



Kanton Zürich
Baudirektion
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft

Massnahmenplan Abfall- und Ressourcenwirtschaft 2019-2022



Inhalt

Vorwort	3
Der Massnahmenplan im Überblick	4

A Einführung

Vom Abfall zur Ressource	6
Bilanz zur Abfallplanung 2015–2018	8
Zielsystem mit Erfolgskontrolle	10
Werkzeuge und Methoden	12
Abfallstatistik und Zusammenarbeit Kantone	14

B Übersicht zu den Handlungsfeldern	16
--	----

 1 Urban Mining	18
 2 Saubere Kreisläufe	26
 3 Kommunale Abfallwirtschaft	30
 4 Abfallanlagen nach dem Stand der Technik	34
 5 Entsorgungssicherheit und Energienutzung	38
 6 Belastete Standorte und Abfälle	42
 7 Sichere Senken gewährleisten	46
 8 Abfall vermeiden in Produktion und Konsum	50

C Fokus 1

Übergeordnete Strategie zur Steuerung der Bauabfälle	54
---	----

D Fokus 2

Kunststoffe stofflich verwerten – aber nicht in jedem Fall	56
---	----

E Ausblick

Umweltnutzen und Potenziale der Abfall- und Ressourcenwirtschaft	58
---	----

Abkürzungsverzeichnis	62
Fussnotenverzeichnis	63
Bildnachweis	63
Quellenangaben Grafiken und Tabellen	63
Impressum	63

Abfallarten/Abfallanlagen

kommen in folgenden Handlungsfeldern vor (●)

	Anzahl Massnahmen pro Handlungsfeld	1 Urban Mining → Seite 18	2 Saubere Kreisläufe → Seite 26	3 Kommunale Abfallwirtschaft → Seite 30	4 Abfallanlagen nach dem Stand der Technik → Seite 34	5 Entsorgungssicherheit und Energienutzung → Seite 38	6 Belastete Standorte und Abfälle → Seite 42	7 Sichere Senken gewährleisten → Seite 46	8 Abfall vermeiden in Produktion und Konsum → Seite 50
Abfallanlagen, diverse	16	●	●	●	●	●	●	●	
Abfälle, diverse	9	●	●	●	●	●	●	●	
Altfahrzeuge/-entsorger	16	●	●	●	●	●	●	●	
Altholzschredder	9	●	●	●	●	●	●	●	
Altmetallanlagen	6	●	●	●	●	●	●	●	
Altreifen/-Entsorger	9	●	●	●	●	●	●	●	
Ausbauasphalt	16	●	●	●	●	●	●	●	
Aushub	9	●	●	●	●	●	●	●	
Aushub unverschmutzt	9	●	●	●	●	●	●	●	
Aushubaufbereitung	9	●	●	●	●	●	●	●	
Bauabfälle (u. a. Gips)	9	●	●	●	●	●	●	●	
Bauabfälle, verschmutzt	9	●	●	●	●	●	●	●	
Bauschutttaufbereitung	9	●	●	●	●	●	●	●	
Bausperrgutsortierung	9	●	●	●	●	●	●	●	
Behandlungsanlagen, diverse	9	●	●	●	●	●	●	●	
Belagsaufbereitung	9	●	●	●	●	●	●	●	
Belastete Standorte	7	●	●	●	●	●	●	●	
Biomassekraftwerke, Altholzfeuerungen	9	●	●	●	●	●	●	●	
Boden	9	●	●	●	●	●	●	●	
Deponien	9	●	●	●	●	●	●	●	
Elektrische und elektronische Geräte	9	●	●	●	●	●	●	●	
Elektroschrott-Entsorger	9	●	●	●	●	●	●	●	
Flugasche aus KVA	9	●	●	●	●	●	●	●	
Kehricht	9	●	●	●	●	●	●	●	
Kehrichtverwertung / KVA	9	●	●	●	●	●	●	●	
Kiesabbaugebiete (unverschmutzter Aushub)	9	●	●	●	●	●	●	●	
Klärschlamm	9	●	●	●	●	●	●	●	
Klärschlammmasche (Phosphor)	9	●	●	●	●	●	●	●	
Klärschlammverwertung	9	●	●	●	●	●	●	●	
Kompostierung	9	●	●	●	●	●	●	●	
Kugelfangmaterial	9	●	●	●	●	●	●	●	
Kunststoffabfälle	9	●	●	●	●	●	●	●	
Lebensmittelabfälle (Food Waste)	9	●	●	●	●	●	●	●	
Medizinische Abfälle	9	●	●	●	●	●	●	●	
Mehrstoffrecycling	9	●	●	●	●	●	●	●	
Phosphorrückgewinnung	9	●	●	●	●	●	●	●	
Rück- und Umbauten	9	●	●	●	●	●	●	●	
Rückbaumaterialien/-stoffe (Gebäudesubstanz)	9	●	●	●	●	●	●	●	
Rückstände/Reststoffe aus KVA	9	●	●	●	●	●	●	●	
Schlacke aus KVA	9	●	●	●	●	●	●	●	
Schlackenaufbereitung, stationär	9	●	●	●	●	●	●	●	
Separatabfälle, diverse	9	●	●	●	●	●	●	●	
Siedlungsabfälle	9	●	●	●	●	●	●	●	
Siedlungsabfälle im öffentlichen Raum	9	●	●	●	●	●	●	●	
Sonderabfälle	9	●	●	●	●	●	●	●	
Sonderabfälle aus Haushalten (inkl. Sammelstellen)	9	●	●	●	●	●	●	●	
Strassenabfall-Aufbereitung (ohne mobile Anlagen)	9	●	●	●	●	●	●	●	
Thermo-Recycling in KVA	9	●	●	●	●	●	●	●	
Vergärung	9	●	●	●	●	●	●	●	
Verpackungen (Konsum)	9	●	●	●	●	●	●	●	

Vorwort

Seit dem Jahr 2002 erarbeitet die Baudirektion des Kantons Zürich unter Federführung des Amts für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) alle vier Jahre einen Massnahmenplan zur Abfall- und Ressourcenwirtschaft. Er gründete in seinen Anfängen auf einer Situationsanalyse, in der sich das AWEL zentrale Fragen stellte. Gefragt wurde, ob unsere Kenntnisse über die Entsorgungssysteme genügend und aktuell sind, welche Abfälle wir verursachergerecht entsorgen und welche nicht, wo das Potenzial zur Verwertung noch nicht ausgeschöpft ist, wo wir die Risiken bei der Ablagerung reduzieren können, welche Handlungsansätze etabliert oder weiterzuentwickeln sind und worin die langfristigen Herausforderungen bestehen. Die Antworten auf diese grundlegenden Fragen ermöglichten eine aussagekräftige Standortbestimmung – und den Blick nach vorn.

Diese Ausrichtung auf die Zukunft ist nun zugleich das, was eine gute Regierungstätigkeit ausmacht. Regieren bedeutet Vorausschauen. Oder, um es im originalen Wortlaut des Journalisten und Politikers Émile de Girardin (1806–1881) zu sagen, «gouverner, c'est prévoir».

«Prévoir», das ist auch das Motto des vorliegenden Massnahmenplans Abfall- und Ressourcenwirtschaft 2019–2022. Gegenüber seinem Vorgänger, der die Jahre 2015–2018 abdeckte und dessen Struktur sich an Abfallarten und Anlagentypen orientierte, überzeugt die Neuauflage durch ihre Ausrichtung auf acht Handlungsfelder. Damit wird der zunehmenden Notwendigkeit Rechnung getragen, die Abfall- und Ressourcenwirtschaft gesamtheitlich zu betrachten. Die Handlungsfelder sind nach dem Eingriffsort in der Kreislaufwirtschaft definiert, und über allem steht der strategische und zukunftsorientierte Denkansatz des Urban Mining.

Dank Urban Mining konnten wir in diesem Jahr wichtige Signale setzen. Saubere Kreisläufe sind die Voraussetzung für eine langfristige Verwertungsstrategie. Beim Rück- und Umbau von Bauten hat sich die Baudirektion des Kantons Zürich daher für eine national einheitliche Strategie eingesetzt. Der Bundesrat hat unter Mitwirkung der Kantone festgelegt, dass das Entsorgungskonzept als strategisches Führungsinstrument für die Entsorgung von Bauabfällen anzuwenden sei. Ein solches erfordert bei älteren Bauobjekten eine qualifizierte Schadstoffabklärung. Wir unterstützen die Umsetzung, indem das AWEL die

Private Kontrolle (PK) beim Rück- und Umbau von Bauten vorbereitet und 2018 eingeführt hat. Die PK entlastet und unterstützt die kommunalen Bauverwaltungen und dient den Bauherren als Orientierungshilfe. Der Regierungsrat hat mit Beschluss vom 4. April 2018 die entsprechenden Weichen gestellt.

Eine zweite eingeleitete Massnahme bezieht sich auf die wichtige Frage, was saubere Rohstoffe aus Abfällen nützen, wenn sie nicht verwendet werden. Die Baudirektion hat mit dem arv Baustoffrecycling Schweiz und dem Fachverband für Kies- und Transportbetonwerke im Kanton Zürich (FKB Zürich) eine Kooperationsvereinbarung entwickelt und vor wenigen Monaten unterschrieben. Wir haben uns dabei verpflichtet, bei eigenen Projekten Bauprodukte aus Rückbaustoffen bevorzugt einzusetzen, sofern sich diese bautechnisch eignen. Zudem soll ein gemeinsamer Aktionsplan Massnahmen definieren, um die Akzeptanz von und die Nachfrage nach solchen Recyclingprodukten zu steigern.

Ein weiteres bedeutendes Handlungsfeld sind die sicheren Senken. Denn das Schliessen von Kreisläufen bedingt auch in Zukunft das Ablagern von möglichst emissionsarmen Abfällen in sicheren, letzten Senken. Wir arbeiten hier als Baudirektion gemeinsam mit den betroffenen Akteuren intensiv daran, die entsprechenden Mengen und Risiken zu reduzieren. Die kantonale Behandlungsregel für verschmutzte Bauabfälle etwa sorgt für mehr Behandlung und weniger Deponierung.

Mit dem neuen Massnahmenplan wollen wir im Kanton Zürich Kreisläufe schliessen und einen möglichst hohen ökologischen Nutzen erzielen. Das schaffen wir allerdings nicht im Alleingang. Wie bisher braucht es auch in Zukunft dazu die Kooperation mit den anderen Akteuren der Abfall- und Ressourcenwirtschaft. Das ermöglicht massgeschneiderte Lösungen und verhindert unnötige Irrläufe. Unsere ökologisch ausgerichteten Massnahmen gewinnen so an Effektivität und Effizienz. Nicht zuletzt dank dieser kooperativen Strategie konnte der Kanton Zürich in der Abfallwirtschaft immer wieder eine Vorreiterrolle einnehmen. Das gemeinsame «Prévoir» ermöglicht oftmals erst das «Gouverner», das wirkungsvolle Umsetzen.

Regierungsrat Markus Kägi
Baudirektor Kanton Zürich

11. Dezember 2018



«Gouverner,
c'est prévoir»

Der Massnahmenplan im Überblick

Der Massnahmenplan Abfall- und Ressourcenwirtschaft 2019–2022 basiert auf einer gesamtheitlichen Betrachtung für die Bereiche Abfall und Altlasten. In den acht Handlungsfeldern wurden 73 Massnahmen definiert.

Einführung Zielsystem und Handlungsfelder

Das Zielsystem des Massnahmenplans, bestehend aus Zielen, Strategieelementen und Indikatoren, dient als langfristiges Führungsinstrument. Es gründet auf dem Zielsystem früherer Abfallplanungen und wurde alle vier Jahre überprüft, angepasst und weiterentwickelt.

Die Fachleute des AWEL definierten acht Handlungsfelder und ordneten diesen jeweils konkrete Massnahmen zu.



Handlungsfeld 1 Urban Mining

Als strategisches Werkzeug des Massnahmenplans 2019–2022 wird Urban Mining im Handlungsfeld 1 beschrieben. Die Güter und Infrastrukturanlagen, die wir alle benutzen, sind ein riesiges Material- bzw. Rohstofflager. Urban Mining steht für die Idee, die Rohstoffe in diesen Produkten und Infrastrukturen am Ende ihres Gebrauchs weiter zu nutzen, um Primärmaterial zu schonen.

Eine Verwertung von Abfällen bedingt, dass sie ökologisch und ökonomisch Sinn macht, gezielt Schadstoffe aus den Kreisläufen ausschleust und langfristig verursachergerecht finanziert werden kann. Die optimierte Verwertung von Abfällen schont nicht nur Rohstoffe und entlastet die Umwelt, sie spart auch Deponieraum.

Nehmen wir das Beispiel Phosphor aus Klärschlamm: Phosphor (P) ist eine für Mensch und Umwelt lebenswichtige Ressource, die in Phosphatminen gewonnen und importiert wird. Doch sie steckt in grossen Mengen auch im Klärschlamm aus Abwasserreinigungsanlagen (ARA). Seit Mitte 2015 produziert die Klärschlammverwertungsanlage (KSV) im Zürcher Werdhölzli Klärschlammmasche als nutzbare Phosphorquelle. Im Auftrag des Kantons Zürich entwickelt die Stiftung ZAR mit Partnern ein Verfahren zur Produktion einer reinen Phosphorsäure aus Klärschlammmasche. Der Prozess ist so ausgelegt, dass neben Phosphorsäure auch andere Mineralien optimal genutzt werden und keine Reststoffe zur Deponierung anfallen.



Handlungsfeld 2 Saubere Kreisläufe

Die Abfall- und Ressourcenwirtschaft hat Schadstoffe konsequent auszuschleusen. Sind Schadstoffe aus den Abfällen entfernt, resultieren saubere Rohstoffe, die Mensch und Umwelt nicht gefährden, oder zumindest Abfälle, die nachsorgefrei in Deponien abgelagert werden können. Die gewonnenen Rohstoffe dienen der Wirtschaft als Basis für neue Produkte und Dienstleistungen und schonen dadurch die primären Ressourcen. Die öffentliche Hand hat das Potenzial, beim Einsatz solcher Recyclingprodukte ein Vorbild zu sein.



Handlungsfeld 3 Kommunale Abfallwirtschaft

Auch Siedlungsabfälle von Privaten und Unternehmen stecken voller Wertstoffe und Energie. Die Entsorgung dieser Siedlungsabfälle bedarf weiterhin einer hohen Akzeptanz sowie ökologischer Vorteile, und sie hat verursachergerecht und zukunftsfähig zu sein. Oberstes Ziel ist, dass sich die Bevölkerung aktiv an einer hochwertigen Abfallwirtschaft beteiligt. Bei einem Teil der Sammlungen und Verwertungswege ist der Kanton Zürich bereits nahe am Optimum, bei anderen besteht noch Optimierungspotenzial.



Handlungsfeld 4 Abfallanlagen nach dem Stand der Technik

Abfallanlagen sind umweltgerecht und nach dem Stand der Technik zu errichten, zu betreiben und weiterzuentwickeln. Wichtige ökologische Leistungen sind die Abreicherung und die Vernichtung von Schadstoffen und die Bereitstellung von sauberen Wertstoffen. Der Stand der Technik für einen bestimmten Abfall ist bis und mit Verwertung oder Ablagerung einzuhalten – unabhängig davon, ob diese im Kanton Zürich, ausserkantonal oder im Ausland erfolgen.



Handlungsfeld 5 Entsorgungssicherheit und Energienutzung

Eine langfristige Planung hat die Entsorgungssicherheit zu gewährleisten, denn die Kapazitäten von Abfallanlagen lassen sich kurzfristig nur beschränkt an neue Bedürfnisse und Erkenntnisse anpassen. Auf veränderte Rahmenbedingungen muss die Planung dennoch flexibel reagieren können. Neben dem Wertstoff- ist auch das Energiepotenzial vermehrt und optimiert zu nutzen, stecken in den Abfällen doch grosse Mengen an ökologisch wertvoller Energie.



Handlungsfeld 6 Belastete Standorte und Abfälle

Bevölkerung, Gewerbe und Industrie haben in früheren Jahrzehnten emissionsträchtige Abfälle in grossen Mengen ohne besondere Vorsichtsmassnahmen und an beliebigen Orten abgelagert. Das hat zu vielen sogenannten «belasteten Standorten» geführt, die im entsprechenden Kataster verzeichnet sind. Im Rahmen des Generationenprojekts wurden und werden Untersuchungen zu den Schutzgütern gemäss Altlasten-Verordnung initiiert. Der Informationsstand wird grösser, die Standorte der risikoreichsten Altlasten werden saniert. Bei Bauvorhaben sind heute Schadstoffe aus dem verschmutzten Aushub zu entfernen und zu vernichten oder umweltgerecht abzulagern. Der verwertbare Aushub ist als mineralischer Rohstoff der Verwertung durch die Bauwirtschaft zuzuführen. Das schont die primären Ressourcen und spart Deponieraum.



Handlungsfeld 7 Sichere Senken gewährleisten

Für nicht verwertbare Abfälle sind sichere Senken bereitzustellen. Sind die Abfälle emissionsarm oder gänzlich frei von Emissionen, ist ein nachsorgefreies Deponieren in letzten sicheren Senken möglich. Ist mit austretenden Schadstoffen zu rechnen, ist vor einer Deponierung das Freisetzungspotenzial der Schadstoffe in den Abfällen zu minimieren, indem diese gemäss dem Stand der Technik abgereichert, zerstört oder immobilisiert werden.



Handlungsfeld 8 Abfall vermeiden in Produktion und Konsum

«Abfälle vermeiden, bevor sie entstehen» ist eine oft zitierte, aber viel zu selten gelebte Maxime. Indem Abfälle vermieden werden, lassen sich die natürlichen Ressourcen am wirkungsvollsten schonen. Zu einer ökologisch ausgerichteten Kreislaufwirtschaft haben sowohl Produzenten und Dienstleister als auch die Konsumentinnen und Konsumenten ihren Beitrag zu leisten.

Fokus 1 Kooperation bei über- geordneten Strategien

Die Fachleute aus unterschiedlichen Abteilungen und Ämtern der Baudirektion arbeiten bei Bedarf auch gemeinsam an der Umsetzung von Massnahmen. Diesem Umstand trägt der Massnahmenplan im Kapitel «Übergeordnete Strategie zur Steuerung der Bauabfälle» Rechnung. Die Sektionen Altlasten, Abfallwirtschaft und Biosicherheit sowie die Fachstelle Bodenschutz kümmern sich gemeinsam mit Hoch- und Tiefbauamt und der Wirtschaft um die 7.5 Mio. m³ Bauabfälle, die im Kanton Zürich jährlich in Form von Aushub, abgetragenen Boden und Rückbaumaterialien anfallen.

Fokus 2 Kunststoffe

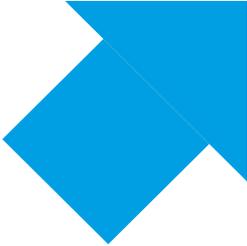
Recycling ist sinnvoll – so auch das stoffliche Verwerten von Kunststoffabfall. Doch damit Kunststoffrecycling ökologisch sinnvoll ist und eine hochwertige stoffliche Verwertung ermöglicht, muss das Sammelgut sortenrein und sauber sein. Bei gewissen Sammlungen von Kunststoffabfällen aus Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft sowie bei reinen PET- oder Plastikflaschensammlungen ist dies der Fall, nicht aber bei Sammlungen unterschiedlicher Kunststoffe aus Haushalten.

Ausblick Nutzen und Wirkung als oberste Ziele

Das Schlusskapitel thematisiert die Potenziale der Abfall- und Ressourcenwirtschaft mit ihren Umweltnutzen. Sie muss zukünftige Potenziale frühzeitig und richtig erkennen. In der Umsetzung hat der Fokus auf jenen Massnahmen zu liegen, bei welchen mit verhältnismässigem Aufwand die höchstmögliche ökologische Wirkung erreicht werden kann. Um diese Priorisierung vorzunehmen, müssen die Ökoeffizienz und die ökologische Wirkung (Ökoeffektivität) der Massnahmen mit geeigneten Werkzeugen bewertet werden. Die Herausforderungen sind besonders gross, wenn – vor der Umsetzung von Massnahmen – technologische Entwicklungen und Optimierungen erforderlich sind.

Vom Abfall zur Ressource: rechtliche Basis und Umfeldbeobachtung

Mit dem Massnahmenplan Abfall- und Ressourcenwirtschaft 2019–2022 steuert der Kanton Zürich die Abfall- und Ressourcenwirtschaft nach bewährten Zielen und Strategien. Dabei berücksichtigen die Behörden die rechtlichen Rahmenbedingungen sowie wichtige Erkenntnisse aus Praxis und Forschung.



Die Pflicht zur kantonalen Abfallplanung ist im Abfallgesetz verankert.

Mit der vorliegenden Publikation liegt die vom kantonalen und nationalen Umwelt- und Abfallrecht geforderte Abfallplanung für die Jahre 2019–2022 des Kantons Zürich vor. Der Massnahmenplan Abfall- und Ressourcenwirtschaft 2019–2022 ermöglicht den kantonalen Behörden, die Abfall- und Ressourcenwirtschaft im Kanton Zürich anhand von diversen Indikatoren zu beobachten und mittels Massnahmen gezielt zu steuern. Massgabe für die Steuerung sind die definierten Ziele und Strategien (siehe Seite 10: «Zielsystem mit Erfolgskontrolle»). Dabei berücksichtigen die Behörden wichtige Trends im Umfeld sowie die rechtlichen Rahmenbedingungen.

2013 hat der Bundesrat den Aktionsplan Grüne Wirtschaft verabschiedet und diesen mit einem weiterentwickelten Aktionsplan 2016–2019 ergänzt. Der Aktionsplan enthält Massnahmen zum schonenden Umgang mit den natürlichen Ressourcen. Der Bereich Abfälle und Rohstoffe ist ein wichtiger Teil davon, ebenso die Abfallvermeidungsstrategie, die das BAFU zurzeit erarbeitet.

Im Abfallbereich nimmt die Schweiz eine führende Position bei Rückgewinnungsverfahren für Metalle aus Filterstaub und Kehrrechtschlacke ein und hat wesentliche Impulse beim Anlagenbau von Vergärungsanlagen gesetzt.



Wichtige Trends im Umfeld

Initiativen und Entwicklungen in der Schweiz

Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) hat 2006 die Vision einer nachhaltigen Nutzung von Rohstoffen und eines nachhaltigen Umgangs mit Abfällen publiziert: Der Verbrauch von nicht erneuerbaren und knappen Ressourcen ist zu minimieren. Gleichzeitig sollen erneuerbare Ressourcen nur so stark verbraucht werden, wie sie sich regenerieren können. Die Entsorgungssicherheit ist zu gewährleisten. Die nachhaltige Nutzung von Rohstoffen und die umweltverträgliche Abfallentsorgung sollen unter Beachtung der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Anforderungen erfolgen. Damit wandelte sich die Abfallpolitik zur Abfall- und Ressourcenpolitik.

Internationale Einflüsse und Trends

Auch internationale Ereignisse und Entwicklungen können die Abfall- und Ressourcenwirtschaft des Kantons Zürich beeinflussen. Seit Ende 2017 importiert China nur noch ausgewählte Kunststoffabfälle. Dies hat Auswirkungen auf die Entsorgung in Europa und der Schweiz; ein höherwertiges Recycling von Kunststoffen könnte die Folge sein. Dabei dürfte die Entfernung von Schadstoffen aus den Stoffkreisläufen weiter an Bedeutung gewinnen. So sind diverse Kunststoffabfälle aufgrund ihrer Herkunft mit vielen chemischen Stoffen durchsetzt, die bei einem anderweitigen Einsatz zu Risiken für Mensch und Umwelt führen können. Das Thema Food Waste – die Verschwendung von Lebensmitteln von der Produktion bis auf den Teller – ist international im Fokus. Der Umbau der Energieversorgung von fossil auf erneuerbar und die Elektromobilität gewinnen an Bedeutung. Solche Trends werden die Abfallflüsse spürbar verändern.

Digitalisierung und Datenmanagement

Innovative Unternehmer entwickeln sich immer mehr zu «Digital-Entsorgern», die auf die Digitalisierung setzen und Geschäftsprozesse und Interaktionen mit Kunden, Lieferanten und Partnern digital abbilden. Prozesse lassen sich überall vereinfachen, wo mehrere Beteiligte zusammenarbeiten: Erzeuger, Transporteure, Entsorger, Händler von Wertstoffen und Gemeinden.

Gemäss Verordnung über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA) müssen künftig alle Abfallbetriebe die entgegenkommenen Abfälle jährlich dem jeweiligen Standortkanton melden. Die Daten sollen den Behörden in kundenfreundlichen Portalen zur Verfügung gestellt werden. Etliche Branchen bieten seit Jahren entsprechende Dienstleistungen an. Auch das BAFU ist daran, sein Datenmanagement umfassend zu digitalisieren.

Rechtliches Umfeld

Umweltschutzgesetz

Die massgebende Grundlage für die Abfall- und Ressourcenwirtschaft ist das Umweltschutzgesetz (USG). Es wird über mehrere Verordnungen konkretisiert, unter anderem durch die Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA), die Verordnung über den Verkehr mit Abfällen (VeVA) oder die Altlasten-Verordnung (AltIV). Die VVEA hat die Technische Verordnung über Abfälle (TVA) per 1. Januar 2016 ersetzt.

Pflicht zur Abfallplanung

Die Pflicht zur kantonalen Abfallplanung ist in der VVEA (Art. 4), im USG (Art. 31) und im Abfallgesetz des Kantons Zürich (§ 23) verankert.

Abfallverordnung (VVEA)

Die VVEA nimmt den gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und technischen Wandel der letzten 20 Jahre auf. Sie misst der Vermeidung, Verminderung und gezielten Verwertung von Abfällen einen höheren Stellenwert bei als bisher.

Folgende Bereiche sind neu geregelt:

- Stand der Technik: gilt neu für alle Abfallanlagen;
- «Siedlungsabfall»: Begriff ist neu definiert, Abfall aus Unternehmen mit 250 oder mehr Vollzeitstellen ist kein Siedlungsabfall mehr;
- Neue Vorschriften zur Entsorgung von biogenen Abfällen;
- Pflicht zur Erstellung eines Entsorgungskonzepts durch Bauherrn

(Schadstoffabklärung, Entsorgungswege);

- Anforderungen an Bau, Betrieb und Nachsorge von Deponien;
- Verpflichtung zur Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm und aus Tier- und Knochenmehl ab 2026;
- Verpflichtung zur Metallrückgewinnung aus den Rückständen von Kehrrechtverwertungsanlagen (KVA);
- Anforderungen an die Energienutzung von KVA;
- Behandlung und Verwertung von Ausbauasphalt;
- Neue Vorschriften zur Berichterstattung durch die Betreiber von Abfallanlagen;
- Bund und Kantone sorgen für Aus- und Weiterbildung von in der Entsorgungswirtschaft tätigen Personen.

Vollzugshilfe zur VVEA

Zurzeit erarbeitet das BAFU in Zusammenarbeit mit den Kantonen und den Entsorgungsbranchen eine Vollzugshilfe zur VVEA. Diese enthält eine Vielzahl von Modulen, die den praktischen Vollzug in verschiedenen Bereichen konkretisieren und erleichtern.

Die Zürcher Abfallwirtschaft hat mit dem «Stand der Technik» markante ökologische Verbesserungen einleiten und realisieren können. Auf der nationalen Ebene wurde dieses Instrument nun in der VVEA verankert. Dessen Einsatz ermöglicht schweizweit eine dynamische Entwicklung von ökologischen Leistungen in der Abfallwirtschaft.

Verordnung über den Verkehr mit Abfällen (VeVA)

Die VeVA regelt den Umgang mit Sonderabfällen und anderen kontrollpflichtigen Abfällen. Abfallanlagen, die solche Abfälle entgegennehmen, benötigen eine Bewilligung des AWEL. Bei grösseren Anlagen wird diese zusammen mit der abfallrechtlichen Betriebsbewilligung erteilt.

Energiegesetz

Mit dem total revidierten eidgenössischen Energiegesetz wurde das Fördersystem für erneuerbare Stromproduktion umgebaut. KVA erhalten nur noch Investitionsbeiträge. Ab 2020 müssen alle bereits geförderten Anlagen über 500 kW von der kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV) in die Direktvermarktung wechseln. Abfallbehandlungsanlagen über 100 kW haben ab 2020 nur noch die Option Direktvermarktung (mit kalkulierter Einspeiseprämie). Neue Anlagen können noch bis Ende 2022 ins Fördersystem aufgenommen werden.

Bilanz zur Abfallplanung 2015–2018

Im Rahmen des Massnahmenplans 2015–2018 wurden neben wichtigen Arbeiten in den Vollzugsbereichen **Planung, Bewilligung, Kontrolle und Information** Schwerpunktthemen wie **Urban Mining** oder **Sichere Senken** vorangetrieben.



Die neue Abfallverordnung VVEA trat im Verlauf der Planungsperiode 2015 bis 2018 in Kraft. Sie regelt viele Bereiche der Abfallwirtschaft neu, führt den Stand der Technik als Instrument für alle Bereiche ein und fordert, dass die Verwertung oberste Maxime für alle Abfälle ist.

Urban Mining

Bedeutende Fortschritte wurden bei der Siedlungsabfallentsorgung erzielt:

- Gewinnung von Phosphor aus Klärschlammasche;
- Rückgewinnung von Metallen wie Eisen, Kupfer, Aluminium und Gold aus der Schlacke von Kehrriech- und Verwertungsanlagen (KVA);
- Rückgewinnung von Metallen, insbesondere Zink, aus der Flugasche von KVA.

Mit der eigens entwickelten Methode der Urban-Mining-Potenzialabschätzung wurden Stoffdossiers für Zink, Kupfer, Gold, Seltenerdmetalle, Gips, Antimon und Edelstahl ausgearbeitet und publiziert. Darin werden wichtige Fakten zu Stoffflüssen sowie Erkenntnisse zur Verwertung festgehalten und erforderliche Massnahmen abgeleitet.

Sichere Senken und neue Risiken

Die Senkenbetrachtung ist ein wichtiger und zukunftsgerichteter Ansatz, um Entsorgungssysteme zu steuern. Senken für Abfälle können nicht beliebig viele Schadstoffe aufnehmen; dies gilt für natürliche Senken (Böden, Sedimente, Atmosphäre etc.) und für vom Menschen geschaffene Senken (wie Deponien). Für organische Schadstoffe sind thermische Prozesse eine unerlässliche letzte

Senke, da Schadstoffe zerstört werden müssen. Deponien sind für viele Abfälle bzw. Stoffe eine wichtige, langfristige und damit letzte Senke.

Auf der Grundlage der Mengen- und Stoffströme hat das AWEL mit der Technischen Universität Wien die aktuelle Senkenbelastung mit Kupfer, Zink und polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) sowie die noch verfügbaren Kapazitäten im Kanton Zürich untersucht. Als kritische Engpässe erkannt wurden etwa der Eintrag von Kupfer aus der KVA-Schlacke in Deponien oder der Eintrag von Kupfer aus Recycling- und Hofdünger in landwirtschaftliche Böden.

Ein aktuelles Beispiel für Risiken aus der Entsorgung von Abfällen sind Nanomaterialien; noch ist nicht definitiv geregelt, wie diese zu entsorgen sind. Es braucht Untersuchungen und Risikobeurteilungen zur Behandlung – und insbesondere zum Schreddern – von gemischten Bauabfällen, Holzabfällen und Elektroschrott. Bei der thermischen Behandlung gelangen Nanomaterialien aus Abfällen nur in unbedeutendem Ausmass in die Luft.

Unterstützung der Gemeinden

Die VVEA legt fest, dass Abfälle aus Betrieben mit 250 oder mehr Vollzeitstellen ab dem 1. Januar 2019 nicht mehr als Siedlungsabfälle gelten, auch wenn sie wie Siedlungsabfälle zusammengesetzt sind. Dies hat wesentliche Auswirkungen auf die Sammlung von brennbaren Abfällen durch die Gemeinden. Das AWEL hat den Gemeinden Unterlagen zur Umsetzung dieser neuen Bestimmung zur Verfügung gestellt.

Betriebskontrollen von Abfallanlagen

Den allermeisten Betrieben kann ein gutes Zeugnis ausgestellt werden. Für einzelne Anlagen mussten aber Sanierungen verfügt werden. Bei Bausperrgutsortieranlagen, KVA und belastetem Aushub wurden die Umweltleistungen entscheidend verbessert. Bei den Bauabfallanlagen wurde das Inspektorat im Jahr 2018 einer grundlegenden Erneuerung unterzogen, die Zusammenarbeit zwischen arv Baustoffrecycling Schweiz und der Baudirektion wurde vertieft.

Fremdstoffe in biogenen Abfällen

Die Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV) legt neue Anforderungen an die Qualität von Kompost und Gärgut fest und gibt Höchstwerte für Fremdstoffe vor. Untersuchungen zur Belastung von Kompost und Gärgut haben Handlungsbedarf aufgezeigt. Nun ist zu klären, welche Massnahmen in der Prozesskette von der Sammlung bis zur Abfallanlage am wirksamsten sind und zur Anwendung gelangen sollen.

Entsorgungssicherheit und Energie aus Abfall

Dank optimaler Koordination und ergänzenden Abfallimporten wurde seit 2014 eine Auslastung der KVA von praktisch 100 % erreicht. Von 2014 bis 2017 konnten die Nettoenergieeffizienz (ENE) von 0.67 auf 0.73 (+10 %) und die Energienutzung (Wärme: +77 GWh = +12 %, Strom: +32 GWh = +7 %), weiter gesteigert werden. Im Januar 2018 erfolgte eine auf die aktuellen Veränderungen ausgerichtete Anpassung der Kapazitäts- und Standortplanung aller KVA.

Rück- und Umbau im Hoch- und Tiefbau

Gemäss einer neuen Bestimmung der VVEA haben die Gemeinden Entsorgungskonzepte im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens zu prüfen. Zur Entlastung und Unterstützung der kommunalen Bauverwaltungen sowie zur Bereitstellung der erforderlichen Fachkompetenz hat die Baudirektion auf den 1. Juni 2018 die Private Kontrolle beim Rück- und Umbau von Bauten und Anlagen (Gebäudesubstanz) eingeführt.

Belastete Standorte und Abfälle

Die Arbeit mit belasteten Standorten ist eine Generationenaufgabe, die gut auf Kurs ist. Die gefährlicheren Standorte sind bekannt und in näherer Beurteilung oder Sanierung. Untersuchungs-, Überwachungs- und Sanierungsmassnahmen werden nach Priorität ausgelöst und abgewickelt, um grösstmögliche Umweltwirkung zu erzielen. Von den belasteten Standorten mit Handlungsbedarf sind über die Hälfte altlastenrechtlich bearbeitet. Auf der Grundlage der Behandlungsregel für verschmutzte Bauabfälle konnte in den letzten Jahren eine Deponie in der

Grössenordnung von 10 Millionen Tonnen eingespart werden. Bis 2023 werden alle belasteten Standorte untersucht und beurteilt sein.

Ablagerung von Abfällen

Die Menge der auf Zürcher Deponien abgelagerten Abfälle erhöhte sich in den letzten Jahren stetig und beträgt heute rund 1 Mio. Tonnen pro Jahr. Gründe dafür sind primär die erhöhte Bautätigkeit und ein Rückgang der Exporte von Abfällen zur Deponierung in anderen Kantonen. Weil Bauabfälle auch aus belasteten Standorten behandelt und wiederverwertet wurden, konnten noch höhere Ablagerungsmengen vermieden werden.

Abfallvermeidung in der Produktion

Das AWEL hat sich in den letzten Jahren engagiert, zur Verbesserung der Ressourceneffizienz in Gewerbe- und Industriebetrieben beizutragen. Es erwies sich als aufwändig und schwierig, branchenspezifisch einen Stand der Technik zu definieren, der die Betriebe nicht um ihren spezifischen Wissensvorsprung gegenüber Mitbewerbern bringt. Die Betriebe sollen deshalb motiviert und bewegt werden, sich der Thematik eigenverantwortlich anzunehmen. Zu diesem Zweck wurden Vernetzungsanlässe durchgeführt, Hilfsmittel bereitgestellt und gute Beispiele publik gemacht.

Abfallvermeidung im Konsum

Die Ernährung macht mit knapp 30 % den grössten Anteil an allen konsum- und produktionsbedingten Umweltbelastungen der Schweiz aus. Es ist deshalb besonders störend, dass ein Drittel der produzierten Nahrungsmittel gar nie auf unseren Tellern landet. Einer der grossen Hebel zur Abfallvermeidung im Konsum liegt somit im Bereich Food Waste. Das AWEL hat die kommunalen Verantwortlichen an den jährlich stattfindenden Gemeindeforen für dieses Thema sensibilisiert und Aktivitäten zur Verminderung von Food Waste unterstützt, etwa mit dem Leitfaden für Gemeinden «No Waste – Let's Taste». Weitere Aktivitäten betrafen die Themen «Reparieren statt Wegwerfen» und «Mehrweggeschirr im Alltag».

Zielsystem mit Erfolgskontrolle

Das Zielsystem der Abfall- und Ressourcenwirtschaft umfasst vier klar definierte Ziele. Mit Indikatoren werden die Zielerreichung überprüft und Veränderungen beobachtet. Vier Strategieelemente helfen die im Massnahmenplan festgelegten Massnahmen umzusetzen. Am Ende jeder Planungsperiode wird der Erfolg überprüft.

Das Zielsystem der Abfall- und Ressourcenwirtschaft des Kantons Zürich wurde im Rahmen der Planung 2002–2006 als langfristiges Führungsinstrument konzipiert. Ziele, Strategieelemente und Indikatoren werden alle vier Jahre anlässlich der Abfallplanung geprüft und weiterentwickelt. Das Zielsystem ermöglicht dem Kanton, bei der Erarbeitung und Festlegung von Massnahmen wie auch bei deren Umsetzung zielgerichtet vorzugehen. Es dient auch den aussenstehenden Akteuren der Abfall- und Ressourcenwirtschaft als Orientierung.

Ziele



Ressourcen schonen, Ressourcen nutzen

- **Abfall- und Ressourcenwirtschaft erzeugen nur Rohstoffe und Produkte, die in den Wirtschaftskreislauf zurückgeführt werden, und Stoffe, die zur eventuellen späteren Nutzung nachsorgefrei zur Seite gelegt werden können.**
- **Nicht erneuerbare Ressourcen werden durch erneuerbare Ressourcen ersetzt. Erneuerbare Ressourcen werden nachhaltig genutzt.**



Optimierte Entsorgungssicherheit

- **Entsorgungssicherheit ist gegeben, wenn die Abfälle innert nützlicher Frist umweltgerecht und gemäss dem Stand der Technik entsorgt werden können.**
- **Logistik und Infrastruktur der Entsorgung werden laufend optimiert, die Anlagenkapazitäten sind nahe am effektiven Bedarf.**
- **Entsorgungskapazitäten sind soweit notwendig zu definieren.**



Ökoeffizienz und Energieeffizienz

- **Der ökologische Nutzen bei sich entwickelndem Stand der Technik soll unter Berücksichtigung des Aufwandes maximiert werden (Ökoeffizienz).**
- **Die im Abfall enthaltene Energiemenge wird gemäss Stand der Technik in nutzbare Energie umgewandelt und genutzt (Energieeffizienz).**



Schutz von Umwelt und Bevölkerung

- **Umwelt und Bevölkerung sollen vor negativ wirkenden Stoffen aus Entsorgung und Abfallverwertung – bei Risiken auch vorsorglich – geschützt werden.**
- **Abfälle, die nicht verwertet oder zerstört werden können, werden gemäss dem Stand der Technik behandelt und prioritär im Inland nachsorgefrei (ohne umweltrelevante Emissionen in Luft, Wasser und Boden) abgelagert.**
- **Schadstoffe sind in sichere (letzte) Senken zu lenken.**

Indikatoren

Für die verschiedenen Abfallarten und Abfallanlagen wurde ein umfangreiches Set von Indikatoren definiert. Die Entwicklung dieser Kenngrössen wird in der Regel über mehrere Jahre dargestellt, sodass im Vergleich mit Zielen und Zielwerten der Trend bzw. die Zielerreichung zum Ausdruck kommt. Eine Auswahl dieser Indikatoren ist in den acht Kapiteln zu den acht Handlungsfeldern dieses Massnahmenplans abgebildet.

Strategieelemente

Mitentscheidend für den Erfolg der letzten Jahre war, dass der Kanton zusammen mit den betroffenen Akteuren ein klares Rollenverständnis entwickelt hat. Er definiert und kommuniziert die Leitplanken, lässt die Akteure der Abfall- und Ressourcenwirtschaft aber eigenverantwortlich handeln und lässt ihnen in der Umsetzung den für Innovationen nötigen Freiraum. Wesentlich ist die Kooperation mit den Kunden. Sie ist vor allem für Problemstellungen wichtig, zu welchen von den Unternehmen wichtige Lösungsansätze erwartet werden. Transparenz und verursachergerechte Kostenteilung sind weitere wichtige Elemente.

Plan 2015–2018 weitgehend umgesetzt

Das Zielsystem, die Strategieelemente und die geplanten Massnahmen für Abfälle und Abfallanlagen des Massnahmenplans 2015–2018 wurden einer Bilanz unterzogen. Das Zielsystem und die Strategieelemente erwiesen sich als robust und wurden für die neue Planungsperiode unverändert übernommen. Der Massnahmenplan 2015–2018 wurde weitgehend umgesetzt: Von den 130 Massnahmen wurden 65 % vollständig, 20 % teilweise und lediglich 15 % nicht umgesetzt. Der Grad der Zielerreichung wurde anhand der Indikatoren beurteilt. Auch hier zeigte sich ein gutes Ergebnis: Von 70 Teilzielen wurden 42 weitgehend erreicht, 23 teilweise erreicht und lediglich 5 nicht erreicht.

Strategieelemente

A Definiertes Rollenverständnis

Die Aufgaben des Kantons als Regulator sind: Standards unter Wahrung der Rechtsgleichheit entwickeln und durchsetzen, Anlagenstandorte sichern, (optimale) Kapazitäten gewährleisten, Marktmechanismen und Vorbildfunktion der öffentlichen Hand nutzen, Monitoring bzw. Umweltbeobachtung betreiben. Der Staat gibt für die Tätigkeit der Abfallwirtschaft klare, durchsetzbare Leitplanken vor. Die Akteure der Abfallwirtschaft handeln in diesem Rahmen eigenverantwortlich.

B Aktive Information und Kommunikation

Informationen werden aktiv nach aussen getragen und sind allen Betroffenen zugänglich. Grundlage ist Transparenz, z. B. bezüglich Kosten, Zielen und Handlungsweisen. Die Kommunikation wird gefördert durch die Mitwirkung und Mitbestimmung aller Betroffenen. Das Ausmass von Mitwirkung und Mitbestimmung wird festgelegt.

C Kostenwahrheit

Kostenwahrheit setzt Kostentransparenz voraus. Sie wird geschaffen durch verursachergerechte Kostenverteilung sowie durch Internalisierung der externen Kosten.

D Kooperation

Die partnerschaftliche Zusammenarbeit mit Kunden wird zielorientiert gesucht. Die Kooperation mit Gemeinden, Industrie und Gewerbe, der Entsorgungswirtschaft, mit Verbänden, Bund und den anderen Kantonen sowie mit nationalen und internationalen Organisationen und Hochschulen soll über den Erfahrungsaustausch die Suche nach wirkungsvollen und effizienten Lösungen erleichtern.

Massnahmenplan neu mit acht Handlungsfeldern

Die Berichtsstruktur des Massnahmenplans 2015–2018 orientierte sich an Abfallarten und Anlagentypen. Für die Neuauflage des Massnahmenplans wurde eine Ausrichtung auf Handlungsfelder gewählt, weil heute eine gesamtheitlichere Betrachtung der Abfall- und Ressourcenwirtschaft sinnvoll erscheint. Deshalb wurden die bisherigen, auf Abfälle und Anlagen bezogenen Kapitel durch Kapitel zu den Handlungsfeldern ersetzt. Kernelement des vorliegenden Massnahmenplans sind acht Handlungsfelder, die mit ihren Massnahmen auf Handlungsansätze Bezug nehmen. Für jedes der acht Handlungsfelder wurde ein Ziel formuliert, das inhaltlich auf das Zielsystem Bezug nimmt und das Kapitel jeweils einleitet.

Werkzeuge und Methoden

Um die Abfall- und Ressourcenwirtschaft effektiv und effizient weiterzuentwickeln, braucht es die richtigen Werkzeuge und Methoden.



Der Kanton Zürich setzt zur Steuerung der Abfallwirtschaft in Planung, Vollzug und Kommunikation eine breite Palette von Instrumenten ein. Er wird dabei unterstützt durch Akteure aus Wissenschaft, Beratung und Unternehmungen und arbeitet mit Gemeinden und Betrieben zusammen.

von Altholz oder Kompost sicherstellen, dass geeignete Daten bereitgestellt werden können. Ihre Auswertung soll unter Berücksichtigung der mit den Daten verbundenen Unsicherheit dargestellt werden.

Datenerfassung

Ohne verlässliche Daten gibt es keine seriösen Analysen und Bewertungen. Noch schlimmer: Daraus könnten nicht zielführende, vielleicht unbedeutende, unnötig teure Massnahmen oder Massnahmen mit unerwünschtem Resultat abgeleitet werden. Darunter leiden der Umweltnutzen, die Risikominimierung oder die Wirtschaftlichkeit. Deshalb werden die Erzeugung, Erfassung und Verarbeitung von Daten kontinuierlich optimiert. Zum Beispiel sollen exakte und repräsentative Verfahren zur Entnahme, Aufbereitung und Analyse von Proben von Verbrennungsrückständen

Analysen

Mit der Stoffflussanalyse zum Systemverständnis

Um effiziente, aber auch effektive Massnahmen ableiten zu können, braucht es in inhaltlicher, räumlicher und zeitlicher Hinsicht eine gesamtheitliche Sichtweise. Zweckmässige Darstellungen erlauben das rasche Verständnis der Zusammenhänge. Stoffflüsse (siehe Beispiel Seite 13 oben) werden insbesondere zur Betrachtung der Darstellung der aktuellen oder theoretisch möglichen Umweltleistung von Anlagen (zum Beispiel Metalle aus KVA) herangezogen. In Ergänzung zu ökobilanziellen Methoden dienen diese auch der Abklärung des Stands der Technik.

Stoffflussanalysen mit oder ohne Fehlerrechnungen werden im Sinne einer Betrachtung des Gesamtsystems zur Evaluation von ökologischen und öko-effizienten Massnahmen bei der Bewirtschaftung von bestimmten Abfallarten oder Abfallgruppen eingesetzt (siehe Kapitel «Umweltnutzen und Potenziale der Abfall- und Ressourcenwirtschaft», Seite 58).

In Anlehnung an Stoffflussanalysen gibt es eine breite Reihe von einsetzbaren Methoden, zum Beispiel:

- Input-Output-Analysen zur Beurteilung, zum Beispiel von Wirtschaftssektoren oder ganzen Ländern;
- Energiebilanzen;
- Stoffflussanalysen unter Berücksichtigung von Lagerprozessen;
- dynamische Stoffflussanalysen zur Früherkennung (Modelle).

Prognose-Trichter für Szenarien

Wie oben dargelegt werden dynamische Stoffflussanalysen zur Prognose der Entwicklung des Abfallaufkommens eingesetzt. Unter der Annahme verschiedener Rahmenbedingungen werden unterschiedliche mögliche Szenarien modelliert. Dies ermöglicht, sich zu einem späteren Zeitpunkt rascher zu orientieren, wenn Neues geplant wird. Solche Szenarien werden immer häufiger bei wichtigen Langzeitentscheidungen bzw. -planungen für KVA und Klärschlammbehandlung eingesetzt.



Beispiel einer Stoffflussanalyse mit STAN-Software als Basis für Bewertungen und Optimierungen.

Bewertung

Zur Bewertung der untersuchten Systeme bzw. Massnahmen eignen sich je nach Fragestellung:

- Lebenszyklusanalysen mit verschiedenen Methoden zur Wirkungsabschätzung;
- hybride Ökobilanzen (Kombination von Ökobilanzen und Input-Output-Analysen);
- Nutzwertanalysen, z. B. mit den Bereichen Ökologie, Kosten und Gesellschaft;
- spezifische Indikatoren.
- er ist aktiv in der Entwicklung von innovativen Technologien: z. B. Technologietransfer mit dem Zentrum für nachhaltige Abfall- und Ressourcennutzung (ZAR) als «Vorzeige- und Vordenkfabrik»;
- er erstellt Machbarkeitsstudien zu neuen Prozessen;
- er initiiert und begleitet Pilotversuche und Vorprojekte für Grossanlagen;
- er entwickelt, ermittelt und beschreibt mit anderen Akteuren den Stand der Technik;
- er erarbeitet Branchenlösungen;
- er fördert den Wissensaustausch national und international;
- er informiert, berät und unterstützt die Ausbildung.

Umsetzung

Förderung von Innovationen

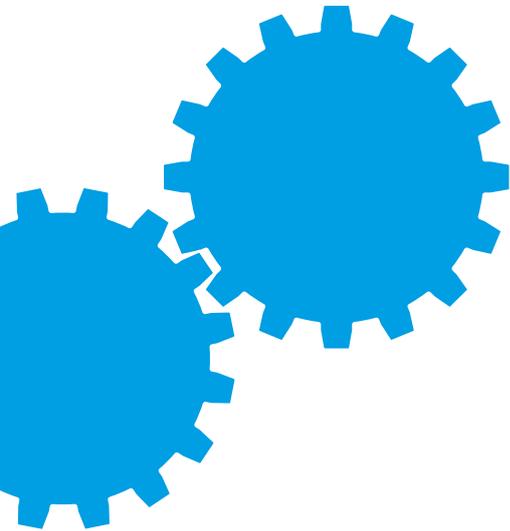
Um basierend auf der Analyse von Daten und deren Bewertung Verbesserungen im Umweltschutz und in der Ressourcenschonung zu erreichen, leistet der Kanton Zürich vielfältige Unterstützung:

Erfolgskontrolle

Mittels Indikatoren wird überprüft, ob die Massnahmen bezüglich der formulierten Ziele die erwünschte Wirkung zeigen.

Abfallstatistik und Zusammenarbeit Kantone

Ein gutes Konzept für die Abfallstatistik und eine gute Zusammenarbeit mit andern Kantonen sind entscheidend für eine effektive Strategie und Erfolgskontrolle im Urban Mining. Auch die Akteure der Abfallwirtschaft und die Bevölkerung erwarten eine aussagekräftige Abfallstatistik.



Wichtige Trends in der Abfallwirtschaft müssen frühzeitig erkannt werden.

Hohe Bedeutung der Abfallstatistik

Der Kanton Zürich legt seit vielen Jahren grosses Gewicht auf die Erarbeitung von relevanten, verlässlichen Statistikdaten im Bereich der Ressourcen- und Abfallwirtschaft. Die gemäss Art. 6 der VVEA geforderte Abfallstatistik wird im Kanton Zürich schon seit einigen Jahren strukturiert nach Abfall- oder Abfallanlagengruppen erstellt. Dabei ist die Gesamtsystembetrachtung zentral, um den Überblick fürs Wichtige zu behalten. Dies ist relevant für die Definition von effektiven Massnahmen.

Wichtige Trends in der Abfallwirtschaft müssen zudem frühzeitig erkannt werden. Unsicherheiten in dokumentierten Daten und Statistiken sind relevant, um ihren Aussagewert zu beurteilen und allfälligen Handlungsbedarf ableiten zu können.

Neben den Mengenflüssen (z. B. Bauabfall-, Kehricht-, Abwassermenge) rücken statistische Aussagen zu Stoffflüssen – von Schadstoffen und Wertstoffen – immer mehr in den Fokus; diese lassen sich auf der Basis von Konzentrationswerten und Mengenflüssen ermitteln. Aussagen zu Risiken ergeben sich aus der Kombination von Stoffflussdaten und Schadstoffkonzentrationswerten (z. B. Abgaskonzentrationen im Vergleich zum Grenzwert). Aussagen zum Verwertungspotenzial eines Prozesses ergeben sich aus der Kombination von Stoffflussdaten mit Rückgewinnungsquoten.

Die Vorgaben zur Erfassung der Abfallstatistik gemäss Anhang 1 der VVEA gelten ab 2019. Das AWEL hält die

statistischen Angaben nicht nur im vorliegenden Massnahmenplan, sondern auch in branchen- und abfallspezifischen Jahresberichten (z. B. KVA, Kompostier- und Vergärungsanlagen, Bauabfallanlagen) fest.

Hinzu kommen Evaluationen im Rahmen besonderer Fragestellungen, bei denen zusätzlich Prognosen zur Entwicklung von Abfall- und Stoffflüssen erarbeitet werden. So wurden mit verschiedenen Modellen für Ausbauasphalt, Gipsabfälle, «Kies-Aushub-Rückbaustoffe» und brennbare Siedlungsabfälle detaillierte Prognosen ausgearbeitet, die auf Abschätzungen oder Modellierungen basieren. Die Evaluationen ermöglichen einen Blick in die Zukunft und das früh- und rechtzeitige Ergreifen geeigneter Massnahmen.

Zusammenarbeit der Kantone

Abfälle halten sich nicht an Kantons-grenzen. Um die wirtschaftliche Nutzung der Entsorgungsangebote zu optimieren, werden sie in beiden Richtungen darüber hinweg transportiert. Die kantonalen Abfallfachstellen treffen sich periodisch zur besseren Interpretation von abfallwirtschaftlichen Entwicklungen, zum Austausch von Informationen sowie zur generellen Zusammenarbeit. Die Abfallfachstelle des Kantons Zürich beteiligt sich sowohl an den Treffen der Ostschweizer Kantone inklusive Liechtenstein (Cercle déchets Ost) als auch an denjenigen der Nordwestschweizer Kantone (Cercle déchets NWCH).



Cercle déchets Ost

Ein wichtiges Projekt des Cercle déchets Ost ist die Erarbeitung des Vollzugsordners Abfall & Ressourcen. Bei der Erarbeitung der Dokumente werden auch andere kantonale und nationale Amtsstellen sowie relevante Akteure beigezogen. Schliesslich erfolgt eine Genehmigung durch die Konferenz der Umweltvorsteher der Ostschweiz und des Fürstentums Liechtenstein (KVU Ost), bevor die Dokumente auf ihrer Web-Plattform aufgeschaltet werden. Das sind wesentliche Beiträge zur Harmonisierung des Vollzugs und zum strukturierten Informationsaustausch.

Der Cercle déchets, die Vereinigung der Fachleute für Abfall und Ressourcen beim Bund und bei den Kantonen, kennt fünf Regionen.

Folgende Publikationen wurden neu veröffentlicht:

- Bericht «Umweltrelevante Erfahrungen beim Tunnelbau mit Sprengvortrieb – mit Massnahmen zur Optimierung einer umweltgerechten Entsorgung und Verwertung von Tunnelausbruchmaterial», 2018
- Merkblatt «Entsorgung und Verwertung von Strassenwischgut und unverschmutztem Herbstlaub», 2018
- Bericht «Schadstoffe und Nährstoffe in separat gesammeltem Herbstlaub», 2017

Die Ergebnisse dieser Arbeiten werden nach Möglichkeit bei der aktuellen Erarbeitung von Vollzugshilfen zur VVEA eingebracht. Die Arbeiten führten auch zu Anträgen hinsichtlich einer Anpassung der VVEA (bei der Entsorgung von Strassenwischgut) oder zur Erarbeitung vertiefender technischer Umsetzungsdokumente (bspw. bei den Abklärungen zum Tunnelbau).

Hauptsächlich aufgrund der Anfang 2016 in Kraft gesetzten VVEA erfolgte für mehrere Dokumente eine Revision, nämlich:

- Faktenblatt «Unverschmutzter Aushub: Definition der Qualitätsanforderungen»
- Merkblatt für Betreiber von Materialentnahmestellen und Deponien «Beurteilung von unverschmutztem Aushub»
- Faktenblatt «Umgang mit Bohrschlamm aus Erdwärmesondenbohrungen»
- Faktenblatt «Entsorgung von Asche aus Holzfeuerungen für naturbelassenes Holz und Restholz»

Cercle déchets Schweiz

Die Zusammenarbeit der Kantone zeigt sich auch in der gesamtschweizerischen Zusammenarbeit. Ihre Initiative führte zur KuRve-Studie «Kunststoff, Recycling und Verwertung (BAFU, 2017¹)». Aufgrund dieser umfangreichen Vorarbeit fand am 14. November 2017 die nationale Tagung «Kunststoffe aus Haushalten – wohin geht die Reise?» statt. An dieser wurden die gemeinsame Haltung von BAFU und Kantonen vorgestellt und entsprechende Empfehlungen publik gemacht. Der 2013 ins Leben gerufene Cercle déchets organisiert jährlich eine Fachtagung.

Die acht Handlungsfelder der Abfall- und Ressourcenwirtschaft



Urban Mining

Urban Mining dient als strategisches Werkzeug. Die optimierte Verwertung von Abfällen schont Rohstoffe, entlastet die Umwelt und spart Deponieraum.

→ Seite 18



Abfall vermeiden in Produktion und Konsum

Natürliche Ressourcen sind wirkungsvoll zu schonen, indem Abfälle vermieden werden. Für eine ökologisch ausgerichtete Kreislaufwirtschaft haben Produktion und Konsum ihren Beitrag zu leisten.

→ Seite 50



Sichere Senken gewährleisten

Für nicht verwertbare Abfälle sind sichere Senken bereitzustellen. Das Freisetzungspotenzial der Schadstoffe in den Abfällen ist zu minimieren, indem diese gemäss dem Stand der Technik abgereichert, zerstört oder immobilisiert werden.

→ Seite 46

20

Saubere Kreisläufe

Die Abfall- und Ressourcenwirtschaft hat Schadstoffe konsequent auszuschleusen. Saubere Rohstoffe aus Abfällen dienen der Wirtschaft als Basis für neue Produkte und Dienstleistungen.

→ Seite 26

Der Kanton Zürich schliesst Kreisläufe und schont Ressourcen.

30

Kommunale Abfallwirtschaft

Die Bevölkerung beteiligt sich an einer hochwertigen Abfallwirtschaft. Die Siedlungsabfallentsorgung geniesst hohe Akzeptanz, ist ökologisch ausgerichtet, verursachergerecht finanziert und zukunftsfähig.

→ Seite 30

50

Entsorgungssicherheit und Energienutzung

Eine langfristige Planung hat die Entsorgungssicherheit zu gewährleisten. Auf veränderte Rahmenbedingungen muss die Planung dennoch flexibel reagieren können. Das Energiepotenzial in den Abfällen ist vermehrt und optimiert zu nutzen.

→ Seite 38

40

Abfallanlagen nach dem Stand der Technik

Abfallanlagen sind umweltgerecht und nach dem Stand der Technik zu errichten und zu betreiben. Wichtige ökologische Leistungen sind die Abreicherung und die Vernichtung von Schadstoffen und die Bereitstellung von sauberen Wertstoffen.

→ Seite 34

60

Belastete Standorte und Abfälle

Schadstoffe sind aus verschmutztem Aushub zu entfernen. Verwertbarer Aushub ist als mineralischer Rohstoff der Bauwirtschaft zuzuführen.

→ Seite 42



Urban Mining

Urban Mining dient als strategisches Werkzeug. Die optimierte Verwertung von Abfällen schont Rohstoffe, entlastet die Umwelt und spart Deponieraum.

Abfälle sind die Rohstoffe der Zukunft.



Phosphorhaltige Klärschlammasche nach Verbrennung des zentral verwerteten Klärschlamm; sie ist die Basis für die Phosphorrückgewinnung im Phosphor Mining.

Relevanz des Handlungsfelds

Die global stark steigende Nachfrage nach primären Rohstoffen trägt zu deren Verknappung und Verteuerung bei. Starke Abhängigkeiten von einzelnen Produzenten oder politisch wenig stabilen Produzentenländern führen zudem zu temporären Engpässen. Der ökologische Fussabdruck für die Schweiz besteht zu 40 % aus inländischen und zu 60 % aus ausländischen Belastungen; letztere werden bei der Bereitstellung der Importgüter im Herkunftsland erzeugt (BAFU, 2011²). Können wir Primärrohstoffe durch Ressourcen aus Abfällen ersetzen, resultiert im Vergleich mit der Primärproduktion in der Regel eine deutlich geringere Umweltbelastung und eine höhere Ökoeffizienz. Zudem werden wertvolle Ressourcen und Deponieraum geschont.

Die Erfahrungen aus dem Urban Mining machen deutlich, dass in vielem, was wir gemeinhin als Abfall bezeichnen, Ressourcen und Werte verborgen sind. Das Bewusstsein, dass die Schweiz dank dem jahrzehntelang wachsenden Konsum von rohstoffreichen Gütern und dem Aufbau von Infrastruktur heute ein ressourcenreiches Land ist, hat sich stetig entwickelt. Güter, die heute im Gebrauch sind, bilden ein Rohstoff- und Energielager, das zielgerichtet und effizient zu nutzen ist. Beispiele sind die Wiederverwendung von Rückbaustoffen, die Rückgewinnung von möglichst grossen Anteilen von Wertstoffen aus den Rückständen der Kehrlichtverwertungsanlagen (KVA) und Initiativen zur ökoeffizienten Phosphorrückgewinnung aus Klärschlamm.

Stoffkreisläufe schliessen mit Urban Mining

Abfälle im Kanton Zürich

Die gesamte **Abfallmenge** pro Jahr teilt sich auf in rund:



Stoffkreisläufe schliessen

Recycling: Anteil der Abfälle, die separat gesammelt und einer **stofflichen Verwertung** zugeführt werden: **36% 50% 81%**

Abfallanlagen sind umweltgerecht und nach dem **Stand der Technik** zu errichten und zu betreiben. Wichtige ökologische Leistungen sind die Bereitstellung von sauberen Wertstoffen sowie die Abreicherung von Schadstoffen.

Stoffliche Rückgewinnung aus thermischen Behandlungsprozessen

Thermische Behandlungsprozesse (z. B. KVA)



Energie aus allen thermischen Behandlungsprozessen

Deponien (sichere Senken)

Nicht verwertbare Abfälle sowie nicht verwertbare Rückstände aus thermischen Behandlungsprozessen gelangen in kontrollierte Deponien (sichere Senken).

Zwischenlagerung der Klärschlammmasse für künftige **Phosphor-Rückgewinnung (Phosphor Mining)**

Abb. 01 Schematische Darstellung des Urban-Mining-Konzepts.

Ausgangslage und Situationsanalyse

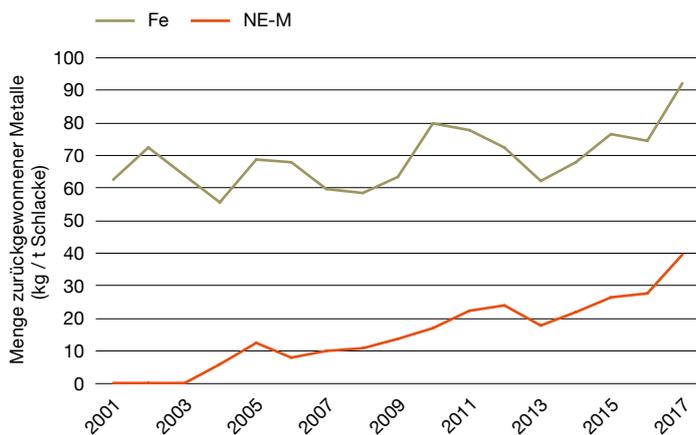


Abb. 02 Eisenmetalle (Fe) und Nichteisen-Metalle (NE-M) aus Schlacke von Zürcher KVA in Kilogramm pro Tonne Schlacke (gewichtete Mittelwerte inkl. Verunreinigungen, Indikator S01).

Dank der seit rund acht Jahren konsequent verfolgten Strategie des Urban Mining hat die Abfall- und Ressourcenwirtschaft des Kantons Zürich bedeutende Fortschritte erzielt. Separatabfälle werden seit langem erfolgreich gesammelt. Viel erreicht wurde zudem beim Einsatz von Rückbaustoffen, der Rückgewinnung von Wertstoffen aus Verbrennungsrückständen und der Verwertung von belastetem Aushub.

Die 2010 durch den Kanton mitgegründete Stiftung «Zentrum für nachhaltige Abfall- und Ressourcennutzung» (ZAR) hat sich in der Rohstoffnutzung aus Verbrennungsrückständen als «Vordenkfabrik» etabliert. ZAR entwickelt in Zusammenarbeit mit Industrie und Wissenschaft innovative Technologien im Grossmassstab und fördert deren Transfer in die Praxis. Damit wird der Stand der Technik weiterentwickelt.

Um Abfälle mit relevanten, noch ungenutzten Potenzialen zu ermitteln, wurde mit der ETH Zürich die Methode der Urban-Mining-Potenzialbetrachtung entwickelt. Die Ergebnisse für bestimmte Abfälle oder Substanzen werden in kompakten Stoffdossiers festgehalten. Die in diesen Faktenblättern publizierten Informationen schlagen den Akteuren der Abfallwirtschaft jeweils eine Reihe von konkreten Massnahmen vor.

Thermo-Recycling – ein neuer Prozess im Urban Mining.

Moderne Kehrriechtverwertungsanlagen sind ein wichtiger Teil der Verwertungs- und Recyclingkette: Aus Abfall gewinnen sie sauberen Strom, produzieren klimaneutrale Heizwärme und liefern die Schlacken und Flugaschen in Aufbereitungsanlagen an, die daraus kostbare Metalle zurückgewinnen. Die Zürcher Stiftung ZAR hat dafür das Thermo-Recycling-Verfahren entwickelt.



Wertvolle NE-Nichteisen-Metalle (5–8 mm) direkt aus dem Separationsprozess.



Metalle und andere Wertstoffe aus KVA-Rückständen

Basierend auf Erkenntnissen der Stiftung ZAR haben KVA-Betreiber des Kantons Zürich 2013 die ZAV Recycling AG gegründet. Ihr Hauptziel ist, möglichst viele Metalle aus der KVA-Schlacke wieder in den Kreislauf zu bringen und die Qualität der Restschlacke zu verbessern. Seit 2017 werden in Hinwil in der weltweit ersten Aufbereitungsanlage für trocken ausgetragene KVA-Schlacke pro Jahr rund 100 000 Tonnen Schlacke aus den KVA Hinwil, Horgen, Hagenholz (Zürich) sowie Monthey und Emmenspitz (Zuchwil) hocheffizient aufbereitet. Im Thermo-Recycling-Verfahren werden fast 100 % der in der Schlacke enthaltenen Metalle separiert, was 15 % der gesamten Schlackenmenge entspricht. Diese Zahlen belegen das grosse Potenzial der Schlacke. Mit der Rückführung der Metalle der ZAV Recycling AG in den Stoffkreislauf werden rund 60 000 Tonnen CO₂ pro Jahr eingespart. Zusammen mit der geringen Staubbelastung setzt die industrielle Anlage im Vergleich zu heute üblichen Anlagen neue Standards.

Die Erkenntnisse aus dem Trockenausstrag von Schlacke aus Zürcher Anlagen und der Schlackenaufbereitung in Hinwil finden weltweit Beachtung. Als Folge davon haben mehrere Anlagenbauer neue Konzepte und Produkte für den Trockenausstrag entwickelt. ZAR unterstützt die ZAV Recycling AG bei weiteren Optimierungen der Anlage. Die Durchführung von repräsentativen Stoffflussanalysen mit verlässlichen Methoden zur Probenahme im Routinebetrieb liefert wertvolle Informationen zur Nutzung weiterer interessanter Potenziale.

Ein weiterer Fokus der Aktivitäten liegt in der Optimierung der Metallrückgewinnung aus KVA-Flugasche bzw. aus den daraus gewonnenen Hydroxidschlämmen. Neben der Zink- und Kupferrückgewinnung liefert die Abreicherung der toxischen Schwermetalle Blei, Cadmium und Quecksilber einen wesentlichen ökologischen Beitrag. Die Erkenntnisse aus den Entwicklungsarbeiten konnten bzw. können bei der Einführung der Metallrückgewinnung aus Rauchgasreinigungsrückständen bei allen Zürcher KVA vorteilhaft eingesetzt werden. Abklärungen zu weiteren Optimierungen werden mit Unterstützung des ZAR auf einzelnen KVA vorgenommen. Auf Initiative des ZAR wurde zudem ein Projekt zum Nachweis der grossindustriellen Umsetzbarkeit der Zinkrückgewinnung gestartet. Das unter der Leitung des Verbands der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen (VBSA) stehende Projekt «SwissZinc» strebt eine Lösung an, welche die KVA-Hydroxidschlämme aus allen schweizerischen KVA aufbereitet.

Phosphor aus Klärschlamm und Klärschlammasche

Phosphor (P) ist eine lebenswichtige Ressource für den langfristigen Fortbestand von Mensch und Umwelt. Die Produktion und der Einsatz von primären Phosphorressourcen sind verbunden mit hohen Umweltbelastungen. Der Regierungsrat des Kantons Zürich beauftragte 2007 die Baudirektion, zusammen mit den relevanten Akteuren ein neues Klärschlamm-Entsorgungskonzept mit einer Nutzung der Ressource Phosphor zu erarbeiten. Mit der Inbetriebnahme der neuen zentralen Klärschlammverwertungsanlage (KSV) am Standort Werdhölzli steht seit Mitte 2015 Klärschlammasche als nutzbare Phosphorquelle bereit.

Zusammen mit dem spanischen Technologieunternehmen Técnicas Reunidas entwickelte die Stiftung ZAR ab 2015 im Auftrag des Kantons Zürich das nasschemische Verfahren Phos4Life® zur

Produktion einer technisch reinen, handelsüblichen Phosphorsäure aus Klärschlammasche. Nach erfolgreichem Abschluss der Laborversuche und der Microplant-Pilotierung im Batchbetrieb verlief auch die Pilotierung unter industriellen Bedingungen im Sommer 2018 erfolgreich. Auf Initiative des Kantons Zürich laufen seit Herbst 2017 zudem Abklärungen mit den Klärschlamm-inhabern und weiteren Akteuren, um die Phosphorrückgewinnung aus dem Abwasserpfad zu finanzieren und zu realisieren, die gemäss Bundesverordnungsrecht bis 2026 einzuführen ist. Die im Bericht «Verfahrenstechnische Marktanalyse für die Phosphorrückgewinnung aus dem Abwasserpfad» (2018) festgehaltenen Erkenntnisse können für die Umsetzung genutzt werden.

Rückbaustoffe

Aushub und mineralische Bauabfälle bilden mengenmässig mit Abstand die grössten Abfallkategorien im Kanton Zürich. Rund 80 % der Rückbaustoffe werden bereits wieder im Baubereich eingesetzt; unverschmutzter Aushub dient hauptsächlich der Wiederauffüllung von Kiesgruben. Während die Aushubmenge gemäss einer Modellrechnung zu Kies, Aushub und Rückbaumaterialien (KAR-Modell) künftig abnehmen wird, ist mit einer starken Zunahme der mineralischen Rückbaustoffe zu rechnen.

Im Strassenbau zeigen Modellrechnungen, dass die ausgebauten Asphaltmengen bei Beibehaltung der heutigen Verwertungspraxis künftig nicht mehr vollständig eingesetzt werden können. Ab 2026 ist die Verwertung und Ablagerung von Ausbauasphalt mit einer Belastung ≥ 250 mg polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAK) pro Kilo nicht mehr erlaubt; dieses Material ist dann für eine Verwertung oder Ablagerung aufzubereiten. Gegenwärtig sind entsprechende Behandlungsanlagen nur im Ausland im Einsatz, etwa in den Niederlanden.

Wie beim Ausbauasphalt fehlen für den Kanton Zürich bzw. die Schweiz auch beim Gips Anlagen, die solches Material von Baustellen annehmen. Gemäss VVEA Art. 17 ist auf Baustellen Gips von den übrigen Bauabfällen zu trennen. Art. 12 VVEA sieht eine Verwertung nach dem Stand der Technik vor.

Die Baudirektion hat mit den Branchenverbänden arv Baustoffrecycling Schweiz und FKB (Fachverband für Kies- und Transportbetonwerke im Kanton Zürich) am 9. April 2018 eine Kooperationsvereinbarung unterzeichnet.

Der Kanton Zürich ist reich an Rohstoffen.

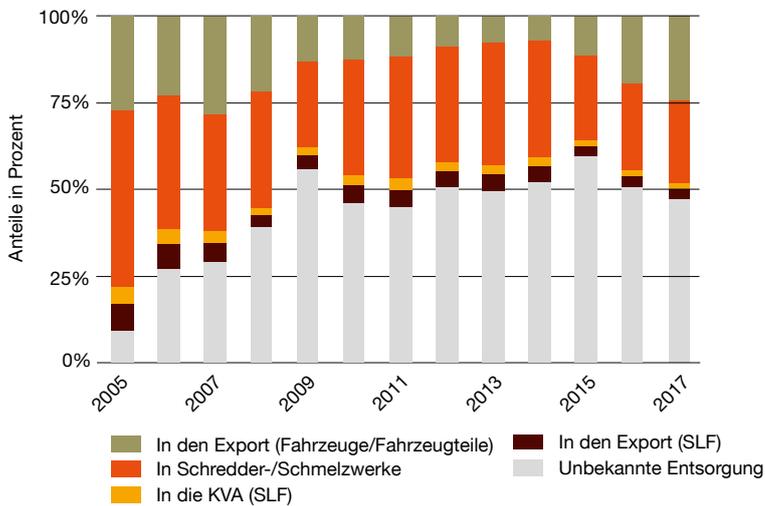


Abb. 03 Verwertungswege von Fahrzeugen/Fahrzeugteilen und der Schredder-Leichtfraktion (SLF) im Vergleich (Indikator DAF01).

Zweites Leben für fruchtbaren Boden

Fruchtbarer Boden, der auf Baustellen abgetragen wird, darf nicht auf Depo-nien entsorgt werden, sondern ist als Boden, z. B. zur Aufwertung landwirt-schaftlicher Böden in der Umgebung, zu verwerten. Dies schont die kostbare Ressource Boden, steigert den land-wirtschaftlichen Ertrag und vermeidet weite Lastwagenfahrten. Auf grossen, zusammenhängenden Flächen gelingt eine solche Aufwertung am besten. Darum hat die Baudirektion über den ganzen Kanton verteilt grosse Flächen eruiert, die sich für Aufwertungen eigen. Das Projekt «Standortevaluation für grossflächige landwirtschaftliche Bodenverbesserungen» läuft unter Fe-derführung des Amtes für Landschaft und Natur. Unter www.boden.zh.ch/bo-denverbesserungen finden sich weitere Angaben zum Projekt.

Handlungsbedarf

Metalle und andere Wertstoffe aus KVA-Rückständen

Entwicklungsarbeiten zur optimierten Rückgewinnung von Metallen wie Eisen, Nichteisen-Metallen und Edelstahl (z. B. rostfreier Stahl) aus KVA-Schlacke werden als ökologisch sehr vorteilhaft beurteilt. Deshalb besteht Handlungsbedarf:

- die bestehende Metallrückgewin-nung (Fe, NE) ist weiter zu steigern;
- die Rückgewinnung der umwelt-relevanten Edelstahlfraktion (rostfreier Stahl) ist zu forcieren;
- die Möglichkeiten der forcierten Rückgewinnung mineralischer Be-standteile (Glas, Keramik, Gips etc.) sind zu untersuchen;
- die Qualität der metallischen Frak-tionen ist zu steigern; unerwünschte Verunreinigungen sind zu beseitigen.

Mit der damit geschaffenen Plattform Kies für Generationen setzen sich die Parteien gemeinsam dafür ein, dass mi-neralische Rückbaustoffe verstärkt als Bauprodukte in den Wirtschaftskreis-lauf zurückgeführt werden.

Elektrische und elektronische Geräte sowie Altfahrzeuge

Elektrische und elektronische Geräte sind nicht nur Träger von Schadstoffen, sie enthalten auch viele wertvolle Stoffe. Die Verordnung über die Rückgabe, die Rücknahme und die Entsorgung elektrischer und elektronischer Geräte (VREG) soll mit dem Ziel revidiert werden, dass die Verwertung der Abfälle durch alle Anbieter finanziert wird. Der Stand der Technik in der Entsorgung wird voraussichtlich im Rahmen einer Vollzugshilfe neu festgelegt werden.

Viele in der Schweiz ausgediente Fahr-zeuge werden als Occasionen nach Osteuropa oder Afrika exportiert. Nur ungefähr 50 % der in der Schweiz aus dem Verkehr gezogenen Fahrzeuge wurden im Jahr 2017 Schredder- oder Schmelzanlagen im In- und Ausland zugeführt (Abb. 03). Ein Viertel des in Schredderanlagen zerkleinerten und sortierten Materials (RESH) wurde ther-misch verwertet.

Aushub aus belasteten Standorten

Dank der Behandlungs- bzw. Verwertungsregel können jährlich mehrere 100 000 Tonnen belasteten Aushubs der Verwertung zugeführt werden. Details können dem Kapitel zum Handlungs-feld «Belastete Standorte und Abfälle» (Seite 42) entnommen werden.

Nicht nur die Metallrückgewinnung aus der Schlacke ist zu optimieren, auch die Qualität der Restschlacke ist weiter zu verbessern, um eine emissionsarme Ab-lagerung zu ermöglichen. Zu beachten sind hierbei vor allem die Gehalte an leichtlöslichen Salzen und an gelösten organischen Kohlenstoffen (DOC). Die-sem Aspekt wird im Handlungsfeld «Ab-fallanlagen nach dem Stand der Tech-nik» (Seite 34) Rechnung getragen. Auch bei der KVA-Flugasche lohnt es sich aus ökologischer und ökonomischer Sicht, Schwermetalle weitergehend zurück-zugewinnen und diese optimaler zu ver-werten. Edelmetalle sind einzubeziehen.

Als Basis für diese Massnahmen sind fundierte Stoffflussanalysen zu erstellen. Optimierungen haben sich an der Öko-

effizienz (Aufwand/Nutzen) zu orientieren. Die Weiterentwicklung verlässlicher Methoden zur Probenahme ist voranzutreiben.

Phosphor aus Klärschlamm und Klärschlammасhe

Im Bereich Phosphor strebt die Baudirektion des Kantons Zürich folgendes Vorgehen an: Nachdem die Pilotierung des Phos4Life®-Verfahrens erfolgreich abgeschlossen wurde, führt die Stiftung ZAR zusammen mit dem Technologiepartner Técnicas Reunidas und im Auftrag betroffener bzw. interessierter Trägerschaften bis Mitte 2020 ein konkretes Vorprojekt durch. Dieses soll standortbezogen die Grundlagen für einen definitiven Investitionsentscheid liefern. Die Erkenntnisse aus dem Vorprojekt werden unter Einbezug weiterer aktueller Entwicklungen im Rahmen einer zweiten Verfahrenstechnischen Marktanalyse (VTMA) mit den Akteuren geteilt. Basierend auf diesen Ergebnissen könnten Planung und Bau einer zentralen P-Rückgewinnungsanlage durch eine zu etablierende Trägerschaft in Angriff genommen werden.

Rückbaustoffe

Beim Beton- und Mischabbruch ist die Nachfrage nach Recycling-Baustoffen im konstruktiven Betonbau zu erhöhen. Für Ausbauasphalt sind weitere Verwertungswege zu erschliessen. In Frage kommen die Anpassung technischer Normen und ein verstärkter Einsatz mineralischer Rückbaustoffe bei öffentlichen Beschaffungen. Weitere Massnahmen sind bei der Umsetzung der Kooperationsvereinbarung mit der Branche zu prüfen.

Als bedeutender Bauherr im Strassenbau kann der Kanton Zürich die Mengenströme des Ausbauasphalts beeinflussen. Ausbauasphalt mit Belastung ≥ 250 mg PAK pro Kilo könnte zum Beispiel – bei entsprechender Verfügbarkeit – einer Aufbereitungsanlage im Inland zugeführt werden. Auch für den erwarteten überschüssigen Ausbauasphalt mit < 250 mg PAK pro Kilo ist ein Verwertungsweg zu entwickeln. Hier ist die künftige Vorgehensweise in Abstimmung mit weiteren Kantonen und unter Einbezug der Akteure in der Praxis festzulegen. Beim unverschmutzten Aushub ist zu klären, wie gross das Potenzial für eine weitergehende Aufbereitung ist. In Kiesgruben sollte nur Material abgelagert werden, das für eine Rückgewinnung von Gesteinskörnung ungeeignet ist.

Die BAFU-Richtlinie «Verwertung mineralischer Bauabfälle» (sogenannte Bauabfallrichtlinie) wird durch die VVEA-Vollzugshilfe «Verwertung mineralischer Rückbaumaterialien» abgelöst. Bei der Neufassung ist darauf zu achten, dass die Erfahrungen des Kantons Zürich und seiner Betriebe einfließen.

Über die Einführung der Privaten Kontrolle beim Rück- und Umbau ist die Verwertung von Gips anzugehen, die heute kaum erfolgt. Durch eine offene Kommunikation mit möglichen Verwertern sollen Akteure animiert werden, entsprechende Investitionen zu tätigen.

Elektrische und elektronische Geräte sowie Altfahrzeuge

Es braucht Untersuchungen, welche die Wertstoffpotenziale elektrischer und elektronischer Geräte und mögliche grosstechnische Nutzungen beleuchten. Basierend auf der VREG hat das BAFU den Stand der Technik für die Rückgewinnung von Wertstoffen – künftig auch von seltenen technischen Metallen – aus schadstoffbefreiten Bestandteilen elektrischer und elektronischer Geräte festzulegen. Insbesondere aufgrund des Zürcher Anlagenparks kann sich das AWEL an den erforderlichen technischen Abklärungen beteiligen und seine Erkenntnisse im Rahmen der Abklärung des Stands der Technik einbringen.

Künftig sollen seltene technische Metalle auch aus elektrischen und elektronischen Fahrzeugbestandteilen verwertet werden. Aktuell laufen umfangreiche Abklärungen durch die Empa. Es braucht eine zweckmässige Triage für die zielgerichtete Demontage und umfangreiche technische Aufarbeitung der sortierten Fraktionen. Die technische Machbarkeit und der wirtschaftlich vertretbare Aufwand sind zu ermitteln.

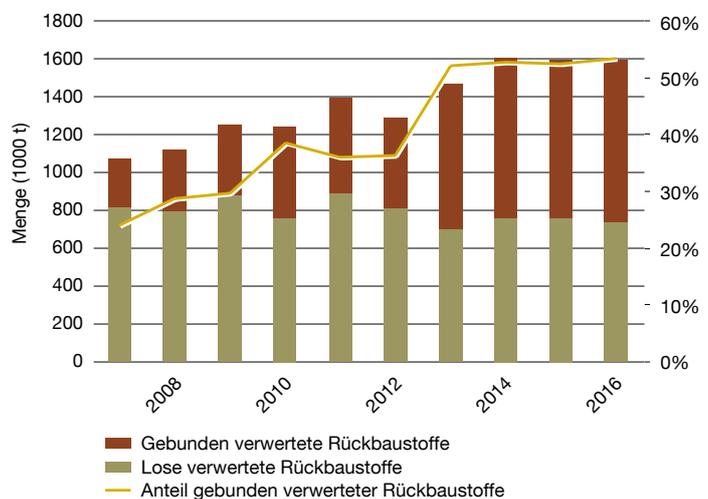


Abb. 04 Verwertete mineralische Rückbaustoffe (Indikator RB01).

Massnahmen



Bereich Rückstände aus KVA und Klärschlammverbrennung

Abfallart bzw. Abfallanlage

Betroffene Ziele (siehe Seite 10)

Erfolgskontrolle, Auflistung der Indikatoren

<p>1. Metallrückgewinnung aus der KVA-Schlacke weiter optimieren (Eisen, Nichteisen-Metalle, Edelstahl, seltene technische Metalle insbesondere auch Neodym)</p>	KVA/Schlacke	① ② ④	S01: Anteil separierter Metalle aus der Schlacke
<p>2. Technische Machbarkeit der Rückgewinnung von mineralischen Fraktionen aus KVA-Schlacke prüfen (Glas, Keramik, Gips etc.) und allenfalls Prozess einführen</p>	KVA/Schlacke	① ② ④	Kein Indikator
<p>3. Metallrückgewinnung aus Flugasche vorantreiben a) Projekte für die direkte Metallrückgewinnung unterstützen b) Forcierte Schwermetallabreicherung aus Flugasche prüfen und umsetzen; auch mit Ascherückführung</p>	KVA/Flugasche	① ② ④	Kein Indikator
<p>4. Vorprojekt für Phos4Life®-Verfahren mitinitiiieren und unterstützen (Vorprojekt)</p>	Klärschlammasche (Phosphor)	① ② ④	Kein Indikator
<p>5. Koordinative Massnahmen auf nationaler Ebene begleiten/unterstützen: a) In Steuergruppe VTMA mitarbeiten b) Gründung einer Trägerschaft begleiten c) Etablierung einer Lösung zur Finanzierung des Baus einer P-Rückgewinnung aus Klärschlammasche (KSA) unterstützen</p>	Klärschlammasche (Phosphor)	① ② ④	Kein Indikator

Bereich Bauabfälle und Rückbaumaterialien

<p>6. Bei der neuen VVEA-Vollzugshilfe «Verwertung mineralischer Rückbaustoffe» die Erfahrung des Kantons Zürich einbringen</p>	Mineralische Rückbaustoffe	① ② ③	Kein Indikator
<p>7. Massnahmen zur Rückführung von mineralischen Rückbaustoffen in den Wirtschaftskreislauf bestimmen und umsetzen mit der Recycling- und Kiesbranche und der Plattform Kies für Generationen</p>	Mineralische Rückbaustoffe	① ② ③	RB01: Verwertete mineralische Rückbaustoffe
<p>8. Studie zur Verwertung von Ausbauasphalt realisieren; Erkenntnisse in der künftigen Vorgehensweise beim Ausbauasphalt berücksichtigen</p>	Ausbauasphalt	① ② ③ ④	Kein Indikator
<p>9. Studie zum Potenzial der Rückgewinnung von Gesteinskörnung aus unverschmutztem Aushub erstellen; allenfalls Umsetzung auslösen</p>	Unverschmutzter Aushub	① ② ③	Kein Indikator
<p>10. Gipsrecycling im Rahmen der Privaten Kontrolle Rück- und Umbau fördern: Umsetzung bilanzieren</p>	Rückbaustoffe, Bauabfälle	① ② ④	Kein Indikator
<p>11. Verantwortung der öffentlichen Hand verstärkt wahrnehmen (z. B. Submissionen, Vorreiter)</p>	Rückbaustoffe, Bauabfälle	① ② ③ ④	Kein Indikator

Bereich elektrische und elektronische Geräte sowie Altfahrzeuge

12. Ermittlung Potenzial und Machbarkeit zur Rückgewinnung seltener technischer Metalle unterstützen , Abklärungen zum Stand der Technik unterstützen	Elektrische und elektronische Geräte sowie Altfahrzeuge	① ② ④	Kein Indikator
--	---	-------	----------------

Allgemein

13. Potenzialbetrachtungen international verfolgen und sofern sinnvoll unterstützen	Alle	① ② ③ ④	Kein Indikator
14. Urban-Mining-Thematik aktiv kommunizieren und (nationale/internationale) Diskussion der Erkenntnisse verfolgen sowie aktiv daran teilnehmen; Netzwerke pflegen und ausbauen	Alle	① ② ③ ④	Kein Indikator
15. Erfolgs- und Wirkungskontrolle bei Urban-Mining-Aktivitäten entwickeln und umsetzen	Alle	① ② ③ ④	Kein Indikator
16. «Design for Recycling» punktuell unterstützen (z. B. rückbaufähig bauen)	Alle	① ② ③ ④	Kein Indikator

Saubere Kreisläufe

Die Abfall- und Ressourcenwirtschaft hat Schadstoffe konsequent auszuschleusen. Saubere Rohstoffe aus Abfällen dienen der Wirtschaft als Basis für neue Produkte und Dienstleistungen.

Rohstoffe aus Abfall gefährden Mensch und Umwelt nicht.



Gebäuderückbau Pfarrhaus Erlenbach

Relevanz des Handlungsfelds

Mit der Schliessung von Stoffkreisläufen durch das Recycling können die Ressourceneffizienz erhöht und Umweltschäden im Vergleich zur Primärgütererzeugung reduziert werden. Diese Kreislaufwirtschaft wird nicht nur in der Schweiz, sondern auch in der EU und global immer stärker angestrebt. Damit aus dem Ersatz von Primärmaterialien der gewünschte Umweltnutzen resultiert, muss allerdings auch die Qualität der sekundären Ressourcen stimmen. Denn ein unqualifiziertes Recycling kann negative Effekte auf Mensch und Um-

welt haben. So können gesundheitlich bedenkliche Schadstoffe in den Recyclingprozess gelangen und bei ausbleibender oder ungenügender Abtrennung in neue Konsumgüter gelangen, wo sie auf den Menschen schädliche Wirkung ausüben können. Denken wir nur an Kunststoffbecher, Kinderspielzeug, Baumaterialien und anderes. Auch Störstoffe, welche in der Kreislaufwirtschaft ungenügend ausgeschleust werden, können den Einsatz von sekundären Ressourcen erheblich beeinträchtigen (beispielsweise Kupfer in Stahl).

Ausgangslage und Situationsanalyse

Es gibt immer mehr Anzeichen dafür, dass das Schliessen der Kreisläufe zu Schäden und Risiken für Mensch und Umwelt führen kann, wenn Schad- und Störstoffe nicht ausreichend eliminiert werden. Der Qualitätsaspekt muss deshalb ebenso beachtet werden wie der Mengenaspekt.

Aus Projekten der Baudirektion zur verstärkten Schliessung von Stoffkreisläufen (z. B. Phosphor Mining oder Thermo-Recycling/Metallrückgewinnung aus KVA) konnten wesentliche Erkenntnisse gewonnen werden. Auch dank der Behandlung von verschmutztem Aushub aus belasteten Standorten gemäss dem Stand der Technik und den Vorgaben der Behandlungsregel für verschmutzte Bauabfälle konnte eine qualitativ gute Schadstoffentfrachtung erreicht werden.

Einführung Private Kontrolle beim Rück- und Umbau

In der Bauwirtschaft wird die Schadstoffentfrachtung konsequent vorangetrieben. Für Bauvorhaben, bei denen mit Schadstoffen zu rechnen ist oder über 200 m³ Bauabfälle anfallen, ist der Baubewilligungsbehörde gemäss VVEA seit Anfang 2016 ein Entsorgungskonzept einzureichen. Dieses ist für Baugesuche, die seit dem 1. Juni 2018 erfolgen, gemäss einem Entscheid des Regierungsrats durch eine befugte Fachperson im Voraus zu prüfen. Diese Fachkompetenz gewährleistet, dass die Ziele der hohen Verwertung und Trennung der Schadstoffe erreicht werden. Zudem werden die Bauverwaltungen entlastet. Für die Einführung der Privaten Kontrolle hat die Baudirektion im Jahr 2018 über 70 befugte Fachpersonen ausgebildet (siehe auch Fokus auf Seite 54: «Übergeordnete Strategie zur Steuerung der Bauabfälle»).

Fremdstoffgehalte in Kompost und Gärgut

Die Inspektion der Kompostier- und Vergärungsanlagen ist an den Verein Inspektorat der Kompostier- und Vergärbranche Schweiz delegiert. In den letzten Jahren hätten alle Anlagen die Prüfung weitgehend bestanden, wäre da nicht die Produktqualität. Die neuen Anforderungen, welche die Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV) bezüglich Fremdstoffgehalten an Kompost und Gärgut stellt, werden heute vielfach nicht eingehalten.

Die verarbeitete Menge an biogenen Abfällen auf den Zürcher Kompostier- und Vergärungsanlagen hat kontinuierlich zugenommen. Bei steigenden Mengen werden heute drei Viertel der Abfälle der Vergärung und ein Viertel der Kompostierung zugeführt (Abb. 5). Der grösste Teil wird durch Anlagen mit über 5000 Tonnen pro Jahr verarbeitet. Die in der Regel kleineren landwirtschaftlichen Vergärungsanlagen behandeln rund 10 % und die Feldrandkompostieranlagen etwa 5 % der biogenen Abfälle.

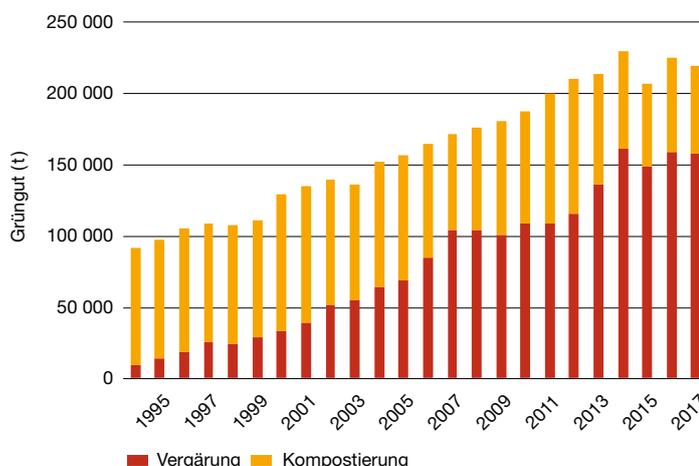


Abb. 05 Verarbeitungsmengen in Vergärungs- und Kompostierungsanlagen (Indikator B01).

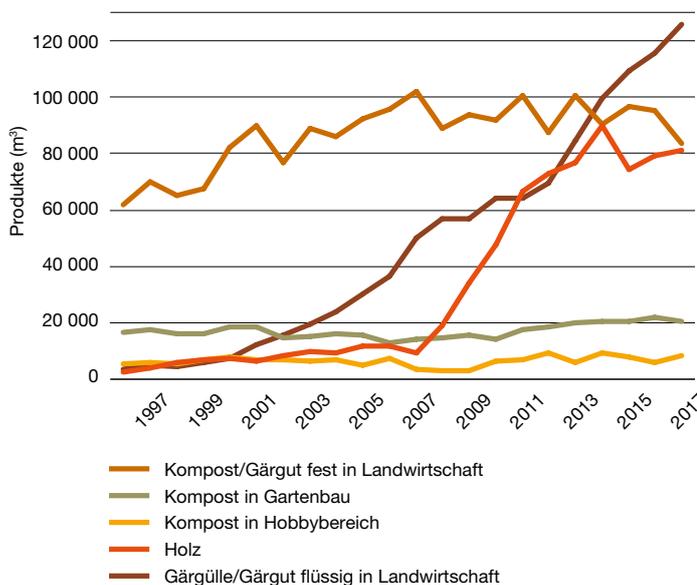


Abb. 06 Absatzentwicklung der Produkte aus Kompostier- und Vergärungsanlagen (Indikator B03).

Handlungsbedarf

Rohstoffe aus Abfällen und primäre Rohstoffe sind gleichwertig.

Quellen der Verschmutzung durch Kunststoffe ermitteln

Feldmessungen im Bereich Kunststoffe haben in der Schweiz und im Ausland ergeben, dass durch das Recycling Schwermetalle, bromierte Flammschutzmittel oder Phtalate in Konsumgüter (wie Kinderspielzeuge oder Kunststoffbecher) gelangen. Es müssen Grundlagen zur Priorisierung der Schadstoffe sowie zu ihren Quellen und Pfaden erarbeitet werden, um danach geeignete Recyclingstrategien zu entwickeln.

Produktqualität bei Kompost und Gärgut

Um die Produktqualität bei Kompost und Gärgut zu verbessern, sind Massnahmen für die ganze Prozesskette zu entwickeln – angefangen von den Konsumentinnen und Konsumenten über das Sammelunternehmen bis zur Entsorgungsanlage. Zu betrachten ist auch die Relevanz der Verbreitung von Neophyten in der Prozesskette. In der Verwertung sind innovative Vermarktungsansätze zu unterstützen.

Entsorgungskonzepte als strategisches Instrument

In der Bauwirtschaft müssen gemäss VVEA für Boden, Aushub, Rückbaumaterial und mit Neophyten belastetem Untergrund Entsorgungskonzepte erstellt werden. Diese können als strategisches Instrument zur Schadstoffentfrachtung und Förderung der Verwertung genutzt werden. Bauherren und Planer sind entsprechend zu sensibilisieren und zu informieren. Die kom-

munalen Bauverwaltungen sind in ihrer Aufgabe zu begleiten und falls erforderlich zu unterstützen.

Eine solche wirkungsvolle Unterstützung bilden die neu eingeführte Private Kontrolle beim Rück- und Umbau (PK 3.11) und diejenige für Aushub aus belasteten Standorten (PK 3.10). Mit einem Controlling sind diese Privaten Kontrollen in den nächsten Jahren eng zu begleiten. Unter Einbezug der beteiligten Fachverbände und weiterer Fachleute sind Umsetzung und Wirkung der Privaten Kontrollen zu verfolgen und bei Bedarf Anpassungen vorzunehmen.

Öffentliche Hand soll Vorbild sein

Die öffentliche Hand hat das Potenzial, mit ihren Projekten und Strategien eine Vorreiterrolle wahrzunehmen. Es ist anzustreben, dass sie aufgrund ihrer Bedeutung als Bauherr auch bei der Schadstoffsteuerung in der Entsorgung bzw. dem Einsatz von saubereren Produkten aus sekundären Ressourcen eine wegweisende Rolle übernimmt, so beispielsweise beim Ausbauasphalt.

Voraussetzung dazu ist das Bereitstellen von normengerechtem Material unter wirtschaftlich tragbaren Verhältnissen. Umzusetzen ist der Stand der Technik bei der Aufbereitung und Verwertung von Ausbauasphalt, dies in Abhängigkeit von dessen Schadstoffgehalt. Als Indikator für die Verwertung kommt der Recyclinganteil bei neuen und sanierten Strassen in Betracht.

Massnahmen



Abfallart bzw. Abfallanlage

Betroffene Ziele (siehe Seite 10)

Erfolgskontrolle, Auflistung der Indikatoren

<p>1. Erarbeitung von Grundlagen zu prioritären Schadstoffen begleiten a) Quellen und Expositionspfade ermitteln b) geeignete Recyclingstrategien entwickeln</p>	Kunststoffabfälle	① ②	④	Kein Indikator
<p>2. Transparenz zu qualitativen und quantitativen Aspekten der Recycling-systeme schaffen (Stoffströme, Erfüllung von Qualitätsanforderungen)</p>	Kunststoffabfälle Rückbaumaterialien	① ②	④	Kein Indikator
<p>3. Prozesse zur ökoeffizienten Schadstoffentfrachtung und -zerstörung weiterentwickeln; mit diesen Prozessen Stoffkreisläufe schliessen</p>	Thermo-Recycling in KVA (Metalle, mineralische Stoffe; Phosphor Mining aus Klärschlamm; Rückbaumaterialien)	① ②	④	Kein Indikator
<p>4. Entsorgungskonzepte als Instrument zur Steuerung der Bauabfälle einsetzen (Schadstoffentfernung, Verwertung)</p>	Rückbaumaterialien in Hoch- und Tiefbau; Boden; Aushub; mit Neophyten belasteter Untergrund	① ②	④	Siehe Handlungsfelder «Urban Mining» und «Sichere Senken gewährleisten»
<p>5. Controlling einsetzen, um Funktion und Wirkung der Privaten Kontrolle Rück- und Umbau zu prüfen</p>	Rückbaumaterialien	① ②	④	Kein Indikator
<p>6. Vorbildfunktion der öffentlichen Hand wahrnehmen (z. B. Verwertung von Ausbauasphalt gemäss Stand der Technik)</p>	Rückbaustoffe, Bauabfälle	① ②	④	Kein Indikator Indikator für Ausbauasphalt prüfen
<p>7. Fremdstoffe und Neophyten in Gärgut und Kompost: Prozesse beurteilen, Massnahmen entwickeln und umsetzen</p>	Kompostier- und Vergärungsanlagen	③ ④		Beanstandungsquote prüfen, Fremdstoffe prüfen
<p>8. Produktnutzen von Kompost: Innovative hochwertige Anwendungen unterstützen</p>	Kompostier- und Vergärungsanlagen		④	Mengen in hochwertiger Anwendung prüfen
<p>9. Kommunikation der Erkenntnisse an Bevölkerung, Entsorger und Verwerter vorantreiben</p>	Alle	① ②	④	Kein Indikator

Kommunale Abfallwirtschaft

Die Bevölkerung beteiligt sich an einer hochwertigen Abfallwirtschaft. Die Siedlungsabfallentsorgung geniesst hohe Akzeptanz, ist ökologisch ausgerichtet, verursachergerecht finanziert und zukunftsfähig.

Siedlungsabfälle stecken voller Wertstoffe und Energie.



Die Entsorgung von Siedlungsabfällen obliegt den Gemeinden.

Relevanz des Handlungsfelds

Ohne Klärschlamm und Strassenabfälle, die in einem anderen Handlungsfeld thematisiert werden, fallen im Kanton Zürich pro Jahr etwa 740 000 Tonnen Siedlungsabfälle an. Dazu gehören Kehricht (inkl. Sperrgut) und die Separatabfälle aus privaten Haushalten sowie Abfälle mit ähnlicher Zusammensetzung aus Industrie-, Gewerbe- und Dienstleistungsbetrieben (Art. 3 Bst. a der Abfallverordnung VVEA).

Siedlungsabfälle umweltgerecht zu entsorgen ist eine Herausforderung, mit der sich die Gemeinden täglich konfrontiert sehen. Denn die Entsorgung dieser Abfälle und die Finanzierung der damit verbundenen Kosten durch kostendeckende und verursachergerechte Gebühren ist eine staatliche Aufgabe (Entsorgungsmonopol). Die Pflicht zur Entsorgung von Siedlungsabfällen hat

der Kanton Zürich den Gemeinden übertragen. Unter das Entsorgungsmonopol des Gemeinwesens für Siedlungsabfälle fallen auch Siedlungsabfälle im öffentlichen Raum (verursacht u. a. durch Littering).

Als übergeordnete Instanz nimmt die Baudirektion koordinierende, planende, beratende und informierende Aufgaben wahr und übt Tätigkeiten in der Aus- und Weiterbildung aus. Zentrale Arbeitsfelder sind das Erarbeiten, Umsetzen, Weiterentwickeln und Kommunizieren diverser Grundlagen – basierend auf Studien, Arbeitsgruppen, Fachgremien und Projekten mit externen Partnern – sowie Aktivitäten als Aufsichtsorgan im Vollzug. Das AWEL pflegt seit über 25 Jahren eine enge Zusammenarbeit mit den Zürcher Gemeinden und führt jährlich Gemeinde-seminare zur Abfallwirtschaft durch.

Ausgangslage und Situationsanalyse

80 % oder 585 000 Tonnen der eingangs definierten Siedlungsabfälle werden im Kanton Zürich aktuell durch die Gemeinden gesammelt und einer Verwertung zugeführt. Die restlichen 20 % sind Direktanlieferungen bei den Kehrichtverwertungsanlagen (KVA) bzw. Rückgaben über Sammelangebote des Handels (Rücknahmepflicht). Die kommunal gesammelten Mengen haben seit 1998 um 18 % zugenommen. Die Bevölkerung des Kantons Zürich hat im gleichen Zeitraum um 25 % zugenommen.

Rund die Hälfte des Siedlungsabfalls wird separat gesammelt und der stofflichen Verwertung zugeführt (Abb. 07). Unter den separat gesammelten Siedlungsabfällen sind die biogenen Abfälle mit Abstand die grösste Fraktion, gefolgt von Papier und Glas (Abb. 08). Bei den biogenen Abfällen wurde eine starke Erhöhung von 64 kg (1998) auf 82 kg pro Person und Jahr (2017) erreicht. Sie kann auf den Ausbau der Sammlungen und die Erweiterung um Rüst- und Speiseabfälle zurückgeführt werden. In den letzten fünf bis zehn Jahren nahm hier allerdings auch die Problematik der Fremdstoffe – insbesondere Plastik – in den Sammlungen zu (siehe Handlungsfeld «Saubere Kreisläufe», Seite 26). Bei Glas und Metallen stagnieren die separat gesammelten Mengen, beim Papier gingen die Mengen zurück und beim Karton nahmen sie zu.

Die VVEA hat den Geltungsbereich des staatlichen Entsorgungsmonopols für Siedlungsabfälle eingeschränkt. Gemäss der neuen Regelung fallen bei Unternehmen mit 250 oder mehr Vollzeitstellen per Definition keine Siedlungsabfälle mehr an, sondern nur noch übrige Abfälle. Ab 2019 entfällt für die Gemeinden der rechtliche Auftrag, Abfälle bei solchen Unternehmen zu entsorgen, und damit auch das Recht, entsprechende Abfallgebühren zu erheben. Das führt zu logistischen Umstellungen.

Nicht jeder darf Abfälle sammeln

Die Betreiber von Recyclingsystemen und insbesondere auch private (Entsorgungs-)Unternehmen verrichten heute zunehmend Dienstleistungen im Auftrag der Gemeinden. Doch häufig bieten sie auch Separatsammlungen und erweiterte Entsorgungsdienstleistungen ohne Zustimmung und Einbindung der Gemeinden an, beispielweise für Kunststoff und Verpackungen aus Haushalten (siehe Fokus 2, Seite 56). Ein solches Vorgehen ist nicht erlaubt, da Siedlungsabfälle unter das staatliche Entsorgungsmono-

pol fallen. Wer Siedlungsabfälle hat, darf ohne Zustimmung des Gemeinwesens grundsätzlich nur die vom Gemeinwesen zugelassenen Entsorgungswege bedienen.

Gemeinden sehen sich zudem mit neuen Entsorgungsbegehren der Bevölkerung konfrontiert. Das kann die Gemeinden unter Druck bringen, ihre Entsorgungsangebote auszubauen, um eine höhere gesellschaftliche Akzeptanz zu erreichen. Gleichzeitig haben sie die mittel- bis langfristige Planung der Entsorgungssicherheit und die entsprechenden Kapazitäten sicherzustellen (inkl. der damit einhergehenden Haftungsfragen), der Forderung des Umweltrechts (Art. 32 USG) und der Rechtsprechung nachzukommen, die Kosten möglichst zu minimieren sowie kostendeckend und verursachergerecht

durch Gebühren zu finanzieren. Zudem sind die Gemeinden verpflichtet, eine detaillierte und eigenständige Abfallrechnung innerhalb der Gemeinderechnung zu führen, abgegrenzt vom steuerfinanzierten Gemeindehaushalt.

Im Kanton Zürich sind die Sackgebühren wie auch die Abfallgrundgebühren seit 2000 deutlich gesunken (Abb. 09 auf Seite 32). Auch die Summe der kommunalen Logistik- und Verwertungskosten für Siedlungsabfälle pro Einwohner und Jahr sank in den vergangenen 20 Jahren um über 30 %, von Fr. 126.– auf Fr. 86.–. Die Entsorgungskosten für die Separatabfälle (biogene Abfälle, Papier und Karton, Glas und Metalle) machen mit Fr. 49.– pro Person und Jahr gut die Hälfte der Gesamtkosten aus. Davon entfällt der grösste Anteil auf die biogenen Abfälle.

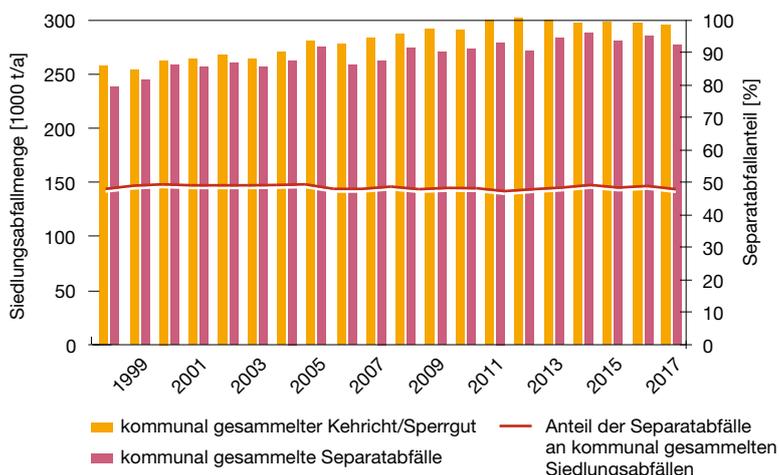


Abb. 07 Kommunal gesammelte Siedlungsabfälle (Indikator S18)

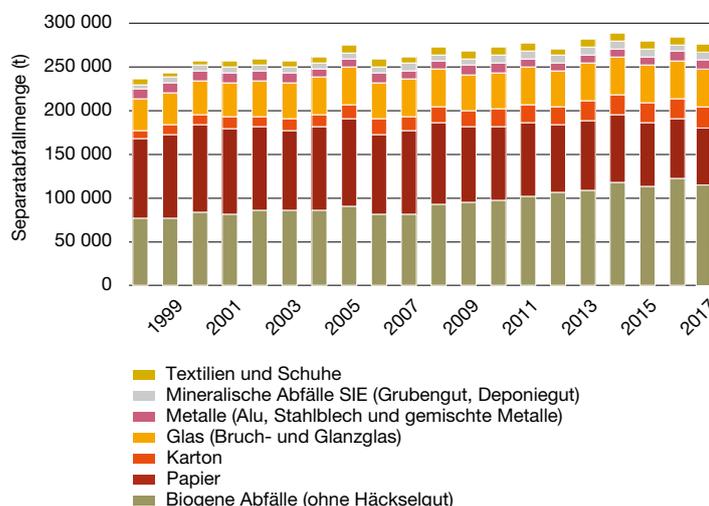


Abb. 08 Ausgewählte kommunal gesammelte Separatabfälle (Indikator S16)

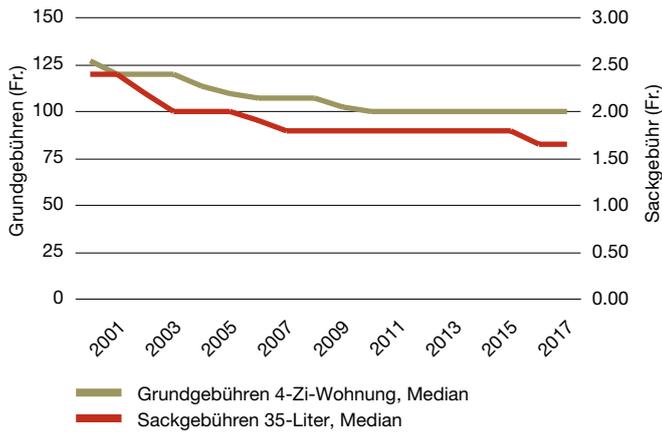


Abb. 09 Sackgebühr für einen 35-Liter-Sack und Grundgebühren für eine 4-Zimmer-Wohnung (Indikator S17)

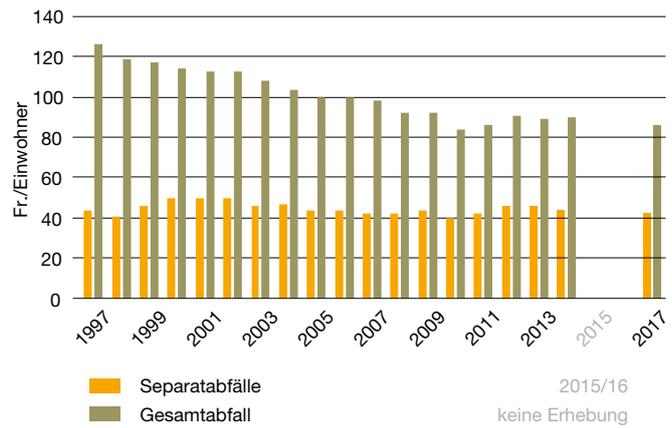


Abb. 10 Summe der kommunalen Entsorgungskosten (Logistik und Verwertung) (Indikator S14)

Handlungsbedarf

Die Siedlungsabfallwirtschaft im Kanton Zürich soll sich noch stärker an Ressourcenschonung und Kreislauf-führung ausrichten als heute; dabei ist die Reinigung der Stoffkreisläufe (siehe Handlungsfeld «Saubere Kreisläufe», Seite 26) zu berücksichtigen. Die verschiedenen Siedlungsabfallfraktionen stecken voller Wertstoffe und Energie, aber auch voller Schad- und Störstoffe. Alle Komponenten sind – dem Grundgedanken des Urban Mining entsprechend – in einer möglichst optimalen bzw. ausgewogenen Mischung aus stofflicher und thermischer Verwertung zu bewirtschaften.

Sammlung von Sonderabfällen aus Haushalten

Die durch die Baudirektion organisierten Sammlungen durch das Sonderabfallmobil und die Annahme durch die kantonale Sonderabfallsammelstelle Hagenholz sind weiterzuführen.

Separat sammeln stösst an Grenzen

Trends und Entwicklungen zeigen, dass viele Produkte in ihrer Zusammensetzung immer komplexer werden. Sie können nur unter grossem technischen und finanziellen Aufwand oder gar nicht recycelt werden. Dank dem Thermo-Recycling kann ein Teil der Wertstoffe aus solchen Produkten zurückgewonnen werden. Zudem ist für einige Fraktionen (z. B. viele Kunststoffarten) heute noch keine ökologisch und ökonomisch ausgewogene stoffliche Verwertung möglich. Andererseits wünschen sich die Konsumentinnen und Konsumenten einen Ausbau der Recyclingangebote und gleichzeitig möglichst gerin-

gen Aufwand bei der Sammlung. Hier stossen die klassischen und teilweise bereits sehr weit optimierten Separatsammlungen an ihre Grenzen. Design for Recycling und die Erweiterte Produzentenverantwortung sind mögliche Strategien, die diese Bedürfnisse bereits bei der Produktion berücksichtigen.

Erschwerend kommt hinzu, dass die Entsorgung von Siedlungsabfällen sowohl für den Endverbraucher wie auch für die Gemeinden und den Handel immer vielfältiger und aufwändiger wird. Mittlerweile stehen viele verschiedene Fraktionen, Systeme sowie neue Ideen für zusätzliche Sammlungen oder alternative Logistikkonzepte (z. B. Pilotversuch Farbsacksystem in der Stadt Bern) zur Wahl oder zur Diskussion. Für den Bereich Kunststoffe aus Haushalten sind unter Einbezug der Akteure ökologisch und ökonomisch vorteilhafte sowie verursachergerechte Lösungsansätze zu entwickeln und umzusetzen (siehe Fokus 2, Seite 56). Dabei sind Synergien durch die Zusammenarbeit von Privatwirtschaft und öffentlicher Hand zu nutzen.

Die gesamte Entsorgung der Siedlungsabfälle ist bezüglich ihrer Ökoeffizienz zu evaluieren und weiterzuentwickeln, dies abgestützt auf eine ganzheitliche Betrachtung (Life Cycle Assessment von der Produktion bis zum Recycling). Der Fokus soll auf jenen Aktivitäten liegen, die eine hohe umweltverbessernde Wirkung erzielen (siehe Ausblick, Seite 58). Die Indikatoren sind entsprechend anzupassen und mit den relevanten Akteuren der Schweizer Abfall- und Ressourcenwirtschaft umzusetzen.

Die Devise muss heissen: optimieren statt maximieren. Sammelquoten sind zwar gute Beobachtungsindikatoren, sie sagen aber wenig über die tatsächliche Verwertung und die Leistung eines ganzen Verwertungspfades aus. Ein erster Schritt in diese Richtung kann mit mehr Transparenz bei den Stoffströmen und Finanzflüssen sowie überarbeiteten Zielsystemen gemacht werden.

Massnahmen



Abfallart bzw. Abfallanlage



Betroffene Ziele (siehe Seite 10)



Erfolgskontrolle, Auflistung der Indikatoren

1. Sensibilisierung, Beratung und Kommunikation

Siedlungsabfälle

① ② ③ ④

Gemeindeseminare durchgeführt und evaluiert

- a) Gemeindeseminare durchführen; Austausch mit Gemeinden / Zweckverbänden pflegen
- b) Ausbildungsangebote unterstützen und mitgestalten
- c) Umsetzungs- und Entscheidungshilfen für Gemeinden erstellen (inkl. Kunststoffe)
- d) Bildung unterstützen und Akteure sensibilisieren

2. Unterstützung der Gemeinden im Vollzug

Siedlungsabfälle

① ② ③ ④

S14, S17, weitere bei Bedarf

- a) Gemeinden bei Umsetzung des angepassten Monopols für Siedlungsabfälle unterstützen
- b) Kompetenzen in der kommunalen Abfallwirtschaft klären und darüber informieren
- c) Hilfsmittel zur Vergabe und Konzessionierung öffentlicher Aufträge und Aufgaben entwickeln
- d) Empfehlungen zur finanziellen Führung der kommunalen Abfallwirtschaft (inkl. Gebühren, Kennzahlen, Abfallrechnung) anpassen
- e) Kommunale Abfallverordnungen prüfen und genehmigen
- f) Gemeinden im Vollzug des Ablagerungs- und Verbrennungsverbots beratend unterstützen

3. Siedlungsabfälle im öffentlichen Raum

Siedlungsabfälle im öffentlichen Raum

③ ④

Kein Indikator

Zu Massnahmen gegen das Littering informieren und beraten (z. B. Weiterentwicklung Littering-Toolbox).

4. Sammlungen und Logistik

Siedlungsabfälle

② ③ ④

S16, S18, weitere bei Bedarf

- a) Umfeld beobachten: v.a. neue Sammel-/Logistikkonzepte (inkl. Kunststoffe)
- b) Grundlagen zur optimierten Separatsammlung überarbeiten, ergänzen und kommunizieren

- c) Sammlungen für Sonderabfälle aus Haushalten weiterführen

Sonderabfälle aus Haushalten

Gesammelte Mengen

5. Mengenstatistik und Kennzahlen (finanziell und leistungsbezogen) der kommunalen Abfallwirtschaft

Siedlungsabfälle

② ③ ④

Einzelne Indikatoren noch zu entwickeln

- a) erheben, auswerten und kommunizieren
- b) bei Bedarf Hilfsmittel erarbeiten und bereitstellen

6. Entsorgungssicherheit durch Sammlung und Verwertung separat gesammelter Siedlungsabfälle

Diverse Separatabfälle

③

– Ressourceneffizienz im Vergleich
– Nutzwertanalyse unter Berücksichtigung der gesellschaftlichen Aspekte

- a) ökologische Umweltleistungen unter Berücksichtigung des Aufwands und der Convenience in der Sammlung evaluieren (Anregung bei BAFU)
- b) Ziele und Indikatoren festlegen, allenfalls mit dem Instrument Stand der Technik (BAFU in Abstimmung mit Kantonen)
- c) Darauf abgestützt Massnahmen festlegen und umsetzen (in Abstimmung mit BAFU)
- d) Öffentlichkeit über Leistungen der Abfallanlagen und Entsorgungssicherheit informieren



Abfallanlagen nach dem Stand der Technik

Abfallanlagen sind umweltgerecht und nach dem Stand der Technik zu errichten und zu betreiben. Wichtige ökologische Leistungen sind die Abreicherung und die Vernichtung von Schadstoffen und die Bereitstellung von sauberen Wertstoffen.

Urban Mining mit Stand der Technik!



Eine der vier Altholzschredderanlagen im Kanton Zürich.

Was heisst «Stand der Technik»?

Mit «Stand der Technik» (SdT) beschreiben Fachleute, was auf der Basis von gesicherten Erkenntnissen von Wissenschaft und Technik bei Verfahren oder Anlagen in der Praxis aktuell technisch machbar ist. Das Schweizer Umweltrecht schreibt bei Abfallanlagen zusätzlich vor, dass sie wirtschaftlich tragbar sein müssen. Der SdT kann verschiedene Varianten und Verfahren umfassen, die sich im Lauf der Zeit auch ändern und weiterentwickeln. Zentrale Beurteilungskriterien sind die ökologische Leistung, die Abreicherung und Vernichtung von Schadstoffen sowie die Bereitstellung von sauberen, marktfähigen Wertstoffen.

Relevanz des Handlungsfelds

Mit ihren über 200 Anlagen bewältigt die Abfallwirtschaft des Kantons Zürich jährlich über 6.3 Millionen Tonnen Abfälle; das entspricht 4.2 Tonnen pro Einwohner und Jahr (Tabelle 01). Es wird regelmässig kontrolliert, ob diese Abfallanlagen die abfall-, gewässerschutz- und weiteren umweltrechtlichen Anforderungen erfüllen. Im Rahmen der Erteilung der fünfjährigen Betriebsbewilligung und der VeVA-Bewilligung (für die Annahme von Sonderabfällen und anderen kontrollpflichtigen Abfällen) wird zudem überprüft, ob die Anlagen den Stand der Technik einhalten. Die Betreiber der Abfallanlagen stellen sich dem wachsenden Abfallmarkt, was immer wieder zu wesentlichen Anlagenerweiterungen führt, die eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) erfordern.

Ausgangslage, Situationsanalyse und Handlungsbedarf

Der Anlagenpark zur Entsorgung von Abfällen hat sich stetig weiterentwickelt. Aufgrund neuer Anforderungen des Umwelt- und Gewässerschutzrechts mussten immer wieder neue Entsorgungswege entwickelt und angeboten werden, was zu zusätzlichen Anlagentypen führte, beispielsweise für Bauabfälle ab den Neunzigerjahren (siehe Tabelle 01).

Im folgenden Text ist die Mehrheit der Anlagentypen beschrieben. Um Wiederholungen von Inhalten zu vermeiden, wird auf die Darstellung einiger Bereiche verzichtet: Verwertung von Elektroschrott, Entsorger von Altfahrzeugen, Klärschlammverwertung, Schlackenaufbereitung (alles abgehandelt im Handlungsfeld «Urban Mining», Seite 18); Behandlung von verschmutztem Aushub (im Handlungsfeld «Belastete Standorte und Abfälle», Seite 42); Kompostier- und Vergärungsanlagen (im Handlungsfeld «Saubere Kreisläufe», Seite 26).

Der Stand der Technik für einen bestimmten Abfall ist bis und mit Verwertung oder Ablagerung einzuhalten, sei dies im Kanton Zürich, ausserkantonale oder im Ausland. Deshalb ist bei den Exporten aus der Schweiz Transparenz anzustreben. Auch das Festlegen von branchenspezifischen Zielen kommt in Betracht. Bei den Massnahmen gilt die Maxime der Ökoeffizienz. Die Selbstkontrolle ist zu stärken, indem Zertifizierungen und andere Qualitätsmanagementsysteme bei der risikobasierten Überwachung berücksichtigt werden. Es wird eine effiziente Zusammenarbeit über die Fachstellen und Ämter angestrebt. Die Baudirektion soll zudem Innovationen fördern.

Bauabfallanlagen

Die Kontrolle von Bauabfallanlagen ist an den arv Baustoffrecycling Schweiz ausgelagert. Die Baudirektion des Kantons Zürich hat die Kontrolle auf die künftigen Herausforderungen ausgerichtet und die Anforderungen im Frühjahr 2018 in einer neuen Branchenvereinbarung festgelegt. Auf Anfang 2018 führte der arv mit ARVIS 4.0 ein neues webbasiertes System zur Inspektion der Bauabfallanlagen ein. Damit ist der gesamte Prozess der Inspektion und Materialbuchhaltung von allen Beteiligten zu jedem Zeitpunkt einsehbar und nutzbar.

Materialbuchhaltungen sind ein verlässliches Werkzeug, um die Einhaltung des Stands der Technik bei Bausperrgut-sortieranlagen zu beurteilen. Die Materialbuchhaltungen sind durch den Anlagenbetreiber zu erfassen, durch den

Anlagentyp	Anzahl (total ¹)	Mit Betriebsbewilligungen	Nur mit VeVA-Bewilligungen	Tonnen/Jahr (gerundet)
Sammeln				
Entsorger von Altreifen	50	0	40	mind. 12 000 ²
Mechanische Verfahren / Sortierung				
Baustoffrecyclinganlagen ³	43	38	5	2 712 000 ⁴
Behandlung von verschmutztem Aushub	5	5	0	700 000
Mehrstoffrecyclinganlagen	15	10	2	200 000
Schlackenaufbereitung, stationär	2	2	0	220 000
Altmetailanlagen	15	3	6	150 000
Altholzschredderanlagen	4	3	1	140 000 ⁵
Verwertung von Elektroschrott und Elektronikabfällen	15	1	14	50 000
Aufbereitung von Strassenabfällen (ohne mobile Anlagen)	8	2	6	41 000
Entsorger von Altfahrzeugen	9	0	9	mind. 11 000 ²
Sonderabfallsammelstellen	3	0	3	920
Biologische Verfahren				
Vergärungsanlagen	17	10	1	160 000
Kompostieranlagen	22	5	0	60 000
Thermische Verfahren				
Kehrichtverwertungsanlagen, inkl. KVA Josefstrasse	6	6	0	880 000
Klärschlammverwertung	1	1	0	90 000
Biomassekraftwerke	2	2	0	60 000
Ablagern				
Deponien	10	8	0	1 000 000

Tabelle 01 Anzahl Anlagen zur Entsorgung von Abfällen im Kanton Zürich, Zahl der Betriebs- und VeVA-Bewilligungen sowie Mengenumsatz 2017 (gerundet).

- Das Total kann höher sein als die Summe der Anlagen mit Bewilligung, weil kleine Anlagen keine Bewilligung benötigen.
- Die Dunkelziffer ist bei der Entsorgung von Altreifen und Altfahrzeugen besonders hoch. Grund: ungenügendes Datenmanagement der meist sehr kleinen Demontagebetriebe und hoher Anteil an illegaler Entsorgung.

- Bei den Baustoffrecyclinganlagen sind die Mengenumsätze von Bauschutt-aufbereitungsanlagen und Bausperrgut-sortieranlagen enthalten.
- Zahl von 2016
- Ausschliesslich reine Holzschredderanlagen; in Bausperrgut-sortieranlagen geschredderte Holzabfälle sind bei den Baustoffrecyclinganlagen enthalten.

Inspektor zu prüfen und durch die Behörde freizugeben.

Dank mobilen Brechern und der Vor-Ort-Verwertung auf Baustellen entfallen die Transportwege. Da auf Baustellen nicht dieselben gewässerschutzrechtlichen Vorkehrungen wie bei stationären Anlagen getroffen werden können, kommt

die Behandlung von externen Bauabfällen auf Baustellen nicht in Betracht. Es sind umweltrechtliche Anforderungen an die mobilen Brecher zu definieren.

Holzabfälle wie Paletten, Bauholz oder Möbel sind entsprechend ihrer Schadstoffbelastung bereits ab Entstehungsort getrennt zu entsorgen. Die Betreiber von



Abb. 11 Anteil gesamter organischer Kohlenstoff (TOC) in Schlacke in Gewichtsprozent; gewichteter Mittelwert aller Zürcher KVA (Indikator S09)

Altholzschredderanlagen unterscheiden heute zu wenig konsequent zwischen stofflicher und thermischer Verwertung. Die Qualitätssicherung ist durch eine externe, unabhängige Probenahme samt Schadstoffbestimmung zu ergänzen.

Biomassekraftwerke

Zwei Biomassekraftwerke im Kanton Zürich verarbeiten Altholz unterschiedlicher Qualität. Sie stehen vor der Herausforderung, dass sie lediglich Holzabfallarten entgegennehmen dürfen, auf welche ihre Abluftreinigungsanlage ausgerichtet ist. Zusammen mit ihren Lieferanten sind weiterhin geeignete Qualitätskontrollen wahrzunehmen. Bei Biomassekraftwerken ist nach wie vor ein hoher Ausbrand anzustreben und nachzuweisen. Die Rückgewinnung von Schwermetallen aus Filterstaub ist technisch machbar. Es ist zu abzuklären, ob dies als Stand der Technik eingeführt werden kann.

Altmetallanlagen und Mehrstoff-Recyclinganlagen

Betriebe mit Mengen über 100 Tonnen pro Jahr müssen ihre Prozesse, Sicherheitskonzepte und weitere Betriebsangaben in einem Betriebsreglement festhalten. Dadurch können Umweltkonformität bzw. Umweltleistungen transparent gemacht und den Behörden klar definierte Daten zu Mengen- und Schadstoffströmen kommuniziert werden. Die Betriebsreglemente müssen auf aktuellem Stand sein und im Rahmen der periodischen Kontrollen nachgeführt werden; so können sie auch als innerbetriebliches Führungsinstrument dienen. Dies erfordert idealerweise eine elektronische Plattform und ein gut strukturiertes, leicht anpassbares Reglement.

Die Sammel- und Sortierleistungen bei den einzelnen Metallarten sollen betrachtet, auf Verbesserungen geprüft und gegebenenfalls optimiert werden. Im Vergleich zur Primärproduktion weist das Recycling von Edelstahl und weiteren Metallen eine deutlich vorteilhaftere Ökobilanz auf. Gemäss einer Studie aus dem Jahr 2005 betragen Sammel- bzw. Recyclingquote von Edelstahl lediglich 71 % bzw. 62 %. Von den Edelstahlabfällen, die in die Entsorgung gelangen, finden 25 % den Weg in die Deponie (14 000 t/Jahr) und 9 % in den Kohlenstoffstahl (5000 t/Jahr). Auch letztere sind für eine funktionelle Verwertung somit verloren. In der Schweiz haben automatische, mit Sensorsystemen bestückte Sortiertechnologien zudem noch nicht Fuss gefasst.

Kehrichtverwertungsanlagen

Das Ausbrandverhalten in den Zürcher KVA konnte weiter verbessert werden (Abb. 11).

Die Rückgewinnung von Schwermetallen aus Flugasche gilt als Stand der Technik. Die KVA Hagenholz hat eine entsprechende Anlage gebaut und nimmt neben der eigenen Flugasche auch diejenige der KVA Horgen an. Diesen Prozess übernimmt für die KEZO Hinwil die KEBAG AG Zuchwil, für Limeco Dietikon die KVA Linth und für die KVA Winterthur voraussichtlich die KVA Basel.

Für gewisse Abfälle lohnt es sich aufgrund des Skaleneffekts, die Behandlung gemäss dem Stand der Technik für eine ganze Wirtschaftsregion oder darüber hinaus zu entwickeln. Dazu gehören zum Beispiel die Rückgewinnung von metallischem Zink aus Filterasche oder die Rückgewinnung von Phosphor. Dies erfordert eine gute Zusammenarbeit der Kantone.

Bausperrgutsortierung

2014 veröffentlichte das AWEL ein Dokument zum Stand der Technik bei Bausperrgutsortieranlagen. Seither müssen die Betriebe die Feinfraktion konsequent abscheiden und eine angemessene Verwertbarkeitsquote erreichen. In einer Anlage, die Feinfraktion aufarbeitet, konnte eine gute Umweltleistung bei weitestgehender Verwertung erreicht werden. Dadurch können umweltrelevante Emissionen aus Deponien vermieden sowie wertvoller Deponieraum eingespart werden (siehe Handlungsfeld «Sichere Senken gewährleisten», Seite 46).

Anlagen zur Aufarbeitung von Strassenabfällen

Strassensammlerschlämme werden heute vorwiegend in mobilen Saugfahrzeugen

Abfallwirtschaft mit Stand der Technik dynamisch entwickeln.

aufgearbeitet und einer stationären Aufbereitungsanlage für Strassenabfälle zugeführt. Während die Umweltleistung der mobilen Saugfahrzeuge im Wesentlichen bekannt ist und überwacht wird, ist nur wenig über jene der stationären Aufbereitungsanlagen bekannt. Solche Aufbereitungsanlagen nehmen neben aufbereitetem und nicht aufbereitetem Strassensammlerschutt auch Strassenwischgut entgegen. Für die stationären Anlagen ist der Stand der Technik abzuklären und einzufordern.

Vergärungsanlagen

Emissionen klimawirksamer Gase sind mittels geeigneter Massnahmen zu beschränken. Zur Konkretisierung wurde ein Stand der Technik für industriell-gewerbliche Vergärungsanlagen ermittelt. Dieser wird für bestehende Anlagen in den kommenden Jahren umgesetzt.

Entsorger von Altreifen

Der grösste Teil der ausgedienten Altreifen wird in Zementwerken thermisch verwertet. 2016 lag der Anteil, der im In- und Ausland stofflich verwertet wurde, bei 25 %. Viele Kleinhändler lagern Altreifen, ohne die Vorgaben des Gewässerschutzes und der Brandschutzvorsorge einzuhalten. Hier braucht es verstärkte Kontrollen und eine Sensibilisierung der Gemeinden für Brandschutzkontrollen.

Massnahmen



Alle Abfallanlagen

Abfallart bzw. Abfallanlage

Betroffene Ziele (siehe Seite 10)

Erfolgskontrolle, Auflistung der Indikatoren

1. Bei Bauvorhaben abfallrechtliche Beurteilung und Errichtungsbewilligung vornehmen (inkl. raumplanungsrechtliche Abklärung und UVP)

Alle Abfallarten und Abfallanlagen

① ② ③ ④

Anzahl beurteilter Bauvorhaben

2. Stand der Technik vollziehen unter Einbezug der abfallrechtlichen Betriebsbewilligung, Hochwasserschutz vollziehen

Alle Abfallarten und Bauabfallanlagen

① ④

Anzahl Betriebsbewilligungen

3. Kontrolle von Betrieb und Materialbuchhaltung einführen

Alle Abfallarten und Abfallanlagen

① ④

Anzahl Kontrollen

Mehrstoffrecycling- und Altmetallanlagen

4. Mit einfach nachführbarem Betriebsreglement SdT implementieren

Mehrstoffrecycling- und Altmetallanlagen

① ② ③ ④

Anzahl Betriebe mit Betriebsreglement

5. Verbesserte Sammel- und Sortierleistung bei Edelstahl prüfen und ökologisch bewerten

Mehrstoffrecycling- und Altmetallanlagen

① ②

Sammel- und Sortierquote Edelstahl prüfen

Strassenaufbereitungsanlagen

6. Strassenabfälle
Stand der Technik abklären

Stationäre Strassenaufbereitungsanlagen

③ ④

Verwertung, Restgehalte an Schadstoffen

Diverse Anlagen

7. Qualität KVA-Schlacke

- a) Ausbrand/TOC der Schlacke: Zielwert 2020 (= 0.5 Gewichts-%) erreichen
- b) Labor- und Pilotversuche zur Entwicklung emissionsarmer Restschlacke durch ZAR mit Partnern durchführen, allenfalls Prozess einführen

KVA

KVA

④

④

S05: TOC als Indikator für Ausbrand

Keine

8. Verminderung von Methanemissionen

Gewerblich-industrielle Vergärungsanlagen

④

Emissionsfracht

9. Nanopartikel-Emissionen bei Schredderanlagen beurteilen und Schutzvorkehrungen festlegen

Bausperrgutsortieranlagen und Elektro-schrott-Schredder

④

Kein Indikator



Entsorgungs- sicherheit und Energienutzung

Eine langfristige Planung hat die Entsorgungssicherheit zu gewährleisten. Auf veränderte Rahmenbedingungen muss die Planung dennoch flexibel reagieren können. Das Energiepotenzial in den Abfällen ist vermehrt und optimiert zu nutzen.

**Die Kapazitäts-
und Standort-
planung der KVA
ist langfristig.**



Energiezentrale der Stadtzürcher Kehrichtverwertungsanlage Hagenholz.

Relevanz des Handlungsfelds

Entsorgungssicherheit ist für unsere Gesellschaft selbstverständlich. Ist sie für einmal nicht gewährleistet, kann dies rasch sehr unangenehme Folgen haben (Platzprobleme, Geruchsstörungen, Hygieneprobleme, ja sogar Seuchengefahr) und unter Umständen grosse wirtschaftliche und ökologische Schäden auslösen. Abfallanlagen, wie Kehricht- oder Klärschlammverwertungsanlagen oder Deponien (siehe Handlungsfeld «Sichere Senken gewährleisten», Seite 46), sind Grossanlagen, die mit hohen Investitionen für den langjährigen Gebrauch erstellt werden. Ihre Kapazitäten lassen sich kurzfristig nur beschränkt an neue Bedürfnisse und Erkenntnisse anpassen. Es braucht eine langfristig ausgelegte Planung, die Anpassungen auf veränderte Rahmenbedingungen er-

möglicht. Die Planung ist so auszulegen, dass keine unnötigen Überkapazitäten aufgebaut werden und der Betrieb der Anlagen wirtschaftlich bleibt. Kehrichtverwertungsanlagen (KVA) werden in Zukunft zunehmend komplexe Materialien wie Komposite oder mit Nanomaterialien bestückte Abfälle entsorgen müssen. Damit erhalten sie in der Entsorgungssicherheit des Kantons ein noch höheres Gewicht.

In Abfällen wie Kehricht und Altholz steckt ein beträchtliches Energiepotenzial. Die thermische Behandlung der Abfälle generiert relevante Mengen an ökologisch wertvoller, CO₂-neutraler Energie. Strom aus KVA oder Altholzfeuerungen bzw. Biomassekraftwerken fällt das ganze Jahr als wertvolle Bandenergie an.

Ausgangslage und Situationsanalyse

Für die thermische Behandlung von Kehrriecht in KVA hat die Baudirektion im Jahr 2012 mit allen KVA-Trägerschaften die «Überprüfung der Kapazitäts- und Standortplanung der thermischen Verwertung von Abfällen im Kanton Zürich 2012–2035» festgelegt. Es wurde ein langfristig orientiertes 4-Standorte-Konzept (Abb. 14, Seite 40) vereinbart, das hohe ökologische und ökonomische Vorteile bei grösster Flexibilität hinsichtlich künftiger Änderungen aufweist. Diese Langzeitplanung wurde mit der Genehmigung des Massnahmenplans zur Abfall- und Ressourcenwirtschaft 2015–2018 durch die Baudirektion bestätigt.

Die regelmässige Überprüfung dieser KVA-Planung ergab vor zwei Jahren Anpassungsbedarf, denn das starke Bevölkerungswachstum hat höhere Abfallmengen zur Folge. Am 16. Januar 2018 wurde die aktualisierte Kapazitäts- und Standortplanung für 2012 bis 2035 verabschiedet. Danach stehen folgende grössere Investitionen an: die Erstellung einer dritten Ofenlinie in der KVA Hagenholz im Zusammenhang mit der Fernwärmeverbindungsleitung zum Standort Josefstrasse (Stilllegung 2020/21), der Neubau der KVA Hinwil bis ins Jahr 2025, der auf den Ersatz der zweiten Ofenlinie in der KVA Winterthur abgestimmt wird, und der Neubau der KVA Dietikon im Jahr 2032/33. Die KVA Horgen soll 2033 stillgelegt werden.

Zur Sicherstellung der Entsorgung der brennbaren Abfälle bei Revisionen, Pannen oder Störfällen besteht ein Revisions- bzw. Notfallplan.

Klärschlamm

Klärschlamm aus dem ganzen Kanton wird seit Mitte 2015 durch die Stadt Zürich in der neu erstellten zentralen Klärschlammverwertungsanlage (KSV) im Klärwerk Werdhölzli verwertet (Zuweisungsbeschluss des Regierungsrats vom 31. August 2012). Zur Sicherstellung der Entsorgung des Klärschlammes bei Revisionen, Pannen oder Störfällen besteht ein Revisions- bzw. Notfallplan.

Medizinische Abfälle

Die Vollzugshilfe des BAFU verlangt zumindest für infektiöse und flüssige medizinische Abfälle die direkte Aufgabe in den Feuerraum, ohne Zwischenlagerung im Müllbunker. Für die übrigen medizinischen Abfälle bestehen unterschiedliche Interpretationen der Anforderungen an die Verbrennung. Im Kanton Zürich verfügt die KVA Josefstrasse über die notwendigen Einrichtungen für grössere Mengen. Wenn diese Anlage

in wenigen Jahren ihren Betrieb einstellen wird, steht schweizweit nur noch wenig gleichwertige Entsorgungskapazität zur Verfügung.

Energienutzung

Die thermische Behandlung von Abfällen generiert heute grosse Mengen an ökologisch wertvoller, CO₂-neutraler Energie: 5 % des im Kanton Zürich verwendeten elektrischen Stroms und 6 % des Wärmebedarfs werden durch KVA (90 %) sowie durch Biomassekraftwerke und Vergärungsanlagen (zusammen rund 10 %) erzeugt. 2017 betrug die gesamte Energieproduktion aus Abfällen rund 1.4 TWh. Davon wurden rund 470 GWh als Strom abgesetzt, der Rest vor allem in Form von Fernwärme.

Mit dem Anlagepark der Zürcher KVA konnten die Stromproduktion von 2010 bis Ende 2017 um rund 25 % und die Wärmeproduktion zur Nutzung in Fernwärmesystemen sogar um mehr als 30 % gesteigert werden. Mit der geplanten weiteren Steigerung der Energienutzung, welche die kantonale KVA-Planung vorsieht, kann die Nettoenergieeffizienz (gewichtete verkaufte Energiemengen Strom und Wärme im Vergleich zur Abfallinputenergie) von rund 0.72 im Jahr 2017 bis 2030 nochmals um rund 15 % auf fast 0.83 gesteigert werden (Abb. 13). Dies erfolgt primär durch effizientere Technik bei den geplanten Neubauten und eine erhöhte Abwärmenutzung (Fernwärme, Gewächshäuser etc.).

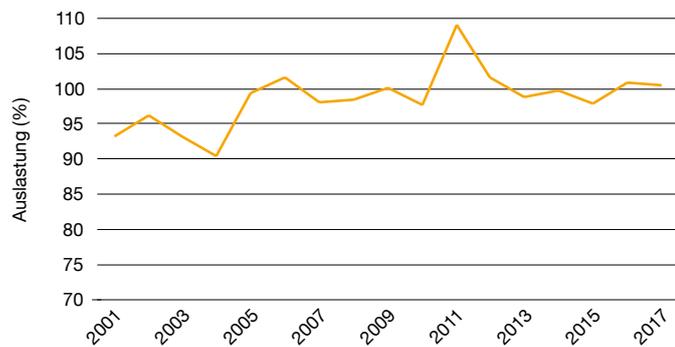


Abb. 12 Auslastung der KVA im Kanton Zürich von 2001 bis 2017; optimal ist eine Auslastungsziffer zwischen 90 und 100 % (Indikator S03).

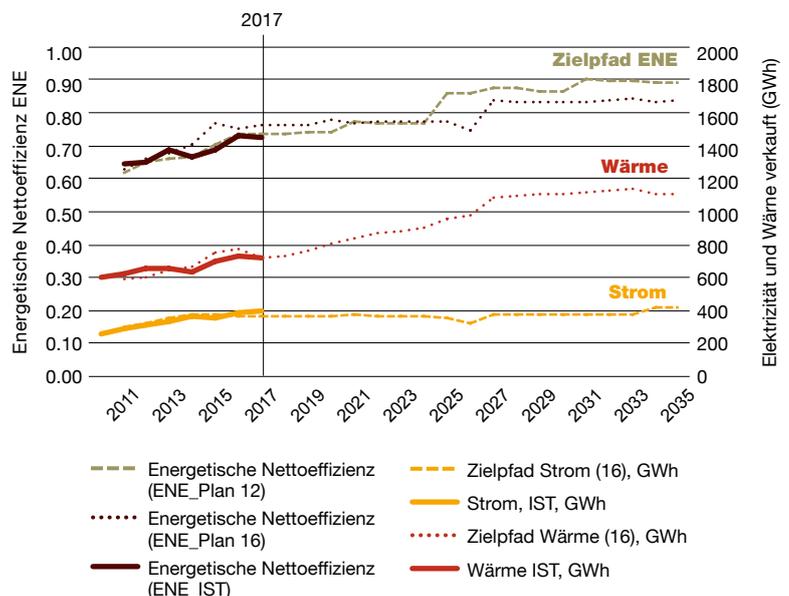


Abb. 13 Energienutzung in KVA anhand der verkauften Energiemengen Strom und Wärme sowie der energetischen Nettoeffizienz (Indikator S02).

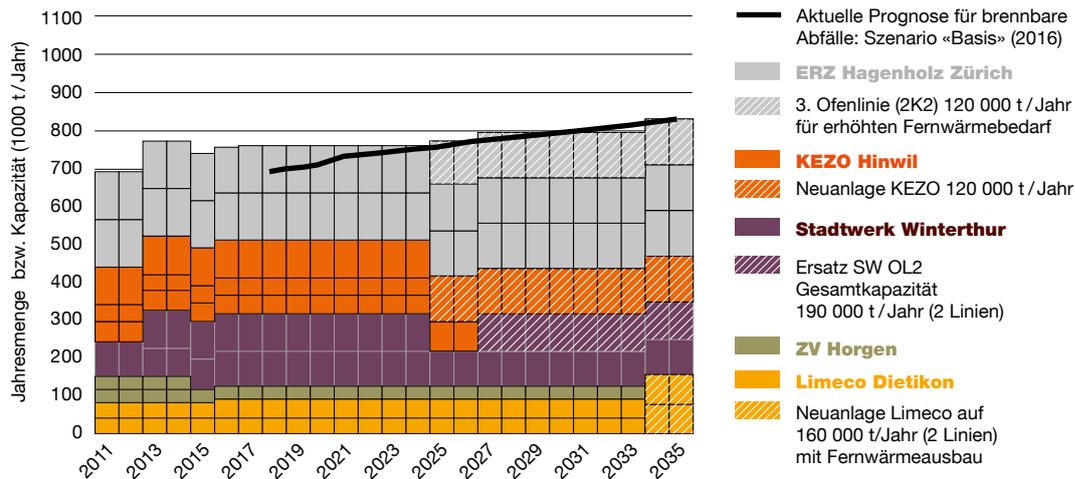


Abb. 14 Mengenszenario Basis in der aktualisierten Kapazitäts- und Standortplanung der KVA des Kantons Zürich vom 16. Januar 2018 in 1000 Tonnen pro Jahr.

Nicht direkt stofflich verwertbare, brennbare Abfälle sind wertvolle Energieträger und Wertstoffe.

Handlungsbedarf

Kehricht

Im kantonalen Richtplan sind die Mengen und Investitionszeitpunkte anzupassen; Grundlage dafür ist die Kapazitäts- und Standortplanung der thermischen Verwertung von Abfällen im Kanton Zürich 2012–2035, die am 16. Januar 2018 aktualisiert wurde. Auf der Basis des vereinbarten Controlling-Systems muss die Baudirektion die Kapazitäts- und Standortplanung auch künftig mit den Verantwortlichen aller Trägerschaften periodisch überprüfen. Durch dieses integrative Vorgehen werden die Trägerschaften bei der Planung und Umsetzung ihrer Investitionsvorhaben unterstützt. Der Kontakt und die Koordination mit Bund und Nachbarkantonen sind weiter zu pflegen. Der bestehende Notfallplan ist in Zusammenarbeit mit den Trägerschaften und der Zürcher Abfallverwertungs AG (ZAV) regelmässig zu überprüfen und bei Bedarf anzupassen.

Klärschlamm

Die Baudirektion unterstützt ERZ Entsorgung + Recycling Zürich als Betreiberin der KSV Werdhölzli bei Bedarf beratend hinsichtlich der optimalen Nutzung der bestehenden Kapazitäten. Die Entwicklung des Klärschlammfalls aus dem Kanton Zürich ist bezüglich der vorhandenen Kapazitätsreserve

der KSV zu beobachten. Die Entsorgung der Klärschlammmasche ist durch ERZ zu gewährleisten, ebenso eine spätere Rückgewinnung von Phosphor. Der bestehende Notfallplan ist durch die Baudirektion mit den Trägerschaften und der ZAV periodisch zu überprüfen und bei Bedarf anzupassen.

Medizinische Abfälle

Auf Seite des Bundes fehlt es an schweizweit verbindlichen Richtlinien bzw. einem einheitlichen Stand der Technik für die Entsorgung von medizinischen Abfällen. Speziell für KVA braucht es jedoch Vorgaben, wenn in Zürcher – oder in ausserkantonalen – KVA im Hinblick auf die Stilllegung der KVA Josefstrasse Investitionen in Ersatzkapazität erfolgen sollen. Entsprechende Einrichtungen müssen für einen wirtschaftlichen Betrieb ausgelastet sein.

Energienutzung

Mit der Umsetzung der Kapazitäts- und Standortplanung für KVA werden auch die energetischen Potenziale optimiert genutzt. Gemäss 4-Standorte-Konzept kann eine weitere bedeutende Steigerung der Energienutzung um rund 35 % erreicht werden, dies hauptsächlich dank erhöhter Wärmenutzung.

Massnahmen



Kehricht und Klärschlamm

Abfallart bzw. Abfallanlage

Betroffene Ziele (siehe Seite 10)

Erfolgskontrolle, Auflistung der Indikatoren

1. KVA-Standort- und Kapazitätsplanung und damit verbundene optimierte Energienutzung periodisch überprüfen mit Trägerschaften und ZAV	Kehricht	③	S03: Auslastung KVA S02: Energienutzung KVA
2. Bei Bedarf Anpassungen des Richtplans vornehmen (Mengen und Zeitpunkte)	Kehricht	③	Kein Indikator
3. Trägerschaften bei der Umsetzung geplanter Investitionsvorhaben begleiten, um die Entsorgungssicherheit und eine Steigerung der Energieeffizienz zu gewährleisten	Kehricht	③	Kein Indikator
4. Koordination mit Bund und Nachbarkantonen pflegen	Kehricht	③	Kein Indikator
5. Entwicklung Klärschlammanfall aus dem Kanton Zürich beobachten	Klärschlamm	③	Kein Indikator
6. Notfallpläne periodisch überprüfen und bei Bedarf anpassen, mit Trägerschaften und ZAV	Kehricht, Klärschlamm	③	Kein Indikator

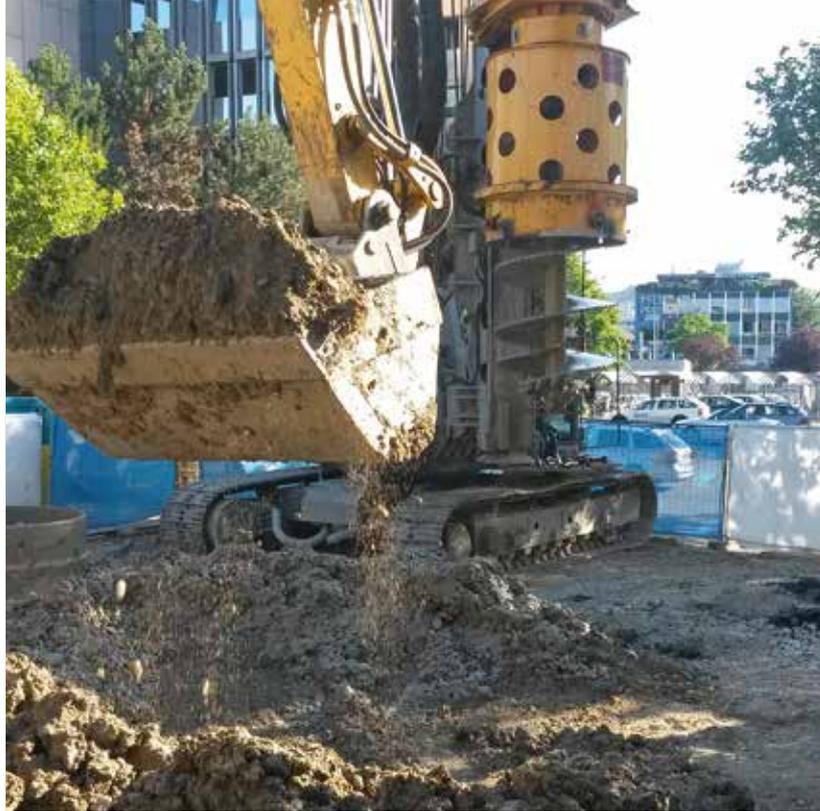
Andere Abfallarten

7. Sich an der Überarbeitung der Vollzugshilfe des Bundes zur Entsorgung von medizinischen Abfällen beteiligen; darauf hinwirken, dass Anforderungen an die Entsorgung gemäss dem Stand der Technik festgelegt werden	Medizinische Abfälle	③	Kein Indikator
8. Vollzugshilfe zur Entsorgung von medizinischen Abfällen im Kanton Zürich umsetzen	Medizinische Abfälle	③	Kein Indikator
9. Nachfolgelösungen für KVA Josefstrasse prüfen, zusammen mit Abfallproduzenten und Zürcher KVA-Trägerschaften	Medizinische Abfälle	③	Kein Indikator

Belastete Standorte und Abfälle

Schadstoffe sind aus verschmutztem Aushub zu entfernen. Verwertbarer Aushub ist als mineralischer Rohstoff der Bauwirtschaft zuzuführen.

Mit Stand der Technik zu sauberen Rohstoffen für die Bauwirtschaft.



Grosslochbohrung zur Sanierung eines mit Chlorkohlenwasserstoff (CKW) belasteten Standorts.

Relevanz des Handlungsfelds

Die Entsorgung verschmutzter Bauabfälle aus belasteten Standorten befreit die Umwelt von Schadstoffen. Die Bauabfälle werden in geeigneten Abfallanlagen behandelt; Schadstoffe werden entfernt und die gereinigten mineralischen Fraktionen verwertet. Die entfernten Schadstoffe werden vernichtet oder umweltgerecht abgelagert.

Damit mit verschmutzten Bauabfällen umweltgerecht umgegangen wird, hat der Kanton Zürich bereits 2005 eine Verwertungsregel aufgestellt. Er hat die allgemeine Verwertungspflicht gemäss Art. 12 VVEA, die sortenreine Trennung gemäss Art. 17 VVEA und die möglichst vollständige Verwertung gemäss Art. 19

VVEA konkretisiert. Die Verwertungsregel definiert Verwertungsquoten in Abhängigkeit von der Abfallqualität, sie ist etabliert und von allen Betroffenen akzeptiert. 2017 wurde die Verwertungsregel als Folge der Ablösung der TVA durch die VVEA überarbeitet, seither heisst sie Behandlungsregel.

Die Behandlungsregel trägt dazu bei, Deponieraum zu schonen und Planungssicherheit sowie Rechtsgleichheit zu gewährleisten. Sie richtet sich an alle Akteure bei Bauvorhaben auf belasteten Standorten (Bauherren, Planer, Altlastenberater). Dank Behandlungsprozessen können viele belastete Abfälle der Verwertung zugeführt werden.

Ausgangslage und Situationsanalyse

Die Untersuchung und Sanierung von belasteten Standorten ist eine Generationenaufgabe. Das AWEL setzt Leitplanken für den Umgang mit verschmutzten Bauabfällen aus belasteten Standorten. Neben der Untersuchung, Überwachung und Sanierung von belasteten Standorten umfasst das auch die Kontrolle von Abfallbehandlungsanlagen für verschmutzte Bauabfälle und von entsprechenden Verwertungswegen. Die intensiv überwachten Abfallbehandlungsanlagen werden im Rahmen der abfallrechtlichen Betriebsbewilligungen betreffend dem Stand der Technik (SdT) überprüft.

Umfangreiche Daten zu Bauabfällen

Im Kanton Zürich fallen jährlich durchschnittlich 600 000 Tonnen verschmutzte Bauabfälle von belasteten Standorten an, die im Kataster der belasteten Standorte (KbS) verzeichnet sind. Gut die Hälfte der verschmutzten Bauabfälle wird deponiert. Der Rest geht in die nassmechanische Behandlung (24 %) oder als Rohmehlersatz ins Zementwerk (9%). Kiesiges, überwiegend schwach verschmutztes Material gelangt direkt ins Baustoffrecycling (11 %). Die Zahlen stammen aus dem Altlasteninformationssystem ALIS des AWEL, in dem die Daten von etwa 7.5 Millionen Tonnen verschmutzten Bauabfällen aus den Jahren 2005 bis 2017 hinterlegt sind.

Mit etwa 40 % hält das schwach verschmutzte Material den grössten Anteil, wenig verschmutztes Material macht etwa 34 % und stark verschmutztes etwa 22 % aus. Mit rund 4 % ist der Anteil der Sonderabfälle klein; diese dürfen nicht auf schweizerischen Deponien abgelagert werden und sind zu behandeln. In Ausnahmefällen erfolgt ein Export. Bei Einhaltung der Grenzwerte gemäss Anhang 5 Ziffer 5 der VVEA (Deponie Typ E) können diese nach einer Behandlung abgelagert werden.

Die Güterflussdaten werden von den Gutachtern, die im Auftrag des Bauherrn die Baustelle treuhänderisch begleiten, in das Altlasteninformationssystem ALIS eingegeben. Damit kann das AWEL jederzeit eine differenzierte Kontrolle und Auswertung vornehmen, z. B. pro Baustelle.

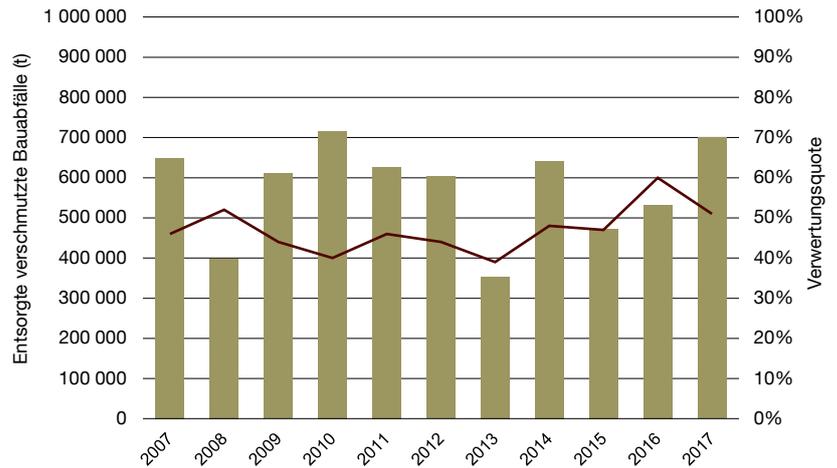


Abb. 15 Verschmutzte Bauabfälle von belasteten Standorten gemäss KbS: Mengen (Balken) und Verwertungsquote (Linie), (Indikator AL01).

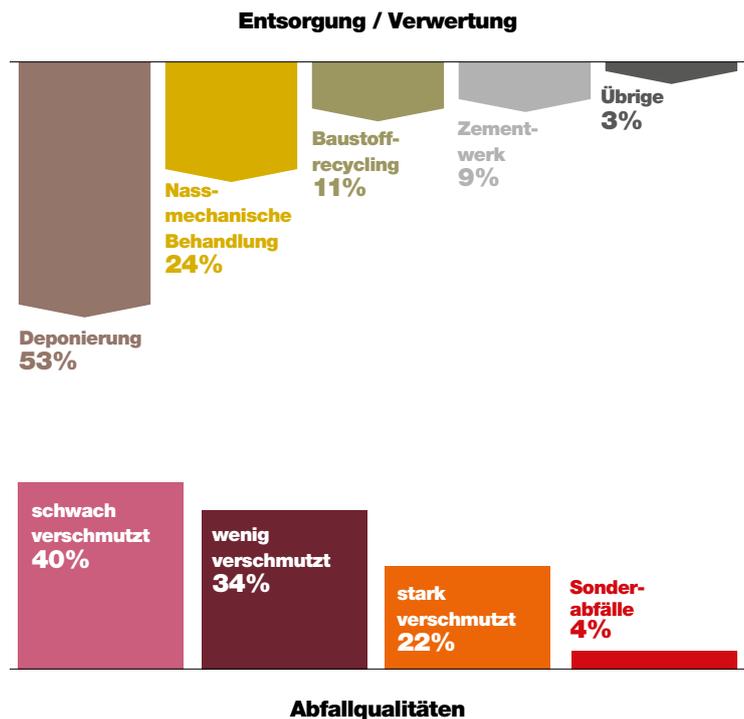


Abb. 16 Durchschnittliche Qualitäten und Anteile bei der Entsorgung von verschmutzten Bauabfällen (2005–2017).

Sanierungen von Schiessanlagen vorantreiben

Die Sanierungen von Schiessanlagen sind voranzutreiben und verbunden mit einer Optimierung der Arbeitsprozesse effizient vom AWEL zu begleiten. Werden die Anlagen weiter betrieben, sind sie spätestens bis 2020 oder bei der Dekontamination nach dem Stand der Technik mit künstlichen Kugelfangsystemen auszurüsten. Bei Kugelfängen, die in Grundwasserschutzzonen liegen, wurden bis auf drei Kugelfänge alle bereits saniert (1. Priorität). In 2. Priorität sind diejenigen Kugelfänge mit einer Einwirkung auf das Grundwasser oder ein Oberflächengewässer bis 2020 zu sanieren. Bis 2023 werden zwei Drittel der sanierungsbedürftigen Kugelfänge saniert sein.

Harmonisierung der Bodenschutz- und der Altlasten-Verordnung

Im Bereich Bodenschutz plant das BAFU eine Harmonisierung, die unter anderem auch die Anpassung bestehender Sanierungswerte umfasst. Die entsprechenden Auswirkungen sind bei der Planung von Behandlungs- und Deponieraumkapazitäten sowie dem Bedarf an Ersatzmaterial für dekontaminierte Flächen zu berücksichtigen. Erst wenn die Auswirkungen von Beurteilungswerten abgeklärt sind und deren Umsetzung im konkreten Vollzug machbar ist, sollen diese in die Praxis einfließen.

Massnahmen



Abfallart bzw. Abfallanlage



Betroffene Ziele (siehe Seite 10)



Erfolgskontrolle, Auflistung der Indikatoren

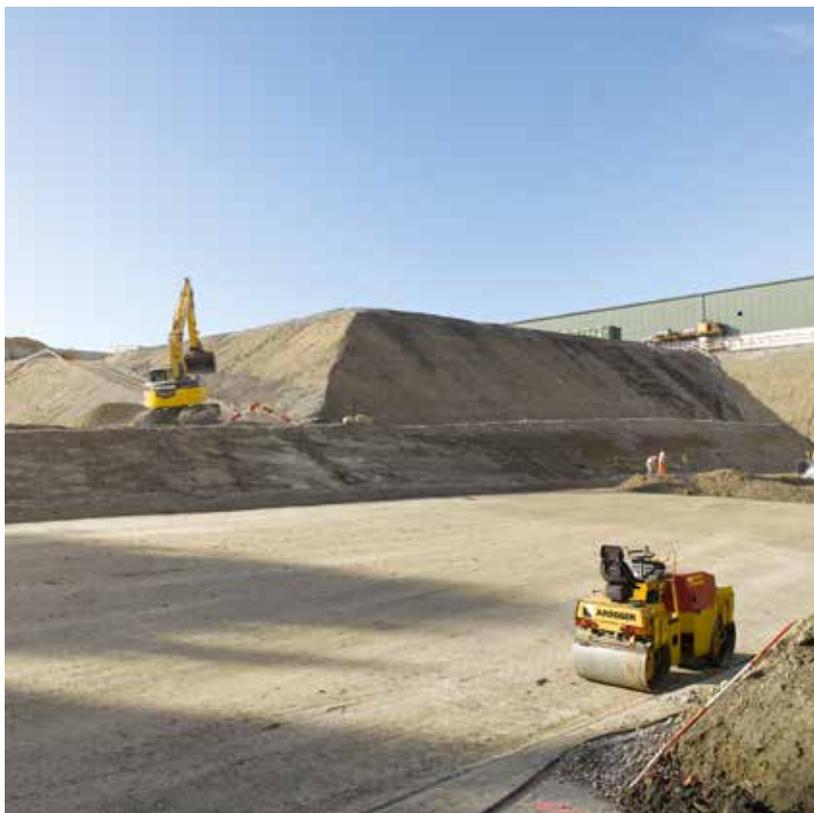
1. Voruntersuchungen nach Bedarf auslösen und altlastenrechtlich begleiten (insgesamt etwa 600 untersuchungsbedürftige Standorte)	Verschmutzte Bauabfälle	①	④	Zuweisung Sachbearbeiter und Kontrolle im Einzelfall		
2. Generationenprojekt bis etwa 2025 durchführen; danach Status beurteilen und Fazit ziehen	Verschmutzte Bauabfälle	①	④	Controllingbericht		
3. Stand der Technik für die Abfallbehandlungsanlagen kontrollieren und bei Bedarf ergänzen; neues SdT-Dokument entwickeln	Verschmutzte Bauabfälle	②	③	④	In abfallrechtlicher Betriebsbewilligung prüfen	
4. Kontrolle der Behandlungsregel fortführen; danach Bilanz ziehen	Verschmutzte Bauabfälle	①	③	④	Kontrolle pro Baustelle mit dem ALIS	
5. Schiessanlagen-Sanierungen vorantreiben; verbunden mit einer Optimierung der Arbeitsprozesse effizient begleiten	Kugelfangmaterial		④	Zeitliche Vorgaben einhalten und überprüfen		
6. PFAS schutzgutbezogen untersuchen; neue Vorgehensweise etablieren	Verschmutzte Bauabfälle	①	④	Risikoabschätzung		
7. Harmonisierung der Bodenschutz- und der Altlasten-Verordnung; neue Ziele prüfen und neue Vorgehensweise etablieren	Verschmutzte Böden und Bauabfälle	①	②	③	④	Überprüfung der Massenströme



Sichere Senken gewährleisten

Für nicht verwertbare Abfälle sind sichere Senken bereitzustellen. Das Freisetzungspotenzial der Schadstoffe in den Abfällen ist zu minimieren, indem diese gemäss dem Stand der Technik abgereichert, zerstört oder immobilisiert werden.

Trotz Vermeidung und Verwertung brauchen wir letzte Senken.



Bau einer Deponie für Abfälle der Typen C-E

Deponietypen A–E

Deponie Typ A (Aushub):

Unverschmutzter Aushub und Ausbruch, unbelasteter und für Verwertung ungeeigneter Boden, Geschiebe aus Geschiebesammlern

Deponie Typ B (Inertstoffe):

Wenig verschmutztes Aushubmaterial, verschiedene mineralische Bauabfälle sowie Flachglas

Deponie Typ C (Reststoffe):

Rauchgasreinigungsrückstände, Ofenauskleidungen, (schwer)metallhaltige Behandlungsrückstände

Deponie Typ D (Schlacke):

Kehrichtschlacke, schwermetallabgereicherte Filterasche aus KVA, Bildschirmglas

Deponie Typ E (Reaktorstoffe):

Abfälle von Hochwasser- und Brandereignissen, asbesthaltige Abfälle, nicht brennbare Bauabfälle aus Verbundstoffen, Feinanteile aus der Behandlung von Bauabfällen.

Relevanz des Handlungsfelds

Die im Kanton Zürich auf Deponien vom Typ B bis E abgelagerte Abfallmenge nimmt weiterhin zu; sie betrug in den letzten vier Jahren im Mittel rund 1 Million Tonnen. 2016 wurde ein Höchstwert von 1.2 Mio. Tonnen erreicht – nahezu eine Tonne pro Einwohner/in und Jahr. Diese Abfallströme beanspruchen ein sehr grosses Deponievolumen. Sämtliche heute betriebenen Deponien zeichnen sich durch einen hohen technischen Standard aus. Deponien des Typs B können dank ihren emissionsarmen Abfällen ihr Sickerwasser direkt in den Vorfluter einleiten und daher als sichere letzte Senken bezeichnet werden. Abfälle mit höheren Schadstoffgehalten bergen ein Risiko für Umweltschäden und erfordern eine lange und damit kostspielige Nachsorgezeit. Die austretenden schadstoffbelasteten Abwässer werden gefasst und einer ARA zugeführt. Wir sprechen hier lediglich von sicheren Senken.

Kiesabbau und Aushubeinbau halten sich mit je rund 3 Mio m³ pro Jahr seit dem Jahr 2000 ungefähr die Waage (Abb. 20 auf Seite 48). Doch jährlich müssen rund 1 Mio. m³ Aushub aufgrund der fehlenden Ablagerungsmöglichkeit im Kanton Zürich in die Nachbarkantone oder nach Deutschland exportiert werden. Im Süden des Kantons bestehen zudem nur wenige Möglichkeiten zur Ablagerung von unverschmutztem Aushub. Die Aushubablagerung auf Kiesgruben gilt als Verwertung, da dadurch die Landschaften wieder intakt gestellt werden können. Da das saubere Material keine Schadstoffe emittiert, sprechen wir auch hier von sicheren letzten Senken.

Ausgangslage und Situationsanalyse

Deponien (Typen B–E)

Nach Jahren des Nettoexports aus dem Kanton Zürich hat sich allmählich ein Gleichgewicht von Import- und Exportmengen für Deponiematerial entwickelt (Abb. 17). Die Gründe dafür dürften im gestiegenen Angebot an Deponien und besonderen Behandlungsangeboten liegen.

Es besteht heute ein sehr grosser – und zunehmender – Bedarf an Senkenkapazität für Abfälle, die in Deponien sicher abzulagern sind. Die Menge an abgelagertem Inertstoff (Deponie Typ B) hat sich in den letzten fünf Jahren ungefähr verdoppelt. Festzustellen ist zudem ein Rückgang von Reststoff (Deponie Typ C) seit 2009 und parallel dazu eine stete Zunahme von Reaktorstoff (Deponie Typ E). Der Anstieg von KVA-Schlacke (Deponie Typ D) hat sich in den letzten drei Jahren abgeschwächt. Die grossen Schwankungen beim Deponietyp B ergeben sich aufgrund einzelner Grossprojekte (Abb. 18).

Die im kantonalen Richtplan festgesetzten Deponien verfügten Ende 2017 über ein Restvolumen von rund 16 Mio m³. Bei den heutigen jährlichen Ablagemengen reicht dieses für 19 Jahre, sofern zwei Drittel der Standorte im vorgesehenen Ausmass genutzt werden können. Das bau- und gewässerschutzrechtlich bewilligte Deponievolumen der zehn im Kanton Zürich betriebenen Deponien (inkl. Deponie Chalberhau) entspricht bei Typ B einer Vorhaltdauer von vier Jahren und bei allen anderen Deponietypen (C–E) einer Dauer von acht Jahren (Abb. 19).

Sonderabfälle

Für Sonderabfälle braucht es sichere Senken: Sie sind separat zu sammeln und in besonderen Anlagen gemäss dem Stand der Technik thermisch zu zerstören oder immobilisiert abzulagern. Ein separater Bericht «Sonderabfälle und andere kontrollpflichtige Abfälle im Kanton Zürich, 2014–2017» stellt die Sonderabfallflüsse umfassend dar. Rund 90 % der im Kanton Zürich entsorgten Sonderabfälle bestehen aus mineralischen Abfällen sowie Behandlungsrückständen und Schlämmen. Die im Sonderabfallmobil und in der kantonalen Sonderabfallsammelstelle Hagenholz gesammelten Kleinmengen von Sonderabfällen aus Haushalten bewegen sich gegenüber früheren Jahren konstant auf einem hohen Niveau.

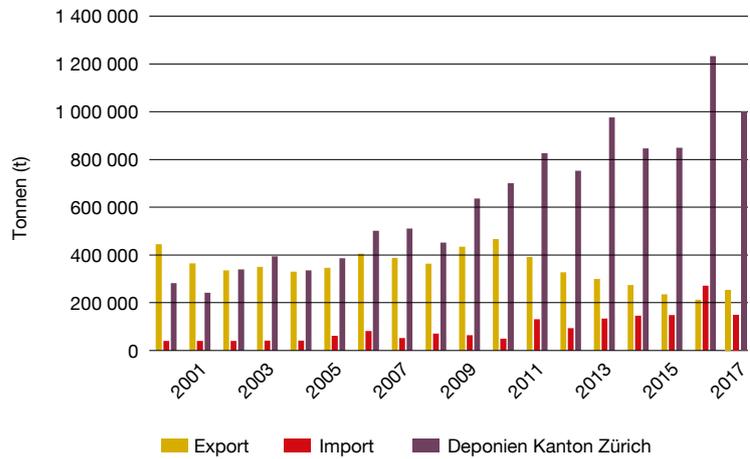


Abb. 17 Deponierte Abfälle Kanton Zürich inklusive Import- und Exportmengen (Indikator Dep03neu).

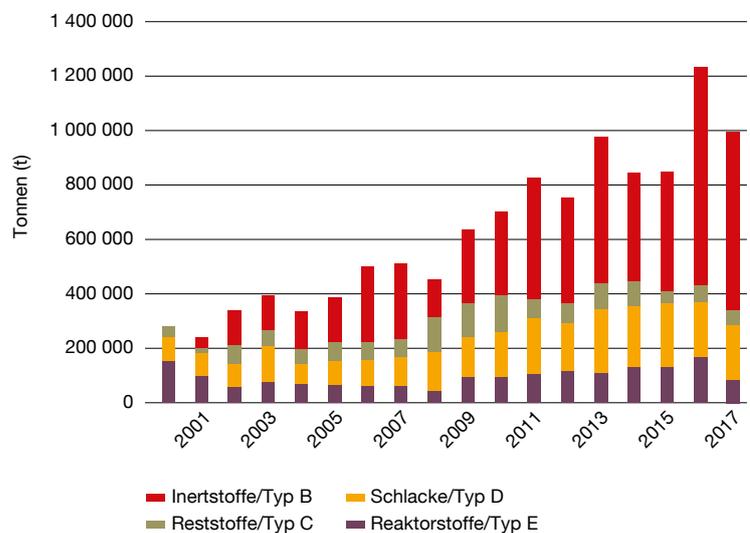


Abb. 18 Deponierte Abfälle nach Deponietyp (Indikator Dep02neu)

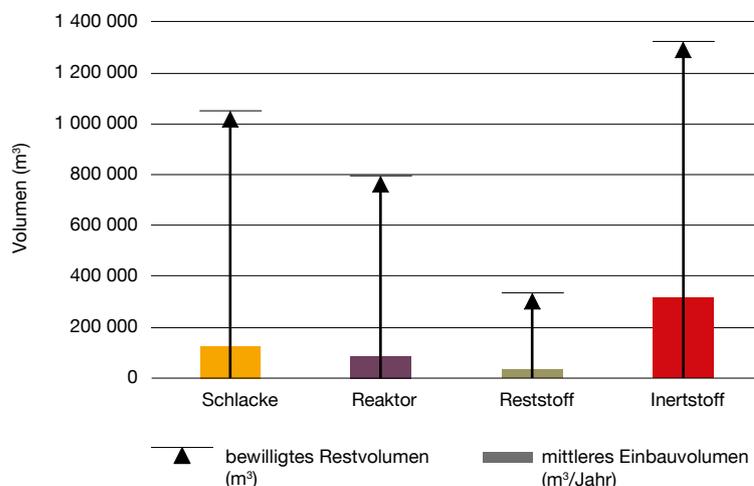


Abb. 19 Bau- und gewässerschutzrechtlich bewilligtes Deponievolumen und mittleres Einbauvolumen pro Deponietyp Ende 2017 inkl. Deponie Chalberhau (Indikator Dep04).

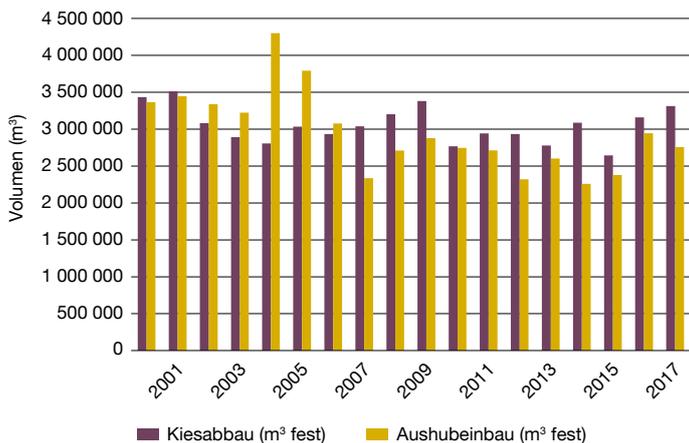


Abb. 20 Kiesabbau und Einbau von unverschmutztem Aushub (Indikator Dep07).

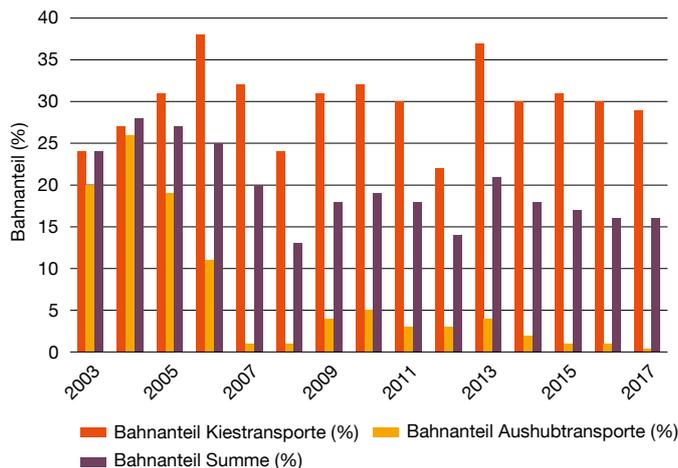


Abb. 21 Bahnanteil der Kies- und Aushubtransporte (Indikator Kies02).

Handlungsbedarf

Unverschmutzter Aushub

Mit der Teilrevision des kantonalen Richtplans wird die Möglichkeit zur Errichtung von regionalen Aushubdeponien für unverschmutzten Aushub im Süden des Kantons vorgeschlagen. Die Regionen Oberland, Pfannenstil, Zimmerberg, Knonaueramt und Limmattal sollen die Möglichkeit erhalten, bei ausgewiesener Bedarf regionale Aushubdeponien festzusetzen. Damit kann auch regional vermehrt Aushub abgelagert sowie ein Beitrag zur Reduktion des Exports in andere Kantone geleistet werden.

Die Wirtschaftsregion Zürich wird hauptsächlich über die rohstoffreichen Kiesabbaugebiete im Norden des Kantons mit Gesteinskörnung versorgt; auch die Ablagerung von Aushub geschieht vorrangig in diesen Gebieten. Damit weiterhin Senkenkapazität für unverschmutzten Aushub zur Verfügung steht und bei der Bevölkerung eine höhere Akzeptanz erreicht wird, sollen Zufahrtsstrassen zu den Abbaugeländen vom Schwerverkehr entlastet werden. Der kantonale Richtplan sieht vor, dass 35 % des abgebauten Kieses und des abzulagernden Aushubs mit der Bahn transportiert werden. In der Vergangenheit lag der Bahnanteil jedoch meist unter 20 % (Abb. 21).

Deponien (Typen B–E)

Werden keine zusätzlichen Massnahmen ergriffen, ist davon auszugehen, dass durch die rege Bautätigkeit und das verdichtete Bauen im urbanen Raum die abzulagernden Bauabfälle weiter zunehmen. Damit entsteht ein noch höherer Bedarf an sicheren Senken. Bei der Festsetzung neuer Standorte ist jedoch häufig mit lokalem Widerstand zu rechnen. Die bestehenden Deponien sind deshalb optimal zu nutzen oder zu erweitern.

Gemäss Umweltrecht darf eine Deponie nur betrieben werden, wenn nach 50 Jahren keine Belastung der Umwelt mehr zu erwarten ist und das Sickerwasser in Oberflächengewässer eingeleitet werden kann. Daher ist grundsätzlich eine durchlässige Abdeckung zu errichten, damit durch das rasche Auswaschen der mobilen Schadstoffe eine möglichst kurze Nachsorgedauer erreicht werden kann. Abfälle mit besonders schadstoffhaltigen Komponenten sowie Abfälle mit Emissionen, die zu besonderen Problemen führen, sind zu entfrachten oder zu behandeln.

Bausperrgutsortierung

Bei der Feinfraktion aus der Bausperrgutsortierung handelt es sich um besonders leichtes Material, das viel Deponieraum benötigt und dessen Sickerwasser mit Schadstoffen belastet ist. Das AWEL strebt an, dass die Feinfraktion wie auch die aus dem Bausperrgut aussortierten Gipsplatten nicht deponiert, sondern verwertet werden.

Sonderabfälle

Stark mit Schadstoffen belasteter Aushub ist so zu behandeln, dass er verwertet werden kann (siehe Handlungsfeld «Belastete Standorte und Abfälle», Seite 42). Für quecksilberhaltige Abfälle aus KVA plant das BAFU, die Anforderungen an die Ablagerung festzulegen. Diese sind danach durch die Anlagenbetreiber umzusetzen.

Unverschmutzter Aushub

Im Hinblick auf die Festsetzung von Standorten für den Deponietyp A zur Ablagerung von unverschmutztem Aushub in den regionalen Richtplänen sind die Rahmenbedingungen für die Nutzungsplanung und allgemeine Grundsätze für den Vollzug zu klären. Es muss sichergestellt werden, dass keine Schadstoffe eingetragen werden.

Damit die Bevölkerung dem Kiesabbau und der Nutzung der Kiesgruben als Senken für Aushub weiterhin positiv gegenübersteht, hat die Baudirektion gesetzliche Bestimmungen im Auftrag des Kantonsrats vorbereitet. Diese sollen dazu beitragen, beim Transport von Kies und Aushub einen Bahnanteil von 35 % zu erreichen. Die Bestimmungen sehen vor, dass die Bauherren von Bauvorhaben mit sehr grossen Aushubvolumina als Besteller von Bahntransporten für Aushub und Kies auftreten. Das soll den Schwerverkehr auf den Strassen deutlich reduzieren.

Massnahmen



Deponien

Abfallart bzw. Abfallanlage

Betroffene Ziele (siehe Seite 10)

Erfolgskontrolle, Auflistung der Indikatoren

1. Entsorgungssicherheit: Bestehende Standorte optimal nutzen und geeignete Standorte ausbauen, um den Bedarf an Deponievolumen mittel- bis langfristig sicherzustellen	Deponien	① ② ③ ④	– Restvolumen im kantonalen Richtplan – Dep04: bewilligtes Restvolumen
2. Verwertung von Abfällen a) Verwertung von Steinen, Gips und Strassenbelägen fördern b) Verwertung von Rohstoffen aus Kehrriechtschlacke und Rauchgasreinigungsrückständen vorantreiben	Aushub und Rückbaumaterialien bei Bauvorhaben KVA	① ④	– Mengen verwertet (Kies aus Aushub, Gips, Metalle aus Schlacke etc.) – Dep02: deponierte Abfälle nach Deponietyp
3. Emissionsarme Deponien a) Qualität von aufbereiteter Kehrriechtschlacke verbessern b) Risikoabfälle eingrenzen (Positivliste) c) Stand der Technik für ausgewählte Abfälle ermitteln und umsetzen	Behandlungsanlagen	④	Qualität der aufbereiteten Schlacke
4. Asbesthaltige Abfälle Gemäss Stand der Technik entsorgen	Deponien	④	Angaben im Demis
5. Nachsorge a) Revision der Deponienachsorgeverordnung abschliessen und umsetzen b) möglichst kurze Nachsorgedauer anstreben (Konzept DeNaV)	Deponien	④	Kein Indikator
6. Problemstoffe der Zukunft Mögliche Problemstoffe im Deponie-Monitoring durch Spezialuntersuchungen frühzeitig identifizieren (z. B. perfluorierte Verbindungen)	Deponien	④	Kein Indikator

Sonderabfälle

7. Quecksilberhaltige Abfälle aus KVA gemäss dem Stand der Technik behandeln und in Untertagedeponien ablagern	KVA	④	Mengenanteil umgesetzt
---	-----	---	------------------------

Bauabfälle aus Rück- und Umbauten

8. Stand der Technik umsetzen, unter Einbezug der externen Aufbereitung der Fein-/Mittelfraktion	Bausperrgut-sortieranlagen	① ④	Mengen Feinfraktion: – behandelt / – verwertet
9. Gips bei Bauvorhaben der Verwertung zuführen, mit Hilfe des Entsorgungskonzepts	Rück- und Umbauten	① ④	Mengen verwertet

Unverschmutzter Aushub

10. Errichtung von Aushubdeponien: Rahmenbedingungen für die Nutzungsplanung und den Vollzug erarbeiten.	Unverschmutzter Aushub, Deponie Typ A	① ② ③ ④	Kein Indikator
11. Aushubdeklaration für unverschmutzten Aushub einführen; Konzept für den risikogerechten Umgang mit geogen belastetem Material erarbeiten	Unverschmutzter Aushub, Deponie Typ A, Materialentnahmestellen	① ② ③ ④	Kein Indikator
12. Bahntransport für Kies und Aushub a) Gesetzesvorlage dem Kantonsrat unterbreiten b) über Verordnung Vollzug einführen	Unverschmutzter Aushub, Gesteinskörnung	① ③	Kies02: Bahnanteil Kies und Aushub



Abfall vermeiden in Produktion und Konsum

Natürliche Ressourcen sind wirkungsvoll zu schonen, indem Abfälle vermieden werden. Für eine ökologisch ausgerichtete Kreislaufwirtschaft haben Produktion und Konsum ihren Beitrag zu leisten.

**Abfälle vermeiden,
bevor sie entstehen –
eine oft zitierte,
aber viel zu selten
gelebte Maxime.**



Unser Konsum belastet die Umwelt im In- und Ausland.

Relevanz des Handlungsfelds

Gemessen am Ökologischen Fussabdruck (ver-)brauchen wir für unseren Lebensstandard knapp drei Erden. Besonders stark zeigt sich dies bei den Lebensmitteln: Unsere Ernährung macht mit knapp 30 % den grössten Anteil an allen konsum- und produktionsbedingten Umweltbelastungen der Schweiz aus (BAFU, 2011² und 2013³). Zudem fallen rund 60 % der Umweltbelastungen, die unsere Tätigkeiten oder Bedürfnisse verursachen, im Ausland und durch den Import von Gütern und Dienstleistungen an.

Vor diesem Hintergrund darf das Minimieren des Ressourcenverbrauchs mittel- bis langfristig kein frommer Wunsch bleiben, die Ressourceneffizienz keine leere Worthülse sein. Diese Verantwortung gilt es auch als kantonale Behörde wahrzunehmen, als Vorbild und Vorreiterin.

Die Aktivitäten des AWEL in der Abfallvermeidung sind eingebettet in Bestrebungen, die auf übergeordneter Ebene im Gange sind, um den schonenderen Umgang mit Ressourcen und Energie aktiv zu fördern. Aus der breiten Palette von übergeordneten Strategien, Beschlüssen und Erlassen der öffentlichen Hand gehören auf nationaler Ebene u.a. folgende Stossrichtungen und Elemente dazu: der Aktionsplan Grüne Wirtschaft 2013 (inkl. Bericht 2016), Elemente des Kreislaufwirtschaftspakets der EU, Teile des «OECD Umweltprüfberichts Schweiz 2017», die Verordnung über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA) sowie die elf Leitsätze für die Schweizer Abfall- und Ressourcenwirtschaft 2030 aus dem Ressourcen-Trialog (siehe nächste Seite). Daraus lassen sich konkrete Massnahmen ableiten und begründen.

Ausgangslage und Situationsanalyse

Das AWEL hat die Thematik der Abfallvermeidung und der Ressourceneffizienz in Produktion und Konsum bereits im Massnahmenplan zur Abfall- und Ressourcenwirtschaft des Kantons Zürich 2015–2018 verankert. Dazu wurden mehrere konkrete Aktivitäten und Massnahmen umgesetzt, mehrheitlich erfolgreich.

Mit der VVEA hat das Vermeiden und Vermindern von Abfällen in der Schweiz im Vergleich zur Vorgängerverordnung TVA deutlich mehr Priorität erhalten. Die öffentliche Hand erhielt einen klaren Auftrag: Bund und Kantone sollen in Zusammenarbeit mit den betroffenen Akteuren und Organisationen der Wirtschaft geeignete Massnahmen entwickeln und umsetzen, um die Vermeidung von Abfällen zu fördern (Art. 11 Abs. 1). Sie sollen informieren, wie Abfälle vermieden und damit vermindert werden können (Art. 7). Die VVEA verlangt auch, dass Produktionsprozesse nach dem Stand der Technik so ausgestaltet sind, dass möglichst wenig Abfälle anfallen (Art. 11 Abs. 2).

BAFU arbeitet an nationaler Abfallvermeidungsstrategie

Das BAFU hat 2017 mit den Arbeiten zu einer nationalen Abfallvermeidungsstrategie begonnen und bereits erste Arbeitspakete abgeschlossen. Bis 2020 will der Bund diese modulare Strategie für die Schweiz ausarbeiten und vorstellen. Dabei sollen eine Vision 2040 (inkl. Zielen) entwickelt, konkrete Instrumente und Methoden sowie Massnahmen vorgeschlagen und Indikatoren für ein Monitoring zusammengestellt werden.

Zudem haben sich elf wichtige Verbände und Institutionen aus Gesellschaft, Wirtschaft und Politik – darunter auch das Bundesamt für Umwelt (BAFU) und Vertreter der kantonalen Umweltbehörden – im Ressourcen-Trialog⁴ (2014 bis 2017) auf die künftige Vision und ein gemeinsames Verständnis zur nachhaltigen Ausrichtung der Schweizer Abfall- und Ressourcenwirtschaft 2030 geeinigt. Die dabei verabschiedeten elf Leitsätze – u. a. auch zur Abfallvermeidung und zur Kreislaufwirtschaft – dienen den beteiligten Organisationen als Orientierungshilfe in der Gestaltung ihrer Abfall- und Ressourcenpolitik.

30 %

der verfügbaren Nahrung wird nicht konsumiert, da sie vor dem Konsum verloren geht oder von den Haushalten verschwendet wird.

30 % bis 50 %

der biologisch abbaubaren Produkte, die in Schweizer Haushalten im Abfall landen, könnten noch konsumiert werden.

350 000 ha

des Bodens werden genutzt, um das zu produzieren, was die Schweizer verschwenden, das heisst mehr als die Gesamtfläche aller Kulturflächen in der Schweiz.

Quelle: KVV - www.werkzeugkasten Umwelt.ch (2017)

Prozesse in Betrieben unterscheiden sich stark

Um die Optimierung von Prozessen in Betrieben anzustossen und diese punkto Ressourceneffizienz besser zu führen, hat die Sektion Betrieblicher Umweltschutz und Störfallvorsorge (BUS) in der letzten Planungsperiode (2015 bis 2018) versucht, den für Abfallanlagen bewährten Ansatz vom Stand der Technik (SdT) auf andere Branchen zu übertragen. Vertiefte Abklärungen zeigten, dass es nur mit grossem Aufwand möglich ist, an weiteres Wissen zur ressourcen-optimierten Prozessführung zu gelangen. Ein und derselbe Prozess unterscheidet sich innerhalb einer Branche häufig je nach Betriebsgrösse, verarbeiteten Materialien etc. sehr stark. Allgemeingültige Vorschläge für Prozessoptimierungen können kaum abgeleitet werden. Zudem sind viele Betriebe nicht bereit, interne Kenntnisse und Zahlen offenzulegen, da diese von Mitbewerbern genutzt werden könnten.

Basierend auf diesen Erfahrungen hat das AWEL Strategien definiert, die auch für die nächste Planungsperiode gelten: Anstoss geben, Austausch fördern, Hilfsmittel bereitstellen und gute Beispiele publik machen. 2017 stiessen zwei halbtägige Veranstaltungen mit der Schweizer Maschinen-, Elektro- und Metall-Industrie (MEM-Industrie) sowie mit Gastro- und Lebensmittelbetrieben zum Thema «Messen – optimieren – profitieren» auf reges Interesse und Anklang. Das AWEL-Merkblatt «Umweltkennzahlen – der erste Schritt zu Effizienz und Kosteneinsparungen» soll unterstützen und zur Sensibilisierung beitragen.

Österreichisches Projekt vor Ort evaluiert

Zusätzlich wurde das Umwelt-Leitprogramm ÖKOPROFIT Graz (ÖKOlogisches PROjekt Für Integrierte UmweltTechnik), vor Ort evaluiert. Das Kooperationsprojekt zwischen regionaler Wirtschaft, Verwaltung sowie Expertinnen und Experten bewährt sich u. a. in Österreich seit über 20 Jahren. Sein Ziel ist, betriebliche Emissionen zu reduzieren, natürliche Ressourcen zu schonen und gleichzeitig betriebliche Kosten zu senken. ÖKOPROFIT ist damit ein Modell zur nachhaltigen Wirtschaftsentwicklung einer ganzen Region.

Handlungsbedarf

Wirkungsvolle Massnahmen zur Senkung des Ressourcenverbrauchs sollten bei ressourcenintensiven Produktionsprozessen, Gütern und Dienstleistungen entlang der ganzen Wertschöpfungskette ansetzen. Oder sie sollten dazu beitragen, dass Abfälle erst gar nicht entstehen.

Deshalb ist im Bereich Konsum das Thema der Lebensmittelverschwendung (Food Waste) vertieft zu behandeln. Es sollen zudem weitere Themenbereiche wie Elektronik, Textilien, Mehrwegsysteme oder Bauteilvermittlung evaluiert und gegebenenfalls angegangen werden. Im Bereich Produktion sind Austausch und Vernetzungsmöglichkeiten an Veranstaltungen weiter zu fördern. Und es ist zu prüfen, wie sich das Modell ÖKOPROFIT auf den Kanton Zürich übertragen lässt. Dabei ist auch die Frage der Finanzierung zu klären.

Neue Geschäftsmodelle als Chance

Neu aufkommende Geschäftsmodelle, die in der Bevölkerung alternative Konsummuster auslösen können, sind interessante Entwicklungsfelder, die es zu verfolgen gilt. Beispiele dafür sind die Sharing Economy (gemeinsam nutzen statt besitzen) oder ein bewussterer Konsum, der auf Qualität statt Quantität ausgerichtet ist (think twice). Solche Impulse und Ideen können dazu beitragen, unser Konsumverhalten ressourcenschonender auszuprägen. Entscheidend ist, dass sie mit gezielter Information, Beratung und Sensibilisierung sowie konstantem Wissensaustausch unter den beteiligten Akteuren und einer entsprechenden Technologieförderung kombiniert werden. Die öffentliche Hand sollte dazu geeignete Rahmenbedingungen schaffen und mit innovativen Partnern aus dem Produktions- oder Konsumbereich kooperativ zusammenarbeiten.

In Produktion und Konsum werden somit verschiedene Ansätze entwickelt und verfolgt. Die Senkung des Ressourcenverbrauchs in Produktionsprozessen und das clevere Design von Produkten – z. B. punkto Langlebigkeit, Reparaturfähigkeit und Rezyklierbarkeit – sind wichtige übergeordnete Ziele. Diese sind im Austausch und in Kooperation mit verschiedenen Partnern anzugehen. Bereits bestehende Ideen und Initiativen können auch ausgebaut und weiterentwickelt werden, etwa zur Förderung von wieder- und weiterverwendbaren Gütern im Konsum (z. B. Mehrwegsysteme). Eine umfassende, kontinuierliche sowie konsistente Information und Kommunikation zu Abfallvermeidung und Ressourceneffizienz ist dabei unerlässlich.

Massnahmen



Bereich Konsum

Abfallart bzw. Abfallanlage

Betroffene Ziele (siehe Seite 10)

Erfolgskontrolle, Auflistung der Indikatoren

1. Lebensmittelüberschüsse und -verschwendung (Food Waste)

- a) Informieren, sensibilisieren und Bildung unterstützen (z. B. Kampagnen, Bildungsangebote für Erwachsene und Lehrpersonen)
- b) Bund zu Forschung anhalten betreffend Wirkung und Controlling von Vermeidungsstrategien
- c) Anreize und Rahmenbedingungen für Aktionen und Aktivitäten rund um Lebensmittel-spenden und Food Sharing verbessern und vermitteln

Konsum:
Lebensmittel und Lebensmittelabfälle

① ②

Kein Indikator

2. Reparieren statt wegwerfen

- a) Laufende Projekte (z. B. Repair-Cafés und Reparaturfuehrer.ch) weiter unterstützen und weiterentwickeln
- b) Neue Projekte und Aktivitäten mitentwickeln (z. B. Bauteilvermittlung Zürichsee)

Konsum:
Güter, die nicht mehr gebraucht werden

① ②

Kein Indikator

3. Nutzen statt besitzen

Neue ressourcenschonende Geschäftsmodelle und Konsummuster verfolgen, kommunikativ nutzen und fördern (z. B. Branchenansatz reCIRCLE für Mehrwegsysteme)

Konsum: z. B. Einweg- und Mehrwegverpackungen

① ②

Kein Indikator

Bereich Produktion

4. ÖKOPROFIT Graz für den Kanton Zürich adaptieren

- a) Infoanlass zu ÖKOPROFIT organisieren
- b) Bei genügendem Interesse Berater/-innen ausbilden, Pilotbetriebe im Kanton Zürich finden und begutachten

Produktion:
ausgewählte Branchen

① ② ④

Anzahl Pilotbetriebe

5. Fortsetzen der Veranstaltungsreihe zur Thematik «Messen – optimieren – profitieren»

- a) ein bis zwei Veranstaltungen pro Jahr organisieren
- b) Netzwerkplattform aufbauen und anbieten, um u.a. gute Beispiele publik zu machen und damit zu motivieren und zu bewegen

Produktion:
ausgewählte Branchen

① ②

Kein Indikator

Übergeordnete Strategie zur Steuerung der Bauabfälle

Die für die Entsorgung von belasteten und unbelasteten Bauabfällen (Aushub, Boden und Gebäudesubstanz) zuständigen Fachstellen setzen auf die gleichen Vollzugsinstrumente. Dank Entsorgungskonzepten, Fachpersonen und befugten Fachleuten werden Bauabfälle in unverschmutzter Form der Verwertung zugeführt.

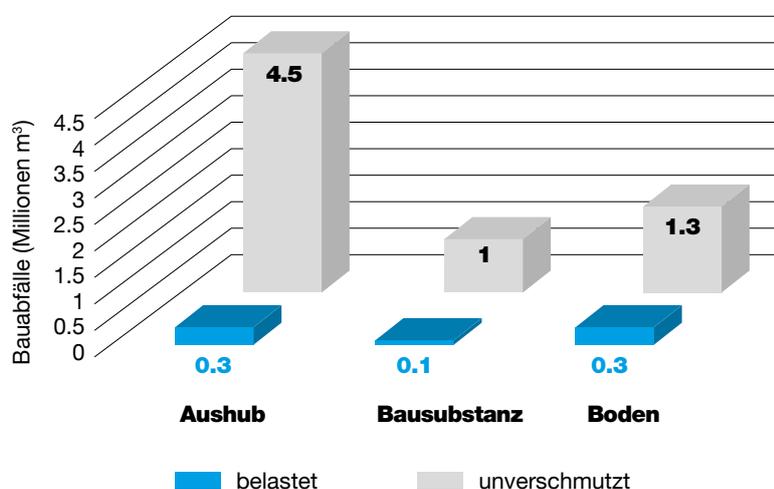


Abb. 22 Jährlich im Kanton Zürich anfallende Bauabfälle (in Millionen m³), nach Herkunft

Mit dem Entsorgungskonzept zum sauberen Kreislauf

7.5 Mio. m³ Bauabfälle in Form von Aushub, abgetragenem Boden und Rückbaumaterialien (Gebäudesubstanz) fallen im Kanton Zürich jährlich an (Abb. 22). Mit Einführung der VVEA verlangt der Bund, dass im Rahmen von Baubewilligungsverfahren Entsorgungskonzepte einzureichen sind. Die Fachbereiche Altlasten, Abfallwirtschaft und Biosicherheit sowie die Fachstelle Bodenschutz (FaBo) haben den Vollzug weiterentwickelt und wenden die bisher erfolgreich angewendeten Instrumente auf alle Bauabfälle an.

Vollzugsinstrumente

Entsorgungskonzept

Ein Entsorgungskonzept enthält alle notwendigen Angaben zur Ermittlung, Entfernung und Entsorgung von belasteten und unbelasteten Bauabfällen.

Es ist für folgende Abfälle in folgenden Fällen erforderlich:

- Gebäudesubstanz (Rückbaumaterialien): bei Rück- und Umbau von Hochbauten, falls das Bauobjekt vor 1990 erbaut worden ist oder mehr als 200 m³ Bauabfälle entstehen;
- Aushub Untergrund: sofern die Liegenschaft im Kataster der belasteten Standorte (KbS) liegt oder mehr als 200 m³ sauberer Aushub anfallen;
- abgetragener Boden: sofern Hinweise auf Bodenbelastungen vorliegen oder bei Erstbebauungen innerhalb Bauzonen mit Bodenabtrag auf über 500 m² oder bei Bodeneingriffen auf über 500 m² ausserhalb Bauzonen;
- Neophyten: wenn Aushub mit Pflanzenbeständen von asiatischen Knötericharten oder Essigbaum verschoben wird.

Werden die Entsorgungskonzepte umgesetzt, kann ein hoher Anteil der anfallenden Bauabfälle in unbelasteter Form verwertet werden. Zudem werden die Umwelt und die Gesundheit von Bewohnern, Anwohnern und Arbeitnehmenden geschützt.

Beizug von Fachpersonen

Das Durchführen und Dokumentieren von Schadstoffuntersuchungen wie auch das Ausarbeiten von Entsorgungskonzepten sind ausgewiesenen Fachpersonen zu übertragen. In einfacheren Fällen gilt eine sogenannte Selbstdeklaration durch den Bauherrn bzw. einen fachkundigen Planer gegenüber der Baubehörde als Entsorgungskonzept.

Private Kontrolle (PK)

Die Private Kontrolle entlastet und unterstützt die zuständigen Behörden. Im Rahmen der Privaten Kontrolle beziehungsweise des «teilprivatisierten Vollzugs bei Bodenverschiebungen» (TPV) übernehmen Fachpersonen mit einer offiziellen Befugnis des Kantons Zürich Vollzugsaufgaben. Sie prüfen die Entsorgungskonzepte gemäss den rechtlichen Vorgaben und dem Stand der Technik. Zudem kontrollieren sie die korrekte Umsetzung des Entsorgungskonzepts (z. B. Entsorgungsnachweis). Für die Beauftragung und die Entschädigung der befugten Fachpersonen ist die Bauherrschaft verantwortlich.

Auf den 1. Juni 2018 wurde das Vollzugsinstrument der Privaten Kontrolle (PK), das sich in anderen Bereichen bewährt hat, auch auf den Bereich Rück- und Umbau von Hochbauten ausgedehnt (siehe Abbildung unten rechts).

Bewilligungsverfahren

Das Zusatzformular «Entsorgung Bauabfälle» als Wegweiser

Damit Bauherren und kommunale Bauverwaltungen Klarheit haben, ob und für welche Abfälle ein Entsorgungskonzept zu erarbeiten ist, ist für das Baugesuch das neue Zusatzformular «Entsorgung Bauabfälle» auszufüllen. Darin ist aufgelistet, welche Dokumente einzureichen sind und in welchen Fällen eine Fachperson bzw. zusätzlich eine befugte Fachperson zur Privaten Kontrolle beizuziehen ist. Das Merkblatt «Der richtige Umgang mit Bauabfällen» dient als Leitfaden für Bauherrschaft, Planer und kommunale Bauverwaltungen (siehe Abbildung rechts oben).

Rolle der Baubewilligungsbehörde bei Bauvorhaben mit Bauabfällen

Die kommunale Baubewilligungsbehörde nimmt folgende Aufgaben wahr:

- Prüfen, ob die relevanten Angaben und Dokumente gemäss Zusatzformular «Entsorgung Bauabfälle» vorliegen;
- Anordnen der Umsetzung des Entsorgungskonzepts Rück- und Umbau, nach Möglichkeit mit der Baubewilligung, spätestens aber im Rahmen der Baufreigabe;
- Bauabnahme mit Entsorgungsnachweisen.

www.bauabfall.zh.ch vermittelt den Zugang zu allen notwendigen Informationen zum Instrument «Private Kontrolle beim Rück- und Umbau von Hochbauten».

Spezifische Ziele

- Gebäudesubstanz: mindestens 90 % der Rückbaumaterialien mit möglichen Schadstoffen geprüft und gemäss deren Vorgaben entsorgt bzw. verwertet (Indikator «Anzahl mit PK geprüfter Bauvorhaben»).
- Aushub Untergrund: mindestens 50 % des schwach und wenig verschmutzten Aushubs und 100% des stark verschmutzten Materials sind behandelt und einer Verwertung zugeführt. Mittels Deklaration ist sichergestellt, dass unverschmutztes Aushubmaterial möglichst vollständig verwertet wird.
- Abgetragener Boden: möglichst vollständige Verwertung von unbelastetem Boden als Boden.
- Neophyten: Das Verbreiten von Neophyten ist durch das kontrollierte Entsorgen des verunreinigten Aushubs unterbunden (siehe primär «Massnahmenplan invasive gebietsfremde Organismen 2018–2021»)

Bezug zu den Handlungsfeldern

Handlungsbedarf und Massnahmen für Bauabfälle werden in vier Handlungsfeldern behandelt: «Urban Mining» (Potential und Steuerung), «Saubere Kreisläufe» (Einführung Private Kontrolle Rück- und Umbau), «Belastete Standorte und Abfälle» (Handlungsfeld KbS) und «Abfallanlagen nach dem Stand der Technik» (Bausperrgutsortieranlagen).



Merkblatt des AWEL «Der richtige Umgang mit Bauabfällen»



Merkblatt des AWEL «Private Kontrolle beim Rück- und Umbau»

Kunststoffe stofflich verwerten – aber nicht in jedem Fall

Recycling ist sinnvoll – so auch das stoffliche Verwerten von Kunststoffabfall. Doch Kunststoffrecycling ist technisch anspruchsvoll. Damit es ökologisch sinnvoll und eine hochwertige stoffliche Verwertung möglich ist, müssen die gesammelten Kunststoffe möglichst sortenrein und sauber sein. Bei gewissen Sammlungen von Kunststoffabfällen aus Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft sowie bei der PET-Getränkeflaschensammlung ist dies der Fall.



Der weltweite Verbrauch an Kunststoffen wächst rasant. Kunststoffe sind äusserst vielseitig einsetzbare Werkstoffe und Produkte. Sie eignen sich beispielsweise sehr gut für verschiedenste Arten von Verpackungen. In der Regel werden Kunststoffe aus fossilen Rohstoffen (Erdöl) hergestellt. Um diese zentrale, limitierte Ressource zu schonen und das Klima zu schützen, hat das Rückgewinnen von Kunststoffen aus Abfall einen berechtigten Stellenwert.

Einträge von Kunststoffen belasten die Umwelt

Die zunehmenden und diffusen Einträge von Kunststoffen in die Umwelt – u.a. auch als Mikroplastik (MP) in Gewässer und Böden – und schliesslich zurück in die Nahrungsmittelkette sind ein ernst zu nehmendes Problem. Das Bedürfnis, Kunststoffabfälle separat zu sammeln und stofflich zu verwerten (Recycling),

ist angesichts dieser Bedrohung nachvollziehbar. Wenn man Kunststoffe in der Schweiz und im Kanton Zürich nun konsequent separat sammelt und kontrolliert rezykliert, wird das Problem der schleichenden Umweltverschmutzung im Wasser und in den Böden jedoch nicht besser bzw. vorteilhafter angegangen als durch die vollständige thermische Verwertung in Zementwerken oder KVA. Zentral ist bei beiden Varianten indes, dass Kunststoffabfälle kontrolliert verwertet werden und dabei nicht in die Umwelt gelangen – auch bei allfälligen Exporten ins Ausland. Nur mit einer kontrollierten, transparenten Entsorgung kann die Abfall- und Ressourcenwirtschaft des Kantons Zürich hier einen wirkungsvollen Beitrag leisten. Weitere Massnahmen müssen in der Produktion sowie im Konsum, also an ganz anderen Punkten der Wertschöpfungskette ansetzen (siehe Handlungsfeld «Abfall vermeiden in Produktion und Konsum», Seite 50).

Durchschnittliche Klimagutschrift:

CO₂ für 100 km



Klimanutzen von Kunststoffsammlungen aus Haushalten

1 Kilogramm separat gesammelter Kunststoffe aus Haushalten (Verpackungen) ergibt einen Klimanutzen zwischen 0.2 und 2.6 Kilogramm an eingespartem CO₂. Welcher Wert real resultiert, hängt ab von der Art der Sammlung und Verwertung von Kunststoffabfällen und der Energieeffizienz der KVA, in der man sonst die Kunststoffverpackungen thermisch verwerten und in Wärme und Strom umwandeln würde.

Aus Praxiserfahrungen kann abgeleitet werden, dass die potenzielle Sammelmenge an gemischten Kunststoffverpackungen aus Haushalten (ohne PET-Getränkeflaschen) pro Person und Jahr bei rund 15 Kilogramm zu liegen kommt, unter der Annahme einer Sammelquote von 70 %. Mit der durchschnittlichen Klimagutschrift (gemessen in CO₂-Emissionen), die sich daraus ergibt, könnte eine Person rund 100 Kilometer mit dem Auto zurücklegen.

Kunststoffabfälle sind herausfordernd im Recycling

Die vielen verschiedenen Arten und Qualitäten von Kunststoff und die Verbundstoffe erschweren die stoffliche Verwertung. Je nach Sammelsystem, Qualität, Sauberkeit der Sammlung und nachträglicher Sortierleistung ergeben sich Einschränkungen. Das Recycling von Kunststoffen aus Haushalten ist eine grosse Herausforderung, falls (saubere) Stoffkreisläufe zu einem hohen Grad geschlossen und ein klarer ökologischer Mehrwert erzielt werden sollen. Sehr selektive oder sortenreine Sammlungen sind eine Voraussetzung für ein hochwertiges stoffliches Kunststoffrecycling. Dies ist z. B. bei PET-Getränkeflaschen oder Plastikflaschen wie auch teilweise bei Kunststoffabfällen aus Industrie, Gewerbe oder Landwirtschaft gegeben. Bei der gemischten Sammlung von Kunststoffen aus Haushalten ist nachteilig, dass heute noch erhebliche Anteile des Sammelgutes nach der Sortierung thermisch zu entsorgen sind, als Ersatzbrennstoff in Zementwerken oder dann trotzdem in der KVA.

Ökologisch und ökonomisch sinnvolle Lösungen sind gefragt

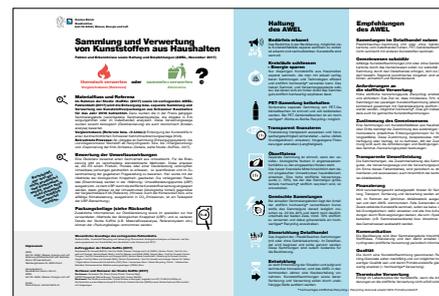
Wo möglich und sinnvoll, verfolgt das AWEL Konzepte zur Ressourcenschonung, welche die Hersteller und Händler von Waren und Verpackungen bei deren Rücknahme und Verwertung mit in die Pflicht nehmen. Schliesslich können sie die Vielfalt, Komplexität und damit Recyclingbarkeit am besten verändern und steuern sowie die Mengen an Kunststoffen bereits an der Quelle reduzieren.

Gemeinden und Zweckverbände sollen in diesem Sinne nur subsidiär handeln und nicht Hand bieten für unkoordinierte, nicht flächendeckende Konzepte der Kunststoffseparatsammlung, bei denen unklar ist, ob und in welcher Form sie aus ökologischer, wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Sicht auf die Dauer Bestand haben. Die Rücknahme von Kunststoffverpackungen aus Haushalten durch den Handel hingegen ist in zweierlei Hinsicht vorteilhaft: Einerseits können bestehende Logistiksysteme genutzt werden. Andererseits ist sie verursachergerecht. Die entstehenden Kosten werden durch den Handel getragen und auf das abgegebene Produkt überwälzt. Dadurch könnte sich auch eine Lenkungswirkung in Richtung Abfallvermeidung entwickeln.

Noch deutlich verbessern müssen sich in Zukunft die Transparenz und Nachverfolgbarkeit der Materialströme ab

Die Haltung und die Empfehlungen des AWEL im Überblick

Das Faktenblatt zur «Sammlung und Verwertung von Kunststoffen aus Haushalten» (2017) dient als Übersicht für Gemeinden und weitere interessierte Akteure. Es gibt detailliert Auskunft zu Fakten und Erkenntnissen sowie der Haltung und den Empfehlungen des AWEL zur Entsorgung von Kunststoffverpackungen aus Haushalten.



Faktenblatt zur «Sammlung und Verwertung von Kunststoffen aus Haushalten» (2017)

dem grenznahen Ausland. Zudem sind Ansätze für eine langfristige Finanzierung von Kunststoffsammlungen aus Haushalten gefragt. Auch rechtliche Fragestellungen stehen im Raum, so zum Vollzug des staatlichen Entsorgungsmonopols für Siedlungsabfälle, zu welchen die bezeichneten Kunststoffabfälle gehören. Zudem ist nur ansatzweise bekannt, wie Schadstoffe durch das Recycling im Kreislauf akkumuliert und verteilt werden (siehe Handlungsfeld «Saubere Kreisläufe», Seite 26).

Mikroplastik: Herausforderung und Rolle des AWEL

Das AWEL beschäftigt sich zusammen mit anderen Ämtern, der Industrie und der ETH Zürich seit längerem mit der globalen Thematik «Mikroplastik». Seit mehreren Jahren ist bekannt, dass diffuse Emissionen aus der Anwendung von Plastikprodukten und aus der Entsorgung global zu einer Verschmutzung durch Kunststoffpartikel verschiedenster Grösse führen. In der Studie «The New Plastics Economy» der Ellen MacArthur Stiftung wurde 2016 von der Industrie selber erstmals auf die neue, grosse Herausforderung hingewiesen. Die riesigen Mengen, die Langlebigkeit der Kunststoffe, die im Kunststoff enthaltenen toxischen Schadstoffe wie auch die Zersetzung in immer kleinere Teilchen (Mikroplastik <5 mm) führen nach aktuellen Erkenntnissen zu einer Anreicherung in den Ökosystemen. Dies hat auch Einfluss auf die Nahrungskette.

Mikroplastik in Abwasser und Gewässern

Im Jahr 2016 wurden Abwasserreinigungsanlagen (ARA), Flüsse, Seen sowie Grund- und Trinkwasser im Kanton Zürich auf Mikroplastikteilchen untersucht. Die Anzahl Teilchen nimmt über die Reinigungsstufen der ARA stark ab (um über 90 %). Die Gewässer weisen signifikant

Das AWEL rät aus all diesen Gründen von einer parallelen Vielfalt an Sammelsystemen und unterschiedlichen Finanzierungsmechanismen ab. In Zusammenarbeit mit den relevanten Akteuren setzt sich das AWEL dafür ein, dass ökologisch und ökonomisch vorteilhafte Lösungsansätze weiterentwickelt und umgesetzt werden. Dabei spielen auch Anstrengungen im Bereich Design for Recycling bei Kunststoffverpackungen eine wichtige Rolle.

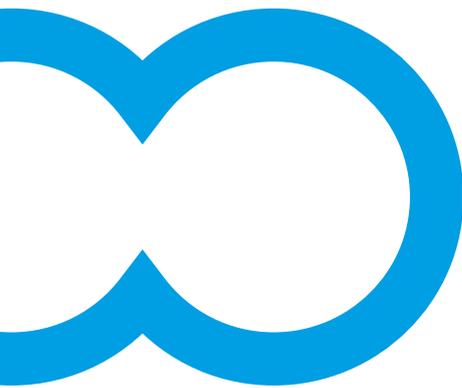
weniger Mikroplastik auf als gereinigtes Abwasser. Im Grund- und Trinkwasser konnte erfreulicherweise gar kein Mikroplastik nachgewiesen werden. Zürcher ARA setzen täglich an die 600 Gramm Mikroplastik frei. Im Zürich-, Greifen- und Pfäffikersee befinden sich geschätzte 165 kg davon und über die Limmat werden täglich ungefähr 550 Gramm transportiert. Gemäss Studie weisen weitere Massnahmen bei ARA nur ein begrenztes Potenzial auf. Sinnvoller ist es, den Eintrag von Plastik zu reduzieren.

Mikroplastik in Böden

Kunststoffe gelangen entweder direkt (z. B. über Littering), indirekt (z. B. durch Bewässerung, Kompostdüngung) oder diffus (z. B. via Reifenabrieb, Staub) in Böden. Besonders Böden im Überflutungsbereich von Flüssen sind mit Kunststoffteilchen verschmutzt. Die Auswirkungen von Kunststoffteilchen auf Böden sind wenig erforscht. Der grösste Teil davon verbleibt wohl im Boden und könnte dort Bodenlebewesen schädigen sowie die Bodenfruchtbarkeit verringern. Zudem ist ein Mikroplastiktransfer von Böden in die Nahrungskette nicht auszuschliessen. Praktikable Methoden zur Entfernung von verschiedenen Plastikfraktionen und Teilchengrössen aus Böden gibt es nicht. Eine Reduktion des Plastikeintrags ist auch hier die wichtigste Massnahme gegen die zunehmende Verschmutzung.

Umweltnutzen und Potenziale der Abfall- und Ressourcenwirtschaft

Eine innovative Abfall- und Ressourcenwirtschaft muss zukünftige Potenziale frühzeitig und richtig erkennen. In der Umsetzung hat der Fokus auf jenen Massnahmen zu liegen, die – mit Blick aufs Ganze – bei guter Effizienz eine maximale ökologische Wirkung erreichen.



Die Abfallwirtschaft erkundet ökologische Potenziale.

Potenziale erkennen

Wo liegen in der Abfall- und Ressourcenwirtschaft die grössten noch ungenutzten Potenziale, um relevanten zusätzlichen Umweltnutzen zu generieren? Eine wohl überlegte und fundierte Lokalisierung dieser Potenziale ist wichtig, um die meist beschränkten finanziellen und personellen Ressourcen zielführend einzusetzen. Dabei spielt die Anwendung geeigneter Werkzeuge und Methoden eine wichtige Rolle (siehe Kapitel «Werkzeuge und Methoden» auf Seite 12).

Güter und Stoffe

Ob Abfälle die Umwelt gefährden oder im Gegenteil einen Umweltnutzen generieren können, hängt vom Umgang mit ihnen, von der Abfallmenge sowie den darin enthaltenen Stoffen und deren Eigenschaften ab. Güterflussanalysen liefern wertvolle Daten zur Relevanz der Abfallmengen. Die mengenmässig wichtigsten Abfallflüsse sind die mineralischen Rückbaustoffe mit 1.8 Tonnen pro Einwohner und Jahr, gefolgt von den brennbaren Abfällen mit 0.48 Tonnen, dem belasteten Aushub mit 0.34 Tonnen und den Separatabfällen mit 0.25 Tonnen. Stoffflüsse ergeben sich aus Güterflussanalysen, die mit Stoffgehalten ergänzt werden. Daraus ergeben sich die Potenziale und Hot spots in der Abfallwirtschaft, so z. B. für Phosphor oder bestimmte Metalle.

Urban-Mining-Potenzialanalyse

Um zu erkennen, wo in der Abfall- und Ressourcenwirtschaft relevante Umweltnutzenpotenziale bestehen, sind regionale kombinierte Güter- und Stoffflussanalysen hilfreich. Anhand solcher Analysen des Gesamtsystems konnte zum Beispiel bereits vor einem Jahrzehnt für Phosphor gezeigt werden, dass im Klärschlamm und Tiermehl ein grosses Potenzial für die zukünftige Nutzung dieses lebenswichtigen Rohstoffs besteht (AWEL, 2008).

Urban-Mining-Potenzial am Beispiel von Edelstahl

Die neueste Gesamtbilanz für die umweltrelevante Wertstoffklasse der Edelstähle (rostfreier Stahl oder VA-Stahl) zeigt zum Beispiel, dass in der Schweiz jedes Jahr rund 14 000 Tonnen auf Deponien abgelagert werden. Dies entspricht rund einem Viertel des Edelstahl-Inputs in die Abfallwirtschaft. Mit flächendeckender optimierter Metallrückgewinnung aus Kehrtrichterschlacke, wie heute in modernen Schlackenaufbereitungsanlagen teilweise bereits umgesetzt, könnte der Edelstahl-Stoffstrom von KVA auf Deponien um 25 % vermindert werden.

Mit der konsequenten Anwendung betrieblicher Stoffflussanalysen kann ermittelt werden, wie Potenziale, die auf der Ebene des Gesamtsystems erkannt worden sind, in abfallwirtschaftlichen

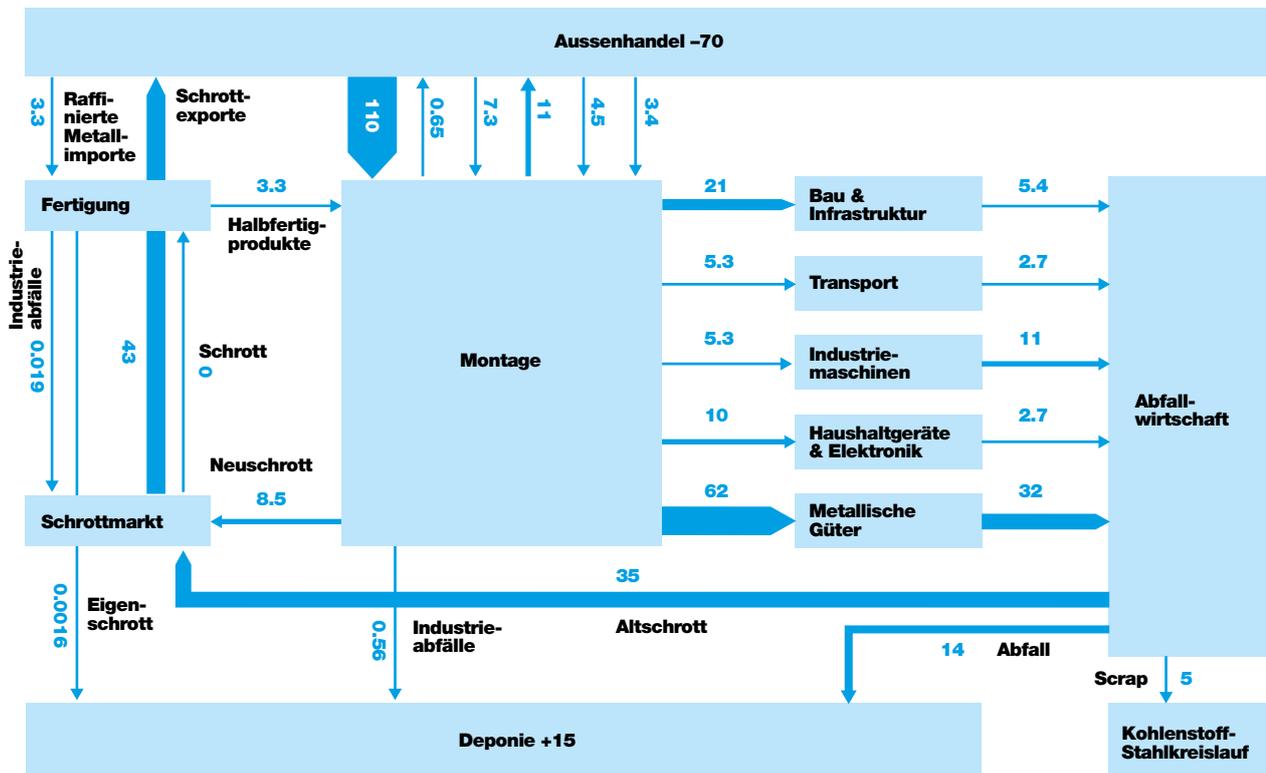


Abb. 23 Edelstahlflüsse in der Schweiz im Jahr 2005 (1000 Tonnen/Jahr).

Betrieben umgesetzt werden können bzw. welche Massnahmen zum Erfolg führen. Um solche Analysen exakt und repräsentativ durchzuführen, sind geeignete Untersuchungsmethoden und Konzepte zur Probenahme anzuwenden. Abb. 23 zeigt beispielhaft die Edelstahlflüsse in der Schweiz (2005). Der Anteil Edelstahl, der aus KVA-Schlacke abgeschieden wird, liegt bis zur Beurteilungsgrenze von 1 mm Korngrösse bei 86 %, ein Restpotenzial liegt noch in der magnetischen Restschlacke. Die Qualität des abgeschiedenen Edelstahls muss in den nächsten Jahren allerdings noch verbessert werden.

Prognosenmodelle in der Urban-Mining-Potenzialanalyse

Um Massnahmen festzulegen, die auch langfristig optimal sind, ist oftmals ein dynamisches Systemverständnis erforderlich. Dies trifft speziell im Baubereich mit seinen langen Produktlebenszeiten zu. So hat das AWEL die wichtigsten mineralischen Rückbaustoffe (insbesondere die Flüsse von Ausbausphalt und Gips) aus dem Bauwesen für die nächsten Jahrzehnte modelliert (siehe Abb. 24 als Beispiel). Die zunehmenden Frachten führen aufgrund ihrer Ablagerung auf Deponien – ohne korrigierende Massnahmen – zu immer grösseren Schadstoffeinträgen in Gewässer.

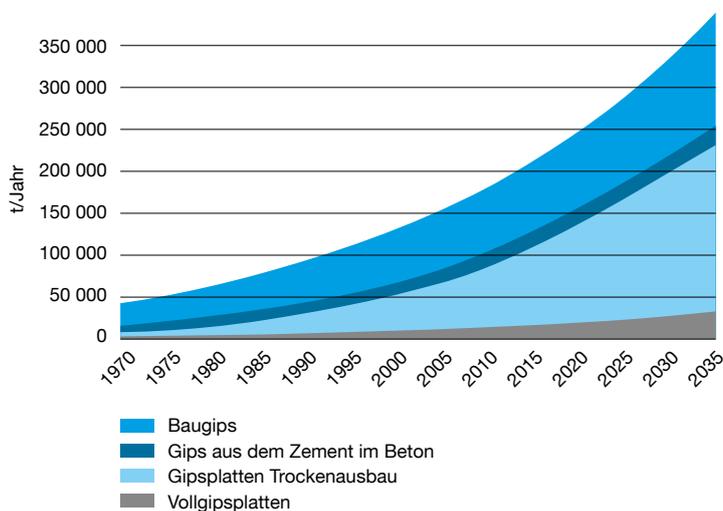


Abb. 24 Entwicklung der verschiedenen Gipsabfälle aus dem Bauwesen



Abb. 25 Schematische Darstellung Umweltnutzen (eUBP= eingesparte Umweltbelastungspunkte) vs. Zusatzkosten

aus Haushalten, Behandlung von Kugelfangmaterial, Phosphorrückgewinnung aus Klärschlammasche, Sanierungsmassnahmen bei Rück- und Umbauten). Die Qualität der Datenbasis ist sehr entscheidend für die Aussagekraft der Resultate. Vergleicht man die Ökoeffizienz verschiedener ausgewählter Massnahmen in der Abfallwirtschaft jeweils mit einem entsprechenden Referenzszenario, ergibt sich für die Massnahmen, die für diesen Massnahmenplan im Handlungsfeld «Urban Mining» ausgewählt wurden, eine hohe Relevanz: Im Vergleich zu anderen Massnahmen, die bereits umgesetzt oder erst geplant sind, weisen die hier genannten eine deutlich höhere Ökoeffizienz auf:

- forcierte Metallrückgewinnung aus KVA-Schlacke;
- Phosphorsäureproduktion aus Klärschlammasche;
- forcierte Metallrückgewinnung aus Flugasche der KVA.

Ökoeffektivität

Nicht nur die Ökoeffizienz von Massnahmen spielt eine wesentliche Rolle, auch deren Ökoeffektivität ist entscheidend. Die Effektivität betrachtet die Wirkung einer Massnahme (z. B. Papierrecycling) für das betrachtete System (z. B. Verwertung von Siedlungsabfällen) und beurteilt die bisher erreichte Umweltwirkung bzw. das theoretische Umweltpotenzial. Zudem stellt sich bei einer Massnahme stets die Frage: Was ist ihr Umweltnutzen im Vergleich zu anderen betrachteten Massnahmen? Ist der Umweltnutzen relevant für den Aufwand (Ökoeffizienz), oder soll der Fokus nicht besser auf andere Massnahmen gesetzt werden? Abb. 26 zeigt für den Bereich der Siedlungsabfälle exemplarisch die Ökoeffektivität verschiedener Recyclingsysteme in der Schweiz.

Bei der Ökoeffektivität wird damit der individuelle ökologische Beitrag einer Umweltmassnahme betrachtet. Sofort erkennbar wird bei der Betrachtung von Recyclingsystemen im Bereich der Siedlungsabfallwirtschaft die grosse Bedeutung des Papier- und Kartonrecyclings (begründet vor allem durch die grossen Mengen) sowie der Verwertung von Elektro(nik)geräten mit ihren vielen Wert- und Schadstoffen. Aber es wird auch ersichtlich, dass die forcierte Metallrückgewinnung aus KVA-Schlacke einen relevanten Anteil beisteuern kann: Schon bei einer Reduktion des Restgehaltes an Nichteisen-Metallen von 1 % (analog VVEA-Anforderung) auf 0.6 % (aktueller Stand erweiterte Schlackenaufbereitung) wird ein Anteil von rund 6.5 % am ökologischen Gesamt-

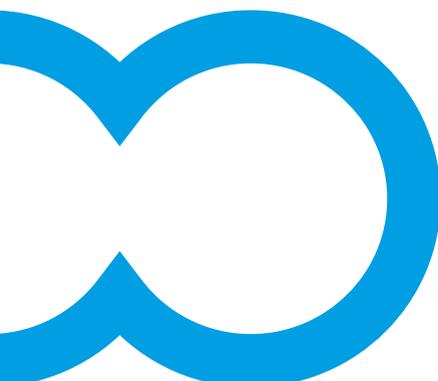
Massnahmen priorisieren

Um Massnahmen bezüglich eines erkannten Umweltpotenzials (z. B. Abfallmengenstrom, Rückgewinnung Wertstofffluss, Abtrennung oder Zerstörung Schadstofffluss) zu priorisieren, ist es notwendig, diese auch bezüglich ihrer Ökoeffizienz und ihrer ökologischen Wirkung (Ökoeffektivität) zu bewerten.

Ökoeffizienz

Angelehnt an die Definition des World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) aus dem Jahr 1991 zeigt die Ökoeffizienz auf, wie hoch der Umweltnutzen bei einem bestimmten ökonomischen Aufwand ist. Anders gesagt: Er beurteilt, wie gut die finanziellen Mittel aus ökologischer Sicht eingesetzt sind. Der Begriff der Ökoeffizienz bezeichnet so die eingesparten Umweltbelastungen bzw. erzielten Umweltwirkungen pro eingesetztem Franken. So berechnete Werte unterschiedlicher Massnahmen können mit einem gewählten Referenzszenario (wie z. B. thermische Verwertung in KVA oder Deponierung) verglichen und priorisiert werden. Abb. 25 zeigt schematisch den Zusammenhang von Umweltnutzen vs. Zusatzkosten. Angestrebt werden prioritär Massnahmen im hellblauen Bereich.

In den letzten Jahren wurden in mehreren Projekten, an denen auch das AWEL beteiligt war, Grundlagen zur Ökoeffizienz von Massnahmen erarbeitet (z. B. KurVe-Projekt für Kunststoffentsorgung



**Blick aufs Ganze,
Fokus aufs
Wesentliche**

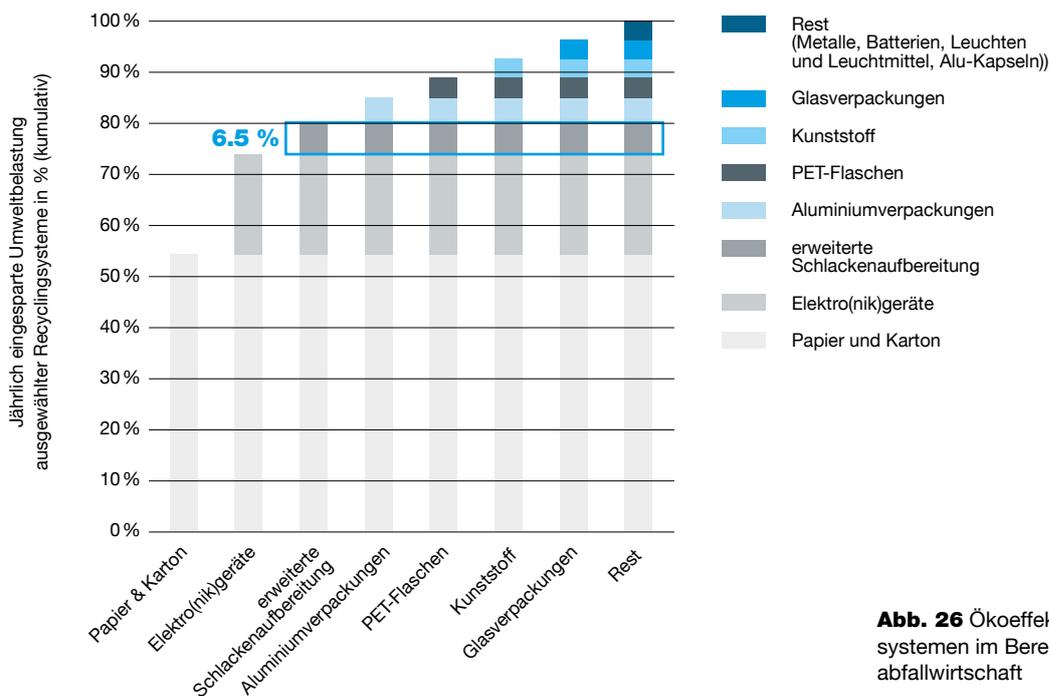


Abb. 26 Ökoeffektivität von Recyclingsystemen im Bereich der Siedlungsabfallwirtschaft

Global denken, lokal handeln

nutzen im betrachteten System erreicht. Die erweiterte Schlackenaufbereitung bzw. das Thermo-Recycling sind also nicht nur in hohem Masse ökoeffizient, sondern liefern auch einen wirkungsvollen, ergänzenden Beitrag zur Entsorgung der Siedlungsabfälle.

Bei der Bestimmung des Nettonutzens anhand des beschriebenen Vergleichs können neben der Untersuchung von Umweltschäden mit z. B. Umweltbelastungspunkten (UBP) auch Schäden an der menschlichen Gesundheit berücksichtigt werden. Dies wurde im Auftrag des AWEL zur Priorisierung von Massnahmen bei der Sanierung von belasteten Bauabfällen gemäss VVEA Art. 16 erstmals durchgeführt («Ökologisch und ökoeffiziente Sanierungsmassnahmen bei Rück- und Umbauten, 2017»).

Analoge Überlegungen zum Umweltnutzen sind auch beim Definieren von Massnahmen für die anderen Abfallbereiche anzustellen.

Die Abfall- und Ressourcenwirtschaft des Kantons Zürich operiert in einem globalen Umfeld. Heute und in Zukunft findet die grösste Umweltbelastung unserer Gesellschaft im nahen und weiten Ausland statt (siehe Handlungsfeld «Abfall vermeiden in Produktion und Konsum», Seite 50). Dies, weil sehr viele Produkte und Dienstleistungen, die wir konsumieren und in Anspruch nehmen, bei ihrer Primärproduktion im Ausland mit grossen Umweltbelastungen verknüpft sind. Lokal zu treffende Massnahmen sind demnach auch danach auszurichten, dass der Umweltverbrauch global vermindert wird. Zum Beispiel kann mit Urban Mining der Import von Rohstoffen und Gütern reduziert werden und damit eine unnötig hohe Belastung der Umwelt anderswo vermieden werden.

Global denken, lokal handeln: Dieser oft gehörte Leitsatz trifft auf den Massnahmenplan der Abfall- und Ressourcenwirtschaft des Kantons Zürich in fast schon idealtypischer Weise zu. Der Fokus der Massnahmen liegt im Lokalen, aber verankert sind sie im Globalen. Wirkung entfalten sie weit über das Lokale hinaus – in den umliegenden Kantonen, in der ganzen Schweiz, im umliegenden Ausland und teilweise in der ganzen Welt.

Abkürzungsverzeichnis

A

ALIS Altlasten-Informationssystem
AltIV Altlasten-Verordnung
ARA Abwasserreinigungsanlage
AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft

B

BAFU Bundesamt für Umwelt

C

ChemRRV Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung

D

Demis Deponie Management Informations System
(Datenbank der Betreiber von Deponien mit umweltrelevanten Angaben)
DeNaV Verordnung über die Nachsorge und die Sanierung von Deponien
DOC dissolved organic carbon; gelöster organischer Kohlenstoff

E

ENE energetische Nettoeffizienz

G

GWh Gigawattstunde

K

KbS Kataster der belasteten Standorte
KEV kostendeckende Einspeisevergütung
KVA Kehrlichtverwertungsanlage
KVU Konferenz der Vorsteher der Umweltschutzämter der Schweiz

N

NE-M Nichteisen-Metalle

P

PAK polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PFAS per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen

R

RESH (nichtmetallische) Reststoffe aus Schredderanlagen

S

SdT Stand der Technik

T

TOC total organic carbon; gesamter organischer Kohlenstoff
TVA Technische Verordnung über Abfälle

U

UBP Umweltbelastungspunkte
USG Umweltschutzgesetz
UVP Umweltverträglichkeitsprüfung

V

VREG Verordnung über die Rückgabe, die Rücknahme und die
Entsorgung elektrischer und elektronischer Geräte
VVEA Verordnung über die Vermeidung und die
Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung)
VeVA Verordnung über den Verkehr mit Abfällen

Z

ZAR Zentrum für nachhaltige Abfall- und Ressourcennutzung
ZAV Zürcher Abfallverwertungs AG

Fussnotenverzeichnis

- 1 BAFU, 2017: KuRVe (Kunststoff Recycling und Verwertung), ökonomisch-ökologische Analyse von Sammel- und Verwertungssystemen von Kunststoffen aus Haushalten in der Schweiz (25 Seiten, Kurzbericht)
- 2 BAFU, 2011: Jungbluth N, Nathani C., Stucki M., Leuenberger M. 2011: Gesamt-Umweltbelastung durch Konsum und Produktion der Schweiz: Input-Output Analyse verknüpft mit Ökobilanzierung. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1111 (15 Seiten)
- 3 BAFU 2013: Frischknecht R., Nathani C., Büsser Knöpfel S., Itten R., Wyss F., Hellmüller P. 2014: Entwicklung der weltweiten Umweltauswirkungen der Schweiz. Umweltbelastung von Konsum und Produktion von 1996 bis 2011. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1413 (100 Seiten)
- 4 Dialog über Herausforderungen und mögliche Lösungsansätze in der Abfall- und Ressourcenwirtschaft der Schweiz 2030; www.ressourcentrialog.ch (2017)

Bildnachweis

Seite 20: ©Stiftung ZAR
Seite 26: ©Simon Schwarzenbach
Seite 30: ©Zeljko Gataric-Imhoff / ERZ Entsorgung + Recycling Zürich
Seite 34: ©Franz Rindlisbacher
Seite 38: ©ETH Alumni Vereinigung
Seite 42: ©Leo Morf
Seite 44: ©GIS Browser
Seite 46: ©Franz Rindlisbacher
Seite 50: ©Peter Atkins, stock.adobe.com

Alle anderen Fotos: ©Baudirektion, AWEL

Quellenangaben Grafiken und Tabellen

Seite 19: AWEL, 2018
Seite 20: ZAV Recycling AG, 2018
Seite 22: AWEL, 2018
Seite 23: AWEL, 2018
Seite 27: Zürcher Kompostier- und Vergärungsanlagen:
Jahresbericht zu den Inspektionen 2018
Seite 31: AWEL, 2018
Seite 32: AWEL, 2018
Seite 35: AWEL, 2018
Seite 36: AWEL, 2018
Seite 39: AWEL, 2018
Seite 40: AWEL, 2018
Seite 43: AWEL, 2018
Seite 47: AWEL, 2018
Seite 48: AWEL, 2018
Seite 54: AWEL, 2018
Seite 59 oben: AWEL, 2018
Seite 59 unten: Faktenblatt «Stoffdossier zur Rückgewinnung von Gips aus ausgewählten Abfällen im Vergleich zur Primärproduktion», AWEL 2014
Seite 60: HSR, R. Bunge, 2017
Seite 61: HSR, R. Bunge, 2017

Impressum

Herausgeber

Baudirektion des Kantons Zürich,
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL)

Projektleitung

Dr. Elmar Kuhn, Sektionsleiter Abfallwirtschaft
Dr. Leo Morf, Stv. Sektionsleiter
Simon Schwarzenbach

Unterstützung Realisation

Projektmanagement: GEO Partner AG, Zürich
(Regula Winzeler und Katrin Hächler)
Textredaktion: Weissgrund AG, Zürich
Gestaltung: zeichenfabrik, Zürich
(Roland Ryser)

Bezug

Baudirektion des Kantons Zürich
AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft
Abfallwirtschaft und Betriebe
Weinbergstrasse 34
8090 Zürich

abfall@bd.zh.ch

