Optimaler Standort für Abfallbeseitigungsanlagen aus der Sicht der Mülltransportkosten

Autor(en): **Guha, P.J.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme**

Band (Jahr): **23 (1966)**

Heft 2

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-783841

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Optimaler Standort für Abfallbeseitigungsanlagen aus der Sicht der Mülltransportkosten

Von P. J. Guha, dipl. Ing. ETH, c/o Toscano, Bernardi, Frey, Ingenieurbüro, Zürich

Unsere nachstehenden Aufzeichnungen über die Bestimmung des optimalen Standortes für Abfallbeseitigungsanlagen möchten dazu beitragen, Klarheit zu schaffen auf dem Gebiet des Mülltransport- und -sammeldienstes. Wie die Erfahrung zeigt, gehen die Meinungen über die effektiv anfallenden Kosten, welche für den Transport- und Sammeldienst aufgewendet werden müssen, in Laien- und Fachkreisen weit auseinander.

Für jede Studie über die Regionenbildung zur gemeinsamen Abfallbeseitigung ist jedoch gerade der *Transport der Abfälle* von ausschlaggebender Bedeutung. Wir bemühten uns seit geraumer Zeit, Unterlagen herbeizuschaffen, welche eine eindeutige Abgrenzung dieser Aufwendungen erlauben.

Zunächst scheint uns die Definition folgender Begriffe notwendig.

Zone: Aufteilungseinheit des Untersuchungsgebietes zwecks rationeller und übersichtlicher Bearbeitung. Im Idealfall entspricht die Zone einem Gebiet, in welchem ein Müllwagen gefüllt werden kann.

Sammeldienst: Einsammeln des Hauskehrichts und des Sperrgutes mittels moderner Sammelfahrzeuge mit Stopfeinrichtung (3 Mann Bedienung) innerhalb einer Zone. Entladezeit sowie Hin- und Rückfahrt zur Einstellgarage sind in den Sammeldienstkosten inbegriffen.

Transport: Fahrt des Müllwagens vom Schwerpunkt der Zone zur Beseitigungsanlage und zurück.

Standortraum: Diejenige Fläche innerhalb einer Region, welche sich durch minimale Transportkosten auszeichnet. Dabei können ausser Hausmüll und Sperrgut auch Industrieabfälle und Klärschlamm berücksichtigt werden.

Sammeldienstkosten

Aus den oben angeführten Definitionen ist ersichtlich, dass wir die Begriffe Sammeldienst und Transport bewusst voneinander trennen. Die Sammeldienstkosten sind vom Anlagestandort unabhängig. Sie variieren je nach dem Charakter der Ueberbauung (Einwohnerdichte, Topographie, Erschliessung, Lebensstandard usw.).

Wir haben versucht, eine Korrelation der Grösse «gesammelte Tonne/h» und «Bevölkerungsdichte» bzw. «spezifischer Müllanfall» auszuarbeiten. Das spärlich vorhandene Unterlagenmaterial stammt aus dem Untersuchungsbericht Thurgau und der Region Zürcher Oberland. Die Werte liegen zwischen 0,5 und 0,1 t/h

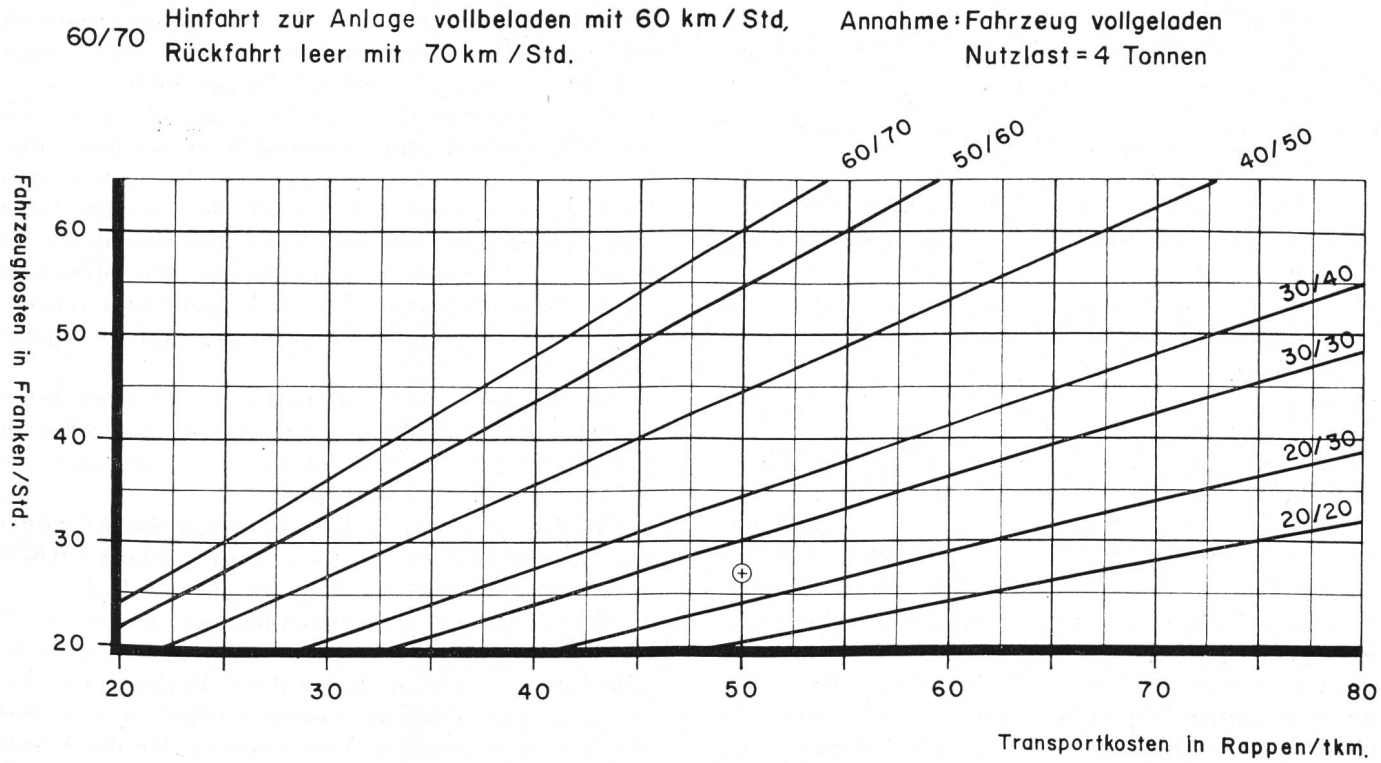

Abb. 1. Transportkosten in Abhängigkeit der Fahrgeschwindigkeit und Kosten des Fahrzeuges.

und sind mit zunehmender Einwohnerzahl und spezifischem Müllanfall steigend. Für das Einsammeln von Sperrgut liegen die Werte im allgemeinen etwas höher. Nach Angaben der KEZO (Kehrichtverwertung Zürcher Oberland) arbeitet ein gut ausgelasteter Müllwagen 2400 bis 2500 h/Jahr. Die Betriebskosten einschliesslich Kapitaldienst und Bedienungsmannschaft belaufen sich auf Fr. 75 000.— bis Fr. 78 000.— pro Jahr. Diese Werte ergeben Kosten von rund Fr. 31.—/h. *Dividiert durch die durchschnittliche Sammelleistung von 0,75 t/h ergeben sich Sammelkosten von Fr. 41.— pro Tonne Müll.*

Dieser Wert ist nicht als Durchschnittswert zu nehmen. Je nach Kanton variieren die Kosten eines Sammelfahrzeuges stark. Private Firmen sind im allgemeinen billiger als öffentliche Körperschaften.

Transportkosten

Entgegen den Sammeldienstkosten bestimmt der Anlagestandort die Grösse der Transportkosten. Diese wiederum sind abhängig von der Beschaffenheit der zurückzulegenden Wegstrecke bzw. der Fahrgeschwindigkeit sowie von den Betriebskosten des Fahrzeuges bei konstantbleibendem Nutzinhalt desselben. Wir entwickelten auf Grund der uns zur Verfügung stehenden Unterlagen ein Nomogramm (Abb. 1), in welchem die obgenannten Abhängigkeitsfaktoren berücksichtigt wurden. Daraus können die Transportkosten bei einer Fahrgeschwindigkeit von 20/20 (Hin- und Rückfahrt km/h) bis 60/70 und Fahrzeugkosten von Fr. 20.— bis 60.— pro Stunde direkt abgelesen werden.

Bestimmung des optimalen Standortes

Die konkrete Aufgabe lautet:

Gegeben: Region, definiert durch geographische Grenzen, Einwohnerzahl, Abfallmengen.

Gesucht: ein Gebiet, in welchem die Transportkosten der Abfälle ein Minimum sind.

Für ein so komplexes Gebilde wie eine Region bedarf die Durchführung der Berechnung einiger Vorarbeiten:

a) Einteilung der Regionen in Zonen und Bestimmung der Zonenschwerpunkte, Ermittlung der Abfallmengen;

b) Festlegung von Standortpunkten;

c) Ermittlung der Distanzen zwischen den einzelnen Zonenschwerpunkten und den gewählten Standortpunkten;

d) Bestimmung der Produkte der Distanzen (c) mal die anfallenden Abfallmengen einer Zone pro Jahr.

Multipliziert man diese tkm-Werte mit einem aus Abb. 1 zu entnehmenden Betrag (z. B. Fr. —.50/tkm), dann erhalten wir für jeden fiktiven Punkt die Jahrestransportkosten. Mit Hilfe eines dichten Netzes solcher fiktiven Punkte sind die in Abb. 2 abgebildeten Isotariff-Linien interpoliert.

Wir müssen noch bemerken, dass die so ermittelten Transportkosten vom Zonenschwerpunkt berechnet sind; damit wird ein kleiner Teil des Sammeldienstes auch mitgerechnet. Die Werte sind von der Zonengrösse abhängig, im Idealfall sollte in einer Zone gerade ein Müllwagen voll werden. Aus diesem Grunde muss bei Variantenvergleichen immer dieselbe Zoneneinteilung verwendet werden.

Der Arbeitsaufwand bei manueller Bearbeitung ist sehr gross. Es empfiehlt sich, für die Arbeitsabschnitte c) und d) elektronische Berechnungen durchzuführen. Die Arbeit ist rascher und genauer erledigt. Wir haben zusammen mit der IBM ein Programm entwickelt, das zur vollen Zufriedenheit arbeitet und sehr viel Zeit spart. Die Erfahrung zeigt, dass man dadurch viel unbeschwerter plant, man untersucht mehrere Varianten, die man früher wegen der arbeitsaufwendigen Variantenvergleiche gescheut hätte.

Wie aus Abb. 2 ersichtlich, ist es auf Grund dieser Methode möglich, den optimalen Standortraum dieser Region zu ermitteln und gleichzeitig das zu untersuchende Gebiet in eine beliebig weitmaschige Abstufung nächstfolgender Klassierungsflächen einzureihen. Damit erreichen wir eine äusserst übersichtliche Darstellung über die anfallenden Transportkosten.

Praktische Anwendung

Am eindrücklichsten ist der Erfolg der erwähnten Standortraumermittlung bei der genannten Aufgabenstellung. Er lässt sich aber auch für andere Fragenstellungen verwenden. Oft gestellte Frage: Ist die Zusammenfassung von Regionen vorteilhaft oder nicht? Wird der Gewinn aus der grösseren Anlage nicht mit den zusätzlichen Transportkosten mehr als wettgemacht? Ein andermal ist der Anlagestandort und die Grösse bekannt; beruhend auf dem obigen Prinzip lässt sich die optimale Region bilden.

Bei der Kompostierung müssen zum Beispiel auch die Abtransportkosten berücksichtigt werden. Man kann dann zwei Berechnungen und Darstellungen machen, wobei man mit Vorteil die Isotariff-Linien aufeinanderdrückt und das Gebiet heraussucht, wo die Summe der beiden Transportkosten ein Minimum wird. Diese Möglichkeit lässt sich auch dann verwenden, wenn man Hausmüll und Industrieabfälle separat untersucht.

Die Methode lässt sich praktisch bei allen Arten von Standortraum-Problemen anwenden und sollte, wo wirtschaftliche Gesichtspunkte massgebend sind, als unerlässliche Unterlage dienen.

Ausserdem ist es möglich, charakteristische Grössen wie Transportkosten, mittlere Abfuhrdistanz (MAD) usw. in einem Arbeitsgang zu erhalten (Tab. 1).

Wir sind uns voll und ganz bewusst, dass bei jeder Region die speziellen Verhältnisse genauestens überprüft werden müssen, bevor diese Methode zur Anwendung gelangen soll. Trotzdem glauben wir, dass damit eine wesentliche Erleichterung für die Praxis geschaffen wurde, die sich sehr gut bewährt hat.

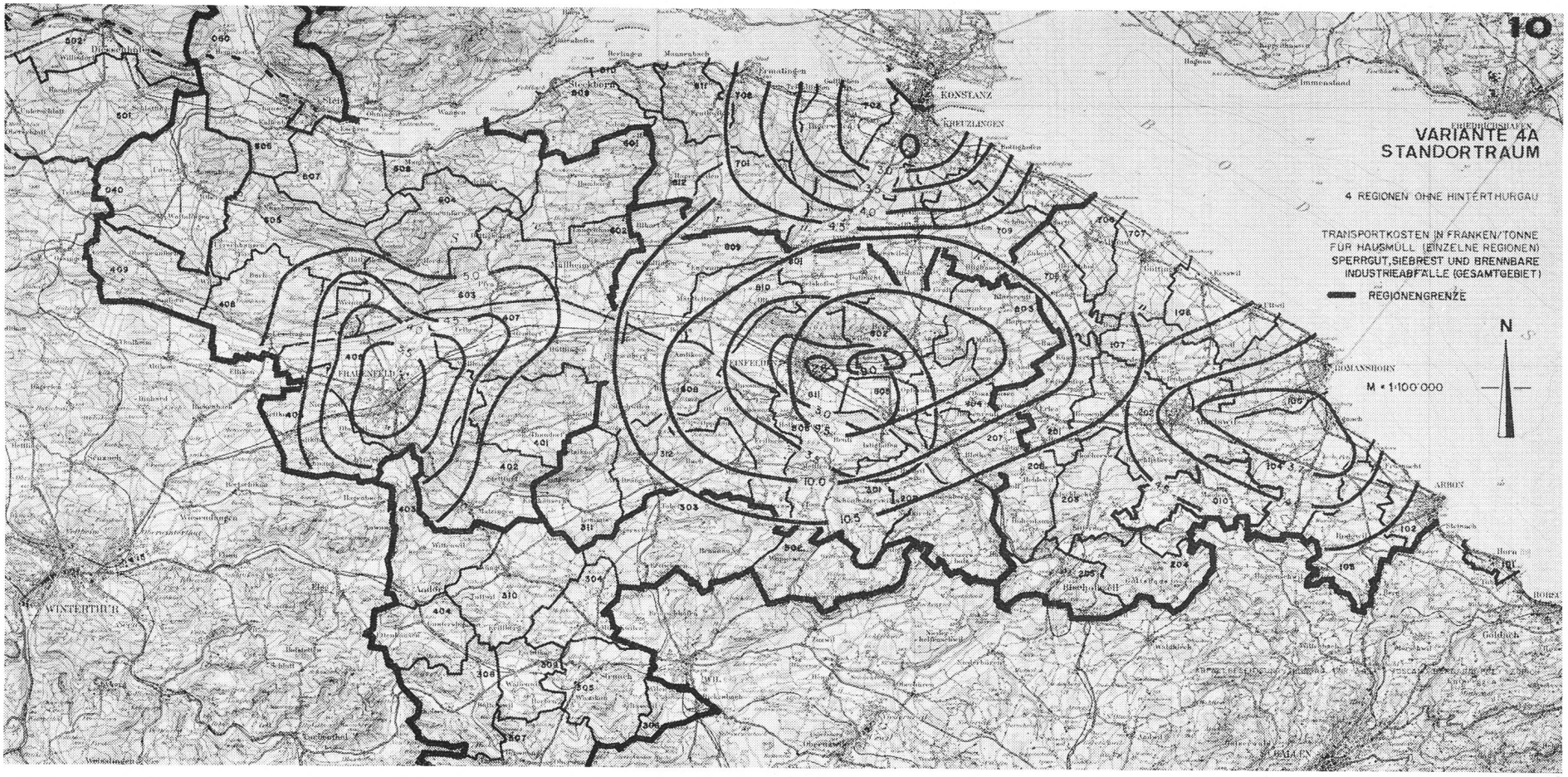

Abb. 2. Interpolation der Isotarifflinien bezogen auf Transportkosten in Fr./t für Hausmüll.

Tabelle 1: IBM-Ausgabeblatt. Im Auftrag von Ing.-Büro Toscano, Bernardi, Frey, Zürich. Abfallbeseitigung Kanton Thurgau, Unr. 4 A. Standortuntersuchung ohne Hinterthurgau, Kol. I.

Zonen Nr.	Koord. X	Koord. Y	t/Jahr
10	41.60	65.40	41.0
40	1.80	76.60	97,0
60	5.80	80.70	254.0
102	50.10	64.40	2744.0
103	47.40	62.90	91.0
104	45.70	66.70	190.0
105	45.70	69.60	716.0
106	42.40	72.20	94.0
107	39.50	70.00	68.0
201	35.00	68.40	104.0
202	39.70	67.60	997.0
203	36.90	64.50	70.0
204	39.20	61.60	39.0
205	36.10	61.50	1126.0
206	34.20	64.50	27.0
207	32.30	66.10	252.0
208	31.70	64.10	83.0
301	27.70	62.40	29.0
311	17.90	63.40	46.0
312	21.10	65.70	399.0
401	15.60	67.40	28.0
402	13.20	64.30	125.0
403	10.30	61.30	308.0
404	10.90	59.60	53.0
405	6.10	66.60	184.0
406	9.80	68.40	2788.0
407	15.30	70.70	70.0
408	5.40	71.20	53.0
409	.50	73.20	239.0
601	17.90	76.90	28.0
602	17.60	73.50	109.0
603	13.90	73.20	69.0
604	11.30	74.60	28.0
605	7.00	74.40	53.0
606	5.10	79.50	53.0
607	7.80	78.40	54.0
608	12.20	77.80	41.0
609	16.10	80.40	402.0
610	18.80	81.20	54.0
611	21.60	80.60	41.0
612	20.60	76.90	14.0
701	23.30	75.90	40.0
702	23.90	80.90	206.0
703	27.30	79.50	131.0
704	30.30	78.80	1805.0
705	34.50	76.90	136.0
706	36.90	74.80	46.0
707	39.00	74.10	51.0
708	35.60	73.30	40.0
709	32.70	75.00	83.0
710	28.90	75.30	42.0
801	27.00	73.30	27.0
802	29.80	70.90	84.0
803	33.90	70.80	57.0
804	32.00	68.80	29.0
805	29.00	67.80	137.0
806	26.80	66.80	98.0
807	24.10	67.30	53.0
808	20.30	69.20	53.0
809	20.30	72.90	86.0
810	23.10	72.40	90.0
811	25.60	69.80	1012.0

Ergebnisse

Standort Nr.	Koord. X	Koord. Y	t km/Jahr	Fr./Jahr	Fr./t	MAD km
1	16.00	74.00	367 724	183 862	11.09	22.1
3	16.00	70.00	370 731	185 365	11.18	22.3
6	16.00	64.00	386 712	193 356	11.67	23.3
21	20.00	74.00	343 274	171 637	10.36	20.7
23	20.00	70.00	332 512	166 256	10.03	20.0
26	20.00	64.00	369 683	184 841	11.15	22.3
41	24.00	74.00	337 257	168 628	10.17	20.3
43	24.00	70.00	321 509	160 754	9.70	19.4
46	24.00	64.00	390 589	195 294	11.78	23.5
61	28.00	74.00	323 647	161 823	9.76	19.5
63	28.00	70.00	298 209	149 104	9.00	18.0
65	28.00	66.00	321 496	160 748	9.70	19.4
66	28.00	64.00	347 854	173 927	10.49	20.9
81	32.00	74.00	327 244	163 622	9.87	19.7
83	32.00	70.00	303 796	151 898	9.16	18.3
86	32.00	64.00	359 992	179 996	10.84	21.7
93	40.00	70.00	354 798	177 399	10.70	21.4

Optimaler Standort Nr. 63
Total Fr./Jahr 149 104 Fr./t 9.00