

GLÜCKAUF

Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift

Nr. 3

18. Januar 1936

72. Jahrg.

Neue geothermische Messungen in Eisenstein- und Erzgruben des Rheinischen Gebirges.

Von Professor Dr. H. Quiring, Berlin.

Wärmemessungen in den tiefen Gruben des Rheinischen Schiefergebirges sind zuletzt auf Anregung Bornhardts im Anfang des Jahrhunderts vorgenommen worden¹. Die damals tiefsten Meßpunkte befanden sich in den Gruben Zufälligglück bei Herdorf (720 m), Holzappel bei Laurenburg (720 m), Storch und Schöneberg bei Gosenbach (685 m), Alte Dreisbach bei Siegen (680 m), Friedrichsgegen bei Ems (670 m) und Eisenzecher Zug bei Eiserfeld (635 m). Die von Bornhardt für 28 Gruben aus diesen Temperaturmessungen errechnete geothermische Tiefenstufe lag zwischen 27,3 m (Grube Louise bei Horhausen) und 64,5 m (Grube Victoria bei Littfeld). Inzwischen sind erheblich größere Schachtteufen erreicht worden (Storch und Schöneberg 1155 m, Eisenzecher Zug 1060 m, Holzappel 1000 m, Petersbach 930 m, Pfannenberger Einigkeit 900 m). Ich habe daher angeregt, die Messungen in der seinerzeit von Bornhardt vorgeschlagenen Durchführung zu wiederholen. In dankenswerter Weise ist diesem Wunsche von den meisten Grubenverwaltungen entsprochen worden.

Meßverfahren.

Messungen in den tiefen Gruben des alten Gebirges (Devons) sind wichtig und anderweitig nicht zu beschaffen², weil in Europa Tiefbohrungen in vorkarbonischen Gesteinen sehr selten und dann nur in Thermalbezirken ausgeführt werden. Die meisten Angaben über geothermische Tiefenstufen stammen infolgedessen aus dem mehr oder weniger lockern, ungeschieferten und geringe Wärmeleitfähigkeit aufweisenden Deckgebirge bis zum Jungpaläozoikum (Karbon-Perm), in dem die Temperatur außerdem durch chemische, mit der Jugendlichkeit der Gesteine zusammenhängende diagenetische Umwandlungen und örtliche Wärmequellen erheblich beeinflußt (erhöht) ist³.

Demgegenüber ist die Verfestigung vorkarbonischer Gesteine schon so weit vorgeschritten, daß sich ihre Wärmeleitfähigkeit der hohen Wärmeleitfähigkeit der kristallinen Gesteine sehr stark genähert hat. Da im kristallinen Gebirge keine Tiefenaufschlüsse, abgesehen von Tunnels, vorhanden sind, können nur Wärmemessungen in Bergwerken des Altpaläozoikums Angaben für die Beurteilung der

¹ Bornhardt: Über die Gangverhältnisse des Siegerlandes und seiner Umgebung, Teil II, Arch. Lagerstättenforsch. 1912, H. 8, S. 387.

² So sind die von Gutenberg im Handbuch der Geophysik (1933, Bd. 2, S. 3) zusammengestellten Werte für Europa sämtlich Temperaturmessungen in nachdevonischen Gesteinen entnommen.

³ Koenigsberger und Mühlberg: Über Messungen der geothermischen Tiefenstufe usw., N. Jb. Min. Orol. u. Pal. 1911, Beilage-Bd. 31, S. 107.

geothermischen Tiefenstufen der hoch verfestigten Teile der Erdrinde liefern.

Von Koenigsberger und Mühlberg ist behauptet worden¹, daß Wärmemessungen in Bergwerken nur mit größter Vorsicht zur Ermittlung geothermischer Tiefenstufen benutzbar seien. Dies mag dort zutreffen, wo, wie in Steinkohlengruben oder andern Gruben mit hoher Temperatur, eine künstliche Bewetterung besteht. Auf den hier zu behandelnden Eisenstein- und Erzgruben des Rheinischen Schiefergebirges sind aber keine Grubenlüfter (abgesehen von der Grube Merkur bei Ems) erforderlich, weil eben die geothermischen Verhältnisse so günstig sind, daß keine künstliche Erniedrigung der Temperatur durch maschinenmäßige Bewetterung notwendig ist.

Bornhardt hat darauf hingewiesen, daß es sich bei seiner Arbeit nur um einen Versuch handle, Wärmemessungen in Bergwerken für die Ermittlung geothermischer Tiefenstufen zu benutzen. Er war sich bewußt, daß seine überschlägliche Zusammenstellung bei der die Verschiedenheit der örtlichen Oberflächenform und der Oberflächentemperatur (er nahm für alle Gruben eine mittlere Jahrestemperatur des Bodens von 8° an) unberücksichtigt geblieben ist, nur einen ersten Anhaltspunkt geben kann. Bei meinen Ermittlungen und Berechnungen ist daher nach den Vorschlägen von Koenigsberger und Mühlberg vorgegangen und folgende Formel benutzt worden:

Geothermische Tiefenstufe

Messungstiefe unter Erdoberfläche (m 1°)

Tiefentemperatur - Bodentemperatur

Bodentemperatur - Jahresmittel der Lufttemperatur - Berichtigung nach Koenigsberger und Mühlberg.

Die mittlere Jahres-Lufttemperatur geht für einige Orte im Rheinischen Schiefergebirge aus der nachstehenden Übersicht hervor².

Meeres- höhe m	Luft- tempe- ratur °C	Meeres- höhe m	Luft- tempe- ratur °C		
Brilon	455	7,0	Siegen	240	7,4
Altastenberg .	780	4,8	Weilburg . . .	165	8,3
Arnsberg . . .	212	8,4	Hachenburg .	344	7,6
Müllenbach . .	410	7,1	Neuwied . .	68	9,3
(Kreis)			Langen- schwalbach .	335	7,3
Gummersbach)					

Von diesen Zahlen ausgehend ist für die in der Nähe liegenden Gruben die Lufttemperatur errechnet

¹ a. a. O. S. 145 und 156. Bornhardt ist dieser Behauptung bereits entgegengetreten, a. a. O. S. 396.

² Hellmann: Klimaatlas von Deutschland, hrsg. vom Preuß. Meteorol. Institut, 1921, S. 8.

worden. Hierbei war zu berücksichtigen, daß die Jahres-Lufttemperatur im Rheinischen Schiefergebirge für je 100 m Höhe um 0,64° abnimmt¹. Der Unterschied zwischen Lufttemperatur und Boden-temperatur (die Berichtigung) beträgt nach Koenigsberger und Mühlberg in Meereshöhe 0,8°, in + 500 m Höhe 0,9°, in + 1000 m Höhe 1,0°.

Messungsergebnisse.

1. Grube Ver. Rastenberg und Dörnberg bei Ramsbeck².

Temperaturmessungen am 2. Februar 1934.

Meßstelle Eickhoffstollen	Lage des Meß- punktes m NN	Tiefe unter Erd- oberfläche m	Gemessene Tempe- ratur °C
2. hgd. Trum, Grauwackenschiefer	+ 363,3	257	+ 10,8
Querschl. 3, Grauwackenschiefer	+ 365,0	315	+ 11,0
Gesenk 4, Grauwacken-quarzit	+ 366,2	314	+ 10,8
Querschl. 4, Schiefer	+ 366,4	354	+ 10,8
Querschl. 4 Westen, Zinkblendegang	+ 366,5	354	+ 11,0

Geothermische Werte, bezogen auf die Jahres-Lufttemperatur von Brilon und Altastenberg.

Meßstelle Eickhoffstollen	Erd- ober- fläche m NN	Meß- tiefe m	Luft- temperatur °C	Bo- den- temperatur °C	Tie- fen- temperatur °C	Geo- thermische Tiefe- stufe m
2. hgd. Trum	620,3	257	6,0	7,0	10,8	67,6
Querschl. 3	680,0	315	5,6	6,6	11,0	71,6
Gesenk 4	680,2	314	5,6	6,6	10,8	74,7
Querschl. 4	720,4	354	5,3	6,3	10,8	78,7
Querschl. 4, Westen	720,5	354	5,3	6,3	11,0	75,3

2. Grube Goldberg 2 (Glanzenberg) bei Silberg.

Temperaturmessungen am 16. März 1935.

Meßstelle	Lage des Meß- punktes m NN	Tiefe unter Erd- oberfläche m	Gemessene Tempe- ratur °C
360-m-Sohle, Gestein	+ 72	360	14
500-m-Sohle, Gestein	- 68	500	16

Geothermische Werte, bezogen auf die Jahres-Lufttemperatur von Siegen und Müllenbach.

Meßstelle	Erd- ober- fläche m NN	Meß- tiefe m	Luft- temperatur °C	Bo- den- temperatur °C	Tie- fen- temperatur °C	Geo- thermische Tiefe- stufe m
360-m-Sohle, Gestein	+ 432	360	6,6	7,5	14	55,4
500-m-Sohle, Gestein	+ 432	500	6,6	7,5	16	58,8

3. Grube Storch und Schöneberg bei Eiserfeld. Temperaturmessungen auf dieser tiefsten Grube des Siegerlandes im Januar 1934.

Meßstelle	Lage des Meß- punktes m NN	Tiefe unter Erd- oberfläche m	Gemessene Tempe- ratur °C
22. Sohle, Gestein	- 762	- 1147	30,0
Eisengarten, Gang			29,8
25. Sohle, Gestein	899	1234	31,0
Kammer, Gang			30,2

¹ Koenigsberger und Mühlberg schlagen 0,57° (nach Hann) vor. Dieser Wert ist nach von Elsner (Die Temperaturabnahme mit der Höhe in den deutschen Gebirgen, Tätigkeitsbericht des Preuß. Meteorol. Instituts für 1917–1919, 1920, S. 132) für das Rheinische Schiefergebirge zu gering.

² Die Grube baut noch über der Talsohle.

Geothermische Werte, bezogen auf die Jahres-temperatur von Siegen.

Meßstelle	Erd- ober- fläche m NN	Meß- tiefe m	Luft- temperatur °C	Bo- den- temperatur °C	Tie- fen- temperatur °C	Geo- thermische Tiefe- stufe m
22. Sohle, Gestein	+ 385	- 1147	6,5	7,4	30,0	50,9
Eisengarten, Gang					29,8	51,3
25. Sohle, Gestein	+ 335	- 1234	6,8	7,7	31,0	52,9
Kammer, Gang					30,2	54,9

Ein Vergleich der Meßergebnisse läßt erkennen, daß die geothermische Tiefe im Spateisen-steinberg mit seiner größeren Dichte, mineralogischen Geschlossenheit und darum besseren Wärmeleitfähigkeit größer ist als im tonhaltigen, körnigen Neben-gestein.

4. Grube Eisenzecher Zug bei Eiserfeld.

Temperaturmessungen im November 1934.

Meßstelle	Lage des Meß- punktes m NN	Tiefe unter Erd- oberfläche m	Gemessene Tempe- ratur °C
910-m-Sohle, Nord- querschlag, Gestein	- 683	1060	26,6
910-m-Sohle, Kirschen- baum, Gang	- 683	1083	26,7

Geothermische Werte, bezogen auf die Jahres-Lufttemperatur von Siegen.

Meßstelle	Erd- ober- fläche m NN	Meß- tiefe m	Luft- temperatur °C	Bo- den- temperatur °C	Tie- fen- temperatur °C	Geo- thermische Tiefe- stufe m
910-m-Sohle, Nord- querschlag, Ge- stein	+ 377	1060	6,6	7,5	26,6	55,5
910-m-Sohle, Kir- schenbaum, Gang	+ 400	1083	6,5	7,4	26,7	56,1

5. Grube Pfannenberger Einigkeit bei Neunkirchen.

Temperaturmessungen am 6. Mai 1935.

Meßstelle	Lage des Meß- punktes m NN	Tiefe unter Erd- oberfläche m	Gemessene Tempe- ratur °C
700-m-Sohle	- 338	720	22,0
750-m-Sohle	- 388	770	23,5
800-m-Sohle	- 438	820	24,0

Geothermische Werte, bezogen auf die Jahres-Lufttemperatur von Siegen.

Meßstelle	Erd- ober- fläche m NN	Meß- tiefe m	Luft- temperatur °C	Bo- den- temperatur °C	Tie- fen- temperatur °C	Geo- thermische Tiefe- stufe m
700-m-Sohle	+ 380	720	6,5	7,4	22,0	49,3
750-m-Sohle	+ 380	770	6,5	7,4	23,5	47,8
800-m-Sohle	+ 380	820	6,5	7,4	24,0	49,4

6. Grube Friedrich Wilhelm bei Herdorf.

Die Temperaturmessung auf der 644-m-Sohle im Querschlag 17 (- 355 m NN, 778 m unter Erdoberfläche) im Dezember 1933 ergab eine Temperatur von 19,75°. Die Erdoberfläche liegt am Messungspunkt + 423 m NN. Bezogen auf die Jahres-Lufttemperatur von Siegen, erhält man eine mittlere Lufttemperatur

von 6,3°, eine Bodentemperatur von 7,2° und eine geothermische Tiefenstufe von 61,8 m im Gestein.

7. Grube Füsseberg bei Biersdorf.

Nach einer Temperaturmessung auf der 486-m-Sohle im Querschlag 2 (-217 m NN, 494 m unter Erdoberfläche) im Dezember 1933 betrug die Gesteintemperatur 17,75°. Die Erdoberfläche liegt am Messungspunkt + 277 m NN. Bezogen auf die Jahres-temperatur von Siegen, ergibt sich eine mittlere Luft-temperatur über dem Messungspunkt von 7,2°, eine Bodentemperatur von 8,1° und eine geothermische Tiefenstufe von 51,1 m im Gestein.

8. Grube Eupel bei Niederhövels.

Temperaturmessungen im Dezember 1933.

Meßstelle	Lage des Meßpunktes m NN	Tiefe unter Erdoberfläche m	Gemessene Temperatur °C
300-m-Sohle, Norden, westl. Querschlag (Zacharias), Gestein	-141	321	17,5
Querschlag 2, Osten (Zacharias), Gestein	-141	321	17,0
360-m-Sohle, Süden, D-Gang zwischen den Punkten 38 und 39, Gestein und Gang	-201	361	19,5
Quertrum, nördl. Schacht, Gestein und Gang	-201	381	18,5

Geothermische Werte, bezogen auf die Jahres-Lufttemperaturen von Siegen und Hachenburg.

Meßstelle	Erdoberfläche m NN	Meßtiefe m	Lufttemperatur °C	Boden-temperatur °C	Tieffen-stufe °C	Geothermische Tiefenstufe m
300-m-Sohle, Norden, westl. Querschlag (Zacharias), Gestein	+180	321	8,2	9,1	17,5	38,2
Querschlag 2, Osten (Zacharias), Gestein	+180	321	8,2	9,1	17,0	40,6
360-m-Sohle, Süden, D-Gang zwischen den Punkten 38 und 39, Gestein und Gang	+160	361	8,3	9,2	19,5	35,5
Quertrum, nördl. Schacht, Gestein und Gang	+180	381	8,2	9,1	18,5	40,5

9. Grube Georg bei Willroth.

Temperaturmessungen im Dezember 1933.

Meßstelle	Lage des Meßpunktes m NN	Tiefe unter Erdoberfläche m	Gemessene Temperatur °C
400-m-Sohle, Süden (Girmscheid), Querschlag 2, Gestein	-65	460	17,5
Norden, Umbruchstrecke bei Punkt 28, Gang	-65	445	17,5

Geothermische Werte, bezogen auf die Jahres-Lufttemperatur von Hachenburg.

Meßstelle	Erdoberfläche m NN	Meßtiefe m	Lufttemperatur °C	Boden-temperatur °C	Tieffen-stufe °C	Geothermische Tiefenstufe m
400-m-Sohle, Süden (Girmscheid), Querschlag 2, Gestein	+395	460	7,3	8,2	17,5	49,5
Norden, Umbruchstrecke bei Punkt 28, Gang	+380	445	7,4	8,3	17,5	48,5

10. Grube Merkur (Neue Hoffnung bei Ems).

Temperaturmessungen im November 1933.

Meßstelle	Lage des Meßpunktes m NN	Tiefe unter Erdoberfläche m	Gemessene Temperatur °C
11. Sohle, Richtstrecke, Gestein	-385,4	597	30,0
Gangstrecke, südl. Rollenquerschlag 2, Gang	385,4	597	34,2

Geothermische Werte, bezogen auf die Jahres-Lufttemperaturen von Weilburg und Langenschwalbach.

Meßstelle	Erdoberfläche m NN	Meßtiefe m	Lufttemperatur °C	Boden-temperatur °C	Tieffen-stufe °C	Geothermische Tiefenstufe m
11. Sohle, Richtstrecke, Gestein	+211	597	8,1	9,0	30,0	28,4
Gangstrecke, südl. Rollenquerschlag 2, Gang	+211	597	8,1	9,0	34,2	23,3

11. Grube Holzappel bei Laurenburg.

Temperaturmessungen im November 1934.

Meßstelle	Lage des Meßpunktes m NN	Tiefe unter Erdoberfläche m	Gemessene Temperatur °C
20. Sohle, Mittelfeld	-550	820	28,5
21. Sohle, Westfeld	-570	870	30,0

Geothermische Werte, bezogen auf die Jahres-Lufttemperaturen von Weilburg und Langenschwalbach.

Meßstelle	Erdoberfläche m NN	Meßtiefe m	Lufttemperatur °C	Boden-temperatur °C	Tieffen-stufe °C	Geothermische Tiefenstufe m
20. Sohle, Mittelfeld, Gang	+270	820	7,7	8,6	28,5	41,2
21. Sohle, Westfeld, Gang	+300	870	7,5	8,4	30,0	40,3

Zusammengefaßt ergeben sich für die vorstehend aufgeführten im Devon bauenden Gruben folgende geothermische Tiefenstufen:

Grube	Geothermische Tiefenstufe					
	nach den Messungen 1933–1935		nach Bornhardt ¹		Grenz- werte m/10	Mit- tel- wert m/10
	Grenz- werte m/10	Mit- tel- wert m/10	Grenz- werte m/10	Mit- tel- wert m/10		
I. Ver. Rastenberg und Dörnberg (Pb, Zn) bei Ramsbeck	67,6	78,7	73,6			
II. Kuhlenberger Zug (Fe) bei Welschenennest Goldberg II (Pb) bei Silberg	—	—	34,6	34,6		
Victoria (Pb, Zn) bei Littfeld	55,4	58,8	57,1	—		
Stahlberg (Fe) bei Müsen	—	—	56,7	56,7		
Müsen-Silberger Gruppe	55,4	58,8	57,1	34,6	56,7	46,1
III. Neue Haardt (Fe) bei Weidenau	—	—	45,5	47,4	46,4	
Alte Dreisbach (Fe) bei Siegen	—	—	48,6	48,8	48,7	
Storch und Schöneberg (Fe) bei Gosenbach	50,9	54,9	52,5	47,0	54,3	49,2
Gilberg (Fe) bei Eiserfeld	—	—	45,2	45,2		
Eisenzecher Zug (Fe) bei Eiserfeld	55,5	56,1	55,8	50,4	73,4	61,8
Brüderbund (Fe) bei Eisern	—	—	49,5	49,5		
Eisenhardter Tiefbau (Fe) bei Eisern	—	—	44,5	44,5		
Grimberg (Fe) bei Niederdiefen	—	—	54,6	54,6		
Pfannenberger Einigkeit (Fe) bei Neunkirchen	47,8	49,4	48,8	51,3	51,3	
Böllnbach (Fe) bei Herdorf	—	—	45,4	49,5	46,9	
Zufälligluck (Fe) bei Herdorf	—	—	45,0	45,0		
Friedrich Wilhelm (Fe) bei Herdorf	61,8	61,8	53,2	53,3	53,2	
Fusseberg (Fe) bei Biersdorf	51,1	51,1	—	—		
Bindweide (Fe) bei Steinebach	—	—	53,8	53,8		
Siegen-Herdorfer Gruppe	47,8	61,8	54,0	44,5	73,4	50,0
IV. Eupel (Fe) bei Niederhövels	35,5	40,6	38,7	—	—	
Friedrich (Fe) bei Niederhövels	—	—	42,6	42,6		
Glücksbrunnen (Fe) bei Niederfischbach	—	—	38,8	38,8		
Vereinigung (Fe) bei Wissen	—	—	35,3	35,3		
Andreas (Fe) bei Bitzen	—	—	43,3	43,3		
Petersbach (Fe) bei Eichelhardt	—	—	41,1	42,4	41,7	
Louise (Fe) bei Horhausen	—	—	35,2	35,2		
Georg (Fe) bei Willroth	48,5	49,5	49,0	40,3	40,3	
Wissen-Horhauser Gruppe	35,5	49,5	43,8	35,2	43,3	39,6
V. Werner (Fe) bei Bendorf Friedrichssegen (Pb, Zn) bei Oberlahnstein	—	—	45,0	57,6	49,9	
Gute Hoffnung (Pb, Zn) bei Wierlau	—	—	67,0	67,0		
Bendorf-Werlauer Gruppe	—	—	48,5	48,9	48,7	
VI. Merkur (Pb, Zn) bei Ems	23,3	28,4	25,9	45,0	67,0	55,2
VII. Holzappel (Pb, Zn) bei Laurenburg	40,3	41,2	40,8	38,4	43,9	41,4
Umgerechnet nach der Formel von Koenigsberger und Mühlberg						

Erörterung der Untersuchungsergebnisse.

Die durch die Messungen von 1933 bis 1935 und durch Umrechnung der alten Meßergebnisse ge-

wonnenen geothermischen Werte unterscheiden sich im einzelnen nicht unerheblich von den von Bornhardt ermittelten. Dies liegt vorwiegend an der genaueren Berechnungsweise unter Berücksichtigung der Luft- und der Boden-Jahrestemperatur.

Bestätigt wird durch die neuern Messungen die von Bornhardt zuerst erkannte hohe, im Durchschnitt 47 m betragende geothermische Tiefenstufe im Devon des Rheinischen Schiefergebirges. Da auch im Harz ähnlich hohe Tiefenstufen bestehen¹, läßt sich ihr Ursprung leicht erklären. Maßgebend dafür ist allein die gute Wärmeleitfähigkeit der stark verfestigten und geschieferter devonischen Gesteine, die sich außerdem durch die noch bessere Leitfähigkeit der steil niedersetzenden Spateisenstein- und Quarzgänge erhöht.

Die Wärmeleitfähigkeit natürlicher Gesteine ist im allgemeinen abhängig vom Raumgewicht, so daß ein Gestein vom Raumgewicht 2,2 g/cm³ eine etwa halb so große Wärmeleitfähigkeit aufweist, also stärker isoliert als ein Gestein von Raumgewicht 2,6. Je lockerer und luftfüllter ein Gestein ist, desto geringer ist seine Wärmeleitfähigkeit² und desto kleiner auch seine geothermische Tiefenstufe. Der einzige Faktor, der ausgleichend wirken kann, ist das Wasser, dessen Wärmeleitfähigkeit ($\lambda = 0,00145$) etwa der des Lehmes entspricht, das also zwar die Wärmeleitfähigkeit quartärer und tertiärer Deckschichten beträchtlich erhöhen und gleichmäßig gestalten kann, die Leitfähigkeit besser leitender fester Gesteine aber nur dann verändert, wenn diese in grubenfeuchtem Zustande 1% mehr Wasser enthalten als in lufttrocknem. Tatsächlich enthalten jedoch die unterdevonischen Gesteine (Bänderschiefer, Tonschiefer), die den Hauptbestandteil des Schiefergebirges bilden, und deren Raumgewicht nur wenig vom spezifischen Gewicht (2,7–2,8) abweicht, im grubenfeuchten Zustande kaum 1,2% mehr Wasser als im lufttrocknen³.

Für die wichtigern im Rheinischen Gebirge vorkommenden Gesteine ist die Wärmeleitfähigkeit wie folgt ermittelt worden⁴.

	λ		λ
Steinkohle	0,00040	Schiefer	0,00367
Bimsstein (50%)	0,00056	Sandstein (40%, spez. Gew. 2,26)	0,00436
Flußsand (20%)	0,00078	Lehm (45%)	0,00183
Lehm (45%)	0,00183	Basalt (20–100%)	0,00520
Lava (16–99%)	0,00201	Granit	0,00750
Schieferkton (mit 40% Al_2O_3 , spez. Gew. 1,81)	0,00216	Gneis	0,00820
Kreide	0,00220	Kalkstein	0,00870
		Quarz	0,01333

Bei steigender Temperatur nimmt im allgemeinen die Leitfähigkeit von Gesteinen zu. Sie erhöht sich beispielsweise bei feuerfesten Gesteinen (Dinasstein mit 96,9% SiO_2) bis zur Temperatur von 1200° auf das Doppelte.

Die mittlere geothermische Tiefenstufe im Rheinischen Schiefergebirge (45 m) entspricht etwa der bei Tunnelbauten in kristallinen Gesteinen beob-

¹ Bornhardt, a. a. O. S. 393.

² Handwörterbuch der Naturwissenschaften, Bd. 10, S. 488.

³ Selbstverständlich vermag rasch abwärts oder aufwärts strömendes Wasser die wahre geothermische Tiefenstufe zu verschleieren (örtlich zu verändern), wie die thermischen Verhältnisse der Grube Merkur (s. u.) deutlich erweisen.

⁴ Landolt und Börnstein: Physikalisch-Chemische Tabellen, 5. Aufl., 1923, Bd. 2, S. 268.

achteten¹. Die Übereinstimmung ist selbstverständlich, wenn man bedenkt, daß die devonischen Tonschiefer, Bänderschiefer, Grauwackensandsteine und Quarzite mit ihrem hohen Quarzgehalt und ihrer großen Dichte eine ähnliche Wärmeleitfähigkeit aufweisen wie die kristallinen Gesteine ($\lambda = 0,0075$ bis $0,0087$).

Zweifellos geben die Temperaturmessungen in den Eisenstein- und Erzgruben des Rheinischen Schiefergebirges ein viel richtigeres Bild von den geothermischen Verhältnissen der tiefen Erdrinde als Messungen, die aus Bohrungen in den Deckschichten bis zum Karbon abwärts stammen. Aus Vorkarbon, Archäikum und verfestigter Magmazone bestehen mehr als 9 Zehntel der Erdrinde. Für diesen Bereich gelten Wärmeleitzahlen von $0,0052$ bis $0,0082$, d. h. Werte, wie sie auch das Devon des Rheinischen Gebirges aufweist. In den altpaläozoischen und archaischen Teilen der Erdrinde ist also mit einer Temperaturzunahme von 1° auf $45-50$ m zu rechnen². Dieser hohe Wert wird bis zum Übergang zur unerstarren Magmazone deutlich darstellen, da chemische Umsetzungen in diesen Tiefen nicht mehr in Frage kommen. Lediglich über hochgelegenen Herden flüssigen Magmas, wie z. B. im Untergrund der japanischen Vulkane und in Thermalgebieten, kann eine Verkleinerung der geothermischen Tiefenstufe auch im altpaläozoischen und kristallinen Grundgebirge angenommen werden.

Gebietsmäßig bestehen im Rheinischen Schiefergebirge, wie aus der vorstehenden Übersicht und der Darstellung der Geoisothermen hervorgeht, einige geothermische Besonderheiten, die kurz erklärt seien.

Die außergewöhnlich hohen geothermischen Tiefenstufen in Ramsbeck (73,6 m) und den übrigen Bleizinkergruben (abgesehen von Ems und Holzappel) sind in der sehr guten Wärmeleitfähigkeit der steil niedersetzenden Bleizinkerzgänge begründet, wodurch sich die normale geothermische Tiefenstufe (45 m) um etwa $10-20$ m vergrößert.

Im engen Siegerland (Gangbeirk Siegen-Herford) besteht eine um etwa 7 m überhöhlte geothermische Tiefenstufe (52,0 m). Besonders hohe Werte weisen die Gruben Eisenzecher Zug bei Eiserfeld (58,8 m) und Friedrich Wilhelm bei Herford (56,1 m) auf. Gerade diese Gruben bauen auf mächtigen, sehr gleichmäßig in große Teufen niedersetzenden Spateisensteingängen mit guter Wärmeleitfähigkeit. Seitdem meteorologische Messungen in Siegen ausgeführt werden, weiß man, daß das Siegerland eine eigenartig niedrige Jahres-Lufttemperatur hat, die, auf Meereshöhe umgerechnet, nur $8,9^{\circ}$ beträgt. Demgegenüber zeigen die umliegenden Meßstellen Hachenburg ($9,8^{\circ}$), Müllenbach ($9,7^{\circ}$), Arnsberg ($9,8^{\circ}$), Marburg ($9,4^{\circ}$) und Weilburg ($9,4^{\circ}$) Jahrestemperaturen, die um $0,5-0,9^{\circ}$ höher sind. Diese Erscheinung wird zwar hauptsächlich darauf beruhen, daß Siegen von einem Kranz höherer Bergkämme (Hoher Westerwald, Giebelwand, Kindelsberg, Ederkopf, Kalteiche) umgeben ist, jedoch kann auch die tiefreichende Auskühlung des Untergrundes und damit eine Verringerung der Bodentemperatur durch die zahlreichen gut leitenden, mächtigen und bis zu 2,5 km Teufe¹ hinabreichenden Spateisensteingänge hervorgerufen worden sein. An sich müßte im Umkreis der Bleizinkerzgänge eine noch stärkere Auskühlung eingetreten sein. Sie hat aber offenbar nur ganz örtlich stattgefunden und keine weiter reichende Bedeutung erlangt, weil die Bleizinkerzgänge des Rheinischen Gebirges durchweg wenig mächtig und vereinzelt sind.

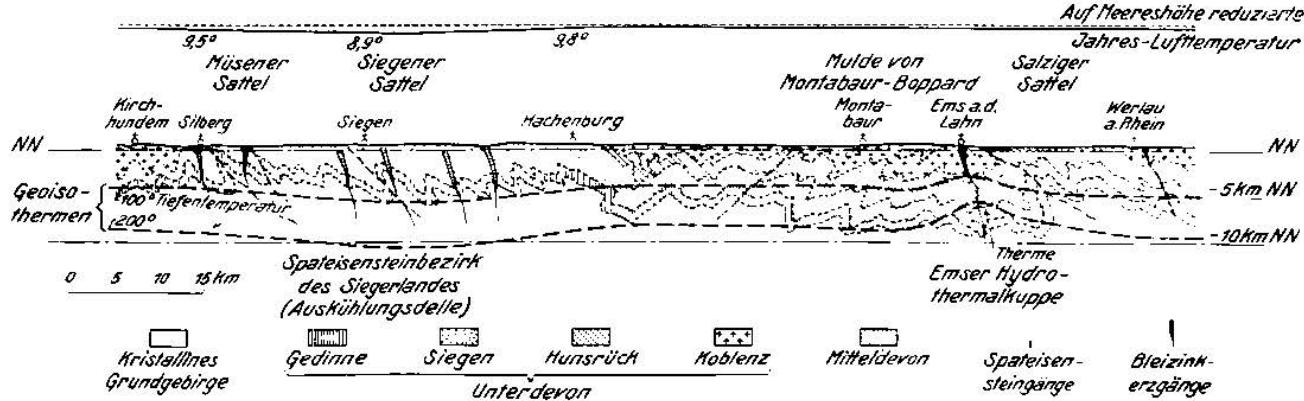
Eine ungewöhnlich niedrige geothermische Tiefenstufe weist der Wissen-Horhauser Bezirk (41,7 m) auf. Normal sind die geothermischen Verhältnisse auf den Gruben, die am Mittelrhein und an der Lahn liegen. Eine Ausnahme macht die Grube Merkur bei Ems, die als einzige des devonischen Gebirges eine geothermische Tiefenstufe von weniger als 30 m hat. Infolgedessen ist hier vor Erreichung von 1000 m

¹ Quiring: Natürliche Grundlagen und Zukunft des Eisenerzbergbaus des Siegerlandes, Z. Berg-, Hütte- u. Sal.-Wes. 74 (1926) S. 44.

Gangbeirk	Geothermische Tiefenstufe	
	Grenzwerte m	Mittelwert m
I. Ramsbeck (Pb, Zn)	67,6 - 78,7	73,6
II. Müsen-Silberger Gruppe (Pb, Zn)	55,4 - 58,8	56,9
(Fe)	34,6 - 42,0	37,8
III. Siegen-Herforder Gruppe (Fe)	44,5 - 73,4	52,0
IV. Wissen-Horhauser Gruppe (Fe)	35,2 - 49,5	41,7
V. Bendorf-Werlauer Gruppe (Pb, Zn)	48,5 - 67,0	57,8
(Fe)	45,0 - 57,6	49,9
VI. Ems (Pb, Zn)	23,3 - 28,4	25,9
VII. Holzappel (Pb, Zn)	38,4 - 43,9	41,1
Bleizinkergruben ohne Ems	38,4 - 78,7	57,3
Eisensteingruben	34,6 - 73,4	46,0

¹ Mont Cenis 50 m, Albula 49 m, Gotthard 44 m, Simplon 43,5 m, Arlberg 43,5 m. Koenigsberger und Mühlberg haben für kristalline Gesteine eine den mesozoischen und känozoischen Deckschichten gegenüber nur wenig vergrößerte geothermische Tiefenstufe (etwa 37 m) angenommen. Dieser Wert ist nach den tatsächlichen Messungen um etwa 8 m zu gering.

² Gutenberger legt seinen Berechnungen im Handbuch der Geophysik (f933, Bd. 2, S. 27) den viel zu geringen Wert von 30-35 m zugrunde.



Lage der Geoisothermen im Rheinischen Schiefergebirge zwischen Lenne und Lahn.

Teufe ein kräftiger Grubenlüfter von 3000 m³ Leistung je min notwendig geworden, der die hohe Wärme auf ein erträgliches Maß (28°) herabsetzt.

Die auffallend hohe Temperatur wird durch eine Thermalquelle hervorgerufen, die auf der 11. Sohle (385 m, 507 m untertage) mit 39° ausfließt. Auf der um 155 m höher gelegenen 8. Sohle hatte die Quelle 37° Austrittstemperatur. Nach der normalen Tiefenstufe des Rheinischen Schiefergebirges müßte auf der 11. Sohle eine Temperatur von 21°, nach der Tiefenstufe der etwa 12 km entfernten Grube Holzappel eine Temperatur von 23,5° herrschen; die Therme hat aber diese Normaltemperatur auf 30 oder 34,2°, also um 7–11° erhöht. Man ersieht daraus, welche große Rolle thermale Wasserbewegungen auf die geothermische Tiefenstufe ausüben können. Abgesehen von dieser thermalen Einwirkung auf der Grube Ems, sind Einwirkungen des jungen Vulkanismus (der Bimssteinausbruch von Laach hat vor etwa

7000 Jahren stattgefunden) in den Temperaturmessungen der hier behandelten Gruben nicht erkennbar.

Zusammenfassung.

Neuere Temperaturmessungen in Gruben des Rheinischen Schiefergebirges haben ergeben, daß die geothermische Tiefenstufe im Devon etwa 45 m beträgt. Maßgebend hierfür ist die gute Wärmeleitfähigkeit der stark verfestigten und dichten Gesteine. Im Siegerland mit seinen gut leitenden Spateisensteinengängen ist die geothermische Tiefenstufe darüber hinaus noch etwa 7 m größer; das Gebirge ist bis in große Tiefen ausgekühlt, so daß sich innerhalb von 1000 m Teufe im allgemeinen eine künstliche Wetterführung erübriggt hat. Diese ist nur in Thermalgebieten notwendig, in denen durch den Aufstieg heißer Quellen die geothermische Tiefenstufe bis auf 23 m verkleinert wird (Grube Merkur bei Ems).