

6 Volumenkalkulation

Der Pulvermaar-Vulkan besitzt ein Alter von ungefähr 20 000 Jahren. Durch die Erosion sind die distale Fazies und Teile des Walls verschwunden; der weitaus größte Teil der Ablagerungen ist jedoch erhalten.

Diese Gegebenheit und die Tatsache, daß die Interpretation der Schwerewirkung viel-deutig ist, führte zu der Idee, eine Abschätzung des Mindestvolumens der Ejekta vor-zunehmen. Über die Masse bzw. das Volumen des ausgeworfenen Materials kann bei bekanntem Verhältnis zwischen Nebengestein und juvenilem Material dann die Dimension des unterirdischen Störkörpers, des Diatremms, berechnet werden. Es kommt so viel Material außerhalb des Diatremms zur Ablagerung, wie im Untergrund Platz von juvenilem Material unter Berücksichtigung der Dichteveränderung eingenommen wird. Die Kenntnis über die Dimension des Diatremms wiederum soll die Zahl der Lösungen der dreidimensionalen Modellierung der Schwereanomalie einschränken.

Die heute von Pulvermaarpyroklastika bedeckte Fläche (Abb. 8) wurde auf der Basis einer Detailkartierung (LINNEBACHER, 1985) planimetrisch ermittelt. Es ergibt sich eine Fläche von $A = 2,8 \text{ km}^2$.

Die ursprünglich von Maarpyroklastika bedeckte Fläche wurde rekonstruiert: Ehemals verfüllte Täler, deren pyroklastisches Material im Laufe der Zeit durch die Erosion abgetragen wurde, wurden teilweise wieder aufgefüllt und einzelne Vorkommen miteinander verbunden (DIELE, 1993). Die distale Fazies wurde nicht berücksichtigt, da der Fehler in ihrer Rekonstruktion nicht abschätzbar ist. Möglicherweise ist wesentlich mehr Material abgelagert worden als berücksichtigt wurde. Die Rekonstruktion ist somit mit einem relativ großen Fehler behaftet. Die Bestimmung der ursprünglichen Fläche wurde sehr konservativ durchgeführt, d.h. der Fehler kann sich nur in dieser Richtung auswirken, daß ein Mindestvolumen errechnet wurde. Die Mächtigkeit nimmt nach außen hin ab. Es gilt zu bedenken, daß die Mächtigkeit linear in die Rechnung eingeht, die Fläche jedoch quadratisch. Und das Fehlen der distalen

Fazies und weiterer bedeckter Flächen ergibt somit einen erheblichen Materialanteil.

Ursprünglich wurde eine Fläche von mindestens $A = 4,3 \text{ km}^2$ von Pulvermaarejekta bedeckt. Im Vergleich dazu beträgt die heute von Maarpyroklastika bedeckte Fläche etwa 64 % der ursprünglichen Fläche.

Zur Bestimmung der Mächtigkeiten der Ablagerungen des Pulvermaar-Vulkans wurde der Datensatz einer detaillierten Vermessung (Meß punktabstand 20 bis 40 m) vom Landes-vermessungsamt Rheinland-Pfalz erworben. Zusätzlich wurden geoelektrische Wider-standstiefensondierungen (Kap. 7.2.2) und eine geologische Detailkartierung von LINNEBACHER (1985) zu Hilfe genommen. Durch ein deutliches präeruptives Relief schwanken die Mächtigkeiten der Ablagerungen relativ stark (Kap. 7.2.2). Für eine genauere Bestimmung der Morphologie des präeruptiven Untergrundes wären geoelektrische Detailkartierungen mit hoher Meßpunktdichte und seismische Messungen erforderlich.

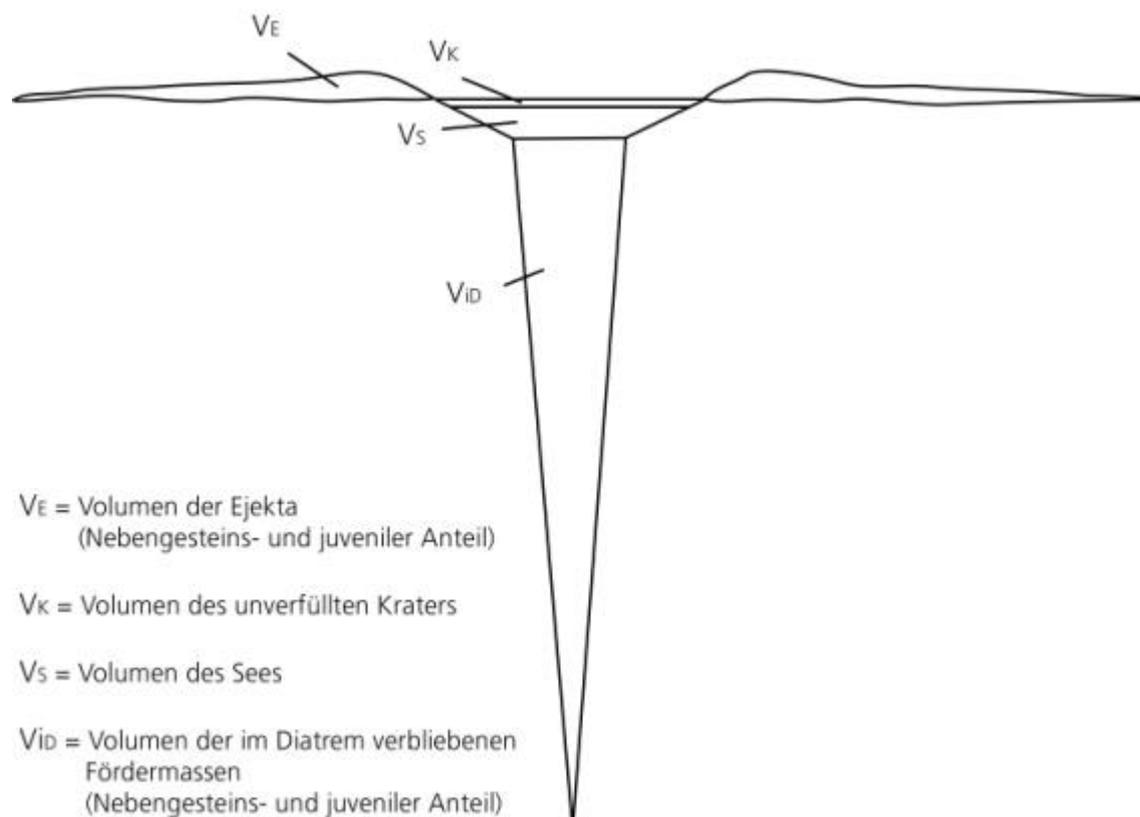


Abb. 12: Schematische Darstellung des Maarvulkans zur Veranschaulichung der Rechengrößen

Die Mächtigkeiten der Ablagerungen schwanken zwischen wenigen Metern und etwa 45 m. Die von pyroklastischen Ablagerungen bedeckte Umgebung des Pulvermaares wurde in einzelne Segmente eingeteilt. Über die mittleren Mächtigkeiten der Ablagerungen der einzelnen Segmente wurde das Volumen des ausgeworfenen Materials (V_E) ohne „fall out“, d.h. ohne distale Fazies, bezogen auf eine mittlere Materialdichte von $\rho = 2,2 \text{ g/cm}^3$ (ZIMANOWSKI, 1985 und STACHEL, 1987) mit $V_E = 58,8 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ berechnet (DIELE, 1993). Die Pyroklastika setzen sich aus einem juvenilen Anteil und einem wesentlich größeren Anteil an Nebengesteinsklasten zusammen. Zur Berechnung des Diatremvolumens darf nur der Nebengesteinsanteil der Ejekta von ca. 80 % (ZIMANOWSKI, 1995), d.h.

$$V_{Ng;2,2} = 58,8 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \cdot 80 / 100 = 47 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

Gl. 3.1

in die weiteren Berechnungen eingehen, da der präeruptive Untergrund nur aus diesen unterdevonischen Gesteinen bestand. Der juvenile Anteil entspricht gemeinsam mit der Volumenzunahme durch die Erniedrigung der Dichte infolge der Fragmentierung des Gesteins somit dem Volumen an devonischem Gestein, welches im Untergrund verdrängt wurde.

Der Nebengesteinsanteil $V_{Ng;2,2}$ wird mit dem Faktor 0,824 ($f_1 = 2,2 \text{ g/cm}^3 / 2,67 \text{ g/cm}^3$) auf die ursprüngliche Gesteinsdichte von $\rho = 2,67 \text{ g/cm}^3$ (BÜCHEL, 1990 und PIRRUNG, 1991) rechnerisch komprimiert. So beträgt das Volumen noch

$$V_{Ng;2,67} = 47 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \cdot 0,824 = 38,7 \cdot 10^6 \text{ m}^3.$$

Gl. 3.2

Nun werden die Volumina des unverfüllten Kraters mit $V_K = 4 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ und des Seekörpers mit $V_S = 11,9 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ (DIELE, 1993) subtrahiert, denn auch sie waren mit Gesteinen des Unter-Devon verfüllt. Die verbleibenden

$$\Delta V = 38,7 \cdot 10^6 \text{ m}^3 - (4 \cdot 10^6 \text{ m}^3 + 11,9 \cdot 10^6 \text{ m}^3)$$

Gl. 3.3

$$\Delta V = 22,8 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

stellen den Überschuss an ausgeworfenem Material bezogen auf eine Dichte von $\rho = 2,67 \text{ g/cm}^3$ dar, der weder im Krater noch im Bereich des Seekörpers untergebracht werden kann.

Die Tatsache, daß mehr Material ausgeworfen wurde als der heute verfüllte Teil des Kraters und der Seekörper aufnehmen können, und der relativ hohe Nebengesteinsgehalt von ca. 80 Vol.% weisen darauf hin, daß es sich bei dieser Struktur nicht um einen Tuffring handelt, sondern um ein Maar mit einem Diatrem. Tuffringe fördern im Vergleich zu Maaren einen wesentlich niedrigeren Nebengesteinsanteil, nach MERTES (1983) in der Westeifel ca. 10-25 %. Infolgedessen ist ihr Krater nicht oder nur wenig in den Untergund eingeschnitten (LORENZ, 1973, 1985, 1986).

Im nächsten Schritt muß berücksichtigt werden, daß das unterlagernde Diatrem noch mit Material (D_{ID}) verfüllt ist. Der Nebengesteinsgehalt des im Diatrem verbliebenen Materials wurde ebenfalls mit 80 Vol.% angenommen. Sein Volumen beträgt bei Annahme von wiederum 80 Vol.% Nebengesteinsanteil das Fünffache des juvenilen Anteils der im Diatrem verbliebenen Fördermassen. Unter der Annahme, daß das Material mit zunehmender Tiefe zunehmend verdichtet ist, wurde eine mittlere Dichte von $\rho = 2,45 \text{ g/cm}^3$ für Berechnung als realistisch angesehen.

Der Materialüberschuß muß mit der Dichtekorrektur (Faktor $f_2 = 2,67 \text{ g/cm}^3 / 2,45 \text{ g/cm}^3 = 1,0898$), die das Material auf die Dichte des im Diatrem verbliebenen Material bringt, versehen werden. Dieser Überschuß entspricht

dem Volumen des juvenilen Anteils der Diatremfüllung. Damit ergibt sich ein Volumen des juvenilen Anteils des im Diatrem verbliebenen Materials von

$$V_{J,iD} = 22,8 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \cdot 1,0898 = 24,9 \cdot 10^6 \text{ m}^3.$$

Gl. 3.4

Daraus läßt sich unter der Annahme, daß das Verhältnis zwischen Nebengesteinsanteil und juvenilem Anteil der Diatremfüllung 4 zu 1 beträgt, die Gesamtfördermenge berechnen. Sie beträgt

$$V_{Ng,iD} = 24,9 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \cdot 4 = 99,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3. \quad \text{Gl. 3.5}$$

Verdichtet man dieses Volumen nun auf die Dichte unterdevonischen Gesteins (Faktor $f_3 = 2,45 \text{ g/cm}^3 / 2,67 \text{ g/cm}^3 = 0,9176$), so erhält man das Volumen, welches das Material ursprünglich eingenommen haben muß :

$$V_{Ng,iD,v} = 99,6269 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \cdot 0,9176 = 91,4 \cdot 10^6 \text{ m}^3.$$

Gl. 3.6

Aus der Summe der Volumina des Nebengesteinsanteils und des Anteils des juvenilen Materials der Diatremfüllung ergibt sich das Volumen der Diatremfüllung mit

$$V_{iD} = 24,9 \cdot 10^6 \text{ m}^3 + 99,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3 = 124,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3.$$

Gl. 3.7

Das gesamte Fördervolumen errechnet sich nun aus der Summe des Ejekta-Volumens und der im Diatrem verbliebenen Fördermassen. Es beträgt:

$$V_{ges} = 124,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3 + 38,7 \cdot 10^6 \text{ m}^3 = 163,2 \cdot 10^6 \text{ m}^3.$$

Gl. 3.8

Zur Berechnung der Tiefe des Diatremms wurde zunächst vereinfacht (DIELE,1993) die Form eines geraden Kegels ($V_{\text{Keg}} = 1/3 \cdot \delta \cdot r^2 \cdot h$) angenommen. Danach wurde bei bekanntem Volumen und Radius ein Tiefgang von ca. 1230 m errechnet. Die über diese Rechnung erhaltenen Einfallswinkel der Diatremwände entsprechen den Winkeln vergleichbarer Strukturen, wie sie bei HAWTHORNE (1975) angegeben werden.