

Bodenaushub und –verschiebung im Kanton Zürich

2006 - 2015

Kunde

ALN, Fachstelle Bodenschutz
Walcheplatz 2
8090 Zürich

—

Datum

31. Dezember 2016



Impressum

Datum

31. Dezember 2016

Bericht-Nr.

5887.010-1

Verfasst von

MCL/BGR

Basler & Hofmann AG

Ingenieure, Planer und Berater

Forchstrasse 395

Postfach

CH-8032 Zürich

T +41 44 387 11 22

F +41 44 387 11 00

Bachweg 1

Postfach

CH-8133 Esslingen

T +41 44 387 15 22

F +41 44 387 15 00

Verteiler

Fachstelle Bodenschutz

Inhaltsverzeichnis

1.	Anlass und Ziel der Untersuchung	1
2.	Begriffe und Vorgehen	2
2.1	Begriffe	2
2.2	Vorgehen	2
3.	Bodenaushub	3
3.1	Bauen innerhalb Bauzone	3
3.1.1	Neu beanspruchte Bauzonen	3
3.1.2	Innere Verdichtung	4
3.1.3	Fazit	5
3.2	Bauen ausserhalb Bauzone	5
3.2.1	Infrastrukturanlagen	5
3.2.2	Kiesabbau	6
3.2.3	Gewässer- und Naturschutz	7
3.2.4	Fazit	7
4.	Wiederverwertung von Bodenmaterial	7
4.1	Wiederverwertung vor Ort	7
4.2	Wiederverwertung nach Verschiebung	8
4.3	Entsorgung nach Verschiebung	9
5.	Zusammenfassung der Materialflüsse	9
5.1	Gesamter Bodenaushub	9
5.2	Mit Schadstoffen belasteter Bodenaushub	9
6.	Schlussfolgerungen	10

Anhänge 1 - 5

1. Anlass und Ziel der Untersuchung

Ausgangslage

Bei allen Bauvorhaben mit tiefbaulichen Eingriffen wird Boden ausgehoben. Bei den meisten Bauvorhaben ist mindestens ein Anteil dieses abgetragenen Bodens überschüssig und kann nicht wieder vor Ort verwendet werden. Er muss entsprechend verschoben (= Verlassen des Bauareals) werden.

Abgetragener Boden (Bodenaushub) kann mit Schadstoffen belastet sein. Unbelasteter Boden sollte gemäss aktueller gesetzlicher Grundlage praktisch vollständig wieder als Boden verwertet werden. Belasteter Boden kann je nach Grad der Schadstoffbelastung vor Ort wieder verwendet werden oder wird nach den Vorgaben des Abfallrechts in einer Deponie abgelagert (Entsorgung).

Ziele

Basierend auf den vorhergehenden Untersuchungen (siehe folgende Grundlagen) sollen die Massenflüsse für Bodenaushub für die Zeitperiode von 2006 bis 2015 abgeschätzt und die Veränderungen zur vorangehenden Periode bilanziert werden. Aus der Abschätzung sollen die unterschiedlichen Verwertungs- und Entsorgungswege für abgetragenen Boden, getrennt nach dessen Schadstoffbelastung, ersichtlich sein.

Grundlagen

- [1] Bodenaushub und -verschiebungen im Kanton Zürich; Herkunft, Mengen und Wiederverwertungs- bzw. Entsorgungswege von Bodenmaterial. Fachstelle Bodenschutz Kanton Zürich, 12. Januar 2001.
- [2] Bodenaushub und –verschiebungen im Kanton Zürich 2001-2005; Herkunft, Mengen und Wiederverwertungs- bzw. Entsorgungswege von Bodenmaterial. Fachstelle Bodenschutz Kanton Zürich, 11. Dezember 2007.
- [3] Bodenaushub und –verschiebungen im Kanton Zürich 2001-2005; Herkunft, Mengen und Wiederverwertungs- bzw. Entsorgungswege von Bodenmaterial; 2. überarbeitete Version. Fachstelle Bodenschutz Kanton Zürich, 19. Dezember 2008.

Diese Grundlagen bilden die Basis des vorliegenden Berichts. Im Grundsatz wurde die Herleitung beibehalten, einzelne Quellen wurden aufgrund der Datenlage geändert sowie die Herleitungen der aktuellen Baupraxis angepasst. Trotz dieser geringfügigen Veränderungen bleiben die hergeleiteten Massenflüsse mit den Grössenordnungen aus den vorangegangenen Berichten vergleichbar.

KAR-Modell

Das KAR-Modell¹ ist eine Simulation der Kies-, Aushub- und Rückbaumaterialflüsse und wird vom Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) periodisch in Auftrag gegeben. Das Modell ist eine klassische Stofffluss-Analyse (SFA) bspw. für den Kanton ZH und ein gegebenes Bezugsjahr. Das Modell berechnet ausgehend vom Bauvolumen (Gebäudevolumina) die anfallenden Mengen an mineralischem Material und schätzt die Massenflüsse (Deponierung, Aufbereitung, Wiederverwendung etc.) ab.

Ein Anteil des mineralischen Materials bildet der Aushub, worin alles ausgehobene Material (Boden und Untergrundmaterial) zusammengefasst wird. Aushub wird entsprechend entweder abgelagert (Auffüllung einer Kiesgrube), aufbereitet (bspw. zu

¹ <http://www.kar-modell.ch/index.html>

Kies) oder in einem Bauvorhaben (bspw. in einer Terrainveränderung) wieder verwendet.

Die vorliegende Untersuchung erfolgt unabhängig vom KAR-Modell und deckt mit dem Fokus auf den Boden einen Aspekt ab, welcher im KAR-Modell nicht in Erscheinung tritt. Sie beinhaltet damit eine Ergänzung der Abschätzung über Aushub-Massenflüsse.

2. Begriffe und Vorgehen

2.1 Begriffe

Definition Boden

Als Boden gilt die oberste, unversiegelte Erdschicht, auf der Pflanzen wachsen können. Bei natürlich gewachsenen Böden entspricht dies dem Ober- und Unterboden oder rund 1 m der obersten Erdschicht. Direkt an der Erdoberfläche liegt der Oberboden, der auch „Humus“ oder A-Horizont genannt wird und in der Regel rund 25 cm mächtig ist. Die darunter liegende Bodenschicht wird Unterboden beziehungsweise Roterde, Stockerde oder B-Horizont genannt. Bei der Schätzung der abgetragenen Mengen wurden sowohl der Ober- als auch der Unterboden berücksichtigt.

Bodenaushub / Wiederverwertung

Der gesamte abgetragene Boden (Ober- und Unterboden), der für ein Bauvorhaben ausgehoben werden muss, wird als Bodenaushub bezeichnet. Ein Teil des Bodenaushubs wird an Ort wiederverwertet (meistens nach einer Zwischenlagerung); der andere Teil wird aus der Bauparzelle verschoben.

Verschiebung von Boden

Unter „Verschiebung von Bodenmaterial“ wird der Abtransport des Bodenmaterials aus der Bauparzelle, aus dem Bauperimeter bzw. aus der Liegenschaft / Parzelle verstanden. Das verschobene Bodenmaterial wird entweder anderweitig wieder als Boden verwertet oder entsorgt.

Verwertung / Entsorgung

Für die Wiederverwertung von Boden eignen sich andere Bauvorhaben in der Bauzone oder ausserhalb der Bauzone sowie Rekultivierungen von landwirtschaftlichem Boden (z.B. Terrainveränderungen oder Bodenrekultivierungen bei Kiesgruben). Die Entsorgung des Bodens erfolgt in Abhängigkeit des Schadstoffgehalts in unterschiedliche Deponien. Unbelasteter überschüssiger Boden wird auch zur Auffüllung von Kiesgruben verwendet (Entsorgungsmassnahme), die abfallrechtlichen Grundlagen verlangen erst ab 2016 eine Verwertung als Boden.

2.2 Vorgehen

Datenbeschaffung

Die Darstellung der Materialflüsse (Mengen und Fliessrichtungen) basiert auf statistischen Angaben. Die Informationen liefern verschiedene Ämter, Institutionen, Unternehmer und Verfasser bodenrelevanter Projekte sowie eigene Berechnungen beziehungsweise Abschätzungen. Themenspezifische Annahmen als Grundlage für die Schätzungen sind in den einzelnen Kapiteln bzw. in den Anhängen dargestellt.

Zeitlicher Bezugsrahmen

Die Materialflüsse sind als Jahres-Durchschnittswerte dargestellt. Die dargestellten Daten repräsentieren den Zeitraum von 2006 bis 2015.

Räumlicher Bezugsrahmen	Die Schätzungen der Aushub- und Verschiebungsmengen beziehen sich auf den ganzen Kanton Zürich, die Berechnungen werden z.T. auf der Ebene der Bezirke durchgeführt.
Berichtsreihe	Zur Erhaltung der Vergleichbarkeit der Berichtsreihe werden die Annahmen der vorangegangenen Berichte mehrheitlich übernommen. Aufgrund neuer Daten (vor allem aus dem bodenschutzrechtlichen Vollzug) können einzelne Herleitungen präziser erfolgen. Wo von den Annahmen bisheriger Berichte abgewichen wird, wird in den folgenden Kapiteln darauf eingegangen.
Zuverlässigkeit der Mengen	Bei allen Mengenangaben muss beachtet werden, dass aufgrund der verschiedenen Quellen und Erhebungsmethoden unterschiedliche Genauigkeiten bestehen. Die Gesamtbilanz über Bodenaushub, Bodenverschiebung sowie Bodenverwertung und -entsorgung ergibt aber eine gute Grössenordnung und wird entsprechend als plausibel eingeschätzt.

3. Bodenaushub

3.1 Bauen innerhalb Bauzone

Datengrundlage	Der Bodenaushub innerhalb der Bauzone wird anhand der vom kantonalen Amt für Raumentwicklung (ARE) publizierten Angaben zum Bauzonenverbrauch geschätzt. Die Basis bilden die Werte der Jahre 2006 bis 2015, aufgeteilt nach Bezirken und vier Nutzungsarten (Wohn-, Misch-, Arbeitszone und Zone für öffentliche Bauten).
----------------	--

3.1.1 Neu beanspruchte Bauzonen

Bodenverbrauch in Bauzonen	Der durchschnittliche jährliche Bodenverbrauch in Bauzonen zwischen 2006 und 2015 im Kanton Zürich beträgt 123 ha (siehe Anhang 2a). Dieser Bauzonenverbrauch setzt sich aus 58 ha für Wohnzonen, 36 ha für Mischzonen, 23 ha für Arbeitszonen und aus 6 ha Zonen für öffentliche Bauten zusammen.
Vergleich zur Vorperiode	Betrag der Bauzonenverbrauch im Jahre 2006 noch knapp 160 ha/a, so lag er 2015 noch bei rund 82 ha/a und ist dementsprechend (mit bereits 3 Jahren unterhalb von 100 ha/a) deutlich rückläufig. Der deutlichste Rückgang liegt mit ca. 50 ha/a (in diesem Zeitraum) bei den Wohnzonen. Der Effekt dürfte auf die bessere Ausnutzung der Grundstücke und dem geringeren Anteil an Einfamilienhausquartieren zurückzuführen sein. Die anderen Zonen blieben konstanter oder schwanken stark (Zone für öffentliche Bauten und Anlagen). Die Datengrundlage ist analog zur letzten Vorperiode, entsprechend sind die resultierenden Zahlen direkt miteinander vergleichbar.
Überbauungsziffer, Aushubkorrektur	Die Schätzung des Bodenaushubes basiert auf dem Bauzonenverbrauch, auf der Überbauungsziffer (effektiv überbaute Fläche) und auf der je für jede Gebäudekategorie typischen Aushubkorrektur (Grösse der Baugrube im Vergleich zur Gebäudefläche). Alle diese Werte wurden aus den Grundlagen übernommen und analog zur letzten Berichtsphase verwendet (siehe Anhang 2a).

Aushub nach Bauzonen

In neu beanspruchten Bauzonen werden zwischen 2006 und 2015 jährlich rund 850'000 m³ Boden (wovon 230'000 m³ Oberboden) ausgehoben (siehe Anhang 2a). Mit rund 373'000 m³ fällt bei Bauvorhaben in Wohnzonen am meisten Bodenaushub an. In den Mischzonen sind es rund 248'000 m³, in Arbeitszonen 190'000 m³ und bei öffentlichen Bauten 36'500 m³ Bodenaushub.

Bau von Gemeinde- und Erschliessungsstrassen

Ein Teil des Bodenaushubs in den Bauzonen wird durch die Erstellung neuer Erschliessungsstrassen verursacht. Gemäss Bericht 2001 (siehe [1]) entsprechen die für Erschliessungs- und Gemeindestrassen beanspruchten Flächen ca. 10% der als Bauzonen ausgewiesenen Flächen. Bei grösseren Bauvorhaben wie Industrieanlagen oder öffentlichen Bauten sinkt dieser Anteil auf schätzungsweise 5%².

Das ausgehobene Bodenvolumen durch Strassenbau in Bauzonen beträgt jährlich ca. 110'000 m³ oder rund 13% des gesamten Bodenaushubes in neuen Bauzonen.

Umschwung

Der in der Umgebung der erstellten Gebäude vorgenommene Aushub für Zufahrten, Garagenvorplätze, Tiefgaragen und Wege variiert je nach Bauvorhaben in der Aushubtiefe. Es wird davon ausgegangen, dass im Mittel 20% der Grundstücksfläche für "Umschwungbauwerke" bis in eine Tiefe von 70 cm vom Aushub betroffen sind.

Basierend auf diesen Annahmen beträgt der Bodenaushub für den Umschwung jährlich rund 170'000 m³ oder 20% des gesamten Bodenaushubes in neuen Bauzonen.

3.1.2 Innere Verdichtung

Neben der Bautätigkeit in den bisher unüberbauten Bauzonen verursachen auch Vorhaben in überbautem Gebiet (Neubauten, Erweiterungsbauten) zum Teil erhebliche Bodenverschiebungen. Die Menge an Bodenaushub aufgrund der inneren Verdichtung berechnet sich im Grundsatz mit denselben Faktoren wie derjenige in neuen Bauzonen. Die massgebende Fläche wird als Teil des Bauzonenverbrauchs definiert, unterschieden nach ländlicheren und städtischen Bezirken.

Korrektur aufgrund Bautätigkeit

Da die innere Verdichtung bisher als konstanter Teil des Bauzonenverbrauchs berechnet wurde und dieser stetig abgenommen hat, wird auch der Anteil des Bodenaushubs aus der inneren Verdichtung geringer. Die Bautätigkeit dürfte im selben Zeitraum jedoch nicht derart stark zurückgegangen sein, sondern man muss davon ausgehen, dass die Verknappung der Bauzonen-Reserven einen Anstieg der Bautätigkeit in den bestehenden Bauzonen zur Folge hat.

Zur Abschätzung der inneren Verdichtung gegenüber dem Neuverbrauch von Bauzonen stützen wir uns auf die kantonale Statistik zum Wohnungsbau³. Aus der Gegenüberstellung des Ersatzneubaus zum Neubau kann der Anteil der inneren Verdichtung abgeschätzt werden.

² Die Anteile für die Erschliessung wurden im Bericht 2001 aufgrund von Angaben des ARV, Amt für Raumordnung und Vermessung, berechnet.

³ Neubauten wie vor 40 Jahren, Wohnbautätigkeit 2011/2012 und Entwicklung seit 2000, Urs Rey. statistik.info 2013/02, www.statistik.zh.ch

Die Abschätzung basiert auf einer nach Teilräumen des Kantons Zürich zusammenfassenden Grafik. Die daraus abgeleitete innere Verdichtung beträgt demnach pro Bezirk (% des Neuverbrauchs an Bauzonen): Affoltern 12 %, Andelfingen 12 %, Bülach 15 %, Dielsdorf 15 %, Dietikon 16 %, Hinwil 12 %, Horgen 32 %, Meilen 32 %, Pfäffikon 18 %, Uster 23 %, Winterthur 18 %, Stadt Zürich 156 %. Die mittlere innere Verdichtung über den gesamten Kanton beträgt demnach knapp einen Drittel des Neuverbrauchs an Bauzone (siehe Anhang 2b).

Aushub innere Verdichtung

Die innere Verdichtung findet demnach auf durchschnittlich 34.4 ha/a statt und der daraus resultierende zusätzliche Bodenaushub durch Bauvorhaben in bereits überbautem Gebiet beträgt jährlich rund 240'000 m³.

3.1.3 Fazit

Innerhalb der Bauzonen werden damit im Zeitraum 2006 – 2015 knapp 1.1 Mio m³ Boden pro Jahr ausgehoben (siehe Schema in Anhang 1). Diese Menge liegt um fast 0.3 Mio. m³ tiefer als im Zeitraum 2001 – 2005, was direkt aus der geringeren zusätzlich überbauten Fläche resultiert.

Datengrundlage

3.2 Bauen ausserhalb Bauzone

Der Bodenaushub ausserhalb Bauzone wird auf Basis unterschiedlicher Datengrundlagen abgeschätzt. Sie unterscheiden sich mehrheitlich auch von der vorangegangenen Berichtsperiode. Im aktuellen Bericht wurden ausserdem zusätzliche Baustellen-Typen miteinbezogen, wofür in früheren Jahren teilweise keine Datengrundlagen vorlagen.

Nationalstrassen

3.2.1 Infrastrukturanlagen

Die Abschätzungen zu Bodenaushubmengen beim Bau von Nationalstrassen beruhen auf der jährlichen durchschnittlichen Zunahme des Nationalstrassennetzes (siehe Anhang 3a). In der Statistik werden die Strassen erst erfasst, wenn sie in Betrieb genommen werden. Damit ist in der Periode 2006 – 2015 der Ausbau der Nordumfahrung (ANU) nicht berücksichtigt, bei welchem die Vorarbeiten im Jahre 2015 begonnen haben.

Bei der Abschätzung wurden die Anteile der Wiederverwendung vor Ort gegenüber der Vorperiode reduziert. Wir gehen davon aus, dass u.a. aufgrund der Vorgaben für magere Böschungsgestaltung oder die durchgehende Untersuchung des Bodens auf dessen Schadstoffgehalt gegenüber früher deutlich weniger Boden wieder vor Ort verwendet wird.

Der im Zusammenhang mit Nationalstrassenbau ausserhalb von Bauzonen ausgehobene Boden wird auf ca. 204'000 m³ (60'000 m³ Oberboden) pro Jahr geschätzt. Diese Menge ist gegenüber der Vorperiode, welche durch den Ausbau der Knonaueramt-Autobahn geprägt war, um rund 40 % geringer.

Staatsstrassen

Die Abschätzung erfolgte nicht wie in früheren Jahren auf Basis des Investitionsvolumens, sondern aufgrund einer Abschätzung des tatsächlichen Flächenbedarfs (Landerwerb an Grün- bzw. Landwirtschaftsflächen) in den vergangenen und künftigen Projekten des kantonalen Tiefbauamtes (siehe Anhang 3b). Wie auch bei den Natio-

nalstrassen wurde der Anteil des Bodenaushubs, welcher vor Ort wieder verwendet wird, aus den gleichen Gründen reduziert; dies primär für den Oberboden.

Die Schätzung ergibt 34'000 m³ Bodenaushub, was ca. 80 % mehr sind als im Zeitraum 2001 – 2005. Diese Zunahme dürfte auf den zurzeit deutlichen Fokus auf Radweg-Projekte ausserhalb des Siedlungsgebiets zurückzuführen sein, evtl. aber teilweise auch durch die neue Erhebungsmethode bedingt sein.

Eisenbahnen

Die Abschätzung beruht auf den Angaben der SBB AG zum tatsächlichen Landverbrauch aller abgeschlossenen Projekte im Zeitraum 2006 – 2015 (siehe Anhang 3c). Damit nicht berücksichtigt sind die vor allem im 2016 mit viel Bodenaushub aufgefallenen Projekte *5. Teilergänzung Tösstal* und der Ausbau der SBB-Strecke in Elgg.

Die jährliche Menge beträgt rund 1'800 m³. Der Bau von Eisenbahnstrecken macht damit den kleinsten Anteil Bodenaushub ausserhalb der Bauzone im betrachteten Zeitraum aus.

Flughafenbau

Im Vergleich zur Vorperiode neu ist die Berücksichtigung des Flughafenbaus. Kontinuierlich werden innerhalb des Flughafenareals neue Flugbetriebsflächen geschaffen und damit Boden versiegelt. Der Flächenbedarf wurde nach Rücksprache mit der Abteilung Umwelt der Flughafen Zürich AG auf durchschnittlich rund 1 ha pro Jahr im Zeitraum von 2006 – 2015 beziffert.

Grundsätzlich wird – solange die Schadstoffgehalte dies erlauben - der gesamte anfallende Bodenaushub wieder auf Flächen des Flughafens verwertet. Da auf dem Areal kaum noch natürlich gewachsene Böden vorkommen und grundsätzlich organische Böden mit mächtigeren Oberböden vorherrschen, wurde bei der Bilanzierung der Anteil des Oberbodens gegenüber anderen Infrastrukturanlagen deutlich erhöht und die gesamte Mächtigkeit des Bodens verringert. Schliesslich resultieren durchschnittlich 5'000 m³ Boden pro Jahr aus Projekten auf dem Flughafenareal.

Anlagen und Gebäude

In früheren Berichtsperioden lagen für den Bau von Gebäuden ausserhalb der Bauzone keine Daten vor. Für diese Berichtsperiode wurde durch die Fachstelle Bodenschutz der Bodenaushub für Anlagen und Bauten auf Basis der Baubewilligungen und entsprechenden bodenschutzrechtlichen Stellungnahmen abgeschätzt (siehe Anhang 3d). Damit wird vermutlich ein guter Anteil, jedoch nicht der gesamte Anteil an neu erstellten Gebäuden abgedeckt. Es wird angenommen, dass ein Anteil von 10 % des Bodenaushubs vor Ort wieder verwendet wird.

Der bei Anlagen und Gebäuden anfallende Bodenaushub wird auf jährlich rund 111'500 m³ geschätzt und macht damit einen wesentlichen Anteil (rund 20 %) des Bodenaushubs ausserhalb der Bauzone aus.

3.2.2 Kiesabbau

Erweiterung von Kiesgruben

Der Kiesabbau beansprucht grosse Flächen, was insbesondere im Vorfeld des effektiven Abbaus zu grossen Bodenverschiebungen führt. Dabei wird der gewachsene Bo-

den an der einen Stelle abgetragen und in der Regel in demselben Abbauggebiet für Rekultivierungen wiederverwertet (allenfalls nach Zwischenlagerung).

Der Umfang des ausgehobenen Bodenvolumens basiert auf der Auswertung der Geodaten des Kieskatasters für den Kanton Zürich (KIMIS). Obwohl in der Berichtsperiode der Gesamtumfang der offenen Kiesgrubenflächen insgesamt geringer wurde, werden in einzelnen Kiesgruben neue Abbauetappen eröffnet. Das beim Kiesabbau im Kanton Zürich ausgehobene Bodenvolumen beträgt jährlich ca. 111'000 m³ (siehe Anhang 3d).

Betreffend Rekultivierungen von Kiesgruben siehe Kapitel 4.2

3.2.3 Gewässer- und Naturschutz

Eingriffe zugunsten Gewässer- und Naturschutz

Ebenfalls neu im Vergleich zur vorhergehenden Berichtsperiode ist der Einbezug von Bauvorhaben zugunsten des Gewässer- oder Naturschutzes. Derartige Vorhaben haben deutlich zugenommen gegenüber vor zehn Jahren. Für diese Berichtsperiode wurde durch die Fachstelle Bodenschutz der Bodenaushub auf Basis der Baubewilligungen und entsprechenden bodenschutzrechtlichen Stellungnahmen abgeschätzt (siehe Anhang 3d). Bauliche Massnahmen in diesem Zusammenhang haben immer einen Bodenabtrag zur Folge. Wir gehen davon aus, dass der Bodenaushub dabei vollständig verschoben wird.

Mit rund 55'000 m³ Bodenaushub resultiert auch für diesen Bereich ein deutlicher Anteil des Bodenaushubs ausserhalb Bauzone.

3.2.4 Fazit

Ausserhalb der Bauzonen werden damit im Zeitraum 2006 – 2015 gut 0.5 Mio m³ Boden pro Jahr ausgehoben (siehe Schema in Anhang 1). Diese Menge liegt um rund 80'000 m³ tiefer als im Zeitraum 2001 – 2005.

4. Wiederverwertung von Bodenmaterial

4.1 Wiederverwertung vor Ort

Innerhalb Bauzonen

Rund 195'000 m³ Bodenmaterial – 18% der ausgehobenen Menge – wird in den Bauzonen direkt auf der Parzelle wiederverwertet (siehe Schema in Anhang 1). Der Anteil von 18 % entspricht dem gleichen Anteil wie in der Berichtsperiode 2001 – 2005, er wurde direkt übernommen.

Ausserhalb Bauzonen

Beim Kiesabbau und Flughafenbau beträgt der Anteil des wiederverwerteten Bodenaushubs vor Ort 100 % des abgetragenen Bodenaushubs. Bei den Eisenbahnanlagen, Staatsstrassen, Nationalstrassen, Anlagen/Gebäuden und Gewässer-/Naturschutz beträgt der vor Ort verwendete Anteil zwischen 30 % und 0 %. Insgesamt wird damit rund ein Drittel (170'000 m³) des ausserhalb der Bauzone abgetragenen Bodens vor Ort wieder verwendet. Diese projektinternen Bodenverschiebungen sind in der Gesamtbilanz ausgewiesen, weil sie unter Umständen über erhebliche Distanzen innerhalb der Baustelle verschoben werden.

4.2 Wiederverwertung nach Verschiebung

Rekultivierung von Kiesgruben

Die Kiesabbau-Statistik zeigt, dass insgesamt mehr Flächen rekultiviert wurden als durch neuen Abbau betroffen waren. Ausserdem rechnen wir damit, dass überschüssiger Boden auch bei den anderen Kiesgruben-Rekultivierungen zusätzlich zum zwischengelagerten Boden zugeführt wird. Damit werden für Kiesgruben-Rekultivierungen aus anderen Bauvorhaben rund 70'000 m³ zugeführt (siehe Anhang 5).

Terrainveränderungen bzw. Bodenrekultivierungen

Die Abschätzung zur Menge Bodenaushub, welche für Bodenrekultivierungen bzw. Terrainveränderungen ausserhalb der Bauzone verwendet wurde, erfolgte mit zwei Geländemodellen aus den beiden Jahren 2002 und 2014. Sie decken ungefähr den Zeitraum der Berichtsperiode ab.

Anhand der bei der Fachstelle Bodenschutz bekannten Perimetern von Terrainveränderungen (BBE) wurde das Volumen des eingebauten Materials (positive Höhendifferenz) berechnet und angenommen, dass für diesen Perimeter zusätzlich zum ursprünglich vorhandenen Boden 10 cm Oberboden und 40 cm Unterboden zugeführt wurden (siehe Anhang 5). Ein Anteil nicht bekannter Perimeter wurde berücksichtigt, indem 20 % zusätzliche Flächen eingerechnet wurden.

Aus der Berechnung resultiert, dass jährlich rund 85'000 m³ Boden für Terrainveränderungen bzw. Bodenrekultivierungen verwendet werden. In welchem Ausmass im Kanton ZH ausgehobener Boden ausserhalb des Kantons wieder für Rekultivierungen verwertet wird, wurde entsprechend nicht beziffert.

Verwertung innerhalb Bauzone

Ein Teil des verschobenen Bodenaushubs wird innerhalb der Bauzone verwertet, bspw. auf Parzellen, welche keine Zwischenlagerung von Bodenaushub erlauben oder via Gartenbau-Unternehmungen. Die Abschätzung des zur Rekultivierung notwendigen Bodens geschah an Beispiel-Berechnungen. Aufgrund der Angaben im Übersichtsplan (Gebäudefläche, Fläche Tiefgarage) wurde die Dimension der Baugrube abgeschätzt, woraus die gesamte Bodenaushubmenge resultiert. Aufgrund des Orthofotos ist erkennbar, welche Bereiche schliesslich begrünt sind, diese Flächen wurden beziffert und der dafür notwendige Anteil an Oberboden (Annahme Schichtstärke Rekultivierung 0.3 m) berechnet und in Bezug zur ausgehobenen Gesamtmenge gesetzt.

Aus der Berechnung mehrerer solcher (fiktiven) Beispiele wird gefolgert, dass rund ein Fünftel (20 %) der ausgehobenen Gesamtmenge schliesslich als Oberboden für Rekultivierungen benötigt wird. Die vor Ort verbliebene und die nach Verschiebung zugeführte Menge Oberboden muss demnach insgesamt rund 20 % der ausgehobenen Gesamtmenge betragen.

Fazit Wiederverwertung

Insgesamt werden ausserhalb der Bauzonen rund 150'000 m³ Bodenaushub pro Jahr von anderen Baustellen zur Verwertung zugeführt. Innerhalb der Bauzone wird dieser Anteil mit rund 190'000 m³ beziffert. Der verwertete Anteil macht demnach gut 27 % der gesamten verschobenen Bodenmenge aus. Für den unbelasteten Oberboden beträgt der verwertete Anteil gemäss dieser Abschätzung knapp 80 %.

Entsorgung im Kanton Zürich	<p>4.3 Entsorgung nach Verschiebung</p> <p>Der überschüssige Bodenaushub, welcher nicht einer Verwertung zugeordnet werden kann, wird abgelagert. Die nach der Verwertung resultierende Menge wird im Verhältnis zur Aushubmenge, welche inner- und ausserhalb des Kantons Zürich abgelagert wird, aufgeteilt. Im Kanton Zürich wurden zwischen 2010 und 2015 jährlich etwa 2.5 Mio. m³ Aushub für die Auffüllung von Kiesgruben verwendet. Der Anteil des Bodens (unbelasteter Boden) wird demnach auf rund 450'000 m³ geschätzt.</p>
Entsorgung ausserhalb Kanton Zürich	<p>Der Anteil an Boden, welcher ausserhalb des Kantons Zürich entsorgt wird, wurde anhand der exportierten Menge Aushub gemäss dem KAR-Modell für das Jahr 2014 abgeschätzt. Damit würden jährlich ca. 260'000 m³ Boden (unbelasteter Boden) aus dem Kanton Zürich exportiert und für die Auffüllung von Kiesgruben verwendet.</p> <p>Die in Kiesgruben abgelagerte Menge unbelasteten Bodens entspricht 67 % des gesamten verschobenen unbelasteten Bodenaushubes. Hiervon ist nur ein geringer Anteil - knapp 8 % - Oberboden, der restliche beträchtliche Anteil ist Unterboden.</p>
<p>5. Zusammenfassung der Materialflüsse</p>	
<p>5.1 Gesamter Bodenaushub</p>	
<p>Bei einem gesamten Bodenaushub von gut 1.6 Mio. m³ werden 22.5 % vor Ort wiederverwertet. Nach Abzug des vor Ort verwendeten Anteils resultieren 1.24 Mio. m³ Bodenaushub jährlich, welche verschoben (d.h. aus dem Bauperimeter oder der Liegenschaft des Eigentümers) werden. Diese Menge ist geringfügig grösser im Vergleich zum Zeitraum 2001 – 2005.</p>	
<p>5.2 Mit Schadstoffen belasteter Bodenaushub</p>	
Prüfperimeter für Bodenverschiebungen (PBV)	<p>Im Prüfperimeter für Bodenverschiebungen (PBV) sind alle Böden verzeichnet, für welche ein Hinweis auf eine Belastung mit Schadstoffen besteht. Der effektive Flächenanteil an PBV-Flächen kann je nach Gemeinde stark variieren. Ausserdem ist nicht jede PBV-Fläche vollständig belastet. So besteht die Möglichkeit, dass nur der Ober-, nicht aber der Unterboden Schadstoffbelastungen aufweist oder aber, dass Teilflächen des PBV sich als unbelastet erweisen.</p> <p>Betrachtet man den gesamten Kanton Zürich, sind 44.4 % der Bauzonen-Fläche im PBV eingetragen (siehe Anhang 4a). Daraus wird abgeleitet, dass 44.4 % des Bodenaushubs aus der Bauzone aus Flächen entstammt, welche im PBV eingetragen sind.</p>
Anteile unterschiedlich belasteten Bodenaushubs	<p>Eine ältere Auswertung von 431 Meldeblättern zu Bodenverschiebungen zeigt, dass gut 50 % des aus PBV-Flächen verschobenen Bodenaushubs unbelastet sind (siehe Anhang 4b). Die restlichen Anteile an Bodenaushub verteilen sich wie folgt auf (siehe aktuelle Auswertung in Anhang 4c):</p> <ul style="list-style-type: none"> _ schwach belastet / Kat. II: Oberboden 44.5 %, Unterboden 28.7 % _ stark belastet / Kat. III: Oberboden 21.2 %, Unterboden 5.5 %

Von den insgesamt 1.24 Mio. m³ verschobenem Bodenaushub sind ein Anteil von rund 193'000 m³ Boden (rund 16 %) belastet, davon gut ein Viertel stark belastet (Kat. III).

Wir gehen davon aus, dass der belastete Bodenaushub vollständig entsorgt wird. Die Aufteilung der Entsorgung ausserhalb und innerhalb des Kantons Zürich geschieht gemäss einer aktuellen Auswertung (Erfassung der Dokumentationen nach Bodenverschiebung von 2004 bis 2016); diese ergab, dass 61 % des belasteten Bodens ausserhalb des Kantons Zürich entsorgt wird.

Ausserhalb Bauzone

Für den ausserhalb der Bauzone ausgehobenen Boden wurden keine Abschätzungen der belasteten Anteile vorgenommen. Es kann davon ausgegangen werden, dass insbesondere entlang stark befahrener Strassen jeweils ein Streifen belastet ist, dieser Streifen wird meist eine geringe Breite haben.

6. Schlussfolgerungen

Menge Bodenaushub

Die Gesamtmenge an ausgehobenen Boden beträgt im Zeitraum 2006 – 2015 pro Jahr rund 1.6 Mio. m³ und ist damit um ca. einen Fünftel geringer als in den Jahren 2001 – 2005. Die Verringerung resultiert hauptsächlich aus der Abnahme des Bauzonenverbrauchs.

Menge verschobener Boden

Nach Abzug der vor Ort wieder verwendeten Anteile des Bodens (rund 22.5 %) werden im Zeitraum 2006 – 2015 jährlich 1.24 Mio. m³ Boden verschoben; ein Anteil von 193'000 m³ davon ist mit Schadstoffen belastet. Die verschobene Menge Bodenaushub ist damit praktisch identisch mit derjenigen aus dem Zeitraum von 2001 – 2005, was daran liegt, dass die vor Ort verwendete Menge – vor allem ausserhalb der Bauzone - nach aktueller Einschätzung geringer ist als früher.

Entsorgung von Boden

Insgesamt werden inner- und ausserhalb des Kantons Zürich knapp 70 % des unbelasteten Bodens zur Auffüllung von Kiesgruben verwendet und damit entsorgt. Der überwiegende Anteil davon ist Unterboden, der Oberboden macht einen Anteil von knapp 8 % aus.

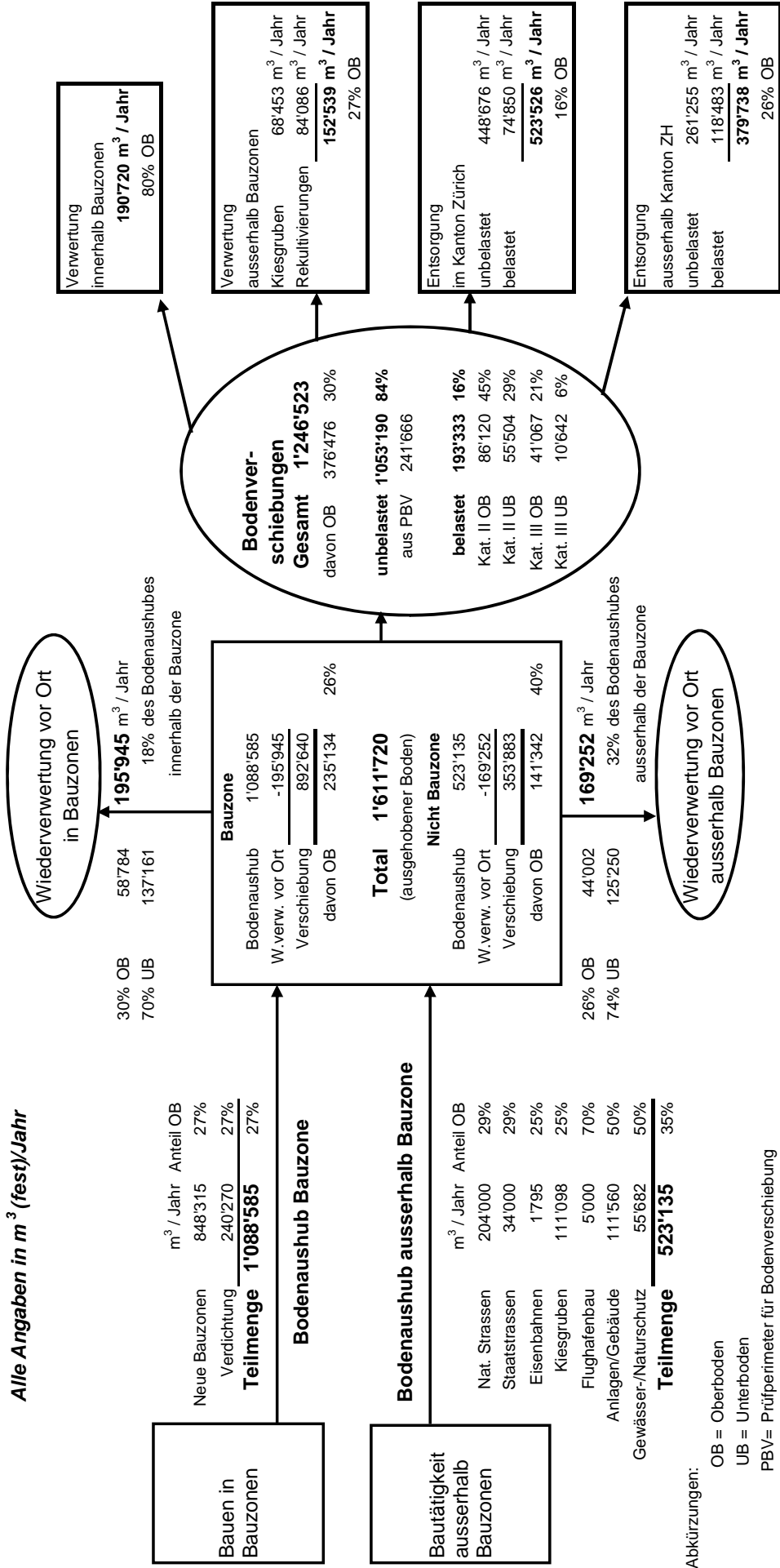
Wiederverwertung als Boden

Nach Verschiebung wird rund ein Viertel der gesamten Bodenmenge inner- und ausserhalb der Bauzone für die Schaffung von Grün- und Landwirtschaftsflächen verwendet.

Anhang 1

Übersicht Massenflüsse

Alle Angaben in m³ (fest)/Jahr



Bauen in Bauzonen	
m ³ / Jahr	848'315
Verdichtung	240'270
Teilmenge	1'088'585
	27%

Bautätigkeit ausserhalb Bauzonen	
m ³ / Jahr	204'000
Nat. Strassen	34'000
Staatstrassen	1'795
Eisenbahnen	111'098
Kiesgruben	5'000
Flughafenbau	111'560
Anlagen/Gebäude	55'682
Gewässer-/Naturschutz	523'135
Teilmenge	523'135
	35%

Bodenaushub Bauzonen	
Bodenaushub	1'088'585
W.verw. vor Ort	-195'945
Verschiebung	892'640
davon OB	235'134
	26%

Bodenaushub ausserhalb Bauzonen	
Bodenaushub	523'135
W.verw. vor Ort	-169'252
Verschiebung	353'883
davon OB	141'342
	40%

Bauzone	
Bodenaushub	1'088'585
W.verw. vor Ort	-195'945
Verschiebung	892'640
davon OB	235'134
	26%
Total (ausgehobener Boden)	1'611'720
Nicht Bauzone	
Bodenaushub	523'135
W.verw. vor Ort	-169'252
Verschiebung	353'883
davon OB	141'342
	40%

Wiederverwertung vor Ort in Bauzonen	
30% OB	58'784
70% UB	137'161
	195'945 m ³ / Jahr
	18% des Bodenaushubes innerhalb der Bauzone

Wiederverwertung vor Ort ausserhalb Bauzonen	
26% OB	44'002
74% UB	125'250
	169'252 m ³ / Jahr
	32% des Bodenaushubes ausserhalb der Bauzone

Bodenverschiebungen	
Gesamt	1'246'523
davon OB	376'476
	30%
unbelastet aus PBV	1'053'190
	241'666
	84%
belastet	193'333
	16%
Kat. II OB	86'120
	45%
Kat. II UB	55'504
	29%
Kat. III OB	41'067
	21%
Kat. III UB	10'642
	6%

Verwertung innerhalb Bauzonen	
190'720 m ³ / Jahr	
	80% OB

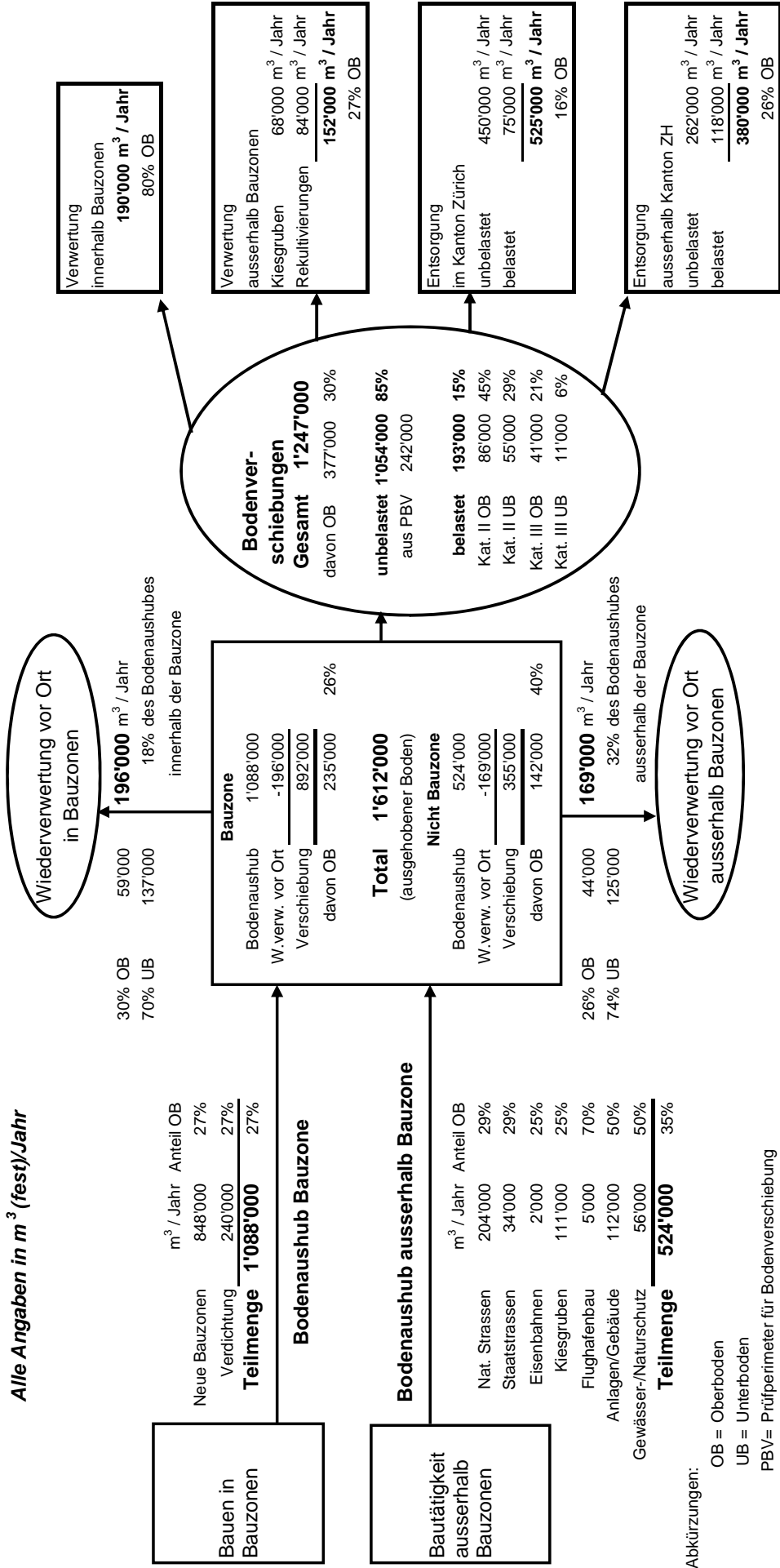
Verwertung ausserhalb Bauzonen	
Kiesgruben	68'453 m ³ / Jahr
Rekultivierungen	84'086 m ³ / Jahr
	152'539 m ³ / Jahr
	27% OB

Entsorgung im Kanton Zürich	
unbelastet	448'676 m ³ / Jahr
belastet	74'850 m ³ / Jahr
	523'526 m ³ / Jahr
	16% OB

Entsorgung ausserhalb Kanton ZH	
unbelastet	261'255 m ³ / Jahr
belastet	118'483 m ³ / Jahr
	379'738 m ³ / Jahr
	26% OB

Abkürzungen:
 OB = Oberboden
 UB = Unterboden
 PBV= Prüferimeter für Bodenverschiebung

Alle Angaben in m³ (fest)/Jahr



Abkürzungen:
 OB = Oberboden
 UB = Unterboden
 PBV= Prüferimeter für Bodenverschiebung

Anhang 2

Schätzung Bodenaushub beim Bauen innerhalb Bauzone

Jährlicher Bauzonenverbrauch, Durchschnitt 2006-2015

Bezirk	W			A			öB			Total [ha]
	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]		
Affoltern	3.73	3.13	0.36	0.28	0.28	7.50				
Andelfingen	2.77	2.10	0.99	0.41	0.41	6.27				
Bülach	7.50	6.04	2.00	0.77	0.77	16.30				
Dielsdorf	4.58	3.59	5.17	0.21	0.21	13.54				
Dietikon	2.39	1.80	1.51	0.10	0.10	5.80				
Hirwil	4.25	3.28	3.98	0.25	0.25	11.77				
Horgen	5.81	1.72	1.57	0.44	0.44	9.54				
Meilen	6.43	1.80	0.30	0.24	0.24	8.77				
Pfäffikon	3.70	1.75	1.52	0.19	0.19	7.16				
Uster	4.78	3.70	2.75	0.77	0.77	12.00				
Winterthur	9.68	3.78	3.11	0.59	0.59	17.16				
Zürich	2.71	3.24	-0.54	1.73	1.73	7.14				
Kanton Zürich	58.34	35.92	22.70	5.97	5.97	122.93				

Annahmen		W	M	A	öB
Überbauungsziffer	[Anteil Grundstücksfläche]	0.25	0.30	0.50	0.30
Aushubskorrektur	[Korrekturfaktor]	1.60	1.50	1.30	1.40
Erschliessung (Gde-Str.)	[Anteil an ges. Bauzonen]	0.10	0.10	0.05	0.05
Garagen, Vorplätze	[Anteil Grundstücksfläche]	0.20	0.20	0.20	0.20
Aushubtiefe Garagen, Vorplätze, ...	[m]	0.70	0.70	0.70	0.70

W = Wohnzone

M = Mischzone

A = Arbeitszone

öB = Zone für öffentliche Bauten

Gde-Str. = Gemeindestrassen

Aushubkorrektur = die in der Bauphase ausgehobene Grube ist um diesen Faktor grösser als die effektiv überbaute Fläche

Datenquelle: Angaben des ARV, Amt für Raumordnung und Vermessung, verfügbar auf www.statistik.zh.ch

Bodenaushub in neu überbauten Bauzonen

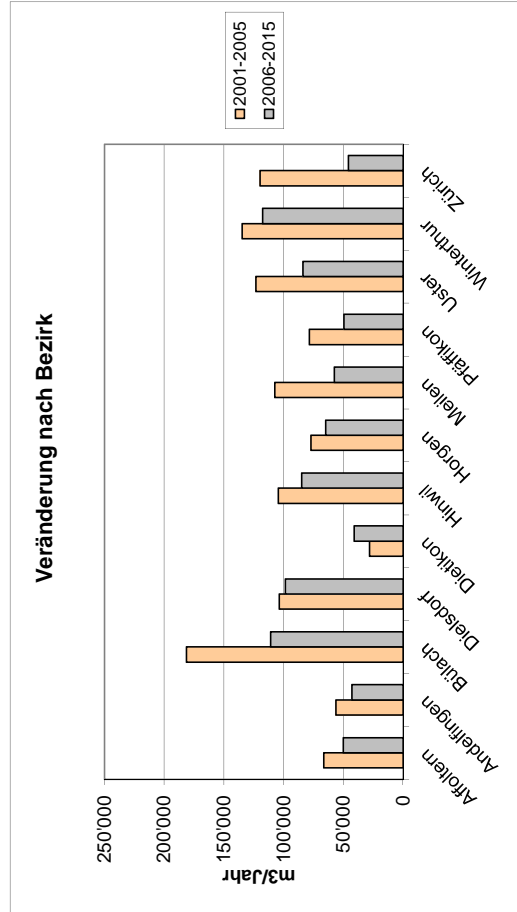
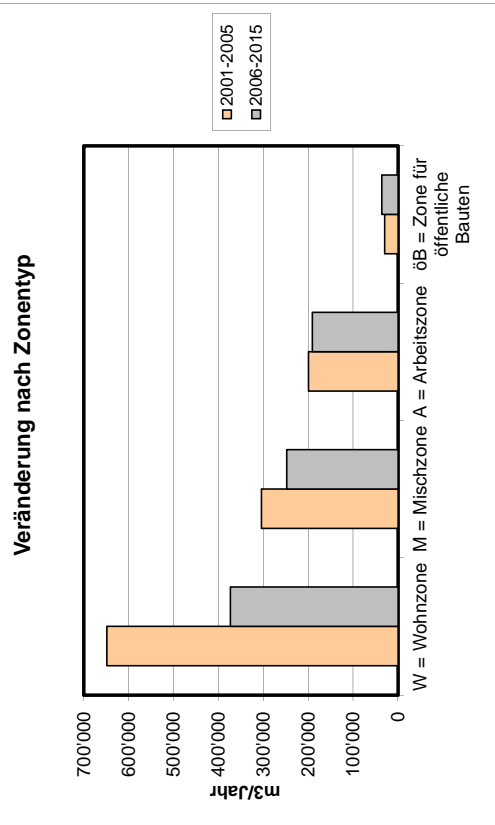
Bezirk	Bodenaushub Gebäude [m³/Jahr]			Bodenaushub Erschliessung [m³/Jahr]			Bodenaushub Umschwung [m³/Jahr]			Total
	W	M	A	W	M	A	W	M	A	
Affoltern	14'920	14'101	2'315	3'730	3'134	178	5'222	4'387	499	10'497
Andelfingen	11'093	9'430	6'407	2'773	2'095	493	3'882	2'934	1'380	8'773
Bülach	29'991	27'169	12'978	7'498	6'037	998	10'497	8'452	2'795	22'816
Dielsdorf	18'326	16'137	33'599	4'581	3'586	2'585	6'414	5'020	7'237	18'961
Dietikon	9'558	8'081	9'843	2'389	1'796	757	3'345	2'514	2'120	8'115
Hirwil	17'016	14'775	25'859	4'254	3'283	1'989	5'956	4'597	5'570	16'478
Horgen	23'256	7'761	10'173	5'814	1'725	783	8'140	2'414	2'191	13'355
Meilen	25'721	8'081	1'946	6'430	1'796	150	9'002	2'514	419	12'274
Pfäffikon	14'801	7'897	9'851	3'700	1'755	758	5'181	2'457	2'122	10'018
Uster	19'109	16'630	17'880	4'777	3'695	1'375	6'688	5'174	3'851	16'796
Winterthur	38'731	16'988	20'231	9'683	3'775	1'556	13'556	5'285	4'357	24'018
Zürich	10'846	14'601	-3'540	2'712	3'245	-272	3'796	4'542	-762	10'000
Kanton Zürich	233'367	161'648	147'543	58'342	35'922	11'349	81'679	50'291	31'779	172'101

Bodenaushub Bauzonenverbrauch 2006-2015

Bezirk	Bodenaushub Total [m³/Jahr]				davon		Total	73% Unterboden
	W	M	A	öB	Oberboden	27%		
Affoltern	23'872	21'622	2'992	1'698	13'549	36'634	50'183	31'390
Andelfingen	17'748	14'459	8'280	2'513	11'610	29'993	43'000	31'390
Bülach	47'985	41'658	16'772	4'669	29'993	81'091	111'084	81'091
Dielsdorf	29'321	24'743	43'421	1'261	28'661	72'084	98'746	72'084
Dietikon	15'293	12'390	12'721	591	11'068	29'926	40'994	29'926
Hinwil	27'226	22'655	33'418	1'551	22'909	61'940	84'850	61'940
Horgen	37'210	11'900	13'146	2'659	17'527	47'388	64'915	47'388
Meilen	41'153	12'391	2'515	1'474	15'534	41'999	57'533	41'999
Pläffikon	23'682	12'108	12'730	1'131	13'406	36'246	49'652	36'246
Uster	30'574	25'499	23'107	4'718	22'652	61'245	83'897	61'245
Winterthur	61'969	26'048	26'145	3'572	31'788	85'946	117'735	85'946
Zürich	17'354	22'388	-4'574	10'559	12'346	33'380	45'726	33'380
Kanton Zürich	373'388	247'861	190'672	36'395	229'045	619'270	848'315	619'270

Vergleich: Bodenaushub in Bauzonen 2001-2005

Bezirk	Bodenaushub Total [m³/Jahr]				davon		Total	73% Unterboden
	W	M	A	öB	Oberboden	27%		
Affoltern	39'424	19'912	4'091	2'989	17'932	48'483	66'415	48'483
Andelfingen	32'375	12'486	10'344	1'184	15'225	41'164	56'389	41'164
Bülach	104'929	51'050	22'835	2'706	49'010	132'509	181'520	132'509
Dielsdorf	46'002	27'853	27'889	1'985	28'010	75'730	103'740	75'730
Dietikon	18'329	6'322	2'789	713	7'601	20'552	28'154	20'552
Hinwil	47'348	35'855	18'936	2'378	28'220	76'298	104'518	76'298
Horgen	57'724	13'714	3'927	1'902	20'862	56'405	77'267	56'405
Meilen	87'151	14'372	3'901	2'055	29'019	78'460	107'479	78'460
Pläffikon	30'052	19'512	27'191	1'766	21'201	57'321	78'522	57'321
Uster	51'711	37'350	29'722	4'512	33'290	90'005	123'295	90'005
Winterthur	71'526	30'971	27'072	5'248	36'401	98'417	134'818	98'417
Zürich	62'492	34'736	20'595	2'074	32'372	87'524	119'896	87'524
Kanton Zürich	649'064	304'133	199'292	29'522	319'143	862'869	1'182'012	862'869



Innere Verdichtung 2006-2015

Bezirk	Flächenanteil	Innere Verdichtung [ha/a]					Total
		W	M	A	öB	Total	
Affoltern	12%	0.5	0.4	0.0	0.0	0.9	
Andelfingen	12%	0.3	0.3	0.1	0.1	0.8	
Bülach	15%	1.1	0.9	0.3	0.1	2.4	
Dielsdorf	15%	0.7	0.5	0.8	0.0	2.0	
Dietikon	16%	0.4	0.3	0.2	0.0	0.9	
Hinwil	12%	0.5	0.4	0.5	0.0	1.5	
Horgen	32%	1.8	0.5	0.5	0.1	3.0	
Meilen	32%	2.0	0.6	0.1	0.1	2.8	
Pläffikon	18%	0.7	0.3	0.3	0.0	1.3	
Uster	23%	1.1	0.9	0.6	0.2	2.8	
Winterthur	28%	2.7	1.1	0.9	0.2	4.8	
Zürich	156%	4.2	5.1	-0.9	2.7	11.2	
Kanton Zürich	31%	16.1	11.2	3.5	3.6	34.4	

Annahmen

	W	M	A	öB
Überbauungsziffer	[Anteil Grundstücksfläche]	0.30	0.40	0.60
Aushubkorrektur	[Korrekturfaktor]	1.60	1.50	1.30
Erschliessung (Gde-Str.)	[Anteil an ges. Bauzonen]	-	-	-
Garagen, Vorplätze	[Anteil Grundstücksfläche]	0.20	0.20	0.20
Aushubtiefe Garagen, Vorplätze,...	[m]	0.70	0.70	0.70

W = Wohnzone
M = Mischzone
A = Arbeitszone
öB = Zone für öffentliche Bauten
Gde-Str. = Gemeindestrassen
Aushubkorrektur = die in der Bauphase ausgehobene Grube ist um diesen Faktor grösser als die effektiv überbaute Fläche

Datenquelle: Angaben des AR.V. Amt für Raumordnung und Vermessung, verfügbar auf www.statistik.zh.ch

Bodenaushub innere Verdichtung 2006-2015

Bezirk	Bodenaushub Gebäude [m³/Jahr]					Bodenaushub Erschliessung [m³/Jahr]					Bodenaushub Umschwung [m³/Jahr]					Total
	W	M	A	öB	Total	W	M	A	öB	Total	W	M	A	öB	Total	
Affoltern	2213	2'324	343	193	5'073	645	542	62	48	1'297	542	62	62	48	1'297	
Andelfingen	1'645	1'554	950	285	4'435	480	363	171	71	1'084	363	171	71	1'084		
Bülach	5'378	5'413	2'327	640	13'758	1'568	1'263	418	160	3'409	1'263	418	160	3'409		
Dielsdorf	3'286	3'215	6'025	173	12'699	958	750	1'081	43	2'833	750	1'081	43	2'833		
Dietikon	1'867	1'754	1'923	88	5'632	545	409	345	22	1'321	409	345	22	1'321		
Hinwil	2'524	2'435	3'835	176	8'970	736	568	688	44	2'037	568	688	44	2'037		
Horgen	8'813	3'268	3'855	771	16'706	2'570	762	692	193	4'218	762	692	193	4'218		
Meilen	9'747	3'402	738	427	14'314	2'843	794	132	107	3'876	794	132	107	3'876		
Pläffikon	3'134	1'858	2'086	183	7'262	914	434	374	46	1'768	434	374	46	1'768		
Uster	5'379	5'201	5'033	1'016	16'629	1'569	1'214	903	254	3'940	1'214	903	254	3'940		
Winterthur	13'109	6'389	6'847	925	27'270	3'823	1'491	1'229	231	6'774	1'491	1'229	231	6'774		
Zürich	20'358	30'449	-6'644	15'162	59'325	5'938	7'105	-1'192	3'790	15'640	7'105	-1'192	3'790	15'640		
Kanton Zürich	77'452	67'262	27'319	20'039	192'072	22'590	15'694	4'903	5'010	48'198	15'694	4'903	5'010	48'198		

Erschliessung bereits vorhanden

Zusätzlicher Bodenaushub innere Verdichtung

2006-2015

Bezirk	W	Bodenaushub Total [m³/Jahr]			Total	davon	
		M	A	öB		27% Oberboden	73% Unterboden
Alfollern	2'868	2'866	405	241	6'370	1'720	4'650
Andelfingen	2'125	1'917	1'121	356	5'519	1'490	4'029
Bülach	6'946	6'676	2'745	801	17'167	4'635	12'532
Dielsdorf	4'244	3'965	7'106	216	15'532	4'194	11'338
Dietikon	2'412	2'163	2'268	110	6'953	1'877	5'076
Hinwil	3'260	3'003	4'524	220	11'006	2'972	8'035
Horgen	11'383	4'030	4'547	963	20'924	5'649	15'274
Meilen	12'590	4'196	870	534	18'190	4'911	13'279
Pfäffikon	4'049	2'292	2'460	229	9'030	2'438	6'592
Uster	6'948	6'415	5'936	1'270	20'568	5'553	15'015
Winterthur	16'932	7'879	8'076	1'156	34'044	9'192	24'852
Zürich	26'296	37'554	-7'836	18'952	74'965	20'241	54'725
Kanton Zürich	100'042	82'956	32'222	25'049	240'270	64'873	175'397

Vergleich: innere Verdichtung

2001-2005

Bezirk	W	Bodenaushub Total [m³/Jahr]			Total	davon	
		M	A	öB		27% Oberboden	73% Unterboden
Alfollern	3'819	2'136	448	343	6'746	1'821	4'924
Andelfingen	3'136	1'339	1'133	136	5'744	1'551	4'193
Bülach	15'247	8'212	3'751	466	27'677	7'473	20'204
Dielsdorf	6'685	4'481	4'582	343	16'091	4'344	11'746
Dietikon	1'776	678	305	82	2'841	767	2'074
Hinwil	6'880	5'768	3'111	409	16'169	4'366	11'803
Horgen	13'980	3'677	1'075	546	19'278	5'205	14'073
Meilen	21'107	3'853	1'068	590	26'618	7'187	19'431
Pfäffikon	4'367	3'139	4'467	304	12'277	3'315	8'962
Uster	7'514	6'008	4'883	777	19'182	5'179	14'003
Winterthur	6'929	3'322	2'965	602	13'818	3'731	10'087
Zürich	15'135	9'313	5'639	595	30'682	8'284	22'398
Kanton Zürich	106'576	51'926	33'428	5'192	197'122	53'223	143'899

Anhang 3

Schätzung Bodenaushub beim Bauen ausserhalb Bauzone

Bodenaushub und -verschiebung im Nationalstrassenbau

Nationalstrassen¹ auf dem Gebiet des Kantons Zürich 2015

Stand Ende Jahr, in km

Strassen	In Betrieb	Geplanter Endausbau	Geplanter Zuwachs
Total	151.0	159.1	8.1

¹ Ohne Anschlussrampen

Quelle: Bundesamt für Strassen (ASTRA)

Annahme zur durchgeführten Bauvorhaben ohne Stadtautobahnen 2006-2014

Total per Ende 2005	122.2 km
Total per Ende 2014	151.0 km
Total	28.8 km
Durchschnittliche Zunahme pro Jahr	3.2 km
Querschnitt (Annahme)	30 m
Zunahme Strassenfläche pro Jahr	10 ha

Zunahme der gesamten (Trasse und Nebenanlagen) durch Nationalstrassen beanspruchten Fläche pro Jahr (Faktor 2.5) 24 ha

Bodenabtrag

Oberboden	Abtrag	0.25 [m/m ² Gesamtfläche]
	Auftrag	0.025 [m/m ² Gesamtfläche]
	Überschuss	0.225 [m/m² Gesamtfläche]

Unterboden	Abtrag	0.6 [m/m ² Gesamtfläche]
	Auftrag	0.06 [m/m ² Gesamtfläche]
	Überschuss	0.54 [m/m² Gesamtfläche]

Daraus resultierende Bodenverschiebung

Oberboden	Abtrag	60'000 [m ³]
	Auftrag	6'000 [m ³]
	Überschuss	54'000 [m³]

Unterboden	Abtrag	144'000 [m ³]
	Auftrag	14'400 [m ³]
	Überschuss	129'600 [m³]

Bodenaushub und -verschiebung Staatsstrassen

Quelle: Tiefbauamt Kanton Zürich

Abschätzung des Flächenbedarfs für den Zeitraum 2012-2020 durchs TBA

2 ha FFF / Jahr	20'000 m ²
2 ha nicht FFF / Jahr	20'000 m ²
Summe Neubaufäche Staatsstrassen 2001-2005	40'000 m ²

Zunahme Strassenfläche

4 ha/Jahr

Bodenabtrag

Oberboden	Abtrag	0.25 m/m ²	Gesamtfläche
	Auftrag	0.025 m/m ²	Gesamtfläche
	Überschuss	0.225 m/m ²	Gesamtfläche
Unterboden	Abtrag	0.60 m/m ²	Gesamtfläche
	Auftrag	0.50 m/m ²	Gesamtfläche
	Überschuss	0.10 m/m ²	Gesamtfläche

Daraus resultierende Bodenverschiebung

Oberboden	Abtrag	10'000 m ³
	Auftrag	1'000 m ³
	Überschuss	9'000 m³
Unterboden	Abtrag	24'000 m ³
	Auftrag	20'000 m ³
	Überschuss	4'000 m³

Bodenaushub und -verschiebung im Eisenbahnbau

Bauvorhaben der Eisenbahnen im Kanton Zürich 2006-2015

Bahnprojekt	Länge [m]	Breite [m]	Landerwerb [m ²]	Kat. I [m ³]	Kat. II [m ³]	Volumen [m ³]	Ort verwendet*	Davon vor
Furttal TP 2								
HGV 3.1								
LSW Schwamendingen								
LSW Seebach								
LSW Wollishofen								
S-Bahn 4. TE 5								
S-Bahn Rüti Bubikon								
HGV Wil ZH - Rafz								
Summe			17'947			17'947		5'982

keine Detailangaben zu den einzelnen Bahnprojekten verfügbar

Bahnprojekte Hürflistein, Elgg ZH und S-Bahn Tösstal (Sennhog-Kyburg) sind noch im Bau und deren Landverbrauch noch nicht bilanziert

Jährlicher Bodenaushub beim Eisenbahnbau 1'795 m³

(wenn der ganze Ober- und Unterboden abgetragen wird)

davon Wiederverwertung vor Ort [pro Jahr] 598 m³

*) Annahme wenn k.A.: ca 1/3 des Bodens wird wiederverwertet

Datenquelle: SBB AG, Immobilien - Immobilienrechte Zürich

Abschätzung ausgehobenes Bodenmaterial ausserhalb Bauzone

	Fläche [m2]	Volumen OB	Volumen UB	Volumen OB + UB
Bauten und Anlagen ausgeführt	267'727	66'932	66'932	133'864
Bauten und Anlagen bewilligt	401'635	100'409	100'409	200'818
Gewässer und Naturschutz ausgeführt	223'937	55'984	55'984	111'969
Gewässer und Naturschutz bewilligt	110'152	27'538	27'538	55'076
total	1'003'451	250'863	250'863	501'726
pro Jahr	334'484	83'621	83'621	167'242
total	1'222'076	305'519	916'557	1'222'076
pro Jahr	111'098	27'774	83'323	111'098

alle Volumen in m3

Auswahlkriterien BBEs:

Zielnutzungen "befestigt, Gebäude" und "anlagespezifisch, unbefestigt" (=Bauten und Anlagen) sowie "Gewässer" und "Naturschutz" (=Gewässer und Naturschutz)

Ausführungsstati "ausgeführt, definitiv", "unbewilligt, nicht wiederhergestellt, definitiv" und "unbewilligt, pendent" mit Datum Ausführungsstatus zwischen 01.01.2013 und 31.12.2015 (=ausgeführt)

Ausführungsstatus "bewilligt" mit Datum Ausführungsstatus zwischen 01.01.2012 und 31.12.2014 (=bewilligt) --> wir gehen davon aus, dass diese Projekte mittlerweile ebenfalls ausgeführt sind, aber die entsprechenden BBEs noch nicht nachgeführt wurden

Berechnungsannahmen BBEs:

total ausgehobene Schichtmächtigkeit 50cm

25cm OB, 25cm UB (Annahme Schichtmächtigkeit OB analog zu Kiesgruben)

Auswahlkriterien Kiesgruben:

- Flächen, die per Ende 2015 im KIMIS verzeichnet sind und im Kieskataster per Ende 2004 nicht verzeichnet waren

- Flächen, die per Ende 2015 im KIMIS verzeichnet sind und im Kieskataster per Ende 2004 den Status 1 (Abbau nicht begonnen) bzw. 8 (wird (noch) nicht abgebaut) aufwiesen

- manuell bereinigt aufgrund Orthofoto (hauptsächlich Eliminierung von Sliver-Polygonen)

Berechnungsannahmen Kiesgruben:

total ausgehobene Schichtmächtigkeit 1m

25cm OB, 75cm UB (Annahme gemäss Bericht Marktanalyse Bodenverschiebung 2001-2005)

20.12.2016 / Fachstelle Bodenschutz ZH / FR

Anhang 4

Auswertung belasteter Bodenaushub

Bauzonen im Prüfperimeter für Bodenverschiebungen (Stand 2005)

	<i>Bauzone</i>	<i>PBV</i>	<i>Bauzone im PBV</i>	
	<i>ha</i>	<i>ha</i>	<i>ha</i>	<i>in % der gesamten Bauzone</i>
Kanton Zürich	29'359	22'898	13'046	44.4
Stadt Zürich	4'447	5'522	4'421	99.4
Stadt Winterthur	1'873	2'140	1'610	86.0
übriges Kantonsgebiet	23'039	15'236	7'015	30.4

Auswertung der bei der FaBo archivierten Meldeblätter zu Bodenverschiebungen vom Mai 2004 bis Oktober 2007 (431 Meldeblätter)

	total Aushub		bleibt vor Ort		wird verschoben					
	m3	%	m3	%	Kat. I m3	%	Kat. II m3	%	Kat. III m3	%
Summe 2004 - 2006	460'791	100	30'615	6.6	249'772	54.2	142'948	31.0	37'456	8.1
Summe 2004	20310	100	2790	13.7	10080	49.6	6025	29.7	1415	7.0
Summe 2005	172499	100	11480	6.7	105317	61.1	44725	25.9	10977	6.4
Summe 2006	152236	100	15991	10.5	62942	41.3	57174	37.6	16129	10.6
Summe 2007	115746	100	354	0.3	71433	61.7	35024	30.3	8935	7.7

Angaben in m³ (fest)

Die Angaben auf den Meldeblättern geben die vor Baubeginn geplanten Aushubmengen nach Belastungskategorien an.

total Aushub:

Auf dem Meldeblatt deklariertes, gesamter geschätzter anfallender Bodenaushub (i.d.R. oberster Meter)

bleibt vor Ort:

wird auf dem Meldeblatt nicht deklariert. Errechnet aus der Differenz "total Aushub" minus "wird verschoben".

wird verschoben:

auf dem Meldeblatt deklariertes, voraussichtlich zu verschiebender Bodenaushub, getrennt nach Belastungskategorien.

Auswertung der bei der FaBo archivierten Dokumentationen nach Bodenverschiebungen vom Mai 2004 bis November 2016

	Kat. II OB (m ³)	Kat. II UB (m ³)	Kat. III OB (m ³)	Kat. III UB (m ³)	Total m ³
Total (m ³ fest)	227'005	146'304	108'249	28'051	509'609
Stand 08.11.2016	44.5%	28.7%	21.2%	5.5%	100%

In den Dokumentationen werden die Verschiebung von unbelastetem Material (Kat. I) sowie die Verwertung an Ort und Stelle nicht (bzw. nicht systematisch) erfasst

OB = Oberboden

UB = Unterboden

Anhang 5

Schätzung Verwertung ausserhalb Bauzone

Abschätzung zugeführtes Bodenmaterial

	Höhendifferenz	Fläche [m2]	Volumen OB	Volumen UB	Volumen UG	Volumen OB + UB
BBE-Flächen	<= 10cm		41'968			41'968
	> 10 - 50cm		148'731	239'815		388'546
	> 50cm		82'070	328'279	440'157	410'349
	total BBEs		272'769	568'094	440'157	840'863
	korrigiert (*1.2)		327'323	681'713	528'189	1'009'036
BBEs pro Jahr		27'277	56'809	44'016	84'086	
KIMIS-Flächen	total KIMIS	1'369'053	136'905	547'621		684'527
	KIMIS pro Jahr		13'691	54'762		68'453
	total pro Jahr		40'967	111'572		152'539

alle Volumen in m3

Auswahlkriterien BBEs:

- BBEs Zielnutzung "Landwirtschaft"
- Objekt-Unterkategorien "Terrainveränderung", "Schiessanlage, -platz", "Hochbaute, Güllegrube, Hofumschwung"
- keine KIMIS-Flächen
- positive Höhendifferenz (netto Einbau von Material)

Berechnungsannahmen BBEs:

- Unterschätzung DHM2014 um durchschnittlich 8cm --> entsprechend korrigiert
- durchschnittlich 10 cm zugeführter OB, 40 cm zugeführter UB, Rest UG
- Korrekturfaktor 1.2 zur Einberechnung von fälschlicherweise nicht miteingerechneten Volumen

Auswahlkriterien KIMIS-Flächen:

- KIMIS-Flächen rekultiviert
- Rekultivierungsjahre 2006-2015
- manuell bereinigt aufgrund Orthofoto, Höhenmodell, bodenkundlichen Aufnahmen, etc.

Berechnungsannahmen KIMIS:

- durchschnittlich 10 cm zugeführter OB, 40 cm zugeführter UB

