

# Der Schwebvergaser Bauart Szikla-Rozinek als Feuerung und als Gaserzeuger.

Von Dr.-Ing. Wilhelm Gumz, Essen.

## Einleitung.

Die Entwicklung auf dem Gebiete des Feuerungsbaues ist heute keineswegs zu einem Abschluß gekommen. So sind, um nur ein Beispiel zu nennen, die Fragen »Rostfeuerung oder Schwebefeuerung« und »trockene Schlackenabfuhr oder flüssige Schlackenabfuhr« nach wie vor unstritten, und es sind für die nahe Zukunft durchaus weitere wichtige Entwicklungsabschnitte im Feuerungsbau zu erwarten. Ganz besonders gilt dies bei der künftigen starken Heranziehung ballastreicherer Brennstoffe, bei denen ja die Schlackenfrage eine erhöhte Bedeutung erhält, denn mit der Einführung der großen Aschenmenge in die Feuerung und der Steigerung der Absolutleistungen drängt sich die Frage der Flugaschenbildung bzw. ihrer Verhütung und der Flugaschenabscheidung auch wieder stärker in den Vordergrund. Für den Betrieb der Feuerungen und ihre Anpassung an die Kessel sind dann weiter der Kraftbedarf und die Verschleißkosten von Wichtigkeit, die die sonst unbestritten großen Vorteile der Kohlenstaub- und Mühlenfeuerung in gewissem Umfange wieder verringern. Aber auch manche Rostfeuerungen, so vor allem die Schürroste, verlangen die unerwünschte Verwendung von Sparmetallen und verursachen Verschleißkosten in solcher Höhe, daß eine anderweitige Lösung durchaus wünschenswert wäre.

Bei dieser Lage auf dem Gebiete des Feuerungsbaues verdient die Schwebefeuerung Bauart Szikla-Rozinek besondere Beachtung, da sie gewisse Vorteile der reinen Staubfeuerung, ja, in gewissem Grade sogar der Gasfeuerung, besitzt, unter Ausschuß der wesentlichsten Nachteile der Kohlenstaubfeuerungen, nämlich des hohen Kraftaufwandes für die Staubaufbereitung, des damit verbundenen Verschleißes und des großen Staubaufwurfs. Der Schwebvergaser von Szikla-Rozinek wurde bisher ausschließlich als Schwebefeuerung gebaut und ist in einigen Ausführungen in Ungarn als solche in Betrieb, eine weitere ist in Bau. Die wesentlichsten Merkmale dieser für die Verfeuerung von Feinkohle (0–5 mm) ohne Mahlung geeigneten Feuerungen sind folgende: Der Verbrennungsvorgang wird durch die Anordnung eines zweiräumigen Vergasungs- und Entgasungsschachtes aufgliedert in eine Vorvergassung entgasten Koksens in der Schwebefeuerung unter gleichzeitiger Abführung der Asche bzw. Schlacke in flüssigem oder halbflüssigem Zustand, in eine Entgasung der eingeschleuderten Rohkohle in der Schwebefeuerung unter Rückführung des entgasten heißen Koksens in die erste Vergasungskammer und endlich in die Verbrennung des so durch Vergasung und Entgasung entstandenen Gases unter Zweitluftzugabe. Die Vorteile dieser Bauart liegen:

1. in der Verwendung von Feinkohle bis zu 5 mm ohne irgend eine Aufbereitung oder Mahlung,
2. im Wegfall des Rostes, wodurch die Feuerung verhältnismäßig billig wird und — verglichen mit Wanderrost, Schubrost oder Kohlenstaubfeuerung — mit geringerem Eisenaufwand erstellt werden kann,
3. in der großen Unempfindlichkeit gegenüber einem Wechsel der Brennstoffart und gegenüber Schwankungen der Brennstoffgüte,
4. in der flüssigen Schlackenabfuhr, durch die, wie in einem Versuch gezeigt wurde, bis zu 40% der überhaupt erfassbaren Schlackenmenge in größeren Stücken und weitere 40% als Flugasche erfäßt und abgeführt werden bei vergleichsweise sehr günstigem Ausbrand.

Über die bisherige Entwicklung ist im Schrifttum bereits ausführlich berichtet worden<sup>1</sup>. Danach haben die Erfinder ursprünglich den auch von anderer Seite beschrittenen Weg eingeschlagen, das Feinkohle-Luft-Gemisch von unten in einen konischen Verbrennungsschacht einzublasen; sie erkannten jedoch frühzeitig, daß Leistung und Wirkungsgrad dabei zu gering sind, und daß die Schlacke unüberwindliche Schwierigkeiten bereitet. Die Erfinder gingen daher zur Anordnung von zwei

Schichten und zu der geschilderten Trennung der Vergasung, Entgasung und Verbrennungsvorgänge über. Ein weiterer, sehr bedeutsamer Schritt war die flüssige Schlackenabfuhr aus dem Vorvergassungsschacht durch die Ausbildung der Luftregelwalzen, eines Organs, welches gleichzeitig der Luftzuführung, der Luftmengen- und Leistungsreglung und dem Schlackenaustrag dient. Um die Schwierigkeiten der Verschlackung der feuerfesten Wandungen des Vergasungsschachtes zu beheben, ohne daß im Bereich der Oxydationszone besonders hohe und daher schwer erfüllbare Anforderungen an das feuerfesteste Mauerwerk gestellt werden, hat man in der sogenannten Koks-wand eine vorzügliche Lösung gefunden.

Als reiner Gaserzeuger wurde der Schwebvergaser Bauart Szikla-Rozinek bisher noch nicht gebaut und betrieben, es ist lediglich in Patentschriften<sup>1</sup> auf diese Möglichkeit hingewiesen worden. Verschiedene bauliche Einzelteile und Konstruktionsgrundsätze der Szikla-Rozinek-Feuerung, so vor allem die Koksrückführung, die flüssige Schlackenabfuhr durch die Austragwalze, die Entgasung durch das Vergasungsgas u. a. sind aber ohne weiteres mit Vorteil für die Staubvergaseung in der Schwebefeuerung anwendbar.

## Beschreibung der Szikla-Rozinek-Feuerung.

In Abb. 1 ist eine im wesentlichen der heutigen Ausführungsform entsprechende Szikla-Rozinek-Feuerung wiedergegeben, die im Elektrizitätswerk Kelenföld der Hauptstadtischen Elektrizitätswerke Budapest aufgestellt ist. Die Feuerung ist an einen vorhandenen ursprünglich mit einem Kettenrost ausgerüsteten Babcock-Kessel von 490 m<sup>2</sup> nachträglich angebaut, woraus sich gewisse Nachteile ergeben; im besonderen kann diese Ausführungsform kesselseitig nicht als Idealform bezeichnet werden. Es ist daher selbstverständlich, daß bezüglich des Raum- und Baustoffaufwandes einerseits und der spez. Leistungen und Wirkungsgrade andererseits bei Neuentwürfen die Ergebnisse dieser Feuerung bei weitem übertroffen werden können. Die Feuerung und die damit angestellten Versuche dienen daher mehr zum Beweis der Durchführbarkeit des Erfindungsgedankens als einer Prüfung der Leistungsgrenzen oder einem Vergleich mit andern Hochleistungsfeuerungen. Außerdem gestattete diese Feuerung, und dies war auch ein Zweck der angestellten Versuche, die inneren Vorgänge in der Szikla-Rozinek-Feuerung zu studieren und daraus Anhaltspunkte für die Weiterentwicklung und für die Anwendbarkeit dieser Feuerung zu gewinnen.

Der Brennstoff wird im vorliegenden Fall aus dem großen Bunker (rechts oben im Bilde) über einen Zwischenförderer und einen kleinen Zwischenbunker der Zuteilvorrichtung zugeführt, die aus einer langsam laufenden Trommel *a* besteht, auf der die Schichthöhe durch den Schichtregler *b* eingestellt werden kann. Dann wird der Brennstoff durch die Schleudertrömmel *c*, die mit 1400 U/min umläuft und eine Art Pfeilverzahnung besitzt, mit großer Geschwindigkeit in den Entgasungsschacht *E* eingeschleudert und dabei in eine Staubwolke von feinsten Verteilung aufgelöst. Diese feine und gleichmäßige Auflösung des eingeschleuderten Brennstoffstrahles ist wichtig für die Wirksamkeit und Gleichmäßigkeit der Entgasung. Da die Trocknung und Entgasung auf dem Weg durch den Entgasungsschacht *E* beendet sein sollen, ist es notwendig, eine genügend lange Aufenthaltsdauer des Staubes in der Entgasungskammer zu erzielen und gleichzeitig genügend hohe Temperaturen im oberen Teil der Entgasungskammer aufrechtzuerhalten. Durch den Einbau von Absitz- oder Rieselflächen *d* und *e*, *f*, *g*, *h* soll überdies erreicht werden, daß die Kohle nicht einfach glatt nach unten durchfällt, sondern durch Aufprallen auf die Böschungen dieser Absitzflächen aufgehalten und dadurch langsamer nach unten geführt wird. Im unteren Teil der Entgasungskammer *F* sammelt sich dann der trockene und weitgehend entgaste Koks an, begünstigt durch die Ausscheidungswirkung der plötzlichen Gasumkehrung um 180° beim Austritt der Gase aus der Entgasungskammer *E* in die Brennkammer *B*. Der noch heiße Koks wird durch eine Stößelvorrichtung *i*, die bei 200 mm Hub und 12 Hüben/min eine maximale Förderleistung von 6 t/h erreicht (bei einem normalen Brennstoff-

<sup>1</sup> Rozinek, A.: Die Szikla-Rozinek-Staubgasfeuerungen in Redlich: Entstehung, Veredlung und Verwertung der Kohle, Berlin 1930; Szikla, O. und Rozinek, A.: Die Entwicklung des Schwebvergasers, Bauart Szikla-Rozinek, Feuerungstechn. 26 (1938) S. 97/102; Rozinek, A.: Weiterentwicklung des Schwebvergasers, Bauart Szikla-Rozinek, Feuerungstechn. 30 (1942) S. 153/61.

<sup>2</sup> Vgl. die Feuerungen von Stratton; Stoff u. a., s. W. Gumz: Kurzes Handbuch der Brennstoff- und Feuerungstechnik, Berlin 1942, S. 367/68.

<sup>1</sup> DRP. 437.458, Kl. 24.1.6.; 452.015, Kl. 24.3.; 458.234, Kl. 24.1.6.; 479.793, Kl. 24.3.; 682.600, Kl. 24.3.06.; 724.674, Kl. 24.3.06.

verbrauch des Kessels von rd. 2 t/h), in den ersten Vorvergassungsschacht V zurückgedrückt. Bei der Konstruktion dieser Rückföhreinrichtung war es notwendig und wichtig, eine einwandfreie Rückföhderung des feinen Kokes zu erzielen unter gleichzeitiger Abdichtung des Vergasungsraums V gegen den Entgasungsraum E, da es unbedingt vermieden werden muß, daß Luft durch die Kokeschicht hindurchdringt und eine Verbrennung und damit auch eine Verschlackung in der Kokeschicht hervorruft. Daraus ergibt sich die eigentümliche Formung des Rückföhkanals; außerdem ist dieser Kanal an einigen Stellen, so vor allem über und unter dem Stöbel und an der Unterkante der Zwischenmauer, durch eingelegte Kühlrohre wassergekühlt. Der Vergasungsschacht V ist unten abgeschlossen durch die Luftregelwalze k und die Pendelklappe l. Die Luftregelwalze ist, wie aus Abb. 2 hervorgeht, eine einfache Walze mit Lufteintrittsschlitz, in der eine zweite angetriebene Walze m läuft, deren Zähne in

die Luftschlitze eingreifen, die auf diese Weise durch Verstellung der Achse der kleineren Walze m geregelt werden können. Die Luftregelwalzen haben außerdem die Aufgabe, die Schlacke abzuführen, die, im unteren Teil des Vergasungsschachtes flüssig anfällt, in größeren Placken auf die Luftregelwalze tropft und auf diese Weise durch die mit 4 Umdrehungen bewegte Trommel ausgefahren wird. Die Schlacke fällt in ein unten angeordnetes Wasserbad. Falls Schlacke auf der Walze hängen bleibt, wird sie durch das Eingreifen der Zähne der kleineren Walze m beim nächsten Durchgang herausgedrückt und dadurch die Regelwalze mit Sicherheit immer freigehalten. Durch das Zusammentreffen der mit Hilfe der Luftregelwalzen eingeblasenen Luft mit dem zurückgedrückten heißen Koks treten eine sofortige hohe Temperatursteigerung und eine Verbrennung mit nachfolgender Vergasung ein, die eine so hohe Temperatur erzeugt, daß die Schlacke nach unten abtropft. Da man Schwierigkeiten erwarten mußte, wenn die Begrenzungswände des Vergasungsschachtes aus feuerfestem Mauerwerk beständen, an dem die Schlacke anbacken könnte, ist man dazu übergegangen, die Begrenzungswände aus Koksböschungen zu bilden. So z. B. häuft sich auf der Fläche oberhalb der Pendelklappe l eine größere Koksböschung an, während die Zwischenkammer zwischen den beiden Schächten V und E durch eine Koks wand abgedeckt wird, die sich auf die dort angeordneten Stützrohre legt. Diese Stützrohre besitzen entsprechend schräg gestellte Flossen und eine Dornenarmierung, um den Koks festzuhalten und so einen wirksamen Schutz des Mauerwerks zu bieten. Der obere Abschluß der Vergasungskammer ist ebenfalls durch derartige Kühlrohre geschützt. Das in dieser Vorvergassungskammer gebildete Gas wird dann dazu ausgenutzt, um in der zweiten Kammer bei der Abwärtsströmung die eingespeiste Frischkohle zu trocknen und zu

entgasen. Das erzeugte Gas wird nach weitgehender Abscheidung der größeren festen Bestandteile in die Kammer B übergeführt und erhält hier aus den Zweitluftkanälen n und o die notwendige Verbrennungsluft zu seiner vollständigen Verbrennung. Unterhalb der Luftzuführungsdüsen befindet sich noch ein verhältnismäßig großer Beruhigungsraum, der hier hauptsächlich durch die vorhandenen Kessel bedingt ist, in dem noch eine weitgehende Flugaschenabscheidung stattfindet. Die weiteren Einzelheiten über die Feuerung und den anschließenden Kessel sind der Zahlentafel 1 zu entnehmen.

Als Idealvorgang sollen in diesem Zusammenhang diejenigen Vorgänge in der Szikla-Rozinek-Feuerung bezeichnet werden, wie sie nach der Absicht der Erfinder vor sich gehen sollen. Es wird dann Aufgabe der nachstehenden Untersuchung sein, festzustellen, inwieweit diese Vor-

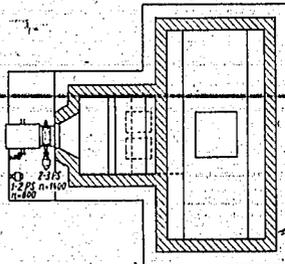
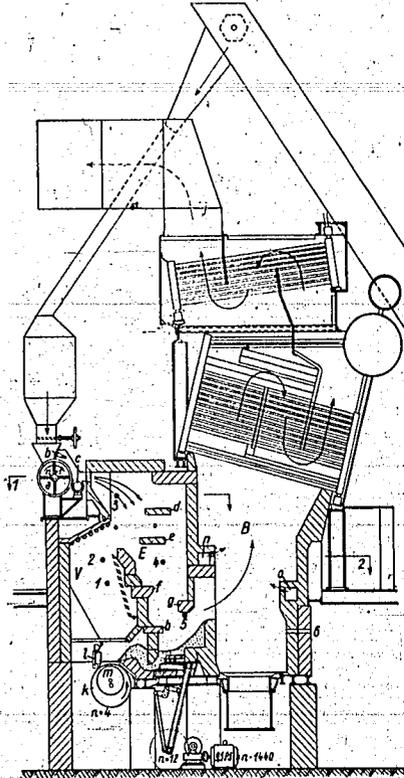


Abb. 1. Schnitt durch den Versuchskessel mit Szikla-Rozinek-Feuerung.

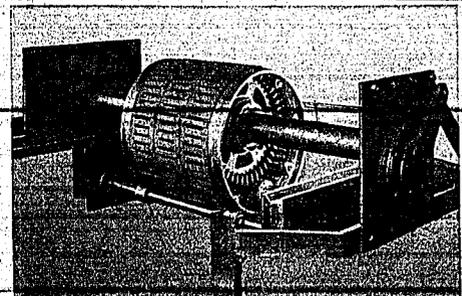


Abb. 2. Luftregel- und Schlackenaustragswalze der Szikla-Rozinek-Feuerung.

gänge tatsächlich eintreten bzw. welche Mittel notwendig sind, um die wirklichen Vorgänge den gewünschten Idealvorgängen zu nähern.

Zahlentafel I.  
Kesselanlage.

Kesselbauart	Babecock & Wilcox-Sekcionalkessel (Schiffkesseltyp), Baujahr 1913
Kesselheizfläche	490 m <sup>2</sup>
Überhitzerheizfläche	175 m <sup>2</sup>
Speisewasservorwärmer	276 m <sup>2</sup>
Feuerungskühlföhre	nicht an den Speisewasserkreislauf angeschlossen
Luftvorwärmer	nicht vorhanden.
<b>Feuerung.</b>	
Feuerungsbauart	Szikla-Rozinek-Zweikammerschwebegaser
Lichte Schachtbreite	1700 mm
L-Feuerungsbreite zu I. Kesselbreite	1:2,68
Höhe (Schlackentrommel bis Schachtabdeckung)	4,12 m
Durchschnittl. Schachttuerschnitt	1,9 m <sup>2</sup>
Feuerungsrauminhalt	
1. Schacht	rd. 4,63 m <sup>3</sup>
2. Schacht	rd. 4,3 m <sup>3</sup>
Gasverbrennungsraum (einschl. Flugaschekühler)	rd. 39,6 m <sup>3</sup>
Gasverbrennungsraum (oberhalb der Zweitluftzuführung)	rd. 24,2 m <sup>3</sup>
Antriebsmotor und Drehzahl der Aufgabewalze	1,2 PS/1 U/min
Antriebsmotor und Drehzahl der Schleuderwalze	2,3 PS/1400 U/min
Leistung der Aufgabevorrichtung max. bei 100 mm Schicht	3,0 t/h
Antriebsmotor/Hub der Stöße	9,5 PS/12 Hiebe/min
Leistung/Hub, Breite und Höhe der Stöße (max.)	6,0 t/h/200 mm/450 mm/120 mm
Antriebsmotor/Drehzahl der Schlackenaus-tragtrommel	1,2 PS/4 U/min
Antriebsmotor/Drehzahl des Saugzugventi-lators	77 PS/750 U/min

Der Vorvergassungsschacht V soll zur Vergasung des durch den Stöbel zurückgeführten Kokes dienen und an seinem Ende ein heißes, schwächgasähnliches Gas liefern, dessen Temperatur ausreicht, um die grüne Kohle zu trocknen und zu entgasen. Die Schlackenabfuhr soll möglichst ausschließlich an dieser Stelle erfolgen, und zwar in der geschichterten flüssigen bzw. halbflüssigen Form. Im Entgasungsschacht E wird dann die feinverteilte eingestreute Kohle getrocknet und so weit entgast, daß praktische der unten angesammelte Koks bei allen Brennstoffarten einen etwa einheitlichen feinkörnigen Brennstoff darstellt. Auf diese Weise soll auch eine gewisse Universalität dieser Feuerung erreicht werden. In dem 3. Schacht, dem eigentlichen Verbrennungsraum, findet besonders dann noch eine starke Flugaschen- bzw. auch Flugkoksabscheidung statt, wenn die eigentliche Vorfeuerung nicht so voll befriedigend arbeitet, wie es erwartet wird. Der Ausbrand der hier abgeschiedenen Flugasche ist im allgemeinen wesentlich schlechter als der vorzügliche Ausbrand, der im Vergasungsschacht erreicht wird. Im Verbrennungsraum B soll im wesentlichen eine reine Gasverbrennung stattfinden, wobei es allerdings nicht vermieden werden kann, daß auch noch feine, schwebefähige Festteilchen an dieser Stelle vorhanden sind und mitverbrennen, die nur insofern unerwünscht sind, als sie zu einer gewissen Verschlackung der Heizflächen beitragen könnten. Eine übermäßige Heizflächenverschmutzung ist jedoch bisher bei diesem Kessel nicht festgestellt worden.

#### Feuerungsversuche.

Zweck der mit der beschriebenen Anlage durchgeführten Feuerungsversuche<sup>1</sup> war eine Überprüfung, inwieweit die geltend gemachten Vorteile dieser Feuerung tatsächlich erfüllt werden, eine Beurteilung über die Anwendbarkeit der Feuerung für andere Brennstoffe und vor allem ein Studium der inneren Vorgänge in dieser in ihrer Art von allen bisherigen stark abweichenden Feuerungseinrichtung. Der Hauptversuch wurde mit Totiser Staubkohle in der Körnung 0-5 mm durchgeführt, die durch die Angaben der Zahlentafel 2 und Abb. 3 gekennzeichnet ist. Das Aschen-Schmelzverhalten geht aus Abb. 4 hervor. Die Totiser Kohle ist eine hochwertige, etwa der böhmischen vergleichbare Braunkohle. Bei der Beurteilung der Ver-

suchsergebnisse muß berücksichtigt werden, daß es sich bei dieser wie auch bei den anderen bisher vorhandenen Szikla-Rozinek-Feuerungen um Anlagen handelt, die nachträglich den zumeist älteren Kesselanlagen angebaute worden sind, so daß es auch weniger auf die Ermittlung der absoluten Leistungen und Wirkungsgrade ankommt als vielmehr auf die Frage des Verhaltens des Brennstoffes in dieser Feuerung und den in der Feuerung erzielbaren Ausbrand. Der erzielte Kesselwirkungsgrad von über 80 %, wobei die Leistungen der Kühlrohre der Nutzleistung zugezählt worden sind, obwohl die Wärme in diesem Falle nicht ausgenutzt wurde, kann für eine derartige ältere Kesselanlage als recht günstig bezeichnet werden. Der CO<sub>2</sub>-Gehalt betrug 13,1% im Mittel und war, wie das Original-Monodiagramm in Abb. 5 zeigt, ziemlich gleichmäßig. Der Ausbrand der flüssig abgezogenen Schlacke ist ganz hervorragend, und selbst der Ausbrand der aus der Brennkammer abgezogenen Flugasche ist noch befriedigend, da beide Verluste zusammengenommen nur 0,4% der zugeführten Wärme ausmachen, ein Betrag, der fast in gleicher Größenordnung liegt, wie die Enthalpie der Schlacke selbst. Dieses Ergebnis ist günstiger als der Ausbrand der gleichen Kohle in rostgünstiger Körnung auf modernen Wandrosten<sup>1</sup>. Der Restverlust ist mit 9,92% noch zu hoch, denn die Strahlungs- und Leitungsverluste dürften 6% kaum überstiegen haben. Die nicht erfaßten Flugkoksverluste können aus der Aschenbilanz zu 0,2% geschätzt werden, so daß noch ein Betrag von 3,72% übrig bleibt, der wohl vorwiegend auf die Speicherverluste zurückgeführt werden muß und das Gesamtergebnis bei Dauerbetrieb noch entsprechend verbessert. Es wird auch von den Erfindern immer wieder hervorgehoben, daß es außerordentlich zweckmäßig und für Leistung und Wirkungsgrad vorteilhaft wäre, eine derartige Feuerung mit einer möglichst hohen Luftvorwärmung zu betreiben. Die Tatsache, daß die Schlacke flüssig abgezogen wird, und daß die Konstruktion an sich für die Entwicklung höchster Temperaturen geeignet ist, läßt ja im Gegensatz zu Rost- oder zu Staubfeuerungen mit nichtgekühlten Brennkammern eine sehr hohe Lufttemperatur zu. Leider besitzen jedoch bisher alle ausgeführten Anlagen keine Luftvorwärmer, so daß die günstige Rückwirkung hoher Luftvorwärmung praktisch noch nicht nachgewiesen werden konnte.

Bemerkenswert ist das Ergebnis der Schlackenbilanz, wonach — von den flüchtig werdenden und daher nicht erfassbaren Schlackenbestandteilen abgesehen — 80% abgeschieden worden sind, davon die Hälfte in flüssiger Form, die Hälfte als Flugasche.

Im Anschluß an den Hauptversuch wurden am folgenden Tage 3 Versuche mit 3 weiteren Brennstoffen durchgeführt, und zwar zunächst ein Versuch mit derselben, jedoch auf 3 mm abgeseihten Totiser Staubkohle, weiter ein Versuch mit zwei Steinkohlen, die dem Lager des Hauptstädtischen Elektrizitätswerkes entnommen wurden, und zwar Mährisch-Ostrauer Feinkohle und Feinkohle Fortschrittsschacht Orlau. Davon ist die erste Kohle schwach, die zweite stark backend. Allerdings muß hinzugefügt werden, daß diese Kohlen bereits jahrelang auf dem Hof des Elektrizitätswerkes lagerten, und daß sie daher wohl den größten Teil ihrer Backeigenschaften eingebüßt haben dürften. Bei diesen Versuchen, die jeweils etwa 2 Stunden dauerten, konnten Wirkungsgradmessungen nicht vorgenommen werden, vielmehr beschränkte man sich auf die Beobachtung des Verhaltens des Brennstoffes in der Feuerung, auf die Untersuchung des Ausbrandes im Vergasungsschacht sowie der in der Brennkammer abgeschiedenen Flugasche und auf die Messung des Verlaufs der Gaszusammensetzung. Was der Ausbrand betrifft, so lagen auch die mit diesen Brennstoffen erzielten Ergebnisse besonders für den im Vergasungsschacht flüssig abgezogenen Teil sehr günstig, während die Flugasche bei den beiden Steinkohlensorten mit 11,15 und 29,77% Unverbranntem bereits wesentlich höhere Werte annimmt. Dies ist zum großen Teil auf die Dimensionierung der vorhandenen Feuerung zurückzuführen und auf die Tatsache, da es bei diesen Brennstoffen notwendig ist, die Temperaturen über das erreichte Maß hinaus zu steigern, also mit Luftvorwärmung zu fahren, was das Ergebnis sicherlich noch wesentlich verbessern könnte. Auf die Frage der zweckmäßigen Bemessung der Feuerung soll im Zusammenhang

<sup>1</sup> Die Versuche wurden mit Unterstützung von Gen.-Direktor O. Szikla und Dir. A. Rozinek und unter Mitwirkung von Baurat Sipos, M. G. Vass und Weber in Gegenwart von Direktor Péll des Ungarischen Kessel-Überwachungsvereins Budapest durchgeführt. Der Bergbau-Verein war durch Dr. Reerink, Oberring, Presser und Verfasser vertreten. Allen genannten Herren sei an dieser Stelle für die hervorragende Unterstützung unserer Absichten bestens gedankt.

<sup>2</sup> Szoldos, L.: Verhalten minderwertiger einheimischer Kohlen auf Rostfeuerungen. Ermittlung der Verluste der Kessel im Betrieb, Dissertation Budapest 1942.

mit den inneren Vorgängen noch näher eingegangen werden.

Zahlentafel 2. Versuch an einer Szikla-Rozinek-Feuerung am 4. August 1942 im Elektrizitätswerk Kelenföld, Budapest.

Versuchsdauer . . . . . 7 h 34 min  
 Brennstoff . . . . . Totiser Staubkohle (Feinkohle)  
 Körnung . . . . . 0-5 mm

Siebanalyse:	mm	%	mm	%
> 10 <sup>1</sup>	0,93	1-2	12,96	
6-10	2,30	0,5-1	17,41	
4-6	8,04	0,25-0,50	9,35	
2-4	43,68	0-0,25	5,12	

Kurzanalyse:

	%
Wassergehalt	16,43
Aschengehalt	7,50
fl. Bestandteile	40,45
fix. Kohlenstoff	35,62
	100,00

Elementaranalyse:

	Bezogen auf Rohkohle	Bezogen auf Reinkohle
C	54,50 %	71,65 %
H <sub>2</sub>	4,09 %	5,38 %
S verbrennl.	3,46 %	4,55 %
O <sub>2</sub>	13,11 %	17,22 %
N <sub>2</sub>	0,91 %	1,20 %
H <sub>2</sub> O	16,43 %	—
Asche	7,50 %	—
H <sub>2</sub> (gemessen) kcal/kg	5463	7182
H <sub>2</sub> " " "	5152	6899

<sup>1</sup> Der N<sub>2</sub>-Gehalt ist geschätzt, der O<sub>2</sub>-Gehalt aus der Differenz zwischen N<sub>2</sub>-Gehalt und N<sub>2</sub>+O<sub>2</sub> als Rest erhalten.

Dampfdruck	14,3 atf
Dampftemperatur (Mischdampftemperatur hinter dem Oberhitzer)	321 <sup>o</sup>
Speisewassertemperatur	66,29
Wärmeinhalt des Heißdampfes (bei Gemischtemperatur)	733 kcal/kg
Wärmezufuhr/kg Dampf	672 kcal/kg
Verdampfte Wassermenge	87290 kg
Stündlich verdampfte Wassermenge	11536 kg/h
Spez. Kesselleistung	23,0 kg/m <sup>2</sup> h
Verfeuerte Brennstoffmenge	14,680 kg
Stündliche Brennstoffmenge	1940 kg/h
Verdampfungsziffer	5,964 kg/kg
CO <sub>2</sub> -Gehalt hinter dem Speisewasservorwärmer	13,1 %
Erstluftmenge	4370 m <sup>3</sup> /h
Zweitluftmenge	8200 m <sup>3</sup> /h
Außenlufttemperatur	29 <sup>o</sup> C
Temperatur im Vergasungsschacht (Ardu- metermessung)	1180 <sup>o</sup>
Temperatur im Entgasungsschacht (Ardu- metermessung)	1030 <sup>o</sup>
Abgasatemperatur	188 <sup>o</sup>
Luftdruck	36,4 mm WS
Druckdifferenz zwischen der Luftpumpe und der Vergasungskammer (Schwebe- druck)	38,4 mm WS

Wirkungsgrad.

Nutzleistung des Kessels und Speisewasservorwärmers	77,70 %
Leistung der Kälhrohre	2,68 %
	80,47 %
Verluste	19,53 %
Abgasverlust	8,91 %
Unverbranntes in der flüssig abgezogenen Schlacke des Vergasungsschachtes	0,04 %
Unverbranntes in der abgezogenen Flugasche der Brennkammer	0,36 %
Enthalpie der abgeführten Schlacke	0,30 %
Restverlust (als Differenz)	9,92 %
Strahlung- und Leitung	rd. 6,00 %
Flugkokverlust	0,20 %
Speicherverluste und Meßfehler	3,72 %

Schlackenbilanz.

1. Schlacke aus dem Vergasungsschacht:		
Abgezogene Menge		440,0 kg
Wassergehalt	12,43 %	54,7 "
Trockensubstanz		385,3 "
Verbrenntes	1,02 %	3,9 "
Trockenschlacke		381,4 "
2. Schlacke aus der Brennkammer:		
Abgezogene Menge		453,0 kg
Wassergehalt	29,18 %	132,2 "
Trockensubstanz		320,8 kg
Verbrenntes	10,51 %	33,7 "
Trockenschlacke		287,1 kg
3. Mit der Kohle zugeführte Asche		1101,0 kg
Zurückgezogene Asche (ohne Wasser und ohne Verbrenntes)		668,5 "
Bei Verbrennungstemperatur, fl. Bestandteile (23 %)		275,3 "
Flugasche (als Rest)		157,2 "
Abgeführte Menge, bezogen auf die Gesamtmenge		60,7 %
Abgeführte Menge, bezogen auf die nicht flücht. Aschenmenge		80,7 %

Die Vorgänge in der Szikla-Rozinek-Feuerung.

Für die Beurteilung der wirklichen Vorgänge in dieser Feuerung standen einmal die für die Versuchsteuerung geschaffenen guten Beobachtungsmöglichkeiten zur Ver-

fügung, andererseits aber wurden vor allem Gasproben aus dem Vergasungs- und Entgasungsschacht entnommen, die es gestatten, den Verlauf der Vorgänge analytisch zu verfolgen. In Abb. 1 sind die Meßstellen für die Probenahme mit den Zahlen 1-6 bezeichnet. Die Meßstelle 1 liegt etwas über der Mitte des Vergasungsschachtes, die Meßstelle 2 im oberen Drittel, bereits die Meßstelle 3 dagegen liegt im Entgasungsschacht unweit der Aufgabestelle, und es folgen dann dem Entgasungsschacht die Meßstellen 4, etwa in der Mitte, 5 an der Umkehrstelle, und endlich 6 in dem Raum unterhalb der eigentlichen Brennkammer, jedoch noch unterhalb der Zweitluftzuführung. Durch eine entsprechende Vorrichtung wurde die Gasproben an den Meßstellen 1-6 gleichzeitig entnommen und anschließend im Laboratorium untersucht. Die Ergebnisse sind in den Zahlentafeln 3 und 4 aufgeführt, außerdem in Abb. 6 eingetragen. Eine weitere Vorstellung über die Vorgänge in der Feuerung gewinnt man aus einem Vergleich der Körnung der aufgegebenen Rohkohle mit der Körnung des am Grunde des Entgasungsschachtes angesammelten Kokes, der durch eine Schöpfprobe dort entnommen wurde, die allerdings nicht ihren vollkommenen Durchschnittswert darstellt, sondern nur eine Stichprobe. Jedoch darf wohl angenommen werden, daß sich der Durchschnittswert von dieser Stichprobe kaum wesentlich unterscheidet. Die Siebanalysen der Kohle und des Kokes gehen aus Zahlentafel 3 und Abb. 7 hervor.

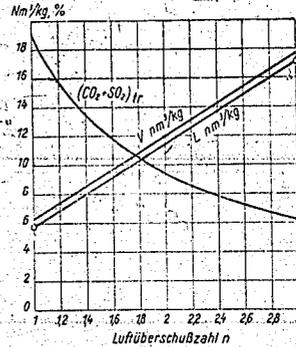


Abb. 3. Kennzeichnung des Brennstoffs durch den CO<sub>2</sub>-Gehalt, die Gas- und Luftmenge in Abhängigkeit von der Luftüberschuszahl.

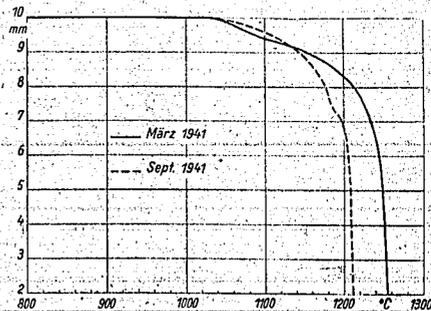


Abb. 4. Aschenschmelzverhalten der Totiser Braunkohle.

Folgt man in der Darstellung der Vorgänge dem Luftweg, so war angenommen worden, daß der glühende, durch die Schubvorrichtung herübergedrückte Koks sich in einem völlig reaktionsbereiten Zustand befindet und daher sofort mit dem Sauerstoff reagiert, ohne eine nennenswerte Zündzeit oder einen entsprechenden Zündweg in Anspruch zu nehmen<sup>1</sup>. Bei den hohen Temperaturen, die im unteren Teil des Vergasungsschachtes herrschen, läßt sich diese

<sup>1</sup> Rozinek spricht davon, daß in der 1. Kammer die Vergasung des glühenden, keine Zündung erfordernden Kokes stattfinde. (Feuerungstechn. 30 (1942) S. 156.)

Frage mit dem bloßen Auge nicht entscheiden. Aber mit Sicherheit darf gesagt werden, daß zwar die Vorwärmung des Kokes auf Oflühtemperatur zu einer wesentlichen Verkürzung der Zündzeit und damit des Zündweges beiträgt, ohne daß aber die Zündzeit gänzlich vernachlässigt werden darf. Dies ergibt sich schon aus der Tatsache, daß der glühende Koks im Entgasungsschacht durch die fallenden Temperaturen und die eingespeiste frische Kohle stark gekühlt wird, daß die wärmeliefernden Reaktionen infolge der Abwesenheit des Sauerstoffs aufhören, während die noch auftretende Reduktion ja auch ihrerseits temperatursenkend auf die Oberfläche des Kokes wirkt, und daß endlich die, wenn auch kurze, Aufenthaltsdauer des Kokes auf der unteren Bodenfläche des Entgasungsschachtes und

die Berührung mit den gekühlten Flächen an dieser Stelle dazu beiträgt, die Temperaturen des Kokes beträchtlich unter die Reaktionstemperaturen zu drücken. Hinzu kommt, daß die Zündzeit und damit der Zündweg abhängig ist von der aufzubringenden Wärmeleistung, die ja nicht nur darin besteht, den Koks auf Zündtemperatur zu heben, sondern auch die zugehörige Verbrennungs- bzw. Vergasungsluft zu erwärmen. Der für die Lufterwärmung notwendige Anteil ist jedoch ein Vielfaches der für die Erwärmung des Kokes notwendigen Wärmemenge, so daß durch die Rückführung heißen Kokes allein die Ausschaltung einer praktisch ins Gewicht fallenden Zündzeit noch nicht gewährleistet ist. Dies wäre indessen der Fall durch Anwendung einer möglichst hohen Luftvorwärmung, die die Größen-

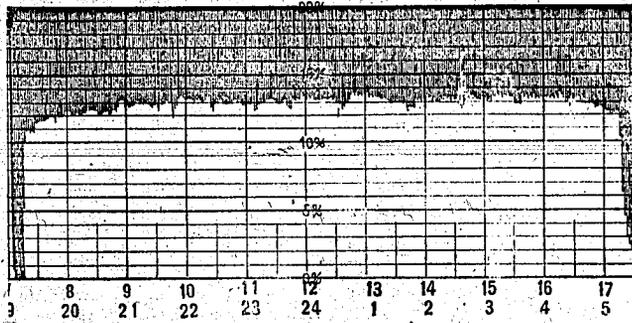
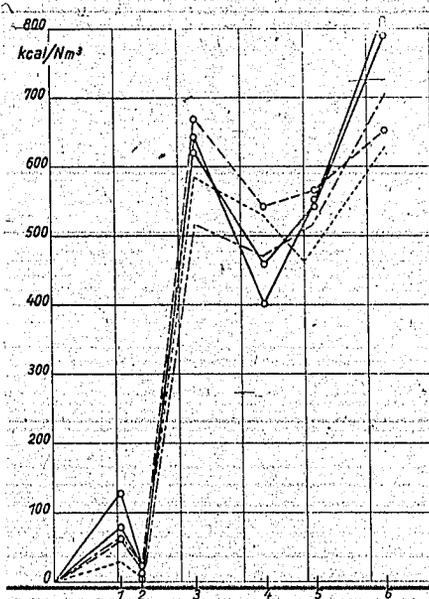


Abb. 5. Monodigramm (CO<sub>2</sub>-Gehalt) des Hauptversuchs.



← 1. Schacht →      2. Schacht

- — Versuch vom 4.8.42 Tataer Staubkohle 0/5
- - - - " " 5.8.42 " " 0/3
- - - " 5.8.42 Mähr-Ostrau Feinkohle
- - - " 5.8.42 Fortschrittsschacht (Orlau)

Abb. 6. Verlauf des Gasheizwertes in der Szikla-Rozinek-Feuerung.

ordnung der Zündtemperatur des betreffenden Kokes erreicht, etwa eine Vorwärmung auf 400–500° C. Daß man auf eine Verringerung der Zündzeit Wert legen muß, ist klar, da der weitere Verlauf der Untersuchungen zeigt, daß die Aufenthaltsdauer bzw. die Weglänge im Vorvergassungsschacht nicht ausreicht, um den Idealfall einer weitgehenden Vorvergassung in diesem Schacht zu erreichen. Man wird daher bestrebt sein müssen, alle Mittel anzuwenden, um die Vorgänge der Zündung, Verbrennung und Vergasung im ersten Schacht zu beschleunigen.

Zahlentafel 3. Untersuchungen über die inneren Vorgänge in der Szikla-Rozinek-Feuerung.

Analyse des abgasförmigen Kokes:

Fl. Bestandteile	2,91 %
Brennbare Bestandteile	70,45 %
Aschengehalt	29,55 %

Siebanalyse.

mm	%	mm	%
3-4	1,45	0,5-1	39,05
2-3	2,90	0,25-0,5	20,32
1,5-2	4,22	0-0,25	18,74
1-1,5	13,32		

Gaszusammensetzung.

I. Probe II, 15 l

Meßstelle	CO <sub>2</sub> %	O <sub>2</sub> %	CO %	H <sub>2</sub> %	CH <sub>4</sub> %	H <sub>u</sub> kcal/Nm <sup>3</sup>
1.	13,8	4,2	2,6	0,0	0,0	127
2.	14,0	7,0	0,2	0,0	0,0	6
3.	12,8	0,8	12,8	5,2	1,4	642
4.	15,0	0,0	8,6	3,4	0,6	399
5.	13,4	0,0	11,6	4,6	1,0	556
6.	13,0	0,0	13,6	10,0	1,4	790

2. Probe I 600 l

1.	16,8	1,2	2,6	0,0	0,0	79
2.	15,8	4,4	0,4	0,0	0,0	12
3.	13,2	0,6	13,0	4,8	1,2	620
4.	14,4	0,0	10,2	3,8	0,6	458
5.	14,4	0,0	10,6	5,2	1,0	542
6.	12,2	0,0	14,6	11,2	1,0	817

Bei jeder Vergasung von staubförmigem Gut in der Schwebe muß, wie bei einer Vergasung fester Brennstoffe im Schacht, zwangsläufig zunächst einm die Oxydationszone durchlaufen werden, wobei jedoch im Gegensatz zu dem entsprechenden Vorgang im Schacht-Gaserzeuger die Oxydation bzw. der Verbrauch des zugeführten Sauerstoffs vorwiegend von den feinen und feinsten Teilchen des ein-

geblasenen Gutes getragen wird. Unvermeidlich entwickelt diese Oxydation auch in Gegenwart eines großen Kohlenstoffüberschusses sehr hohe Temperaturen, so daß die flüssige Schlackenabfuhr in diesem Falle geradezu zu einer Notwendigkeit wird. Muß man aber zur flüssigen Schlackenabfuhr übergehen, so ist es selbstverständlich sowohl für die Leistung als auch für den Ausbrand von größtem Vorteil, die Oxydationszone mit höchster Temperatur zu betreiben, schon deshalb, um sie möglichst zu verkürzen. Es muß allerdings hervorgehoben werden, daß die Strömungsverhältnisse in einem so komplizierten Raum, wie er hier vorliegt, völlig uneindeutig sind, und daß es daher schwierig ist, durch Probenahme an einzelnen Stellen einen Durchschnittswert zu erhalten, der dem wirklichen Durchschnitt in dem erfaßten Querschnitt entspricht. So haben auch früher angestellte Versuche einer Verteilung der Gaszusammensetzung in einer Ebene des Vergasungsschlechtes gezeigt, daß außerordentlich hohe Unterschiede im Heizwert des dort vorhandenen Gases festgestellt werden konnten, nämlich Heizwerte bis über 400 kcal/Nm<sup>3</sup> in der Nähe der inneren Zwischenwand und Heizwerte in der Größenordnung von nahezu 0 in der Nähe der nach außen stehenden Rückwand. Sämtliche während dieser Versuche durchgeführten Messungen zeigen an den Messstellen 1 und 2, also im Vergasungsschacht selbst, praktisch keine nennenswerten Heizwerte. Im besonderen fällt regelmäßig der Heizwert am Meßpunkt 2 gegenüber dem Meßpunkt 1 bis auf nahezu 0 ab, was z. T. vielleicht daraus zu erklären ist, daß der Meßpunkt 2 etwas weiter nach links gerückt ist, vielleicht aber auch dadurch, daß die Sauerstoffverteilung sehr ungleichmäßig ist, so daß in der Mitte gebildetes Gas weiter oben nochmals durch Sauerstoffüberschüsse verbrannt werden kann. Die Ergebnisse sind auch bei der vorhandenen Versuchsfeuerungsart insofern ungünstig, als man die Erstluftzuführung so einstellen muß, daß im Vorvergassungsschacht die notwendigen Temperaturen zur Erzielung eines flüssigen Schlackenabzuges erreicht werden müssen, zunächst ohne Rücksicht auf die damit erzielte Gasqualität. Würde man durch die Anwendung einer hohen Luftvorwärmung eine größere Freiheit in der Bemessung, vor allem in der Drosselung der Luftzufuhr haben, so würde sich der Heizwert des Gases ohne Zweifel beträchtlich heben. Obereinstimmend zeigen alle Messungen bei Punkt 3 einen beträchtlichen Anstieg und bei Punkt 4 wieder einen gewissen Abfall des Heizwertes. Dies ist darauf zurückzuführen, daß im Punkt 3 hauptsächlich Entgasungsgas erfaßt wird, in Punkt 4 dagegen wieder stärker eine Mischung mit Vergasungs- bzw. Verbrennungsgas, während der weitere Anstieg an den Meßpunkten 5 und 6 ohne Zweifel in der fortschreitenden Entgasung und in der gleichzeitig noch stattfindenden Vergasung seine Ursache hat. Da durchweg an den Meßpunkten 1 und 2 und in geringem Umfang sogar noch am Meßpunkt 3 Sauerstoff im Gas festgestellt worden ist, hat der Vorvergassungsschacht seine Aufgabe als eigentlicher Vergaser offensichtlich noch nicht erfüllt, und die Vergasung setzt sich hauptsächlich im Entgasungsschacht fort, dort allerdings unter ungünstigen Voraussetzungen, nämlich bei stark sinkenden Temperaturen. Daß im Entgasungsschacht noch eine Vergasung stattfindet, läßt sich auch aus der Betrachtung der Kornrößen schließen. Wenn in diesem zweiten Schacht lediglich eine Trocknung und Entzugasung bis auf den gemessenen Restwert der flüchtigen Bestandteile von 2,91% stattfinden würde, so wäre ein Aschengehalt von 16,4% zu erwarten. Da aber der Aschengehalt des unten angesammelten Koks, bezogen auf Trockensubstanz, auf nahezu 30% gestiegen ist, geht daraus hervor, daß neben der Trocknung und Entgasung in dem zweiten Schacht noch eine kräftige Vergasung stattgefunden haben muß. Diese Anschauung wird gestützt durch die Tatsache, daß die Schrämpfung des Korns weit größer ist, als sie aus der Trocknung und Entgasung zu erklären wäre. Hier muß allerdings zugegeben werden, daß es noch andere Erklärungsmöglichkeiten für die starke Kornzerkleinerung gibt, die in der Kokschönprobe festgestellt worden ist. Zunächst können weitgehend verbrannte bzw. vergaste Teilchen aus dem ersten Schacht herübergerissen und im zweiten Schacht an der Umkehrstelle zur Abscheidung gebracht worden sein. Diese Annahme hat allerdings nicht sehr viel für sich, wie sich aus dem verhältnismäßig-hohen-Mengenanteil der-abgeschiedenen Schlacke im ersten Schacht ergibt. Außerdem wäre dann zu erwarten, daß im Koks immerhin ein gröberes Korn gefunden würde, denn ohne Zweifel werden ja die feinsten

Teilchen schon im ersten Schacht restlos erfaßt, während am Grunde des zweiten Schlechtes in erster Linie solche Teilchen abgeschieden werden, die noch relativ grob sind und daher durch die einfache Umkehrung ausgescheidert werden können. Gegen diese Annahme spricht weiter die Tatsache, daß man eine Verschlackung des Kokes nicht feststellen konnte. Ferner kann angenommen werden, daß durch die plötzliche Erwärmung der eingeschleuderten Rohkohlenteilchen eine gewisse Kornzertrümmerung durch Explosionswirkung des hydrogroskopischen und inneren Wassergehaltes stattfindet. Aber auch diese Wirkung müßte sich in stärkerem Maße bei den feineren, und daher schneller aufheizenden Teilchen bemerkbar machen als bei den gröbereren.

Zahlentafel 4. Weitere Feuerungsversuche.

Feuerungsversuch 2.

Brennstoff: Totiser Staubkohle (Körnung 0-3 mm)  
 Verbrenliches in der Schlacke im ersten Schacht . . . . . 1,27 %  
 Verbrenliches in der Flugasche in der Brennkammer . . . . . 8,00 %

Gaszusammensetzung:

Meßstelle	CO <sub>2</sub> %	O <sub>2</sub> %	CO %	H <sub>2</sub> %	CH <sub>4</sub> %	H <sub>U</sub> kcal/Nm <sup>3</sup>
1.	14,8	3,4	2,0	0,0	0,0	61
2.	16,4	3,4	0,8	0,0	0,0	24
3.	13,8	0,2	13,2	5,8	1,4	659
4.	14,4	0,0	11,4	4,0	0,8	543
5.	14,8	0,0	11,2	4,8	1,2	566
6.	13,2	0,0	12,8	7,0	1,0	654

Feuerungsversuch 3.

Brennstoff: Mährisch-Osterauer Feinkohle (schwach backend)  
 Verbrenliches in der Schlacke im ersten Schacht . . . . . 2,79 %  
 Verbrenliches in der Flugasche in der Brennkammer . . . . . 11,15 %

Gaszusammensetzung:

Meßstelle	CO <sub>2</sub> %	O <sub>2</sub> %	CO %	H <sub>2</sub> %	CH <sub>4</sub> %	H <sub>U</sub> kcal/Nm <sup>3</sup>
1.	15,0	3,4	2,2	0,0	0,0	67
2.	17,4	2,8	0,4	0,0	0,0	12
3.	13,8	0,6	10,6	5,0	0,8	519
4.	13,8	0,0	10,6	3,2	0,8	472
5.	13,6	0,0	10,4	7,2	0,8	518
6.	11,2	0,0	12,6	5,8	1,4	702

Feuerungsversuch 4.

Brennstoff: Fortschrittsschacht (Orlau), stärker backend  
 Verbrenliches in der Schlacke im ersten Schacht . . . . . 2,85 %  
 Verbrenliches in der Flugasche in der Brennkammer . . . . . 29,77 %

Gaszusammensetzung:

Meßstelle	CO <sub>2</sub> %	O <sub>2</sub> %	CO %	H <sub>2</sub> %	CH <sub>4</sub> %	H <sub>U</sub> kcal/Nm <sup>3</sup>
1.	10,6	8,2	1,0	0,0	0,0	30
2.	15,4	4,6	0,2	0,0	0,0	6
3.	13,2	0,8	10,0	5,6	1,6	584
4.	12,8	0,0	11,0	5,0	0,8	531
5.	14,8	0,0	8,0	4,6	1,2	464
6.	12,8	0,0	10,2	8,2	1,2	623

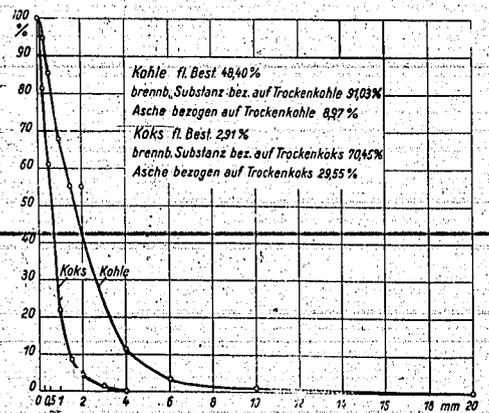


Abb. 7. Körnungskennlinien der aufgegebenen Kohle und des am Boden des Entgasungsschlechtes angesammelten Kokes (Hauptversuch).

Der Vergasungsschacht besitzt also in seiner Längenausdehnung kein ausreichendes Maß, um seine eigentliche Aufgabe, nämlich eine weitgehende Vorvergasung des Kokes restlos zu erfüllen. Die Reduktionszone beginnt vielmehr eigentlich erst am Ausgang dieses Schachtes und erstreckt sich weit in den Entgasungsschacht hinein. Die Abscheidung des Kokes durch die einfache Umkehrung um 180° ist noch wenig befriedigend, wie sich aus der Tatsache des hohen Mengenanteils an Flugasche unterhalb des Brennraumes ergibt. Bekanntlich ist ja eine Flugaschenabscheidung gerade bei hohen Temperaturen sehr schwierig, und es konnte daher auch nicht erwartet werden, daß man durch diese Einrichtung einen sehr hohen Abscheidungsgrad erreicht. Die Folge davon ist ein starkes Herüberreißen von Flugasche und Flugkoks in den Brennraum, der in diesem Falle ungewöhnlich große Dimensionen besitzt und daher noch einen erheblichen Teil zur Ausscheidung bringt. Man würde jedoch auf die Vorteile der Schwebefuerung verzichten, wenn man diese durch die Verhältnisse des vorhandenen Kessels bedingten großen Räume auch zukünftig anwenden wollte, um dadurch die Nebenwirkung einer weitgehenden Flugaschenauscheidung zu erzielen. Das Ziel muß vielmehr sein, die Flugaschenauscheidung an der Stelle zu begünstigen, wo sie dem Erfindungsgedanken gemäß erfolgen soll, nämlich am Ende der Entgasungskammer. In den Brennraum wird bei den jetzt vorliegenden Verhältnissen noch eine erhebliche Flugaschenmenge mitgerissen, und die Verbrennung ist somit keine reine Gasverbrennung, sondern zugleich auch noch eine Flugstaubverbrennung. Diese Abweichung von dem Erfindungsgedanken könnte bei einer Feuerung ohne weiteres hingenommen werden. Die Versuche mit den verschiedenen Brennstoffen zeigen jedoch schon, daß der Anteil des Verbrennlichen in der Flugasche sehr stark von der Brennstoffart und dem Reaktionsvermögen des Brennstoffes abhängig ist, und daß man daher diesem Punkt doch Beachtung schenken muß, wenn man den Nachteil hochbelasteter Kohlenstaubfeuerungen vermeiden will, daß man eine mehr oder weniger starke Heizflächenverschmutzung und -verschlackung in Kauf nimmt. Wie bereits erwähnt, wurde eine solche Verschmutzung bei der Versuchsanlage zwar nicht ausdrücklich festgestellt, was bei der Kürze der Versuche allerdings auch nicht möglich gewesen wäre.

Obwohl sich also die Vorgänge in der Szilka-Rozinek-Feuerung, wie die Untersuchung ergeben hat, in mancher Beziehung stark abweichend von dem Idealvorgang abspielen, muß doch hervorgehoben werden, daß diese Abweichungen ohne Nachteil für das Arbeiten der Feuerung sind, daß die erwarteten Vorteile in vollem Maße festgestellt werden konnten, und daß man mit dem Gesamtergebnis der Feuerung durchaus zufrieden sein kann, denn sie erreicht die Verfeuerung einer ungenahmten Feinkohle mit Feuerungswirkungsgraden, die höher sind, als sie auf Rostfeuerungen, Schürrosten, Rohstaubfeuerungen und ähnlichen vergleichbaren Einrichtungen erzielt werden. Am ehesten ließe sich diese Feuerung wohl hinsichtlich des verarbeiteten Brennstoffes mit der Rohstaubfeuerung vergleichen, deren Ergebnisse jedoch nicht unbeträchtlich verbessert werden können. Dies gilt nicht nur bezüglich des erzielbaren Ausbrandes, sondern vor allem auch bezüglich der oberen zulässigen Korngröße. Gegenüber der Kohlenstaubfeuerung liegt der entscheidende Vorteil vor, daß die Mahlung und damit der Mahl- und Verschleißkostenaufwand wegfallen, während die mechanische Antriebsleistung der Einrichtungen der Szilka-Rozinek-Feuerungen verhältnismäßig gering ist. Eine genaue Messung während des Versuchs lag nicht vor. Die installierten Motorleistungen aber betragen, wie aus der Zahlentafel I hervorgeht, 14,4 PS. Der wirkliche Verbrauch kann daher auf höchstens 10 PS geschätzt werden, entsprechend einer Antriebsleistung von rd. 5 PS/t stündl. Kohlendurchsatz, wobei noch bemerkt sei, daß bei stärkerer Belastung der Anlage oder bei größeren Aggregaten wohl kaum mit einer wesentlichen Vergrößerung der Antriebsmotoren zu rechnen ist.

Es würde bereits wiederholt hervorgehoben, daß die Verhältnisse in jeder Beziehung gebessert werden könnten, wenn die gleiche Anlage mit einer möglichst hohen Luftvorwärmung betrieben wird, ein Gesichtspunkt, der auch von den Erfindern immer wieder betont worden ist. Darüber hinaus wäre es für die Wirksamkeit, besonders der Vorvergasung, sicherlich zweckmäßig, wenn der Vor-

vergasungsschacht eine etwas einfachere Form, eine geringere Tiefenausdehnung und eine größere Höhenausdehnung bekäme, denn es erscheint etwas zweifelhaft, ob der in der Zeichnung links stehende Totraum des Vergasungsschachtes sehr zweckmäßig ist, zumal hier offensichtlich eine Ansammlung von Verbrennungsgasen stattfindet, während die Zünd- und Oxydationszone immerhin solche Ausdehnung anzunehmen scheint, daß sie den Vorvergasungsschacht fast gänzlich erfüllt. Richtiger und dem Erfindungsgedanken entsprechend müßte aber mindestens ein großer Teil der Reduktionszone noch in diesen ersten Schacht hineinverlegt werden. Aus diesem Grunde wäre die Aufgabevorrichtung so anzuordnen, daß sie die Höhenentwicklung des Vergasungsschachtes nicht behindert, wie es bei der jetzigen Anordnung der Fall ist. Die Verlängerung des Gasweges des Entgasungsschachtes, die sich dadurch von selbst ergeben würde, daß man auch den Vergasungsschacht erhöht, wäre auch durchaus vorteilhaft, denn — wie festgestellt werden konnte — wird ja auch dieser zweite Schacht noch weitgehend als Vergasungsschacht wirken und dies umso mehr, je höher die Temperatur in diesem Schacht gehalten wird. Außerdem kann die Entgasung dadurch unter Umständen noch weiter getrieben werden, als es jetzt der Fall ist. Allerdings besteht bezüglich der Temperatur im Entgasungsschacht die strikte Forderung, daß sie so weit gesenkt werden soll, daß eine Verschlackung bzw. ein Flüssigwerden der mineralischen Bestandteile in diesem Raum nicht mehr stattfindet, eine Forderung, die ja allerdings bei höheren Eintrittstemperaturen auch durch die stärkere Vergasungsreaktion erwirkt werden kann. Es scheint daher durchaus möglich, mit hochgetriebenen Temperaturen auch diese für das Arbeiten der Rückführung wichtige Forderung zu erfüllen.

Daß die Abscheidung durch eine einfache 180°-Umkehr, im besonderen bei den vorliegenden hohen Temperaturen in der Größenordnung von 1000° ungenügend ist, ist bereits hervorgehoben und durch den hohen Flugaschenanfall erwiesen. Es wäre daher zu überlegen, die Abscheidungswirkung an dieser Stelle dadurch zu verbessern, daß man zu zyklonartiger Ausbildung des unteren Teiles des Raumes übergeht, und alles abgeschiedene Gut durch die Rückführeinrichtung in den ersten Schacht zurückdrückt, oder daß man unter Beibehaltung der jetzigen Konstruktion nur den unteren Teil des Verbrennungsraumes zu einem besser wirkenden Abscheider ausbildet und dann je nach Bedarf bzw. je nach dem erzielten Ausbrand die hier abgeschiedene Flugasche noch einmal aufgibt oder abführt.

Endlich muß noch festgestellt werden, daß die Gasverbrennungseinrichtung in dem vorliegenden Fall als Folge der notwendigen Anpassung an die gegebenen Verhältnisse außerordentlich ungünstig ist und daher auch die Vorteile, die die Gasverbrennung an sich bieten würde, nicht voll in Erscheinung treten läßt. Schon einmal der Übergang der Feuerung mit 1,7 m lichte Weite auf einen 2,68 m breiten Raum ist für die Ausnutzung dieses Raumes und seine Wärmebelastung sehr ungünstig. Die Zweitluft-Gas-Mischung ist unter diesen Verhältnissen wesentlich ungünstiger, als sie sein könnte, auch deswegen, weil der Zweitluftdruck, der in der Größenordnung von 30–40 mm WS liegt, für eine schnelle Gasverbrennung und für die Größe dieses Raumes gänzlich unzureichend ist. So ist vor allem der erreichte CO<sub>2</sub>-Gehalt, der einer Lüftüberschubzahl von  $n = 1,4375$  entspricht (s. Abb. 3) für eine Gasfeuerung noch sehr niedrig. Die der Versuchsführung anhaftenden, hauptsächlich durch die notwendige Anpassung an die gegebenen Verhältnisse bedingten Mängel und die Erfolge, die trotzdem mit der Feuerung erzielt werden konnten, lassen darauf schließen, daß diese Feuerungsbauart noch eine erhebliche Verbesserungs- und Entwicklungsmöglichkeit in sich schließt und daß ihre Vorteile bei einer ihrer Eigenart angepaßten Neuanlage wesentlich stärker in Erscheinung treten würden, als es bei der beschriebenen Versuchsführung und auch bei den unter ähnlichen Verhältnissen arbeitenden, bisher ausgeführten Szilka-Rozinek-Feuerungen möglich ist.

Auf deutsche Verhältnisse übertragen und im besonderen unter Berücksichtigung der Ruhrbrennstoffe ist zu sagen, daß diese Feuerungsbauart auch in Deutschland ohne Zweifel eine Zukunft besitzt, einmal wegen der Zusammenfassung der Vorteile der Rost- und Staubfeuerung, vor allem aber wegen ihres verhältnismäßig geringen Baustoffaufwandes. Lediglich der Aufwand an feuerfestem Material

ist größer, aber hier sind die Schwierigkeiten ja weit geringer als bei der Beschaffung größerer Eisenmengen. Und endlich erscheint diese Feuerung für die Verwendung ballastreicher Kohle deshalb besonders geeignet, weil die Frage der Schlackenabfuhr in sehr günstiger Weise gelöst worden ist und weil die Verschleißfrage bei der Mahlung ballastreicher Brennstoffe ja eine überragende Bedeutung besitzt.

Erweitert man den Kreis der Betrachtung auf das gesamte Reibungsgebiet, so kann man sagen, daß die übrigen Bergbaureviere mindestens ein gleich großes Interesse daran haben werden, diese Feuerungen einzuführen. Daß oberschlesische Kohle, die ja den bei den Versuchen verwendeten Kohlen sehr nahe steht, verfeuert werden kann unter Erzielung von Ausbrandziffern, die durchaus günstig zu beurteilen sind, haben die Versuche bereits gezeigt. Ob irgendwelche besondere Schwierigkeiten dadurch entstehen, daß dabei gelegentlich mit noch stärker backenden Kohlen gerechnet werden muß, läßt sich nicht ohne weiteres überschauen. Es ist dies jedoch zu bezweifeln, da ja die Entgasung in der Schwebel sicherlich ausreicht, die Backeigenschaften der Kohle völlig zu zerstören, so daß Schwierigkeiten nicht zu erwarten sind. Anders liegen die Verhältnisse bei der Verfeuerung von Rohbraunkohle. Die Einführung von Rohbraunkohle mit 50 bis zu 60 % Wassergehalt in eine Feuerung von der Bauart der Versuchsfeuerungen führt nicht zum Erfolg, und zwar deshalb nicht, weil der Entgasungsschacht für die Durchführung einer so weitgehenden Trocknung, wie sie notwendig wäre, nicht ausreicht. Ohne Zweifel kann die Grenze des zulässigen Wassergehaltes, die im einzelnen noch nicht genau feststeht, noch weiter herausgeschoben werden, wenn man auch den ersten Schacht mit höheren Temperaturen, also mit einer weit getriebenen Luftvorwärmung betreibt. Bei den sehr wasserreichen Rohbraunkohlen und ähnlich wie Torf verwendeten Brennstoffen dagegen wird es unter Umständen zweckmäßig sein, auch noch die Abwärme des Kessels zu einer gewissen Vertrocknung der Kohle heranzuziehen; dann aber dürften Schwierigkeiten in der Bewältigung solcher Brennstoffe nicht mehr bestehen. Die Trocknung könnte ja auch in Gestalt eines Flugrockners ausgebildet sein, was den Vorteil hätte, daß mit der Flugrocknung ja stets eine weitgehende Kornzertrümmerung verbunden ist. Da man bei Kesselanlagen mit Braunkohlen-Staubfeuerungen im allgemeinen auf eine Entstaubung der Abgase nicht verzichten kann und will, muß bei der Anwendung von Flugrocknern allerdings auch noch die Frage der Entstaubung gelöst werden. Am zweckmäßigsten erscheint es mir dabei, wenn man hinter dem Kessel bzw. dem Luftvorwärmer der Anlage zunächst einen Entstauber, z. B. ein Elektrofilter, anordnet, und wenn man die auf diese Weise entstaubten Gase dann erst dem Flugrockner zuführt, um einen großen Flugaschenkreislauf zu vermeiden. Die Temperatur dieser Gase reicht dann allerdings zur Trocknung nicht mehr voll aus, und sie muß dadurch gehoben werden, daß man aus einem höheren Temperaturbereich des Kessels Gase von beispielsweise 800 bis 900° in solcher Menge zusetzt, daß die Mischtemperatur gerade für den Flugrockner ausreicht, der dann notfalls noch mit einem besonderen Brüden-Entstauber auszurüsten ist.

**Gaserzeuger.**

Ein Blick auf Abb. 6 läßt erkennen, daß die Szikla-Rozinek-Feuerung in der in Abb. 1 dargestellten Form nicht als Gaserzeuger zu werten ist. Die Vorvergassung in der Vergasungskammer V ist infolge der Dimensionierung dieser Kammer derartig gering, daß an deren Ende dieser Kammer noch nicht von einem brennbaren Gas gesprochen werden kann. Erst im Verlauf des Weges durch die Entgasungskammer steigt der Heizwert des erzeugten Gases durch die gleichzeitig einsetzenden Vorgänge der Vergasung und der Entgasung auf 650–800 kcal/Nm<sup>3</sup>. Ein nicht unerheblicher Anteil dieses Heizwertes wird dabei von den flüchtigen Bestandteilen des gasreichen Brennstoffes geliefert. Bei sehr gasarmen Brennstoffen würde daher diese Einrichtung lediglich ein Gas liefern können, welches noch nicht als wirtschaftlich verwertbares, brennbares Gas anzusprechen ist. Trotz dieses Ergebnisses aber verdienen die Grundgedanken der Feuerung auch für die Staubvergassung Beachtung, und es erscheint durchaus möglich, sowohl dieses Prinzip als auch verschiedene der konstruktiven Einzelheiten mit Vorteil auf die Staubvergassung anzuwenden. Alle Versuche einer Vergasung

ungemahlener Staubes und selbst die Versuche einer Vergasung eines auf die übliche Mahfeinheit der Kohlenstaubfeuerung gemahlenen Brennstoffes lassen erkennen, daß, wie schon theoretische Betrachtungen gezeigt haben, für die Vergasung doch sehr erhebliche Vergasungszeiten und entsprechend lange Vergasungswege erforderlich sind. Es gibt eine Reihe von Hilfsmitteln, diese Vergasungszeiten abzukürzen, und als eines der wichtigsten dieser Art ist die von Szikla und Rozinek angewendete Abscheidung und Rückführung der unvergasteten Bestandteile, also die Kreislaufführung, wie sie in dieser Feuerung erstmalig verwirklicht worden ist, anzusprechen. Zwar kann man in jeder Flugkoksrückführung schon einen ähnlichen Kreislauf erblicken, jedoch sind die Kürze des Rückführweges und die Einbringung des heißen Kokes ohne Zweifel besondere Vorteile dieser Anordnung.

Ferner haben die Versuche mit der Feuerung gezeigt, daß man wohl bei der Mehrzahl der Brennstoffe, die auch bei uns für eine Vergasung in der Schwebel in Frage kommen, mit einer flüssigen Schlackenabfuhr rechnen muß, wenn man die Temperaturen so hoch halten will, daß ein wirtschaftlich brauchbarer Heizwert und eine entsprechend hohe spezifische Leistung der Anlage erreicht werden. Die für die Feuerung entwickelte Luftzuführungs-, Luftregelungs- und Schlackenaustragwalze ist ohne Zweifel ein wertvolles Element, das sich auch für Staubvergascinrichtungen anwenden läßt. Endlich ist die Koks wand als Schutz des feuerfesten Mauerwerks im Bereich der Oxydationszone eine Konstruktionseinzelheit, die sicherlich viele Schwierigkeiten mit den feuerfesten Baustoffen aus dem Wege schafft. Daß im übrigen dann eine Einrichtung zur Gaserzeugung in der Schwebel wesentlich anders bemessen werden muß und entsprechend auch wesentlich andere Bauformen erhält als die Feuerung, braucht wohl nicht besonders betont zu werden, denn das Ziel einer Staubvergascung muß ja auf alle Fälle das sein, daß der Ausbrand der Schlacke und der flugfähigen Aschenbestandteile so weitgehend ist, daß der unvermeidliche Nachteil einer hohen Gasaustrittstemperatur durch den guten Ausbrand kompensiert wird. Die Gasaustrittstemperatur entspricht bei reiner Gleichstromführung günstigstenfalls der Reaktionstemperatur; bei einer späteren Einführung des frischen Brennstoffes und einer Abschwelung der flüchtigen Bestandteile wie es auch bei dem Prinzip des Schwebelvergascers Bauart Szikla-Rozinek der Fall ist, liegt sie zwar etwas unterhalb der Reaktionstemperatur, aber immerhin noch höher als bei Vergascung fester Brennstoffe im Schacht. Die Erfindungsgedanken der Szikla-Rozinek-Patente enthalten mithin eine Reihe von wertvollen Anregungen für den Feuerungs- und den Gaserzeugerbau.

**Zusammenfassung.**

Der geschilderte Aufbau des Schwebelvergascers, Bauart Szikla-Rozinek, ist gekennzeichnet durch eine Vorvergascung von glühendem Koks unter Abführung der Schlacke in flüssiger Form, durch eine Entgascung des in den 2. Schacht eingeschleuderten Brennstoffes und die Rückführung des entgasteten Brennstoffes in den ersten Schacht sowie durch die Verbrennung des so erzeugten Gases durch die Zweitluftzugabe. Versuche mit verschiedenen Brennstoffen zeigen einen guten Ausbrand, besonders der im 1. Schacht ausgetragenen Schlacke, lassen jedoch andererseits erkennen, daß die Vorgänge in der Feuerung ohne Nachteil für die Wirtschaftlichkeit der Feuerung etwas anders verlaufen, als beabsichtigt ist. So wird der 1. Schacht fast vollständig für die Zündungs- und Oxydationsvorgänge in Anspruch genommen, die beginnende Reduktion setzt sich dann vor allem im 2. Schacht noch kräftig fort, was an sich erwünscht ist. Die Abscheidung des Flugkokes ist noch mangelhaft, so daß auch keine reine Gasverbrennung vorliegt. Diese Mängel lassen sich aber durch richtige Bemessung leicht beseitigen bzw. mindern. Wenn trotzdem und trotz der notwendigen Anpassung an die räumlichen Verhältnisse älterer Kesselanlagen schon recht befriedigende Ergebnisse hinsichtlich Leistung, Wirkungsgrad und Ausbrand bei der Verfeuerung ziemlich minderwertiger Brennstoffe ohne Aufbereitung erzielt worden sind, so ist dieser neuen Feuerungsbauart eine gute Entwicklungsmöglichkeit und ein weites Anwendungsfeld, vor allem in den Bergbaubetrieben, vorauszusagen. Die Verhältnisse dürften schon dann wesentlich verbessert werden, wenn die Feuerung mit hoher Vorwärmung der Vergascungs- und Verbrennungsluft betrieben wird. Ihre Elemente sind auch für die Staubvergascung von Bedeutung.