

ERDMAUS

by
A. Roth
Rankestraße 10
76137 Karlsruhe

Oktober 1995

Im Auftrag des
Landes Baden-Württemberg
vertreten durch das
Regierungspräsidium Stuttgart
Dr. Bley, Ref 74

Das Programm unterstützt den Sacharbeiter bei der **Massen- und Kostenanalyse von Baumaßnahmen**, bei denen ein **Erdmassenausgleich** anfällt. Der Erdmassenausgleich ist abhängig von der Gründungstiefe, der Grundflächenzahl und der angestrebten Anhebung der neuen Geländeoberkante über der ehemaligen Geländeoberkante.

Dieser Bericht enthält die Excel-Anwendung ERDMAUS.xls und die zugehörige Programmbeschreibung.

Programm laden/starten (bitte anklicken):

[ERDMAUS.xls](#)

Programm - Beschreibung

Systemvoraussetzungen

Voraussetzung für den Einsatz des Programms sind auf der Hardwareseite ein IBM-AT Kompatibler PC mit einem xx386 Prozessor oder höher, sowie ein Arbeitsspeicher (RAM) mit mindestens 4MB. Das Programm selbst, benötigt nur ca. 100KB, kann daher auch von einer Diskette aus betrieben werden, was jedoch die Programmgeschwindigkeit erheblich herabsetzt.

Als Basissoftware wird *EXCEL 5.0* benötigt.

Da das Programm auf einem *Apple Macintosh* geschrieben wurde, ist der Betrieb auf diesen Systemen ebenfalls möglich. Voraussetzung sind dann ebenfalls die Basissoftware *EXCEL*

5.0. Es muß jedoch dann auf *EXCEL 5.0 für Macintosh* umformatiert werden, da leider nicht alle Formate (Schriftart, Zeilenhöhe, Spaltenbreite) bei der Konvertierung erhalten bleiben.

Das Programm

Es wird vorausgesetzt, daß der Anwender mit den grundlegenden Arbeitsschritten von *MICROSOFT-WINDOWS* und *MICROSOFT EXCEL 5.0* vertraut ist. Dem Anwender sollte der Umgang mit der Maus, das Laden von Programmen, das Öffnen und Speichern von Dateien vertraut sein. Alle Erklärungen in dieser Beschreibung beziehen sich nur auf die Programmdatei ERDMAUS.xls selbst. Die vollständige Programm-Dokumentation ist auf der Programmdiskette unter *ERDMAUS.doc (WINWORD 6.0)* abgespeichert.

Das Programm ist kein Programm im eigentlichen Sinne, sondern eine "Programmdatei" welche zum Arbeiten die Basissoftware *MICROSOFT EXCEL 5.0* oder zukünftige höhere Versionen benötigt. Beim Umformatieren und Betreiben auf älteren *Excel* -Versionen gehen einige Informationen verloren. Die Lauffähigkeit kann nicht garantiert werden.

Das Programm *MICROSOFT EXCEL 5.0* ist mittlerweile weitverbreitet, was die Programmierarbeit erleichtert und die beste Einsetzbarkeit gewährleistet.

Der Erdmassenausgleich ist abhängig von der Gründungstiefe, der Grundflächenzahl und der angestrebten Anhebung der neuen Geländeoberkante (GOK) über der ehemaligen GOK.

Im **Eingabeteil** des Programms können die Angaben zum Gebäude, zum Baugrundstück und zu den einzelnen Preispositionen eingegeben werden.

Der **Ausgabeteil** zeigt dann die aus den Angaben errechneten Massen und Kosten an.

Rechts neben den Angaben zu den Einzelpreisen zeigt eine Graphik die Höhen- und Baugrubenunterschiede der beiden Möglichkeiten. Zusätzlich wird die Höhe der GOK bei vollkommenen Erdmassenausgleich, falls nicht erreicht, eingeblendet. Unterhalb der Graphik wird die Grenze des vollkommenen Erdmassenausgleiches durch die Grundflächenzahl ausgedrückt.

In der **Programmbeschreibung** werden die einzelnen Eingabe- und Ausgabepositionen, deren Gebrauch und Funktion eventuell nicht sofort verständlich sind, erklärt. Die Beschreibung der Positionen erfolgt in den mit arabischen Ziffern nummerierten Kapiteln. Im Text selbst sind diese als "POS" gekennzeichnet.

Unter bestimmten Eingabebedingungen werden zu den betreffenden Positionen *erläuternde* und *warnende Hinweise* gezeigt. Auf logische Eingabefehler wird hingewiesen.

Es soll an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen werden, daß dieses Programm keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt und nicht zur endgültigen Massen- und Kostenanalyse erdacht wurde. Es sollte daher als eine unterstützende Hilfe gesehen werden, welche in den meisten Fällen die Möglichkeiten des Erdmassenausgleiches recht gut aufzeigen kann. Die Grenzen des Programms liegen in den bewußt beschränkten Eingabemöglichkeiten.

Bei einfacheren Baumaßnahmen, mit geschickt gewählten Angaben, können jedoch gute Näherungen erzielt werden.

Eingabeteil

Allgemeines: Im Eingabeteil sind die zur Eingabe von Werten bestimmten Felder hellgrau unterlegt.

I. Angaben zum Gebäude

1. Bebaute Grundfläche

Unterkellerte Grundfläche des geplanten Gebäudes. Sollte es sich bei dem geplanten Gebäude um z.B. ein Reihenhaus handeln, dann ist dieses "Einzelgebäude" mit den daran anschließenden Gebäuden, als ein zusammenhängendes, einzelnes Gebäude zu behandeln.

Sollte die bebaute Grundfläche größer oder kleiner als die unterkellerte Grundfläche des Gebäudes sein, dann ist die bei POS 20 errechnete Grundflächenzahl (GRZ) ohne Bedeutung, da sie nicht mehr mit der Definition in der Bau NVO übereinstimmt.

2. Gesamte Grundstücksfläche

Eingabe der zur Verfügung stehenden Grundstücksfläche. Sollte der Erdmassenausgleich nicht für das gesamte Grundstück vorgesehen sein, dann muß hier die dafür vorgesehene Fläche eingegeben werden. Die bei POS 20 errechnete Grundflächenzahl (GRZ) ist dann ohne Bedeutung, da sie nicht mehr mit der Definition in der Bau NVO übereinstimmt.

Fehlermeldungen: Wird eine kleinere Grundstücksfläche als die bebaute Grundfläche eingegeben, so erscheint eine Fußnote * unterhalb von diesem Abschnitt mit der Meldung:

** Der Baugrund kann nicht größer als das Grundstück sein!*

Bei POS 20 erscheint: *Falsche Eingabe in Teil 1!*

3. Umfang des Gebäudes

Eingabe der Summe aller Seitenlängen des Gebäudes. Diese Angabe ist notwendig, um alle für die Baugrube notwendigen Parameter zu berechnen. Diese sind POS 23 "Fläche des abzuschleifenden Oberbodens:" (nur ohne ERDMAUS), POS 24 "Masse Oberboden:" (nur ohne ERDMAUS) und POS 25 "Baugrubenaushub:". Bei Anwendung von Erdmassenausgleich muß auf dem gesamten Grundstück der Oberboden abgeschoben werden.

Sollte es sich bei dem geplanten Gebäude um z.B. ein Reihenhaus handeln, dann ist dieses "Einzelgebäude" mit den daran anschließenden Gebäuden als ein zusammenhängendes, einzelnes Gebäude zu behandeln. Der Umfang ist dann der Gesamtumfang des gesamten Gebäudekomplexes.

Fehlermeldung: Zur Sicherheit wird darauf hingewiesen, ab welchem Umfang des Gebäudes, der Umfang eines Quadrates unterschritten wird. Sollte ein rundes Gebäude geplant werden, so kann diese Fehlermeldung nach Prüfung des eingegebenen Wertes ignoriert werden. Die Fehlermeldung hat **keine** Konsequenzen auf die weiteren Berechnungen.

Die Fehlermeldung * *Der Gebäudeumfang muß größer sein!* erscheint unterhalb diesen Abschnittes.

4. Angestrebte Gründungstiefe

Eingabe der angestrebten **Gründungstiefe** unter der neuen GOK.

Tauf-, Geschoß- und Sockelhöhe legen die Fußbodenhöhe des Erdgeschosses über der GOK fest, die Höhe der Erdgeschoßdecke, die Kellergeschoßhöhe und die Höhe des gesamten Fundamentes bestimmen die Gründungstiefe des Gebäudes.

Die gewählte Gründungstiefe wird in dem Schaubild dargestellt.

Anmerkung: Falls es sich um einen relativ homogenen Baugrund handelt (keine Änderung der Bodenklasse), kann auch die überbaute Grundfläche und die gesamte Grundstücksfläche für mehrere Grundstücke eingegeben werden. Bei Neubaugebieten mit z.B. sehr unterschiedlichen Grundflächenzahlen (GRZ) kann so ausprobiert werden, ob eine Zwischenlagerung auf dem gesamten Areal überhaupt möglich ist. Als Umfang des Gebäudes muß dann die Summe aller einzelnen Gebäudeumfänge eingegeben werden. Bei der angestrebten Gründungstiefe wird die durchschnittliche Gründungstiefe der betroffenen Gebäude benötigt. Es sollte dabei aber bedacht werden, daß in den wenigsten Baugebieten überall gleichzeitig gebaut wird, sich so also meist für eine gewisse Zeit zusätzlich Zwischenlagerfläche finden läßt.

II. Angaben zum Baugrundstück

5. max. Aufschütthöhe über GOK

Eingabe der von z.B. der Gemeinde maximal vorgesehenen Anhebung der neuen GOK (z.B. durch Vorgabe der Straßengradienten) über das ursprüngliche Gelände. Es ist auch möglich, daß bei z.B. kleinen Grundflächenzahlen (in der Regel bei großen Grundstücken) die tatsächliche Anhebungshöhe geringer ausfällt als geplant, da dafür nicht genug Bodenmaterial aus der Baukörperverdrängung anfällt. Um die selbe Höhe wird dann auch das gesamte Gebäude mit angehoben.

HINWEIS: Eine durch Erdmassenausgleich erreichte Anhebung des Gebäudes kann unter Umständen dazu führen, daß Sondermaßnahmen am Bauwerk, wie z.B. spezielle Kellerabdichtungsmaßnahmen bei zu geringem Flurabstand vermieden werden können. Bei flachgründigen oder geschichteten Böden kann der Aufwand für den Aushub der Baugrube durch z.B. Lösearbeiten von Fels unter Umständen erheblich geringer oder ganz entfallen.

Diesen zusätzlichen Kostenvorteil kann das Programm nicht berücksichtigen.

6. Oberbodenmächtigkeit

Eingabe der Mächtigkeit des verwertbaren und zur Wiederkultivierung geeigneten humosen Oberbodens (Mutterboden). Dieser wird bei Erdmassenausgleich vor Baubeginn auf dem gesamten Grundstück abgeschoben und muß bis zum Wiedereinbau sachgerecht zwischengelagert werden. Ohne Erdmassenausgleich muß nur der Oberboden des Baufeldes abgeschoben und zwischengelagert werden.

Bei uns vorzufindende Oberböden haben eine Mächtigkeit von 0,10 - 0,30m, selten mehr.

Die Mächtigkeit des Oberbodens wird im Schaubild dargestellt.

Fehlermeldung: Wird eine Oberbodenmächtigkeit von > 0,50m eingegeben, dann erscheint unterhalb dieses Abschnittes die Fehlermeldung: ** Natürliche Oberböden > 0,50m kommen selten vor!*

Die Fehlermeldung hat keine Konsequenzen auf die weiteren Berechnungen. Es kann dadurch auch ein anders gearteter Bodenabtrag simuliert werden, z.B. ein leicht zu lösender Boden (Sande, Kiese) über einem schwer zu lösenden Boden (dicht gelagerte Tone, leichter Fels) der dann bei den Einzelpreisangaben berücksichtigt werden sollte. Der Oberboden bleibt dann aber unberücksichtigt.

7. Bodenklasse oder Bodenart

Die **Bodenklasse oder Bodenart** (Eingabe) entscheidet über die Positionen 8 (mittlerer Auflockerungsfaktor), POS 9 (mittlere Bodendichte, feucht) und POS 10 (Boschungswinkel der Baugrube). Prinzipiell sind hier zwei unterschiedliche Eingabearten möglich:

Durch Eingabe der Bodenklasse:

Die Bodenklassen werden nach dem Aufwand, der für ihre Gewinnung notwendig ist, unterschieden. Die Bodenklasse (BK) 1 ist die Bezeichnung für den humosen Oberboden (Mutterboden), also kein Baugrund. In BK 2 sind Torfe, Schlick und Mudde eingeteilt, ebenfalls allesamt kein Baugrund. In BK 3 sind die leicht zu fördernden Böden, (Sande und Kiese), in BK 4 die mittel (Schluffe, Tone, Lehme) und in BK 5 die schwer zu fördernden Böden (ausgeprägt plastische Tone, dicht gelagert) eingeteilt. Bodenklasse 6 repräsentiert den noch leicht gewinnbaren, schon verwitterten, klüftigen Fels, BK 7 den schwer gewinnbaren, noch unverwitterten Fels. Die Bodenklasse kann z.B. aus bestehenden Baugrunduntersuchungen ermittelt werden.

Durch Eingabe der Bodenart:

Mit der Bodenart (BA) sind die einzelnen Böden nach ihren physikalischen Eigenschaften eingeteilt. Die Eingabe der nach DIN 18 196 festgelegten und unten beschriebenen Kurzzeichen für die einzelnen Bodenarten, führt bei POS 8 - POS 10 dann auch zu genaueren Ergebnissen, während bei Eingabe der Bodenklasse nur ein Mittelwert (POS 8

und POS 9) oder der ungünstigste Wert (POS 10) der darin zusammengefaßten Bodenarten zur weiteren Berechnung herangezogen werden kann.

Bodenklassen

Eingabe: BK "1" oder "2"

Ausgabe: "* Die Bodenklassen 1 und 2 sind kein normaler Baugrund!"

Eingabe: BK "3"

Ausgabe: Unterhalb des Abschnittes II werden alle zur BK 3 gehörenden Bodenarten mit deren Kurzzeichen nach DIN 18 196 aufgelistet. Hier: "* GE, GW, GI, SE, SW, SI, GU, GT, SU und ST"

POS 8: 0,90

POS 9: 1,90 kg/dm³

POS 10: 40°

Eingabe: BK "4"

Ausgabe: Unterhalb des Abschnittes II ... Hier: "* GU*, GT*, SU*, ST*, UL, TM, TL, OU, TM und UA"

POS 8: 0,85

POS 9: 2,00 kg/dm³

POS 10: 50°

Eingabe: BK "5"

Ausgabe: Unterhalb des Abschnittes II ... Hier: "TA und OT"

POS 8: 0,75

POS 9: 1,90 kg/dm³

POS 10: 60°

Eingabe: BK "6"

Ausgabe: Unterhalb des Abschnittes II ... Hier: "*" Fels, leicht. Erdmassenausgleich unwahrscheinlich!"

POS 8: 0,70

POS 9: 2,40 kg/dm³

POS 10: 80°

POS 15: "Aushub Baugrube (Fels, leicht):"

Eingabe: BK "7"

Ausgabe: Unterhalb des Abschnittes II ... Hier: "*" Fels, hart, unverwittert. Erdmassenausgleich sehr unwahrscheinlich!"

POS 8: 0,60

POS 9: 2,60 kg/dm³

POS 10: 80°

POS 15: "Aushub Baugrube (Fels, hart,uv):"

Anmerkung: Die Variationsmöglichkeiten der Preise für die unterschiedlichen Felsarbeiten bei den Bodenklassen 6 und 7 erschienen hier zu groß, um einen Kostenfaktor für die Zwischenlagerung im Programm zu implementieren. Es soll dem Anwender überlassen bleiben, für diesen doch recht seltenen und speziellen Fall die möglichen Preise in Erfahrung zu bringen und einzugeben, falls überhaupt Erdmassenausgleich möglich ist, was in den allermeisten Fällen aufgrund des anfallenden Materials und/oder der Topographie nicht möglich sein wird.

Alphabetische Auflistung aller Bodenarten nach DIN 18 196

Eingabe: BA "F" (Mudde)

Ausgabe: "*" OH, HN, HZ, und F sind kein normaler Baugrund !"

POS 8: - - -

POS 9: - - - kg/dm³

POS 10: - - °

Eingabe: BA "GE" (Kies, engestuft; Fluß-, Strand-, Moränenkies, Terrassenschotter)

Ausgabe: "Bodenklasse 3"

POS 8: 0,90

POS 9: 1,80 kg/dm³

POS 10: 40°

Eingabe: BA "**GI**" (Kies, intermittierend; Fluß-, Strand-, Moränenkies, Terrassenschotter)

Ausgabe: "Bodenklasse 3"

POS 8: 0,90

POS 9: 1,90 kg/dm³

POS 10: 40°

Eingabe: BA "**GT**" (Kies, tonig; Verwitterungskies, Hangschutt, Geschiebelehm)

Ausgabe: "Bodenklasse 3"

POS 8: 0,90

POS 9: 2,10 kg/dm³

POS 10: 50°

Eingabe: BA "**GT***" (Kies, stark tonig; Verwitterungskies, Hangschutt, Geschiebelehm)

Ausgabe: "Bodenklasse 4"

POS 8: 0,85

POS 9: 2,10 kg/dm³

POS 10: 60°

Eingabe: BA "**GU**" (Kies, schluffig; Verwitterungskies, Moränenkies, Hangschutt)

Ausgabe: "Bodenklasse 3"

POS 8: 0,90

POS 9: 2,00 kg/dm³

POS 10: 50°

Eingabe: BA "**GU***" (Kies, stark schluffig; Verwitterungskies, Moränenkies, Hangschutt)

Ausgabe: "Bodenklasse 4"

POS 8: 0,85

POS 9: 2,00 kg/dm³

POS 10: 60°

Eingabe: BA "**GW**" (Kies, weitgestuft; Fluß-, Strand-, Moränenkies, Terrassenschotter)

Ausgabe: "Bodenklasse 3"

POS 8: 0,90

POS 9: 1,90 kg/dm³

POS 10: 40°

Eingabe: BA "**HN**" (Hoch-, Niedermoor; Bruchwaldtorf)

Ausgabe: "* OH, HN, HZ, und F sind kein normaler Baugrund!"

POS 8: - - -

POS 9: - - - kg/dm³

POS 10: - - °

Eingabe: BA "**HZ**" (Hoch-, Niedermoor; Bruchwaldtorf)

Ausgabe: "* OH, HN, HZ, und F sind kein normaler Baugrund!"

POS 8: - - -

POS 9: - - - kg/dm³

POS 10: - - °

Eingabe: BA "**OH**" (Mutterboden; Bruchwaldtorf)

Ausgabe: "* OH, HN, HZ, und F sind kein normaler Baugrund!"

POS 8: - - -

POS 9: - - - kg/dm³

POS 10: - - °

Eingabe: BA "**OK**" (Kalksand)

Ausgabe: "Bodenklasse 3"

POS 8: 0,85

POS 9: 1,70 kg/dm³

POS 10: 50°

Eingabe: BA "**OU**" (Seekreide, Kieselgur)

Ausgabe: "Bodenklasse 4"

POS 8: 0,85

POS 9: 1,70 kg/dm³

POS 10: 60°

Eingabe: BA "**OT**" (Schlick, Klei)

Ausgabe: "Bodenklasse 5"

POS 8: 0,75

POS 9: 1,70 kg/dm³

POS 10: 30°

Eingabe: BA "**SE**" (Sand, engestuft; Dünen-, Flug-, Becken-, Tertiärsand)

Ausgabe: "Bodenklasse 3"

POS 8: 0,90

POS 9: 1,80 kg/dm³

POS 10: 40°

Eingabe: BA "**SI**" (Sand, intermittierend; Terrassensand)

Ausgabe: "Bodenklasse 3"

POS 8: 0,90

POS 9: 1,90 kg/dm³

POS 10: 40°

Eingabe: BA "**ST**" (Sand, tonig; Terrassensand)

Ausgabe: "Bodenklasse 3"

POS 8: 0,90

POS 9: 2,10 kg/dm³

POS 10: 50°

Eingabe: BA "**ST***" (Sand, stark tonig; Geschiebemergel)

Ausgabe: "Bodenklasse 4"

POS 8: 0,85

POS 9: 2,10 kg/dm³

POS 10: 60°

Eingabe: BA "**SU**" (Sand, schluffig; Tertiärsand)

Ausgabe: "Bodenklasse 3"

POS 8: 0,90

POS 9: 1,80 kg/dm³

POS 10: 50°

Eingabe: BA "**SU***" (Sand, stark schluffig; Auelehm, Sandlöß)

Ausgabe: "Bodenklasse 4"

POS 8: 0,85

POS 9: 2,10 kg/dm³

POS 10: 60°

Eingabe: BA "**SW**" (Sand, weitgestuft; Terrassensand)

Ausgabe: "Bodenklasse 3"

POS 8: 0,90

POS 9: 1,90 kg/dm³

POS 10: 40°

Eingabe: BA "**TA**" (Ton, ausgepr. plastisch; Bimsböden, Tarras, Lauenburger Ton)

Ausgabe: "Bodenklasse 5"

POS 8: 0,75

POS 9: 1,90 kg/dm³

POS 10: 70°

Eingabe: BA "**TL**" (Ton, leicht plastisch; Löß, Hochflutlehm, Geschiebemergel)

Ausgabe: "Bodenklasse 4"

POS 8: 0,85

POS 9: 2,10 kg/dm³

POS 10: 70°

Eingabe: BA "**TM**" (Ton, mittel plastisch; Lößlehm, Seeton, Beckenton)

Ausgabe: "Bodenklasse 4"

POS 8: 0,85

POS 9: 2,00 kg/dm³

POS 10: 70°

Eingabe: BA "**UA**" (Schluff, ausgepr. plastisch; Löß, Geschiebemergel)

Ausgabe: "Bodenklasse 4"

POS 8: 0,85

POS 9: 1,90 kg/dm³

POS 10: 70°

Eingabe: BA "**UL**" (Schluff, leicht plastisch; Löß, Geschiebemergel)

Ausgabe: "Bodenklasse 4"

POS 8: 0,85

POS 9: 2,10 kg/dm³

POS 10: 70°

Eingabe: BA "**UM**" (Schluff, mittel plastisch; Löß, Beckenschluff)

Ausgabe: "Bodenklasse 4"

POS 8: 0,85

POS 9: 2,00 kg/dm³

POS 10: 70°

Fehlermeldung: Bei Eingabe einer nicht nach DIN 18 196 klassifizierten Bodengruppe oder Bodenart erscheint die Fehlermeldung: *Eingabefehler!*

8. Mittlerer Auflockerungsfaktor

Es ist keine Eingabe möglich. Der **Auflockerungsfaktor** ist von der Bodenart oder Bodenklasse abhängig und wird durch das Programm bestimmt.

Ein verdichteter oder natürlich gelagerter Boden (Erdstoff), wird bei der Förderung durch ein Grabgerät (Bagger) aufgelockert. Diese Auflockerung ist in erster Linie vom vorhandenen Boden abhängig und wird mit dem "Auflockerungsfaktor" berücksichtigt. Verwendung findet dieser wiederum bei POS 27 "Aushub zur Zwischenlagerung". Es entsteht dadurch bei der Zwischenlagerung ein größeres Volumen, das eine größere Fläche zur Zwischenlagerung in Anspruch nimmt.

Das Bodenvolumen wird sich nach dem flächenhaften Einbau durch Setzung wieder annähernd auf das ursprüngliche Maß verringern.

Im Arbeitsraum wird durch lagenweises Verdichten das ursprüngliche Bodenvolumen sofort wieder erreicht.

Anmerkung: Der Auflockerungsfaktor ist auch von der Lagerung bzw. Konsistenz des Bodens sowie von der Art und Größe des Grabgerätes abhängig. Dieser Einfluß ist oft jedoch als gering einzustufen. Da in den meisten Fällen weder die Lagerung/Konsistenz, welche selbst bei gleichem Bodenmaterial schon auf kleinen Gebieten große Unterschiede aufweisen kann, noch die Baggerart im voraus bekannt sind, wurde auf die Implementierung dieser beiden Parameter verzichtet.

Der dadurch eventuell entstehende Fehler kommt alleine bei POS 27 zum Tragen, kann dann zu einer Kostensteigerung, aber auch Senkung, bei POS 32 führen.

9. Durchschnittliche Bodendichte feucht

Es ist keine Eingabe möglich. Die **Bodendichte** ist hauptsächlich abhängig von der Bodenklasse oder Bodenart. Die Bodenklassen werden nach dem Aufwand, welcher für deren Gewinnung notwendig ist, unterteilt. Zu einer Bodenklasse gehören teilweise recht unterschiedliche Bodenarten, deren mittlere, feuchte Bodendichten zwischen 1,80 kg/dm³ und 2,10 kg/dm³ schwanken. Wird bei POS 7 eine Bodenklasse eingegeben, so kommt es hier zur Ausgabe eines Durchschnittswertes aller darin enthaltenen Bodenarten. Wird jedoch eine

Bodenart¹ eingegeben, dann kann eine für diesen Boden typische Bodendichte ausgegeben werden.

Anmerkung: Die Bodendichte ist selbstverständlich auch vom Feuchtigkeitsgehalt und der Lagerung abhängig. Diese beiden Parameter sind meistens entweder unbekannt oder starken örtlichen Schwankungen unterworfen.

10. Böschungswinkel der Baugrube

Es ist keine Eingabe möglich. Der **Böschungswinkel einer Baugrube** ist von der vorhandenen Bodenklasse oder Bodenart abhängig. In der Bodenklasse 3 z.B. sind die leicht zu fördernden Böden, die Kiese und Sande eingeteilt, welche freistehend nur einen Böschungswinkel von ca. 40° zulassen. Kleine Böschungswinkel führen wiederum zu großen Baugruben oder, falls dies nicht möglich ist, zu einem Verbau der Baugrube, was wiederum die Erstellungskosten in die Höhe treibt. Die Größe einer Baugrube an der GOK wird auch durch das Höherlegen der Gründungssohle verringert. Dies kann im Extremfall dann auch den Baugrubenverbau ersparen, was in diesem Programm bei der Berechnung der Kosten ebenfalls nicht berücksichtigt wird.

Nach DIN 4124 dürfen bei rolligen Böden bis zu einer Baugrubentiefe von 1,25m und bei steifen bis festen bindigen Böden sowie bei Fels bis 1,75m Böschungen ganz entfallen!

Das Programm zeigt dann unterhalb dieses Abschnittes dazu einen Hinweis und verändert den Böschungswinkel der Baugrube auf 75°, bei leichtem Fels (BK 6) und Fels (BK 7) bleibt der Böschungswinkel unverändert bei 80°. Auf eine nach DIN 4124 theoretisch mögliche Erhöhung auf 90° wurde aus Sicherheitsgründen verzichtet. Dies würde auch keine wesentliche Verbesserungen bei der Zwischenlagerung mehr bringen.

Wird bei POS 7 eine Bodenklasse eingegeben, dann kommt es zur Ausgabe des schlechtesten Böschungswinkels der in dieser Bodenklasse vertretenen Bodenart. Bei Eingabe einer Bodenart wird ein für diesen Baugrund typischer Böschungswinkel ausgegeben. Der Böschungswinkel ist im übrigen nicht mit dem Schüttwinkel einer losen Schüttung zu verwechseln, welche immer niedriger liegen.

Anmerkung: Der Böschungswinkel ist auch von der Lagerung und dem Wassergehalt abhängig. Tiefe Baugruben müssen meist verbaut werden.

11. Seitliche Arbeitsraumbreite

Unter seitlichem Arbeitsraum versteht man den Raum zwischen Böschungsfuß und dem Fundament. Wird dieser, wie allgemein üblich, betreten, dann sollte dieser mindestens 0,50m breit sein. Üblich sind Breiten von 0,60m bis 1,00m. Dabei gilt auch: Je tiefer die Baugrube, desto breiter der Arbeitsraum!

Die Arbeitsraumbreite wird im Schaubild dargestellt.

¹ siehe dazu: **7 Bodenklasse oder Bodenart** auf Seite 5.

III. Einzelpreise / Kostenansatz

Allgemeines: Die Kosten der einzelnen Positionen sind regional recht unterschiedlich.

Das Volumen bezieht sich auf den noch ungeförderten, verdichteten Boden.

Sind Sonderausgaben für z.B. einen Baugrubenverbau in ihrer Höhe bekannt, so können diese auf z.B. die POS 15 umgelegt werden.

12. Oberboden abschieben

Eingabe der Kosten pro m³.

13. Aushub zwischenlagern

Nach Abschieben des humosen Oberbodens und des Unterbodens muß eine sachgerechte Zwischenlagerung erfolgen. Dabei hängt die Menge des zwischenlagerbaren Bodenmaterials von der Grundflächenzahl (nur unterkellerte Gebäudefläche) ab.

Eine vollständige Zwischenlagerung des anfallenden Bodenaushubes ist bei GRZ < 0,2 sicher möglich. Bei dieser Berechnung ist die zusätzlich notwendige Fläche für die Baustelleneinrichtung und den Baustellenbetrieb berücksichtigt². Falls die Zwischenlagerung auf dem Baugrundstück nur zu einem Teil oder überhaupt nicht möglich ist²), muß auf einer anderen Fläche zwischengelagert werden, was die Kosten für diese Position anhebt. Diese setzen sich dann, falls nicht auf einem Nachbargrundstück eine Zwischenlagermöglichkeit besteht, aus dem Ab- und Antransport, den dazu erforderlichen Ladearbeiten und Lagergebühren zusammen.

14. Oberboden andecken

Nach Beendigung der Baumaßnahmen wird der Oberboden wieder eingebaut. Bei Durchführung von Erdmassenausgleich wird ein Andecken des ganzen Grundstückes berechnet. In der Regel wird jedoch auch ohne Erdmassenausgleich eine Auflockerung und Planierung des gesamten Grundstückes notwendig, was in der Praxis die in diesem Programm berechneten Mehrkosten für ERDMAUS sogar verringert.

15. Aushub Baugrube

Die Aushubkosten richten sich nach der Bodenklasse oder Bodenart, der Zugänglichkeit zur Baugrube und eventuellen Sondermaßnahmen wie zum Beispiel ein Baugrubenverbau oder Wasserhaltungsmaßnahmen bei geringem Flurabstand etc. Durch Anhebung des gesamten Bauwerkes kann in manchen Fällen dann eine notwendiger Verbau der Baugrube oder eine Wasserhaltung entfallen.

² siehe dazu auch in den Anhang, Teil A

16. Verbleibender Aushub einbauen

Der auf dem Grundstück verbleibende Aushub muß nach Fertigstellung des Kellergeschosses wieder eingebaut werden. Dabei muß der Boden im Arbeitraum und auf als z.B. Stellplätze oder Zufahrten vorgesehenen Flächen mit einem dafür geeigneten Verdichtungsgerät lagenweise wieder eingebaut werden. Im Gegensatz dazu muß im übrigen Bereich (Garten, Rasen) möglichst verdichtungsfrei geschüttet werden. Ohne Erdmassenausgleich gilt dies nur für die Baugrube, mit Erdmassenausgleich muß zusätzlich der auf dem Grundstück verbleibende Unterboden auf dem gesamten Grundstück wieder eingebaut werden.

17. Anfahrtsweg zur Deponie, einfach

Wird eine Deponierung von Bodenmaterial notwendig, dann muß diese per LKW auf geeigneten Wegen und Straßen angefahren werden, was nicht immer der direkte, insofern kürzeste Weg ist. Oft muß eine für das LKW-Gewicht ungeeignete Brücke oder Straße umfahren werden.

Die durch schwere Lastfahrzeuge hervorgerufenen Straßenschäden, vor allem an Wohnstraßen, welche meist erst viel später in Erscheinung treten, behoben und bezahlt werden müssen, lassen sich durch Erdmassenausgleich sicher verringern oder vermeiden.

18. Transportkosten

Regional unterschiedliche Preise, teilweise von der Aushubmenge, der möglichen LKW-Größe und der Topographie abhängig.

Im Mittel lagen diese im September 1995 bei ca. DM 1,10 pro to und km.

19. Deponierungskosten

Deponiert wird im allgemeinen auf Erdaushub-, Bauschutt- oder Hausmülldeponien. Es gibt jedoch schon Gemeinden und Kreise, welche die Annahme ganz verweigern. Dazu nachfolgen einige Preisbeispiele für unkontaminierten Bodenaushub in DM/to:

Alb-Donau-Kreis:	20,80
Baden-Baden:	21,00
Freudenstadt: (Hausmülldeponie)	267,00
Heilbronn Stadt:	58,00
Karlsruhe Stadt:	105,00
Karlsruhe Land:	bis 87,00
Ludwigsburg:	19,00
Mannheim:	keine Annahme!

Rastatt:	40,00
Ravensburg:	keine Annahme!
Rhein-Neckar-Kreis:	160,00
Rottweil:	325,00
Schwarzwald-Baar-Kreis:	keine Annahme!
Tübingen:	18,20

Stand: April 1995, Tendenz stark steigend.

Quelle: Umweltministerium Baden-Württemberg

Ausgabeteil

Allgemeines: In diesem Teil sind keine Eingaben möglich!

Die Variablen in den Formeln werden durch die Positionen (POS) ausgedrückt.

IV. Massenbilanz

20. Errechnete Grundflächenzahl

Die Obergrenze der **Grundflächenzahl**, kurz GRZ, wird im Bebauungsplan festgelegt -> Bau NVO, (§ 17)

Für Kleinsiedlungen und Wochenendhausgebiete gilt dabei eine Obergrenze von 0,2, für reine und allgemeine Wohngebiete gelten < 0,4 und für Mischgebiete < 0,6.

Unterhalb des Schaubildes wird darüber informiert, ab welcher GRZ deponiert werden muß (in Abhängigkeit der Gründungstiefe und der Aufschütthöhe).

Bei POS 21 "Aufschütthöhe über GOK_{alt} " erscheint bei nicht vollständigem Erdmassenausgleich die erforderliche Aufschütthöhe, um diesen zu erreichen.

Wie bereits bei POS 1 erwähnt, handelt es sich in diesem Programm um den unterkellerten Anteil der bebauten Grundfläche. Die Angabe der Grundflächenzahl macht daher nur Sinn, wenn das gesamte Gebäude unterkellert ist und die GOK auf dem gesamten Grundstück angehoben werden soll.

Fehlermeldungen: Bei einer Grundflächenzahl > 1 erscheint hier zusätzlich die Meldung: *Falsche Eingabe in Teil II!*

21. Aufschütthöhe über GOK_{alt}

Es wird die tatsächliche **Aufschütthöhe** über der alten GOK berechnet und im Schaubild dargestellt. Sollte diese kleiner als die bei POS 5 erlaubte Höhe sein, so erscheint die errechnete Aufschütthöhe, sollte sie jedoch geringer sein, so erscheint rechts daneben eine Meldung mit der nötigen Höhe zum vollkommenen Erdmassenausgleich. Diese wird dann durch einen grünen Balken im Schaubild angezeigt.

22. Gründungstiefe unter GOK_{alt}

Hier erscheint die tatsächliche **Gründungstiefe** unter der ursprünglichen GOK.

23. Fläche des abzuschiebenden Oberbodens

Mit ERDMAUS muß auf dem gesamten Grundstück der **Oberboden abgeschoben** werden. Ohne ERDMAUS muß nur auf der für das Baufeld notwendigen Fläche abgeschoben werden.

Meldung: Wird die Fläche des Baufeldes größer als die gesamte Grundstücksfläche (große GRZ's in Verbindung mit flachen Böschungswinkeln der Baugrube), dann erscheint folgende Meldung: *ACHTUNG! Fläche ist größer als die ges. Grundstücksfläche!*

24. Masse Oberboden

Siehe dazu: POS 6 Oberbodenmächtigkeit.

25. Baugrubenaushub

Hier wird das Volumen der Baugruben, ohne Oberboden, berechnet.

26. Baukörperverdrängung

Mit ERDMAUS: Berechnung des unter der GOK liegenden Baukörpervolumens inklusive verdrängtem humosen Oberbodens (Mutterboden). Der humose Oberboden wird bevorzugt wieder eingebaut und gelangt nicht zur Deponierung. Es wird davon ausgegangen, daß bei Durchführung von Erdmassenausgleich immer genügend Volumen auf dem Grundstück zur Unterbringung des humosen Oberbodens vorhanden ist.

Ohne ERDMAUS: Berechnung des unter der GOK liegenden Baukörpervolumens ohne verdrängtem Mutterboden. Der Mutterboden wird ebenfalls, soweit möglich, bevorzugt wieder eingebaut. Soweit dann noch ein Rest übrig ist, kann dieser meist kostenlos oder gegen eine geringe Gebühr bei Gartenbauämtern etc. abgegeben werden und gelangt nicht zur Deponierung. Es gelangt also nur der darunterliegende Boden zur gebührenpflichtigen Deponierung.

27. Aushub zur Zwischenlagerung

Das **Zwischenlagervolumen** berechnet sich nach der Formel:

$$\text{POS 27} = \frac{\text{POS 25} - \text{POS 28}}{\text{POS 8}}$$

Ab einer Grundflächenzahl von $> 0,2$ ist die Zwischenlagerung auf dem Grundstück alleine nicht mehr gesichert! Es muß, entweder auf einem Nachbargrundstück oder via LKW auf einer entfernteren Lagerfläche zwischengelagert werden. Die dadurch entstehenden Mehrkosten werden pauschal mit dem Faktor 1,5 bei POS 32 "Aushub zwischenlagern" berücksichtigt.

Ab einer Grundflächenzahl von $> 0,4$ ist die Zwischenlagerung auf dem Grundstück selbst unwahrscheinlich! Die dadurch entstehenden Mehrkosten werden pauschal mit dem Faktor 2 bei POS 32 "Oberboden zwischenlagern" berücksichtigt³.

Der Wert $\text{GRZ}_{\text{grenz 1}}$ stellt die Grenze dar, bis zu welcher vollständig auf dem Baugrund zwischengelagert werden kann, auch unter Berücksichtigung der für die Baustelleneinrichtung und den Betrieb notwendigen Fläche. Der Wert $\text{GRZ}_{\text{grenz 2}}$ stellt die Grenze dar, ab welcher auch eine nur teilweise Zwischenlagerung unmöglich ist. Die jeweiligen Werte für $\text{GRZ}_{\text{grenz}}$ werden durch die Bodenklasse oder Bodenart bestimmt.

Die Zwischenlagerfähigkeit auf dem Baugrundstück wird durch die Meldungen auf der folgenden Seite beschrieben.

Meldungen:

mit ERDMAUS:

- $\alpha < 60^\circ \Rightarrow \text{GRZ}_{\text{grenz 1}} = 0,2$
- $\alpha > 60^\circ \Rightarrow \text{GRZ}_{\text{grenz 1}} = 0,25$

* Zwischenlagerung auf dem Grundstück nur teilweise möglich!

- $\alpha < 60^\circ \Rightarrow \text{GRZ}_{\text{grenz 2}} = 0,4$
- $\alpha > 60^\circ \Rightarrow \text{GRZ}_{\text{grenz 2}} = 0,5$

* Zwischenlagerung auf dem Grundstück unwahrscheinlich!

ohne ERDMAUS:

- $\alpha < 60^\circ \Rightarrow \text{GRZ}_{\text{grenz 1}} = 0,3$
- $\alpha > 60^\circ \Rightarrow \text{GRZ}_{\text{grenz 1}} = 0,4$

* Zwischenlagerung auf dem Grundstück nur teilweise möglich!

- $\alpha < 60^\circ \Rightarrow \text{GRZ}_{\text{grenz 2}} = 0,4$

³ siehe dazu in den Anhang, Teil A.

- $\alpha > 60^\circ \Rightarrow \text{GRZ}_{\text{grenz 2}} = 0,45$

* Zwischenlagerung auf dem Grundstück unwahrscheinlich!

28. Aushub zur Deponierung

Dieser Aushubanteil kann aus Platzmangel nicht wieder auf dem Grundstück eingebaut werden und muß zur Deponie oder Erdaushubbörse abgefahren werden.

29. Verbleibender Aushub

Entspricht der Bodenmasse, welche auf dem Grundstück zur Anhebung der GOK verwertet wird.

30. Verwertungsgrad

Hier wird der prozentuale Anteil des auf dem Grundstück verwerteten Bodens am Gesamtanfall des Bodens (Baukörperverdrängung) angezeigt.

V. Kostenbilanz

In diesem Abschnitt werden die einzelnen Preispositionen berechnet und angezeigt

32. Aushub zwischenlagern

Formeln:

mit ERDMAUS:

- $\alpha < 60^\circ \Rightarrow \text{GRZ}_{\text{grenz 1}} = 0,2$
- $\alpha > 60^\circ \Rightarrow \text{GRZ}_{\text{grenz 1}} = 0,25$

* Kostensteigerung durch Platzmangel pauschal um Faktor 1,5!

- $\alpha < 60^\circ \Rightarrow \text{GRZ}_{\text{grenz 2}} = 0,4$
- $\alpha > 60^\circ \Rightarrow \text{GRZ}_{\text{grenz 2}} = 0,5$

* Kostensteigerung durch Platzmangel pauschal um Faktor 2!

ohne ERDMAUS:

- $\alpha < 60^\circ \Rightarrow \text{GRZ}_{\text{grenz 1}} = 0,3$
- $\alpha > 60^\circ \Rightarrow \text{GRZ}_{\text{grenz 1}} = 0,4$

* Kostensteigerung durch Platzmangel pauschal um Faktor 1,5!

- $\alpha < 60^\circ \Rightarrow \text{GRZ}_{\text{grenz 2}} = 0,4$
- $\alpha > 60^\circ \Rightarrow \text{GRZ}_{\text{grenz 2}} = 0,45$

* Kostensteigerung durch Platzmangel pauschal um Faktor 2!

Siehe dazu auch die POS 27 auf Seite 14, sowie den **Anhang, Teil A**.

VII. Ersparnis

Hier wird die Einsparung an Kosten und Deponieraum berechnet und angezeigt, welche die erklärten Ziele des Erdmassenausgleiches sind.

Graphik

Um die Wirkung von ERDMAUS besser darzustellen, wurde das Programm um eine Graphik erweitert.

Die linke Haushälfte zeigt die Situation ohne ERDMAUS, die rechte Haushälfte repräsentiert die Situation mit ERDMAUS. Eingabenabhängig verändern sich die Höhenlagen der Häuserhälften, der unterschiedlichen GOK und der Gründungssohlen. Auch werden die Arbeitsraumbreiten und die eventuell verschiedenen Böschungswinkel der eingegebenen Situation angepaßt. Im rechten Graphikteil bleiben die alten Baugrubenumrisse stehen. Man hat dadurch den direkten Vergleich zu dem neuen Baugrubenquerschnitt.

Die zweite, dünnere Linie unter der alten GOK stellt den humose Oberboden (Mutterboden) dar, dessen Mächtigkeit ebenfalls eingabeabhängig ist.

Über der neuen GOK im rechten Teil wird die zum vollkommenen Erdmassenausgleich benötigte Aufschütthöhe mit einem dicken grünen Balken eingeblendet.



ERDMassenAUSgleich

I. Angaben zum Gebäude

1	Bebaute Grundfläche:	120 m ²
2	Gesamte Grundstücksfläche:	600 m ²
3	Umfang des Gebäudes:	70,00 m
4	Angestrebte Gründungstiefe:	2,50 m

II. Angaben zum Baugrundstück

5	max. Aufschütthöhe über GOK _{alt} :	2,00 m
6	Oberbodenmächtigkeit:	0,20 m
7	Bodenklasse oder Bodenart:	gu Bodenklasse
8	Mittlerer Auflockerungsfaktor:	ca. 0,90
9	Durchschnittl. Bodendichte feucht:	ca. 2,00 kg/dm ³
10	Böschungswinkel der Baugrube:	ca. 50 °
11	Seitliche Arbeitsraumbreite:	2,00 m



III. Einzelpreise / Kostenansatz

12	Oberboden abschieben:	3,00 DM/m ³
13	Aushub zwischenlagern:	2,50 DM/m ³
14	Oberboden andecken:	6,00 DM/m ³
15	Aushub Baugrube:	7,00 DM/m ³
16	Verbleibender Aushub einbauen:	3,50 DM/m ³
17	Anfahrtsweg zur Deponie, einfach:	17 km
18	Transportkosten:	1,10 DM/(to*km)
19	Deponierungskosten:	40,00 DM/to

HINWEIS: Bei einer angestrebten Gründungstiefe von 2,50 m und der max. Aufschütthöhe über GO 2,00 m, kann bis zu einer Grundflächenzahl < 0,50 das gesamte Erdmaterial auf dem Grundstück wieder eingebaut werden.

IV. Massenbilanz

	mit ERDMAUS	ohne ERDMAUS	
20	Errechnete Grundflächenzahl:	0,20 -	0,20 -
21	Aufschütthöhe über GOK _{alt} :	0,50 m	0,00 m
22	Gründungstiefe unter GOK _{alt} :	2,00 m mit Abböschung (DIN 4124)!	2,50 m mit Abböschung (DIN 4124)!
23	Fläche d. abzuschieb. Oberb.:	600 m ²	457 m ²
24	Masse Oberboden *:	120 m ³	99 m ³
25	Baugrubenaushub:	615 m ³ (Ohne Oberboden)	841 m ³ (Ohne Oberboden)
26	Baukörperverdrängung:	240 m ³ (Mit Oberboden)	276 m ³ (Ohne Oberboden)
27	Aushub zur Zwischenlagerung:	684 m ³ * (Aufgelockert)	628 m ³ * (Aufgelockert)
28	Aushub zur Deponierung:	0 m ³ / 0 to	276 m ³ / 552 to
29	Verbleibender Aushub:	240 m ³	0 m ³
30	Verwertungsgrad:	100 %	0 %

* Zwischenlagerung auf dem Grundstück alleine unwahrscheinlich!

* Zwischenlagerung auf dem Grundstück möglich!

* Der zusätzlich anfallende Oberboden wird auf dem Grundstück wieder eingebaut.* Der Oberboden verbleibt auf dem Grundstück.

V. Kostenbilanz

	mit ERDMAUS	ohne ERDMAUS	
31	Oberboden abschieben:	360 DM	296 DM
32	Aushub zwischenlagern*:	(x 1, 450 DM	247 DM
33	Oberboden andecken:	720 DM	592 DM
34	Baugrubenaushub	4.307 DM	5.887 DM
35	Verbl. Aushub wieder einbauen:	840 DM	entfällt
36	Transportkosten:	entfallen	10.322 DM
37	Deponierungskosten:	entfallen	22.080 DM

* Kostensteigerung durch Platzmangel pauschal um Faktor 1,5 !

VI. Gesamtkosten: **6.677 DM** **39.424 DM**

VII. Ersparnis **Kosten 32.747 DM** **Deponieraum 240 m³**

Anhang Teil A: Beschreibung der Rahmenbedingungen für die zur Zwischenlagerung von Bodenmaterial nötige Fläche auf dem Baugrundstück

Vorwort

Speziell für diese Modellrechnungen erfuhr das Programm ERDMAUS einige Erweiterungen, welche eine Simulation der Flächenverhältnisse während der Bauphase des Untergeschosses, ermöglichen. Des weiteren kann überprüft werden, ob das zwischenzulagernde Bodenmaterial auf dem Grundstück alleine Platz findet oder, falls nicht, wie groß der zusätzliche Flächenbedarf ist. Aber für die Fälle, in denen zusätzlicher Flächenbedarf besteht, ist nur darüber eine Aussage möglich, nicht aber über die daraus entstehenden, zusätzlichen Kosten. Zu vielfältig sind hier die möglichen Einflüsse.

Dieser zusätzliche Programmteil ist **nicht** zur Veröffentlichung vorbereitet!

Beschreibung der zusätzlichen Programmpunkte

"Grundstück/Gebäude"

Fläche für Baustelleneinrichtung/Betrieb:

Die vorhandene Zwischenlagerfläche auf dem Baugrundstück ergibt sich pauschalisiert nach Abzug der Baugrubenfläche, des einzuhaltenden Sicherheitsabstandes zur Baugrube (min. 1m), eines Zugangsweges zur Baugrube, der Stellfläche für z.B. eine Krananlage und sonstiges (Materiallager, Bauhütte, etc.).

Umfang des Gebäudes:

Während das ursprüngliche Programm der Einfachheit ohne festem Längen/Breitenverhältnis auskommen muß, kann damit im zusätzlichen Programmteil frei variiert werden.

ist: Der exakte Umfang, abhängig vom Seitenverhältnis des Gebäudes -> muß unten eingegeben werden.

soll: Wird als Vorgabe für die POS 3 des ursprünglichen Programmteils benötigt.

Seitenverhältnis Gebäude:

Nach Eingabe des gewünschten Längen/Breitenverhältnisses wird abhängig von der Gebäudegrundfläche die Gebäudelänge und Breite berechnet.

Seitenverhältnis Grundstück:

Im Prinzip wie oben.

Oberboden Unterboden

Ziel in diesem Abschnitt ist es, das vorhandene Material unterzubringen. Länge, Breite und Höhe des Zwischenlagergutes (für Ober- und Unterboden jeweils nur ein Schüttberg) müssen so gewählt werden, daß V_{rest} entfällt oder zumindest nahe Null wird. Zusätzlich muß ein Sicherheitsabstand nach DIN 4124 von 1m eingehalten werden.

V_{vorh} = Es wird angezeigt, welches Volumen an Ober- bzw. Unterboden zwischenzulagern sind. Zum Vergleich ist darunter noch das zwischenzulagernde Volumen ohne ERDMAUS eingeblendet.

l = bzw. b = Hier wird die Grundfläche des Zwischenlagergutes bestimmt, möglichst so, daß sie auf der Restfläche, welche unten im Schaubild ersichtlich ist, Platz findet.

α = Böschungswinkel der Baugrube

β = Der Böschungswinkel der losen Schüttung. Entspricht bei nicht dauerhafter Lagerung in etwa dem inneren Reibungswinkel φ . 30 - max. 40° sind möglich.

m = Keine Eingabe möglich! Der Böschungswinkel wird als Neigung (Verhältnis) ausgedrückt.

$h_{möglich}$ = Die mögliche Aufschütthöhe, falls mit den üblichen Grab- und Ladegeräten erreichbar. Diese entspricht dann der Höhe einer rechteckigen Pyramide.

$h_{begrenzt}$ = Die Aufschütthöhe des zwischengelagerten Erdstoffes kann begrenzt werden. Das Schüttgut erhält dann die Form eines Pyramidenstumpfes.

Im **letzten Teil** wird dann das Ergebnis dargestellt. Es berechnet die zur Zwischenlagerung benötigte Fläche, die vorhandene Fläche und den eventuell benötigten zusätzlichen Flächenbedarf.

Allgemeine Vorgaben zur Simulation

Es wurden die Grundflächenzahlen 0,175, 0,2, 0,25, 0,3, 0,35, 0,4, 0,45 und 0,5 auf ihre Zwischenlagertauglichkeit hin überprüft. Für die einzelnen GRZ's kamen dabei Variationen mit unterschiedlichen Bodenklassen/Arten, Gebäude- und Grundstücksseitenverhältnissen zur Simulation. Auf die Überprüfung von felsigem Untergrund (BK 6 und BK 7) wurde verzichtet, da für Erdmassenausgleich relativ ungeeignet. Um vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, wurde von folgenden, gleichbleibenden Parametern ausgegangen:

- POS 1 Bebaute Grundfläche: 140 m²
- POS 4 Angestrebte Gründungstiefe: 2,00 m
- POS 5 max. Aufschütthöhe über GOK_{alt}: 0,50 m
- POS 6 Oberbodenmächtigkeit: 0,20 m
- POS 11 Seitliche Arbeitsraumbreite: 0,50 m

Die einzelnen Positionen im Abschnitt **III Einzelpreise/Kostenansatz** blieben durchgehend unverändert, werden aber hier noch keinem Vergleich über die Deponieraum- bzw. Kostenersparnis unterzogen. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse werden in eine eigens dafür angesetzten Untersuchung einfließen.

Einzelergebnisse

Die hier aufgeführten Einzelergebnisse stellen nur eine exemplarische Auswahl dar, und sollen nur die wichtigsten Ergebnisse repräsentieren.

1 GRZ 0,175

- Aufschütthöhe über GOK_{alt}: 0,35 m
- Verwertungsgrad: 100 %
- Fläche für Baustelleneinrichtung/Betrieb: 120 m²

1.1 Version: ERDMAUspezial 0,175 GE

- Baugrund: GE (BK 3: Flußkies, Terrassenschotter -> Rheintal)
- Seitenverhältnis Gebäude: 1,4
- Seitenverhältnis Grundstück: 1,8
- Zusätzlicher Flächenbedarf: keiner!

Mit ERDMAUS wird, trotz des flachen Böschungswinkels der Baugrube (-> GE), gerade noch keine zusätzliche Zwischenlagerfläche benötigt!

Ohne ERDMAUS wäre eine Zwischenlagerung, der für die Arbeitsraumauffüllung notwendigen Masse kein Problem!

1.2 Version: ERDMAUspezial 0,175 GU

- Baugrund: GU (BK 3: Verwitterungskies, Moränenkies, Hangschutt)
- Seitenverhältnis Gebäude: 1,6
- Seitenverhältnis Grundstück: 1,9
- Zusätzlicher Flächenbedarf: keiner!

Mit ERDMAUS wird, trotz des noch flachen Böschungswinkels der Baugrube (-> GU), sicher keine zusätzliche Zwischenlagerfläche benötigt!

Ohne ERDMAUS wäre eine Zwischenlagerung, der für die Arbeitsraumauffüllung notwendigen Masse kein Problem!

2 GRZ 0,2

- Aufschütthöhe über GOK_{alt}: 0,39 m
- Verwertungsgrad: 100 %
- Fläche für Baustelleneinrichtung/Betrieb: 120 m²

2.1 Version: ERDMAUSpezial 0,2 GE

- Baugrund: GE (BK 3: Flußkies, Terrassenschotter -> Rheintal)
- Seitenverhältnis Gebäude: 1,4
- Seitenverhältnis Grundstück: 1,6
- Zusätzlicher Flächenbedarf: 45 m²

Mit ERDMAUS wird, auf Grund des flachen Böschungswinkels der Baugrube (-> GE), zusätzliche Zwischenlagerfläche benötigt!

Ohne ERDMAUS wäre eine Zwischenlagerung, der für die Arbeitsraumauffüllung notwendigen Masse kein Problem!

2.2 Version: ERDMAUSpezial 0,2 UL

- Baugrund: UL (BK 4: Löß, Hochflutlehm -> Kraichgau)
- Seitenverhältnis Gebäude: 1,4
- Seitenverhältnis Grundstück: 1,6
- Zusätzlicher Flächenbedarf: keiner!

Mit und ohne ERDMAUS wird, auf Grund des steilen Böschungswinkels der Baugrube (-> UL und tatsächliche Gründungstiefe < 1,75 m, die Böschung darf nach DIN 4124 ganz entfallen), keine zusätzliche Zwischenlagerfläche benötigt!

2.3 Version: ERDMAUSpezial 0,2 GU

- Baugrund: GU (BK 3: Verwitterungskies, Moränenkies, Hangschutt)
- Seitenverhältnis Gebäude: 1,6
- Seitenverhältnis Grundstück: 1,8
- Zusätzlicher Flächenbedarf: 12 m²

Mit ERDMAUS wird, auf Grund des noch flachen Böschungswinkels der Baugrube (-> GU), wahrscheinlich zusätzliche Zwischenlagerfläche benötigt!

Ohne ERDMAUS wäre eine Zwischenlagerung, der für die Arbeitsraumauffüllung notwendigen Masse kein Problem!

2.4 Version: ERDMAUSpezial 0,2 TA

- Baugrund: TA (BK 5: Bimsböden, Tarras)
- Seitenverhältnis Gebäude: 1,6
- Seitenverhältnis Grundstück: 2,0
- Zusätzlicher Flächenbedarf: keiner!

Mit und ohne ERDMAUS wird, auf Grund des steilen Böschungswinkels der Baugrube (-> TA) und tatsächliche Gründungstiefe < 1,75 m, die Böschung darf nach DIN 4124 ganz entfallen), keine zusätzliche Zwischenlagerfläche benötigt, trotz des großen Auflockerungsfaktors von (1/ 0,75)!

3 GRZ 0,25

- Aufschütthöhe über GOK_{alt}: 0,50 m
- Verwertungsgrad: 100 %
- Fläche für Baustelleneinrichtung/Betrieb: 120 m²

3.1 Version: ERDMAUSpezial 0,25 UL

- Baugrund: UL (BK 4: Löß, Hochflutlehm -> Kraichgau)
- Seitenverhältnis Gebäude: 1,4
- Seitenverhältnis Grundstück: 1,6
- Zusätzlicher Flächenbedarf: 69 m²

Mit ERDMAUS wird, trotz des steilen Böschungswinkels der Baugrube (-> UL und tatsächliche Gründungstiefe < 1,75 m, die Böschung darf nach DIN 4124 ganz entfallen), zusätzliche Zwischenlagerfläche benötigt!

Ohne ERDMAUS wird sicher keine zusätzliche Zwischenlagerfläche benötigt!

3.2 Version: ERDMAUSpezial 0,25 SU*

- Baugrund: SU* (BK 4: Auelehm, Sandlöß, z.B. Flußniederungen)
- Seitenverhältnis Gebäude: 1,5
- Seitenverhältnis Grundstück: 1,8
- Zusätzlicher Flächenbedarf: 25 m²

Mit ERDMAUS wird, trotz des steilen Böschungswinkels der Baugrube (-> SU* und tatsächliche Gründungstiefe < 1,75 m, die Böschung darf nach DIN 4124 ganz entfallen), zusätzliche Zwischenlagerfläche, auch wenn nur gering, benötigt!

Ohne ERDMAUS wäre eine Zwischenlagerung, der für die Arbeitsraumauffüllung notwendigen Masse kein Problem!

3.3 Version: ERDMAUSpezial 0,25 TA

- Baugrund: TA (BK 5: Bimsböden, Tarras)
- Seitenverhältnis Gebäude: 1,4
- Seitenverhältnis Grundstück: 1,8
- Zusätzlicher Flächenbedarf: 79 m²

Mit ERDMAUS wird, trotz des steilen Böschungswinkels der Baugrube (-> TA und tatsächliche Gründungstiefe < 1,75 m, die Böschung darf nach DIN 4124 ganz entfallen), zusätzliche Zwischenlagerfläche benötigt!

Ohne ERDMAUS wäre eine Zwischenlagerung möglich!

3.3.1 Version: ERDMAUSpezial 0,25 TA 1,6 (Vergleichsversion)

- Gründungstiefe: 1,60 m

- Baugrund: TA (BK 5: Bimsböden, Tarras)
- Seitenverhältnis Gebäude: 1,5
- Seitenverhältnis Grundstück: 1,8
- Zusätzlicher Flächenbedarf: keiner!

Erst bei einer verringerten Gründungstiefe auf 1,60 m und einem Seitenverhältnis des Gebäudes von 1,5 , wäre eine Zwischenlagerung mit diesem Boden möglich!

4 GRZ 0,3

- Aufschütthöhe über GOK_{alt}: 0,50 m
- Verwertungsgrad: 79 %
- Fläche für Baustelleneinrichtung/Betrieb: 100 m² (kleineres Grundstück = z.B. kürzere Wege)

4.1 Version: ERDMAUSpezial 0,3 SU*

- Baugrund: SU* (BK 4: Auelehm, Sandlöß, z.B. Flußniederungen)
- Seitenverhältnis Gebäude: 1,5
- Seitenverhältnis Grundstück: 1,8
- Zusätzlicher Flächenbedarf: 56 m²

Mit ERDMAUS wird, trotz des steilen Böschungswinkels der Baugrube (-> SU* und tatsächliche Gründungstiefe < 1,75 m, die Böschung darf nach DIN 4124 ganz entfallen), zusätzliche Zwischenlagerfläche, auch wenn nur gering, benötigt!

Ohne ERDMAUS wäre eine Zwischenlagerung, der für die Arbeitsraumauffüllung notwendigen Masse kein Problem!

4.2 Version: ERDMAUSpezial 0,3 SE

- Baugrund: SE (BK 3: Dünen-, Flug-, Beckensand -> Rheintal)
- Seitenverhältnis Gebäude: 1,2
- Seitenverhältnis Grundstück: 1,6
- Zusätzlicher Flächenbedarf: 172 m²

Mit ERDMAUS wird, auf Grund des flachen Böschungswinkels der Baugrube (-> SE), zusätzliche Zwischenlagerfläche in erheblichem Umfang benötigt!

Ohne ERDMAUS wäre eine Zwischenlagerung, der für die Arbeitsraumauffüllung notwendigen Masse schon problematisch!

4.3 Version: ERDMAUSpezial 0,3 BK 5

- Baugrund: Bodenklasse 5 (TA, OT: Bimsböden, Tarras)
- Seitenverhältnis Gebäude: 1,2
- Seitenverhältnis Grundstück: 1,8
- Zusätzlicher Flächenbedarf: 88 m²

Mit ERDMAUS wird, trotz des steilen Böschungswinkels der Baugrube (-> UL und tatsächliche Gründungstiefe < 1,75 m, die Böschung darf nach DIN 4124 ganz entfallen), zusätzliche Zwischenlagerfläche benötigt!

Ohne ERDMAUS wird sicher keine zusätzliche Zwischenlagerfläche benötigt!

5 GRZ 0,4

- Aufschütthöhe über GOK_{alt}: 0,50 m
- Verwertungsgrad: 50 %
- Fläche für Baustelleneinrichtung/Betrieb: 70 m²

(kleineres Grundstück, das kann bedeuten, daß z.B. keine eigene Kranstellfläche mehr benötigt wird oder der Bauwagen auf der Zufahrtsstraße steht)

5.1 Version: ERDMAUspezial 0,4 SI

- Baugrund: SI (BK 3: Terrassensand -> Rheintal)
- Seitenverhältnis Gebäude: 1,2
- Seitenverhältnis Grundstück: 1,4
- Zusätzlicher Flächenbedarf: 207 m²

Mit ERDMAUS ist, auf Grund des flachen Böschungswinkels der Baugrube (-> SI), keine Zwischenlagerung möglich! Die Baugrube würde zusätzlich ca. 1 m in die seitlichen Nachbargrundstücke hineinragen!

Auch ohne ERDMAUS wäre eine Zwischenlagerung völlig unmöglich! Die Baugrube würde jetzt, da tiefer, zusätzlich ca. 2 m in die seitlichen Nachbargrundstücke hineinragen!

5.2 Version: ERDMAUspezial 0,4 TA

- Baugrund: TA (BK 5: Bimsböden, Tarras)
- Seitenverhältnis Gebäude: 1,2
- Seitenverhältnis Grundstück: 1,4
- Zusätzlicher Flächenbedarf: 138 m²

Mit ERDMAUS wird, trotz des steilen Böschungswinkels der Baugrube (-> TA und tatsächliche Gründungstiefe < 1,75 m, die Böschung darf nach DIN 4124 ganz entfallen), zusätzliche Zwischenlagerfläche in größerem Umfang benötigt!

Ohne ERDMAUS wäre eine Zwischenlagerung eventuell noch möglich.

Zusammenfassung

Die ausgewählten Beispiele zeigen recht deutlich, daß ab einer GRZ > 0,2 , die vollständige Zwischenlagerung des Bodenmaterials nicht mehr sicher gewährleistet ist.

Dies gilt besonders für rollige Erdstoffe mit flachen Böschungswinkeln. Bei einer GRZ > 0,25 und einer Gründungstiefe von 2,00 m muß dann für alle Erdstoffe zusätzliche, externe Zwischenlagerfläche gesucht werden. Abhilfe kann hier noch einer verminderte Gründungstiefe⁴ schaffen. Bei rolligen Erdstoffen kann nach DIN 4124 bis zu einer Baugrubentiefe von 1,25m auf eine Böschung ganz verzichtet werden, bei steifen bis festen bindigen Böden, sowie bei Fels, bis auf eine Tiefe von 1,75 m . Diese Tiefen beziehen sich im Falle der ERDMAUS auf die alte GOK. Das kann dann bedeuten, daß auch bei rolligen Erdstoffen, tatsächliche Gründungstiefen von ca. 1,60 m unter der neuen GOK möglich sind.

Bei einer GRZ > 0,3 wird für rollige Böden (Bodenklasse 3) schon mehr zusätzliche Zwischenlagerfläche benötigt, als auf dem Baugrundstück selber vorhanden ist. Auch ohne ERDMAUS muß ab jetzt für rolligen Erdstoff externe Zwischenlagerfläche gesucht werden.

Ab einer GRZ > 0,4 ist selbst ohne ERDMAUS für rollige Böden keinerlei Zwischenlagerfläche mehr verfügbar⁵ . Es muß nahezu 100 %ig extern zwischengelagert werden. Aber auch für bindige Böden der Bodenklassen 4 und 5, ist hier die Grenze der Zwischenlagerfähigkeit nahezu erreicht.

Als Fazit aus dieser Untersuchung, bei der weit mehr Kombinationen, als die hier Dargestellten durchgespielt wurden, können die Grenzen der Zwischenlagerfähigkeit alleine auf dem Grundstück, sowie das Ende jeglicher Zwischenlagerung, für eingeschossig unterkellerte Gebäude, wie folgt beschrieben werden:

Mit ERDMAUS:

Beschränkte Zwischenlagerung

- $\alpha < 60^\circ \Rightarrow \text{GRZ}_{\text{grenz 1}} = 0,20$
- $\alpha > 60^\circ \Rightarrow \text{GRZ}_{\text{grenz 1}} = 0,25$

Keine Zwischenlagerung

- $\alpha < 60^\circ \Rightarrow \text{GRZ}_{\text{grenz 2}} = 0,40$
- $\alpha > 60^\circ \Rightarrow \text{GRZ}_{\text{grenz 2}} = 0,50$

Ohne ERDMAUS:

Beschränkte Zwischenlagerung

- $\alpha < 60^\circ \Rightarrow \text{GRZ}_{\text{grenz 1}} = 0,30$
- $\alpha > 60^\circ \Rightarrow \text{GRZ}_{\text{grenz 1}} = 0,40$

Keine Zwischenlagerung

- $\alpha < 60^\circ \Rightarrow \text{GRZ}_{\text{grenz 2}} = 0,40$
- $\alpha > 60^\circ \Rightarrow \text{GRZ}_{\text{grenz 2}} = 0,45$

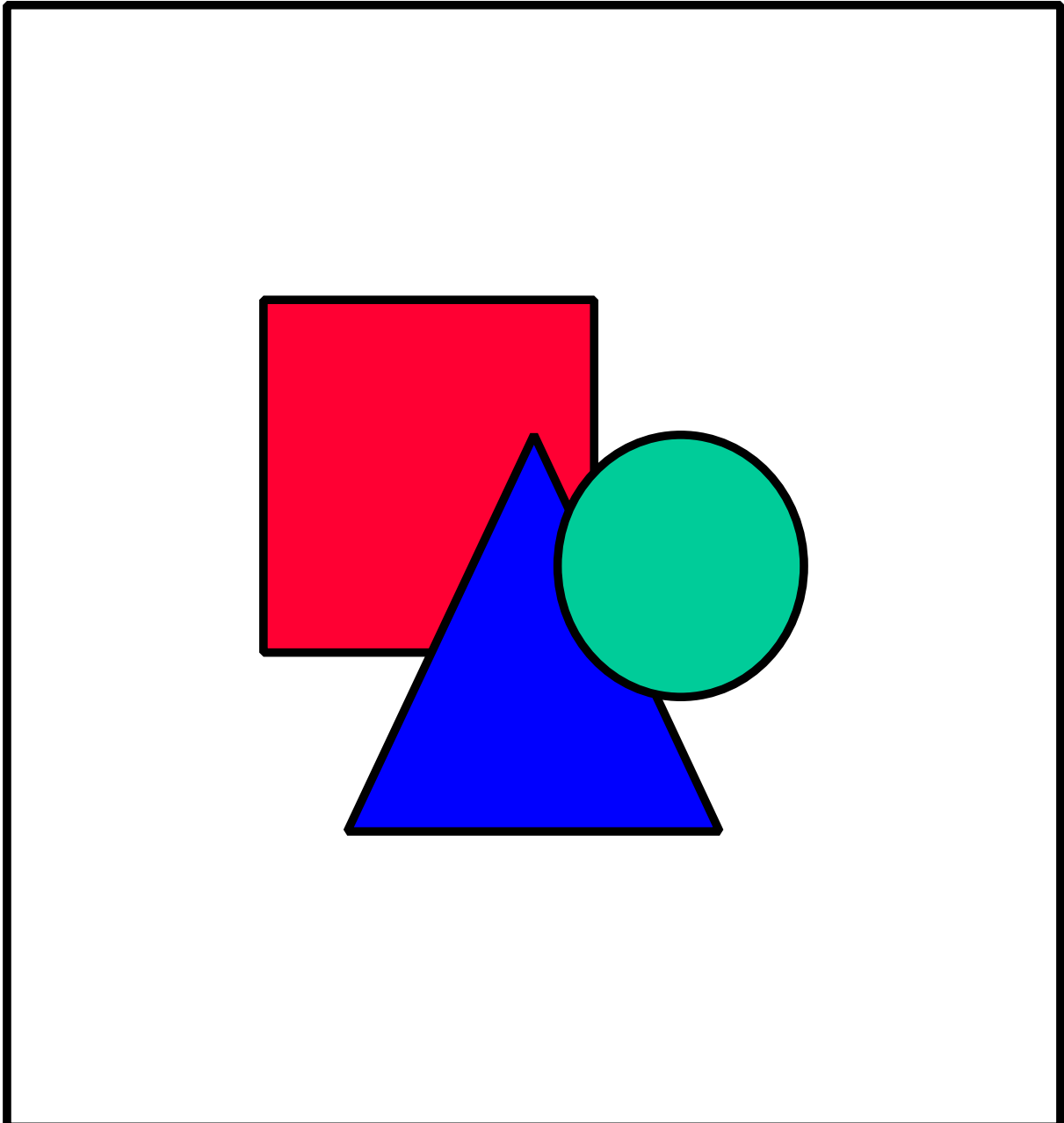
⁴ siehe dazu die Version: ERDMAUSpezial 0,25 TA 1,6.

⁵ siehe dazu die Version: ERDMAUSpecial 0,4 SI.

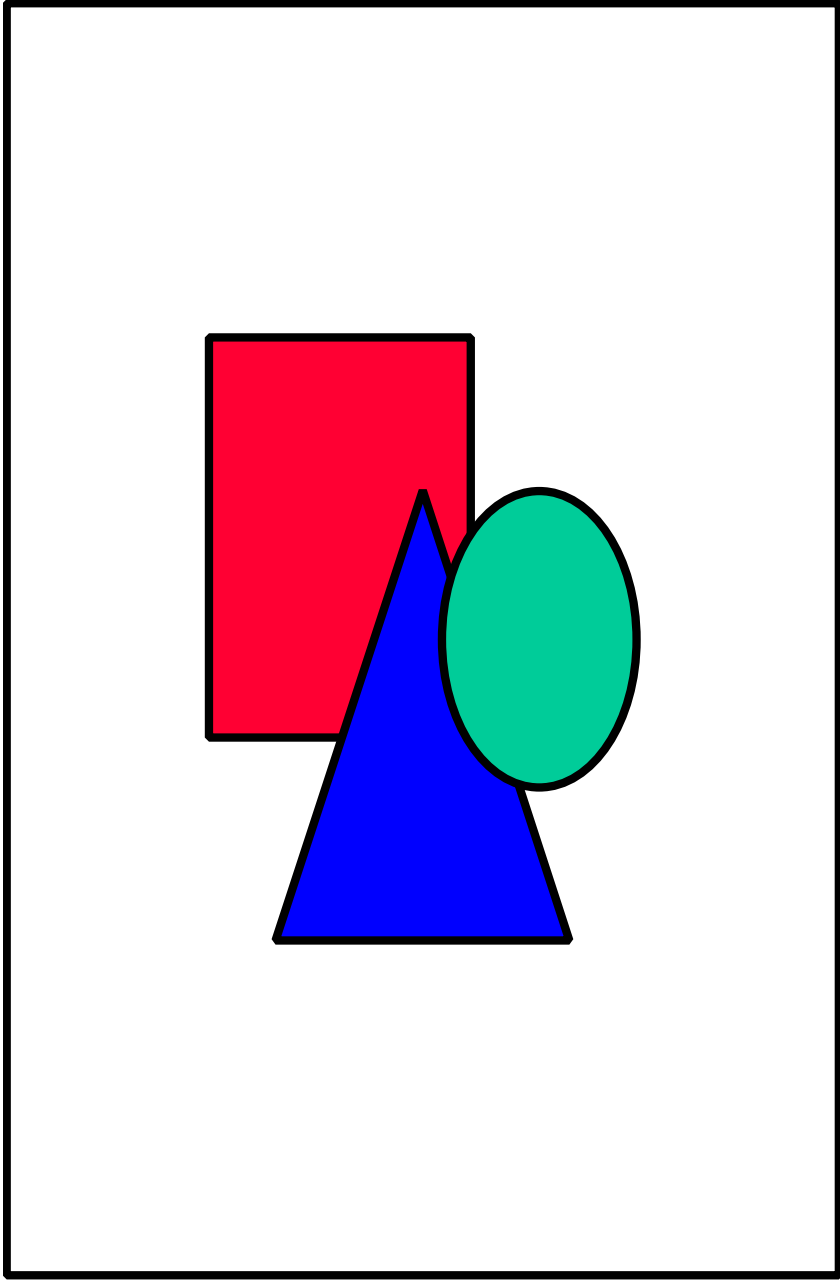
Diese Ergebnisse wurden in den zur Veröffentlichung gedachten Teil von ERDMAUS implementiert, in Form der Kostenfaktoren 1,5 und 2.

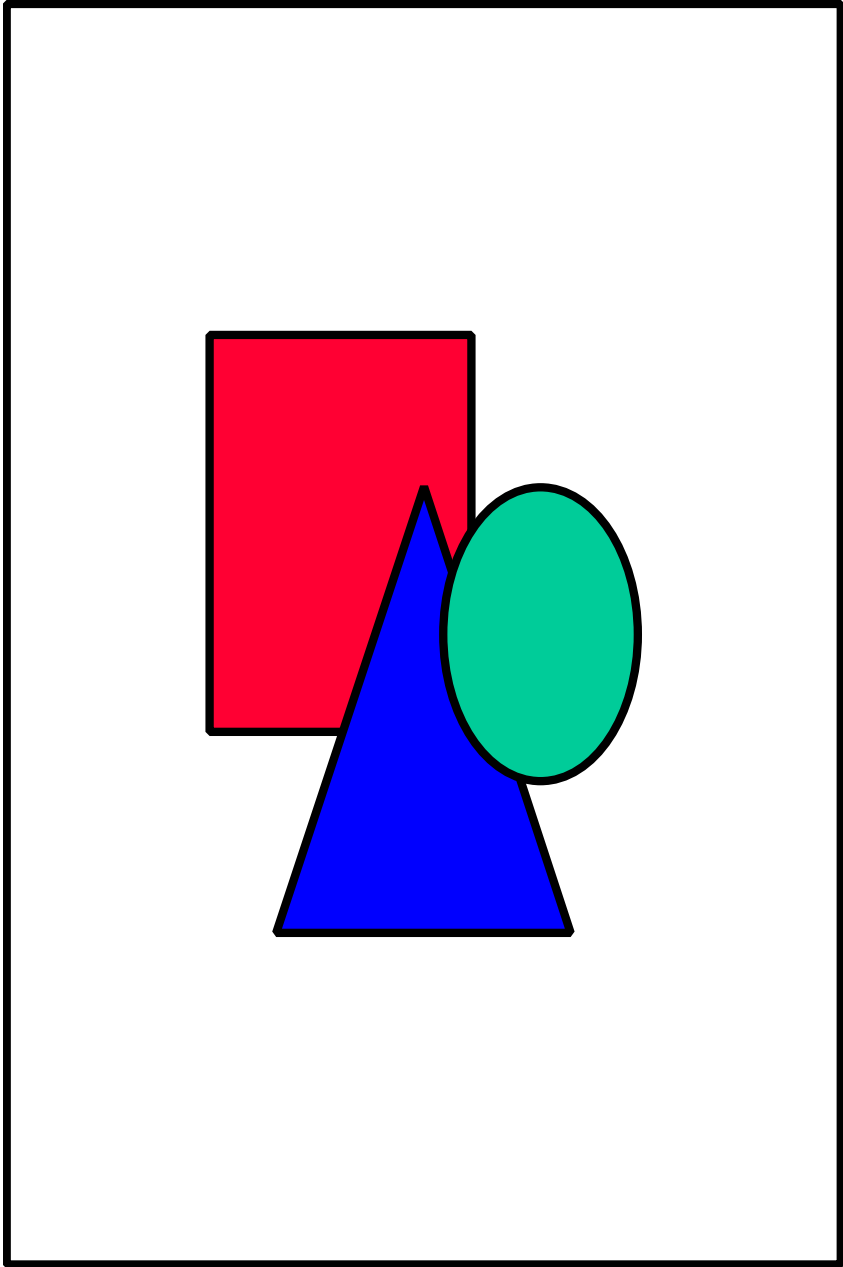
Ausgabe der Einzelergebnisse, erstellt mit der erweiterten Version von ERDMAUS

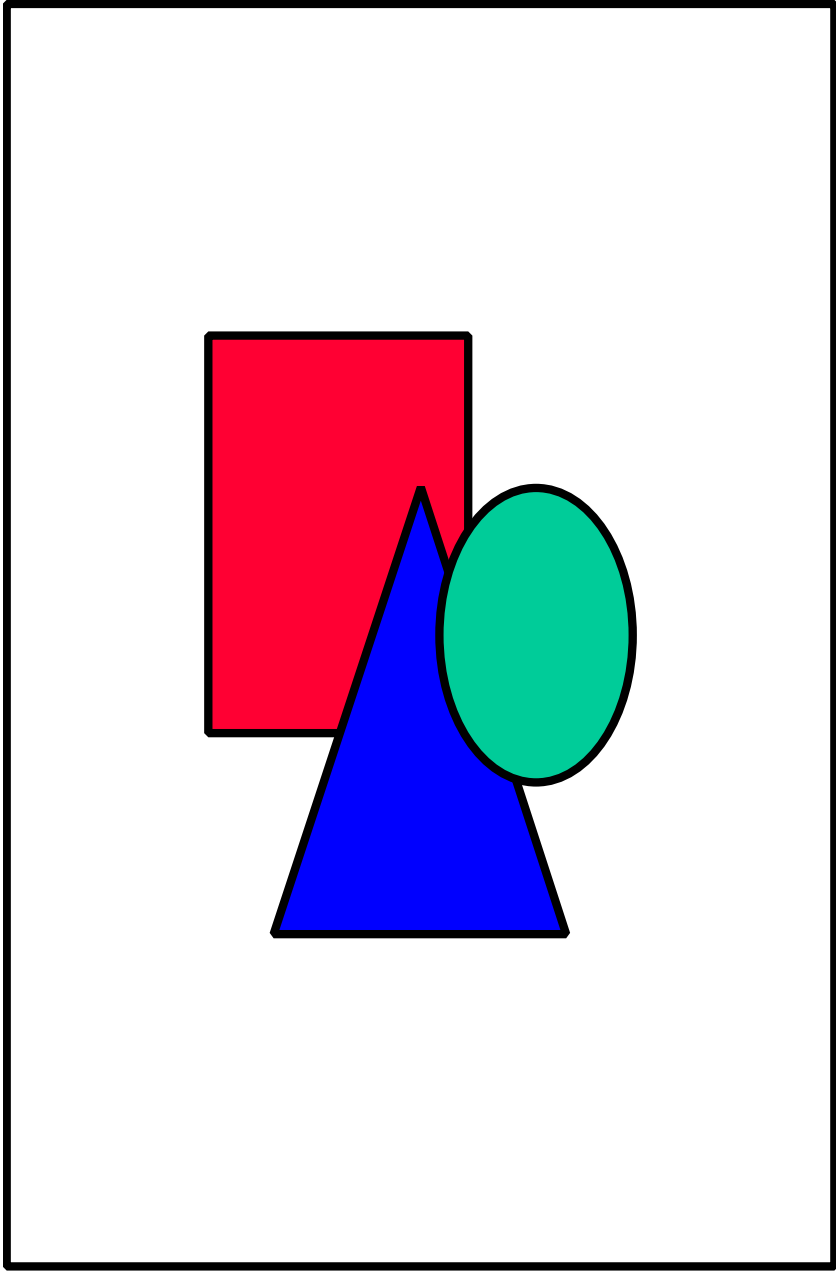
Die erweiterte Version von ERDMAUS ist nicht zur Veröffentlichung vorbereitet!

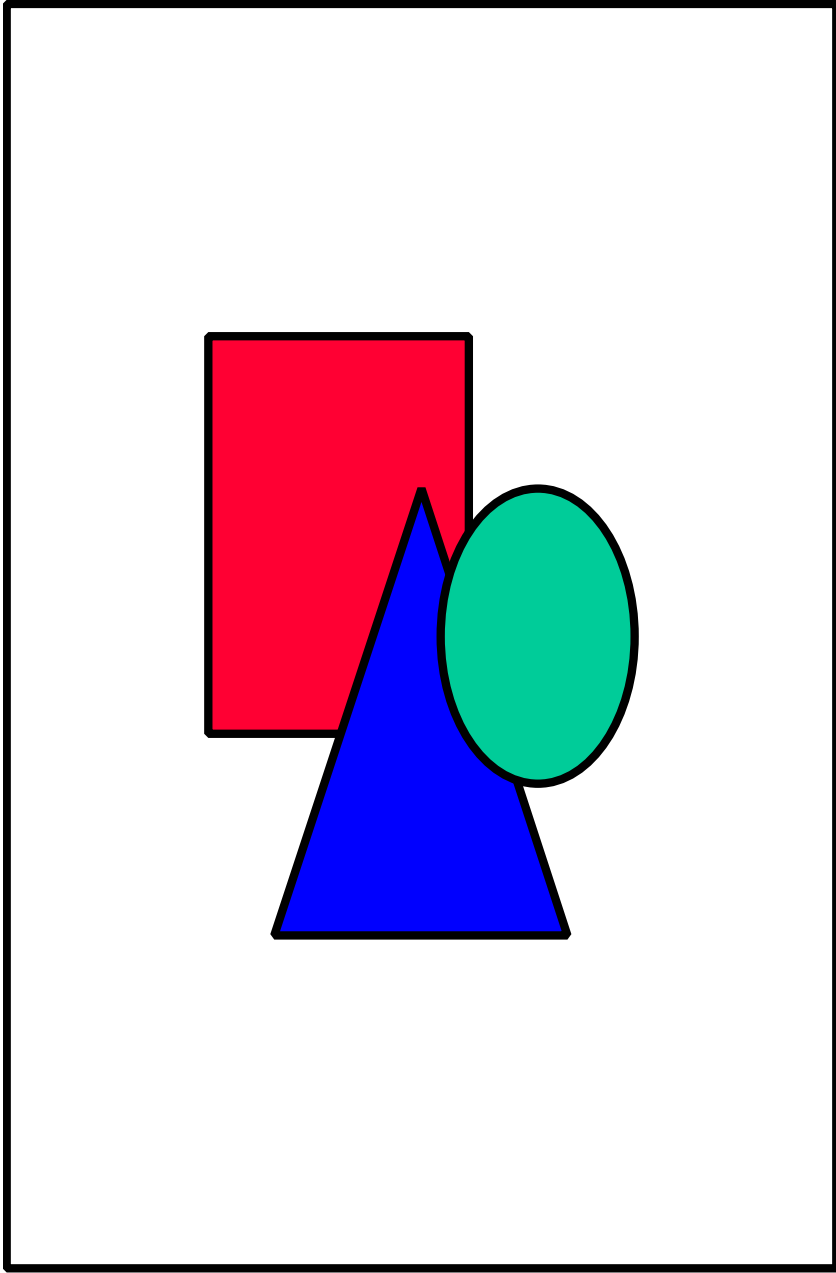


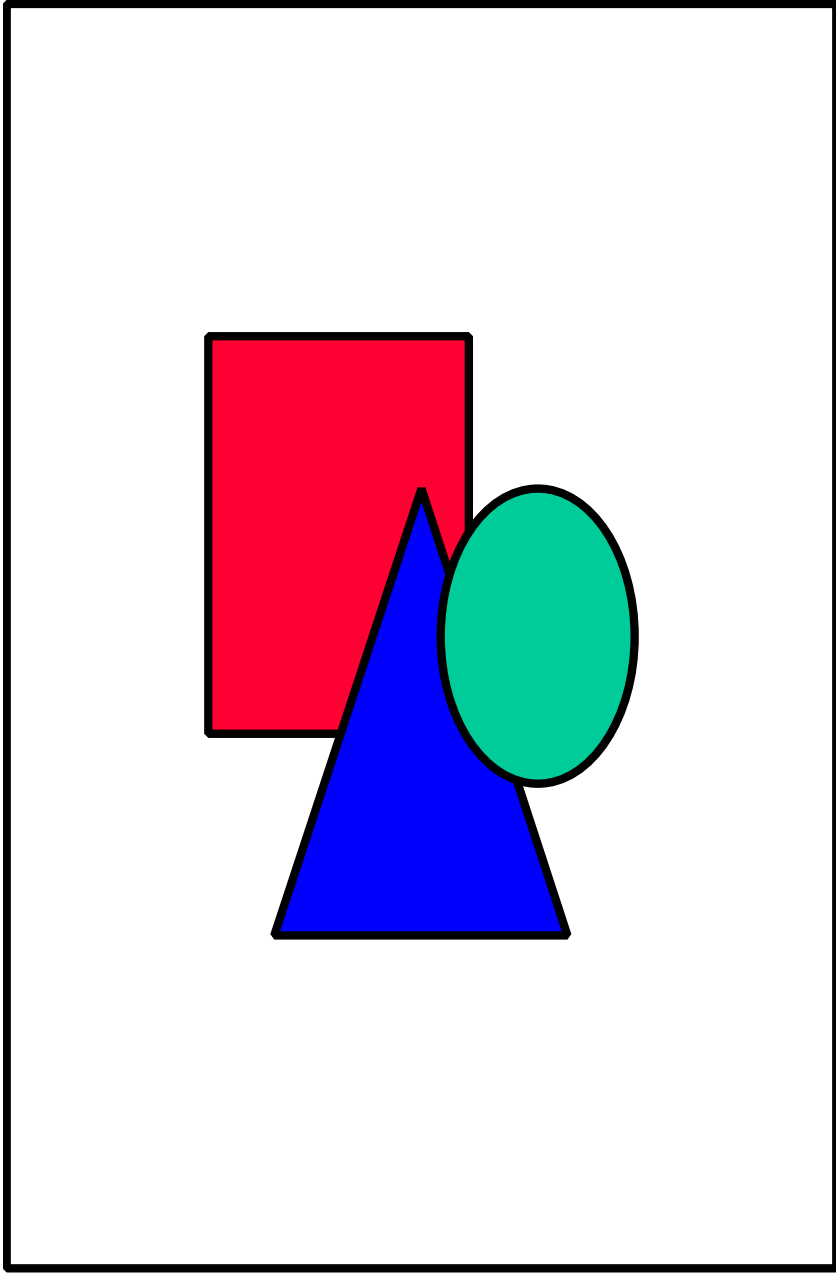
Anhang Teil B: Verschiedene Berechnungsbeispiele zum Thema Erdmassenausgleich

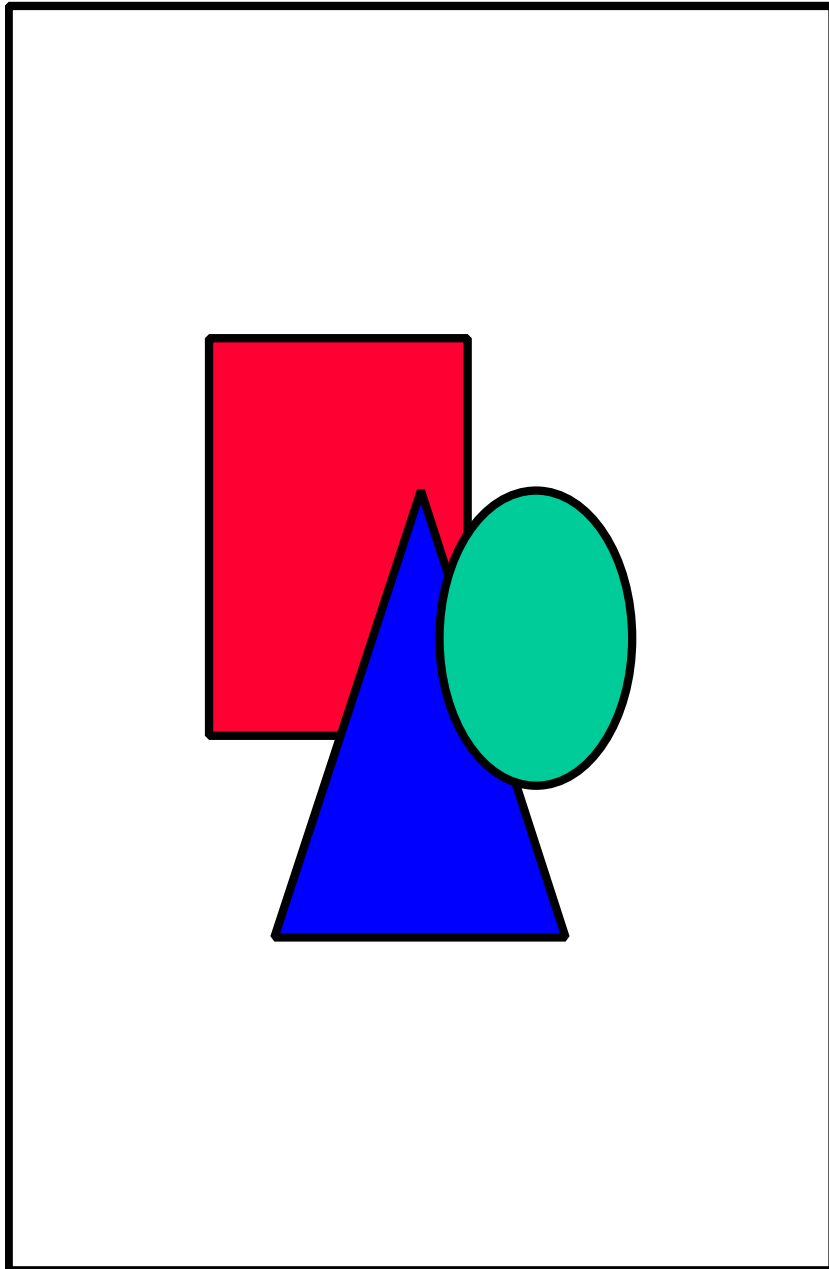








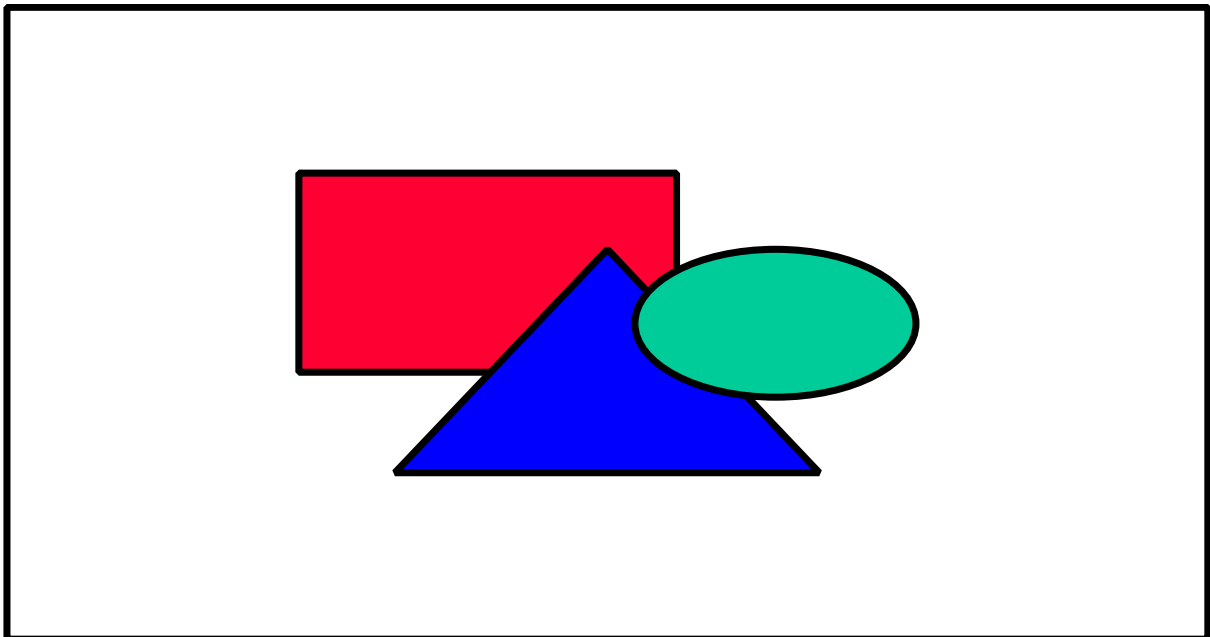
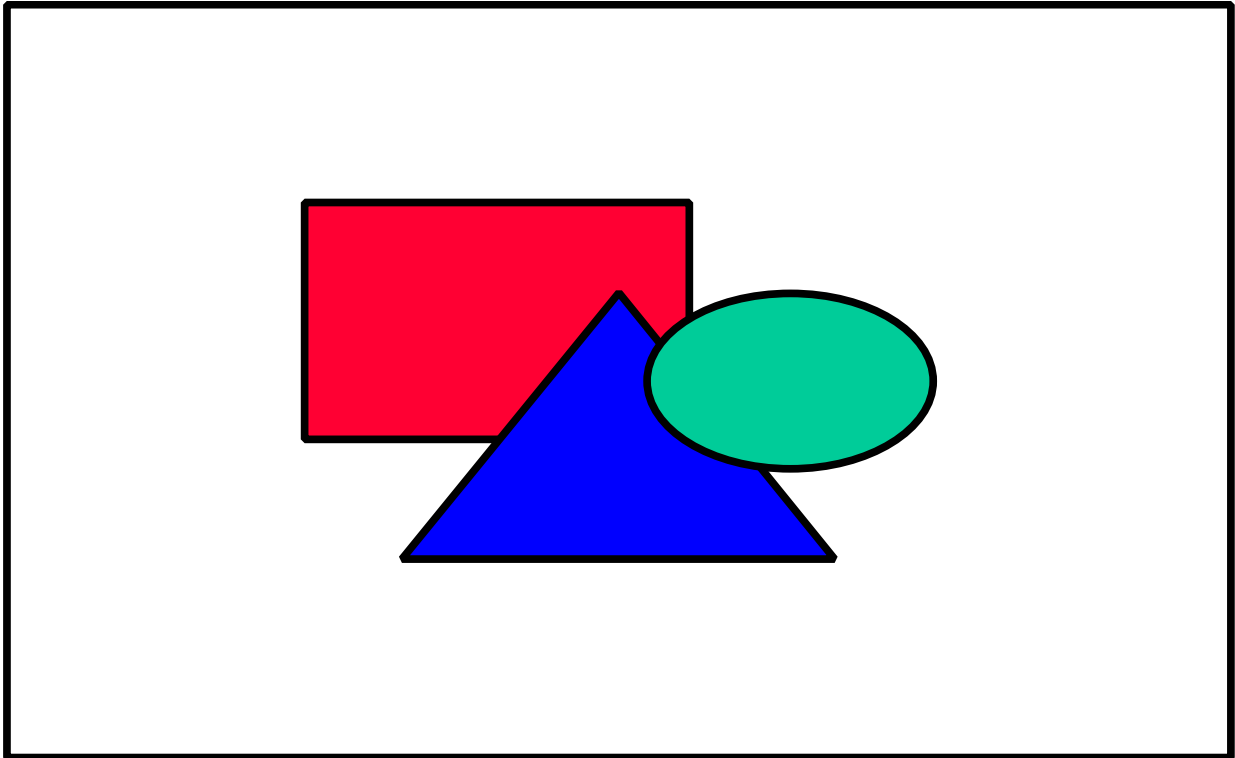




Anhang Teil C: Zeichnungen zum Thema Erdmassenausgleich

Die Zeichnungen wurden freundlicherweise von Herrn HOLL, ehemals WBA Künzelsau, zur Verfügung gestellt.

Die Zeichnungen zeigen die Vermeidung von Erdaushub unter dem Kellerboden.



Literaturverzeichnis

Bau GB, Baugesetzbuch, Dr. W. Söfker. DTV-Verlag, 26. Auflage, Dezember 1994.

BARTSCH, Taschenbuch mathematischer Formeln. Thun/Frankfurt am Main: Verlag Harry Deutsch, 7. bis 11. Auflage, 1988.

LANG und HUDER, Bodenmechanik und Grundbau: Das Verhalten von Böden und die wichtigsten grundbaulichen Konzepte. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag, 5. Auflage, 1994.

Mathematik, Band 1, Arithmetik, Algebra und elementare Funktionen. Thun/Frankfurt am Main:
Verlag Harry Deutsch, 18. Auflage, 1985.

Mathematik, Band 3, Analytische Geometrie, Vektorrechnung und Infinitesimalrechnung.
Thun/Frankfurt am Main: Verlag Harry Deutsch, 18. Auflage, 1984.

Microsoft Excel, Benutzerhandbuch, Version 5.0a für Apple Macintosh. Microsoft Corporation USA
1994.

SCHNEIDER, Bautabellen für Ingenieure, mit europäischen und nationalen Vorschriften. Düsseldorf:
Werner-Verlag, 11. Auflage, 1994.

Verwendete Warenzeichen

Apple, Macintosh: Eingetragenes Warenzeichen der Apple Computer, Inc.

MS-DOS, Excel, Windows, Winword und Microsoft Word: Eingetragene Warenzeichen der
Microsoft Corporation.