

Bodenaushub ist mehr als Abfall



Bodenaushub ist mehr als Abfall



Herausgegeben von der
Landesanstalt für Umweltschutz
Baden-Württemberg
1. Auflage

Karlsruhe 1999

IMPRESSUM

Herausgeber	Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg 76157 Karlsruhe · Postfach 21 07 52 http://www.uvm.baden-wuerttemberg.de/lfu
Im Auftrag des	Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg 70029 Stuttgart · Postfach 10 34 39 http://www.uvm.baden-wuerttemberg.de
ISSN	0949-0256 (Bd. 3, 1999)
ISBN	3-88251-272-5
Bearbeitung	HNC - Hagelauer Neufang Consult, Walldorf Wolf-D. Hagelauer
Redaktion	Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg Abteilung 2 · Ökologie, Boden- und Naturschutz M. Lehle
Projektbegleitung	Herr Dr. Menge, Herr Dr. Turian, Herr Dr. Hahn, Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg Herr Dr. Berg, Regierungspräsidium Karlsruhe Herr Ertel, Landesvereinigung Bauwirtschaft Frau Friske, ehem. Amt für Wasserwirtschaft u. Bodenschutz Heidelberg Herr Dr. Wagenplast, Landesamt für Geologie, Rohstoffe u. Bergbau Baden- Württemberg Herr Dr. Wolff, Stadt Stuttgart, Amt für Umweltschutz Herr Lehle, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
Layout	HNC - Hagelauer Neufang Consult, Walldorf
Umschlaglayout	Stephan May Grafik-Design, 76227 Karlsruhe
Titelbild	Jutta Ruloff, Dipl. Designerin, 76275 Ettlingen
Druck	GREISERDRUCK GmbH & Co. KG, 76437 Rastatt
Umwelthinweis	gedruckt auf Recyclingpapier aus 100% Altpapier
Bezug über	Verlagsauslieferung der LfU bei JVA Mannheim - Druckerei Herzogenriedstr. 111, 68169 Mannheim Telefax: 0621/398-370
Preis	24,00 DM

Nachdruck - auch auszugsweise - nur mit Zustimmung des Herausgebers unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.

Zusammenfassung

Bei vielen Baumaßnahmen fällt Bodenaushub an, der entsorgt, also verwertet oder beseitigt werden muss. Wird Bodenaushub - möglichst hochwertig - im technischen Bereich als Roh- oder Baustoff verwertet, kann durch die Substitution der endlichen Ressource Steine und Erden der Abbau an Rohstoffen reduziert werden. Dies hat langfristig eine Schonung von Lagerstättenvorräten zu Folge. Die technische Verwertung von Bodenaushub ist deshalb ein wichtiger Beitrag zum nachhaltigen Umgang mit nicht-erneuerbaren Ressourcen.

Zwischen 1994 und 1997 wurden sechs Fallbeispiele zur bau- und rohstofflichen Verwertung von Bodenaushub intensiv begleitet. Es handelte sich hierbei um zwei unterschiedlich große Wohnungsbauvorhaben mit Tiefgarage sowie um jeweils ein Vorhaben im Gewerbebau, Straßenbau, Eisenbahnbau und Deponiebau. Die Untersuchungen konzentrierten sich auf die Verwertung als Baustoff im Baugewerbe und als Rohstoff für die Baustoffindustrie. Bodenaushubverwertungen im land- und forstwirtschaftlichen Bereich waren nicht Gegenstand der Arbeitshilfe.

In **Teil A** der Arbeitshilfe werden aus diesen Fallbeispielen verwertungsbezogene Grundlagen, Optimierungsansätze und Verfahrensschritte für ein nachhaltiges Bodenaushub-Management abgeleitet. Wesentliches Element für eine erfolgreiche Verwertung ist die Verwertungsplanung. Bei dieser müssen vorhandene Daten frühzeitig ausgewertet und bei Bedarf weitere erforderliche Untersuchungen durchgeführt werden. Art und Umfang dieser Untersuchungen sind gegebenenfalls auch mit potenziellen Verwertern abzustimmen. Die Dokumentation der Untersuchungsergebnisse und der Verwertungseignung in Form eines Verwertungskonzeptes reduziert bei einer verwertungsorientierten Ausschreibung für den Anbieter das Kalkulationsrisiko; dies kann sich in wirtschaftlicheren Angeboten niederschlagen. Beim Baugrubenaushub ist eine sortenreine Gewinnung unterschiedlicher Chargen vorteilhaft. Hierzu kann eine gezielte Überwachung der Erdbaumaßnahmen sinnvoll sein. Daten zur Wirtschaftlichkeit belegen, dass die fachgerechte Verwertung von Bodenaushub gegenüber dessen Beseitigung deutliche Kosteneinsparungen bewirken kann. Die Kosten für

die Verwertungsuntersuchungen machen hierbei nur einen geringen Anteil bezogen auf die gesamten Entsorgungskosten aus. Professionelle und fachkompetente Bodenbörsen können zusätzlich einen Beitrag zur Verwertung leisten.

In **Teil B** werden Auswahl und Bearbeitung der Fallbeispiele im Einzelnen vorgestellt. Hierzu gehören: Beschreibung der Baumaßnahme, der geologischen Verhältnisse und der Zusammensetzung der einzelnen Aushubkomplexe; sodann Erläuterung der schrittweisen Eignungsprüfungen mit untersuchten Einzelparametern samt Untersuchungskosten, sowie der durchgeführten Verwertungsrecherchen; des Weiteren Beschreibung des Eignungsnachweises und des Verwertungskonzeptes mit deren Berücksichtigung bei der Ausschreibung und Vergabe; abschließend - soweit dies möglich und sinnvoll war – eine Gegenüberstellung der tatsächlich angefallenen Entsorgungskosten mit den Kosten für eine ausschließliche Beseitigung auf Deponien zu den damals aktuellen Deponiegebühren. Ausführlicher dargestellt wird das Fallbeispiel 3 (Gewerbebau/Parkhaus): Zu dieser Fallstudie finden sich im Anhang ein tabellarischer Eignungsnachweis mit Laborprotokollen und die verwertungsbezogenen Leistungspositionen aus der Ausschreibung.

Inhalt	Seite
Teil A	
1 Zweck der Arbeitshilfe	7
2 Konzept eines nachhaltigen Bodenaushubmanagements	8
3 Rechtliche Grundlagen	10
4 Heutige Praxis und Ansätze zur Optimierung	12
4.1 Heutige Praxis	12
4.2 Optimierungsansätze	14
5 Verwertungsplanung	15
5.1 Planungsstrategien	15
5.2 Eignungsprüfungen und Eignungsnachweis	17
5.2.1 Eignungsprüfungen	17
5.2.2 Eignungsnachweis	20
5.3 Verwertungs- und Beseitigungskonzept	20
5.4 Verwertungslogistik	21
5.4.1 Zeitplanung und Zwischenlagerung	21
5.4.2 Transportentfernung	22
5.4.3 Aufbereitung	22
5.5 Ausschreibung und Vergabe	23
6 Abwicklung im Baubetrieb	26
6.1 Baugrubenaushub	26
6.2 Fachbauüberwachung	26
6.3 Verwertungs- und Beseitigungsnachweis	27
7 Verwertungs-Services und Bodenbörsen	28
8 Daten zur Wirtschaftlichkeit der Verwertungsplanung	30

Teil B	Fallbeispiele	31
1	Wohnungsbau:	Zwei Mehrfamilienhäuser mit Tiefgarage in Wiesloch (Rhein-Neckar-Kreis)	35
2	Wohnungsbau:	Wohnanlage mit Tiefgarage in Stuttgart-Möhringen	39
3	Gewerbebau:	Parkhaus- und Dienstleistungsgebäude P 1 beim Flughafen Stuttgart	45
4	Straßenbau:	Westtangente Pforzheim (B 463), Ausbau BAB 8	53
5	Eisenbahnbau:	DB Neubaustrecke Stuttgart-Augsburg, Bereich Wendlingen-Ulm	57
6	Deponiebau:	Erweiterung Kreismülldeponie Sinsheim (Rhein-Neckar-Kreis)	65
	Literatur	69
	Begriffe	69

Anhang

Muster eines tabellarischen Eignungsnachweises (zu Fallbeispiel 3)

Auszüge aus Leistungsverzeichnis (Ausschreibung zu Fallbeispiel 3)

Verzeichnis der Ziegelwerke in Baden-Württemberg

Verzeichnis der Zementwerke und Kalkwerke in Baden-Württemberg

Teil A

1 Zweck der Arbeitshilfe

Neben Wasser und Luft rückt das Umweltmedium Boden verstärkt ins Blickfeld des Umweltinteresses. Als endliche, nicht-erneuerbare und lebensnotwendige Ressource muss mit Boden in besonderem Maße schonend und sparsam umgegangen werden.

Boden und Bodenmaterial wird in vielfältiger Weise genutzt: Als Standort für die Land- und Forstwirtschaft, für wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen, als Fläche für Siedlungen sowie als Bau- und Rohstoff für die Bauindustrie und andere Industriezweige. Wird Boden im Zuge von Baumaßnahmen bewegt oder ausgehoben, so kann der Bodenaushub meist nicht in vollem Umfang an der Baustelle selbst wieder eingebaut werden. Es fällt somit Bodenmaterial an, das entsorgt, also verwertet oder beseitigt werden muss. Das überschüssige Material wurde und wird auf Erddeponien und sonstigen Entsorgungsstellen beseitigt, sofern es nicht kostengünstiger verwertet werden kann. Meist nutzen hierbei die Baufirmen die kostengünstige Wiederverwertung, indem sie den Bodenaushub auf anderen - eigenen oder fremden - Baustellen wieder einsetzen. Bauherren selbst indessen nehmen die Möglichkeit der Bodenaushubverwertung mangels Sachkenntnis oder Interesse nur in sehr seltenen Fällen selber wahr - der Boden wird als nutzloser „Bauabfall“ vertraglich der Baufirma zur weiteren Entsorgung überlassen.

Die heutzutage praktizierten Bodenverwertungen der Baufirmen sind ein nützlicher und wichtiger Beitrag zum sparsamen und schonenden Umgang mit Boden. Übersehen wird hierbei allerdings, dass der Bodenaushub oftmals aufgrund fehlender Kenntnis der spezifischen Verwertungseigenschaften des Bodens und baubetrieblicher Zwänge weit unter seinem tatsächlichen Rohstoffwert verwendet wird. Dies wiederum geschieht oftmals nicht

aus mangelnder Umweltverantwortung, sondern aus Wettbewerbs- und Termindruck.

Hier setzt die Arbeitshilfe an: Wie jedes andere Bauteil muss auch der Bodenaushub rechtzeitig bei der Planung berücksichtigt werden. Nur so gelingt es, Verwertungspotenziale in vollem Umfang zu erkennen und die durch Untersuchungen gewonnenen Materialdaten für eine optimale Verwertungsplanung bereitzustellen. Wird der Aushub aus der „Lagerstätte Baugrube“ aber hochwertig wiederverwertet, können an anderer Stelle primäre Rohstoffe eingespart werden. Auf diese Weise schließt sich der Stoffkreislauf, und es können neben dem ökologischen Nutzen zudem noch wirtschaftliche Vorteile entstehen.

Um diesen Zweck zu erreichen, ist von allen „Bodenakteuren“ - Bauherrn, Planern und Verwertern - ein kooperatives Zusammenwirken erforderlich.

Zu diesem Bodenaushubmanagement will die vorliegende Arbeitshilfe Instrumente und Hilfestellungen an die Hand geben, um letztendlich zu einem nachhaltigen, weil ressourcenschonenden Umgang mit Bodenaushub zu gelangen. Die Arbeitshilfe stützt sich auf die Begleitung von sechs Fallbeispielen. Der zeitliche Schwerpunkt der Untersuchungen lag in den Jahren 1994 bis 1997.

2 Konzept eines nachhaltigen Bodenaushubmanagements

Die primären Rohstoffe der Steine-und-Erden-Industrie (z.B. Kies und Sand, Festgesteine, Ton) sind endliche, nicht-erneuerbare Ressourcen. Für die Ableitung von ökologischen Zielen hat die Enquête-Kommission in [2] grundlegende Regeln auch zum nachhaltigen Umgang mit endlichen Ressourcen aufgestellt. Grundlegende Regel für den Umgang mit nicht-erneuerbaren Ressourcen ist, dass diese „nur in dem Umfang genutzt werden, in dem ein physisch und funktionell gleichwertiger Ersatz in Form erneuerbarer Ressourcen oder höhere Produktivität der erneuerbaren sowie der nicht-erneuerbaren Ressourcen geschaffen wird“.

Eine Umsetzung der Regeln erfolgte durch die Ableitung des Umweltqualitätsziels „sparsame Nutzung bodennaher Lagerstätten und Schonung des Oberbodens“ und die Formulierung des Umweltschutzziels „Substitution von Boden-Rohstoffen durch Recyclingprodukte oder industrielle Rohstoffe“ [2].

Bodenschutz zielt auf den sparsamen Abbau und die nachhaltige Nutzung dieser endlichen Ressourcen ab, um diese auch für zukünftige Nutzungen vorzuhalten. Da die Verwertung von Bodenaushub speziell im technischen Bereich primäre Rohstoffe ersetzen kann, ist die Verwertung von Bodenaushub auch im technischen Bereich ein wichtiger Beitrag zum sparsamen und haushälterischen Umgang mit nicht-erneuerbaren Ressourcen. Mit dem „Ersatz“ des Primärrohstoffs Steine und Erden durch das „Recycling-Produkt“ Bodenaushub wird auch der Abbau von Steinen und Erden reduziert. Es wird also außerdem ein Beitrag zum Qualitätsziel „Erhaltung bzw. Wiederherstellung der Funktionen von Böden“ [2] geleistet.

Eine Annäherung an das skizzierte Konzept soll erreicht werden, indem an den Schlüsselstellen der Verwertung angesetzt und von dort aus die optimalen Verwertungsbedingungen geschaffen werden. Hierfür gibt es keine einfachen Patentrezepte. Die Anstrengungen zur Optimierung müssen vielmehr gleichzeitig an verschiedenen Seiten durch ein Zusammenwirken der Bodenakteure ansetzen.

Den groben funktionalen Ablauf eines Bodenaushubmanagements, in dem neben der technischen Verwertung auch die in dieser Arbeitshilfe nicht weiter behandelte Aufbringung von kultivierbarem Bodenmaterial auf landwirtschaftliche Flächen aufgenommen wurde, stellt Abb. 1 dar.

Dabei ist zu beachten, dass spezielle Eignungsprüfungen des Bodenaushubs und die Erstellung eines Verwertungskonzeptes in einem auf den Einzelfall bezogenen Prozess zu erarbeiten sind, da diese immer von den regional vorhandenen Verwertungsmöglichkeiten bzw. vom Verwertungsort abhängen.

Verfahrensablauf Bodenaushubmanagement

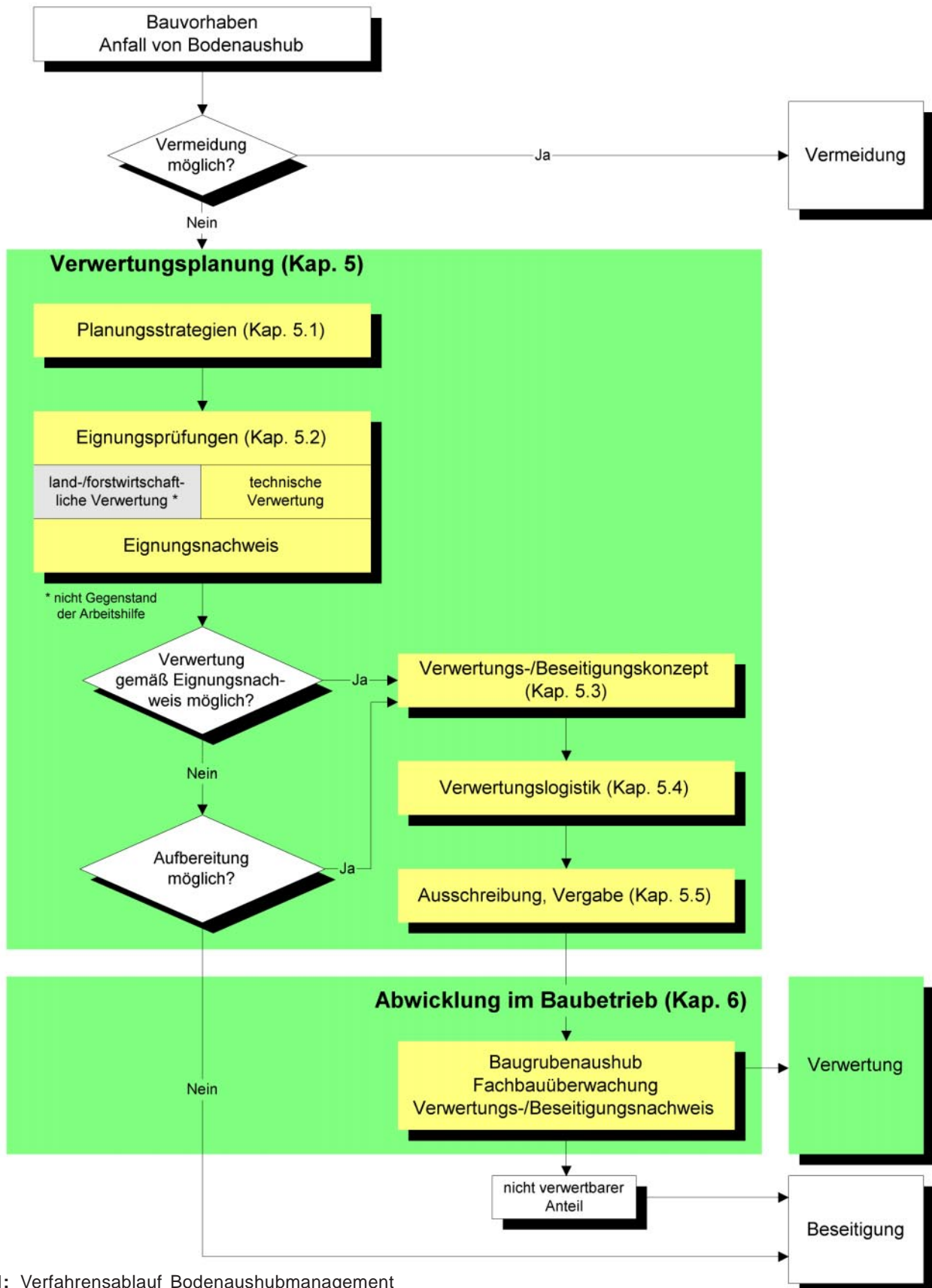


Abb. 1: Verfahrensablauf Bodenaushubmanagement

3 Rechtliche Grundlagen

Der Gedanke der Nachhaltigkeit schlägt sich mittlerweile auch verstärkt in der Gesetzgebung nieder. Im Zusammenhang mit Baumaßnahmen und damit einhergehendem Ausheben und Abschieben von Bodenmaterial sind hier vor allem das Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG), das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) und das Baugesetzbuch (BauGB) zu nennen.

Im **BBodSchG** wird in § 4 (Pflichten zur Gefahrenabwehr) jedermann, der auf Boden einwirkt, verpflichtet, sich so zu verhalten, dass schädliche Bodenveränderungen nicht hervorgerufen werden. Definiert werden schädliche Bodenveränderungen in § 2 als Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen, die geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für den Einzelnen oder die Allgemeinheit herbeizuführen. Dort wird als Funktion von Böden auch die Nutzungsfunktion als Rohstofflagerstätte genannt. Ein erheblicher Nachteil für die Allgemeinheit ergibt sich demnach bei Abgrabungen, wenn Bodenmaterial mit der Eignung als Rohstoff (hierunter fallen auch Baustoffe) vergeudet und damit auch unmittelbar gegen den Zweck des KrW-/AbfG verstoßen wird. Weiter werden in § 6 sowie § 8 Abs.1 Nr. 3a BBodSchG die Ermächtigung für eine Rechtsverordnung für Anforderungen an das Auf- und Einbringen von Materialien auf Böden festgelegt. Die Bundesbodenschutz-Verordnung (BBodSchV) konkretisiert die allgemeinen Anforderungen nach § 6 BBodSchG im § 12 der BBodSchV.

Im **KrW-/AbfG** wird als Zweck des Gesetzes die „Förderung der Kreislaufwirtschaft zur Schonung der natürlichen Ressourcen ...“ genannt. Neben dem Zweck des Gesetzes finden sich im KrW-/AbfG in Bezug auf die Nachhaltigkeit und den Umgang mit Abfällen, also auch mit Bodenaushub, die detailliertesten Vorgaben. Dort werden auch Grundsätze (§ 4; Vermeiden vor Verwerten vor Beseitigen) und Pflichten (§ 5) der Erzeuger und Besitzer von Abfällen definiert. § 5 (2) legt fest, dass eine der Art und Beschaffenheit des Abfalls entsprechende hochwertige Verwertung anzustreben ist und

Abfälle zur Erfüllung der Anforderungen getrennt zu halten und zu behandeln sind. In § 5 (4) wird auch festgestellt, dass die Pflicht zur Verwertung von Abfällen aus technischer und wirtschaftlicher Sicht zumutbar sein muss und für den gewonnenen Stoff auch ein Markt vorhanden ist oder geschaffen werden kann. Dann ist jedoch auch eine Vorbehandlung (Aufbereitung) zumutbar. Die Kosten für die Verwertung dürfen jedoch nicht außer Verhältnis zu den Kosten stehen, die für eine Abfallbeseitigung zu tragen wären. Wichtig ist auch § 22 (Produktverantwortlichkeit), welcher sich direkt an die Hersteller von Roh- und Baustoffen wendet. Demnach ist in § 22 (2) festgelegt, dass der „vorrangige Einsatz von verwertbaren Abfällen oder sekundären Rohstoffen bei der Herstellung von Erzeugnissen“ gefordert wird. Nicht unerwähnt sollte auch die im KrW-/AbfG festgeschriebene Vorbildfunktion der öffentlichen Hand (hier: Bundesbehörden [§ 37]) bleiben. Demnach hat diese zu prüfen, ob „bei Bauvorhaben Erzeugnisse eingesetzt werden können, die ... aus Abfällen zur Verwertung hergestellt worden sind.“

Im **BauGB** werden allgemeine Aussagen zum sparsamen und schonenden Umgang mit Boden für alle entsprechenden Vorhaben gemacht. Zu erwähnen sind hierbei § 1 Nr. 7, wonach die „Belange des Umweltschutzes, insbesondere ... des Bodens einschließlich seiner Rohstoffvorkommen...“ zu berücksichtigen sind und § 1a Nr. 1, nach dem mit „Grund und Boden sparsam und schonend umgegangen werden“ soll. Außerdem enthält § 202 den Schutz des Mutterbodens (Oberbodenmaterial) vor Vergeudung.

Das Bundesberggesetz beinhaltet eine allgemeine Verpflichtung zum Umgang mit Bodenaushub; das Bundesimmissionsschutzgesetz formuliert Grundpflichten für eine ordnungsgemäße und schadlose Verwertung von Reststoffen.

Sonstige Richtlinien und Verordnungen mit Bezug zum Thema

Die Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) definiert im Merkblatt „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen“ Problemstellungen sowie wichtige Ziele und Grundsätze der stofflichen Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen. Die Verwertung wird hierbei als wichtiges abfall- und volkswirtschaftliches Instrument herausgestellt. Das Merkblatt enthält Schadstoff-Grenzwerte (Zuordnungswerte), mit denen die Zuordnung von Böden zu bestimmten Einbauklassen ermöglicht wird. Zur Zeit wird dieses Merkblatt auch im Hinblick auf das BBodSchG überarbeitet.

In der Verdingungsordnung für Bauleistungen (VOB) ist die Verantwortlichkeit für den Umgang mit Böden für die Bereiche Erkundung, Bauen und Entsorgung festgelegt. In der novellierten Form wurden zudem Anpassungen an das aktuelle Umweltrecht sowie an die Grundsätze der Kreislaufwirtschaft vorgenommen (z.B. erweiterte Bodenklassifikationen und Recyclingansätze).

4 Heutige Praxis und Ansätze zur Optimierung

4.1 Heutige Praxis

Bei der Planung von Baumaßnahmen wird der anfallende Bodenaushub heute vom Bauherrn und Planer noch überwiegend als zu beseitigender Abfall behandelt, der durch einen entsprechenden Ausschreibungstext bei der Auftragsvergabe in der Regel Eigentum des Bauunternehmens wird.

Anders als bei der Planung und Kalkulation des Bauwerks kümmert sich der Planer und Vorhabens-träger bisher in nur sehr geringem Maße um die Behandlung des Bodenaushubs, obwohl hierdurch ein ökologischer und vor allem auch ökonomischer Nutzen zu erzielen ist.

Gründe hierfür liegen oftmals im Vertragsrecht. Vertragsrechtlich geht der Bodenaushub im Zuge der Vergabe in den überwiegenden Fällen vom Bauherrn in den Besitz der ausführenden Baufirma über. Ist dies, wie bei größeren Maßnahmen üblich, ein Generalunternehmer, so wird dieser für die Bodenaushubarbeiten in der Regel einen Subunternehmer, das Erdbauunternehmen beauftragen, womit hier wiederum ein Besitzerwechsel stattfindet. Schließlich kann dieses seinerseits einen Transporteur einschalten, der sich auch noch vertraglich um die Aushubentsorgung kümmert. Die Entsorgungszuständigkeiten können also in kurzer Zeit mehrmals wechseln. Die Erfahrung zeigt, dass die übliche Praxis einer qualitativ hochwertigen Verwertung oftmals entgegensteht, da diese normalerweise langfristig geplant werden muss.

Abb. 2 verdeutlicht die vertragsrechtliche Behandlung von Bodenaushub und ihren Einfluss auf die Chancen einer hochwertigen Verwertung.

Nach gängiger Praxis wird der Bodenaushub und dessen Verwertung oder Beseitigung also zur Sache der Baufirma. Zum Aushubzeitpunkt liegen außer Erfahrungswerten meist keine konkreten Angaben zur Qualität und Eignung des Bodenaushubs vor. Die Baufirma betrachtet diesen unter reinen

Kostenaspekten. Das Bodenmaterial muss entweder so kostengünstig wie möglich beseitigt werden, oder es wird mit angenommener Qualität und bekanntem Abnehmer bei anderen Maßnahmen verwertet.

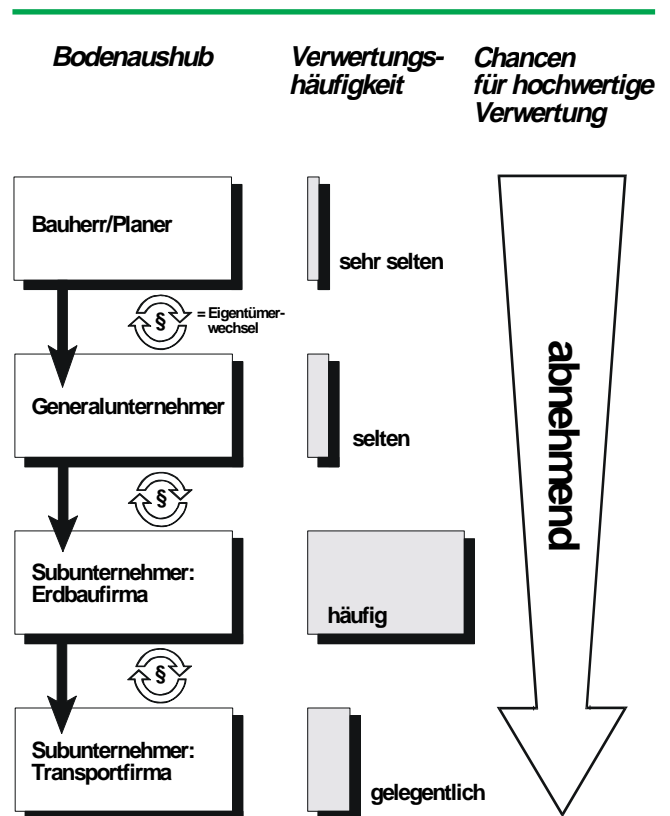


Abb. 2: Vertragsrechtliche Behandlung von Bodenaushub und deren Einfluß auf die Chancen für eine hochwertige Verwertung

Trotz dieser Beobachtung des Ist-Zustands ist festzustellen, dass die Verwertung von Bodenaushub in ihrer heutigen Form ein fester, unverzichtbarer Bestandteil des Bauwesens innerhalb des Stoffstroms Bodenaushub ist. Verschiedentlich werden gut organisierte Verwertungsplanungen aufgrund einschlägiger Erfahrungen in der Baupraxis oder aufgrund von Eignungsprüfungen zur Qualität des Bodenmaterials angetroffen. Allerdings muss die Verwertung oftmals auch mangels ausreichender Informationen zur Qualität des Aushubs und zu weiteren Rahmenbedingungen ohne Vorplanung und für die beteiligten Privaten oder Firmen - bis-

weilen unwirtschaftlich - erfolgen. Diese Verwertungen sind dann, auch aufgrund von Termindruck, meist „Ad-hoc-Verwertungen“: Sie stützen sich lediglich auf grobe Erfahrungen hinsichtlich der örtlichen Aushubqualitäten und werden auch von den kurzfristigen terminlichen und baubetrieblichen Möglichkeiten der Einzelmaßnahme bestimmt. Auch nicht vorhandene Möglichkeiten zur Zwischenlagerung und fehlende Untersuchungen zur Aufbereitungsmöglichkeit des Bodenaushubs engen das Spektrum der Verwertungschancen ein. Durch eine versäumte konkrete Vorplanung der Aushubverwertung müssen so oftmals Verwertungspotenziale ungenutzt bleiben. Hier sind Optimierungsmöglichkeiten vorhanden.

Dabei kann es sich auch aus wirtschaftlicher Sicht lohnen, sich stärker um eine Verwertung zu kümmern. Zahlreiche Wirtschaftlichkeitsvergleiche auch aus den Fallbeispielen zwischen Beseitigungs- und Verwertungskosten belegen einen oftmals beträchtlichen Kostenvorteil zugunsten der Verwertung, besonders, wenn es sich um hochwertige Materialien handelt. Aber auch bereits bei durchschnittlicher Verwertungseignung können die Verwertungskosten deutlich unter denen einer Beseitigung auf einer öffentlichen Deponie liegen.

Der Marktwert von Bodenaushub hängt hierbei maßgeblich von seiner bekannten stofflichen Qualität ab. Hochwertiges Bodenmaterial ist oftmals gesucht und wird lediglich gegen einen geringen Ablagerungspreis bzw. ganz ohne Kostenberechnung angenommen. Im günstigsten Fall findet für das Material sogar noch eine Vergütung statt. Dies kann z.B. in Form einer Transportkostenbeteiligung oder einer Zuzahlung geschehen.

Ein durchgängiger Marktpreis für unbelasteten, natürlich gewonnenen und nicht aufbereiteten Bodenaushub existiert nicht. Dieser richtet sich neben Qualität und Menge auch nach dem jeweils verfügbaren Marktangebot. Einen Marktwert besitzen im Allgemeinen sortenreine Locker- und Festgesteine, die ähnliche Qualitätsmerkmale wie die entsprechenden industriell gewonnenen Primärrohstoffe aufweisen und ohne größere Aufbereitung auf der Baustelle oder im Produktionsprozess einzusetzen

sind. Für solche Materialien können exemplarisch grobe Preisspannen angegeben werden (Tab. 1). Die Angaben gelten pro Tonne Aushubmaterial, jedoch ohne die Transportkosten zur Verwertungsstelle.

Bodenaushubmaterial	ungefähre Preisspanne (DM/t)
Kiessand (Baggergut), frostsicher	5,00 - 7,00
Schluff und Ton, steinfrei (Ziegelrohstoff)	0,00 * - 2,00
Ton (Deponieabdichtungsmaterial), je nach Qualität	0,00 - 15,00
Kalkstein, hart (z.B. für Schotter oder Werk- und Wasserbausteine), aufbereitet	5,00 - 8,00
* DM 0,00 bedeutet, daß der Bodenaushub ohne Berechnung einer Kippgebühr (zum "Nulltarif") beim Verwerter abgelagert werden kann	

Tab. 1: Marktpreise (Orientierungswerte) für Bodenaushub hoher Qualität

Für andere Bodenarten, wie z.B. schluffigen Sand oder steinigen Lehm, die nur eine durchschnittliche Verwertungsqualität besitzen, ist in der Regel am Markt kein Preis erzielbar. Diese Materialien können je nach Menge und Qualität im günstigen Fall zum „Nulltarif“ (vgl. Tab. 1), in der Regel jedoch gegen eine entsprechende Kippgebühr am Verwertungsort abgelagert werden, wobei letztere noch mehr oder weniger unter den ortsüblichen Deponiepreisen liegen kann.

4.2 Optimierungsansätze

In den Jahren 1993 bis 1997 wurden sechs verschiedene Fallbeispiele zur „Technischen Verwertung von Bodenaushub“ begleitet. Die Fallbeispiele (Teil B) stellen konkrete Baumaßnahmen aus verschiedenen Baubereichen und von unterschiedlicher Größe dar: Einzelwohngebäude, Wohnanlage, Gewerbebaumaßnahme mit Tiefgarage, Straßen- und Eisenbahnbau sowie Deponiebau. Da sich die Baumaßnahmen zusätzlich noch in verschiedenen Planungs- und Ausführungsstadien befanden, wurde eine große Bandbreite an konkreten Projektergebnissen erzielt. Die gewonnenen Erkenntnisse und daraus abgeleiteten Empfehlungen lassen sich deshalb mit guter Zuverlässigkeit auf den gesamten Baubereich übertragen und bilden die Marktverhältnisse hinreichend genau ab.

Analysiert man die heutige Praxis der Aushubverwertung und stützt sich dabei auf die Ergebnisse der Fallbeispiele, so fallen bestimmte Bereiche ins Auge, in denen es öfters zu Problemen und Schwierigkeiten kommt. Als Ergebnis eines intensiven Informations- und Erfahrungsaustauschs mit Vertretern der Bauwirtschaft, der Bodenschutzverwaltung, öffentlicher und privater Planungsstellen und Vorhabensträgern sowie kommunaler und privater Bodenbörsen und Vermittlungsstellen können aus derzeitiger Sicht bestimmte Schwachstellen benannt und Verbesserungsansätze formuliert werden. Im Folgenden sollen die einzelnen Bereiche genauer betrachtet werden (Kap. 5). Sofern die Optimierungsansätze im Rahmen der Fallbeispiele bereits erprobt und umgesetzt wurden, erfolgt an entsprechender Stelle ein optisch herausgestellter Hinweis.

Es zeigte sich, dass gut funktionierende und aufeinander abgestimmte Verwertungsstrukturen im Baubereich durchaus verbreitet sind. Folgendes ist festzustellen:

- Die Verwertung von Bodenaushub im technischen Bereich wird vor dem Hintergrund anhaltenden Wettbewerbsdrucks, schwankender Deponiepreise und manchmal knappen Deponieraums sowie gesetzlicher Bestimmungen als

eine Möglichkeit zur Kostendämpfung erkannt und im Rahmen der Gegebenheiten genutzt.

- Bodenaushub wird teilweise - bei entsprechender Vorplanung und Sachkenntnis - qualitativ hochwertig, z.B. als Dichtungsmaterial im Deponiebau, als Dammschüttmaterial beim Hochwasserschutz, als Rohstoff in der Baustoffindustrie, sowie als qualifizierter Baustoff im Tiefbau verwertet.
- Bodenaushub wird mangels frühzeitiger Planung und Eignungsprüfung trotz z.T. besserer Eignung nicht selten unter seiner eigentlichen Rohstoffqualität verwertet. Dies geschieht verbreitet im allgemeinen Erdbau, bei Rekultivierungsmaßnahmen und im landwirtschaftlichen Bereich.

Optimierungsmöglichkeiten ergeben sich hauptsächlich im Bereich der Verwertungsplanung:

- 1 Die Bodenaushubverwertung muss frühzeitig in der Bauplanung berücksichtigt und in die Verfahrensabläufe integriert werden.
- 2 Die Verwertungseignung des Bodenaushubs muss rechtzeitig durch Eignungsprüfungen untersucht werden. Bereits vorhandene Daten (z.B. aus Baugrundgutachten) können verwertungstechnisch ausgewertet werden.
- 3 Für die Verwertung muss ein marktfähiges Verwertungs- und Beseitigungskonzept aufgestellt werden, das auch die Verwertungslogistik berücksichtigt.
- 4 Die Bodenaushubverwertung muss durch Hinweise auf die Verwertungseignung noch stärker in die Ausschreibung einbezogen werden.
- 5 Die Verwertungsmaßnahme sollte, speziell bei großen Maßnahmen, fachlich begleitet und überwacht werden.
- 6 Die Aktionen der Bodenakteure müssen im Rahmen eines Bodenaushubmanagements noch besser aufeinander abgestimmt werden. Frühzeitige Informationen durch Verwertungsservices und/oder Bodenbörsen können noch besser genutzt werden.

5 Verwertungsplanung

Im Folgenden soll aufgezeigt werden, durch welche Schritte und Maßnahmen eine ökonomische und ökologische Optimierung erzielt werden kann. Die vorgeschlagenen Verwertungsinstrumente werden hierbei mit Hinweisen auf die bei den konkreten Fallbeispielen (Teil B) erzielten Ergebnisse näher dargelegt und erläutert.

5.1 Planungsstrategien

Durch fachliche Informationen muss sich bei Bauherren und Planern die Erkenntnis durchsetzen, dass Bodenaushub nicht länger als zu beseitigender Abfall zu betrachten ist, sondern wertvoller Baustoff und wichtige Rohstoffressource sein kann.

Trotz bestehender gesetzlicher Grundlagen existieren in der heutigen Baupraxis noch deutliche Optimierungsmöglichkeiten bei einer fachbezogenen Verwertungsplanung, ohne die vorhandene Verwertungspotenziale nicht ausreichend genutzt werden können. Verwertungsplanungen müssen

frühzeitig ansetzen, wobei Ziele, Inhalte und Maßnahmen aufeinander abgestimmt werden müssen; verschiedene Maßnahmen laufen hierbei notwendigerweise oftmals parallel. Abb. 3 veranschaulicht die verschiedenen Maßnahmen- und Verfahrensschritte einer Verwertungsplanung.

Für den Beginn der Verwertungsplanung gibt es keinen exakt festzulegenden Zeitpunkt. Insbesondere bei großen Baumaßnahmen können jedoch bereits in der **Bauleitplanung** wichtige Weichen für die künftige Verwertung des anfallenden Bodenaushubs gestellt werden (siehe S. 16, Beispiel „Stuttgart 21“).

Sollten im Rahmen der Bauleitplanung z.B. orientierende Baugrunduntersuchungen durchgeführt werden, können Kommunen eine Bodenaushubverwertung unterstützen, wenn dabei erhobene Daten im Aushubbereich auch hinsichtlich einer Verwertung des Bodenmaterials ausgewertet werden.

Allgemein fehlt es hier noch an Planungsstrategien, wie sie z.B. für die *Aushubvermeidung* bereits mit Erfolg entwickelt und umgesetzt wurden. Als Vermeidungsstrategien sind hier städteplanerische Maßnahmen wie z.B. Erdmassenausgleich durch Gradientenanhebung der Erschließungsstraßen in Neubaugebieten oder Anstreben eines weitgehenden Massenausgleichs im Verkehrswegebau zu erwähnen.

Ebenso wie der Zeitpunkt, an dem die Verwertungsplanung beginnt, ist für den Erfolg auch entscheidend, dass alle Bodenakteure in die Kommunikation eingebunden werden. Abb. 4

Bauphase	Maßnahmen und Verfahrensschritte	Bodenakteure
<p>Planung,</p> <p>Ausschreibung</p> <p>und</p> <p> Vergabe</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Eignungsprüfung und Eignungsnachweis <i>Klassifikation des Bodenaushubs Zuordnung zur Verwertung</i> ○ Verwertungs- und Beseitigungskonzept <i>Kontakte zu Verwerterbetrieben und Bereitstellung der Bodenaushubdaten</i> ○ Verwertungslogistik <i>Zeitplanung und Zwischenlagerung Transportentfernung Aufbereitung</i> ○ Verwertungsorientierte Ausschreibung 	<p>Bauherr, Architekt + Baugrundgutachter + Verwertungsservice/ Bodenbörse + Verwerterbetrieb + Baufirma + ggf. chemisches Labor</p>
<p>Bau-</p> <p>ausführung</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Abwicklung im Baubetrieb <i>Baugrubenaushub Fachbauüberwachung Verwertungs- und Beseitigungsnachweis</i> 	<p>Baufirma + Verwerterbetrieb + Verwertungsservice + ggf. chemisches Labor</p>

Abb. 3: Maßnahmen- und Verfahrensschritte der Verwertungsplanung und Bauabwicklung mit beteiligten Bodenakteuren

zeigt die Betätigungsfelder der einzelnen Bodenakteure.

Als *Beispiel* für eine frühzeitig ansetzende Verwertungsplanung kann eine Untersuchung des Amtes für Umweltschutz der Stadt Stuttgart für das integrierte Städte- und Bahnbauprojekt „**Stuttgart 21**“ angeführt werden. In [4] werden von der Stadt Stuttgart Zielfestlegungen für einen sparsamen und schonenden Umgang mit anfallendem Bodenaushub formuliert. Ziel ist, durch frühzeitige verwertungsbezogene Informationen erste Verwertungsüberlegungen und -planungen anzuregen, die dann in den folgenden Planungsschritten sukzessive zu konkretisieren sind. In der Studie werden allgemeine Vermeidungs- und Verwertungsstrategien innerhalb des Planungsgebiets und die hierzu notwendigen planerischen Schritte beschrieben. Weiter werden die anstehenden Locker- und Festgesteine verwertungstechnisch nach Verwertungsgruppen klassifiziert und es werden für die einzelnen Böden Hinweise auf das in Frage kommende Verwertungsspektrum gegeben. Der Teil „Baugrund“ enthält eine Liste mit konkreten Materialkennwerten aus den bereits vorhandenen Baugrunduntersuchungen, die weitere Rückschlüsse auf die Verwertungseignung erlauben. Baubetriebliche Empfehlungen zur Aufbereitung und Zwischenlagerung des anfallenden Bodenaushubs dienen als zusätzliche Hilfestellung für eine frühzeitige Verwertungsplanung.

Bei **Einzelbaumaßnahmen** muss die Verwertung projektorientiert geplant werden, wobei auf eventuell vorliegende Erkenntnisse der Bauleitplanung oder auf Daten von Bauvorhaben in benachbarten Bereichen zurückgegriffen werden kann. Hier sind bei Verwertungsplanungen die im Folgenden näher erläuterten Verfahrensschritte zu berücksichtigen:

- Prüfen der Verwertungseignung des Bodenaushubs und Zuordnung zu möglichen Verwertungen. Ergebnisse aus Baugrundgutachten können hierbei wichtige Bodenkennwerte liefern (vgl. Kap. 5.2).

- Aufstellen eines marktfähigen Verwertungs- und Beseitigungskonzepts (vgl. Kap. 5.3). Frühzeitige Kontakte zu Verwerterfirmen und Bodenbörsen/Verwertungs-Services erhöhen dabei die Verwertungschancen (vgl. Kap. 7).
- Berücksichtigung der Verwertung in der Ausschreibung durch die Aufnahme von Daten zum Bodenaushub (Eignungsnachweis, vgl. Kap. 5.5).
- Baubegleitende Maßnahmen zur fachlichen Begleitung und Überwachung der Verwertungsmaßnahme und zur Nachweisführung (vgl. Kap. 6)

Eine *Mindestmenge* an Bodenaushub, ab der eine Verwertung überhaupt ökologisch und ökonomisch sinnvoll ist, kann nicht angegeben werden. Dies hängt immer von den konkreten Umständen des Einzelfalls, wie z.B. Bodenqualität, momentane Bedarfssituation und Transportentfernung ab. Tatsache ist allerdings, dass die Möglichkeit für eine rentable Verwertung bei entsprechender Verwertungsqualität mit der Aushubmenge zunimmt. Dies liegt zum einen an baubetrieblichen Gegebenheiten, da eine größere Menge einheitlichen Materials günstiger wiederzuverwerten ist als mehrere Kleinmengen von schwankender Qualität. Zum anderen sind bestimmte Verwertungen im Rohstoffbereich, z.B. für Ziegeleien und Zementwerke, aus betrieblichen und verfahrenstechnischen Gründen an größere Mengen gebunden (in der Regel ab 10.000 m³, siehe Tab. 2, S. 19)

Bei kleineren Baumaßnahmen mit einer Aushubmenge < 500 m³ (z.B. Einfamilienwohnhaus innerhalb Neubaugebiet) sollte geprüft werden, ob durch Zusammenführen von gleichartigem Bodenaushub aus mehreren Einzelmaßnahmen eine verwertungsgünstigere, da größere Aushubmenge bereitgestellt werden kann (vgl. Fallbeispiel 2).

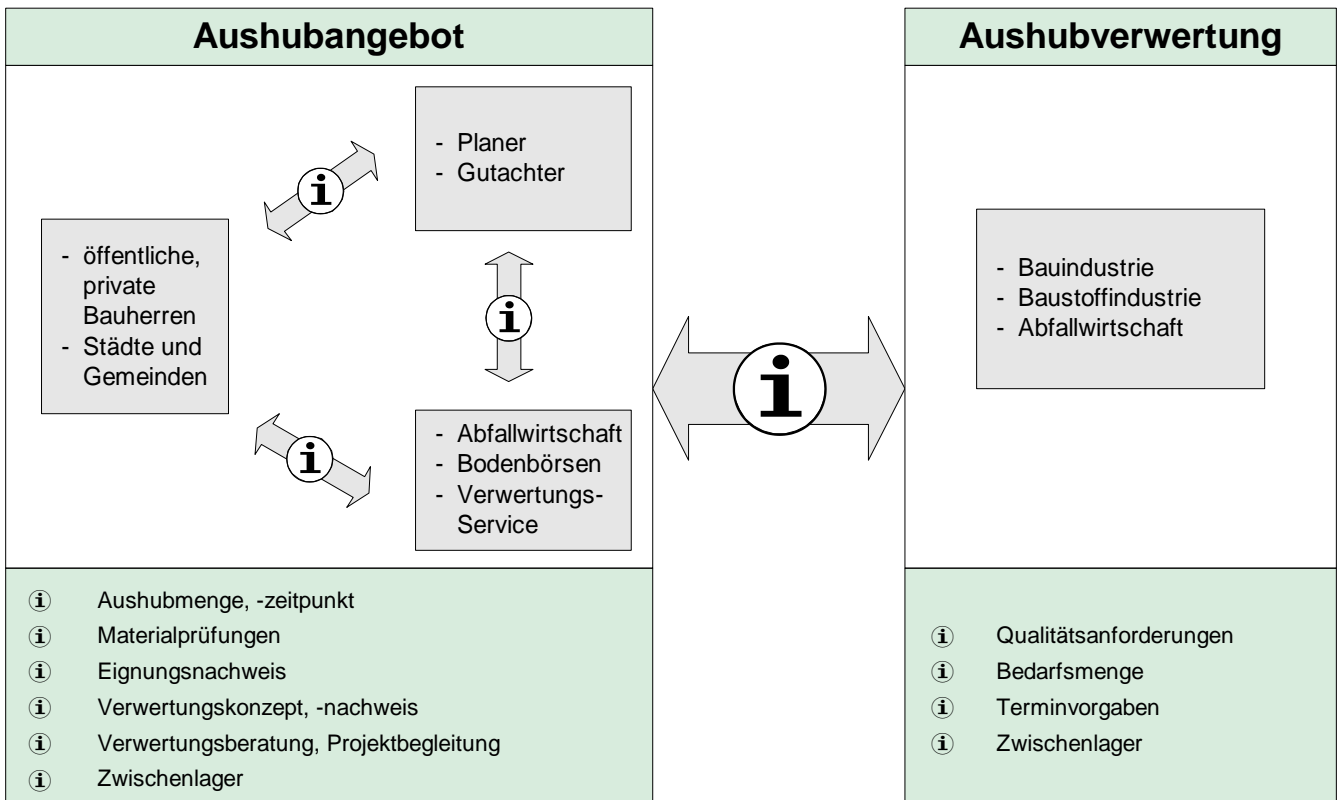


Abb. 4: Kommunikationsstruktur beim Bodenaushubmanagement

Für den Bereich der Planungsstrategien ergeben sich folgende, grundlegende Aussagen:

- Frühzeitige Information und Beratung von Bauherren über Verwertungsmöglichkeiten von Bodenaushub im Allgemeinen sowie speziell auf die Maßnahme bezogen (vgl. Fallbeispiele 1 - 5).
- Einbindung von Planern (z.B. Baugrundgutachter) in die Verwertungsplanung durch verwertungsorientierte Untersuchung, Klassifizierung und Vorbewertung der Böden und Gesteine im Aushubbereich.
- Frühzeitige Kontakte zu potenziellen Verwertern. Dies gilt besonders für hochwertige Einsatzbereiche durch die teilweise umfangreichen bau- und rohstofftechnologischen Voruntersuchungen (vgl. Fallbeispiele 2, 3 und 5).
- Aufbau von verbesserten Informations- und Kommunikationsstrukturen zwischen den einzelnen Bodenakteuren.

5.2 Eignungsprüfungen und Eignungsnachweis

Ohne eine fachgerechte Eignungsprüfung des Bodenaushubs kann in der Regel keine sichere Verwertungszuordnung vorgenommen werden. Eignungsprüfungen, Verwertungszuordnungen und Eignungsnachweis sind somit auch wesentliche Voraussetzungen zur Festlegung des Marktwertes von Bodenaushub und für Preisverhandlungen. Diese Verfahrensschritte sind deshalb als maßgebliche Verwertungsinstrumente zu betrachten.

5.2.1 Eignungsprüfungen

Eignungsprüfungen dienen zur Ermittlung der verwertungsspezifischen Materialkennwerte und zur verwertungsorientierten Klassifizierung (Verwertungsgruppen [6]). Sie liefern die Grundlage zur Verwertungszuordnung des Bodenaushubs (Eignungsnachweis), der zur Aufstellung des Verwertungs- bzw. Beseitigungskonzeptes benötigt wird.

Eignungsprüfungen erfolgen in einzelnen Prüfungsschritten, womit ein möglichst hohes Verwertungsniveau bei gleichzeitiger Optimierung der Untersuchungskosten erreicht werden soll. Der Untersuchungsablauf folgt hierbei dem Schema in Abb. 5 (vereinfacht nach [6]).

Ergänzend zu den Eignungsprüfungen zur technischen Verwertung von Bodenaushub sollten bei der Vorauswahl und generellen Eignungsprüfung auch Informationen zur Verwertung des Bodenaushubs im land-/forstwirtschaftlichen Bereich erhoben werden (kultivierbarer Bodenaushub). Prüfkriterien sind hierbei: Hauptbodenart, Steingehalt, Fremd Beimengungen, Anteil organischer Substanz. Gesetzliche Vorgaben, Richtlinien und Arbeitshilfen zu diesem - im Rahmen dieser Veröffentlichung nicht weiter behandelten - Verwertungsweg finden sich in § 6 BBodSchG und § 12 BBodSchV sowie der DIN 19731, Verwertung von Bodenmaterial und [7].

Besteht der Verdacht oder die Besorgnis, dass der Bodenaushub verunreinigt ist, muss dies durch eine entsprechende Schadstoffanalytik abgeklärt werden.

Bei den in Teil B aufgeführten Fallbeispielen wurde nach diesem Ablaufschema vorgegan-

gen: Lagen nach der Vorauswahl und der generellen Eignungsprüfung (GEP) konkrete Hinweise auf die Möglichkeit einer hochwertigen Verwertung (Verwertungskategorie K II) vor, wurden weitere spezielle Eignungsprüfungen (SEP) und Sonderprüfungen (SOP) konsequent durchgeführt. Es wurde darauf geachtet, dass der Untersuchungsaufwand und damit die Untersuchungskosten immer in einem wirtschaftlichen Verhältnis zur voraussichtlich erzielbaren Verwertungsart und -menge stand.

Für welche Aushubmengen welcher Untersuchungsumfang notwendig und wirtschaftlich sinnvoll ist, lässt sich nicht pauschal festlegen. Als Entscheidungshilfe kann das Schema der Tab. 2 herangezogen werden.

Ein erhöhter Untersuchungsaufwand ist dann gerechtfertigt, wenn davon auszugehen ist, dass der Aushub einen konkreten Marktwert besitzt (vgl. Kap. 4) und sich durch einen fachgerechten Eignungsnachweis wirtschaftlich rentable Verwertungsmöglichkeiten eröffnen.

Die Kosten für Eignungsprüfungen hängen vom jeweiligen Untersuchungsschritt, von der Aushub-

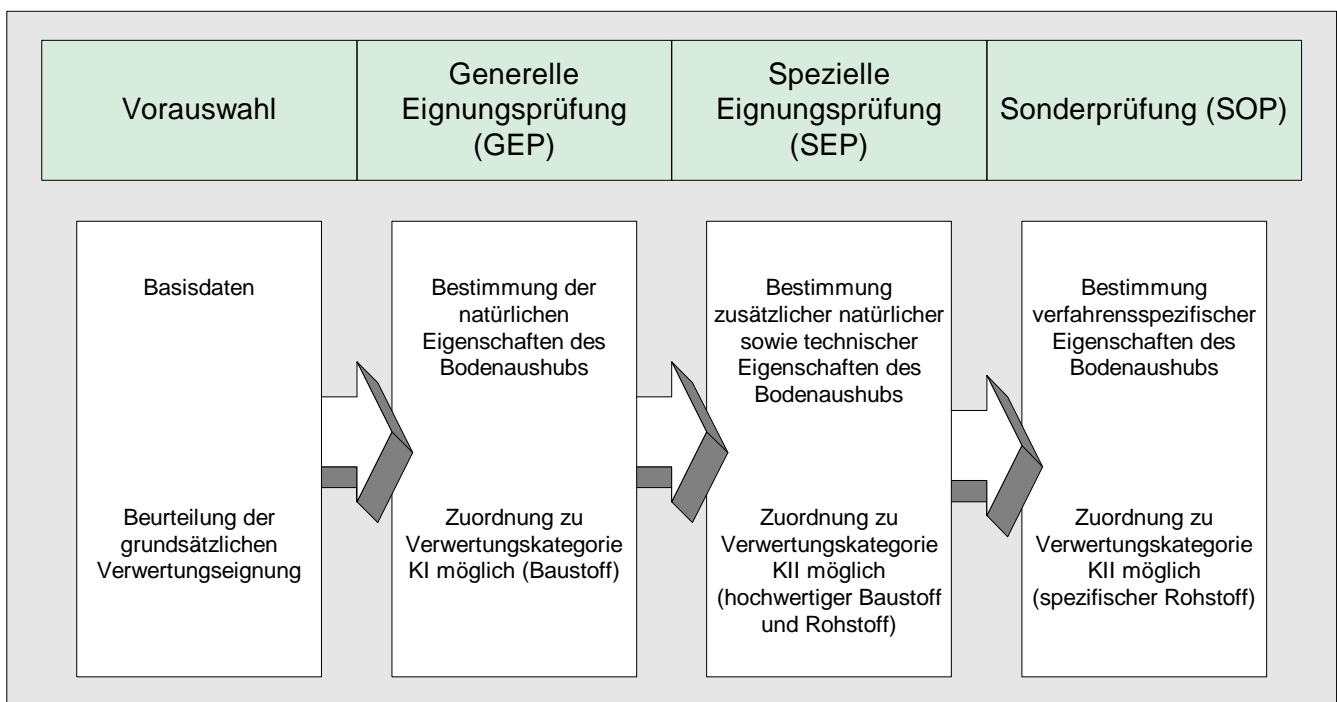


Abb. 5: Ablaufschema für Eignungsprüfungen (vereinfacht nach [6])

Aushubmenge	vermutliche Verwertungsqualität (gemäß Vorauswahl)		
	gut	durchschnittlich	gering
sehr groß (> 10.000 m ³)	+++	++ (evtl. +++)	+ (evtl. ++)
groß (500 - 10.000 m ³)	++ (evtl. +++)	++	+
klein (< 500 m ³)	+ (evtl. ++)	+	± (evtl. -)
wirtschaftlich sinnvoller Untersuchungsumfang: +++ groß (Vorauswahl, GEP, SEP, SOP) ++ durchschnittlich (Vorauswahl GEP, SEP) + klein (Vorauswahl, GEP) ± weitere Untersuchungen (GEP) nach Vorauswahl ggf. sinnvoll - keine weiteren Untersuchungen sinnvoll			

Tab. 2: Untersuchungsumfang in Abhängigkeit von Aushubmenge und Verwertungsqualität

menge und von dem in Frage kommenden Verwertungsziel ab. Für die Untersuchung einer *einzelnen* Bodenprobe können zur Kostenabschätzung auf der Grundlage üblicher Marktpreise grobe Kostenspannen angegeben werden (Tab. 3). Die Untersu-

chungen beziehen sich hierbei auf bodenmechanische Kenngrößen gemäß dem in [6] aufgeführten Untersuchungsprogramm. Der konkrete Kostenumfang ergibt sich aus der erforderlichen Anzahl der zu untersuchenden Proben und den einzelfallspezifischen Untersuchungsparametern.

Die Kostenübernahme für die Verwertungsuntersuchungen ist nicht fest geregelt. Sie muss je nach Interessenlage zwischen den Verwertungspartnern im Einzelfall verein-

bart werden. Hierbei können die anfallenden Kosten entweder geteilt, oder ganz von einem der Verwertungspartner übernommen werden.

Boden-/Felsart	Verwertungsgruppe (nach[6])	Prüfschritt und Untersuchungskosten bei einer einzelnen Bodenprobe (DM)			
		Vorauswahl ¹⁾	Generelle Eignungsprüfung (GEP) ²⁾	Spezielle Eignungsprüfung (SEP) ³⁾	Sonderprüfungen (SOP)
Ton, Schluff, Lehm (kies-, steinfrei)	L 1, L 2	200,00 - 500,00	300,00 - 800,00	800,00 - 1.800,00 ⁴⁾	nach Vereinbarung; eventuell Kostenübernahme durch den Rohstoffverwerter (Ziegelei, Zementwerk) möglich
Ton, Schluff, Lehm (kies-, steinhaltig)	L 3		200,00 - 600,00	-	
Kies und Sand	L 4, L 5		70,00 - 350,00	ca. 1.300,00 ⁵⁾	
Festgestein, hart, dichtes Gefüge	S 2, S 3		-	ca. 1.500,00 ⁶⁾	

¹⁾ je nach Umfang des vorliegenden Datenmaterials (Basisdaten).

²⁾ *typische Prüfparameter (vgl [6]):* Korngrößenverteilung, Wassergehalt, Plastizitätsgrenzen, Kalkgehalt, Glühverlust, Proctordichte. **Zzgl. Kosten für Vorauswahl**

³⁾ *typische Prüfparameter (vgl [6]):* Mineralbestand, Chemische Analyse, Wasserdurchlässigkeit, Scherparameter. **Zzgl. Kosten für GEP**

⁴⁾ Exemplarische Prüfungskosten für Deponie-Basisabdichtung gem. TA Siedlungsabfall je nach erforderlichem Parameterumfang

⁵⁾ Prüfungskosten für Betonzuschlag gem. DIN 4226

⁶⁾ Prüfungskosten für Mineralstoffe im Verkehrswegebau gem. TL Min-StB (Voruntersuchung)

Tab. 3: Kosten zur Prüfung der Verwertungseignung von Bodenaushub (Kosten je Bodenprobe)

Für den Bereich Eignungsprüfungen sind folgende Optimierungsansätze festzuhalten:

- Eine wirtschaftliche und ökologisch sinnvolle Verwertung ist ohne entsprechende Materialuntersuchungen nicht möglich. Verunreinigte Böden sind in der Regel nicht oder nur eingeschränkt und nach vorherigen genauen Schadstoffuntersuchungen zu verwerten.
- Art und Umfang von Eignungsprüfungen sind auf die Qualitätsanforderungen potenzieller Verwerter abzustimmen und mit diesen bei Bedarf abzusprechen. Dies unterstützt den Verwertungsprozess und minimiert die Untersuchungskosten.

5.2.2 Eignungsnachweis

Im Eignungsnachweis werden die Eignungsprüfungen dokumentiert und die Verwertungseignung belegt. Das Dokument besteht im Regelfall aus einem Textteil mit Beschreibung der durchgeführten Prüfungen sowie einer Bewertung der Ergebnisse in Bezug auf die Verwertungseignung. Als Anlagen sind zugehörige Versuchsprotokolle und Laboranalysen beizufügen.

Bei den einzelnen Fallbeispielen (Teil B) wurde jeweils ein Eignungsnachweis aufgestellt und den Planern für weitere Verwertungsschritte zur Verfügung gestellt.

Die Bedeutung und Funktionen des Eignungsnachweises sind wie folgt zusammenzufassen:

- Er stellt ein maßgebliches Verwertungsinstrument dar, da mit seiner Hilfe eine *Qualitäts-Zertifizierung* des Bodenaushubs stattfindet. Damit verliert der nachweislich verwertungsfähige Aushub seinen Charakter als „Abfall zur Beseitigung“ (KrW-/AbfG) und kann am Markt als sekundärer Bau- oder Rohstoff in den Stoffkreislauf zurückgeführt werden.
- Er liefert objektive Materialdaten zur Wertfestlegung des Bodenaushubs und dient als Grundlage für preisliche Vereinbarungen zwischen den Verwertungspartnern.

- Er stellt die zur Aufstellung des Verwertungs- und Beseitigungskonzepts (Kap. 5.3) notwendigen Klassifizierungen und Eignungsbewertungen zur Verfügung.

5.3 Verwertungs- und Beseitigungskonzept

Schwerpunkt in diesem Bereich ist die konzeptionelle Planung der Verwertung und ggf. Beseitigung des anfallenden Bodenaushubs (Entsorgungskonzept) in Verbindung mit konkreten Kontakten zu Verwertern. Diese können direkt vom Vorhabenträger und/oder Planer oder über die Vermittlung einer Bodenbörse oder eines Verwertungs-Service hergestellt werden.

Das Konzept behandelt im Gegensatz zum Eignungsnachweis, welcher nur die Qualität des verwertbaren Anteils betrachtet, die *Gesamtmenge* des Aushubs. Diese wird immer einen mehr oder weniger großen Anteil an technisch nicht verwertbarem Material enthalten, welches anderweitig zu verwenden oder letztendlich auf einer Deponie zu beseitigen ist.

Ziel des Verwertungskonzepts ist es deshalb, für das konkrete Bauvorhaben eine optimale Verwertung des Bodenaushubs zu entwickeln, welche auf einen möglichst hohen Verwertungsanteil auf höchstmöglichem Verwertungsniveau abzielt. Hierbei sind die Vorgaben und Belange der Baumaßnahme und des Bauzeitenplans so weit wie möglich mit den Anforderungen und Bedürfnissen des Verwerthers in Einklang zu bringen. Eine gute Abstimmung entscheidet hier maßgeblich über den Erfolg des Vorhabens.

Neben der Aushubqualität müssen auch die terminlichen, baubetrieblichen und logistischen Abläufe berücksichtigt werden (vgl. Kap. 5.4). Hierdurch können Transportwege optimiert, die Umweltbelastung reduziert und Kosten gespart werden. Bei der Erarbeitung von Verwertungskonzepten erweisen sich entsprechende Kontakte zu Verwerterfirmen, Bodenbörsen oder einem Verwertungs-Service als sehr nützlich und hilfreich. Wichtige inhalt-

liche Punkte im Verwertungs- bzw. Entsorgungskonzept sind:

- Beschreibung des Aushubmaterials und Angaben zu seiner Verwertungseignung; diese Daten sind im Eignungsnachweis dokumentiert (s.o.).
- Angaben über zu erwartende schadstoffhaltige Aushubpartien (Art der Verunreinigungen, Verbreitung, voraussichtliche Menge).
- Eine Massenermittlung, welche den voraussichtlich verwertbaren und den zu beseitigenden Anteil bilanziert.
- Angabe von geologisch vorgegebenen Grenzhorizonten in der Baugrube, damit der Aushub selektiv und möglichst sortenrein gewonnen wird und keine unnötigen Vermischungen mit ungeeigneten Partien stattfinden.
- Vorgaben für die Gewinnung und Zwischenlagerung der Aushubmaterialien und für einen materialschonenden und qualitätssichernden Geräteeinsatz.
- Informationen zu der bzw. den Verwertungsstelle(n), wie Lage, Verwertungseinsatz, baubetriebliche Randbedingungen, Zwischenlagerung (vgl. Kap. 5.4).

Im Rahmen der Fallbeispiele wurden für die Bauherrn keine detailliert ausgearbeiteten Verwertungskonzepte als eigenständiges Dokument erstellt. Zum einen war dies vom Planungsstand her teilweise noch nicht möglich, zum anderen hätte dies den Rahmen der vorgesehenen oder vom Bauherrn gewünschten Beteiligung an der Planung gesprengt. Allerdings bestand bei allen Fallbeispielen ein enger beratender Kontakt hinsichtlich der bestehenden Verwertungsmöglichkeiten. In die ausgehändigten Eignungsnachweise wurden zudem einzelne der oben aufgeführten Angaben und Empfehlungen mit in die Beurteilung aufgenommen (z.B. geologische Grenzhorizonte bei Fallbeispiel 2 und 3, Zwischenlagermöglichkeiten bei Fallbeispiel 1 und 4, Angaben über Schadstoffbelastungen bei Fallbeispiel 1).

Bei Fallbeispiel 3 wurde von Seiten der Erdbaufirma das vom Bauherrn mit der Ausschreibung geforderte Verwertungs-/Entsorgungskonzept in tabellarischer Form vorgelegt.

In den Dokumentationen (Teil B) ist für jedes Fallbeispiel auf der Basis der Eignungsnachweise ein knappes Verwertungskonzept in Form möglicher Verwertungsschienen dargestellt.

5.4 Verwertungslogistik

Die Planung der Verwertungslogistik dient dazu, die zeitlichen und räumlichen Verwertungsabläufe, eventuelle Zwischenlagerungen sowie die Abwicklung einer ggf. erforderlichen Aufbereitung festzulegen. Der Planungsschritt ist Bestandteil des Verwertungs- und Beseitigungskonzepts. Anders als der Eignungsnachweis, der die verwertungsrelevanten Materialkennwerte bereits in einer frühen Planungsphase festlegen kann, muss die Verwertungslogistik zeitnäher zum Baubeginn die zum Aushubzeitpunkt konkret vorliegenden Verwertungsbedingungen berücksichtigen.

5.4.1 Zeitplanung und Zwischenlagerung

Wichtig ist, dass das Angebot an Bodenmaterial und die Nachfrage zeitlich übereinstimmen, da eine Direktverwertung („just in time“), d.h. ohne Zwischenlagerung mit zusätzlichen Transport-, Umlagerungs- und Zwischenlagerkosten, wirtschaftlich am günstigsten ist. Ist zum Zeitpunkt des Aushubs kein Bedarf an entsprechendem Material vorhanden, wird die Baufirma versuchen, gut wiederverwertbares Bodenmaterial auf eigenem Areal oder einer fremden Bereitstellungsfläche zwischenzulagern. Ist mangels Nachfrage keine direkte Verwertung möglich und auch keine Zwischenlagerfläche verfügbar, bleibt in diesem Fall nur noch die Möglichkeit der Beseitigung.

Zwischenlager können als örtliche, temporäre Einrichtung an der Entnahmestelle (Baustelle, Baugebiet) oder als permanente technische Anlage für den

regionalen Umschlag von Bodenaushub, ggf. in Verbindung mit einer Bodenaufbereitung konzipiert werden. Umfangreiche Zwischenlager-Möglichkeiten bestehen in der Regel zudem bei den Baustoffbetrieben (Ziegeleien, Zementwerke).

Die Notwendigkeit von Zwischenlagern für ein flexibles und effizientes Bodenaushubmanagement wird von der Bauwirtschaft und von Bodenbörsenbetreibern immer wieder betont, obgleich oder gerade weil eine Genehmigung von Zwischenlagerflächen oftmals mit größeren verfahrensrechtlichen Problemen und Schwierigkeiten verbunden ist. Auch Baustellenzwischenlager benötigen eine frühzeitige Planung und Beantragung. Die Sorge um Zwischenlagermöglichkeiten gehört also, sofern diese erforderlich werden, als wichtiger Bestandteil zur Verwertungsplanung. Die Beispiele der Stadt Karlsruhe und Mönchengladbach zeigen privatwirtschaftliche Initiativen zur Problemlösung auf.

Bei den Fallbeispielen waren in unterschiedlichem Umfang Möglichkeiten zur Zwischenlagerung gegeben. Es handelte sich hierbei um Bereitstellungsflächen am Verwertungsort (Fallbeispiel 1 und 6) sowie um Baustellenzwischenlager (Fallbeispiel 2 und 3).

- Im Idealfall sollen der Zeitpunkt von Aushub und Verwertung aus Kostengründen übereinstimmen. Bei fehlender zeitlicher Übereinstimmung muss der Bodenaushub zunächst zwischengelagert und später verwertet werden.

5.4.2 Transportentfernung

Oftmals liegen Angebot und Nachfrage an Bodenmaterial räumlich weit auseinander, so dass die anfallenden Transportkosten die Verwertung einschränken. Je nach verkehrstechnischer Anbindung werden für die Verfrachtung neben einem Straßentransport bisweilen auch Schienen- und Wasserwege benützt. Aus wirtschaftlicher und ökologischer Sicht (Umweltbilanz) ist hier der Nutzen der Verwertung gegen den Energieverbrauch und weitere Umweltbelastungen durch den Transport abzuwägen. In der Baupraxis werden für Bodenaushub von durchschnittlicher Qualität Transportentfernungen

von über 20 - 30 km in der Regel als unwirtschaftlich betrachtet (vgl. auch [1]). Eine Möglichkeit zur Reduzierung von Transportkosten bietet die Rückfracht, d.h. die Rückfahrt von der Verwertungsstelle erfolgt nicht leer, sondern mit einem anderen Transportgut.

- Die Transportkosten spielen bei der Verwertung eine wichtige Rolle. Rückfrachten helfen Transportkosten senken.

5.4.3 Aufbereitung

Obwohl für einen großen Teil des anfallenden Bodenaushubs technische Verwertungsmöglichkeiten bestehen, kann es an Einsatzmöglichkeiten für die gerade angebotene Bodenqualität fehlen. Qualitätsdivergenzen können hierbei z.B. in Bezug auf Materialkenngrößen wie Tongehalt, Steinanteil und Wasserdurchlässigkeit oder auch hinsichtlich der Witterungsempfindlichkeit und Einbaufähigkeit bestehen.

Viele Bodeneigenschaften lassen sich heute durch geeignete Aufbereitungsmaßnahmen derart verbessern, dass eine Verwertung möglich wird. Allerdings muss die Wirtschaftlichkeit einer solchen Materialaufbereitung im Einzelfall geprüft werden. Zu den Faktoren, die durch Aufbereitung in aller Regel nicht verbessert werden können, gehören z.B. der Anteil an organischer Substanz. Ein Beispiel für eine Materialaufbereitung durch Vermischen (Verschneiden) unterschiedlicher Bodenmaterialien bietet das Fallbeispiel 6.

- Die Qualität von angebotenen und nachgefragtem Bodenaushub muss übereinstimmen. Divergenzen können je nach Wirtschaftlichkeit durch eine Aufbereitung ausgeglichen werden.

Zwei Beispiele verdeutlichen eine Verwertungs-optimierung durch Zwischenlagerung und Aufbereitung.

Stadtwerke Mönchengladbach + private Aufbereitungsfirma

Anlass: Das im Rohrleitungsbau der Stadtwerke anfallende Aushubmaterial wurde vor Inbetriebnahme der Anlage in Deponien beseitigt und Verfüllmaterial aus Kiesgruben gekauft. Aus ökologischen und wirtschaftlichen Überlegungen wurde die Neuorganisation des Stoffstrommanagements beschlossen.

Konzept: Aushubmaterial aus dem Leitungsbau wird unsortiert in einer Aufbereitungsanlage abgelagert, aufbereitet und bei Baustellen der Stadtwerke als Grabenverfüllmaterial wiederverwertet.

Die Anlage wird seit August 1995 zusammen mit einer privaten Baufirma als Kooperationspartner auf einem ehemaligen, sanierten Gaswerksgelände betrieben. Aus dem Ausgangsmaterial (Ober- und Unterbau, Grabenaushub) werden auch hinsichtlich der Schadstoffgüte überwachte und den Einbauvorschriften entsprechende Produkte hergestellt.

Anlage: Es existieren Sozial- und Verwaltungscontainer, Wägeeinrichtung, Lagerhallen und Aufbereitungseinrichtungen. Die Anlage hat eine Jahresleistung von 110.000 t.

Produkte: Produziert werden folgende Verfüllstoffe für den Leitungsbau: RC-Kies 0/35 bis 0/45, RC-Schotter 0/45, RC-Sand 0/5 und RC-Füllstoff 0/35.

Qualitätskontrollen: Eingangskontrolle, Eigenüberwachung, Fremdüberwachung gewährleisten die Verwertungseignung und Umweltverträglichkeit der hergestellten Produkte.

Stadtwerke Karlsruhe + private Aufbereitungsfirma

Anlass: Bis September 1998 wurde Bodenaushub aus Maßnahmen der Stadtwerke zu-

nächst auf einem eigenen Zwischenlager gelagert und von dort aus zu einer privaten Aufbereitungsfirma weitertransportiert. Das dort aufbereitete Material wurde als Verfüllmaterial sodann von dieser Recyclingfirma wieder bezogen.

Konzept: Ab September 1998 wurde das eigene Zwischenlager aus Kostengründen aufgegeben und der Aushub wird nun von Transporteuren direkt zur Aufbereitungsfirma gefahren und dort kostenpflichtig abgelagert. Das separat abgelagerte und speziell nach den Anforderungen der Stadtwerke aufbereitete Aushubmaterial wird von den Stadtwerken sodann wieder als Schüttgut für die eigenen Tiefbaumaßnahmen bezogen.

Vorteile: Durch die Aufgabe des Zwischenlagers werden Fixkosten für Betrieb, Unterhalt und Personal gespart. Die Kosten für externe Zwischenlagerung und Aufbereitung des eigenen Aushubs sind geringer als eine Beseitigung des Aushubs auf Deponie und Ankauf von entsprechendem Fremdmaterial. Zu beachten ist hierbei, dass das Aushubmaterial im Stadtgebiet Karlsruhe geologisch bedingt bautechnisch günstige Materialqualitäten besitzt (überwiegend sandig-kiesige Böden) und die Aufbereitungskosten in der Regel gering sind.

Qualitätskontrollen: Es erfolgt eine standardisierte Eingangskontrolle (Sichtkontrolle) sowie eine stichprobenartige Überprüfung durch chemische Analysen.

5.5 Ausschreibung und Vergabe

Die Masse des Bodenaushubs wird heute von der Bauwirtschaft verwertet. Grund ist die heute überwiegende Ausschreibungspraxis, nach der die Baufirma Eigentümerin des Bodenaushubs wird. Im Leistungsverzeichnis wird hierzu üblicherweise die Formulierung „Boden wird Eigentum des Auftragnehmers und ist zu beseitigen“ verwendet, obwohl dies gemäß Verdingungsordnung für Bauleistungen (VOB), Teil C (DIN 18 300) nicht als Re-

gelfall zu betrachten ist. Diese Regelung bedeutet, dass finanzielle Vorteile, aber auch mögliche Risiken bezüglich der Verwertung, allein bei der Baufirma verbleiben.

Als alternatives Verwertungsmodell sollte jedoch auch die Verwertung durch den Bauherrn betrachtet werden. Dieser kann die Verwertung entweder ganz in eigener Regie abwickeln, oder er legt in der Ausschreibung über Alternativpositionen ein Mitgestaltungs- und Mitspracherecht fest.

Bevor sich der Bauherr selbst der Verwertung annimmt, sollten jedoch vorab folgende Punkte sorgfältig und sachverständig ermittelt und geprüft werden:

- Gibt es bereits Anhaltspunkte über die Verwertungsmöglichkeiten des Aushubs (Vorauswahl)?
- Erlaubt die voraussichtliche Menge und Qualität eine rentable Verwertung?
- Kann die Verwertung so geplant und abgewickelt werden, dass es im Baubetrieb zu keinen kostenträchtigen Behinderungen kommt?
- Wie wird die Verwertung vertragsrechtlich über die Ausschreibung geregelt?
- Wer soll die Konzeption, Überwachung und ggf. Dokumentation der Verwertungsmaßnahme übernehmen? Welche Kosten entstehen dadurch?
- Wie fällt ein Kostenvergleich der möglichen Verwertungsmodelle aus?

Als Entscheidungshilfe sind nachstehend für die drei Verwertungsmodelle die jeweiligen Vor- und Nachteile aufgeführt (Tab. 4). Unter „Entsorgungsrissen“ werden dabei alle Unwägbarkeiten bei der Verwertung, wie z.B. nicht vorhersehbare Qualitätsabweichungen, schädliche Vermischungen, Schadstoffverunreinigungen oder schädliche Witterungseinflüsse verstanden. Diese Einflüsse können die Wirtschaftlichkeit von Verwertungen unter Umständen ganz erheblich beeinträchtigen, sind als „Restrisiko“ jedoch auch bei der besten Planung und Konzeption nicht völlig auszuschließen.

Für alle Verwertungsmodelle gilt gleichermaßen, dass die im Vorfeld durchgeführten Informationen, Planungen und Untersuchungen zur Aushubverwertung stärker mit in die Ausschreibung einfließen müssen.

Im Ausschreibungstext können für verschiedene Verwertungsalternativen entsprechende Grund- und Alternativpositionen vorgesehen werden, um dann die wirtschaftlichste Variante bei der Vergabe auszuwählen. Wichtig ist auch, den Ausschreibungsunterlagen zumindest einen Eignungsnachweis, besser jedoch ein bereits geplantes Verwertungs- bzw. Entsorgungskonzept beizufügen, damit die anbietenden Firmen über diese Daten verfügen. Entscheidend ist, dass der Bauherr durch Kenntnis des Verwertungspotenzials seines Aushubs unwirtschaftliche, da überbeuerte Entsorgungsleistungen vermeidet und sich dadurch an einer möglichen Wertschöpfung durch die Aushubverwertung beteiligen kann.

Ein gutes Beispiel für eine verwertungsorientierte Ausschreibung bieten die Fallbeispiele 2 und 3. Bauherr und Planer setzten hier durch detaillierte Vorinformationen über Verwertungspotenziale die Aushubverwertung im Ausschreibungstext konsequent um. Obgleich die Verwertung aus organisatorischen und baulichen Gründen ganz in die Hände der Baufirmen gegeben wurde, war durch die geforderte Offenlegung der Verwertungswege und eines abzuliefernden Verwertungs- bzw. Entsorgungskonzepts und -nachweises eine weitgehende Transparenz gewährleistet.

Folgende Optimierungsansätze sind herauszustellen:

- Erkenntnisse aus verwertungsorientierten Voruntersuchungen müssen aus ökologischen und wirtschaftlichen Gründen in der Ausschreibung ihren Niederschlag finden. Architekten, Baugrundgutachter und evtl. beauftragte Verwertungs-Services können dem Bauherrn die hierzu notwendigen Informationen und Angaben liefern.

Verwertungsmodell	Vorteile	Nachteile
Verwertung durch Bauherrn	<ul style="list-style-type: none"> - Bauherr kann Deponiekosten ganz oder teilweise einsparen - Bauherr kann mit Bodenaushub im günstigen Fall einen Erlös erzielen - Bauherr entscheidet über die Verwertung selbst - Bauherr kann einen beispielhaften Beitrag zum Bodenschutz leisten (positive Außenwirkung) 	<ul style="list-style-type: none"> - Entsorgungsrisiko liegt allein beim Bauherrn - zusätzlicher Aufwand und Kosten durch Planungen, Eignungsprüfungen, Fachbauüberwachung und Dokumentation - Probleme bei der Entsorgung können sich kostenschädlich auf den Baubetrieb (Logistik, Termine) auswirken
Verwertung unter Beteiligung des Bauherrn ("Kombi-Modell") <i>vgl. Fallbeispiel 2</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Bauherr behält Einfluss auf die Verwertung - Bauherr kann Teile des Aushubs selbst verwerten (über Alternativpositionen in der Ausschreibung) - unwirtschaftliche, übertriebene Entsorgungskosten werden vermieden - Bauherr hat eine Mitgestaltungsmöglichkeit bei der Verwertung 	<ul style="list-style-type: none"> - bei unpräzisen vertraglichen Festlegungen (Zuständigkeit, Verantwortung) können Engpässe im Baubetrieb eintreten
Verwertung durch Baufirma	<ul style="list-style-type: none"> - Baufirma kann frei über den Aushub verfügen - Baufirma kann Bodenaushub bei anderen Baustellen wieder einsetzen und dadurch einen Erlös erzielen 	<ul style="list-style-type: none"> - Entsorgungsrisiko liegt allein bei der Baufirma

Tab. 4: Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Verwertungsmodelle

- Baufirmen erhalten durch verwertungsorientierte Ausschreibungen wertvolle Hinweise zur Verwertungseignung und können damit wirtschaftlicher kalkulieren; das bestehende Entsorgungsrisiko wird verringert.
- Kenntnisse über enthaltene Schadstoffe, die eine Verwertung einschränken oder ganz verhindern, müssen bereits in der Ausschreibung entsprechend berücksichtigt werden.
- Über Sondervorschläge der Baufirmen zur Verwertung wird ein Wettbewerb angeregt und die Verwertung optimiert.
- Allgemein müssen die bisher überwiegend „beseitigungsorientierten“ Ausschreibungstexte stärker an einem „verwertungsorientierten“ Umgang mit Bodenaushub ausgerichtet werden.

6 Abwicklung im Baubetrieb

Im Zuge der Realisierung muss die Verwertung koordiniert, überwacht und dokumentiert werden. Dies kann von der Bauüberwachung oder auch von einem beauftragten Verwertungs-Service übernommen werden. Wichtig ist, dass durch Rücklaufmeldungen über Verwertungsart und -mengen die im Verwertungs- bzw. Entsorgungskonzept oder einem Sondervorschlag vorgesehene Abwicklung nachvollzogen und kontrolliert werden kann und damit ein Verwertungs- bzw. Entsorgungsnachweis vorliegt. Diese Informationen liefern im Sinne einer Optimierung auch ein wichtiges Feedback über Marktvorgänge, Schwachstellen und Defizite, die eine optimale Aushubverwertung behindern. Für eine erfolgreiche Umsetzung sind die nachstehend aufgeführten baubetrieblichen Faktoren besonders zu beachten.

6.1 Baugrubenaushub

Der verwertungsgerechte Aushub entscheidet in hohem Maße über Verwertungsquote und Verwertungsqualität. Da Fehler in Form von schädlichen Vermischungen oder unsachgemäßer Behandlung des Aushubs meist nicht mehr rückgängig gemacht werden können, geht dies unmittelbar zu Lasten der Wirtschaftlichkeit und des ökologischen Nutzens. Für einen sortenreinen Aushub sollte hierbei sogar eine geringere Tagesleistung in Kauf genommen werden.

Bei der Planung und beim Aushub sind deshalb folgende Punkte besonders zu beachten:

- Zu Beginn des Aushubs ist die Baufirma und ggf. das Gerätepersonal über die speziellen Belange der qualifizierten, sortenreinen Bodenentnahme zu instruieren. Bei Baugruben mit einem differenzierten geologischen Schichtaufbau können hierzu mittels Schichtlagerungskarten Abbauhohizonte für die einzelnen Schichtkomplexe vorgegeben werden (vgl. Fallbeispiele 1- 3).
- Der Aushub sollte routinemäßig und zusätzlich bei besonderem Anlass verwertungstechnisch überwacht werden (s.u.). Durch diese qualitätssichernden Maßnahmen wird das Vertrauen in den Sekundärrohstoff beim Verwerter gestärkt.
- Bei großen Baugruben kann sich die Verwerterfirma in der Anfangsphase des Aushubs vor Ort einen Eindruck über die großräumige Beschaffenheit und Qualität der „Lagerstätte“ verschaffen und sich bei Bedarf mit einer größeren Probenmenge für Großversuche eindecken. Dies bietet sich besonders für den hochwertigen Bau- und Rohstoffeinsatz an (Deponiebau, Ziegeleien - vgl. Fallbeispiel 3).
- Verunreinigte Baugrubenbereiche müssen vor Baubeginn zwingend abgegrenzt und solche Areale während des Aushubs sorgfältig im Auge behalten werden. Im Verdachtsfall sind zusätzliche Analysen zu veranlassen.

6.2 Fachbauüberwachung

Eine Überwachung der Verwertungsmaßnahme muss durch eine fachkompetente Stelle erfolgen. Im Zuge der Eigenüberwachung kann dies entweder durch die Baufirma selbst oder durch ein beauftragtes, qualifiziertes Ingenieurbüro bzw. einen Verwertungs-Service erfolgen. Letztere können auch für eine Fremdüberwachung des Bauherrn eingeschaltet werden (vgl. Kap. 7).

Die Fachbauüberwachung ist besonders bei Großbaumaßnahmen sinnvoll, wo erhebliche Mengen an Bodenaushub von teilweise wechselnder Qualität über längere Zeiträume anfallen. Um hier einen reibungslosen Ablauf der Verwertungsmaßnahme zu gewährleisten, muss die Bauüberwachung die baubegleitende Qualitätslenkung und -sicherung wie auch Koordinierungsaufgaben übernehmen.

Zu den Tätigkeiten zählen hierbei z.B. die regelmäßige Überprüfung der geologischen Schichten auf der Baustelle sowie Qualitäts-Kontrollprüfungen an Boden- und Gesteinsproben bei auftretenden Materialabweichungen.

Falls beim Aushub unvorhergesehene schadstoffverdächtige Partien auftreten, müssen kurzfristig chemische Bodenanalysen veranlasst und ggf. kontaminierte Areale abgegrenzt werden.

6.3 Verwertungs- und Beseitigungsnachweis

Dieser dient der Dokumentation und zum Nachweis der tatsächlich durchgeführten Verwertungen und Beseitigungen. Die in der Baugrube beim Aushub vorgefundenen Bodenverhältnisse können dabei in gewissem Rahmen von der Prognose im Entsorgungskonzept abweichen. Die Angaben zu den verwerteten/beseitigten Mengen werden von der ausführenden Baufirma geliefert, wobei dies in der Ausschreibung festzulegen ist.

Der Verwertungs- und Beseitigungsnachweis ist jedoch nicht zwingend erforderlich, sofern es sich nicht um belasteten, überwachungsbedürftigen Aushub handelt.

Bei den bis zum Abschluss des Aushubs begleiteten Fallbeispielen lagen die Nachweise teils in schriftlicher Form, teils als mündliche Rückmeldungen vor. Das Beispiel eines in knapper tabellarischer Form abgefassten Verwertungsnachweises für das Fallbeispiel 3 ist im Anhang beigefügt.

7 Verwertungs-Services und Bodenbörsen

Im Vorfeld einer Baumaßnahme können Verwertungsmöglichkeiten für den Bodenaushub vom Bauherrn und Planer prinzipiell direkt bei Verwerter-Firmen (z.B. Baufirma oder Ziegelei) eruiert werden. Da aktuelle Bedarfsinformationen jedoch meist nicht ohne weiteres zugänglich sind und oftmals branchenspezifische Fachkenntnisse über Qualitätsanforderungen und Verwertungsabläufe benötigt werden, bietet sich eine Verwertungsvermittlung über eine fachkompetente Bodenbörse oder einen professionellen Verwertungs-Service an.

Gut ausgestattete Einrichtungen dieser Art verfügen durch eine aktuelle, breitgefächerte Datenbasis und einschlägige Erfahrungen über den notwendigen Marktüberblick und das erforderliche Know-how. Dies erspart dem Anbieter Aufwand und Zeit und die Verwertungschancen sind meist ungleich höher.

Kommunale Bodenbörsen der Stadt- und Landkreise stellen ihre Informationen über Angebot und Nachfrage von Bodenaushub in der Regel unentgeltlich zur Verfügung. Der Vermittlungscharakter ist hierbei jedoch eher „passiv“, d.h. es findet kein weitergehendes fachliches und haftungsrechtliches Engagement statt. Von der Stadt Stuttgart (Bodenbörse des Tiefbauamts) wird z. Zt. auch erprobt, wie die Marktakzeptanz kommunaler „passiver“ Bodenbörsen durch eine fachliche Zusammenarbeit mit einem Verwertungs-Service gesteigert werden kann. Bei diesem Kooperations-Modell (sogen. „Bodenbörse^{plus}“) werden die behördlichen Grunddaten durch eine fachliche Bewertung verwertungsorientiert aufbereitet und dem Markt zur Verfügung gestellt. Bei fachlichen Rückfragen zur Verwertungseignung kann die Bodenbörse jederzeit auf das Fachbüro zurückgreifen [5].

Privatwirtschaftliche Bodenbörsen und Verwertungs-Services hingegen sind Dienstleistungsunternehmen, die über die reine Adressenvermittlung hinaus die Verwertung „aktiv“ in die Hand nehmen und abwickeln. Hierbei werden gegen ein Honorar sämtliche Verwertungsleistungen von der Beratung

und Planung über Konzeption und Eignungsprüfungen bis zur Realisierung mit teilweise vollem Haftungsrisiko angeboten. Vorhabensträger sowie Verwerter sind hierbei von Verwertungsrisiken im Rahmen der Vereinbarungen weitgehend freigestellt (vgl. nachstehendes Beispiel).

Durch „aktive“ Bodenbörsen und Verwertungs-Services kann die Aushubverwertung künftig folgende Impulse erhalten:

- Verwertungs-Services bieten für Verwerter, Bauherrn und Planer eine Anlaufstelle für Informationen, Beratungen und Leistungen rund um die Aushubverwertung.
- Sie bieten die Möglichkeit eines frühzeitigen Nachweises von aktuellen Verwertungsschienen mit Koordination der zeitlichen, räumlichen und qualitativen Verwertungsfaktoren.
- Das Bewusstsein für Bodenaushub als „Verwertstoff“ wird erhöht und Bodenaushub wird verstärkt als Bau- und Rohstoff und nicht als zu beseitigender Abfall begriffen.
- Qualifizierte Vermittlungs- und Verwertungs-dienste werden vom Markt positiv angenommen und in den Verwertungsablauf integriert.

Als *Beispiel* sei hier die „**Agentur für Bodenaushub GmbH, Bodenbörse BAeR Zwickau**“ angeführt.

Gegründet wurde dieser Betrieb 1994, als durch ein sehr hohes Aufkommen von Bodenaushub im Großraum Chemnitz-Zwickau (Freistaat Sachsen) und der Schließung von vorhandenen Deponien ein Entsorgungsnotstand für Bodenmaterial entstand, dem u.a. durch die Schaffung einer privatwirtschaftlichen Bodenbörse entgegen gewirkt werden sollte. Ziel der Bodenbörse ist die Schonung des vorhandenen Deponievolumens und der natürlichen Ressourcen und eine höchstmögliche Verwertung des anfallenden, unbelasteten Bodenaushubs. Es handelt sich um einen privatwirtschaftlichen,

eigenverantwortlichen, beratenden Dienstleistungsbetrieb, der seine Tätigkeit auf der Grundlage des aktiven Bodenaushubmanagements ausübt. Schwerpunkte sind die Erstellung von Verwertungskonzepten bereits in der Planungsphase und die Direktvermarktung des Bodenmaterials vom Herkunfts- zum Verwertungsort („just-in-time-Management“). Für die Verwertung werden keine zusätzlichen Zwischenlagerflächen, sondern bestehende devastierte Flächen benützt, auf denen nachfolgend ein Brachflächenrecycling erfolgt. Verwertet werden ausschließlich zertifizierte mineralische Materialien, wobei die Verwertung überwacht und dokumentiert wird. Beim Materialtransport wird eine Optimierung durch Rückfrachten angestrebt. 14tägig erscheint ein Informationsblatt mit Angeboten und Nachfragen von Bodenaushub und Recyclingprodukten. Ein Direktkontakt zwischen Anbieter und Nachfrager ist hierbei über elektronische Medien (Faxpolling, e-mail, Internet) möglich. Der Betrieb gewährleistet eine überregionale und unabhängige höchstmögliche technische Verwertung von mineralischen Materialien im Sinne und Rahmen des KrW-/AbfG. Der Vorteil des Betriebskonzepts besteht in der beauftragten Zertifizierung, Überwachung, Haftung und Qualitätssicherung für die vermittelten und aufbereiteten Massen sowie in der Nachvollziehbarkeit der Verwertung. Als weiterer, marktwirtschaftlicher und ökologischer Vorzug hat sich erwiesen, dass für das aktive Bodenaushubmanagement kein bewirtschaftetes Zwischenlager errichtet werden muss, da für eventuelle temporäre Massenüberangebote bereits bestehende devastierte Flächen, Rekultivierungseinheiten oder Recyclingplätze in die Vermittlungstätigkeit einbezogen werden.

8 Daten zur Wirtschaftlichkeit der Verwertungsplanung

In Bezug auf die Kosten der *verwertungsbezogenen Fachleistungen* (Beratung, Planungen, Eignungsprüfungen, Überwachungen) sowie die *verwertungsbedingten Einsparungen* können aus den Fallbeispielen exemplarisch Wirtschaftlichkeitsdaten abgeleitet werden. Anzumerken ist, dass der Bodenaushub bei den einzelnen Projekten eine vergleichsweise günstige Verwertungsqualität besaß und dass bei einer geringeren Qualität entsprechende Abstriche an die Rentabilität der Verwertung gemacht werden müssen.

Betrachtet wird zum einen der direkte Kostenvergleich Verwertung versus Beseitigung, wie dies bei den Fallbeispielen 1 und 2 durch die offengelegten Kosten möglich war. Zum anderen können für diese Fallbeispiele die verwertungsbezogenen Fachleistungen als prozentualer Kostenanteil an den Einsparungen sowie als Kostenfaktor bezogen auf einen m³ Aushubmaterial angegeben werden (Tab. 5).

Es ist zu beachten, dass sich die Bauvorhaben in unterschiedlichen Planungs- und Ausführungsstadien befanden. Während es sich bei den fertiggestellten Projekten (Fallbeispiele 1 - 3) um abgeschlossene Bauvorhaben handelt, sind für die in Planung befindlichen Projekte (Fallbeispiele 4 und

5) noch Kosten für weitere verwertungsbezogene Fachleistungen zu berücksichtigen. Eine Überschreitung von 0,05 - 0,1 DM/m³ (bei Fallbeispielen 4 und 5 für verwertungsbezogene Fachleistungen) ist jedoch unwahrscheinlich.

Betrachtet man eine Schwankungsbreite bei den Entsorgungskosten von mehreren DM bis ca. 30 DM, so stellt ein Betrag von maximal rund 1 DM/m³ für Verwertungsuntersuchungen einen vergleichsweise geringen Anteil dar. Die anfallenden Kosten für verwertungsbezogene Fachleistungen zeigen, dass diese nur einen sehr geringen Anteil der Verwertungs- bzw. Beseitigungskosten ausmachen. Der Kostenanteil wird mit zunehmender Kubatur deutlich geringer, gleichzeitig erhöhen sich die Einsparpotenziale. Aber auch bei geringen Mengen bewegen sich die Aufwendungen in Bezug auf die möglichen Einsparungen immer noch in einem sehr wirtschaftlichen Rahmen.

● Verwertung von Bodenaushub kann deutliche Kosteneinsparungen bewirken. Verwertungsbezogene Fachleistungen machen nur einen geringen Teil an den gesamten Entsorgungskosten aus.

Fallbeispiel (Nr., Projekt)	Aushubmenge (m ³)	Kosten Beseitigung (DM/m ³)	Kosten Verwertung (DM/m ³)	Einsparungen durch Verwertung (%) ¹⁾	Kostenanteil für verwertungsbezogene Fachleistungen gemessen an	
					Einsparungen (%)	1 m ³ Aushub (DM/m ³)
1 Mehrfamilienhaus mit Tiefgarage	2.400	31,40	14,65	53,3	5,5	0,91
2 Wohnanlage mit Tiefgarage	15.000	19,40	13,13	32,3	9,8	0,61
3 Gewerbebau (Bürogebäude mit Tiefgarage)	375.000	-	-	-	-	0,04
4 Straßenbau mit Tunnelbauwerk	345.000	-	-	-	-	0,02 ²⁾
5 Eisenbahnbau mit Tunnelbauwerken	3.860.000	-	-	-	-	0,002 ²⁾

¹⁾ Ausgangspreis sind die zum Zeitpunkt der Verwertung gültigen Kosten auf der Deponie, einschließlich Transportkosten
²⁾ Baumaßnahmen/Verwertungsplanungen sind noch nicht abgeschlossen
 - nicht erhoben

Tab. 5: Verwertungsbezogene Wirtschaftlichkeitsdaten zu den Fallbeispielen

Teil B Fallbeispiele

Auswahl und Bearbeitung der Fallbeispiele

Die praktische Erprobung und Umsetzung der Verwertungskonzeption [6] erfolgte durch sechs Fallbeispiele. Diese stellen konkrete Baumaßnahmen dar, die nach verwertungsspezifischen Kriterien ausgewählt, fachlich begleitet und dokumentiert wurden. Um ein möglichst breites Spektrum an Ergebnissen und Erkenntnissen zu gewinnen, sollten die Bauprojekte dabei folgende Voraussetzungen erfüllen:

- Die Maßnahmen sollen aus unterschiedlichen Baubereichen stammen (z.B. Hochbau, Verkehrswegebau, Deponiebau), um ein breites Spektrum an Erkenntnissen zu gewinnen.
- Sie sollten sich in einem frühen Planungsstadium (vor der Ausschreibung) befinden, um einen ausreichenden Zeitraum für Planungen und Untersuchungen zur Verfügung zu haben. Auch sollten die Erdarbeiten möglichst noch im Projektzeitraum abgewickelt oder zumindest begonnen werden.
- Der Bodenaushub sollte eine zumindest günstige Verwertungsprognose haben und ein Volumen > 2.000 m³ besitzen, damit ein möglichst großes Verwertungsspektrum betrachtet werden konnte.

Im Zuge der Erkundung geeigneter Maßnahmen wurde einer Vielzahl von Vorschlägen und Hinweisen nachgegangen.

Bei der Prüfung und Durchsicht von Projektunterlagen und der anschließenden Vorauswahl traten jedoch oftmals Probleme und Schwierigkeiten zutage, die zu einem Ausschluss als Fallbeispiel führten. Neben zu kurzen Planungszeiträumen oder zu geringem Baugrubenaushub waren vorrangige Ausschlusskriterien:

- Der Bauherr/Vorhabensträger zeigte zunächst Interesse an den Verwertungsbestrebungen, hatte im weiteren Planungsverlauf dann jedoch

die Möglichkeit für eine eigene, kostengünstige Verwendung oder Deponierung.

- Bei der Vorauswahl ergab sich eine sehr ungünstige Verwertungsqualität der Aushubböden (z.B. Auffüllungen, sehr heterogene Mischböden, stark organische Beimengungen, Schadstoffbelastungen), so dass hier überwiegend nur eine Beseitigung in Frage kam.

Nach Vorauswahl und Prüfung der Ausschlusskriterien wurden die in Tab. 6 (S. 32) aufgeführten Baumaßnahmen als Fallbeispiele weiterverfolgt:

Die **Bearbeitung** der Fallbeispiele gliederte sich in der Regel in folgende Phasen:

- Informationen, Vorauswahl, Verwertungsberatung
- Eignungsprüfungen
- Beurteilung der Verwertungseignung mit Eignungsnachweis, allgemeines Verwertungs- bzw. Entsorgungskonzept
- Betreuung und Überwachung der Verwertungsmaßnahme (teilweise)
- Auswertung des Verwertungs- bzw. Entsorgungsnachweises

Die *Information* des Bauherrn/Vorhabensträgers umfasste zunächst die Vorstellung der Absichten und Ziele des Pilotprojekts anhand der Verwertungskonzeption aus [6]. Seitens des Bauherrn und Planers erfolgten sodann nähere Angaben zur Baumaßnahme und es wurden erforderliche Projektunterlagen, wie z.B. Pläne, Massenbilanzen oder geotechnische Gutachten ausgehändigt.

Nach Prüfung der vorhandenen Unterlagen und einer sachverständigen *Vorauswahl* der Verwertungseignung erfolgte eine erste *Verwertungsberatung*, bei der eine erste Eignungsabschätzung abgegeben sowie Umfang und Zeitpunkt für weitere Untersuchungen erörtert wurden.

Fallbeispiel	Baumaßnahme	Aushubvolumen (m ³)	Zeitpunkt Planung bzw. Bauausführung	Verwertungsschiene(n)
1	Wohnungsbau (Einzelwohngebäude) 2 Mehrfamilienhäuser mit Tiefgarage in Wiesloch (Rhein-Neckar-Kreis)	ca. 2.400	Planungsphase: 1993/94 Baumaßnahme wurde in 1995 realisiert	Tertiärton und Hanglehm: Oberflächenabdichtung für Steinbruch und Deponie Rohrbach Süd.
2	Wohnungsbau (Wohnanlage) Wohnanlage mit Tiefgarage in Stuttgart-Möhringen,	ca. 15.000	Planungsphase: 1994/95 Bauausführung: 1995-1997	Filderlehm: mineralisches Dichtungsmaterial für Deponien.
3	Gewerbebau Parkhaus (Tiefgarage) und Dienstleistungsgebäude P1 beim Flughafen Stuttgart	ca. 375.000	Planungsphase: 1993-95 Bauausführung: 1995-97	Lehm/Ton: Ziegelrohstoff, mineralisches Dichtungsmaterial für Deponien. Fels, gebrochen: Schottermaterial, Wasserbausteine
4	Straßenbau Westtangente Pforzheim (B 463) und Ausbau BAB 8 zwischen AS Pforzheim-West und AS Pforzheim-Nord	ca. 345.000 Überschussmassen	Planfeststellung für B 463: vstl. 1996 Baubeginn derzeit noch ungewiss	Tone: Deponieabdichtungsmaterial. Lehme, steinig: Erdbaustoffe. Ton-/Mergel-/Kalk- und Dolomitsteine: Zementrohstoff, Erdbaustoffe.
5	Eisenbahnbau Neubaustrecke Stuttgart-Augsburg, Bereich Wendlingen - Ulm	ca. 3,86 Mio Überschussmassen	Raumordnungsverfahren: 1995 Planfeststellungsverfahren und Baubeginn derzeit noch ungewiss	verschiedene Einsatzbereiche als Roh- und Baustoffe: Schottermaterial, Ziegel- und Zementrohstoff, Abdichtungen für Deponien, Damm-schüttmaterial.
6	Deponiebau Erweiterung Kreismülldeponie Sinsheim (Rhein-Neckar-Kreis)	ca. 18.000 Bedarfsmassen	Planungsphase: 1994/95 Bauausführung: 1995/96	Verwertung und Aufbereitung von zwischengelagertem Bodenaushubmaterial (Schluffe, Tone), Verwertung von Bodenaushub aus aktuellen Baumaßnahmen.

Tab. 6: Übersicht Fallbeispiele

Die *Eignungsprüfungen* wurden entsprechend des in [6] vorgeschlagenen Ablaufschemas organisiert und durchgeführt. Je nach bereits vorliegenden Daten aus einem Baugrundgutachten wurden zusätzliche generelle Eignungsprüfungen (GEP) sowie die erforderlichen, auf bestimmte Verwertungen abzielenden speziellen Eignungsprüfungen (SEP) veranlasst. Sofern ein Einsatz als Rohstoff in der Baustoffindustrie möglich erschien (Ziegeleien, Zementwerk), wurden direkt in den Betrieben Sonderprüfungen (SOP) durchgeführt.

Die Ergebnisse der Eignungsprüfungen wurden im *Eignungsnachweis* zusammengefasst und dem Vorhabensträger zur weiteren Verwendung ausgehändigt. Dieser wurde, je nach Planungs- und Verfahrensstand der Maßnahme, z.B. den Ausschreibungsunterlagen zur Einsicht für anbietende Baufirmen beigelegt, oder es war geplant, ihn als Fachbeilage den Planfeststellungsunterlagen beizufügen.

Für den verwertbaren Bodenaushub wurde dem Bauherrn zudem bei Bedarf ein allgemeines *Verwertungskonzept* vorgeschlagen, das Angaben über die generellen Verwertungsmöglichkeiten beinhaltete.

Im Zuge des Baugrubenaushubs bzw. der Materialbeschaffung wurden bei vier Fallbeispielen (Nr. 1, 2, 3 und 6) *verwertungsbegleitende Maßnahmen* zur Qualitätssicherung wie z.B. die Überprüfung der geologischen Verhältnisse in der Baugrube oder zusätzliche Materialuntersuchungen unternommen. Im Übrigen bestand während der Bearbeitung der Fallbeispiele stets ein enger fachlicher Kontakt mit dem Bauherrn, der Baufirma und der verwertenden Stelle.

Der **zeitliche Schwerpunkt** der vorliegenden Untersuchungen lag in den Jahren 1994 bis 1997. Konjunkturbedingt können sich Änderungen in der Angebots- und Nachfragestruktur, also der angebotenen und nachgefragten Bodenaushubmengen ergeben. Derartige Änderungen wirken sich zwangsläufig auch auf die Angebots- und Nachfragepreise aus. Dies geschieht auch, wenn sich das Niveau der Deponiepreise verändert.

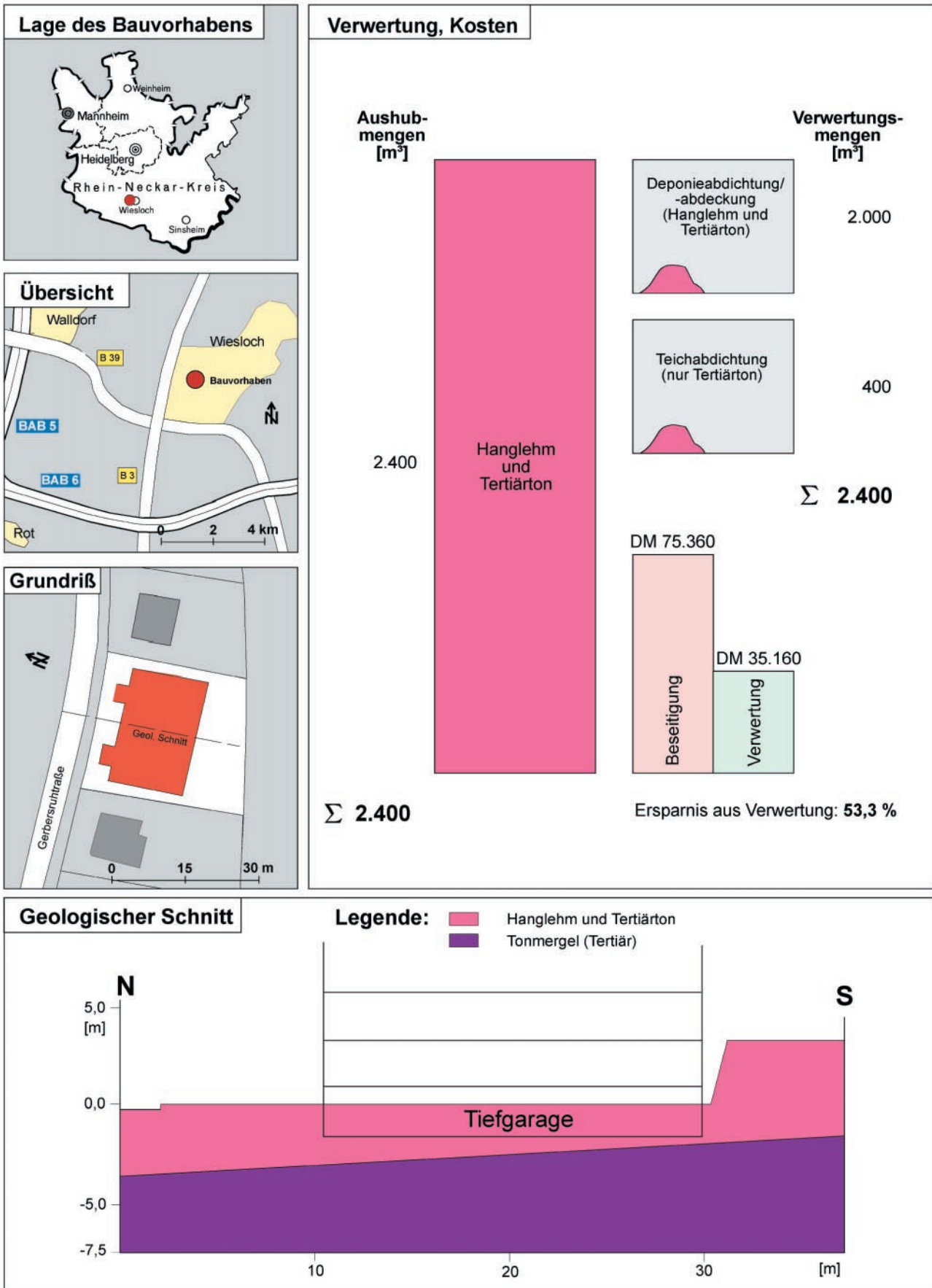


Abb. 6: Fallbeispiel 1: Zwei Mehrfamilienhäuser mit Tiefgarage in Wiesloch (Rhein-Neckar-Kreis)

Fallbeispiel 1: Zwei Mehrfamilienhäuser mit Tiefgarage in Wiesloch (Rhein-Neckar-Kreis)

Vorgeschichte, Ziel

Im Zuge der Baugrunduntersuchung ergab sich eine günstige Verwertungsprognose für den anfallenden Bodenaushub, da dieser zu einem großen Teil aus stark tonigen Böden bestand, die oftmals von Baufirmen zu Abdichtungszwecken im Deponeibau gesucht werden.

Ziel des Fallbeispiels war die Klärung der Frage, ob und in welchem Umfang auch bei kleineren Wohnungsbaumaßnahmen ökologische und wirtschaftliche Vorteile durch die Aushubverwertung zu erzielen sind.

Baumaßnahme

Bei der Neubaumaßnahme handelt es sich um zwei Mehrfamilien-Wohnhäuser mit einer gemeinsamen, durchgängigen Tiefgarage in leichter Hanglage im Nordwesten von Wiesloch (vgl. Abb. 6). Das Gebäude wurde im Zeitraum 1994/1995 erstellt.

Lage, Geologie

Das Baugelände befindet sich am Ostrand der Oberrheinebene. Es liegt geologisch auf der Rot/Malscher Tertiärscholle nahe der Rheingraben-Hauptverwerfung. Der Untergrund wird unter einer quartären Hanglehmbedeckung bis in größere Tiefe von Tonmergeln des Tertiärs (Oligozän) aufgebaut.

Durch historische und neuzeitliche Bergbautätigkeiten auf der Gemarkung Wiesloch können die quartären Deckschichten bereichsweise Schwermetallbelastungen aufweisen. Die anstehenden Tonmergel wurden noch in der jüngeren Vergangenheit in einer nahen Tongrube als Rohstoff für einen Ziegeleibetrieb abgebaut.

Baugrubenaushub

Der Baugrubenaushub betrug rund 2.400 m³. Davon entfiel auf den reinen Tertiärton ca. 900 m³; die übrige Menge setzte sich aus tonigem und teilweise sandig-grusigem Hanglehm zusammen.

Prüfungen zur Verwertungseignung

Vorauswahl und generelle Eignungsprüfungen (GEP): Aufgrund der geologischen Verhältnisse und der Untersuchungsergebnisse des für die Maßnahme erstellten Baugrund- und Gründungsgutachtens war schon im Zuge der Vorauswahl von einer günstigen Verwertungseignung des Aushubmaterials auszugehen. Besonders die durchgeführten Klassifizierungsversuche (Korngrößenverteilung, Tongehalt, Konsistenzgrenzen) belegten bereits eine generelle Eignung als teilweise hochwertigen Erdbaustoff. Mit Hilfe der Basisdaten und der ermittelten Verwertungsgruppe (L 1) wurden anhand des Verwertungsleitfadens aus [6] weitere Verwertungsmöglichkeiten eruiert und zusätzliche Untersuchungen veranlasst.

Spezielle Eignungsprüfungen (SEP): Da in der näheren Umgebung der Baumaßnahme für eine geplante Deponieerweiterung sowie eine Steinbruchrekultivierung in absehbarer Zeit ein Bedarf an tonigem Bodenmaterial für Basis- und Oberflächenabdichtungen bestand, wurde das vorhandene Probenmaterial näher auf Eignung als Abdichtungsmaterial gemäß den Vorgaben der TA Siedlungsabfall sowie auf seine Einbaufähigkeit untersucht.

Folgende, speziell für die Verwertungseignung aus dem Aushubbereich entnommenen Proben wurden untersucht (Tab. 7):

Schichtkomplex	untersuchte Bodenproben (Aufschluss, Entnahmetiefe)	ermittelte Parameter
Hanglehm	Schurf 1: 0,6 m	GEP: Wassergehalt (DIN 18 121) Korngrößenverteilung (DIN 18 123) Proctordichte (DIN 18 127) Kalkgehalt (DIN 18 129)
	Schurf 2: 0,5 m	
	Böschung: 1,0 m	
Tertiärton	Mischprobe aus Schurf 1-3: 1,7 - 3,8 m	SEP: k_f -Wert (Wasserdurchlässigkeit)

Tab. 7: Untersuchungsprogramm für Eignungsprüfungen (Fallbeispiel 1)

Da sich das Baugebiet im Bereich bergbaulich bedingter Bodenbelastungen befindet, wurde vom zuständigen Umweltamt zudem eine Unbedenklichkeitserklärung hinsichtlich möglicher Schwermetallbelastungen angefordert; die entsprechenden Analysen (Gesamt- und Eluatgehalte an Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink) wurden von einem ansässigen chemischen Labor durchgeführt.

Eignungsnachweis

Die Untersuchungsergebnisse wurden in einem Eignungsnachweis zusammengestellt. Dieser lieferte die Datengrundlage für weitere Kontaktaufnahmen mit Verwerterfirmen. Hinsichtlich der Verwertung als mineralisches Dichtungsmaterial gem. TA Siedlungsabfall bestanden Bedenken wegen einer Überschreitung des zulässigen Kalkgehalts der Tertiärtonne (> 15 Gew.-%).

Verwertungsrecherchen

Mit der ausführenden Baufirma wurden weitere Kontakte mit interessierten Abnehmern abgestimmt. Es wurde angestrebt, sowohl die hochplastischen Tonböden als auch den sandigeren und teilweise grusigen Hanglehm einer entsprechenden Verwertung zuzuführen. So wurden z.B. Kontakte zu einem ortsansässigen Fuhrunternehmer hergestellt, der in größerem Umfang Rohstofftransporte für Ziegeleien tätigt. Aufgrund der zu

geringen Aushubmenge kam jedoch keine Abnahme als Ziegelrohstoff zustande.

Ein größerer Bedarf an Dichtungston war für die Erweiterung der Kreismülldeponie Sinsheim zu erwarten. Der Deponiebetreiber hatte zu diesem Zweck innerhalb des Deponiegeländes bereits ein Zwischenlager für bindigen, tonhaltigen Bodenaushub angelegt (vgl. Fallbeispiel 6). Auf eine entsprechende Nachfrage und Zusendung des Eignungsnachweises war jedoch kein akuter Bedarf an weiterem Bodenaushubmaterial vorhanden; zudem bestanden Bedenken wegen des erhöhten Kalkgehalts.

Auf Nachfrage einer Deponiebaufirma aus dem Stuttgarter Raum wurden auch die Einsatzmöglichkeiten zur Abdichtung einer firmeneigenen Deponie im Stadtgebiet von Mannheim geprüft. Auch hier bestanden jedoch Zweifel an der Eignung aufgrund des vorliegenden Kalkgehaltes und Bedenken wegen zu hoher Transportkosten.

Eine weitere erfolgversprechende Verwertungsmöglichkeit bestand im Zusammenhang mit einer größeren Sanierungs- und Rekultivierungsmaßnahme im Stadtgebiet von Heidelberg, bei welcher ein mit Bauschutt und teilweise mit Müll verfüllter Steinbruch eines Zementwerks oberflächlich abzudichten und anschließend zu renaturieren war. Zu diesem Zweck wurde sowohl qualifizierter Dichtungsboden mit einem geforderten Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f \sim 10^{-9}$ m/s als auch weniger hochwertiges Schüttmaterial zur Geländeaufschüttung benötigt; besondere Anforderungen hinsichtlich des Kalkgehalts bestanden hierbei nicht.

Geeignetes Material konnte auf einer Zwischenlagerfläche im Bereich des Steinbruchs deponiert werden.

Eine zusätzliche Verwertungsmöglichkeit ergab sich durch eine Anfrage des Angelsportvereins Unterschwarzach, der Tonböden zur Abdichtung eines neu anzulegenden Fischteiches benötigte.

das Zwischenlager auf Kosten der Baufirma hergerichtet und profiliert werden.

Durch eine weitere Abnahme von rund 400 m³ des reinen Tertiärtons durch den Angelsportverein Unterschwarzach konnte von der Baufirma der gesamte Baugrubenaushub stofflich verwertet werden.

Verwertungsnachweis

Aufgrund der positiven Ergebnisse der durchgeführten geotechnischen Eignungsprüfungen und der Schadstoffanalysen konnten von der Baufirma insgesamt ca. 2.000 m³ toniges Aushubmaterial (Tertiärton und Hanglehm) für die Sanierungs- und Rekultivierungsmaßnahme des Steinbruchs auf Heidelberger Gemarkung zur Verfügung gestellt werden. Neben den Transportkosten zu der ca. 8 km entfernte Annahmestelle fielen keine zusätzlichen Ablagerungsgebühren an. Allerdings musste

Begleitung der Verwertungsmaßnahme

Im Zuge des Baugrubenaushubs wurden die geologischen Verhältnisse hinsichtlich des Verlaufs von Schichtgrenzen großflächig überprüft und vor Ort weitere Angaben für einen sortenreinen Aushub gegeben. Zudem wurde eine weitere Materialprobe zur Bestimmung der Einbauparameter (Proctordichte, optimaler Wassergehalt) entnommen, da diese Angaben von der Baufirma für die beabsichtigte Verwertung benötigt wurden. Desweiteren wurde das Zwischenlager besichtigt und der Bau-

Kosten Beseitigung	DM	Kosten Verwertung	DM
- Transport zur nächstgelegenen Erddeponie	12.960,00	- Verwertungsplanung, Besprechungen	360,00
- Deponiegebühren (Stand 1994)	62.400,00	- Eignungsprüfungen Geotechnik (Vorauswahl, GEP, SEP)	1.060,00
		- Schadstoffanalysen	480,00
		- Eignungsnachweis (Bericht)	300,00
		- Transport zur Verwertungsstelle 1 (Steinbruch Rohrbach)	9.200,00
		- Ablagerung in Rohrbach mit Herrichten und Profilieren des Zwischenlagers	20.000,00
		- Transport zur Verwertungsstelle 2 (Angelsportverein Unterschwarzach)	3.760,00
Gesamtkosten	75.360,00	Gesamtkosten	35.160,00
Ersparnis durch Verwertung = DM 40.200			
Prozentuale Einsparung durch Verwertung: 53,3 %			

Tab. 8: Kostenvergleich Beseitigung/Verwertung (Fallbeispiel 1)

firma wurden Hinweise zu dessen Aufbau gegeben. Während der gesamten Maßnahme bestand ein enger fachlicher Kontakt mit der Bauunternehmung und der organisierenden städtischen Fachbehörde.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen

Ein Vergleich aller durch eine Beseitigung bzw. Verwertung des Aushubs entstandenen Kosten ist in Tab. 8 (S. 37) dokumentiert.

Gemessen an den eingesparten Kosten entsprechen die Aufwendungen für die fachliche Verwertungsplanung, Eignungsprüfungen und Betreuung (DM 2.200,00) beim Fallbeispiel einem Kostenanteil von rund 5,5 %.

Bezogen auf die Aushubmenge (2.400 m³) ergab sich für die verwertungsbezogenen Fachleistungen ein Kostenfaktor von DM 0,91/m³.

Zusammenfassung

Die Untersuchungsergebnisse des Fallbeispiels können wie folgt zusammengefasst werden:

- Bei frühzeitiger und fachgerechter Verwertungsplanung und -untersuchung sowie bei entsprechender Qualität des Bodenaushubs können auch bei kleineren Baumaßnahmen deutliche Kosteneinsparungen erzielt werden.
- Die vergleichsweise geringe Aushubmenge bei Einzelbaumaßnahmen verengt das Verwertungsspektrum, da z.B. ein Rohstoffeinsatz in der Baustoffindustrie, selbst bei vorliegender Eignung, in der Regel nicht in Betracht kommt.
- Bei kleineren Aushubmengen sind Verwertungsbemühungen auf breiter Basis anzulegen und verstärkt die Kontakte über Bodenbörsen oder einen Vermittlungsservice zu nutzen.

Fallbeispiel 2: Wohnanlage mit Tiefgarage in Stuttgart-Möhringen, Gewann „Trautäcker“

Vorgeschichte, Ziel

Der Hinweis auf das Bauprojekt wurde vom damaligen Amt für Wasserwirtschaft und Bodenschutz Besigheim geliefert, welches im Zuge des Bebauungsplanverfahrens vom Stadtplanungsamt Stuttgart um eine fachtechnische Stellungnahme gebeten wurde. Auf Anfrage beim Stadtplanungsamt wurde als Siedlungsträger eine in Stuttgart ansässige Wohnungsbaugesellschaft genannt, welche die weiteren Arbeiten in vorbildlicher Weise unterstützte.

Ziel war die Untersuchung, wie die Aushubverwertung bei größeren Wohnbauanlagen bzw. für ein ganzes Neubaugebiet über einen längeren Bauzeitraum zu planen und zu organisieren ist.

Baumaßnahme

Das Neubaugebiet liegt im Osten von Stuttgart-Möhringen an der Pilsener Straße. Die Maßnahme umfasst den Neubau von insgesamt neun Wohneinheiten auf einer Bebauungsfläche von rund 1,2 ha. Unter den Gebäuden sind entsprechend den Vorgaben des Bebauungsplans zwei große Keller-/Tiefgaragenkomplexe geplant, die teilweise bis über 5 m ins Gelände einschneiden; die Untergeschoss-Sohlen sind dabei auf verschiedenen Ebenen angeordnet (vgl. Abb. 7). Die gesamte Baumaßnahme sollte in den Jahren 1995-97 in drei Bauabschnitten realisiert werden.

Lage, Geologie

Das Baugelände befindet sich am Westrand der Filderebene innerhalb des Fildergrabens. Der Untergrund wird unter einer Decke aus quartärem Löß-/Verwitterungslehm (sogenannter „Filderlehm“) von den Schichten des Schwarzen Juras (Lias 3) aufgebaut. Diese sogenannten Arietenschichten setzen sich im untersuchten Schichtabschnitt

aus einer Wechselfolge von dickbankigen Kalksteinen sowie plattigen und teilweise bituminösen Ton- und Tonmergelsteinen zusammen.

Baugrubenaushub

Der Baugrubenaushub belief sich auf insgesamt rund 15.000 m³, welcher zu etwa gleichen Teilen auf die einzelnen Bauabschnitte verteilt anfiel. Der Aushub setzte sich überwiegend aus steinfreiem Filderlehm zusammen. Lediglich im Fundamentbereich der tiefsten Tiefgaragen- bzw. Kellerbereiche wurden steinige Verwitterungsschichten des Schwarzen Jura angetroffen.

Prüfungen zur Verwertungseignung

Als Eignungsprüfungen wurden an den aus Schürfgruben entnommenen Bodenproben aus dem Aushubbereich (Filderlehm) bodenmechanische Untersuchungen vorgenommen (Tab. 9).

Vorauswahl und generelle Eignungsprüfungen (GEP): Anhand der Untersuchungsergebnisse der durchgeführten Baugrunderkundung (Bohrungen) konnte bereits eine Eignungsabschätzung (Vorauswahl) vorgenommen werden. Für weitere, verwertungsorientierte Untersuchungen wurden aus 4 Schürfgruben zusätzliche Bodenproben entnommen (Tab. 9, S. 41).

Aufgrund der Untersuchungsergebnisse konnte der Aushubboden der Verwertungsgruppe L 1 zugeordnet und entsprechende Verwertungsschienen - besonders die Verwertung als Deponie-Abdichtungsmaterial und Ziegelrohstoff - weiter verfolgt werden.

Spezielle Eignungsprüfungen (SEP): Da für den tonreichen Filderlehm ein hochwertiger Einsatz als Dichtungston im Deponiebau in Betracht zu ziehen war und für dieses Material ein aktueller Bedarf am Markt bestand, wurden weitere Material-

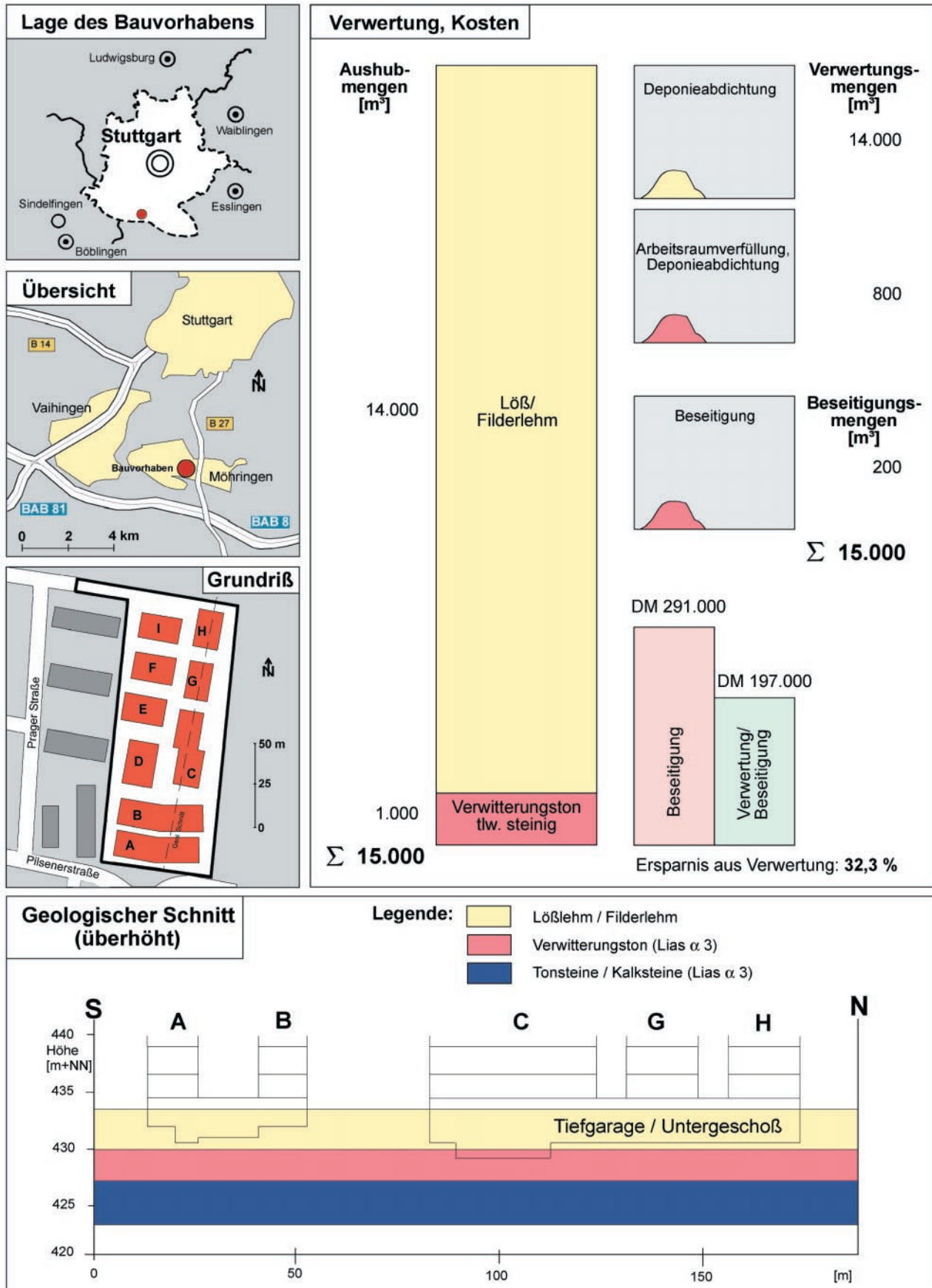


Abb. 7: Fallbeispiel 2: Wohnanlage mit Tiefgarage in Stuttgart-Möhringen, Gewinn „Trautacker“

Schichtkomplex	untersuchte Bodenproben (Aufschluss, Entnahmetiefen)	ermittelte Parameter
Filderlehm	Schurf 1: 1,4 m/ 2,0 m/ 2,7 m	GEP: Wassergehalt (DIN 18 121) Korngrößenverteilung (DIN 18 123) Benennung (DIN 4022) Zustandsgrenzen (DIN 18 122) Klassifizierung (DIN 18 196) Proctordichte (DIN 18 127) Kalkgehalt nach SCHEIBLER (DIN 18 129) SEP: k_f -Wert (Wasserdurchlässigkeitsbeiwert) Wasseraufnahme nach ENSLIN-NEFF Anteil und Art der Tonminerale SOP: Grobkeramische Rohstoffuntersuchungen (Dachziegel, Hintermauersteine)
	Schurf 2: 1,0 m/ 1,5 m/ 2,0 m/ 2,9 m/ 3,2 m	
	Schurf 3: 1,0 m/ 2,0 m/ 2,7 m	
	Schurf 4: 1,0 m/ 1,4 m/ 2,1 m/ 2,9 m/ 4,0 m	

Tab. 9: Untersuchungsprogramm für Eignungsprüfungen (Fallbeispiel 2)

parameter gemäß Anhang E der TA Abfall (Material- und Prüfanforderungen bei der Herstellung von Deponieabdichtungssystemen) bestimmt (Tab. 9).

Sonderprüfungen (SOP): Parallel zu den Untersuchungen als Dichtungston wurden aufgrund der Nachfrage eines Ziegelwerks in diesem Betrieb ziegeltechnische Untersuchungen an übergebenen Bodenproben durchgeführt. Es war geplant, das Material als Rohstoff zur Herstellung von Hintermauersteinen einzusetzen. Die Untersuchungskosten wurden von der Ziegelei übernommen und die Untersuchungsergebnisse mit einer Eignungsbeurteilung zur Verfügung gestellt.

Eignungsnachweis

Die Ergebnisse sämtlicher Untersuchungsschritte wurden dem Bauherrn mit einem Erläuterungsbericht als Eignungsnachweis ausgehändigt.

Anhand dieser Unterlagen konnten bei der anschließenden Ausschreibung und Vergabe nachweislich die spezielle Verwertungseignung des Aushubmaterials belegt und den anbietenden Baufirmen konkrete Materialkennwerte des Aushubmaterials mitgeteilt werden.

Verwertungskonzept

Um den Aushub möglichst hochwertig einzusetzen (K II-Verwertung), lagen die Verwertungsschwerpunkte entsprechend den Materialeigenschaften bei einem Einsatz als mineralisches Deponieabdichtungsmaterial sowie als Ziegelrohstoff. Da für beide Verwertungen ein Interesse von Verwerterfirmen vorlag, waren aus wirtschaftlicher Sicht als nächstes die Transportentfernungen näher zu betrachten. Zwei in Frage kommende Deponiestandorte lagen etwa 14 km und 29 km entfernt, zur Ziegelei waren es hingegen rund 50 km. Trotz dieses deutlichen Entfernungunterschieds war die endgültige Verwertungsvariante erst nach den Verhandlungen im Rahmen der Auftragsvergabe zu erwarten.

Ausschreibung, Vergabe

Im Zuge der Ausschreibung und der Vergabe hielt sich der Bauherr stets die Option offen, auf eine wirtschaftliche und ökologische Aushubverwertung aktiv einzuwirken. Obwohl die Baumaßnahme an einen Generalunternehmer vergeben wurde und dieser die Erdarbeiten weitergeben hatte, behielt sich der Bauherr die Entscheidung über den

weiteren Verbleib des Aushubs vor. So wurde von der Erdbaufirma u.a. die Überlegung angestellt, das Aushubmaterial auf eine landwirtschaftliche Fläche zur Bodenverbesserung aufzubringen. Da gegen diese Lösung jedoch aus agrar- und bodenkundlicher Sicht erhebliche Bedenken bestanden - der Aushub wies teilweise Tongehalte bis über 60 Gew.-% auf - ergab sich bei einer gemeinsamen Verhandlung mit dem Bauherrn, dem Bodengutachter und den interessierten Verwerterfirmen eine Lösung zugunsten einer Verwertung als Dichtungston.

Es wurde vereinbart, den gesamten Aushub aller Bauabschnitte von zwei Baufirmen sukzessive an zwei verschiedenen Deponiestandorten (Stadtkreis Stuttgart, Landkreis Ludwigsburg) als Abdichtungsmaterial einzusetzen.

Verwertungsnachweis

Der Aushub der einzelnen Bauabschnitte konnte nahezu komplett für die geplanten Einsatzzwecke (Deponieabdichtung) verwendet werden. Selbst das im Fundamentbereich teilweise angetroffene steinige Bodenmaterial wurde nach entsprechender Aufbereitung (Abtrennen der Grobkomponenten) überwiegend verwertet, so dass nur ein geringer unbrauchbarer Rest an Mischböden zu deponieren war. Für einen flexibleren Massenumschlag bestand auf der Baustelle eine Zwischenlagerfläche.

Begleitung der Verwertungsmaßnahme

Während des Baugrubenaushubs bestand enger Kontakt zum Vorhabensträger, welcher über den Fortgang der Arbeiten informiert und bei einzelnen Detailproblemen beraten wurde. Der beauftragten

Kosten Beseitigung	DM	Kosten Verwertung	DM
- Transport zur nächstgelegenen Erddeponie 15.000 m ³ x 7,40 DM/m ³	111.000,00	- Verwertungsplanung, Besprechungen, Geländearbeiten (Schürfgruben, Probenahme)	1.560,00
- Deponiegebühren (Stand 1994) 15.000 m ³ x 12,00 DM/m ³	180.000,00	- Eignungsprüfungen Geotechnik (GEP, SEP)	5.440,00
		- Eignungsnachweis (Bericht)	2.200,00
		- Abnahme Bodenaushub und Transport durch Firma A zur Verwertungsstelle 1 (LK Ludwigsburg) 7.500 m ³ x 15,00 DM/m ³	112.500,00
		- Abnahme Bodenaushub und Transport durch Firma B zur Verwertungsstelle 2 (SK Stuttgart) 6.500 m ³ x 8,60 DM/m ³	55.900,00
		- Beseitigen des nicht verwertbaren Aushubs (Transport + Deponiegebühren) 1.000 m ³ x 19,40 DM/m ³	19.400,00
Gesamtkosten	291.000,00	Gesamtkosten	197.000,00
Ersparnis durch Verwertung = DM 94.000,00 Prozentuale Einsparung durch Verwertung: 32,3 %			

Tab. 10: Kostenvergleich Beseitigung/Verwertung (Fallbeispiel 2)

Aushub- und Transportfirma wurde ein zusätzliches Exemplar des Eignungsnachweis zur Vorlage bei der Bauüberwachung für die Deponiebaumaßnahmen übergeben.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen

Der Kostenvergleich der abgewickelte Verwertungsmaßnahme gegenüber einer alternativen Beseitigung auf einer Deponie ist in Tab. 10 dokumentiert.

Die Kosten für rohstofftechnische Eignungsprüfungen wurden vom interessierten Verwerter (Ziegelwerk) getragen.

Gemessen an den Einsparungskosten entsprechen die Kosten für fachliche Verwertungsplanung, Eignungsprüfungen, Eignungsnachweis und Betreuung (DM 9.200,00) beim Fallbeispiel einem Kostenanteil von 9,8 %.

Bezogen auf die Aushubmenge (15.000 m³) ergab sich für die verwertungsbezogenen Fachleistungen ein Kostenfaktor von DM 0,61/m³.

Zusammenfassung

Aus dem Fallbeispiel sind folgende Ergebnisse abzuleiten, die prinzipiell auch auf größere Neubaugebiete übertragbar sind:

- Bei größeren Bebauungsgebieten muss die Gesamtfläche frühzeitig, spätestens jedoch mit der Baugrunderkundung durch ein hinreichend genaues Untersuchungsrastrer verwertungsorientiert erkundet, beprobt und beurteilt werden.
- Bei hochwertiger und weitgehend einheitlicher Aushubqualität können mit einem oder mehreren Verwertern Vereinbarungen über die Gesamtaushubmenge aller Neubauten getroffen werden, auch wenn sich die Bauzeit über einen längeren Zeitraum (2 - 3 Jahre) erstreckt.

- Bei der Erschließung von Neubaugebieten müssen verwertungsorientierte Untersuchungen zusammen mit einer allgemeinen Baugrund-Vorerkundung bereits im Zuge der Bauleitplanung erfolgen. In der Bauphase können sich mehrere Bauherren zu einer Verwertungskooperative zusammenschließen, da für die Verwertung einer größeren, gleichartigen Aushubmenge bessere Marktchancen bestehen.
- Aus verwertungstechnischer Sicht kann es sinnvoll sein, den Umschlag des Bodenaushubs in einem Neubaugebiet über ein örtliches Zwischenlager zu organisieren (logistischer Puffer).

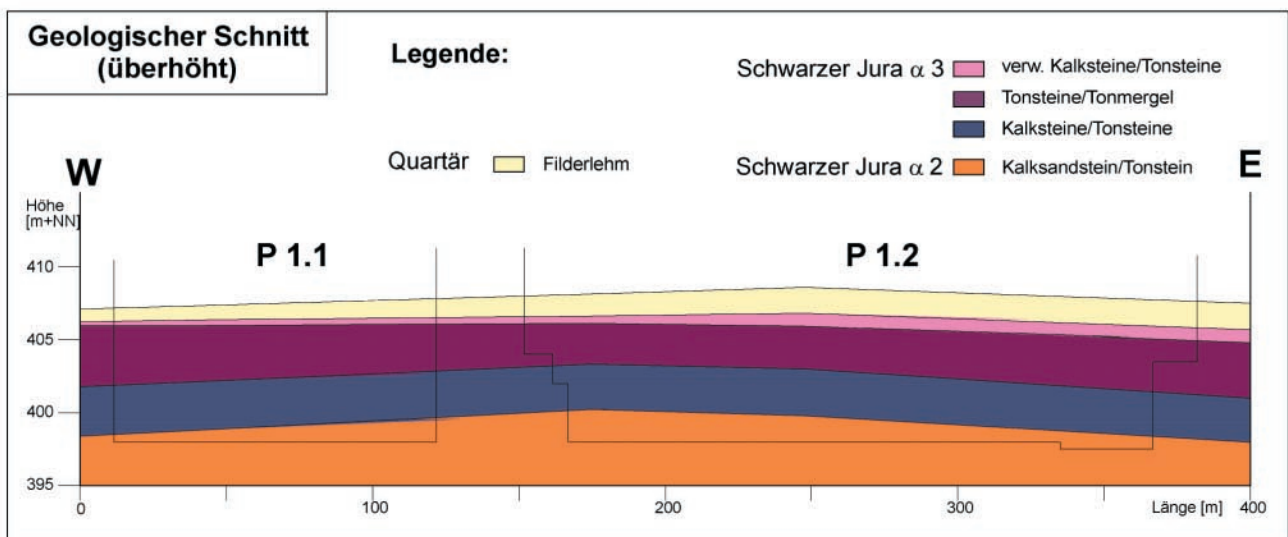
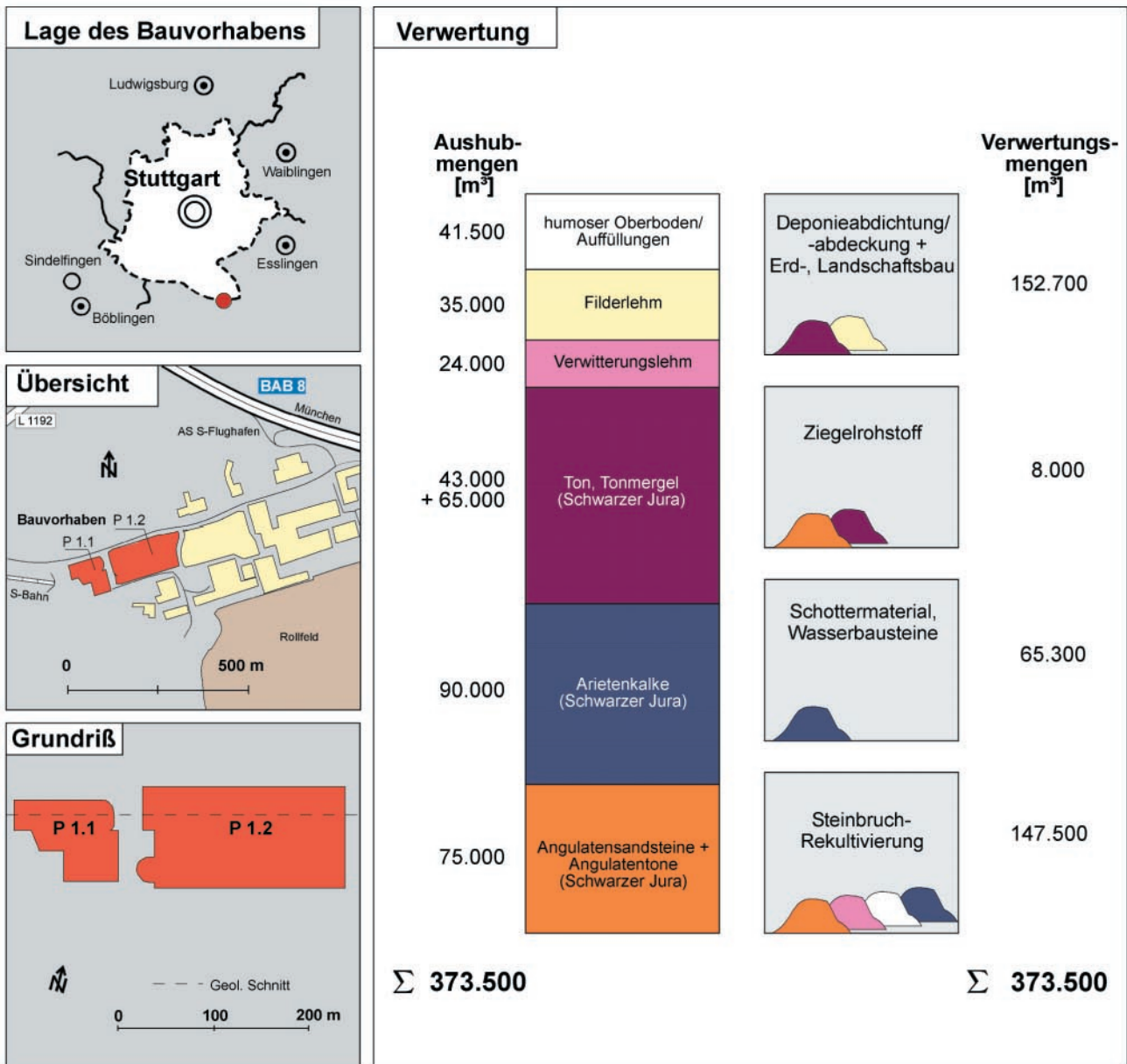


Abb. 8: Fallbeispiel 3: Parkhaus- und Dienstleistungsgebäude P 1 beim Flughafen Stuttgart

Fallbeispiel 3: Parkhaus- und Dienstleistungsgebäude P 1 beim Flughafen Stuttgart

Vorgeschichte, Ziel

Das Projekt wurde vom damaligen Amt für Wasserwirtschaft und Bodenschutz Besigheim vorgeschlagen und gleichzeitig diverse Ansprechpartner für weitere Kontaktaufnahmen benannt. Es fand zunächst ein Informationsgespräch mit dem Baugrundgutachter statt, der ein Gutachtenexemplar für die weitere Bearbeitung zur Verfügung stellte. In einem nächsten Schritt wurde das Verwertungsprojekt dem Bauherrn, den Hochbau-Planern sowie den konstruktiven Ingenieuren, die auch mit der Ausschreibung der Maßnahme betraut waren, vorgestellt. Es wurde vereinbart, die weiteren Verwertungsuntersuchungen und -planungen je nach Planungsfortschritt kontinuierlich und interdisziplinär abzustimmen.

Als Ziele für das Fallbeispiel wurden formuliert:

- Verwertung einer überdurchschnittlich großen Aushubmenge mit einer sehr unterschiedlichen Gesteinszusammensetzung.
- Ausarbeitung von Formulierungen für den Ausschreibungstext in Bezug auf die für die Aushubverwertung relevanten Passagen in der Baubeschreibung, den Zusätzlichen Technischen Vorschriften (ZTV) und der Leistungsbeschreibung.
- Erstellen eines detaillierten Eignungsnachweises. Als Bestandteil der Ausschreibungsunterlagen sollte dieser als Kalkulationsgrundlage für die anbietenden Baufirmen vorliegen.
- Begleitung der Verwertungsmaßnahmen über die gesamte Zeit des Baugrubenaushubs mit weiteren Eignungsprüfungen und Dokumentation der tatsächlich verwerteten Mengen.

Baumaßnahme

Der Neubaukomplex liegt im Westen des Flughafengeländes. Es werden zwei Gebäudeeinheiten

mit einer Gesamtfläche von rund 25.000 m² über einem 2teiligen Parkhaus mit bis zu 6 Ebenen errichtet. Die Gebäudesohlen reichen hierbei bis zu 12 m unter Gelände (vgl. Abb. 8).

Lage, Geologie (Auszug aus Eignungsnachweis)

Das Baugelände liegt am südwestlichen Rand der Filderebene. Der Untergrund wird aus unterschiedlichen Locker- und Festgesteinen aufgebaut. Folgende geologische Schichtkomplexe werden hierbei von oben nach unten angetroffen:

Humoser Oberboden tritt nur lokal im Bereich der Grünflächen mit insgesamt geringer Mächtigkeit auf.

Die vorhandenen künstlichen Auffüllungen bestehen meist aus Tragschichtmaterial, lokal auch aus (Bau-)Schutt unterschiedlicher Zusammensetzung. Oberboden und Auffüllungen machen ca. 10 % der Gesamtaushubmenge aus.

Lößlehm/Filderlehm: Diese für die Filderebene charakteristischen Böden stellen Mischböden aus Lößlehm und den unterlagernden Verwitterungstonen dar. Das Volumen des Schichtkomplexes beläuft sich auf rund 10 % der Aushubmassen.

Verwitterungsschicht des Schwarzen Jura 3 (Obere Arietenkalke): Der Komplex setzt sich aus Lagen aufgewitterter Kalksteinbänke und zersetzter Tonmergel zusammen. Er ist vergleichsweise inhomogen aufgebaut. Die Aushubmenge stellt etwa 5 % der Gesamtmenge dar.

Tone und zersetzte Tonmergel des Schwarzen Jura 3: Dieses Schichtpaket ist der obere Teil einer ca. 3,5 m mächtigen Serie aus Ton(mergel)steinen, welches etwa 30 % des Gesamtaushubs ausmacht. Es handelt sich um Tone und plastifizierte Tonmergel, welche grob 40 Vol.-% der Ton(mergel)stein-Serie umfassen.

Ton(mergel)stein des Schwarzen Jura 3: Diese Schichten nehmen grob 60 Vol.-% der Ton(mergel)stein-Serie ein und setzen sich aus verwitterten, plattigen Ton(mergel)steinen zusammen.

Kalksteine und Tonsteine des Schwarzen Jura 3 (Untere Arietenkalke): Der Schichtkomplex repräsentiert ca. 25 % des Aushubvolumens und stellt eine Folge von Kalksteinen mit Ton(mergel)zwischenlagen dar.

Tonsteine und Kalksandsteine des Schwarzen Jura 2 (Angulatenschichten): Diese bis zur Baugrubensohle reichende Serie macht rund 20 % des Aushubs aus. Es werden sowohl Tonsteine als auch Kalksandsteine in Wechsellagerung angetroffen.

Baugrubenaushub

Der gesamte Baugrubenaushub umfasste ein Volumen von rund 375.000 m³. Hierauf entfielen auf Oberboden und Auffüllungen etwa 10 Vol.-%, auf die Lockergesteine rund 45 Vol.-%, und auf die Festgesteine die restlichen 45 Vol.-%. Der Baugrubenaushub erfolgte entsprechend dem Baufortschritt in verschiedenen Phasen.

Prüfungen zur Verwertungseignung

Den Eignungsprüfungen (GEP, SEP) lag das in Tab. 11 aufgeführte Untersuchungsprogramm zugrunde.

Vorauswahl und Generelle Eignungsprüfung (GEP): Die Vorauswahl der Verwertungseignung konnte anhand der Ergebnisse des vorliegenden Geotechnischen Gutachtens durchgeführt werden.

Schichtkomplex	untersuchte Boden- und Felsproben (Aufschluss, Entnahmetiefen)	ermittelte Parameter
Filderlehm	Schurf 1: 0,8 - 2,3 m	GEP: Wassergehalt (DIN 18 121) Korngrößenverteilung (DIN 18 123) Benennung (DIN 4022) Zustandsgrenzen (DIN 18 122) Klassifizierung (DIN 18 196) Proctordichte (DIN 18 127) Glühverlust (DIN 18 128) Kalkgehalt nach SCHEIBLER (DIN 18 129) SEP: k_f -Wert (Wasserdurchlässigkeitsbeiwert) Wasseraufnahme nach ENSLIN-NEFF Anteil und Art der Tonminerale Einaxiale Druckfestigkeit, E-Modul Spaltzugfestigkeit Trockendichte (DIN 52 102) Wasseraufnahme (DIN 52 103) Frostversuch (Luftfrostverfahren) SOP: Grobkeramische Rohstoffuntersuchungen für Dachziegel und Hintermauersteine. (Parameterumfang siehe Text)
Tone (Schwarzer Jura)	Schurf 1: 3,0 m/ 3,2 m/ 3,7 m/ 4,2 m	
	Schurf 2: 2,1 m/ 3,0 m/ 3,4 m	
Tonmergel (Schwarzer Jura)	Schurf 1: 4,8 m	
Kalksteine, Sandsteine (Schwarzer Jura)	Proben aus den Baugrundbohrungen (Geotechnisches Gutachten) und aus der Baugrube. Tiefe: zwischen 6 - 12 m	

Tab. 11: Untersuchungsprogramm für Eignungsprüfungen (Fallbeispiel 3)

Aus diesem konnten Boden- und Felskennwerte und Angaben zur Vornutzung des Baugeländes entnommen werden. Da sich für die unterschiedlichen Aushubschichten eine insgesamt günstige Verwertungsprognose ergab, wurden mit dem Bauherrn zusätzliche Baugrundaufschlüsse in Form von zwei Baggerschürfgruben vereinbart. Aus diesen wurde eine ausreichende Menge Probenmaterial (pro Schurf etwa 250 kg) aus den einzelnen Lockergesteinsschichten (Filderlehm, Tone und Tonmergel des Schwarzen Jura) für weitere Eignungsprüfungen entnommen.

Für die generelle Eignungsprüfung konnten aus dem Baugrundgutachten in größerem Umfang Daten der Locker- und Festgesteine zur Eignungsbeurteilung herangezogen werden. Diese Basisdaten (vgl. Tab. 11) umfassten für die Lockergesteine verwertungsrelevante Angaben zu:

- Korngrößenverteilung nach DIN 18 123 mit Ermittlung des Feinstkorns < 0,002 mm; aus der Körnungslinie konnten die Böden gemäß DIN 4022 benannt werden.
- Dichte (Trocken- und Feuchtdichte) nach DIN 18 125
- Wassergehalt nach DIN 18 121
- Konsistenzgrenzen gemäß DIN 18 122 mit Klassifizierung der Bodengruppe gemäß DIN 18 196.

Für die Festgesteine (Kalksteine, Kalksandsteine, Sandsteine) lagen im Gutachten felsmechanische Angaben vor zur:

- Dichte
- einaxialen Druckfestigkeit, Elastizitätsmodul
- Spaltzugfestigkeit

Zusätzlich wurden im Rahmen der erweiterten Eignungsprüfungen (Baggerschürfgruben) folgende Lockergesteins-Parameter bestimmt:

- Kalkgehalt nach SCHEIBLER (DIN 18 129)
- organische Anteile (Glühverlust) nach DIN 18 128

Spezielle Eignungsprüfungen (SEP): Im Rahmen der erweiterten Eignungsprüfungen wurden weitere Untersuchungen für spezielle Einsatzbereiche

vorgenommen. Für den Einsatz als mineralische Dichtungsschicht bei Deponien wurden an den Lockergesteinen (Filderlehm, Schwarzjura-Tone) gemäß TA Siedlungsabfall untersucht:

- k_f -Wert (Wasserdurchlässigkeitsbeiwert)
- Wasseraufnahme nach ENSLIN-NEFF
- Anteil und Art der Tonminerale

Für eine beabsichtigte Verwertung einer besonders harten und dichten Kalksteinbank im Bereich der Unteren Arietenkalke als Wasserbausteine wurden gemäß der „Technischen Lieferbedingungen für Wasserbausteine (TLW)“ folgende baustofftechnologische Versuche durchgeführt:

- Trockendichte nach DIN 52 102
- Druckfestigkeit nach DIN 52 105
- Wasseraufnahme unter Atmosphärendruck nach DIN 52 103
- Frostversuch nach dem Luftfrostverfahren

Sonderprüfungen (SOP): Für den größten Teil der steinfreien Lockergesteine (Filderlehm, zersetzte und verwitterte Schwarzjura-Tonmergel) sowie für die mächtigeren Ton(mergel)steine innerhalb des Felshorizonts wurde von verschiedenen Ziegeleien ein Interesse als Ziegelrohstoff signalisiert. Aus diesem Grund wurden drei Ziegeleibetrieben im Rems-Murr-Kreis und im Enzkreis jeweils ca. 60 kg Probenmaterial aus vier verschiedenen Aushubtiefen für rohstofftechnische Voruntersuchungen übergeben. Die Eignungsprüfungen wurden jeweils auf Kosten der Ziegeleien durchgeführt. Je nach Laborausstattung wurden folgende ziegeltechnischen Parameter bestimmt:

natürliche Eigenschaften:

- Korngrößenverteilung (Siebanalyse)
- Feuchte

Formgebungseigenschaften:

- Verarbeitungsfeuchte
- Pfefferkornresthöhe

Trocknungseigenschaften:

- Trockenschwindung
- Verhalten bei Schnelltrocknung

Brennverhalten:

- Brennschwindung
- Glühverlust
- Wasseraufnahme
- Brennfarbe, Kernbildung
- Durchbiegung
- Dilatometeruntersuchung

Mineralbestand:

- DTA-Untersuchung

Die Ergebnisse der Voruntersuchungen wurden als Prüfprotokoll mit Beurteilung der Rohstoffeignung (z.B. Eignung zur Dachziegel- und/oder Mauersteinproduktion) übergeben.

Im Zuge einer Vorabmaßnahme am Rande des zukünftigen Baufeldes konnten die anstehenden Lockergesteine im großen Maßstab begutachtet und beprobt werden. Zu diesem Zwecke wurden die Ziegeleien nochmals zu einem Ortstermin eingeladen. Bei diesem Termin vereinbarte ein Werk auf eigene Kosten die Anlieferung ca. 20 t Aushubmaterial für weitere Werksversuche unter Produktionsbedingungen. Dies war notwendig, da Teile des Aushubmaterials nach den Voruntersuchungen ein vergleichsweise hohes Brennschwindmaß aufwiesen und somit aus produktionstechnischen und wirtschaftlichen Erwägungen weitere Reihenuntersuchungen mit verschiedenen Rohstoffmischungen zu fahren waren.

Eignungsnachweis

Die Ergebnisse sämtlicher Eignungsprüfungen wurden im Eignungsnachweis mit Text- und Anlagen teil samt Beurteilung der Verwertungseignung zusammengefasst und dem Bauherrn, bzw. den Planern zur Verfügung gestellt. Ein Auszug des tabellarischen Eignungsnachweis für den Schichtkomplex „Tone und zersetzte Tonmergel des Schwarzen Jura 3“ findet sich im Anhang.

Entsprechend den Ergebnissen der Eignungsprüfungen kamen für beträchtliche Teile der Locker- und Festgesteinspartien hochwertige Verwertungen der Verwertungskategorie K II in Betracht. Aber auch für Schichtbereiche mit geringerem Verwertungspotenzial, wie z.B. für bestimmte Auffüllungen

und Mischböden waren noch bestimmte Verwertungen der Kategorie K I denkbar, so dass letztendlich nur ein kleiner Teil sehr heterogen zusammengesetzter oder evtl. mit Schadstoffen belasteter Auffüllböden zu beseitigen war.

Als mineralisches Dichtungsmaterial für den Deponiebau zeigten sich besonders die tonreichen und vergleichsweise kalkarmen Filderlehme geeignet. Die unterlagernden Schwarzjura-Verwitterungstone und -tonmergel wiesen hingegen erhöhte Kalkgehalte, teilweise über dem zulässigen Grenzwert von 15 % (gem. TA Siedlungsabfall) auf.

Auch als Ziegelrohstoff waren diese Böden nach den Ergebnissen von Werksversuchen insgesamt gut zu verwenden.

Eine besonders harte und dichte Kalksteinpartie eignete sich, wie eine entsprechende Eignungsprüfung ergab, zur Herstellung von Wasserbausteinen im Hochwasserschutz.

Im Straßen- und Wegebau waren die Hartgesteine (Kalk-, Kalksand- und Sandsteine) nach entsprechender Aufbereitung mit einer Recyclinganlage als qualifiziertes Schottermaterial einsetzbar.

Verwertungskonzept

Das gemäß Ausschreibung von der Baufirma vorzulegende Verwertungs- bzw. Entsorgungskonzept sah entsprechend der Beurteilung und den Verwertungsvorschlägen des Eignungsnachweises folgende konkreten Verwertungen vor:

Unbelastete Auffüllungen und steinhaltige Verwitterungslehme waren für Rekultivierungsmaßnahmen bei zwei Steinbrüchen vorgesehen.

Filderlehme und Schwarzjura-Tone sollten als Ziegelrohstoffe, im Deponiebau sowie als Dammstoffe im Hochwasserschutz eingesetzt werden.

Angewitterte Festgesteine (Tonsteine, Kalksteine) waren je nach Zusammensetzung und erfolgter Aufbereitung zur Hinterfüllung der Arbeitsräume sowie für den Straßen- und Wegebau vorgesehen.

Unverwitterte Hartgesteine (Kalk-, Kalksand- und Sandsteine) sollten mittels einer Recyclinganlage zu qualifiziertem Schottermaterial für den Straßenbau gebrochen oder auch als naturbelassene bzw. formatierte Felsstücke im Landschafts- und Flussbau eingesetzt werden.

Ausschreibung, Vergabe

In der Ausschreibung wurde die Verwertung des Bodenaushubs in besonderem Maße berücksichtigt. Mit Unterstützung des Bauherrn wurde vom ausschreibenden Ingenieurbüro an verschiedenen Stellen der Ausschreibung explizit auf die Aushubverwertung hingewiesen und hierfür entsprechende Leistungspositionen (als Eventualpositionen) aufgeführt:

- In der Baubeschreibung wurde unter dem Stichwort „Erdarbeiten“ auf die „Zusätzlichen Technischen Vorschriften (ZTV)“ und dort insbesondere auf die Festlegungen bezüglich der Verwertung von Aushub verwiesen.
- Im Los „Erdarbeiten“ der ZTV existierte die Position: „Der AN muss dem AG zum Vertragsabschluss einen Verwertungs- und Entsorgungsnachweis für den gesamten Bodenaushub für alle Materialien schriftlich vorlegen“.
- In der Leistungsbeschreibung wurden zur Position „Verwertung des Bodenaushubs“ folgende Passagen formuliert: „Im Leistungsverzeichnis ist ausgeschrieben, dass der größte Teil der Aushubmassen in das Eigentum des AN übergeht und zu beseitigen ist. Der AN hat somit die Möglichkeit, über diese Massen ein wirtschaftliches und ökologisch gutes Verwertungs- und Entsorgungskonzept anzubieten. Da jedoch eine möglichst hochwertige Verwertung des Aushubs angestrebt wird und das Material in den Wirtschaftskreislauf zurückgeführt werden soll, laufen parallel weitere Untersuchungen“.

„Durch umfassende Voruntersuchungen mit geo- und rohstofftechnischen Qualitätsprü-

fungen liegt ein detaillierter Eignungsnachweis für verschiedene Einsatzmöglichkeiten vor. Für ca. 140.000 m³ der Deckschichten (Filderlehm) sowie der Schwarzjura-Tone wurde durch verschiedene Ziegeleien z.B. eine Verwertung als Ziegelrohstoff nachgewiesen. Auch innerhalb der tieferen Felsschichten können einzelne Hartgesteine zu Schottermaterial aufbereitet werden. Der Eignungsnachweis kann bei Bedarf beim Architekturbüro eingesehen werden.“

„Im Rahmen der Vergabe wird mit dem Bieter über dessen Konzeption und über weitere Möglichkeiten gesprochen. Der Bieter soll sein Konzept zum Verwertungs- und Entsorgungsnachweis bei Einladung zum Gespräch vorstellen“.

- In der Leistungsbeschreibung ist in der Pos. „Baugrubenaushub“ als Grundposition enthalten „...Boden wird Eigentum des AN und ist zu beseitigen“.

Sodann folgt ein Hinweis: „Achtung! Der AG behält sich die Entscheidung vor, das Aushubmaterial teilweise selbst zu verwerten. Hierzu dienen die folgenden Alternativpositionen. In diesem Zusammenhang wird auf die ZTV hingewiesen.“

Die Alternativpositionen umfassen die Positionen: „... fördern nach einem vom AG bestimmten Ort, dort nach Angabe abladen.“ Zu dieser Position bestehen verschiedene Varianten bezüglich Förderweg (bis 5 km oder als Einheit „pro km“ und „pro m³“) und zusätzlicher Einbau und Verdichtung an der Einbaustelle.

Die zitierten Passagen des Leistungsverzeichnisses sind im Anhang in Originalform beigelegt.

Verwertungsnachweis

Zum Bearbeitungszeitpunkt der Studie waren die gesamten Aushubarbeiten einschließlich der Verwertung abgeschlossen. Über die einzelnen geplanten und durchgeführten Verwertungen wurde von der Erdbaufirma eine Aufstellung gefertigt und der Bauleitung ausgehändigt.

Verwertungsart/ Qualität	Verwertungskategorie K II				Verwertungskat. K I			gesamt (m ³)
	Ziegel- rohstoff 1 x ¹⁾	Deponie- abdichtung 5 x	Schotter- material ²⁾ 4 x	Wasser- bausteine 2 x	Erdbau- stoff 3 x	Deponie- abdeckung 2 x	Land- schaftsbaubau 5 x	
Menge (m ³)	8.000	87.900	65.000	300	19.400	39.300	6.100	226.000
Sonstige Verwertung	Steinbruchrekultivierung 1 x							147.500
Menge (m ³)								147.500
- technische Verwertung: 60,5 % - sonstige Verwertung: 39,5 % 1) Anzahl der Verwertungsmaßnahmen je Einsatzbereich 2) teilweise zur Bauwerkshinterfüllung (Arbeitsräume) verwendet								Summe verwerteter Aushub 373.500

Tab. 12: Entsorgungsnachweis für Fallbeispiel 3

Gemäß dieser Liste und zusätzlicher vorhandener Verwertungsinformationen konnten die im Eignungsnachweis und im Verwertungskonzept vorgesehenen Verwertungen weitgehend umgesetzt werden. Lediglich die bei einer Ziegelei vorgesehene Rohstoffverwertung kam aufgrund der Transportkosten nicht in vollem Maße zum Tragen.

In großem Umfang wurde der Filderlehm und die Schwarzjura-Ton(mergel) für Deponiebaumaßnahmen verwendet. Sogar die kompakteren, verwitterten Tonmergelsteine konnten nach entsprechender Aufbereitung für diesen Zweck eingesetzt werden. Nach Angabe der Baufirma wurden die in bestimmten Abschnitten vorhandenen steinigen Zwischenlagen, soweit wirtschaftlich möglich, separiert und die tonigen Zwischenschichten verwertet.

Die Festgesteine (Kalk-, Kalksand- und Sandsteine) wurden entweder mittels einer mobilen Recyclinganlage zu Schottermaterial aufbereitet oder als ungebrochene Felsstücke im Landschaftsbau oder als Wasserbausteine eingesetzt.

Die zur technischen Verwertung ungeeigneten Auffüllungen und Mischböden wurden zur Rekultivierung von Steinbrüchen und zur Deponieabdeckung im Rems-Murr-Kreis und Enzkreis verwendet.

Mit dem von der Erdbaufirma vorgelegten Entsorgungsnachweis wurde eine Bilanzierung der einzelnen Verwertungen vorgenommen (vgl. Tab. 12).

Auf der Baufäche standen über den gesamten Aushubzeitraum in kleinerem Umfang Flächen zur Zwischenlagerung von Boden- und Felsmaterial zur Verfügung.

Tätigkeit	DM
Verwertungsplanung sowie Besprechungen, Abstimmungen und Baustellentermine vor Baubeginn	2.520,00
Geländearbeiten (Schürfgruben) mit Probenahme sowie Transport zu drei Verwerterbetrieben (Ziegeleien), Koordination der Sonderprüfungen	2.048,00
geotechnische Eignungsprüfungen (Vorauswahl, GEP, SEP)	5.547,00
Erstellen des Eignungsnachweises mit Verwertungsempfehlungen (Bericht)	2.200,00
Vervielfältigung und Versenden des Eignungsnachweises; Betreuung und weitere Ortstermine und Untersuchungen während des Aushubs	2.476,00
gesamt	14.791,00

Tab. 13: Kosten verwertungsbezogene Fachleistungen (Fallbeispiel 3)

Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen

Die Auswertung des Entsorgungsnachweises zeigt, dass der gesamte Aushub verwertet und kein Material auf einer öffentlichen Bodenaushub- oder Bauschuttdeponie beseitigt wurde. Materialbedingte Unterschiede ergaben sich bei der erzielten Verwertungsqualität, die von hochwertigen technischen Roh- und Baustoffverwertungen (Kategorie K II) bis zu Rekultivierungsmaßnahmen (sonstige Verwertung) reichten. Ein detaillierter Kostenvergleich Beseitigung versus Verwertung erwies sich wegen der Vielzahl der Einzelverwertungsmaßnahmen (insgesamt 23) als nicht durchführbar. Zudem hielt sich die ausführende Erdbaufirma aus Wettbewerbsgründen bei der Offenlegung von getroffenen Preisvereinbarungen mit den Verwertern verständlicherweise bedeckt. Für die einzelnen Verwertungsarten liegt der Kostenfaktor gegenüber einer entsprechenden Deponierung jedoch aus Erfahrung meist deutlich niedriger.

Die Kosten für die sehr umfangreiche fachliche Verwertungsplanung, für Eignungsprüfungen, Eignungsnachweis, Verwertungsempfehlungen und baubegleitender Betreuung sind in Tab. 13 zusammengestellt. Die Kosten für die grobkeramischen Rohstoffuntersuchungen (SOP) wurden von den drei interessierten Ziegelwerken selbst getragen.

Bezogen auf die Aushubmenge (rund 375.000 m³) ergab sich für die verwertungsbezogenen Fachleistungen ein Kostenfaktor der von DM 0,04/m³.

Zusammenfassung

Das Fallbeispiel erbrachte folgende spezifische Ergebnisse:

- Für die Verwertung großer Aushubmengen (mehrere Zehntausend m³) als Ziegelrohstoff müssen die Eignungs-Sonderprüfungen möglichst früh ansetzen. Weicht das Bodenmaterial deutlich von der Qualität des Hauptrohstoffs der Ziegelei ab, müssen für Voruntersuchungen und Werksversuche mehrere Monate veranschlagt werden. Erstreckt sich der Aushub über einen längeren Zeitraum (hier: ca. 1½ Jahre) und ist er zudem in einzelne Bauphasen gegliedert, können Großversuche mit einer größeren Menge auch noch zu Beginn des Aushubs durchgeführt werden.
- Die beim Aushub tatsächlich angetroffene Materialqualität kann bei großen Baustellen in gewissem Rahmen von den bei den Eignungsprüfungen ermittelten Ergebnissen abweichen. Bestehen verschiedene Verwertungsmöglichkeiten (z.B. als Baustoff und Rohstoff) entscheidet sich die tatsächliche Verwertungsschiene bisweilen erst im Zuge der Bauphase entsprechend dem großräumigen Eignungsbefund. Neben der Qualität spielen hierbei auch die Transportkosten oftmals eine gewichtige Rolle.
- Eine aktive Beteiligung und Mitwirkung des Vorhabenträgers und Planers bei der Verwertungsplanung übt einen großen Einfluss auf das zu erzielende Verwertungsergebnis aus. Der Einsatz unterstützender Verwertungsinstrumente wie verwertungsorientierte Voruntersuchungen, Eignungsnachweis und ein entsprechender Ausschreibungstext wirkt optimierend auf die übliche Verwertungspraxis. Dies gilt auch dann, wenn der Bauherr, wie im vorliegenden Fall, die Verwertung nicht in eigener Regie betreibt sondern das „Kombi-Modell“ wählt (vgl. Kap. 5.5).

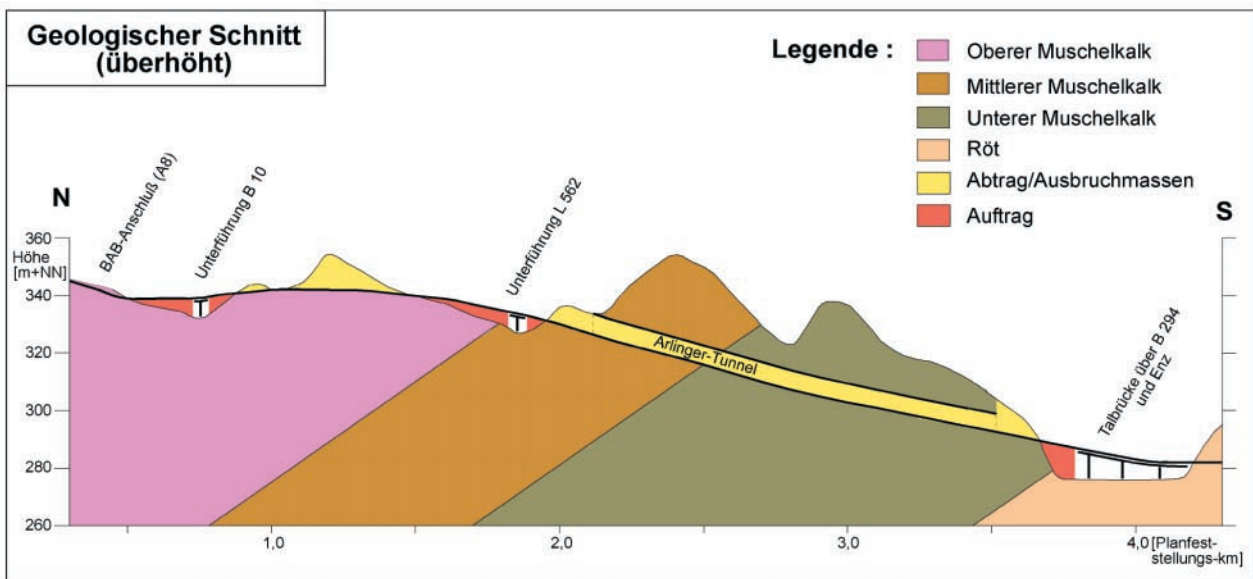
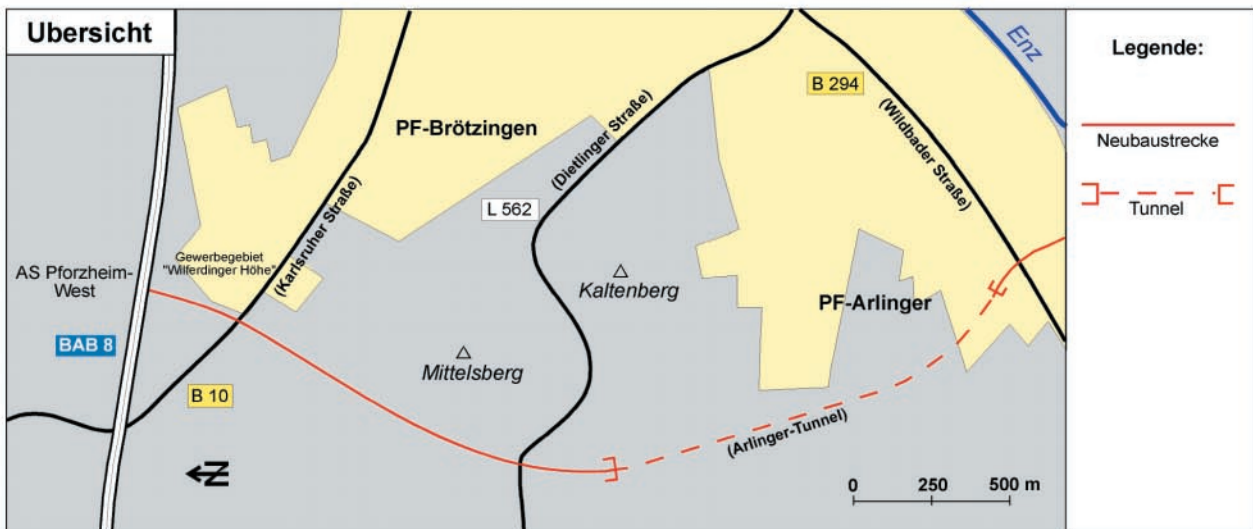


Abb. 9: Fallbeispiel 4: Westtangente Pforzheim (B 463)

Fallbeispiel 4: Westtangente Pforzheim (B 463)

(mit Hinweisen auf den Ausbau der BAB A 8 zwischen den AS Pforzheim-West und Pforzheim-Nord)

Vorgeschichte, Ziel

Der Projektvorschlag kam vom damaligen Amt für Wasserwirtschaft und Bodenschutz Karlsruhe, in dessen Amtsbezirk die Straßenbaumaßnahme lag. Die Grundsatzbesprechung zur Projektrealisierung fand beim Regierungspräsidium Karlsruhe unter Beteiligung der Referate 44 (Straßenbau) und 74 (Bodenschutz) sowie der Bodenprüfstelle statt. Es wurde hierbei u.a. vereinbart, zusätzliche Baugrundbohrungen im Bereich der Straßeneinschnitte niederzubringen, um die Verwertungseignung der dort anfallenden Aushubmassen besser beurteilen zu können. Ferner kam man überein, die Untersuchungsergebnisse (Eignungsnachweis) bei den weiteren Planungsschritten (Planfeststellung, Ausführungsplanung) im Rahmen der jeweiligen Möglichkeiten zu berücksichtigen.

Das Ziel bestand in einer ressortübergreifenden Zusammenarbeit bei der Verwertungsplanung, in der verwertungsorientierten Abstimmung von Planungszielen und einer generellen Berücksichtigung eruiert potentieller Verwertungsschienen in der Planfeststellung.

Baumaßnahme

Der Neubau der Westtangente Pforzheim (1. Bauabschnitt) stellt eine ca. 4 km lange Straßenverbindung der B 463 von der Autobahnausfahrt Pforzheim West zum Enztal dar. Im Nordteil (Wilferdinger Höhe) verläuft die Straße geländegleich bzw. in Einschnitts- und Dammlage. Im Südteil erfolgt der Abstieg zum Enztal im etwa 1.350 m langen, bergmännisch aufzufahrenden Arlinger-Tunnel (vgl. Abb. 9). Die Maßnahme ist planfestgestellt, ein genauer Termin für den Baubeginn steht derzeit jedoch noch nicht fest.

Lage, Geologie

Entsprechend der Planungskilometrierung beginnt die Trasse im Norden auf der Wilferdinger Höhe, welche die Verebnungsfläche des Oberen Muschelkalks darstellt; von dort aus verläuft die Straße Richtung Süden über eine Karstsenke bis zum Nordportal des Arlinger-Tunnels. Im Bereich dieses Streckenabschnitts wird der Untergrund unter einer Decksicht aus quartärem Löß- und Hanglehm sowie Hangschutt von gebankten Kalksteinen des Oberen Muschelkalks aufgebaut. Der Arlinger-Tunnel unterquert zwei Höhenrücken und durchfährt dabei zunächst die Schichten des Mittleren Muschelkalks (Wechselfolge von Mergel- und Dolomitsteinen), sodann die Gesteinsfolge des Unteren Muschelkalks. Diese setzt sich aus Mergel- und Kalkmergelsteinen sowie aus Kalk- und Dolomitsteinen zusammen. Beim Südportal in der Enztalau stehen unter Hangschutt und Unterem Muschelkalk im tieferen Bereich zusätzlich sandige Tonmergelsteine des Oberen Buntsandsteins an.

Abtrag, Auftrag, Überschussmassen

Die gesamten Abtragsmassen im Trassenverlauf, bestehend aus Aushub in den Einschnitten und Tunnelausbruch, belaufen sich auf 485.000 m³ Festmasse (ohne Auflockerung). Demgegenüber steht ein Bedarf von 140.000 m³ Erdbaumaterial, das im Wesentlichen für die Herstellung von Straßendämmen und Rampen benötigt wird. Daraus resultiert eine Menge an überschüssigem Boden- und Felsmaterial von 345.000 m³.

Untersuchungen und Prüfungen zur Verwertungseignung

Zusätzlich zu den bereits 1981 und 1990 zur ingenieurgeologischen Trassenerkundung niederge-

brachten Aufschlussbohrungen wurden an den Stellen mit dem größten oberirdischen Massenabtrag (Einschnitts- und Tunnelportalbereich) vier weitere Bohrungen von der Bodenprüfstelle des RP Karlsruhe abgeteuft und das Bohrgut verwertungsorientiert beprobt und untersucht (Tab. 14).

Bei der generellen Eignungsprüfung (GEP) lag der Schwerpunkt auf der Ermittlung der Korngrößenverteilung der Lockergesteinspartien (Löß- und Verwitterungslehm, Hangschutt) nach DIN 18 123 und

18 km) ein mögliches Interesse ermittelt. Hierbei wurden Daten zur voraussichtlichen Menge, zur geologischen Herkunft, zum voraussichtlichen Ausbruchverfahren und zu einem möglichen Bautermin übermittelt. Das Zementwerk gab seinerseits Auskunft u.a. über gewünschte Materialmengen und -qualitäten sowie über Ausschlusskriterien (z.B. schädliche Verunreinigungen durch Spritzbeton).

Schichtkomplex	untersuchte Boden- und Felsproben (Aufschluss, Entnahmetiefe)	ermittelte Parameter
Hanglehm	B II: 2,8 m	GEP: Wassergehalt (DIN 18 121) Korngrößenverteilung (DIN 18 123) Benennung (DIN 4022) Zustandsgrenzen (DIN 18 122) Klassifizierung (DIN 18 196)
Hangschutt	B III: 3,4 m B IV: 2,4 m	
Hochterrassenschotter	B II: 6,6 m	
Mittlerer Muschelkalk (mm)	B III: 6,3	
Unterer Muschelkalk (mu)	B I: 3,6 m	
Oberer Buntsandstein (so)	B I: 5,5 m/ 7,8 m/ 9,6 m	

Tab. 14: Untersuchungsprogramm für Eignungsprüfungen (Fallbeispiel 4)

deren Eingruppierung in Bodengruppen nach DIN 18 196. Mit diesen Kenndaten waren Anhaltspunkte zur Eignung dieser Böden als Erdbaustoff und ggf. als grobkeramischer Rohstoff zu gewinnen.

Weitere spezielle Eignungsprüfungen oder Sonderprüfungen wurden im Rahmen dieser Planungsphase an den Lockergesteinen noch nicht durchgeführt.

Die Verwertungseignung der beim Tunnelausbruch anfallenden Festgesteine wurde anhand der Ergebnisse der früheren Bohrungen abgeschätzt.

Eine nähere Überprüfung fand hierbei speziell in Bezug auf die in größerer Menge anfallenden Ausbruchmassen des Unteren Muschelkalks statt. Da die in dieser Gesteinsserie enthaltenen Mergel- und Kalkmergelsteine als Rohstoff zur Zementherstellung verwendet werden, wurde bei einem Zementwerk im Landkreis Karlsruhe (Entfernung ca.

Eignungsnachweis, Entsorgungsbetrachtungen

Die im Eignungsnachweis zusammengefassten Untersuchungsergebnisse und Eignungsbewertungen wurden dem Straßenbau- und dem Bodenschutzreferat des RP Karlsruhe übergeben. Bei einer Abschlussbesprechung wurden die Ergebnisse dargelegt und erläutert und Empfehlungen für weitere, verwertungsorientierte Planungs- und Untersuchungsschritte gegeben.

Hervorzuheben sind die nachgewiesenen Verwertungsmöglichkeiten für feinkörnige, stein- und kiesfreie Löß- und Verwitterungslehme als teilweise hochwertiger Erdbaustoff, der Einsatz von aufbereiteten, harten Kalk- und Dolomitsteinen aus Tunnelausbruch als Schottermaterial und der oben genannte Rohstoffeinsatz der Ton- und Kalkmergelsteine als möglicher Zementrohstoff.

Ein Großteil der gemischtkörnigen Aushub- und Ausbruchsmassen kann des Weiteren als qualifiziertes Dammschüttmaterial im Verkehrswegebau oder auch zum Bau von Lärm- und Sichtschutzwällen eingesetzt werden.

Weniger günstig für eine technische Verwertung sind aufgeweichte, steinreiche Mischböden (Hangschutt, Tunnelausbruch) sowie Ausbruchmaterial, das stärker durch Spritzbeton verunreinigt ist.

Es wurde darauf hingewiesen, dass bei einer entsprechenden Verwertungsplanung und Zwischenlagerlogistik für einen beträchtlichen Teil der Überschussmassen aus derzeitiger Sicht eine technische Verwertung möglich erscheint und eine solche ökologisch und wirtschaftlich gegen eine beabsichtigte trassennahe Geländeauffüllung abgewogen werden sollte.

Die Straßenbauverwaltung sicherte zu, bestehende Verwertungspotenziale im Zuge der weiteren Planungs- und Untersuchungsschritte diesbezüglich noch näher zu überprüfen.

Wirtschaftlichkeit

Die Kosten für fachliche Verwertungsplanung, Eignungsprüfungen und Eignungsnachweis sind wie folgt zu beziffern (Tab. 15):

Tätigkeit	DM
Verwertungsplanung sowie Besprechungen, Abstimmungen und Baustellentermine vor Baubeginn	480,00
Geländearbeiten (Bohrkernaufnahme) mit Probenahme sowie Transport zum Labor, Koordination der Sonderprüfungen	720,00
geotechnische Eignungsprüfungen (Vorauswahl, GEP)	1.923,00
Erstellen des Eignungsnachweises (Bericht)	2.200,00
Gesamt	5.323,00

Tab. 15: Kosten verwertungsbezogene Fachleistungen (Fallbeispiel 4)

Bezogen auf die Aushubmenge (345.000 m³) ergab sich für die verwertungsbezogenen Fachleistungen ein Kostenfaktor von DM 0,02/m³.

Zusammenfassung

Die Bearbeitung des Fallbeispiels erbrachte folgende Ergebnisse:

- Bei Straßenbauplanungen können die Untersuchungsergebnisse der ingenieurgeologischen Vorerkundung wichtige Hinweise auf die Verwertungseignung der Überschussmassen liefern.
- Die von der Straßenbauverwaltung an den Schwerpunkten des Massenfalls zusätzlich veranlassten Aufschlussbohrungen sowie die Eignungsprüfungen am Bohrgut lieferten wertvolle verwertungstechnische Detailinformationen.
- Die im Eignungsnachweis dokumentierten potenziellen Verwertungen können bei künftigen straßenbautechnischen und bodenschützerischen Planungsüberlegungen als Entscheidungshilfe herangezogen werden.

Hinweise auf den Ausbau der Bundesautobahn BAB A 8 zwischen AS Pforzheim-West und Pforzheim-Nord

Auf der BAB A 8 ist zwischen der Anschlussstelle (AS) Pforzheim-West, bei der die Westtangente Pforzheim (B 463) anschließt, und der AS Pforzheim-Nord ein 6-spüriger Ausbau geplant. Im Zuge des Planfeststellungsverfahrens wurden durch das Regierungspräsidium Karlsruhe - nicht zuletzt durch die Erkenntnisse und Erfahrungen beim Fallbeispiel „Westtangente Pforzheim“ - konkrete Planungsvorgaben für die Behandlung von anfallendem Bodenaushub formuliert.

In der Maßgabe A.I.10 wird gefordert:

- „Der Vorhabensträger hat rechtzeitig vor Baubeginn eine detaillierte Massenbilanz mit qualitativen und quantitativen Angaben, getrennt nach Ober- und Unterböden zu erstellen“.
- „Der Vorhabensträger hat im Benehmen mit dem Referat Bodenschutz für die im Rahmen der Baumaßnahme anfallenden Bodenmassen ein Verwertungskonzept zu erstellen. Dabei sind vorrangig Möglichkeiten einer höherrangigen, technischen Verwertung als Roh- und Baustoff zu wählen“.

In Kap. 17 wird mit Verweis auf Maßgabe A.I.10 weiter präzisiert:

- Kap. 17 „Wiederverwertung“: Der Vorhabenssträger ist verpflichtet, vorrangig sogenannte technische Verwertungen von anfallendem hochwertigem Bodenmaterial im Rahmen der Ausführungsplanung bzw. der Bauausführung zu prüfen. Eine anderweitige Verwendung (z.B. Deponierung) hochwertiger Bodenmaterialien kommt somit erst in Betracht, wenn die technischen Verwertungsmöglichkeiten im konkreten Einzelfall ausscheiden.“

Fallbeispiel 5: DB Neubaustrecke Stuttgart - Augsburg, Bereich Wendlingen - Ulm

Vorgeschichte, Ziel

Auf Anregung des damaligen Amtes für Wasserwirtschaft und Bodenschutz Besigheim kam es mit der Deutschen Bahn AG, Projektgruppe Neubaustrecke Stuttgart-Augsburg zu einem ersten Kontakt, bei dem die Möglichkeiten geprüft wurden, den Streckenabschnitt Wendlingen - Ulm der Neubaustrecke Stuttgart-Augsburg als Fallbeispiel bei der Verwertungsplanung der dort in großem Umfang anfallenden Überschussmassen zu begleiten. Die Planung des Streckenabschnitts befand sich damals noch im Stadium des Raumordnungsverfahrens, das seit 1995 abgeschlossen ist.

Als Ziele wurden formuliert:

- Die Erkundung von Verwertungsmöglichkeiten für voraussichtlich anfallende Überschussmassen sollen in einer sehr frühen Planungsphase ansetzen. Da das Spektrum der beim Bau zu erwartenden Gesteinsarten - unabhängig von der exakten Trassenlage - weitgehend festlag, ist eine Übertragbarkeit der Untersuchungsergebnisse auf spätere Planungs- und Ausführungsphasen gewährleistet.
- Die Untersuchungen waren zur Nutzung von Synergien in enger Abstimmung mit den Planern und Gutachtern des Bauherrn durchzuführen. Durch einen engen Informations- und Erfahrungsaustausch sollte auf diese Weise in dem zur Verfügung stehenden Zeitraum ein maximales Projektergebnis erzielt werden.
- Die Ergebnisse sollen wichtige Grundlagendaten für die weiteren konkreten Verwertungsplanungen und die spätere Umsetzung eines Verwertungs- bzw. Entsorgungskonzepts liefern.
- Durch frühzeitige direkte Kontakte zu potentiellen Verwerterfirmen in Verbindung mit konkreten verwertungsorientierten Eignungsprüfungen an Materialproben (Bohrgut) sollen im Vorfeld

der Bauausführung Verwertungsschienen eruiert werden.

Baumaßnahme

Der betrachtete Streckenabschnitt gliedert sich in die Trassenabschnitte Alaufstieg (Länge: ca. 15 km), Überquerung Albhochfläche (Länge: ca. 21,5 km) und Alabstieg (Länge: ca. 7,7 km). Nahezu der gesamte Alaufstieg verläuft hierbei in zwei insgesamt 13,2 km langen Tunnelbauwerken (Bereich Gruibingen, Wiesensteig und Drackenstein). Die Durchfahrung der Albhochfläche erfolgt oberirdisch, wobei die Trasse teils geländegleich, teils in Einschnitts- und Dammlage verläuft. Der Alabstieg vom Südrand der Schwäbischen Alb bis Ulm erfolgt im wesentlichen durch zwei Tunnelbauwerke von 0,8 km und 4,9 km Länge (vgl. Abb. 10 und 11).

Lage, Geologie

Während die Neubaustrasse im Bereich des Alvorlands und der Albhochfläche weitgehend parallel zur BAB A8 verläuft, entfernt sich die Tunneltrasse beim Alaufstieg ab dem Aichelberg mehrere Kilometer von der Autobahn, um sich westlich von Merklingen wieder mit ihr zu vereinigen. Beim Alabstieg lösen sich die Trassen ab Dornstadt voneinander und die Neubaustrasse verläuft in Tunnellage bis zum Hauptbahnhof Ulm.

Der Trassenabschnitt *Alaufstieg* bewältigt eine Höhendifferenz von rund 350 m zwischen Alvorland und Albhochfläche. Die Tunnelstrecke wird hierbei lediglich bei der Querung des Filstales durch eine Talbrücke unterbrochen.

Die Tunnelröhre durchörtert ab dem Aichelberg zunächst die Schichteinheiten des *Braunjura*. Die basale Gesteinsfolge des Aalenium 1 (sogen. Opalinuston) besteht vorwiegend aus einer gleichförmigen Tonsteinfohle, in die Toneisensteingeoden

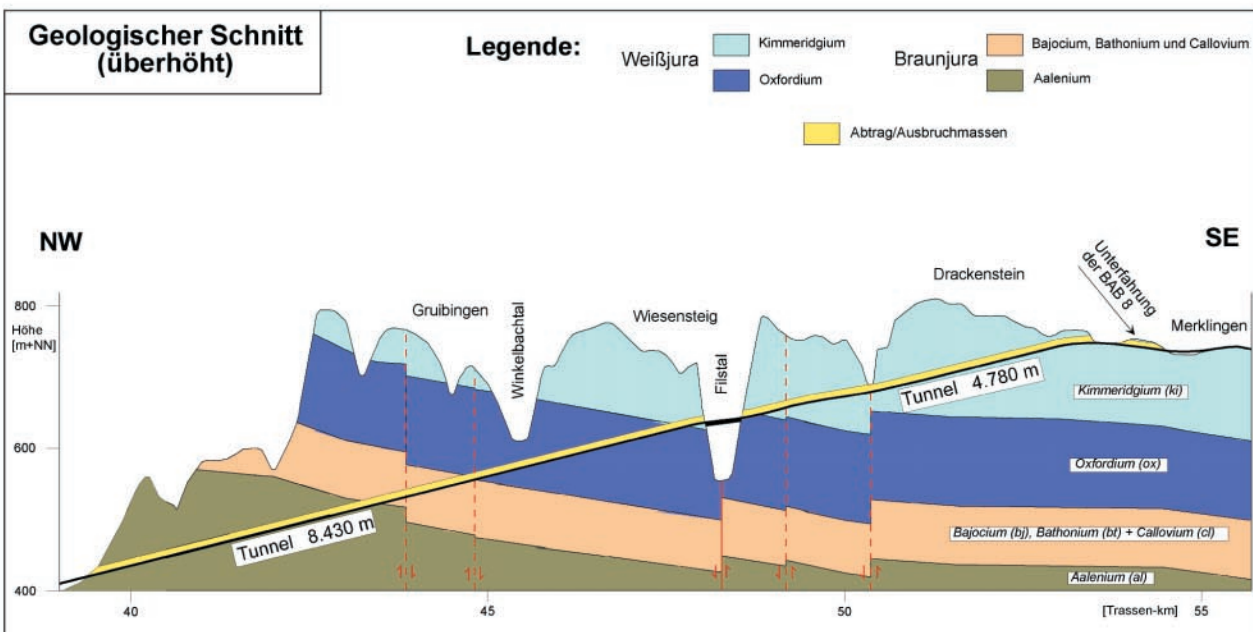
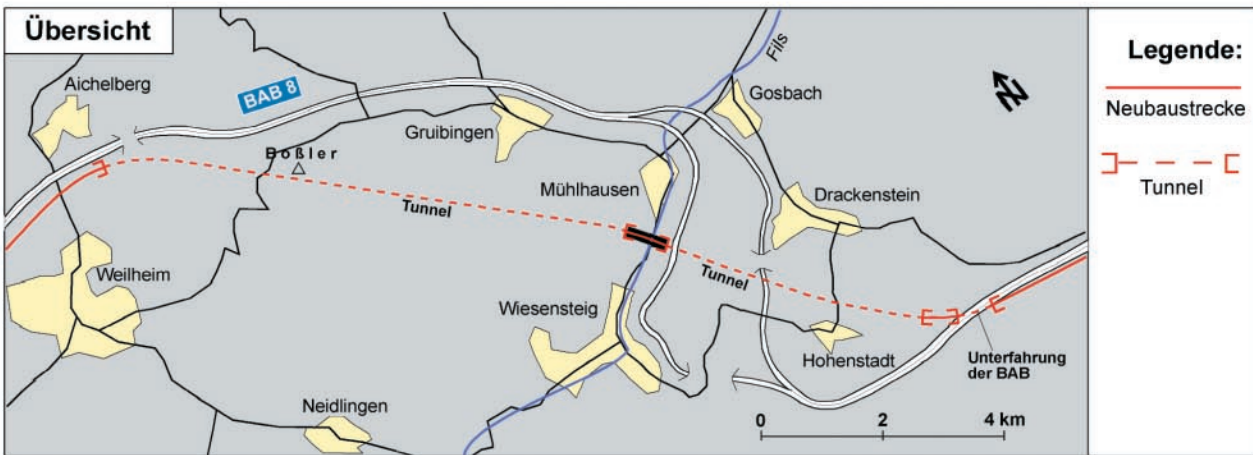


Abb. 10: Fallbeispiel 5: DB Neubaustrecke Stuttgart - Augsburg, Bereich Wendlingen - Ulm, Abschnitt Alaufstieg

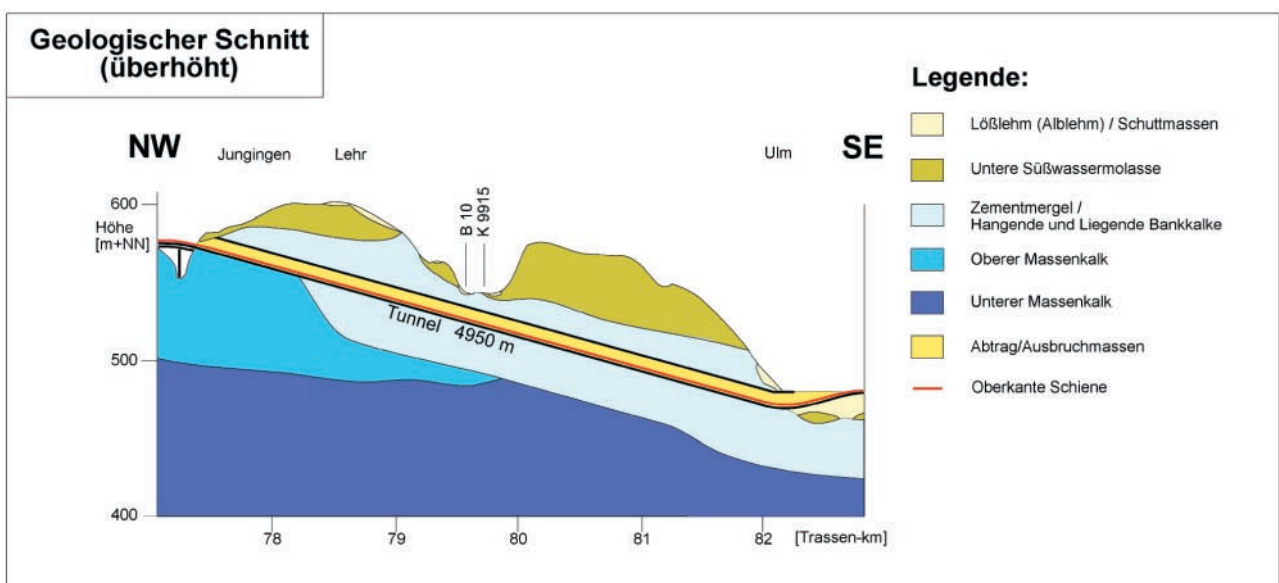
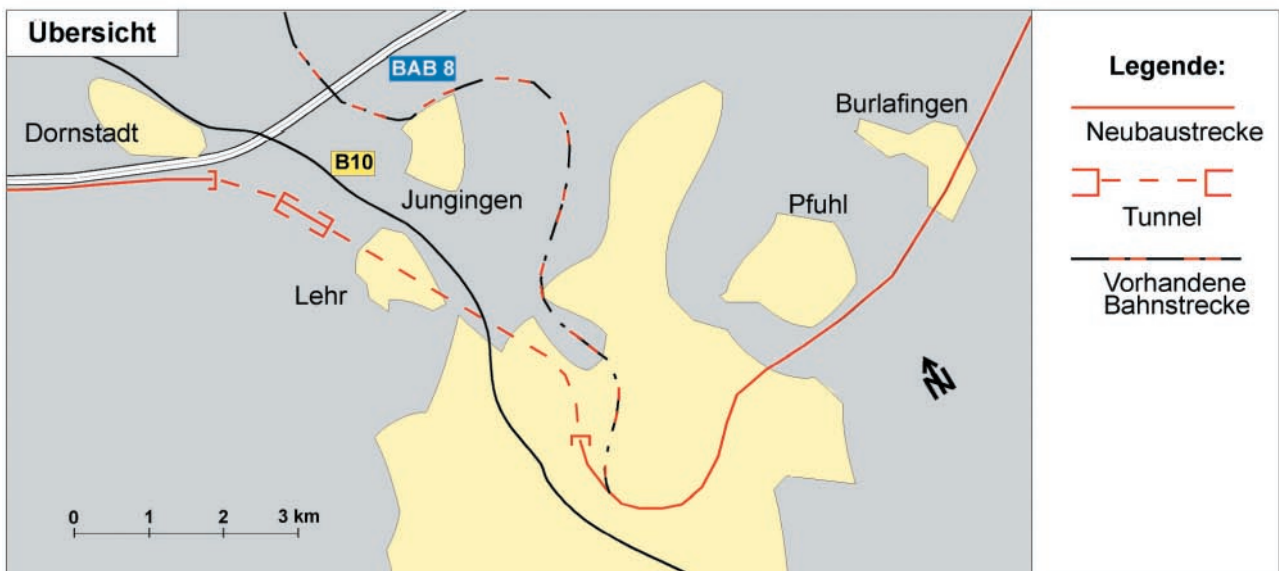


Abb. 11: Fallbeispiel 5: DB Neubaustrecke Stuttgart - Augsburg, Bereich Wendlingen - Ulm, Abschnitt Albabstieg

und glimmerhaltige Feinsandlagen eingeschaltet sind. Darüber folgt das Aalenium 2 mit einer stark wechselnden Gesteinsausbildung (sandige Ton (mergel)steine, Mergelkalke, Sandsteine). Die hangenden Schichtabschnitte des Bajociums, Bathoniums und Calloviums bestehen im Wesentlichen aus sandigen Ton(mergel)steinen mit lokal eingeschalteten, dünnen Kalksteinlagen.

Als nächst höherer Schichtkomplex folgen die Gesteine des *Weißjura*. Die Schichtabfolge besteht im unteren Teil (Oxfordium) aus gebankten Kalk- und Mergelsteinen, im mittleren und oberen Abschnitt (Kimmeridgium, Tithonium) aus z.T. gebankten Kalk- und Mergelsteinen sowie aus Bankkalke, Dolomiten und Massenkalken (Algen- und Schwammkalke).

Im Trassenabschnitt *Albabstieg* treten Abtrags- und Ausbruchmassen des Tithoniums (Zementmergel, Liegende Bankkalke, Obere Massenkalke) in Form

von Mergel- und Kalkmergelsteinen, geschichteten Kalksteinen sowie ungeschichteten Massenkalken auf. Als Tunnelausbruch fallen zudem Mergel, Sande und Süßwasserkalke der Unteren Süßwassermolasse an.

Massenüberschuss, Massendefizit

Der überwiegende Teil der Überschussmassen resultiert aus dem Tunnelausbruch, während nur ein geringerer Anteil aus dem Abtrag in den Einschnittsbereichen stammt.

Demgegenüber besteht ein Massendefizit, das sich aus dem Bedarf zur Herstellung von Dämmen ergibt.

Die quantitative Gesamtmassenbilanz im Bereich Wendlingen-Ulm zeigt für die betrachteten Trassenabschnitte Tab. 16 (aus [3]).

Der Anteil der unterschiedlichen Gesteinsarten am Massenüberschuss innerhalb der Trassenabschnitte ist in Tab. 17 aufgeführt.

Geht man davon aus, dass die Bedarfsmassen aus dem Massenüberschuss rekrutiert werden können, verbleibt ein Gesamt-Massenüberschuss von rund 3,86 Mio m³.

Trassenabschnitt	Länge (km)	Massenüberschuss (m ³)	Massendefizit (m ³)
Albaufstieg	14,990	2.503.000	7.000
Durchführung Albhochfläche	21,520	588.000	322.000
Albabstieg	7,720	1.115.000	14.000
Summe	44,230	4.206.000	343.000

Tab. 16: Quantitative Gesamtmassenbilanz der einzelnen Trassenabschnitte im Bereich Wendlingen-Ulm

Trassenabschnitt	Kalksteine (m ³)	Massenkalk (m ³)	Mergel/Tonmergelsteine (m ³)	Mergel-/Kalksteine (m ³)	Ton-/Mergel-/Sandsteine (m ³)	Tonsteine (m ³)	Kies, Sand, Schluff, Ton (teilweise organisch) (m ³)
Albaufstieg	535.000	161.000	679.000	420.000	125.000	573.000	10.000
Durchführung Albhochfläche	77.000	402.000	-	91.000	-	-	18.000
Albabstieg	35.000	66.000	758.000	-	194.000	-	62.000
gesamt	647.000	629.000	1.437.000	511.000	319.000	573.000	90.000

Tab. 17: Qualitativer Massenanteil in den einzelnen Trassenabschnitten im Bereich Wendlingen-Ulm

Prüfungen zur Verwertungseignung

Nach einer ersten, überschlägigen *Vorauswahl* besteht für rund 90 % der Überschussmassen die Möglichkeit einer technischen oder sonstigen Verwertung [3].

Hochwertige Verwertungen (Verwertungskategorie K II) als Rohstoffe in der Baustoffindustrie können insbesondere für Kalk- und Mergelkalksteine (Zementindustrie) und für Ton(mergel)steine (Ziegelindustrie) angenommen werden. Weiterhin besteht

Untersuchungen auf folgende *Spezielle Eignungsprüfungen (SEP)* bzw. *Sonderprüfungen (SOP)*:

- In drei der Trasse nächstgelegenen Ziegelwerken (Landkreise Rems-Murr, Göppingen und Alb-Donau) wurden an Bohrproben des Aalenium 1 (Opalinuston) Rohstoffuntersuchungen durchgeführt. Der Prüfungsumfang war weitgehend identisch mit den entsprechenden ziegeltechnischen Untersuchungen beim Fallbeispiel 2.

Schicht-Komplex	untersuchte Boden- und Felsproben (Aufschluss, Entnahmetiefen)	ermittelte Parameter
Kimmeridge (ki 5) Kalksteine	B 308: 28,0 m (Zwischenkalke) 62,0 m (Untere Zementmergel)	SOP: Zementtechnische Rohstoffuntersuchungen: Kalkgehalt
Kimmeridge (ki 2) Kalksteine	B 425: 82,0 m (Untere Massenkalk, kiM) 102,0 m (Untere Felsenkalk, ki 2)	SEP: Mineralstoffuntersuchungen für Schottermaterial: Schlagzertrümmerung (DIN 52 115) Reinheit (DIN 52 099) Frostbeständigkeit (DIN 52 104)
Oxford (ox 2) Kalksteine	B 425: 162,0 m (Wohlgeschichtete Kalke, ox 2)	
Aalenium (al 1) Tonstein	B 402: 78,9 m/ 108,0 m B 400/3: 18,0 m/ 24,0 m	SOP: Grobkeramische Rohstoffuntersuchungen für Dachziegel und Hintermauersteine (Parameterumfang siehe Fallbeispiel 2)

Tab. 18: Untersuchungsprogramm für Eignungsprüfungen (Fallbeispiel 5)

die Möglichkeit, bestimmte Hartgesteine (Kalksteine) zu Qualitätsschotter aufzubereiten.

Weitere technische Verwertungen (Verwertungskategorie K I) ergeben sich als Erdbaumaterial u.a. für Bahndämme sowie Lärm- und Sichtschutzwälle.

Für Eignungsprüfungen standen beim bestehenden Planungsstand die Bohrkerne der bisherigen Erkundungsbohrungen zur Verfügung.

Mit diesen wurde das in Tabelle 18 aufgeführte Untersuchungsprogramm aufgestellt (Tab. 18).

Zur Überprüfung auf die oben angeführten hochwertigen Einsatzspektren konzentrierten sich die

- Bei zwei Zementwerken (Landkreise Heidenheim und Alb-Donau) fand eine Eignungsabschätzung bzw. konkrete Rohstoffuntersuchung an Weißjura-Probenmaterial (Kalksteine und Mergelkalksteine des Kimmeridgiums 5) statt. Hierbei wurde zunächst der Kalkgehalt (CaCO_3) bestimmt, der für das interessierte Zementwerk als Haupteignungskriterium herangezogen wurde. In einem nächsten Untersuchungsschritt sollten an zusätzlichen Gesteinsproben noch weitere chemische Parameter ermittelt werden.
- Von einem Schotterwerk (Landkreis Esslingen) wurden an Bohrkernproben Eignungsprüfungen für eine Verwendung der Überschussmassen als Schottermaterial gemäß TL Min-StB bzw.

ETV-StB-BW 89 veranlasst. Nach vorheriger labormäßiger Aufbereitung des Bohrkernmaterials wurden hierbei geprüft:

- Schlagzertrümmerung (DIN 52 115, T 3)
- Reinheit (DIN 52 099)
- Frostbeständigkeit (DIN 52 104, T 1, Verfahren N)

Sämtliche Eignungsprüfungen wurden auf Kosten der Verwerterfirmen meist im eigenen Werkslabor, in einem Fall auch in einer fremden Baustoffprüfstelle durchgeführt.

Eignungsnachweis

Die Ergebnisse der Eignungsabschätzungen und durchgeführten Eignungsprüfungen wurden in einem vorläufigen Eignungsnachweis zusammengefasst, der im Zuge der weiteren Planungs- und Erkundungsschritte entsprechend fortzuschreiben ist. Mit den interessierten Verwerterfirmen wurden weitere Eignungsprüfungen vereinbart, sobald durch zusätzliche Erkundungsmaßnahmen (Schürfungen, Aufschlussbohrungen, Probestollen etc.) weiteres Probenmaterial zur Verfügung steht.

Die bisherigen Ergebnisse können wie folgt zusammengefasst werden:

- Die ziegeltechnisch untersuchten Proben des Opalinustones (Aalenium 1) ergaben eine prinzipielle Eignung als grobkeramischer Rohstoff. Ein zusätzlicher technischer Aufwand kann sich wegen der Härte des bergfrischen Materials durch die erforderliche Aufbereitung ergeben. Zudem ist nach den Ergebnissen der Probebrände (Reduktionskerne und Blähverhalten durch teilweise erhöhte Organik) mit einer längeren Haltezeit beim Brennen zu rechnen.
- Die als Zementrohstoff untersuchten Weißjurakalke (Kimmeridgium 5) sollten für die interessierte Verwerterfirma (Kreis Heidenheim) einen möglichst hohen Kalkgehalt aufweisen, da sich dies günstig auf Mischungen mit dem eigenen Rohstoff auswirkt. Gesteine mit einem höheren Tonanteil (Mergelkalke) können eventuell in

einem Zweigwerk (Alb-Donau-Kreis) eingesetzt werden, wobei für beide Fälle die Transportkosten noch näher zu betrachten sind.

- Bei den zur Schotterherstellung geprüften Weißjurakalken (Oxfordium 2, Kimmeridgium 2, Massenkalk) erwiesen sich etwa die Hälfte der untersuchten Proben als geeignet. Da die Aufbereitung im Labormaßstab stattfand, muss diese vorläufige Eignungsabschätzung noch durch weitere Untersuchungen an größeren Probenmengen und mit großtechnischer Aufbereitung bestätigt werden.

Entsorgungskonzept

Ein konkretes Entsorgungskonzept konnte im Stadium der Raumordnung noch nicht aufgestellt werden; dies bleibt den weiteren Planungsschritten (Planfeststellung, Ausführungsplanung) vorbehalten. Wichtig ist jedoch, dass die jetzt vorliegenden ersten Eignungsabschätzungen im Rahmen künftiger Verwertungsplanungen in Abstimmung mit potenziellen Verwerterfirmen kontinuierlich zu einem solchen Konzept weiterentwickelt werden.

Wirtschaftlichkeit

Die Kosten für die fachliche Verwertungsplanung, die Eignungsprüfungen und den Eignungsnachweis sind in Tab. 19 aufgeführt. Die Kosten für bau- und rohstofftechnische Eignungsprüfungen wurden von den interessierten Verwerterfirmen (Ziegelwerke, Zementwerke, Schotterwerk) getragen.

Gemessen an der Aushubmenge (3.860.000 m³) ergab sich für die für die bisherigen verwertungsbezogenen Fachleistungen ein Kostenfaktor von DM 0,002/m³.

Tätigkeit	DM
Besprechungen und Abstimmungen mit dem Bauherrn und Planer, Vorauswahl der Verwertungseignung aus Gutachten, Aufstellen eines Untersuchungsprogramms, Ortstermine beim Probenlager der Deutschen Bahn AG	2.980,00
Umfrageaktion bei 11 potenziellen Verwerterfirmen mit Auswertung, Probentransport zu drei Verwerterbetrieben (Ziegeleien, Schotterwerk, Zementwerk), Koordination der Sonderprüfungen incl. Besprechungen bei den Verwerterbetrieben	2.756,00
Bewertung der Eignungsprüfungen, Erstellen des Eignungsnachweises (Bericht)	2.160,00
gesamt	7.896,00

Tab. 19: Kosten verwertungsbezogene Fachleistungen (Fallbeispiel 5)

Zusammenfassung

Folgende spezifische Ergebnisse sind aus dem Fallbeispiel festzuhalten:

- Bei großen Streckenbauwerken sind bereits in einer sehr frühen Planungsphase (Raumordnungsverfahren) mit Hilfe von Bohrkernen aus der Vorerkundung umfangreiche Eignungsprüfungen zur Verwertungseignung der anfallenden Überschussmassen möglich.
- Anhand des Probenmaterials konnten Rohstoffprüfungen für die Ziegel- und Zementindustrie durchgeführt werden. Mittels Bohrkernproben erfolgten durch eine spezielle Aufbereitungstechnik baustofftechnologische Eignungs-Vorprüfungen für den Einsatz als qualifiziertes Schottermaterial.
- Bei großen und technisch gut verwertbaren Überschussmassen besteht seitens der Verwerter in der Regel eine deutliche Bereitschaft, sich an Verwertungsplanungen aktiv zu beteiligen und sich bei Eignungsprüfungen auch finanziell zu engagieren.

- Die beim Fallbeispiel durchgeführten Voruntersuchungen deuten auf ein beträchtliches, hochwertiges Verwertungspotential der Überschussmassen hin. Eine sinnvolle ökologische und wirtschaftliche Umsetzung muss deshalb im Rahmen eines künftigen Verwertungskonzepts weiterverfolgt werden.

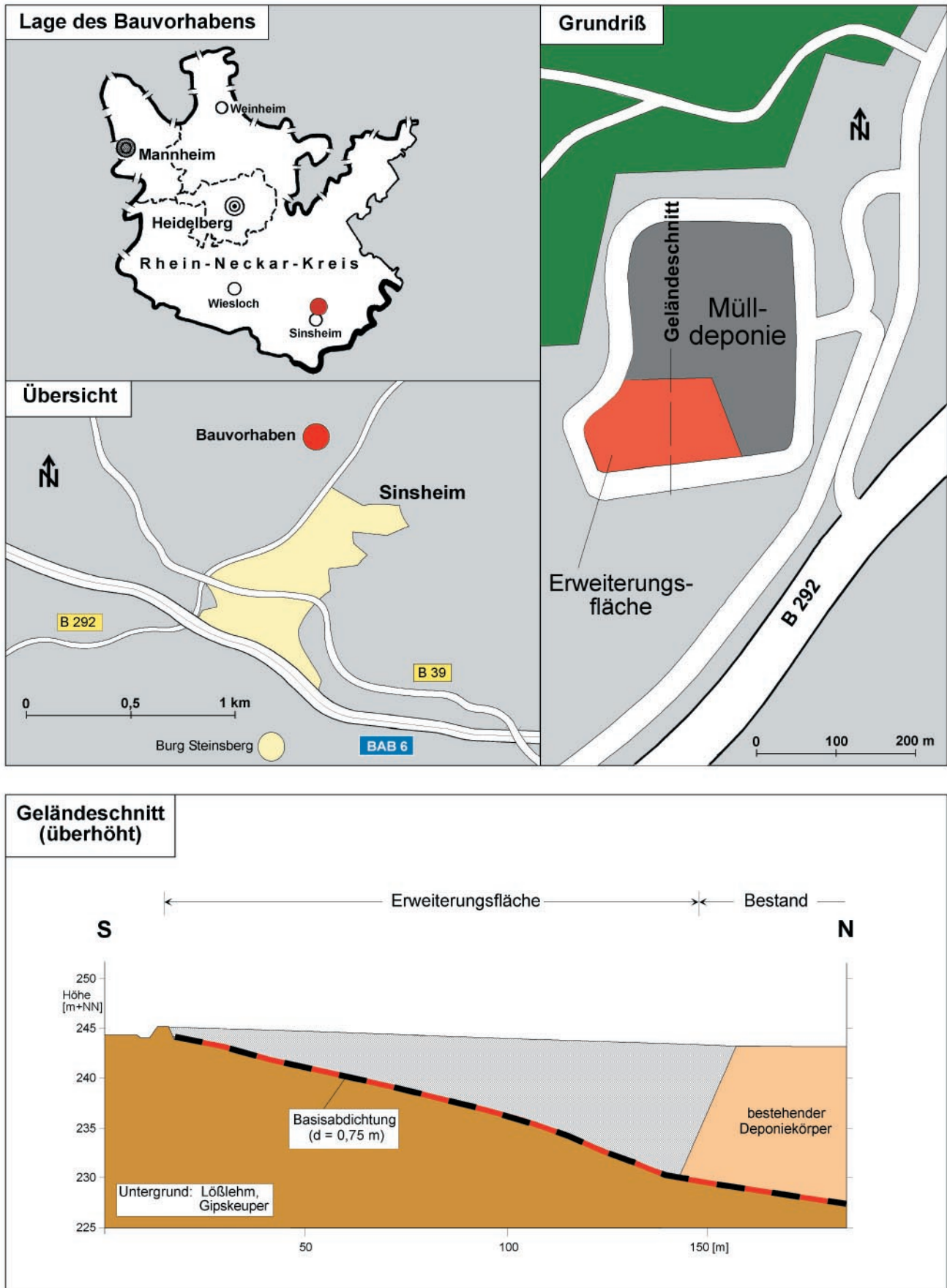


Abb. 12: Fallbeispiel 6: Erweiterung Kreismülldeponie Sinsheim (Rhein-Neckar-Kreis)

Fallbeispiel 6: Erweiterung Kreismülldeponie Sinsheim (Rhein-Neckar-Kreis)

Vorgeschichte, Ziel

Das Fallbeispiel ergab sich auf Anregung eines dem Projektbeirat angehörenden Vertreters der Landesvereinigung Bauwirtschaft. Dessen Stuttgarter Bauunternehmung führte in Sinsheim die Erweiterung der dortigen Kreismülldeponie durch. Für die einzubauende Basisabdichtung sollte zunächst anstehender hochwertiger Tertiärton aus einer ehemaligen Tongrube eingesetzt werden. Alternativ unterbreitete die Baufirma den Sondervorschlag, diese wertvolle Rohstoffressource zu schonen und statt dessen auf der Deponiefläche zwischengelagerten Bodenaushub durch Verschneiden und Vergüten mit geeignetem, zusätzlichen Baugrubenaushub als Abdichtungsmaterial einzusetzen.

Die Begleitung und Dokumentation der Umsetzung dieses Vorhabens war Hauptziel des Fallbeispiels. Zusätzlich sollten wichtige Erkenntnisse zur Materialaufbereitung und zur wirtschaftlichen Beschaffung von tonreichem Bodenaushubmaterial gewonnen werden.

Baumaßnahme

Die Hausmülldeponie Sinsheim des Rhein-Neckar-Kreises liegt nördlich von Sinsheim an der B 292 (vgl. Abb. 12)

Die Erweiterung der Deponie (Deponieklasse 2) umfasst eine Fläche von rund 2 ha, wofür eine Menge von rund 18.000 m³ verdichteten Basisabdichtungsmaterials benötigt wird. Die Basisabdichtung selbst wird gemäß TA Siedlungsabfall aus drei Einzellagen von je 0,25 m Dicke aufgebaut; das tonige Erdbaumaterial muss hierbei die Prüfanforderungen des Anhangs E der TA Abfall erfüllen.

Eignungsprüfungen und Verwertungskonzept

Bodenaushub des Deponiezwischenlagers (Lößlehm): Zunächst wurde das auf der Deponiefläche

vom Bauherrn zwischengelagerte bindige Bodenaushubmaterial (Halde Ost und West) hinsichtlich der nachzuweisenden Qualitätsmerkmale gemäß TA Siedlungsabfall überprüft.

Die Eignungsprüfungen umfassten Klassifizierungsversuche, wie Korngrößenverteilung, Feinstkorn- und Tonmineralgehalt, Wassergehalt, Konsistenzgrenzen, Wasseraufnahmefähigkeit, Kalkgehalt und organische Bestandteile; ferner wurde durch den Proctorversuch die Einbaufähigkeit ermittelt. Diese Versuchsgruppe entspricht in ihrem Umfang etwa der *Generellen Eignungsprüfung (GEP)* bei Verwertungsuntersuchungen.

Weiterhin waren die Wasserdurchlässigkeit sowie die Scherfestigkeit und Zusammendrückbarkeit zu ermitteln. Diese Versuche fallen bei verwertungsorientierten Eignungsprüfungen in die Gruppe der *Speziellen Eignungsprüfungen (SEP)*. Die Prüfungen erfolgten an Haldenmaterial sowie an Bodenproben aus einem auf der Deponiefläche angelegten Probefeld.

Zur Materialuntersuchung wurden in den Halden Bagger-Schürfguben zur Begutachtung der stofflichen Zusammensetzung und Gewinnung einer größeren Menge Probenmaterials angelegt. Hierbei zeigte sich, besonders bei Halde Ost, ein unerwartet hoher Anteil an schädlichen Baustoffresten. Die Eignungsprüfungen ergaben zudem, dass das zwischengelagerte Löß(lehm)-Material nur Feinstkorngehalte (< 0,002 mm) zwischen 11-17 Gew.-% aufwies. Da der Soll-Wert bei 20 Gew.-% liegt, wurde zunächst eine Materialvergütung durch Zumischen von Tonmehl (SECURSOL 3301) zwischen 4-8 Gew.-% erprobt. Da sich dieses Verfahren wegen einer zu hohen erforderlichen Zugabemenge jedoch als unwirtschaftlich erwies, wurde eine Verwendung von externem Bodenaushubmaterial aus zwei in der Nähe gelegenen Baustellen untersucht.

Externer Baugrubenaushub: Das zuerst verfügbare Material stammte aus dem etwa 17 km entfernten

liegenden *Bad Wimpfen*, wo bei der Erweiterung einer Kurklinik eine größere Menge an verwitterten Tonmergelsteinen des Gipskeupers (km1) anfiel (verfügbare geeignete Menge ca. 4.000 - 5.000 m³).

In der Baugrube wurden aus verschiedenen Tiefenzonen Bodenproben entnommen und an diesen Eignungsprüfungen durchgeführt. Das Material erwies sich hinsichtlich Dichtigkeit und Einbaufähigkeit als insgesamt sehr gut geeignet, als kritische Parameter stellten sich jedoch der Kalkgehalt (zulässig: 15 Gew.-%) sowie die teilweise enthaltenen Steinmergelbruchstücke heraus. Auf der Baustelle wurden deshalb die Baggerführer angewiesen, sorgfältig auf eine Separierung der kalkhaltigen Partien zu achten und diese, soweit dies baubetrieblich möglich war, beim Abgraben bzw. Beladen der LKW auszusondern. Zusätzlich wurde das Material an der Einbaustelle intensiv gefräst und noch auftretende größere Steinmergelstücke von Hand ausgelesen.

Das zweite Aushubmaterial stammte aus *Aglastershausen*, das ca. 26 km von der Deponie entfernt liegt. Hierbei handelt es sich um quartären Löß- und Verwitterungslehm, der mit einer Menge von rund 7.000 - 10.000 m³ zur Verfügung stand. Es war vorgesehen, dieses Aushubmaterial dem oben beschriebenen Gipskeupermergel zuzumischen und diese Bodenmischung als mineralische Dichtung einzubauen.

Nachdem das optimale Mischungsverhältnis dieser beiden Aushubmaterialien feststand und auch die übrigen Qualitätsanforderungen erfüllt waren (Kalkgehalt, Wasserdurchlässigkeit, Einbaufähigkeit etc.), wurden die Komponenten in der jeweils benötigten Menge auf der Deponiefläche zwischengelagert, aufbereitet und als Basisabdichtung eingebaut.

Verwertungsnachweis

Mit dem oben beschriebenen Verfahren wurde die gesamte Bedarfsmenge von 18.000 m³ aus Bodenaushubmaterial rekrutiert. Es wurde zu einem geringen Anteil der zwischengelagerte Lößlehm,

zu etwa 60 % der externe Löß- und Verwitterungslehm sowie zu rund 35 % der verwitterte Gipskeupermergel eingesetzt.

Zur Qualitätslenkung und -sicherung wurde die Baugrube Bad Wimpfen während des Aushubs routinemäßig begutachtet und der Aushub beprobt, um bei eventuellen Materialabweichungen vor Ort kurzfristig entsprechende Korrekturen (z.B. Separierung von Aushubpartien) vornehmen zu können. Hierbei erwies sich neben der Abstimmung mit der Bauleitung auch eine direkte Absprache mit den Baggerführern als sehr nützlich und hilfreich.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen

Genauere Zahlen über die finanzielle Abwicklung und Endabrechnung liegen uns für eine genauere Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nicht vor. Es wird deshalb beispielhaft ein Szenario geschildert, das die allgemeinen Möglichkeiten von Kostenabschätzungen und damit verbundenen Einsparpotenzialen bei der Verwertung von Bodenaushub im Deponiebetrieb verdeutlicht.

Der *Deponiebetreiber* kann, wie im vorliegenden Fall, durch ein günstiges Angebot der Bieterfirma profitieren, das aus einem Sondervorschlag (Verwertung von auf der Deponie zwischengelagertem Bodenaushub) resultiert. Die rechtzeitige Bevorratung mit Deponieabdichtungsmaterial ist ökologisch und ökonomisch äußerst sinnvoll, jedoch zwingend mit folgenden Forderungen verknüpft:

- Es darf nur nachweislich geeigneter Bodenaushub eingelagert werden, der den geforderten Qualitätsanforderungen weitestgehend entspricht. Gewisse Abweichungen können nur in Bezug auf die Einbaufähigkeit (z.B. Wassergehalt), nicht jedoch auf unveränderliche natürliche Materialparameter, wie z.B. Kalkgehalt oder organische Bestandteile toleriert werden.
- Die Materialeigenschaften sollten bereits bei der Einlagerung durch orientierende Eignungsprüfungen in Form eines Eignungsnachweises dokumentiert werden. Werden unterschiedliche Materialien zwischengelagert, sind hierzu ge-

trennte und sortenreine Mieten anzulegen und diese entsprechend zu kennzeichnen.

- Der Bodenaushub muss bei der Anlieferung frei von umweltschädlichen Stoffen sein (ggf. Unbedenklichkeitsnachweis), und er darf keine störenden Fremdstoffe, wie z.B. Bauschutt oder Holz, enthalten. Die Sortenreinheit und Schadstofffreiheit ist durch eine qualifizierte Eingangskontrolle sowie im Verdachtsfall durch eine vorläufige, separate Zwischenlagerung der beanstandeten Charge zu gewährleisten. Ungeeignetes angeliefertes Material ist auf Kosten des Anlieferers wieder abzufahren.
- Das Zwischenlager muss sachgerecht aufgebaut und unterhalten werden, wobei besonders ein Eindringen von Wasser unbedingt vermieden werden muss. Die Bodenaushubmieten müssen zudem nach Abschluss ausreichend gesichert werden, um nachträgliche Verunreinigungen durch unkontrolliertes Abkippen zu verhindern.

Die *Baufirma* kann sich über die Position „Liefen von mineralischem Dichtungsmaterial“ durch einen ökologisch sinnvollen und kostengünstigen Sondervorschlag einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil für die Auftragsvergabe verschaffen. Dies kann z.B. durch einen technisch-wirtschaftlich optimierten Einsatz von Auftraggeber(AG)-eigenem Bodenmaterial oder durch die günstige Beschaffung von Bodenaushub aus externen Baumaßnahmen erreicht werden.

Aus Sicht der *Baufirma* sind folgende Punkte wichtig:

- Soll AG-eigenes Material eingesetzt werden, muss hierzu ein Eignungsnachweis angefordert werden. Liegt ein solcher nicht vor, müssen vor der Angebotsabgabe - gegebenenfalls auf eigene Kosten - orientierende Eignungs-Vorprüfungen der „kritischen“ Parameter (Kalkgehalt, Organik, Körnungslinie, evtl. Wasserdurchlässigkeit) durchgeführt werden.
- Die Notwendigkeit von Eignungs-Voruntersuchungen gilt auch für den Einsatz von Bodenaushub aus externen Baumaßnahmen, mit dem

in der Ausschreibung kalkuliert werden soll. Die anfallenden Untersuchungskosten können ggf. zwischen der *Baufirma* und dem an der Abnahme des Bodens interessierten Bauherrn aufgeteilt werden.

- Wichtige Qualitätsinformationen über anfallenden Bodenaushub können über qualifizierte Bodenbörsen sowie über Verwertungs-Services erhalten werden. Durch konsequente Nutzung dieser Einrichtungen und Dienstleister können zu einem frühen Zeitpunkt wertvolle und kostengünstige Kalkulationshilfen gewonnen werden.

Die Kosten für fachliche Eignungsbewertungen und Erstellen des Eignungsnachweis sind wie folgt zu beziffern (Tab. 20):

Tätigkeit	DM
Vorbereitende Besprechungen, Auswerten der Eignungsprüfungen	400,00
Zusammenfassung und Beurteilung der Ergebnisse im Eignungsnachweis (Bericht)	1.280,00
gesamt	1.680,00

Tab. 20: Kosten verwertungsbezogene Fachleistungen (Fallbeispiel 6)

Zusammenfassung

Folgende Untersuchungsergebnisse aus dem Fallbeispiel sind wichtig:

- Es erweist sich als ökologisch und wirtschaftlich sinnvoll, das für Erweiterungen oder den Abschluss von Deponien benötigte Abdichtungsmaterial frühzeitig auf der Deponiefläche anzusammeln. Sehr wichtig ist hierbei allerdings, dass nur qualitativ vorgeprüftes, sortenreines Material zwischengelagert und dieses nicht nachträglich mit schädlichen Bestandteilen, wie z.B. Bauschutt, vermischt wird.

- Durch ein entsprechendes Bodenaushubmanagement kann der benötigte hochwertige Dichtungston aus Baugrubenaushub rekrutiert werden. Fehlende Qualitätsmerkmale einer Bodenaushubcharge können durch Zumischen von Additivstoffen (z.B. Bentonit, Tonmehl) bzw. durch Verschneiden mit zusätzlichem Aushubmaterial ausgeglichen werden. Die technische Durchführbarkeit und Wirtschaftlichkeit wird vorab in einem Versuchsfeld ermittelt.
- Die Herstellung hochwertiger Dichtungstone aus Bodenaushub und Bodenaushubmischungen setzt erhebliche fachliche und technische Kenntnisse sowie fundierte Erfahrungen seitens der Baufirma und der beratenden Fachgutachter voraus. Andererseits birgt diese Verwertung ein großes Wertschöpfungspotenzial, besonders, wenn wie beim Fallbeispiel, dadurch endliche Rohstoffressourcen (hier: keramische Rohstoffe aus einer Tongrube) geschont werden können.

Literatur

- [1] BILITEWSKI, B. et al.: Vermeidung und Verwertung von Reststoffen in der Bauwirtschaft. - Beiheft zu „Müll und Abfall“. E. Schmidt; Berlin 1995.
- [2] ENQUÊTE-KOMMISSION „Schutz des Menschen und der Umwelt“ - Zwischenbericht „Konzept Nachhaltigkeit. Fundamente für die Gesellschaft von morgen“. Deutscher Bundestag, Referat Öffentlichkeitsarbeit; Bonn 1997. Universitäts-Druck.
- [3] IGI NIEDERMEYER INSTITUTE: NBS Stuttgart-Augsburg, Bereich Wendlingen-Ulm. - Umweltverträglichkeitsuntersuchung (Fachbeilage 4) „Ablagerungs- und Massendeckungskonzept“; Westheim 1994.
- [4] STADT STUTTGART, Amt für Umweltschutz: Hydrogeologie und Baugrund, Schutz der Mineral- und Heilquellen. - Untersuchungen zur Umwelt „Stuttgart 21“, Heft 3; Stuttgart 1996. Eigenverlag.
- [5] STADT STUTTGART, Tiefbauamt (Bodenbörse): Konzeption zur technischen Verwertung des im Stadtgebiet von Stuttgart anfallenden Bodenaushubs. - HAGELAUER, W. (Bearbeiter). Stuttgart 1996, unveröffentlicht.
- [6] UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG: Technische Verwertung von Bodenaushub. HAGELAUER, W. & WOLFF, G. (Bearbeiter). - Luft, Boden, Abfall, Heft 24; Stuttgart 1992. Eigenverlag.
- [7] UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG: Leitfaden zum Schutz der Böden beim Auftrag von kultivierbarem Bodenaushub. KOHL, R., LEHLE, M., REINFELDER, H., SCHLECHTER, R. (Bearbeiter). - Luft, Boden, Abfall, Heft 28: 29 S.; Stuttgart 1994. Eigenverlag

Begriffe

Da mit dem Thema „Boden“ unterschiedliche Fachgebiete und Personenkreise befasst sind, werden die einschlägigen Begriffe in der Praxis teilweise unterschiedlich gebraucht. Im Folgenden wird deshalb aufgeführt, wie die einzelnen Begriffe im Sinne der Arbeitshilfe zu verstehen sind.

Boden: Obere Schicht der Erdkruste, soweit sie Träger der im Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) in § 2 Absatz 2 genannten Bodenfunktionen ist. Dieses sind die natürlichen Funktionen, die Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte, sowie die Nutzungsfunktionen.

Bei der Baugrundbenennung und -beschreibung wird Boden als ein Lockergestein im oberen Bereich der Erdkruste definiert. Er besteht aus mineralischen und gelegentlich aus organischen Substanzen sowie aus Hohlräumen. (Bautechnik: DIN 4022).

Fels: Verband von gleichartigen oder ungleichartigen Gesteinen, die ein natürlich entstandenes, fest zusammenhängendes Gemenge einer oder mehrerer Mineralarten sind (DIN 4022). Soweit Fels Träger der Bodenfunktionen im Sinne des BBodSchG ist, wird er nach dem BBodSchG dem Boden zugerechnet.

Bodenmaterial: Aus Böden und deren Ausgangsgesteinen stammendes Material.

Bodenaushub: Bodenmaterial (nach DIN 4022: Material von Boden oder Fels), das im Rahmen von Unterhaltungs, Neu- und Ausbaumaßnahmen im terrestrischen Bereich anfällt (DIN 19731); nach dem Europäischen Abfall-Katalog (EAK) fällt er in 17 05 01 Erde und Steine (nicht verunreinigt).

Verwertung: Substitution von Rohstoffen durch die Gewinnung von Stoffen aus Abfällen (sekundäre Rohstoffe) oder die Nutzung der stoffli-

chen Eigenschaften der Abfälle für den ursprünglichen Zweck oder für einen anderen Zweck (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz).

Im Rahmen der Arbeitshilfe wird die Verwertung von Bodenaushub als Baustoff im bautechnischen Bereich und als Rohstoff behandelt („Technische Verwertung“).

Die Verwertung von Bodenaushub zur Herstellung einer kultivierbaren Bodenschicht, z.B. im Rahmen von Geländeauffüllungen, Rekultivierungen oder im Landschaftsbau ist nicht Gegenstand des Leitfadens (siehe hierzu [3]).

durch individuelle Beteiligung von Bodenakteuren mit dem Ziel einer möglichst hohen Verwertungsquote und Verwertungsqualität.

Bodenakteur: Am Bodenaushubmanagement beteiligter Bauherr, Planer oder Verwerter.

Verwertungsgruppe: Klassifikation von Boden (nach DIN 4022: Boden und Fels) nach seiner Verwertbarkeit als Roh- oder Baustoff.

Verwertungskategorie: Bezeichnung des qualitativen Verwertungslevels. Kategorie K II = hochwertige Verwertung, K I = durchschnittliche Verwertung.

Eignungsnachweis: Nachweis der möglichen Verwertbarkeit von Bodenaushub durch Qualitäts- und Eignungsprüfungen und eine sachkundige Verwertungszuordnung.

Verwertungs-/Beseitigungskonzept: Konzept zur Verwertung von unbelastetem Bodenaushub (Verwertungskonzept) und ggf. zur umweltverträglichen Beseitigung von belastetem oder nicht verwertbarem Bodenaushub.

Verwertungs-/Beseitigungsnachweis: Nachweis der konkret ausgeführten Verwertung (Verwertungsnachweis) und ggf. Beseitigung (Beseitigungsnachweis).

Verwerter: Unternehmen des Baugewerbes, der Baustoffindustrie und sonstiger rohstoffverarbeitender Industrien, welche Bodenaushub technisch verwerten.

Verwertungsinstrument: Maßnahmen zur quantitativen und qualitativen Optimierung der Bodenaushubverwertung.

Bodenaushubmanagement: Maßnahme zur marktfähigen Verwertung von Bodenaushub

Anhang

Inhalt:

Muster eines tabellarischen Eignungsnachweises (zu Fallbeispiel 3)

Anlage 1: Protokolle zu bodenmechanischen Laboruntersuchungen

Anlage 2: Protokolle zu mineralogischen und ziegeltechnischen Laboruntersuchungen

Auszüge aus Leistungsverzeichnis (zu Fallbeispiel 3)

Verzeichnis der Ziegelwerke in Baden-Württemberg

Verzeichnis der Zement- und Kalkwerke in Baden-Württemberg

Muster eines tabellarischen Eignungsnachweises

Basisdaten, Materialkennwerte, Verwertungszuordnung

Laborprotokolle als Anl. 1 und 2

Auszug aus Eignungsnachweis für Fallbeispiel 3:

Flughafen Stuttgart, „Neubau Parkhaus- und Dienstleistungsgebäude P 1“

Eignungsnachweis	Vorauswahl / Basisdaten
Projektdate	
Baumaßnahme:	Flughafen Stuttgart, Parkhaus P1.1 und P1.2
Aushubkomplex:	Schwarzjura-Tone / zersetzte Schwarzjura-Tonmergel
Aushubmenge:	ca. 43.000 m ³
Aushubzeitraum:	ab Sommer 1995
Gewinnungsart:	mit Bagger und Raupe
Probenahme	
Entnahmestelle:	Schürfgrube 1 (25.11.1994)
Entnahmetiefe:	3,7 m (Probe 1); 4,2 m (Probe 2)
Entnahmeart:	Gestört
Bodenaushub	
- Lockergestein: (Grobbeschreibung)	
Hauptanteil:	Ton
Nebenteil(e):	Schluffig, feinsandig
Nebenbestandteil(e):	-
Beschaffenheit/ Beschreibung:	Homogenes Verwitterungsprofil, zäher Tonboden
- Festgestein: (Grobbeschreibung)	
Gesteinsart:	Tonmergelstein (Ausgangsgestein)
Verwitterungsgrad:	Zersetzt
Chemische Belastungen	
Vornutzung des Geländes:	Verkehrs-, Park- und Grünflächen
geogene Belastung:	Geogene KW (IR)-Belastungen bis 1.000 mg/kg durch bituminöse Inhaltsstoffe möglich; Belastungen unbedenklich
künstliche Verunreinigung:	Nicht bekannt

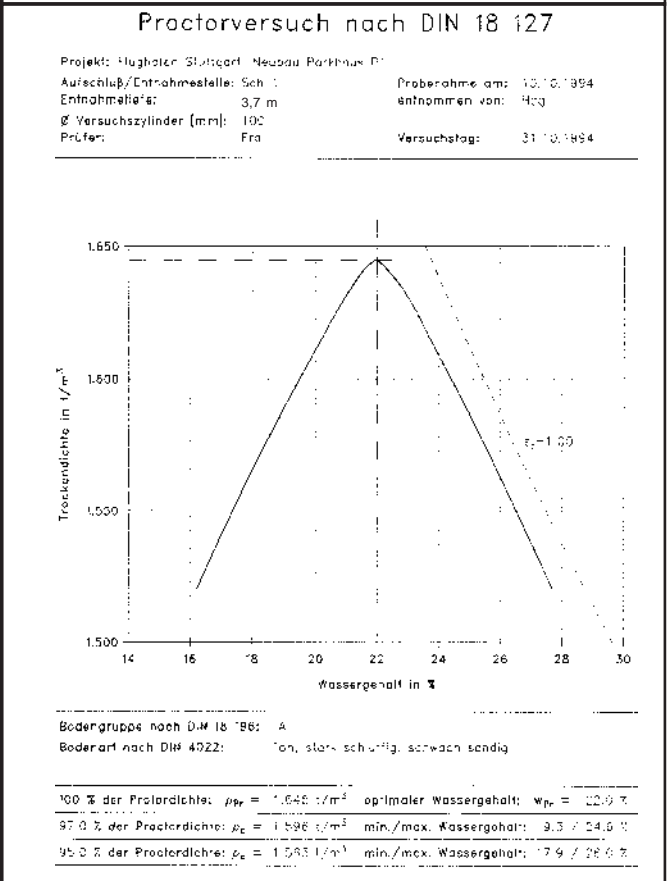
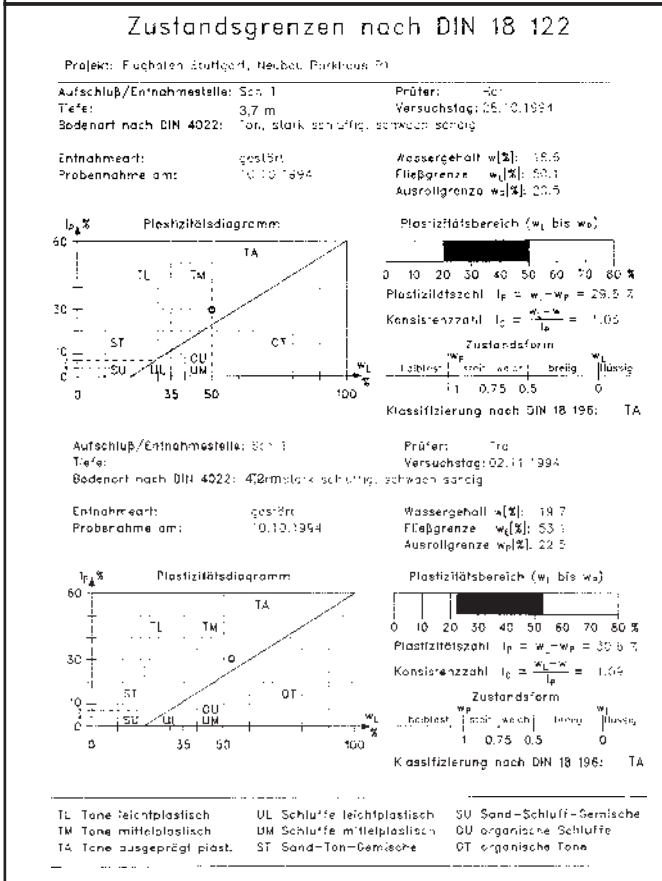
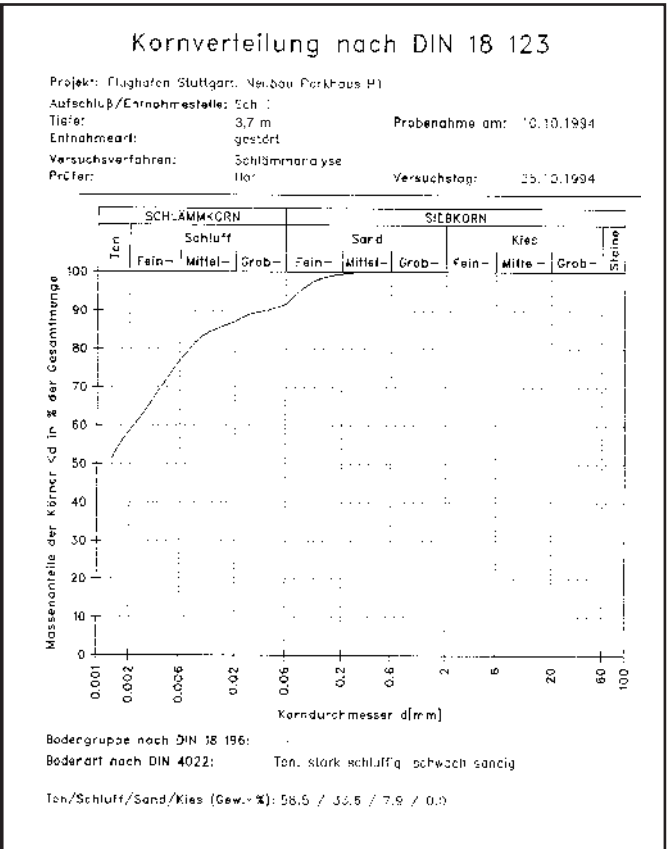
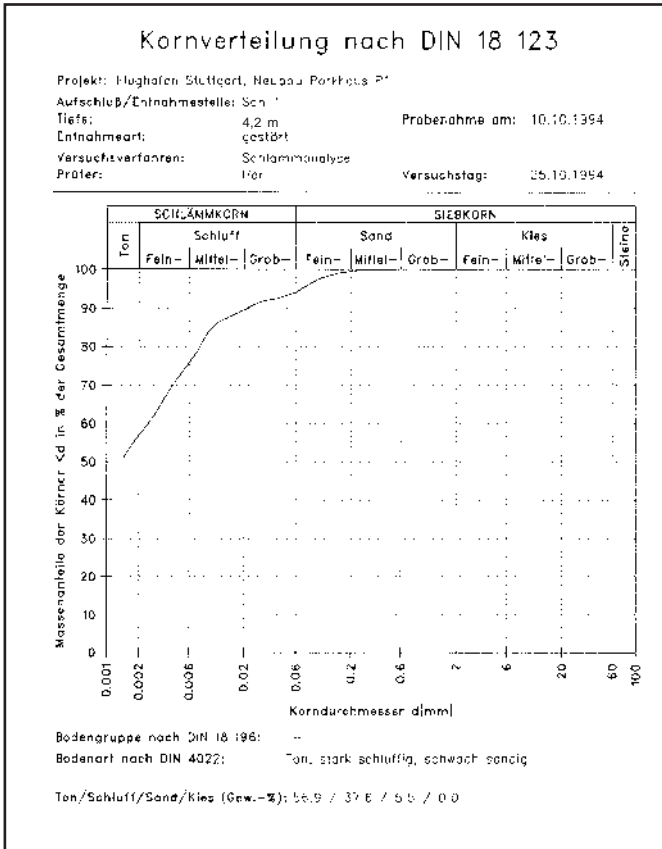
Eignungsnachweis	Generelle Eignungsprüfung (GEP)	Anl.
Bodenmechanische Untersuchungen		
Probe 1: (Sch 1: 3,7 m) Probe 2: (Sch 1: 4,2 m)		Anl.
- Benennung/Klassifikation		
Bodenart (DIN 4022)	Ton, stark schluffig, schwach feinsandig	1
Tonanteil (< 0,002 mm) (%)	58,5 (Probe 1) 56,9 (Probe 2)	1
Ungleichförmigkeitszahl U	-	
Bodengruppe (DIN 18 196)	TA (Proben 1 und 2)	1
Bodenklasse (DIN 18 300)	5	
Kalkgehalt V _{Ca} (%) SCHEIBLER	16,9 (Probe 1) 17,0 (Probe 2)	
Glühverlust V _{gl} (%)	6,7 (Probe 1) 7,3 (Probe 2)	
- Zustandsbeschreibung		
Wassergehalt w (%)	18,6 (Probe 1) 19,7 (Probe 2)	1
Fließgrenze w _L (%)	50,1 (Probe 1) 53,1 (Probe 2)	1
Ausrollgrenze w _p (%)	20,5 (Probe 1) 22,5 (Probe 2)	1
Schrumpfgrenze w _s (%)	n.b.	
Konsistenz	halbfest (Proben 1 und 2)	1
- Verdichtungsverhalten		
Proctordichte P _r (t/m ³)	1,645 (Probe 1) 1,640 (Probe 2)	1
optimaler Wassergehalt w _p (%)	21,0 (Probe 1) 22,0 (Probe 2)	1
Grenzwassergehalte w _{min} /max(0,97)	19,3 / 24,6 (Probe 1) 18,2 / 24,5 (Probe 2)	1
Grenzwassergehalte w _{min} /max(0,95)	17,9 / 26,0 (Probe 1) 16,7 / 26,0 (Probe 2)	1
Verdichtbarkeitsklasse (ZTV A-SIB 89)	V 3 (Verdichtbarkeit abhängig von Kornzusammensetzung, Kornform und Wassergehalt)	
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTVE-SIB 76)	F 2 (gering bis mittel frostempfindlich)	
Felsmechanische Untersuchungen		
Geologische/Petrographische Bezeichnung	Schwarzer Jura 3: bituminöse Ton- und Tonmergelsteine ("Ölschiefer")	
Felsgruppencode (FGSV)	-	
Verwitterungsgrad (FGSV)	VZ (zersetzt)	
Felsklasse (DIN 18 300)	-	
Verwertungsgruppe	L 1	
Schadstoffuntersuchungen		
Zuordnungswert (LAGA)	gemäß Vornutzung: Z 0	
Schadstoffanalysen	-	

Eignungsnachweis	Spezielle Eignungsprüfung (SEP)	Anl.
Bodenmechanische Untersuchungen		
Einaxiale Druckfestigkeit q _u		Anl.
- Scherparameter		
Reibungswinkel φ (°)	12° - 16°	
Kohäsion c' (kN/m ²)	15 - 22	
Undränderte Kohäsion c _u (kN/m ²)	n.b.	
- Wasserdurchlässigkeit		
k _r -Wert (m/s)	1,7 10 ⁻¹¹ (Probe 1) 2,7 10 ⁻¹² (Probe 2)	
- Wasseraufnahmefähigkeit		
nach ENSLIN-NEFF (%)	84,0 (Probe 1) 74,0 (Probe 2)	
Mineralogische Untersuchung		
- Mineralbestand		
Quarz (%)	16 (Probe 1) 14 (Probe 2)	2
Feldspat (%)	2 (Probe 1) 2 (Probe 2)	2
Kaolinit (%)	16 (Probe 1) 20 (Probe 2)	2
Illit (%)	18 (Probe 1) 24 (Probe 2)	2
Montmorillonit (%)	18 (Probe 1) 15 (Probe 2)	2
Calcit (%)	30 (Probe 1) 25 (Probe 2)	2
Summe quellfähige Tonminerale	22 (Probe 1) 22 (Probe 2)	2
Chemische Untersuchungen		
- Chemische Analyse		
SiO ₂ (%)	n.b.	
Al ₂ O ₃ (%)	n.b.	
Fe ₂ O ₃ (%)	n.b.	
MgO (%)	n.b.	
CaO (%)	n.b.	
Na ₂ O + K ₂ O (%)	n.b.	
Mineralstoff-Eignungsprüfungen (TP Min-StB)		
Prüfergebnisse	-	
Zuschlag.Eignungsprüfungen (DIN 4226)		
Prüfergebnisse	-	

Eignungsnachweis		Verwertungsuordnung	
Rohstoff	Verwertungskategorie K II	Bemerkungen	
- Grobkeramik			
Rohstoff für Hintermauerziegel		evtl. möglich als Zuschlagton für Firma B	
Rohstoff für Dachziegel, Vormauerziegel		keine Eignung für Firma A Eignung für Firma C, jedoch Betriebsversuch mit 20 t erforderlich	
Rohstoff für Sinterzeug (Klinker, Riemchen)		nicht untersucht	
Rohstoff für Feuerfeste Steine		nicht untersucht	
- Feinkeramik			
Rohstoff für Irdengut, Steingut		nicht untersucht	
Baustoff			
Verwertungskategorie K II			
- Verkehrswegebau			
Dammschüttmaterial für Straßendämme (ZTVE-SIB 76) und Bahndämme (DS 836) mit > 6 m Höhe		nur bedingt geeignet (geringe Standfestigkeit, witterungsempfindlich, Quellvorgänge)	
Abdichtungsmaterial für Straßen in Wasserschutzgebieten (RiSiWag)		witterungsempfindlich	
- Hochwasserschutz			
Dammschüttmaterial für Staudämme und Flußdeiche (homogene Erddämme)		witterungsempfindlich	
- Deponiebau			
Schüttmaterial für Deponiebasisabdichtungen, Zwischen- und Oberflächenabdichtungen (TA Siedlungsabfall)		aufgrund des Kalkgehalts (> 15%) und Glühverlusts (> 5%) Einsatz nur in Mischung mit anderem Material oder ggf. durch Einzelfallentscheidung der Genehmigungsbehörde möglich, witterungsempfindlich.	
Baustoff			
Verwertungskategorie K I			
- Verkehrswegebau			
Dammschüttmaterial für Straßendämme (ZTVE- SIB 76)		nur bedingt geeignet (geringe Standfestigkeit, witterungsempfindlich, Quellvorgänge)	
Dammschüttmaterial für Bahndämme (DS 836)		nur bedingt geeignet (geringe Standfestigkeit, witterungsempfindlich, Quellvorgänge)	
Dammschüttmaterial für Lärm- und Sichtschutzwälle (ZTVE-SIB 76)		witterungsempfindlich	
Baustoff			
Anderweitige Verwendung			
- Landschaftsbau			
Aufschüttungen, Geländemodellierungen		nur Aushub, der für hochwertige technische Verwertungen mindergeeignet ist (z.B. steinhaltige Mischböden aus Grenzbereichen)	
- Verfüll- und Versatzmaterial			
Auffüllungen in Steinbrüchen (Rekultivierung)		nur Aushub, der für hochwertige technische Verwertungen mindergeeignet ist (z.B. steinhaltige Mischböden aus Grenzbereichen)	

Eignungsnachweis	Sonderprüfungen (SOP)		Anl.
Ziegeltechnische Untersuchungen			
Firma/Firmen:	Ziegelwerk A - Dachziegel - (siehe Anl. 2)		
	Ziegelwerk B - Hintermauerziegel -		
	Ziegelwerk C - Dachziegel, Hintermauerziegel -		
- Probenmaterial			
Feuchte (%)	Firma A: ca. 20 %		2
Sonstige Eigenschaften	Unaufbereitetes Material		2
- Formgebungseigenschaften			
Verarbeitungsfeuchte (%)	Firma A: 22 - 23		2
Pfeiferkornesthöhe (mm)	Firma A: 33 - 35		2
Vakuum (%)	Firma A: 85		2
- Trocknungseigenschaften			
Trockenschwindung (%)	Firma A: 6,7 (Probe 1)		2
(12 h Lufttrocknung und 24 h bei 110 °C)	Firma B: siehe Brennschwindung		
	Firma C: 6 (Probe 2)		
	7,3 (Probe 2)		
Trockenausbühlungen	Firma A: keine bzw. leicht		2
Verhalten bei Schnellrocknung	Firma A: alle Proben weisen leichte Risse an der Probenstrinseite auf		2
- Brennverhalten			
Brennschwindung (%)	Firma A: 3 - 4,5 (Probe 1)		2
	1,4 - 1,8 (Probe 2)		
	Firma B*: 11,0 (Probe 1)		2
	8,0 (Probe 2)		
* Trocken- und Brennschwindung	Firma C: 5,5 (Probe 1)		2
	2,6 (Probe 2)		
Glühverlust (%)	Firma A: 10,9 (Probe 1)		2
	13,7 (Probe 2)		
Wasseraufnahme bei 24 h Lagerung unter Wasser (%)	Firma A: 4,8 - 0,7 (Probe 1)		2
	8,3 - 4,8 (Probe 2)		
Brennfarbe	Firma A: orangerot (Probe 1)		2
	orangerot (Probe 2)		
Kernbildung	Firma A: 20 mm, grau (Probe 1)		2
	27 mm, grau (Probe 2)		
Ausbühlungen durch Sulfate	Firma A: leichter Anflug (Probe 1)		2
	keine (Probe 2)		
Siebanalyse	Firma A: siehe Anlage		2
Durchbiegung (mm) bei Probengröße 150x30x10, einseitig eingespannt, mit 50 g belastet	Firma A: 5,9 - 8,2 (Probe 1)		2
	3,9 - 7,0 (Probe 2)		
Kalk, Auswaschungen durch die Wasseraufnahme	Firma A: viel Kalk, > 3 mm (Probe 1); viel Kalk, > 4 mm (Probe 2)		2
Dilatometeruntersuchungen:	Firma A: bei 750 °C max. Dehnung, danach starke Schwindung (Proben 1 und 2)		2
DTA-Untersuchung	Firma A: kaolinitisch-illitische Tone mit deutlichem Kalkpeak, mittlerer Quarzgehalt, stark exotherme Reaktion ab 150-400 °C – Organik (Proben 1 und 2)		2

Anlage 1 zum Eignungsnachweis: Protokolle zu bodenmechanischen Laboruntersuchungen (Fallbeispiel 3)



Anlage 2 zum Eignungsnachweis: Protokolle zu mineralogischen und ziegeltechnischen Laboruntersuchungen (Fallbeispiel 3)

Mineralogische Untersuchungen

Analytische Ergebnisse: (Angaben in MA-%)						Quantitative Bestimmungen: (Angaben in MA-%)							
Probe	m	C	S	CO ₂	Calcit	Probe	Cc	Qz	Fsp	Kao	Ill	Tonm	ΣQ
FS1	0,8 - 2,3	0,777	0,024	2,84	8	FS1	8	46	12	10	12	14	16
FS2	3,4 - 3,9	3,721	0,093	13,54	30	FS2	30	16	2	16	18	18	22
FS3	3,9 - 4,5	3,029	0,034	11,05	25	FS3	25	14	2	20	24	15	22
FS4	4,5 - 5,2	4,421	0,050	16,18	37	FS4	37	10	3	18	20	12	16

C	-	Gesamtkohlenstoffgehalt
S	-	Schwefelgehalt
CO ₂	-	Carbonatgehalt
Calcit	-	berechnet aus dem Carbonatgehalt, wenn Calcit röntgenographisch identifiziert wurde.

Cc	-	Calcit
Qz	-	Quarz
Fsp	-	Feldspat
Kao	-	Kaolinit
Ill	-	illitischer Glimmer
Tonm	-	überwiegend quellfähige Tonminerale
ΣQ	-	Summe der quellfähigen Tonminerale

Ziegeltechnische Untersuchungen

Dachziegelwerke GmbH & Co KG			
ROHSTOFFLABOR			
Protokoll der Tonuntersuchung			
Nr.: 94/71-74			
Datum: 17.11.94			
Herkunft: Flughafengelände Stuttgart			
Probenbezeichnung:	94-71: Lias-Tonmergel	4,5-5,2m	
	94-72: Filderlehm	0,8-2,3m	
	94-73: Lias-Ton	3,4-3,9m	
	94-74: Lias-Ton	3,9-4,5m	
Ziel der Untersuchung: Prüfung der Möglichkeit, die Tone im Dachziegelwerk als Zuschlagton oder Hauptton zu verwenden			
Anlieferdatum	KW 43		
Menge / kg	je 20kg		
Feuchte / %	19-21 %		
sonst. Eigenschaften	unaufbereitetes Material		
Formgebungseigenschaften			
Verarbeitungsfeuchte / %	22-23		
Pfefferkorneshöhe / mm	33-35		
Vakuum / %	85		
sonst. Eigenschaften	2mm gewalzt, außer 94-72 alle mit deutlichen Profiltextruren		
Trocknungseigenschaften			
	94-71	94-72	94-73 94-74
Trockenschwindung 12h Lufttrocknung, 24h 110°C / %	5,7	7,3	6,7 6,7
Trockenausblühungen	keine	keine	leicht keine
Verhalten bei Schnelltrocknung	alle Proben weisen leichte Risse an der Probenstirnseite auf		

Brennverhalten	Aufheizung: 10h- Tmax; max. Brenntemperatur 950°C 1000°C, 1050 °C; Haltezeit 2h			
Brenschwindung / %	0,5-0,7	0,0	3-4,5	1,4-1,8
Glühverlust / %	16-17	8,7	10,9	13,7
Wasseraufnahme bei 24h Lagerung unter Wasser / %	13-11	15,4-12,3	4,8-0,7	8,3-4,8
Brennfärbung	orangerot, 94-72 etwas bräunlich			
Kernbildung	30mm schwarz	keine	20mm grau	27mm grau
Ausblühungen durch Sulfate	keine	keine	leichter Anflug	keine
Siebanalyse / %				
>2mm	0,0	1,6	1,5	0,8
>1mm	1,0	0,4	1,5	0,9
>500µm	1,0	2,4	2,5	1,0
>250µm	2,0	0,9	4,0	3,5
>63 µm	17,0	2,4	11,0	7,5
< 63µm	79,0	92,5	79,5	86,3
Durchbiegung / mm bei Probengröße 150x30x10, einseitig eingespannt, mit 50g belastet	0,0	0-3,5	5,9-8,2	3,9-7,0
Kalk, Auswaschungen durch die Wasseraufnahme	viel Kalk Kalk > 2,5mm	vereinzelt < 1mm	viel Kalk >3mm	viel >4mm
Dilatometeruntersuchung				
	bei 700°C	bei 650°C	max. Dehnung bei 750°C	
	max. Dehnung danach starke Schwindung	max. Dehnung danach leichte Schwindung	danach starke Schwindung	
DTA - Untersuchung				
	kaolinitisch-illitische Tone mit deutlichen Kalkpeak, mittlerer Quarzgehalt, stark exotherme Reaktion ab 150-400°C - Organik			

Einschätzung:
 Entsprechend den vorliegenden Untersuchungsergebnissen sind die Tone des Ausblühgebietes Stuttgarter Flughafen bis auf den Filderlehm nicht für die Dachziegelproduktion geeignet. Die sehr hohen Kalkgehalte und die Ausbildung schwarzer Kerne bei den Lastonen lassen diese Tone eventuell als Zuschlagtone für Mauersteinhersteller zu.
 Der Filderlehm weist vergleichbare Eigenschaften wie der Winnender Ton aus der Grube Höllachhalden auf, wobei jedoch der höhere Glühverlust und die schlechteren Wasseraufnahmewerte weitere Versuche zur Ermittlung der möglichen Zuschlagmenge erfordern. Eventuell wird eine höhere Zugabemenge des derzeitigen Zuschlagtones aus dem Westerwald erforderlich, um die Eigenschaften der Gesamtmischung der derzeitigen Rohmasse anzupfeilern.

Projekt : 41-592-2 LOS 2 B1 PARKHAUS MIT DUNKELSTILTKUNSTWERK
 IV-Phase : LOS-2 INTIA GRUNDSTÜCKS-VERWALTUNGSHBI & CO. KG 11. 2. 95
 Seite : 285

Projekt : 41-592-2 LOS 2 B1 PARKHAUS MIT DUNKELSTILTKUNSTWERK
 IV-Phase : LOS-2 INTIA GRUNDSTÜCKS-VERWALTUNGSHBI & CO. KG 13. 2. 95
 Seite : 273

LEISTUNGSVERZEICHNIS

LEISTUNGSVERZEICHNIS

Ordnungszahl Leistungsbeschreibung Einl.-Preis Gesamtpreis in DM

Ordnungszahl Leistungsbeschreibung Einl.-Preis Gesamtpreis in DM

2. 5. Baugrubenaushub

2. 1. 503 2. ERDAUFBEITUNG

Mit der Einheitspreisen der Auszuberechnungen ist die Berechnung von Hindernissen, die im Zuge der Aushubarbeiten im Maschinenbetrieb mit herausgenommen werden abgegolten. Diese Materialien werden Eigentum der AN und sind elterberechtigt den gesetzlichen Vorschriften zu beseitigen. Stiene hierzu auch Abschnitt 2. 2.

Die Leistungsbeschreibung ist ausgeschrieben, dass der größte Teil der Aushubmassen in das Eigentum des AN übergehen und zu beseitigen ist. Der AN hat somit die Möglichkeit über diese Massen ein wirtschaftliches und ökologisch gutes Verwertungs- und Entsorgungskonzept anzubieten.
 Da jedoch eine möglichst hochwertige Verwertung des Aushubes angestrebt wird, bitten wir die AN weitere Untersuchungen.

*** Grundposition (GPos) 200.0
 Boden für alle Baugruben dieses Loses, einschließlich aller Profilierungen, Vorsprünge, Aufbauten, usw.,
 vollständig losen, Boden wird Eigentum des AN und ist zu beseitigen,
 Verbau wird gesondert verqueret,
 Aushub nach Abtrag des Oberbodens,
 Behandlung durch alle im IV genannten Aushubarbeiten und Abhängigkeiten Baugruben, Aushubarbeiten, Hindernisse in der Baugrube wie Versorgungsleitungen, Gasleitung, sonstigen Aushubarbeiten, sowie durch Verbaute usw. sind in den 2) einzukalkulieren,
 Aushubtiefe (siehe Planunterlagen in Anlagen 1, Bodenklaube bis 6).

Die technische Verwertung des ausis. oder Bodenaushubs wird als Fallstudie eines Bodenschutz-Praktikums des Umweltministeriums haben Wertebewertung bearbeitet. Es wird hierbei ein möglichst hochwertiger Einsatz als Rohstoff oder Rohmaterial auf diese Weise in den Wirtschaftskreislauf zurückzuführen.
 Durch umfassende Voruntersuchungen mit 300 und sonstigen Voruntersuchungen liegt die detaillierte Verwertungsmöglichkeit für verschiedene Einsatzmöglichkeiten vor. Für ca. 140. 000 m³ der Deckschichten (Boden) sowie der Liegesteine und -konkrete wurde durch verschiedene Zielsetzungen z. B. eine Verwertung als Ziege Rohstoff nachgewiesen.
 Auch innerhalb der tieferen Felsschichten können einzelne Hartgesteinsblöcke zu Schottermaterial aufbereitet werden. Der Verwertungsnachweis kann bei Bedarf beim Architekturbüro asp eingesehen werden.

256.000,00 m3
 Leistung wie zuletzt in vollem Wortlaut beschrieben, jedoch: Bodenklaube 7).

Im Rahmen der Vergabe wird mit dem Bieter über dessen Konzeption und über weitere Möglichkeiten gesprochen. Der Bieter soll sein Konzept zum Verwertungs- und Entsorgungsnachweis bei Einleitung zum desprüben vorstellen.

40.400,00 m3

25. Auf die Angaben zur Baustelle in der Projektbeschreibung wird besonders hingewiesen. Die daraus resultierenden Leistungen sowie die Leistungen aus den vorstehenden zusätzlichen technischen Vorschriften sind soweit nicht in Positionen aufgeführt in die allgemeinen Kosten der Baustelleneinrichtung bzw. in die 2) mitein

*** Eventualposition
 Leistung wie zuletzt in vollem Wortlaut beschrieben, jedoch: nach Absprache mit dem AG im Bereich des Baugrubens in M-Raten geschichtet lagern (Rundung und Steuerung mit Folie).

... Fortsetzung

PRINS
 Projekt : 411592-2 LOS 2 PI PARKHAUS MIT DIENSTLEISTUNGSB.
 LV-Datei: LOS-2 INHA GRUNDSTÜCKS VERWALT.MSH & CO.KG 13. 2. 95
 Seite: 236
 2. 6. Baugrubenaushub

LEISTUNGSVERZEICHNIS

Ordnungszahl Leistungsbeschreibung Einb.-Preis Gesamtbetrag in DM in DM

2. 5. 80. *** Alternativpos. 200.5 zu GPos 200.0
 Zulage/Abzuschlag für vorbeschriebene Ausbaupositionen
 bei Änderung nach einem vom AG bestimmten Ort,
 für die Verlagerung bzw. die Verkürzung des
 Förderweges, pro km und pro m3.

1,00 m3km nur Einb.-Pr.
 Wie Positio. 2. 6. 10. , jedoch
 Bodenklass 7.

2. 5. 90. Boden fördern zur Brechanlage des AN (es ist nicht
 gestattet im Laufe d. Brechanlage anzuhalten...
 dort brechen auf eine max. Korrtiefe von 0/55 mm, und
 zur Wiederverwendung geschüttet auf einem Lagerplatz des
 AN zwischenlagern (Abdeckung mit ausreichend dicker
 Folie und Sicherung der Folie). Zwischenlagerter
 unbrauchbarer Boden wird Eigentum des AN und ist zu
 beseitigen.

30.500,00 m3
 Wie Positio. 2. 5. 10. , jedoch
 Bodenklass 4, Füllraum als Schmelzlag
 Boden fördern zu einem Lagerplatz des AN,
 zur Wiederverwendung geschüttet zwischenlagern
 (Awa)er, beim Lagern mit eicht innen
 gefüllte und Abdeckung mit ausreichend dicker 2V
 Beschädigter Folie und Sicherung der Folie).
 Zwischenlagerter unbrauchbarer Boden wird
 Eigentum des AN und ist zu beseitigen.

2. 5. 100. 2.300,00 m3
 Boden über Einzel-Fundamente
 Profillängen lassen, Boden wird Eigentum des
 AN und ist zu beseitigen,
 Ausmaß ab Baugrubenschle,
 alle Abmessungen, siehe Planunterlagen in der
 Anlagen',
 Bodenklass bis 6'.

2. 6. 100. 500,00 m3
 Boden über Einzel-Fundamente
 Profillängen lassen, Boden wird Eigentum des
 AN und ist zu beseitigen,
 Ausmaß ab Baugrubenschle,
 alle Abmessungen, siehe Planunterlagen in der
 Anlagen',
 Bodenklass bis 6'.

PRINS
 Projekt : 411592-2 LOS 2 PI PARKHAUS MIT DIENSTLEISTUNGSB.
 LV-Datei: LOS-2 INHA GRUNDSTÜCKS VERWALT.MSH & CO.KG 13. 2. 95
 Seite: 237
 2. 6. Baugrubenaushub

LEISTUNGSVERZEICHNIS

Ordnungszahl Leistungsbeschreibung Einb.-Preis Gesamtbetrag in DM in DM

2. 5. 40. Achtung:
 Der AG behält sich die Entscheidung vor, das
 Ausbaumaterial teilweise selbst zu verwerten. Hierzu
 dienen die folgenden Alternativpositionen. In diesem
 Zusammenhang wird auf die ZTV hingewiesen.

*** Alternativpos. 200.1 zu GPos 200.0
 Leistung wie zuletzt in vollem Wortlaut beschrieben,
 jedoch 'bis Bodenklass 6',
 fördern nach einem vom AG bestimmten Ort,
 dort nach Angabe abladen,
 Förderweg 5 Km'.

1,00 m3 nur Einb.-Pr.
 *** Alternativpos. 200.2 zu GPos 200.0
 Leistung wie zuletzt in vollem Wortlaut beschrieben,
 jedoch 'bis Bodenklass 6',
 fördern nach einem vom AG bestimmten Ort,
 dort in Mästen einbauen, in Layer bis zu 30 cm,
 Verdichtungsrad Dpr 97 §
 Förderweg 5 Km'.

1,00 m3 nur Einb.-Pr.
 *** Alternativpos. 200.3 zu GPos 200.0
 Leistung wie zuletzt in vollem Wortlaut beschrieben,
 jedoch 'Bodenklasse 7',
 fördern nach einem vom AG bestimmten Ort,
 dort nach Angabe abladen,
 Förderweg 5 Km'.

1,00 m3 nur Einb.-Pr.
 *** Alternativpos. 200.4 zu GPos 200.0
 Leistung wie zuletzt in vollem Wortlaut beschrieben,
 jedoch 'Bodenklasse 7',
 fördern nach einem vom AG bestimmten Ort,
 dort in Mästen einbauen, in Layer bis zu 30 cm,
 Verdichtungsrad Dpr 97 §
 Förderweg 5 Km'.

1,00 m3 nur Einb.-Pr.
 *** Alternativpos. 200.5 zu GPos 200.0
 Leistung wie zuletzt in vollem Wortlaut beschrieben,
 jedoch 'Bodenklasse 7',
 fördern nach einem vom AG bestimmten Ort,
 dort in Mästen einbauen, in Layer bis zu 30 cm,
 Verdichtungsrad Dpr 97 §
 Förderweg 5 Km'.

1,00 m3 nur Einb.-Pr.
 *** Alternativpos. 200.6 zu GPos 200.0
 Leistung wie zuletzt in vollem Wortlaut beschrieben,
 jedoch 'Bodenklasse 7',
 fördern nach einem vom AG bestimmten Ort,
 dort in Mästen einbauen, in Layer bis zu 30 cm,
 Verdichtungsrad Dpr 97 §
 Förderweg 5 Km'.

1,00 m3 nur Einb.-Pr.
 *** Alternativpos. 200.7 zu GPos 200.0
 Leistung wie zuletzt in vollem Wortlaut beschrieben,
 jedoch 'Bodenklasse 7',
 fördern nach einem vom AG bestimmten Ort,
 dort in Mästen einbauen, in Layer bis zu 30 cm,
 Verdichtungsrad Dpr 97 §
 Förderweg 5 Km'.

1,00 m3 nur Einb.-Pr.
 *** Alternativpos. 200.8 zu GPos 200.0
 Leistung wie zuletzt in vollem Wortlaut beschrieben,
 jedoch 'Bodenklasse 7',
 fördern nach einem vom AG bestimmten Ort,
 dort in Mästen einbauen, in Layer bis zu 30 cm,
 Verdichtungsrad Dpr 97 §
 Förderweg 5 Km'.

1,00 m3 nur Einb.-Pr.
 *** Alternativpos. 200.9 zu GPos 200.0
 Leistung wie zuletzt in vollem Wortlaut beschrieben,
 jedoch 'Bodenklasse 7',
 fördern nach einem vom AG bestimmten Ort,
 dort in Mästen einbauen, in Layer bis zu 30 cm,
 Verdichtungsrad Dpr 97 §
 Förderweg 5 Km'.

1,00 m3 nur Einb.-Pr.
 *** Alternativpos. 200.10 zu GPos 200.0
 Leistung wie zuletzt in vollem Wortlaut beschrieben,
 jedoch 'Bodenklasse 7',
 fördern nach einem vom AG bestimmten Ort,
 dort in Mästen einbauen, in Layer bis zu 30 cm,
 Verdichtungsrad Dpr 97 §
 Förderweg 5 Km'.

Verzeichnis der Ziegelwerke in Baden-Württemberg

(Stand 1996, kein Anspruch auf Vollständigkeit)

Lfd. Nr.	Firma	Standort
1	Ziegelwerk Kegelmann GmbH	77855 Achern
2	Ziegelwerk Arnach J. Schmid GmbH & Co. KG	88410 Bad Wurzach
3	Ziegelwerk Ott GmbH	88697 Bermatingen
4	Ziegelwerk Nestrasil GmbH	74354 Besigheim
5	Ziegelwerk Schmid GmbH & Co.	74357 Bönningheim
6	Ziegelwerk Neuschwander Gebr. KG	74336 Brackenheim
7	Ziegelwerk Rimmele G. KG	89584 Ehingen/Donau
8	Ziegelwerk Trost GmbH & Co.	73457 Essingen
9	Ziegelwerk Mayer Th. GmbH & Co. KG	72636 Frickenhausen
10	Ziegelwerk Rapp M.	88484 Hürbel-Gutenzell
11	Ziegelwerk Grehl	89185 Hüttisheim
12	Tonwerke Kandern GmbH	79400 Kandern
13	Ziegelwerk Winkler F. KG	79341 Kenzingen
14	Ziegelwerke Erzingen GmbH	79771 Klettgau-Erzingen
15	Ziegelwerk Trost GmbH & Co.	69254 Malsch
16	Ziegelwerk Layher & Co.	71706 Markgröningen
17	Ziegelwerk Scheerle J. G.	88512 Mengen
18	Baustoffwerke Mühlacker AG	75417 Mühlacker
19	Ziegelwerk Ott GmbH	88630 Pfullendorf
20	Ziegelwerk Trost GmbH & Co. (HV) auch Nr. 15 (Werk Malsch) auch Nr. 29 (Werk Billigheim)	69231 Rauenberg
21	Ziegelwerk Schaffert & Unbehauen GmbH	74585 Rot am See
22	Ziegelwerk Ott L. GmbH & Co. KG	88662 Überlingen-Deisendorf
23	Zentral-Ziegelei Vöhringen GmbH	72189 Vöhringen
24	Ziegelwerk Hess H. & Sohn	71332 Waiblingen
25	Dachziegelwerke Pfeleiderer K. KG	71364 Winnenden
26	Tonwerk Villingen GmbH	78052 Villingen-Schwenningen
27	Ziegelwerk Rupp	74722 Buchen-Hainstadt
28	Ziegelwerk Höfle GmbH	89547 Gerstetten-Dettingen
29	Ziegelwerk Trost GmbH & Co.	74842 Billigheim

Verzeichnis der Zementwerke in Baden-Württemberg

(Stand 1996, kein Anspruch auf Vollständigkeit)

Lfd. Nr.	Firma	Standort
1	Heidelberger Zement AG (HV) auch Nr. 5 (Werk Blaubeuren) auch Nr. 6 (Werk Schelklingen)	69181 Leimen
2	Wössinger Zement GmbH	75045 Wössingen
3	ZEAG Zementwerk Lauffen-Elektrizitäts- werk Heilbronn AG	74348 Lauffen
4	E. Schwenk Zementwerk (HV) auch Nr. 7 (Werk Allmendingen)	89522 Mergelstetten
5	Heidelberger Zement AG	89143 Blaubeuren
6	Heidelberger Zement AG	89601 Schelklingen
7	E. Schwenk Zementwerk	89602 Allmendingen
8	Rudolf Rohrbach KG	72359 Dotternhausen
9	Breisgauer Portland- Cementfabrik Kleinkems	78187 Geisingen
10	Breisgauer Portland- Cementfabrik Kleinkems (HV) auch Nr. 9 (Werk Geisingen)	79586 Efringen-Kirchen 3

Verzeichnis der Kalkwerke in Baden-Württemberg

(Stand 1996, kein Anspruch auf Vollständigkeit)

Lfd. Nr.	Firma	Standort
1	Eduard Merkle GmbH+Co	89143 Blaubeuren-Altental
2	Ulmer Weisskalk GmbH+Co	89130 Blaustein-Ehrenstein
3	Ulmer Weisskalk GmbH+Co (HV) auch Nr. 2 (Werk Herrlingen)	89130 Blaustein-Herrlingen
4	KOCH MARMORIT GmbH	79283 Bollschweil
5	Rudolf Rohrbach KG	72359 Dotternhausen
6	Baustoffwerke Durmersheim GmbH	79586 Efringen-Kirchen 2
7	OMYA GmbH	89527 Giengen-Burgberg
8	Mathis GmbH	79291 Merdingen
9	KWV Jura-Steinwerke GmbH+CoKG	78333 Stockach
10	E. Schwenk Baustoffwerke KG	89077 Ulm
11	Hessler-Kalkwerke OHG	69168 Wiesloch

**„Bodenschutz“
ISSN 0949-0256**

Titel	Band	Jahr der Herausgabe	Preis (falls lieferbar)
Bodendauerbeobachtung in Baden-Württemberg Untersuchungen ausgewählter organischer Schadstoffe und mikrobiologische Charakterisierung der Standorte	1	1999	15,00 DM
Ermittlung atmosphärischer Stoffeinträge in den Boden Nutzung neuer Sammel- und Nachweis- verfahren – Verbundvorhaben Ergebnisse 1998	2	1999	24,00 DM

