insbesondere im Rahmen der parlamentarischen Initiative 20.433 «Schweizer Kreislaufwirtschaft stärken») steht die Betrachtung des Optimierungspotentials des Recyclings von Kunststoffabfällen im Vordergrund und wird in den nachfolgenden Kapiteln weiter erläutert.

b) Biogene Abfälle

Gemäss der Studie «Erhebung der Kehrichtzusammensetzung» (BAFU 2012) beträgt der Anteil von Biomasse, d.h. Speisereste, Grünabfälle etc. im Schweizer Hauskehricht durchschnittlich knapp 33 Gewichtsprozent, wovon rund die Hälfte auf in noch genussfähigem Zustand weggeworfene Lebensmittel («Food Waste») entfallen. Bezogen auf die Energieproduktion in KVA ist die Verbrennung von Biomasse praktisch irrelevant, da der Heizwert der biogenen Abfälle aufgrund ihres Wassergehalts sehr gering ist.

c) Papier / Karton

Gemäss der Untersuchung der Kehrichtzusammensetzung (BAFU 2012) beträgt der durchschnittliche Anteil an verwertbarem Papier im Kehricht rund 8.5 Prozent. Diese Fraktion umfasst Zeitungen und andere Druckerzeugnisse sowie Karton, nicht aber sogenannte Hygienepapiere wie Papierservietten oder Haushaltspapiere. Für die verwertbare Fraktion wäre Verbesserungspotential vorhanden; Sammelsysteme und Recyclingtechnologien stehen bereits zur Verfügung.

3.4 Aktuelle Situation des Recyclings von Industrieabfällen

Die bei der Herstellung von Produkten entstehenden Abfälle fallen innerhalb des Betriebes in der Regel sortenrein und in grösseren Mengen an. Diese Materialien werden häufig betriebs- oder branchenintern verwertet, die Anlieferung an die entsprechenden Sortier- und Recyclingwerke erfolgt direkt. Dieses Recycling ist in der Regel marktgetrieben, d.h. es handelt sich um Sekundärrohstoffe mit einem positiven Marktwert, so dass eine stoffliche Verwertung im Interesse der Unternehmen liegt. Zahlen zu den Stoffflussmengen dieser Produktionsabfälle und deren Verwertungswege sind nicht oder nur schwierig zu erheben, da der ganze Stofffluss firmen- und branchenintern auf privatwirtschaftlicher Basis abläuft und daher keine öffentliche Einsicht möglich ist.

Bezüglich des vorliegenden Postulats sind insbesondere die verwertbaren industriellen Verpackungsabfälle aus Kunststoff, vor allem PE-Folien, von Interesse, da sie sich aufgrund ihrer Sortenreinheit und geringen Verschmutzung gut für ein hochwertiges Recycling eignen.

4 Optimierungspotenzial des Kunststoffrecyclings

4.1 Kunststoff-Kreislaufwirtschaft und ihre Bestandteile

Kunststoffabfälle von Produkten und Verpackungen tragen substantiell zur Menge des thermisch verwerteten Siedlungsabfalls bei. Gemäss der Untersuchung der Zusammensetzung des Kehrichts aus Schweizer Privathaushalten bestehen rund 13 Prozent des Gewichts aus reinen Kunststoffen, weitere 18.5 Prozent aus Verbundstoffen und -verpackungen, die unter anderem Kunststoffe enthalten. Ein

¹ [Kunststoffe in der Umwelt - Bericht des Bundesrates in Erfüllung der Postulate Thorens, Munz, Flach, CVP-Fraktion \(parlament.ch\)](#)

grosser Teil dieser Produkte und Verpackungen ist kurzlebig. Daher spielen vor allem die Abfallvermeidung (z.B. durch Mehrwegsysteme), das Ökodesign sowie das Recycling von Kunststoffen eine grosse Rolle, eine Verlängerung der Nutzungsdauer steht bei vielen Kunststoffanwendungen - insbesondere bei Verpackungsmaterialien - nicht im Vordergrund. Alle Strategien würden voraussichtlich den Anteil an Kunststoffen in der Verbrennung reduzieren.

4.1.1 Abfallvermeidung

Der Begriff der Abfallvermeidung ist bisher nicht abschliessend definiert. Beschrieben werden damit meist nicht nur Bestrebungen, den Einsatz von Produkten oder Verpackungsmaterialien zu minimieren und damit weniger Abfall zu produzieren, sondern auch Aktivitäten wie Reparieren, Aufbereiten und Wiederverwenden (Wiprächtiger u. a. 2021).

Im Bereich der Kunststoffe, insbesondere Kunststoffverpackungen, gibt es zahlreiche Initiativen mit dem Ziel der Abfallvermeidung. Dabei handelt es sich um den Aufbau von Mehrwegsystemen, um Zero-Waste Geschäfte und um Produktinnovationen. So hat Recircle in den letzten Jahren eine Schweizer Branchenlösung für Mehrwegverpackungen im Bereich der Take-Away Verpflegung aufgebaut. Zudem entstanden zahlreiche Geschäfte, in denen verpackungsfrei eingekauft werden kann.. Diese Idee wird auch von grösseren Detailhändlern verstärkt angegangen, beispielsweise mit Nachfüllstationen oder Reinigungsmitteln in Form von Tabs.

Mehrwegprodukte bringen durch die Wiederverwendung potenziell einen grossen Umweltnutzen, da oft ein Grossteil der Umweltbelastung bei deren Herstellung entsteht. Die Anforderungen an Verpackungen sind heute jedoch enorm hoch. Sicherheit und Hygiene stehen dabei im Vordergrund. Zudem sind Themen wie Sichtbarkeit, Wiedererkennung und Markentreue sowie Komfort und Kosten häufige Barrieren für die Abfallvermeidung. Die bereits bestehenden Mehrwegsysteme werden von der Bevölkerung noch wenig genutzt. Die Digitalisierung könnte die Nutzung von Mehrwegverpackungen vereinfachen, z. B. durch eine vereinfachte Kommunikation mit den Kundinnen und Kunden. Zudem könnten Kunststoffmarkierungstechnologien genutzt werden, um Mehrwegbehälter wiederzuerkennen und sie dem Kreislauf zuzuführen. Wichtig ist es zudem, die Ökoeffizienz von Mehrwegsystemen zu untersuchen, da bei Mehrwegsystemen die Nutzungsphase viel stärker ins Gewicht fällt als die Herstellung oder die Entsorgung. Deshalb sind Faktoren wie die Anzahl der Verwendungszyklen, die Abwaschtemperatur oder der -maschinentyp entscheidend für den ökologischen Nutzen von Mehrwegsystemen.

4.1.2 Ökodesign

Die meisten Kunststoffverpackungen, die heute im Umlauf sind, können nicht oder nur mit sehr hohem Aufwand recycelt werden. Dies liegt, unter anderem, an der Vielfalt der verwendeten Polymere und Additive und dem Einsatz von Kunststoffen in Verbunden.

Die hohen Anforderungen an Kunststoffverpackungen zur Sicherstellung des Produktschutzes und die häufig angestrebte Verminderung des Verpackungsgewichts stehen dabei dem «Design for Recycling» entgegen: Verpackungen werden dünn und leicht gestaltet, enthalten dafür aber z. B. Barriere-Schichten, welche das Recycling erschweren oder gar verunmöglichen. Wenn mehrschichtige Materialien anstelle von Monomaterialien zum Einsatz kommen, wird die Rezyklierbarkeit erschwert, da die verschiedenen Schichten oft kaum mehr voneinander getrennt werden können. Dazu kommt, dass aufgrund der fehlenden Informationen über die enthaltenen Additive, diese heute nicht in den Kriterien für Rezyklierbarkeit erfasst werden.

Die nachfolgend erwähnten beiden Projekte, die in Zusammenarbeit mit verschiedenen Akteuren der Kunststoff-Wertschöpfungskette durchgeführt werden, sind daran, das Ökodesign von Verpackungen und Produkten zu fördern. Damit sollen Kunststoffe hochwertig und schadstoffminimiert wieder dem Kreislauf zugeführt werden können. Im Projekt «*Allianz Design for Recycling Plastics*» erarbeitet die Industrie Richtlinien für Flaschen, Becher, Schalen sowie Folien, um die hochwertige und nachhaltige Kreislaufwirtschaft bei Verpackungen aus Kunststoffen und anderen Materialien voranzutreiben und zu harmonisieren. Im zweiten Projekt «*Realcycle*» wird ein Kompetenzzentrum für Kunststoffrecycling aufgebaut. Hier beschäftigt man sich vor allem mit der Förderung des Ökodesigns sowie mit technischen Fragestellungen des Recyclings. Darin werden auch Erkenntnisse des «Clean Cycle» Projekts der ETH Zürich berücksichtigt, wie die Arbeit von Wiesinger u. a. 2021.

4.1.3 Recycling

Das Recycling von Kunststoffen spielt bei der Schliessung von Stoffkreisläufen eine zentrale Rolle. Die separat gesammelten, nach Kunststoffart sortierten und gereinigten Kunststoffe können mit den folgenden grundlegenden Recyclingverfahren stofflich verwertet werden:

Mechanisches Recycling von Kunststoffen

Heute wird in der Schweiz nahezu ausschliesslich sogenanntes mechanisches Recycling praktiziert, welches einen Aufschmelzprozess beinhaltet. Dabei bleibt das molekulare Grundgerüst der Kunststoffe grösstenteils intakt. Auch die im Kunststoff vorhandenen Additive bleiben in gleicher oder veränderter Form im Material drin.

Der Vorteil des mechanischen Recyclings liegt in der relativen Einfachheit des Verfahrens und den dadurch vergleichsweise niedrigen Kosten. Die Nachteile liegen darin, dass aufgrund der Temperatureinwirkung im Aufschmelzprozess, und im Falle des gemeinsamen Recyclings von verschiedenen Kunststoffarten das Rezyklat oft nicht mehr die gleiche Qualität wie das Primärmaterial aufweist. Dadurch können Kunststoffe nicht beliebig oft rezykliert werden.

Chemisches Recycling von Kunststoffen

Bei den sogenannten Recyclingprozessen werden die molekularen Polymerketten der Kunststoffe durch Einsatz von Verfahren wie Pyrolyse, Vergasung, oder Hydrolyse in ihre Basisbestandteile, den sogenannten Monomeren oder Basischemikalien zerlegt. Diese können wiederum zu Kunststoffen oder anderen chemischen Produkten verarbeitet werden.

Die Vorteile des chemischen Recyclings liegen darin, dass ein Rezyklat von hoher Reinheit und gut kontrollierbaren Materialeigenschaften entsteht, das eine vergleichbare Qualität wie Primärkunststoffe hat.

Der Energieaufwand ist beim chemischen Recycling in der Regel höher als für mechanisches Recycling. Deshalb können die Umweltvorteile gegenüber einem mechanischen Recycling, und sogar gegenüber einer Nutzung von Kunststoffen in Zementöfen als Alternativbrennstoff geringer ausfallen (Meys u. a. 2020). Gegenüber einer Energierückgewinnung in KVA bringen chemische Recyclingprozesse tendenziell Umweltvorteile (Meys u. a. 2020, Schwarz u. a. 2021). Aufgrund der Komplexität der Prozesse und der hohen Kosten wird das chemische Kunststoffrecycling zurzeit in der Schweiz nicht im industriellen Rahmen angewendet.

Hindernisse für das Kunststoffrecycling

Für manche Produkte ist ein Recycling nach heutigem Stand der Technik aufgrund ihres Designs gar nicht möglich. Verbundmaterialien können teilweise mechanisch nicht getrennt werden, ein gemeinsames Aufschmelzen ist nur begrenzt möglich und beeinflusst die Rezyklat-Qualität. Bestimmt wird das Produktdesign von den Ansprüchen an die hochspezialisierten Kunststoffprodukte. Deshalb ist die Produktvielfalt und damit auch die Diversität der Abfallzusammensetzung sehr gross. Die aktuell verwendeten Sortiertechnologien sind nicht in der Lage, die verschiedenen Kunststoffe ausreichend spezifisch zu trennen (die spezifischsten im Industriemasstab umgesetzten Trennverfahren separieren nach Haupt-Kunststoffsorten und Haupt-Farben). Daher ist die Anzahl der trennbaren Fraktionen aus logistischen und ökonomischen Gründen begrenzt. Aufgrund der damit stattfindenden Mischung von Kunststoffen hat das Rezyklat andere Eigenschaften als die einzelnen enthaltenen Kunststoffe. Zurzeit werden die in der Schweiz gemischt gesammelten Kunststoffe in ausländische Sortieranlagen exportiert, da die Sammelmenge noch zu gering ist, um eine Schweizer Sortieranlage erfolgreich betreiben zu können. Es ist daher eine zentrale Forderung der Recycler und Sammelorganisationen, die Separatsammlung von Kunststoffen zu erhöhen, damit die Sortierung und Verarbeitung im Inland erfolgen kann (s. Kap 4.3). Durch die Verringerung der Transportwege und der erhöhten Transparenz der Stoffflüsse würde dadurch auch die Akzeptanz von Kunststoffseparatsammlungen gesteigert werden.

Die Vielzahl der in Kunststoffen verwendeten Zusatzstoffe zur Anpassung der Materialeigenschaften bringt weitere Herausforderungen mit sich. Insgesamt werden weltweit über 10'000 verschiedene Substanzen in Kunststoffen verwendet (Wiesinger u. a. 2021), wovon mehr als 2'400 dieser Substanzen als gesundheits- oder umweltgefährdend gelten. Es ist daher wichtig, belastete Kunststoffe aus dem Stoffkreislauf auszuschleusen und nur möglichst reine und unverschmutzte Abfallfraktionen zu rezyklieren.

Daneben bestehen wirtschaftliche Hindernisse. Die Kosten einer thermischen Verwertung in KVAs sind für den Entsorger in der Schweiz aktuell verhältnismässig gering; zugleich ist Kunststoff-Neuware relativ günstig verfügbar. Aus wirtschaftlichen Überlegungen wird daher oft der Entsorgungsweg über eine KVA gewählt. Hier zeichnet sich jedoch bei den KVA ein Paradigmenwechsel ab: Reine Kunststofffraktionen, insbesondere aus Industrie und Gewerbe sind bei den KVA aus ökologischen und technischen Gründen (Kapazitätsreduktion wegen des hohen Heizwertes) unerwünscht. So nehmen die fünf der «Zürcher Abfallverwertungs AG» (ZAV) angehörenden KVA seit Anfang 2021 keine Lieferungen von reinen, verwertbaren Kunststoffabfällen mehr entgegen. Andere KVA verlangen prohibitiv höhere Verbrennungspreise, so dass die Verbrennung sich gegenüber dem Recycling nicht mehr rechnet.

Je nach Produkt können die durch den Recyclingaufwand entstehenden Kosten teilweise aber weder durch den Verkauf des Rezyklats gedeckt werden, noch steht eine vorgezogene Entsorgungsgebühr zur Deckung der Kosten für Sammlung und Verwertung zur Verfügung. Eine weitere Herausforderung besteht in der Verfügbarkeit von Material- und Produktdaten. Zwischen den Akteuren der Wertschöpfungskette werden Informationen bezüglich Materialzusammensetzung und -verwendung nur teilweise weitergegeben. Damit wissen Recycler nur begrenzt über die Abfallzusammensetzung, und damit über die genauen Rezyklat-Eigenschaften Bescheid. Dies erschwert die Gewährleistung der Anforderungen seitens Produkthersteller an das Rezyklat.

4.2 Erläuterung der hängigen und geplanten Initiativen der Wirtschaft

Es gibt zurzeit diverse Initiativen der Wirtschaft, die eine Steigerung des Recyclings fordern oder fördern. Bei den meisten Initiativen steht der Aufbau einer (nationalen) Kunststoffsammlung aus Haushalten oder der dafür benötigten Strukturen im Zentrum. Einige Initiativen fokussieren dabei auf organisatorische Bestrebungen und den Aufbau einer Finanzierung des Kunststoffrecyclings. Andere Initiativen sind im Bereich der praktischen Umsetzung des Systemaufbaus zu finden. Bei Letzteren handelt es sich meist um Initianten, die aktuell ein System betreiben und dieses ausbauen möchten oder um Initiativen, die die Infrastruktur einzelner Prozessschritte in der Schweiz ansiedeln möchten. Nachfolgend werden einige ausgewählte Initiativen kurz vorgestellt. Dies ist keine abschliessende Liste. Es werden zudem nur national verankerte Initiativen aufgenommen (keine lokalen Projekte) die eine Systemänderung gegenüber heute anstreben.

Die *Drehscheibe Kreislaufwirtschaft*, ein Projekt von Swiss Recycling, engagiert sich für ein hochwertiges Recycling von Verpackungen, insbesondere von Kunststoffen, und geht das Thema von der organisatorischen und finanziellen Seite an. Der *Verein Prisma* strebt als Zusammenschluss von Inverkehrbringern in der Nahrungsmittel- und Near-Food-Branche im Sinne der Kreislaufwirtschaft ein einheitliches System für alle Verpackungen an. Die Redilo GmbH baut mit dem Projekt «Realcycle» ein Kompetenzzentrum für Kunststoffrecycling auf und beschäftigt sich vor allem mit den technischen Fragestellungen. Im Projekt «*Sammlung 2025*» haben sich alle drei Akteure (Drehscheibe Kreislaufwirtschaft, Verein Prisma und Redilo GmbH) zusammengespannt mit dem Ziel, «ein konsumentenfreundliches und national koordiniertes Sammelsystem auf freiwilliger Basis zu schaffen».

Initiativen im Bereich der Sammel-, Sortier- und Recyclinginfrastruktur umfassen unter anderem die Pläne für einen *Kunststoffpark Schweiz* in Altdorf der IG Swiss Plastic Recycling, den Aufbau des Migros Kunststoff-Sammelsackes durch den Migros-Genossenschafts-Bund und die laufenden Erweiterungen des Sammelsystems des Sammelsackes der Innorecycling AG.

Im Bereich des Recyclings von Industrie- und Gewerbeabfällen laufen ebenfalls verschiedene Arbeiten. Der Kunststoffbranchenverband Kunststoff.Swiss hat mit Akteuren aus der Landwirtschaftsbranche den Verein Erde Schweiz gegründet. Seit Anfang 2022 wird schweizweit ein Siloballenfolien-Recycling etabliert und auf weitere Abfälle wie Rundballennetze ausgebaut. Dieses wird nach Vorbild des in Deutschland bereits eingeführten Recycling-Systems für Agrarfolien «ERDE» (Erntekunststoffe Recycling Deutschland) aufgebaut. Auch der EPS-Verband Schweiz arbeitet an neuen Sammelkonzepten und fördert die stoffliche Verwertung von Styropor-Abfällen.

4.3 Das Potenzial der geplanten Verfahren und Initiativen

Das Potenzial für ein erhöhtes Kunststoffrecycling in der Schweiz muss auf Ebene der drei Phasen des Recyclings betrachtet werden. Entsprechend der Prozessabfolge werden *nachfolgend* die Potenziale für Sammelsysteme, Sortierwerke und Recyclinganlagen aufgezeigt.

Sammelsysteme:

Diverse Sammelsysteme für gemischte Kunststoffabfälle aus Haushalten werden derzeit aufgebaut. So plant die Innorecycling AG, die Sammelmenge jährlich um 35% zu steigern. Andere Systeme sind erst im Aufbau (z. B. Kunststoffpark Altdorf (siehe Spalte Sortierwerke), Migros Kunststoff-Sammelsack), planen aber eine nationale Abdeckung.

Nationale Sammelsysteme gehen von einem Potenzial von gut 112'000 Tonnen Kunststoffen aus.

Sortierwerke:

Heute können lediglich separat gesammelte Kunststoffflaschen (mit oder ohne Getränkekartons) in der Schweiz sortiert werden. Ein Aufbau eines Sortierwerks für gemischte Verpackungskunststoffe in der Schweiz wird im Rahmen des geplanten Kunststoffparks diskutiert (Kapazität für Sammlung und Verwertung von mindestens 20'000 bis 60'000 Jahrestonnen aus Haushalten).

Recyclinganlagen

Heute findet in der Schweiz lediglich mechanisches Recycling von PET, LDPE, HDPE und PP statt. Ein Aufbau der Recyclinginfrastruktur ist (mind.) in Altdorf (siehe Sortierwerk) geplant

5 Schlussfolgerungen

- Die *Verbrennungskapazitäten* der Schweiz für die nicht verwertbaren Abfälle *bleiben* gemäss aktuellem Planungsstand in den kommenden zwei Jahrzehnten *konstant*. In Anbetracht des anhaltenden Bevölkerungswachstums bedeutet dies, dass 2035 pro Kopf weniger KVA-Kapazität zur Verfügung steht als heute. Somit kommt der Reduktion der zu verbrennenden Abfälle durch *Abfallvermeidung und verstärktem Recycling* grosse Bedeutung zu.
- *Viele Abfallfraktionen von Siedlungsabfällen* verfügen über etablierte Sammel- und Recyclingsysteme und haben *hohe Verwertungsquoten*.
- Das aus ökologischer und klimarelevanter Sicht *wichtigste Optimierungspotenzial* liegt bei den *Kunststoffen*. Die Vielzahl von Kunststoffarten und deren Additive sowie die zunehmende Zahl von Verbundstoffen erschweren jedoch die stoffliche Verwertung dieser Abfälle.
- In den letzten Jahren haben sich auf *privatwirtschaftlicher Basis Organisationen* und Vereine gebildet (Verein Prisma, Drehscheibe Kreislaufwirtschaft, Redilo GmbH, etc.), die eine *Optimierung des Kunststoffrecyclings* zum Ziel haben. Wichtige Ansatzpunkte sind brancheninterne Vereinbarungen, welche bereits bei der Produktion ansetzen (z. B. Ökodesign) oder bei der Vereinheitlichung und Kennzeichnung von rezyklierbaren Kunststoffverpackungen. Viele dieser Initiativen stehen erst in der Anfangsphase, es ist aber davon auszugehen, dass sie mittelfristige Auswirkungen auf den Stand der Technik des Recyclings haben werden.
- Als *Hindernisse* bei der Förderung des Kunststoffrecyclings in der Schweiz nannten die wichtigsten Akteure der Branche bei einer Befragung die folgenden Punkte: Neben den technischen Hindernissen wie die Vielzahl von Kunststoffarten und Verbundstoffen wurden auch die *uneinheitliche Handhabung in den Gemeinden bezüglich separater Kunststoffsammlungen* von privaten Sammelorganisationen sowie *das Fehlen einer inländischen Sortieranlage* für gemischte Kunststoffabfälle genannt.
- Dementsprechend wurden auch diverse *parlamentarische Vorstösse* überwiesen, die eine Verminderung des Kunststoffeintrags in die Umwelt und die Förderung des Kunststoffrecyclings zum Ziel haben. Es handelt sich dabei um die folgenden Vorstösse:
 - Parlamentarische Initiative UREK-N (20.433) «Schweizer Kreislaufwirtschaft stärken»;
 - Motion Dobler (20.3695) «Förderung der Kreislaufwirtschaft. Die Schweiz soll mehr Plastik rezyklieren»;
 - Motion UREK-N (18.3712) «Weniger Plastikmüll in Gewässern und Böden»;
 - Die Postulate Thorens Goumaz (18.3196), Munz (18.3496), Flach (19.3818) und CVP-Fraktion (19.4355), die in einem gemeinsamen Bericht «Kunststoffe in der Umwelt» abgehandelt werden.

Die in den oben erwähnten parlamentarischen Vorstössen geforderten Ziele und Massnahmen stimmen mit denjenigen des vorliegenden Postulats weitgehend überein. Der Bundesrat verzichtet daher auf weitere Handlungsempfehlungen.

Anhang

Literaturverzeichnis

- Bundesamt für Umwelt (BAFU), 2021: Abfallmengen und Recycling 2020 im Überblick <https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/abfall/statistik/abfallmengen-und-recycling-2020-im-ueberblick.pdf.download.pdf/Abfallmengen-und-recycling-2020-im-ueberblick.pdf>
- Dinkel, F. und Bunge, R. 2017: KuRVe (Kunststoff Recycling und Verwertung) Ökonomisch-ökologische Analyse von Sammel- und Verwertungssystemen von Kunststoffen aus Haushalten in der Schweiz. https://www.swissrecycling.ch/fileadmin/user_upload/pdfs/Wertstoffe/Plastikflaschen/etude-kurve-recyclage-et-valorisation-des-plastiques-version1.pdf
- Klotz, M. und Haupt, M. 2022: „A high-resolution dataset on the plastic material flows in Switzerland.“ Data in Brief. doi: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2022.108001>.
- Klotz, M.; Haupt, M; Hellweg, S.: Limited Utilization Options for Secondary Plastics May Restrict Their Circularity. Waste Manag, 141 (2022), pp. 251-270, 10.1016/j.wasman.2022.01.002 <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.01.002>
- Meys, R., Frick, F., Westhues, S., Sternberg, A., Klankermayer, J., Bardow, A., 2020. Towards a circular economy for plastic packaging wastes – the environmental potential of chemical recycling. Resour. Conserv. Recycl. 162. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105010>
- Ryttec AG, 2021: Einheitliche Heizwert- und Energiekennzahlenberechnung der Schweizer KVA nach europäischem Standardverfahren, Resultate 2020. <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/news-und-medien/publikationen.ex-turl.html/aHR0cHM6Ly9wdWJkYi5iZmUuYWWRtaW4uY2gvZG93bmVvMTA0NjY=.html>
- Schwarz, A.E., Ligthart, T.N., Bizarro, D.G., Wild, P. De, Vreugdenhil, B., Harmelen, T. Van, 2021. Plastic recycling in a circular economy ; determining environmental performance through an LCA matrix model approach. Waste Manag. 121, 331–342. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.12.020>
- Wiesinger H., Wang Z. et Hellweg S., 2021 : Deep Dive into Plastic Monomers, Additives, and Processing Aids. Environmental Science & Technology 55, pp. 9339-9351. <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.est.1c00976>
- Wiprächtiger M., Haupt M., Rapp M. et Hellweg S., 2021 : Waste not, want not – ambiguities around waste and waste prevention. Resources, Conservation & Recycling 173. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105742>