

Die Bestimmung der Bißsamkeit von Steinkohlen nach der Dilatometermethode

Ihre Bedeutung für die Verbesserung von Koks aus Saar- und lothringischer Kohle

Von Dr.-Ing. H. Hoffmann, Pechum

(Fortsetzung von S. 551.)

Ergebnisse mit Saarkohlen

Auf den im vorhergehenden mitgeteilten Ergebnissen eines ausführlichen Studiums der Bißsamkeit der petrographischen Gemengteile von Saarkohlen konnte nun bei der Heranziehung vielseitiger Röntgenfragen für die Verkokung der Saarkohle und zum Teil auch der Lothringischer Kohle weitgehend aufgebaut werden. Hinsichtlich der Lothringischer Kohlen sei allerdings bemerkt, daß ein eingehendes systematisches Studium über die Elementarzusammensetzung, Urtearsubstanz und Bißsamkeit der petrographischen Bestandteile dieser Kohlen bis jetzt noch nicht vorliegt, weshalb eine Beurteilung der Bißsamkeit lothringischer Kohlen zweifellos nicht so sicher wie diejenige der Saarkohlen erfolgen kann. Die nachfolgenden Beispiele stellen nur einen kleinen Ausschnitt der Ergebnisse solcher Untersuchungen dar.

Koksskohlen

In Abb. 24 sind die Bißsamkeitskurven der Velsen-Nußsorten bei 1,5%/min und 3%/min Erhitzungsgeschwindigkeit zusammengetragen. Gleichzeitig sind auch die Tiegelkokskuchen der entsprechenden Sorten wiedergegeben. Zum Unterschied vom reinen Velsen-Vitrit der nur Kontraktion aufweist, zeigen die Kurven der Nußsorten nach der Kontraktion ausgeprägte Expansion, die mit stärkerer Mattkohlennanreicherung in der

betreffenden Sorte weiter verbessert wird. Das leichte Abfallen des Expansionsastes nach Erreichung des Kurvenhöchstpunktes deutet auf insbesondere durch stärkere Claritbeteiligung hervorgerufene höhere Pflanzenrestanteile hin. Erhöhung der Erhitzungsgeschwindigkeit von 1,5%/min auf 3%/min bewirkt eine mehr oder weniger leichte Steigerung des Expansionsvermögens.

Abb. 25 zeigt die Bißsamkeitskurven und Tiegelkokskuchen von Siebstufen des Waschfeingrießes Velsen. Die Kornstufen 10 bis 5 mm und 5 bis 3 mm ergeben infolge höherer Mattkohlennanreicherung ein stärkeres Expansionsvermögen als die unter 3 mm liegenden vitritreicheren Korngrößen. Bei der stärkeren mit Vitrit und aschenreichen Schichten angereicherten Korngröße unter 0,6 mm ist die Expansion nur eben noch angedeutet.

Die Beispiele der Nußsorten und des Waschgrießes Velsen sind sehr charakteristische Fälle, in denen durch bitumenreiche Mattkohle bei zweckentsprechender Maßfeinheit derselben die an sich mangelhafte Bißsamkeit des reinen Vitrits so weit verbessert wird, daß unter gewissen betriebstechnischen Bedingungen die Herstellung brauchbarer Koks möglich wird.

In Abb. 26 sind die Dilatometerkurven und Tiegelkokskuchen von Maybach-Nußsorten mit stärkerer und schwächerer Mattkohlennanreicherung zusammengestellt. Bei den Nußsorten mit stärkerer Mattkohlennanreicherung unterscheiden sich die Tiegelkokskuchen der einzelnen Sorten kaum voneinander, während die Bißsamkeitskurven hingegen bemerkenswerte Unterschiede zeigen. Die Nuß-1- und Nuß-2-Sorten weisen den in Abb. 22 für Mischungen von Maybach-Vitrit mit stärkeren Anteilen Maybach-Durit gekennzeichneten Kurvenverlauf auf, d. h. der aufsteigende Ast der Kurve strebt einem ausgesprochenen Höchstwert zu, fällt hierauf mehr oder weniger steil ab, um sich dann auf einer gewissen allerdings nicht genau reproduzierbaren Expansionshöhe abzufangen und wieder horizontal weiter zu verlaufen. Bei diesen beiden Nußsorten liegt demnach eine besonders starke Mattkohlennanreicherung vor, die durch ihren hohen Anteil an bitumenreichen Pflanzenresten und den dadurch hervorgerufenen Bitumenüberschuß bei der Verkokung zu Schaumkoks-

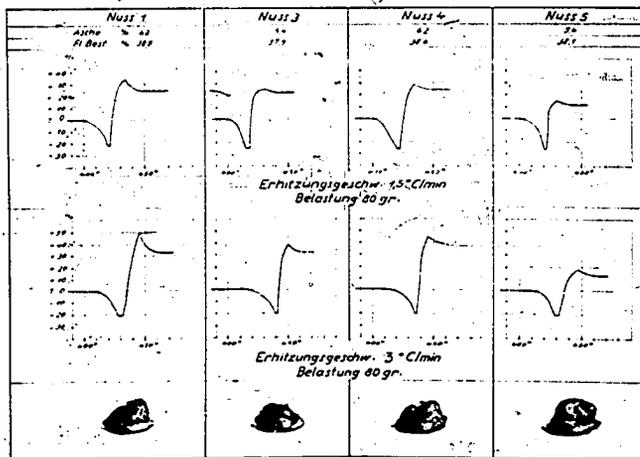


Abb. 24. Bißsamkeit und Tiegelkoksprouben der Nuß-Sorten Grube Velsen

bildung vor allem am Teernachtende führt. Durch entsprechende Mischung mit vitrit- und inertstoffreichen Kohlenarten, insbesondere Feinkohlen niedrigen Inholungsgrades und Flotationskonzentraten, und

zweckentsprechende Magerung lassen sich aber aus Kohlen mit derartiger Bildsamkeitskurve geeignete Hochofenkokes herstellen.

Bei der Nuß-3-Sorte ist infolge höheren Vitritanteiles das Abfallen der Expansionskurve nur eben noch ange- deutet.

Die Nuß-4-Sorte zeigt einen ähnlichen Kurvenverlauf wie der Vitrit, was darauf hindeutet, daß in dieser feinen Sorte noch höhere Vitritmengen als in der Nuß-3-Sorte zugegen sind. Der Mattkohlengehalt äußert sich hier lediglich in einer Verringerung der Expansions- amplitude. Auch der aus den Nuß-3- und Nuß-4-Sorten

hergestellte Koks weist noch Schaunkoksbil- dungen im Teernähtende auf, obwohl sie nicht mehr so ausgeprägt auf- treten wie bei den Kokes aus den besonders stark mattkohlenangereicherten Nuß-1- und Nuß-2- Sorten.

Die Maybach-Nüsse mit schwächerer Mattkohlen- anreicherung zeigen einen ähnlichen Kurven- verlauf wie reine Vitrite. Vom Maybach- Vitrit unterscheiden sie sich aber durch die niedrigere Expansions- Amplitude. Die Tiegelkoks- kuchen dieser Nüsse sind bereits wesentlich höher aufge- glüht als diejenigen der Nüsse mit stärkerer

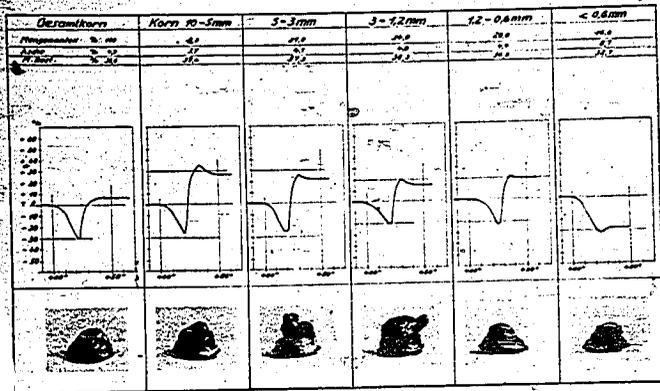


Abb. 25. Bildsamkeit und Tiegelkoksproben der Siebstufen vom Velsen-Waschgrieb (Erhitzungsgeschwindigkeit 1,5°C/min — Belastung 80 g)

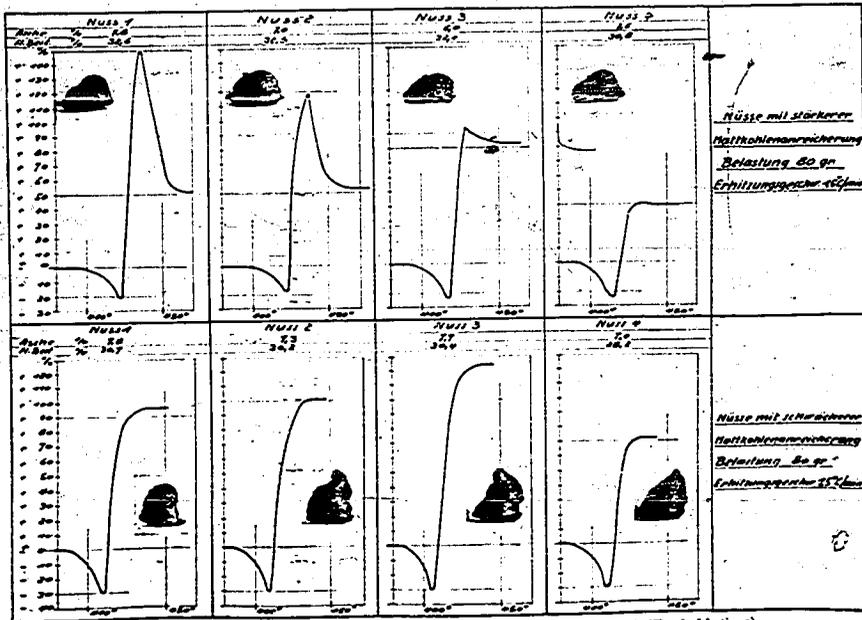


Abb. 26. Bildsamkeit und Tiegelkoksproben der Nuß-Sorten Grube Maybach (Fettkohle Saar)

Mattkohlenanreicherung. Aus diesen Nüssen lassen sich bei folgerichtiger Mahlung und zweckentsprechender Magerung durch die sogen. Doppelmaßnahme vorzügliche Hochofenkokse herstellen.

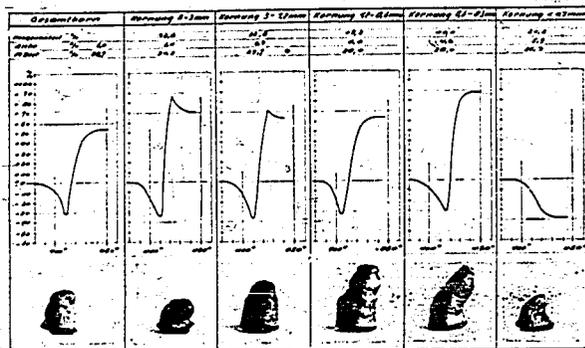
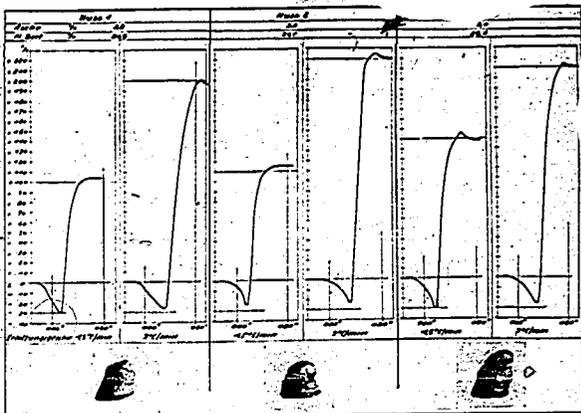
Durch Steigerung der Erhitzungsgeschwindigkeit von 1,5°/min auf 3°/min wird, wie Abb. 27 zeigt, die Expansionsamplitude der Maybach-Nüsse erheblich gesteigert.

Die Maybach-Feinkohle, welche unter der Bezeichnung „Maybach-Spezialkohle“ weitestgehend entascht mit 30 bis 40% Flotationskonzentratbeimischung den Saarlüttenkokereien geliefert wird, ergibt bei der Untersuchung ihrer einzelnen Korngrößen nach der Dilatometermethode in Abb. 28 dargestellten Kurven. In der Abbildung sind gleichzeitig die Tiegelkokskuchen der einzelnen Siebstufen wiedergegeben. Das größere Korn 8 bis 3 mm zeigt infolge höheren Mattkohlenanteiles bei der Maybach-Nuß-3-Sorte stärkerer Mattkohlenanreicherung gekennzeichneten Kurvenverlauf. Auch der Tiegelkokskuchen ist niedriger gebläht. In der Kornstufe 3 bis 1,2 mm liegt bereits eine höhere Vitritbeteiligung vor, obwohl der leichte Abfall des Expansionsastes noch auf gewisse Mattkohlenanteile in dieser Korngröße schließen läßt. Die Siebstufen 1,2 bis 0,6 mm und 0,6 bis 0,15 mm sind, nach dem vitritähnlichen Kurvenverlauf und dem hohen Blähgrad der Tiegelkokskuchen zu urteilen, schon stärker vitritangereichert. Die unter 0,15 mm liegende Kornstufe weist teils infolge gewisser Inertstoffbeimischung durch Flüssigkeit, teils wahrscheinlich infolge Anoxydation überhaupt keine Expansion mehr auf. Allein verkokt würde diese Kornstufe keinen zufriedenstellenden Hochofenkok liefern, obwohl der Tiegelkokskuchen

Abb. 27 (oben). Einfluß der Erhitzungsgeschwindigkeit auf die Bildsamkeit der Nuß-Sorten Grube Maybach (Peinkohle Saar)

Abb. 28 (Mitte). Bildsamkeit und Tiegelkoksproben von Siebstufen der Spezialkohle der Grube Maybach (Peinkohle 0 bis 8 mm + Flotationskonzentrat — Kurven bei 80 g Belastung und 1,5°/min Geschwindigkeit)

Abb. 29 (unten). Bildsamkeit und Tiegelkoksproben von Kohlen der einzelnen im Abbau befindlichen Flöze der Grube Maybach (Peinkohle Saar)



Untere Flammkohlengruppe

Da zur Vorbereitung der Koks kohlenbasis an der Saar die Gattung der unteren Flammkohlengruppe Saar von Interesse sein könnte, wurde die Bildsamkeit der einzelnen Sorten dieser Kohलगattung, und zwar diejenigen von Kohlwald und Reden-Flamm, untersucht.

In der *Abb. 31* sind die Bildsamkeitskurven der weitgehend entsähten Kohlenarten von Kohlwald zusammengetragen, und zwar einmal bei 1,5°/min und das andere Mal bei 3°/min Erhitzungsgeschwindigkeit. Die Entschäufung wurde durch Abscheidung der aschenreichen Schichten mittels Schwereflüssigkeit beim spez. Gewicht 1,35 bewirkt. Die Kohlenarten wurden auch mit ihrem handelsüblichen Aschengehalt von etwa 8% untersucht. Auf die Wiedergabe der hierbei erhaltenen Kurven wurde aber verzichtet, da die Kurven sämtlicher Sorten nur Kontraktion aufwiesen. Dies ist nun bei den weitgehend entsähten Sorten nicht mehr der Fall, sondern es macht sich hier z. T. bereits bei 1,5°/min, insbesondere aber bei 3°/min Erhitzungsgeschwindigkeit ein mehr oder weniger leichtes Ansteigen des Expansionsastes bei der Nuß-1-, Nuß-2- und Nuß-4-Sorte bemerkbar, und zwar als Folge einer stärkeren Anreicherung an protobituminärer Mattkohle. Die Kurven der entsähten Nuß-3-Sorte, der Stücke und der Feinkohle lassen dagegen auch bei der höheren Erhitzungsgeschwindigkeit keine Expansion erkennen. Das abweichende Verhalten der Nuß-3-Sorte läßt darauf schließen, daß der Mattkohlenanteil der Kohlwald-Nüsse mehr oder weniger größeren Schwankungen unterworfen ist. Bei den Stücken und der Feinkohle macht sich außerdem die naturgegebene stärkere Vitritanreicherung bemerkbar, zu der bei der Feinkohle noch der Feinsitzgehalt und die Möglichkeit der Vitrit-Anoxydation hinzukommen. In rohstofftechnischer Hinsicht könnten die Nüsse von Kohlwald bei weitgehender Entschäufung und genügend hoher Mattkohlenanreicherung zur Vorbereitung der Koks kohlenbasis herangezogen werden, indem man durch Aufmahlung der Nüsse und anschließende Absiebung das mattkohlenangereicherte Mahlgut über 2 mm in Grieskornform (0,3 bis 1,2 mm) als Zusatz zur Einsatzkohle verwendet. Das Verfahren würde allerdings eine zweckentsprechende Verwendung (Kohlenstaubfeuerung) des bei der Aufmahlung der Nüsse entfallenden Feinstgrießes $\frac{1}{2}$ bis 2 mm voraussetzen.

Abb. 32 zeigt die Bildsamkeitskurven der weitgehend entsähten Sorten von Reden-Flamm bei 1,5°/min und 3°/min Erhitzungsgeschwindigkeit. Die Kurven weisen nur Kontraktion auf; durch Steigerung der Erhitzungsgeschwindigkeit auf 3°/min tritt eine nur wenig merkliche Veränderung im Kurvenverlauf ein. Lediglich bei der Nuß-3-Sorte macht sich bei 3°/min Erhitzungsgeschwindigkeit zweifelsohne infolge besonders starker Protobituminabeteiligung ein ganz leichter Wiederanstieg nach der Kontraktion bemerkbar.

Nach dem Kurvenverlauf zu urteilen, sind, ganz allgemein gesehen, die Reden-Flammensorten zur Verbreitung der Koks kohlenbasis weniger geeignet und kommen auch wohl kaum für diesen Zweck in Frage.

Das Korn unter 0,5 mm, erstrebt wird. Die bei dieser Verfahrensart erhaltene Koks kohle weist nun in ihren Siebstufen eine zu unterschiedliche stoffliche Zusammensetzung auf, die in kokungstechnischer Hinsicht von Nachteil ist. Das abweichende physikalisch-chemische Verhalten der verschiedenartigen Körnungen der Koks kohle kommt besonders in den Bildsamkeitskurven deutlich zum Ausdruck, wie dies *Abb. 30* zeigt, welche die entsprechenden Kurven der einzelnen Siebstufen einer geschleuderten Saarkoks kohle vor Zugabe des Magerungsmittels wiedergibt. Die Kurve des Kornes über 3 mm deutet mit dem typischen Verlauf, wie er bei den protobituminären Saardritten festgestellt wurde, eine ausgesprochene Mattkohlenanreicherung in dieser Körnung an. In der Siebstufe 3 bis 2 mm hat sich der Abfall des Expansionsastes und damit der Mattkohlenanteil bereits verringert. In der Körngöße 2 bis 1,2 mm überwiegt schon die Vitritbeteiligung, obwohl infolge des angelegneten leichten Abfalls der Expansionskurve noch merkbare Mattkohlenanteile zugegen sind. Typische Vitritkurven liefern die unter 1,2 mm liegenden Siebstufen entsprechend ihrer starken Vitritanreicherung. Die feinste Siebstufe unter 0,3 mm zeigt teils infolge merklicher Inertstoffbeteiligung, teils wahrscheinlich infolge Vitritanoxydation ein etwas schwächeres Expansionsvermögen an. Diese in den einzelnen Korngrößen der geschleuderten Saarkoks kohle durch die Aufnahme von Bildsamkeitskurven festgestellten Unterschiede in der stofflichen Zusammensetzung treten bei dem Tiegelkoks kochen nicht so deutlich in Erscheinung. Sie wurden aber durch die Ergebnisse quantitativer petrographischer Untersuchungen voll und ganz bestätigt¹⁾. Wie bereits hervorgehoben, ist die unterschiedliche stoffliche Zusammensetzung der Siebstufen der Koks kohle, wie sie eben nachgewiesen wurde, in kokungstechnischer Hinsicht von Nachteil. Insbesondere ist die Anreicherung der Mattkohle im Korn über 2 mm kokungstechnisch denkbar ungünstig, und zwar nicht nur aus dem bereits bekannten Grunde, daß die Mattkohle von Natur aus schlechter kokungsfähig ist, sondern noch deshalb, daß die Mattkohle, sofern sie auch noch in Körnungen von über 2 mm vorliegt, ganz besonders schlechten Koks ergibt, dessen Wert sich mit der Vergrößerung des Mattkohlenkornes weiter vermindert. Die sehr starke Anreicherung des Vitrits im Korn unter 0,3 mm ist desgleichen, insbesondere bei Kohlen niedrigen Inkohlungsgrades, von Nachteil, da bekannterweise die Vitrite dieser Kohlen in diesem feinsten Korngrößenzustand weitgehend anoxydiert sind.

Aus dieser Überlegung heraus erkennt man, daß bei Verarbeitung von Kohlen niedriger Inkohlungsstufe ein aus derartig körnungsgemäßer Koks kohle hergestellter Koks schlecht gebacken und infolgedessen für Hochofenzwecke unbrauchbar sein kann. Die von Natur aus schwach backfähige Kohle wird also durch die infolge unzweckmäßiger Mahlung bewirkte Anreicherung der Gefügestandteile in ungeeigneten Kornstufen kokungstechnisch noch ungünstiger gestaltet. Über die Vorschläge, diesem Uebelstand abzuwehren und damit die Heranziehung stärkerer Mengen an schwachbackfähiger Kohle niedrigen Inkohlungsgrades zur Verkokung zu ermöglichen, wird noch weiter unten berichtet.

Ergebnisse mit Lothringer Kohlen

Für die im äußersten Westen des Reiches infolge des Minettevorkommens stark zusammengehaltene Eisenindustrie ist nun das Kohlenvorkommen in Lothringen besonders in Hinsicht auf die Herstellung von brauchbarem Hochofenvokons von der allergrößten Bedeutung. Bergmännisch gesehen weisen die lothringischen Flöze wesentlich stärkere Mächtigkeiten als die des eigentlichen Saarbeckens auf, weshalb gerade in Lothringen im Laufe der Jahre mit erheblichen Steigerungen der Förderleistung zu rechnen ist. Diese Steigerungen werden sich allerdings weit mehr nach der Flammkohlen-seite auswirken; während die eigentlichen Fettkohlen leider weniger hiervon betroffen werden. Von den lothringischen Flammkohlen scheiden die obersten und die oberen Flammkohlen zweifelsohne bei der Heranziehung zur Verkokung in der normalen Horizontal-kammer aus. Trotzdem wird es von Interesse sein, den Verlauf der Bildungsamkeitskurve dieser Kohlegattungen kennenzulernen.

Obere Flammkohlen

Abb. 33 zeigt die Bildungsamkeitskurven der einzelnen Sorten der Grube Falkenberg, d. h. der typischen obersten Flammkohle Lothringens. Die Kurven lassen eine nur sehr spärliche Kontraktion und mithin mangelndes Schmelzvermögen bei sämtlichen Sorten erkennen, was sich auch bei erhöhter Erhitzungsgeschwindigkeit kaum ändert.

In Abb. 34 sind die Kurven der einzelnen Sorten von Kreuzwald, d. h. der typischen oberen Flammkohle Lothringens, zusammengetragen. Die etwas höhere, aber immer noch zu niedrige Kontraktion, die durch Steigerung der Erhitzungsgeschwindigkeit nur unwesentlich verbessert wird, deutet auf noch zu schwaches Schmelzvermögen hin, das auch logischerweise keine Expansion aufkommen läßt. Ähnlich wie bei der obersten Flammkohle sind auch hier nur äußerst geringfügige Unterschiede in der Kontraktion der einzelnen Sorten unter sich festzustellen.

Fettkohlen

Über den kokungstechnischen Charakter der lothringischen Fettkohlen liegen ziemlich widersprechende Ansichten vor. Sie wurden bisher allgemein den schwächer hackenden und kokenden sogen. B-Fettkohlen der Saar, also den Kohlen von Velsen und Jägersfreude gleichgestellt. Die restlose Klärung des Verkokungsvermögens der lothringischen Fettkohlen kann nur durch ein systematisches Studium der petrographischen Zusammensetzung, der Elementarzusammensetzung und des physikalisch-chemischen Verhaltens der petrographischen Bestandteile in den beiden Stadien der Verkokung erfolgen. Gewisse Anhaltspunkte haben schon die im nachfolgenden mitgeteilten Untersuchungen der Bildungsamkeit der einzelnen Sorten der Lothringer Fettkohle gegeben.

Abb. 35 zeigt die Bildungsamkeitskurven der einzelnen ziemlich weitgehend entaschten Sorten von Heiligenbronn bei 1,5°/min und 3°/min Erhitzungsgeschwindigkeit. Man erkennt eine verhältnismäßig starke Expansions-Amplitude bei den größeren Nußsorten 1, 2 und 3, die in Anbetracht des hohen Gehaltes an flüchtigen Bestandteilen dieser Kohle über-

rascht. Sie ist wahrscheinlich eine Folge protobitumreicher Mattkohlentbeteiligung. Bei der Nuß-4-Sorte der Stückkohle und insbesondere der Feinkohle hat das Expansionsvermögen anscheinend infolge stärkerer Vitranreicherung bereits merklich abgenommen, weist aber immer noch für die Koksbildung ausreichende Werte auf, obwohl bei höherem Anteil an aschenreichen Schichten und Zusatz von Inertmaterial zur Bekämpfung der Splittigkeit das Expansionsvermögen stark gefährdet wird. Die weitere zusätzliche Abnahme des Expansionswertes bei der Feinkohle kann entweder als Folge von Fusitbeimischung oder von Teiloxydation des Vitritfeinstkornes betrachtet werden.

In der Abb. 36 sind die Bildungsamkeitskurven der gleichen weitgehend entaschten Sorten von Merlenbach 1/2 zusammengetragen. Verglichen mit den Kurven der Fettkohle Heiligenbronn ist hier eine wesentliche Verringerung der Expansionsamplitude und eine merkbar stärkere Empfindlichkeit gegen die Erhitzungsgeschwindigkeit festzustellen. Diese kommt vor allen Dingen in dem höheren Blähgrad der Tiegelskokschen zum Ausdruck, die verglichen mit denjenigen der plastisch vorteilhafteren Heiligenbronnkohle höhere Blähgrade aufweist, demnach also ein besseres Kokungsvermögen vortäuscht. Beim Vergleich der einzelnen Sorten unter sich fällt wiederum das stärkere Expansionsvermögen der Grobnußsorten gegenüber Nuß 4, Stücke und Feinkohle auf. Für das Fehlen der sekundären Plastizität bei der Feinkohle ist hier offensichtlich, wie aus dem sehr niedrigen Gehalt an flüchtigen Bestandteilen zu schließen ist, neben Vitroxydation des Feinstkornes insbesondere der tieferliegende Einfluß stärkerer Fusitbeimischung verantwortlich.

Abb. 37 bringt die Bildungsamkeitskurven der einzelnen Sorten der Roselananlage Unterschächte. Hinsichtlich des Expansionsvermögens liegt diese Kohle etwa zwischen der Kohle Heiligenbronn und der Kohle Merlenbach 1/2. Wiederum zeigt sich die größere Expansionsamplitude bei den Nußsorten, hier aber auch bei den Stücken, die, wie der höhere Gehalt an flüchtigen Bestandteilen andeutet, eine stärkere Beteiligung an protobitumreicher Mattkohle vermuten läßt. Bei der Feinkohle scheint außer stärkerer Vitranreicherung der Fusit- und Oxydationseinfluß das geringere Expansionsvermögen zu bewirken.

Zusammenfassend ist auf Grund der Ergebnisse der Dilatometermessungen die Bildungsamkeit der lothringischen Fettkohlen etwa wie folgt zu beurteilen:

Das allgemein festgestellte günstigere Expansionsvermögen der Nüsse gegenüber den Feinkohlen und teilweise auch den Stücken ist, abgesehen von den bei den feinen und feinsten Kornstufen möglichen Oxydationseinflüssen, offensichtlich eine Folge der unterschiedlichen petrographischen Beschaffenheit. In petrographischer Hinsicht enthalten die Nüsse einen höheren Mattkohlenanteil, die Feinkohle hingegen eine stärkere Vitranreicherung und einen gewissen Fusitgehalt in der feinsten Kornstufe. Mit der höheren Mattkohlenbeteiligung in den Nüssen wird zweifellos ein stärkerer Gehalt an bitumenreichen Pflanzenresten einhergehen, womit größere Bitumennengen für die zur Einleitung der sekundären Plastizität notwendige einheitliche Verkitzung zur Verfügung stehen.

Entsprechend ihrem niedrigen Inkolungsgrad sind die lothringischen Fettkohlen sehr stark empfindlich gegen Erhitzungsgeschwindigkeit, Oxydation sowie Beimischung von aschenreichen Schichten und Inertstoffen.

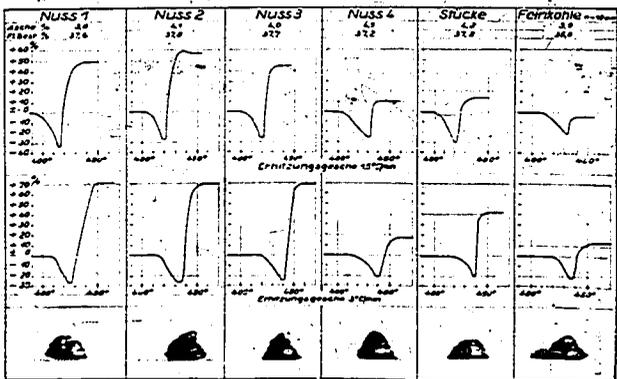
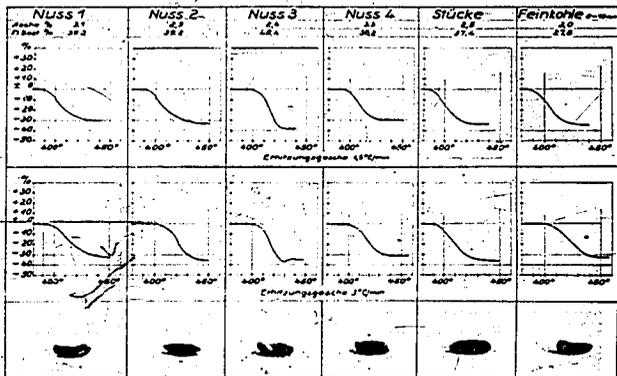
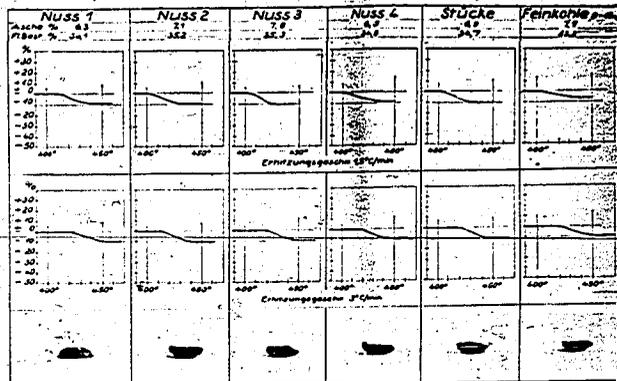
Untere Flammkohlen
 Vom Gesichtspunkt der Verbreiterung der Kokskohlenbasis bieten noch die lothringischen unteren Flammkohlen größeres Interesse, um so mehr als die größeren Sorten dieser Kohलगattung bei ihrem bisherigen Verwendungszweck gewisse Backeigenschaften zeigen, die allerdings bis vor kurzem nicht für koksungstechnisch ausnützlich erachtet wurden.

In Abb. 33 sind die Bildsamkeitskurven der einzelnen ziemlich weitgehend entaschten Sorten der Waldschichte 1/5 bei 1,5°/min Erhitzungsgeschwindigkeit wiedergegeben. Man erkennt eine ziemlich starke prozentuale Kontraktion der Nüsse und Stücke im Vergleich zur Feinkohle, die auf ein besseres Erweichungsvermögen der ersteren schließen läßt. Die Erhöhung der Erhitzungsgeschwindigkeit auf 3°/min führt bei den Stücken, der Nuß-2- und Nuß-3-Sorte zum Auftreten einer mehr oder weniger leichten Expansion; bei der Nuß-1- und Nuß-4-Sorte scheint eine gewisse Vorstufe zum Start zur Expansion erreicht zu sein, zu dessen Auslösung es aber noch etwas höherer Erhitzungsgeschwindigkeit bedarf. Die Feinkohle besitzt von vornherein ein mangelndes Erweichungsvermögen, das wohl durch Erhöhung der Erhitzungsgeschwindigkeit verbessert wird, zur Expansion aber nicht ausreicht. In Abb. 39

Abb. 33 (oben). Bildsamkeit und Tiegelkoksproben der Sorten Grube Falkenberg (oberste Flammkohle Lothringen)

Abb. 34 (Mitte). Bildsamkeit und Tiegelkoksproben der Sorten Grube Kreuzwald (obere Flammkohle Lothringen)

Abb. 35 (unten). Bildsamkeit und Tiegelkoksproben der Sorten Grube Heiligenbrunn (Fettkohle Lothringen)



scheinlich schon merkbar abgenommen hat. Die Feinkohle, welche bereits stärker vitringereichert ist, fällt gegenüber den anderen Sorten erheblich ab. Es ist anzunehmen, daß das Korn 3 bis 10 mm der Feinkohle ein günstigeres Verhalten zeigt, obwohl es hierzu noch einer weiteren Prüfung bedarf. Die Sorten aus dem Merlenbacher Gebiet sind infolge niedrigerer Inkohlungsstufe denjenigen aus dem Rosselner Gebiet etwas unterlegen. In Hinsicht auf die Verbreiterung der Koks Kohlengrundlage könnten die Nuß-2, Nuß-3 und Nuß-4-Sorten, insbesondere diejenigen des Rosselner Gebietes, bei weitgehender Entaschung und genügend hoher Mattkohlenerleuchtung teilweise zur Verkokung herangezogen werden, indem man durch Aufmahlung und anschließende Absiebung das mattkohlengericherte Mahlgut über 2 mm in Griefform (0,6 bis 1,2 mm) als Zusatz zur Einsatzkohle bei der Verkokung der Saarkohle verwendet.

Ergebnisse mit treibenden Halbfettkohlen (Magerungskohlen)

Die Magerung der Saar- und Lothringer Kohlen erfolgt nach dem bisherigen Stande unserer Kenntnisse, wie bereits betont, am zweckmäßigsten durch Anwendung der sogenannten Doppelmaßnahme, bei der außer sehr geringer Beimischung an feinstgehaltigenem Inertstoff zugleich noch ein höherer Zusatz an stark treibender Halbfettkohle vorgenommen wird.

In diesem Zusammenhang interessiert denn auch das Bildsamkeitsverhalten dieser treibenden Halbfettkohlen, und zwar um so mehr, als der Dilatometermethode vielfach zum Vorwurf gemacht wurde, insbesondere bei dieser Kohलगattung zu versagen. Demgegenüber ist jedoch hervorzuheben, daß die Halbfettkohle den unteren Grenzfall der Inkohlungsstufen der kokenden Kohlen darstellt und daß, wie bereits einleitend erwähnt, bei den Grenzfällen der Inkohlungsstufen zur Erforschung der Bildsamkeit die Normal-Versuchsdurchführung im allgemeinen nicht ausreicht, vielmehr durch anschließende Versuche mit verschiedener Erhitzungsgeschwindigkeit bzw. verschiedenem Belastungsgewicht ergänzt werden muß.

In den Abb. 41 bis 43 sind die Bildsamkeitskurven einiger treibender Halbfettkohlen zusammengestellt.

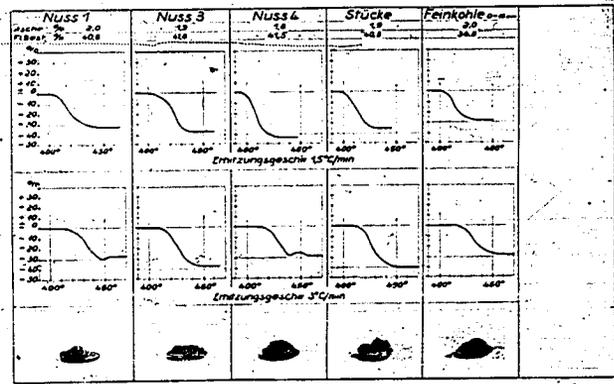
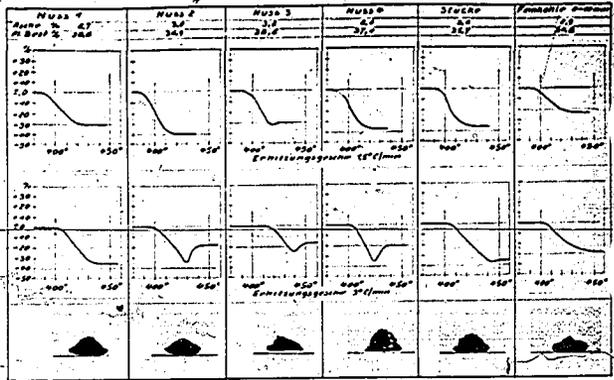


Abb. 39 (oben). Bildsamkeit und Tiegelkoksproben der Sorten Grube Rosselna Waldschüchte 6/7 (untere Flammkohle Lothringen)

Abb. 40 (unten). Bildsamkeit und Tiegelkoksproben der Sorten Grube Merlenbach 3/6 (untere Flammkohle Lothringen)

Man erkennt, daß diese Kohlen bei 1,5%/min Erhitzungsgeschwindigkeit und 80 g Belastung entweder keine oder eine nur sehr geringe Expansion aufweisen. Die im allgemeinen geringe Neigung des Kontraktionsastes der Bildsamkeitskurve deutet darauf hin, daß die Erweichung der einzelnen Kohlenkörner bei etwas höheren Temperaturen nur ganz allmählich erfolgt, daß aber doch zuletzt eine genügend hohe, durch 20-prozentuale Kontraktion angedeutete Erweichung sämtlicher Kohlenkörner eintritt. Obwohl die Bedingungen zur Auflösung der sekundären Plastizität bei der Halbfettkohle infolge der durch den sehr niedrigen Sauerstoffgehalt bewirkten leichten Benetzbarkeit denkbar günstig sind, macht sich bei der Normal-Versuchsvorschrift meist kein oder ein nur sehr geringes Ansteigen des Expansionsastes bemerkbar. Trotzdem kann kein Zweifel

Öel und Kohle in Chem. mit Brennstoff- Chem. Nr. 3374 1. Sept. 1944

darüber bestehen, daß bei den obwaltenden denkbar günstigen Benetzungsbedingungen eine sekundäre Plastizität auftreten sollte. Wenn diese Plastizität nun beim Normalversuch der Dilatometermessung nicht an-

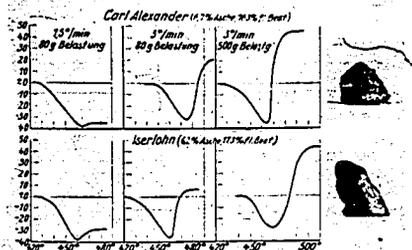


Abb. 41. Bildsamkeit und Tiegelkoksproben der treibenden Halbfettkohlen Karl Alexander (Aachen) und Iserlohn (Rühr)

gezeigt wird, so liegt dies zweifellos an der sehr hohen Viscosität der Kohlenschmelze. Nach Arrhen¹⁰⁾ werden sich infolge dieses Viscositätszustandes die im Innern der Schmelze durch die Entgasung entstehenden Drücke nicht mehr wie in einer Flüssigkeitsphase nach allen Richtungen hin fortpflanzen. Infolge des mehr nach der festen Phase zu neigenden Zustandes der Kohlenschmelze wirken sich die Drücke mehr in gewissen bevorzugten Richtungen aus, welche bei geringster Materialbewegung nur kleine Fortpflanzungswege darbieten und bei denen die durch die Reibung hervorgerufene innere Arbeit verhältnismäßig rasch die Drücke absorbieren wird. Im Dilatometertiegel liegen diese bevorzugten Richtungen in der senkrecht zur Tiegelachse befindlichen Ebene, d. h. der Druck pflanzt sich nicht mehr vertikal, sondern seitlich nach der Tiegelwandung hin fort. Daher kann auch die tatsächlich auftretende sekundäre Expansion bei der Normalversuchsdurchführung der Dilatometermessung nicht

die Abbildungen zeigen, auch beim Dilatometerversuch die Anzeige des Expansionsverhaltens auslöset. Im Kokssofen, wo die Kohle an der Ausdehnung verhindert ist, d. h. wo eine unendlich große Belastung vorherrscht, liegt zweifellos ein wesentlich günstiger Viscositätszustand als bei der Normal-Versuchsdurchführung der Dilatometermessung vor. Die durch höhere Erhitzungsgeschwindigkeit hervorgerufene Verringerung der Viscosität der Halbfettkohlenschmelze tritt, abgesehen von den Ergebnissen, die bei 3^{er}min Erhitzungsgeschwindigkeit im Dilatometer erzielt wurden, besonders deutlich in dem mehr oder weniger starken Blähgrad der bei der Tiegelprobe gewonnenen Koke in Erscheinung.

Das Verhalten der treibenden Halbfettkohle bei der Normaldurchführung des Dilatometerversuches ist nun in verschiedener Hinsicht im Vergleich zum Verhalten anderer Kohlen von Interesse. So weisen die bei Kohlenmischungen mit Anteilen an nicht schmelzenden Be-

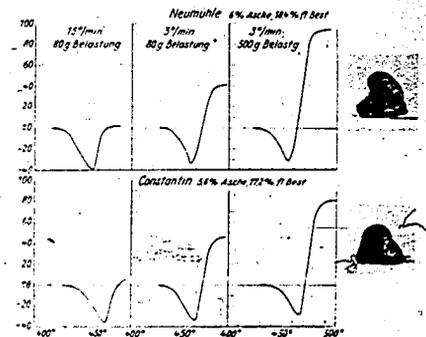


Abb. 43. Bildsamkeit und Tiegelkoksproben der treibenden Ruhrhalbfettkohlen Neumühle und Constantin

standteilen erhaltenen Dilatometerkurven etwa ähnlichen Verlauf wie bei der Halbfettkohle auf. Trotzdem liegt in beiden Fällen ein großer Unterschied, und zwar bereits bei der primären Plastizität, vor. Bei der nicht schmelzende Bestandteile enthaltenden Kohlenmischung erfährt die Erweichung nur einen Teil der Kohlenkörner, während bei der Halbfettkohle sämtliche Kohlenkörner der Erweichung anheimfallen. Schon hieraus erkennt man, daß die aus diesen Kohlen erzeugten Koke nicht die gleiche Beschaffenheit aufweisen können. Der Koks aus der Kohlenmischung wird wenig abriebfest sein und infolge mangelhafter Zellenstruktur ein hohes spezif. Gewicht haben. Der aus Halbfettkohle hergestellte Koks ist hingegen sehr abriebfest und weist bei geringerem spezif. Gewicht eine Struktur mit sehr vielen kleinen Poren, also mit hoher totaler Porenoberfläche auf.

Aber noch in anderer Hinsicht interessiert das Verhalten der treibenden Halbfettkohle bei der Normaldurchführung des Dilatometerversuches. Bei der vielfach beobachtenden Verwechslung der Begriffe, Treiben und vorübergehendes Treiben (Expandieren) könnte man annehmen, daß treibende Kohlen beim Dilatometerversuch ein äußerst hohes Expansionsvermögen auf-

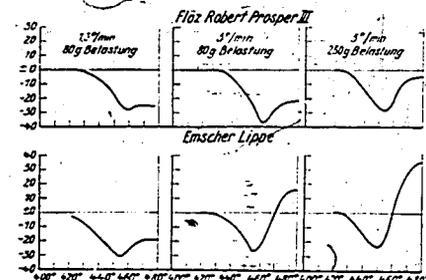


Abb. 42. Bildsamkeit der treibenden Ruhr-Halbfettkohlen Fläz Robert Prosper III

deutlich angezeigt werden. Mit steigender Erhitzungsgeschwindigkeit oder mit steigender Belastung verringert sich nun die Viscosität der Halbfettkohlenschmelze immer stärker und erreicht schließlich einen mehr der flüssigen Phase ähnlichen Zustand, der, wie

weisen müßten. Dies ist aber, wie oben dargelegt wurde, keineswegs der Fall. Im Gegenteil zeigen treibende Kohlen infolge ihrer hohen Viskosität im Erweichungszustand ein nur sehr mäßiges Expansionsvermögen beim Dilatometerversuch, und dies auch nur bei stärkerer Erhitzungsgeschwindigkeit bzw. höherer Belastung. Interessant ist es, festzustellen, daß diese Kohlen bei höherer Belastung eine Steigerung des Expansionsvermögens beim Dilatometerversuch ergeben. Zum Unterschied hiervon weisen Kohlen, welche beim Dilatometerversuch ein äußerst hohes Expansionsvermögen anzeigen, eine Schmelze von sehr niedriger Viskosität auf. Sie zeigen vielfach zur Schaumkohlbildung und ergeben zum Unterschied von den treibenden Kohlen bei Anwendung höherer Belastung beim Dilatometerversuch eine Verringerung des Expansionsvermögens. Kohlen mit äußerst hohem Expansionsvermögen, welche bei höherer Belastung eine Verringerung des letzteren beim Dilatometerversuch aufzeigen, bieten in der Praxis für die Koksöfenwände nicht die geringsten Schwierigkeiten, da sie bei der Verkokung gleichzeitig sehr stark schrumpfen. Das Gegenteil ist bei den treibenden Kohlen der Fall. Bei Überschreitung eines bestimmten Schüttgewichtes bieten sie eine große Gefahr für die Koksöfenwände, da sie bei der Verkokung gleichzeitig eine viel zu geringe Schrumpfung erleiden und insbesondere infolge dieser Eigenschaft gefährlich sind.

Anwendung der Ergebnisse aus den Bildsamskeitsuntersuchungen auf die Praxis der Koksherstellung

Die vorstehend mitgeteilten Ergebnisse von Bildsamskeitsuntersuchungen nach der Dilatometermethode lassen erkennen, daß man auf diesem Wege einen ziemlich klaren Einblick hinsichtlich der Hauptkomponente des Koksbildungsvorganges, der plastischen Verkitzung, gewinnen kann. Obwohl die Ergebnisse einer systematischen umfassenden Untersuchung über die Entgasungskomponente noch ausstehen, lassen sich doch schon auf Grund der Ergebnisse der Bildsamskeitsuntersuchung äußerst wichtige Schlüsse betreffend der zweckmäßigsten Verarbeitung der Saar- und Lothringer Kohlen auf erstklassige Hochofenkoks ziehen.

Die Ergebnisse über das Verhalten der Kohlen im plastischen Zustand in bezug zu den praktischen Erfahrungen im Hochofenbetrieb haben die große Bedeutung des Auftretens und des Ausmaßes der Expansion für die Ausbildung der Koksstruktur und damit für die das Verhalten des Kokses im Hochofen bestimmende Funktion der Summe von Stückerfestigkeit, Abriebfestigkeit und Schüttgewicht aufgezeigt.

Bei der Verbesserung des Kokses an der Saar und in Lothringen ist demnach als oberster Grundsatz die Erzielung eines geeigneteren Expansionsvermögens anzuführen. Hierzu stehen sowohl rohstoffliche wie auch betriebstechnische Mittel zur Verfügung.

Saarkohlen

Das Problem der Verbesserung des aus Saarkohlen hergestellten Kokses bietet vom Gesichtspunkt der Plastizität aus betrachtet keine besonderen Schwierigkeiten. Sehr vorteilhaft erweist sich die von der Saargrubenverwaltung in den letzten Jahren durchgeführte weitgehende Entaschung der gewaschenen Kohle.

Nachteilig erscheint der starke Anteil an protobituminreicher Mattkohle in der Einsatzkohle, der hauptsäch-

lich daher stammt, daß infolge der hohen Eigenhärte der Saarkohle der Feinkohlenanfall zu gering ist und daher Nüsse zur Verkokung mit herangezogen werden müssen. Bei der Vermahlung dieser Körnungen in den üblichen Schleudermöhlen bzw. Hammermühlen auf Koksöfenkohlenkörnung verbleiben die sehr harten Mattkohlenstückchen im Grobanteil der Saarkohle und wirken sich in dieser Kornstufe sehr ungünstig (Schaumkohlbildung) auf die Koksbeschaffenheit aus. Eine gewisse Schwierigkeit kann unter Umständen noch das Magerungsproblem bereiten, indem zur Magerung teils ungeeignete Inertstoffe, d. h. Inertstoffe mit zu hohem Gasgehalt, teils eine viel zuwenig weitgetriebene Feinstmahlung der Inertstoffe angewandt wird. In diesen Fällen ist zur Erzielung des ausreichenden Magerungseffektes ein zu hoher Zusatz an Inertstoff erforderlich, womit die Plastizität der Kohle und in Zusammenhang damit die Koksstruktur benachteiligt werden.

Zur weiteren Verbesserung der Saarkoksbeschaffenheit über das bisher übliche Maß hinaus werden demnach von der rohstofflichen Seite aus folgende Maßnahmen vorgeschlagen:

Selektionsmahlung des Naturkornes über 4 mm und genaue Dosierung der auf diese Weise gewonnenen, auf Grobkörnung vermahlene Mattkohlenanreicherung

Das Grobkorn über 4 mm wird wie üblich in der Schleudermühle aufgemahlen und auf Harfensieben mit 2 mm Harfenabstand abgesiebt. Der Siebdruckfall unter 2 mm gelangt unmittelbar zur fertigen Saarkohle. Der Siebrückstand über 2 mm wird in einer Walzenmühle auf die Körnung 0,3 bis 1,2 mm erneut vermahlen und gelangt in einen in der Nähe der Hauptdoppelmischschmelze befindlichen Bunker. Von hier erfolgt die genaue Dosierung dieser Mattkohlenanreicherung zur Saarkohle nach einem durch Bildsamskeits- und Verkokungsversuche ermittelten Prozentsatz.

Magerung nur durch Inertstoffe mit möglichst niedrigem Gasgehalt und in weitgetriebener Feinstmahlung unter gleichzeitigem etwa doppelt hohem Zusatz an feingemahlener stark treibender Halbfettkohle

Die zweckmäßigsten greifbaren Magerungsmittel sind Koksstaub und Anthrazitstaub. Die eigentlichen Magerkohlen sowie die üblichen Schmelzkoks erfordern infolge ihrer bereits zu hohen Gasgehalte zu hohe Zusätze. In der Regel genügen Zusätze von 4 bis 5% Koks- bzw. Anthrazitstaub und 8 bis 10% Halbfettkohle, um einen Mscum-Trommelwert von 65 bis 70 zu erreichen. Die Erstrebung höherer Trommelwerte durch übermäßige Erhöhung des Inertstoffzusatzes ist nicht zweckmäßig, da hierbei die Abriebfestigkeit erniedrigt, sowie insbesondere das Schüttgewicht des Kokses erhöht werden. Im allgemeinen muß ein normal arbeitender Hochofenbetrieb der Saar bei einigermaßen schonender Behandlung des Kokses vom Koksöfen bis in den Hochofen und bei ausreichender Stückerfestigkeit des Kokses mit einer Trommelwertigkeit des Kokses von 65 bis 70 auskommen, um so mehr, als der Saarkoks bei zweckmäßiger Herstellung eine sehr hohe Abriebfestigkeit und ein sehr niedriges Schüttgewicht aufweist.

Um die zur Durchführung der Feinstmahlung erforderlichen Trocknungskosten zu ersparen wird vorge-

schlagen, das Inertstoffmaterial aus den nach oben geschildertem Verfahren, gewonnenen Mattkohlennreicherungen selbst zu erzeugen, indem man dieselben bei etwa 750° in der Horizontalkammer verkökt, diesen Koks mit Dampf trocken ablöscht und direkt der Kugelmühle zuführt. Der auf diese Weise gewonnene Koks weist nur höchstens 1 bis 2% flüchtige Bestandteile auf, läßt sich wesentlich leichter aufmahlen und ist auch aktiver als der aus normaler Koks-kohle gewonnene Hochtemperaturkoks. Ob durch Verwendung dieses aktiven Inertstoffes der bisher erforderliche gleichzeitige Zusatz an Halbfettkohle und mithin der Fremdkohlenbezug wegfallen kann, ist nur durch den praktischen Großversuch im Hochofen zu entscheiden. Ein mehrmonatiger Großversuch mit algenem Zusatz an feinstgemahnenem Normal-Koksstaub hat trotz Verbesserung der Koksstückfestigkeit im Hochofen keine voll zufriedenstellenden Ergebnisse geliefert; erst durch gleichzeitigen Zusatz der Halbfettkohle konnten die normalen Koksverbrauchsfiguren wieder erreicht werden. Hieraus erkennt man, daß der Wegfall der Halbfettkohle erst erfolgen kann, wenn weitgehendere Maßnahmen als bisher zur Aufbesserung der Plastizität getroffen werden.

Zu diesen gehören außer den vorhin erwähnten rohstofflichen Möglichkeiten die nachfolgenden betriebstechnischen Maßnahmen. Diese sind:

Anwendung des modernen Stampfverfahrens

Durch gleichzeitige Einführung der Selektivmahlung wird eine Einsatzkohle mit engbegrenztem und feinerem Korngrößenbereich erzielt, so daß man dem vorteilhafteren Prinzip des Hohlraummaximums näher kommt und ein niedrigeres Schüttgewicht erreicht, als dies bisher beim Stampfbetrieb üblich ist.

In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß man durch das bisher angewandte Mahlverfahren, zusammen mit der üblich gewordenen Beimischung von Stoffen allerfeinsten Korngrößenanteile (Flotationskonzentrate und Inertstoffe) eher dem Prinzip des Hohlraumminimums und damit der kokungstechnisch nachteiligen Erhöhung des Schüttgewichtes beim Stampfen zustrebt.

Bei Anwendung des Schüttbetriebes statt des Stampfverfahrens wirkt sich entgegengesetzt die körnungsmäßige Zustreubung zum Hohlraumminimum günstig aus. Sie wird hier weiter noch durch höheren Wassergehalt der Einsatzkohle gefördert. Trotzdem wird beim Schüttbetrieb die durch das zu niedrige Schüttgewicht hervorgerufene Verringerung des Expansionsvermögens besonders dann noch zusätzlich benachteiligt, wenn in der Einsatzkohle der Prozentsatz an Nüssen und mithin an protobituminareicher Mattkohle, sowie der Anteil an Kohlen niedrigen Inkohlungsgrades ein gewisses Maß überschreitet. In diesen Fällen macht sich eine übermäßige Bildung von Schaumkoks- bzw. Koksmit Kieselstruktur bemerkbar, welche unter anderem auch mit höherem Entfall an Kokslosch bzw. Kokslein, sowie mit einer stark verringerten Abriebfestigkeit verbunden ist. Der von seiten des Schüttgewichtes her bewirkten geringeren Plastizität sucht man durch Anwendung von Schmallofen bei gleichzeitiger hoher Verkokungstemperatur, sowie durch Beimischung höherer Prozentsätze an Halbfettkohle bzw. Fettkohle zu begegnen. Hierbei wird allerdings die Ausbeute an Kohlenwertstoffen sehr nachteilig beeinflusst. Die Verkokung der

Saarkohle im Schüttbetrieb setzt also einen wesentlich vitritreicheren Einsatz, sowie den Ausschluß der Verwendung von Kohlen niedrigen Inkohlungsgrades voraus, es sein dem, daß man stärkere Beimischungen an Halbfett- und Fettkohle in Kauf nehmen will. In Hinsicht der Verbreiterung der Koks-kohlegrundlage kommt demnach der Schüttbetrieb wohl kann in Frage.

Erhöhung der Verkokungsgeschwindigkeit durch Anwendung von Schmallofen bei nicht zu hoher Verkokungstemperatur

Die zur Aufbesserung der Bildsamkeit erforderliche Erhöhung der Verkokungsgeschwindigkeit soll beim Stampfbetrieb nicht durch Anwendung zu hoher Verkokungstemperaturen erreicht werden, da hierbei, abgesehen von der damit verknüpften Verminderung der Kohlenwertstoffausbeute, die Entgasung und damit ihre Auswirkungen auf die Koksstückigkeit sehr ungünstig beeinflusst werden. Dabei sei nicht unerwähnt, daß die Selektivmahlung einen ziemlich feinen und engbegrenzten Korngrößenbereich der Einsatzkohle ergibt, der bei der Nachentgasung eine stärkere Quersichtigkeit und damit eine geringere Stückgröße des Kokses entstehen läßt. Die Forderung der Anwendung nicht zu hoher Verkokungstemperatur gewinnt demnach auch von diesem Gesichtspunkt aus gesehen an Bedeutung.

Beim Schüttbetrieb liegen die Voraussetzungen für den Ablauf der Nachentgasung etwas günstiger, und zwar teils infolge der geringeren Plastizität, beeinflusst durch das niedrigere Schüttgewicht, teils infolge der zur Erzielung eines einigermaßen annehmbaren Schüttgewichtes erforderlichen größeren Korngröße und weiteren Korngrößenbereichs.

In den Fällen, wo ein hoher Prozentsatz an protobituminareichen Nüssen und an Kohlen niedrigen Inkohlungsgrades (zur Verbreiterung der Koks-kohlebasis) im Einsatz mitarbeitete werden soll, empfiehlt es sich, noch zusätzlich außerordentliche Maßnahmen zur Erhöhung und Homogenisierung des Verkokungsschrittes zu ergreifen.

Im Zusammenhang mit dem Auftreten der Koksstücke von kieselartiger Struktur oder Schaumstruktur im oberen Drittel des Koksbrandes bei Verarbeitung von Kohlen niedrigen Inkohlungsgrades, bzw. von Kohlen mit übermäßig hohem Wasserstoffgehalt wurde bereits der nachteilige Einfluß der dort auftretenden Verkokungsverzögerungen hervorgehoben. Abgesehen von falscher Beheizung der Öfen sind diese Verkokungsverzögerungen hauptsächlich auf folgende zwei Ursachen zurückzuführen:

a) den zusätzlichen Wärmebedarf für die stark endothermen Reaktionen der Wasser- und Kohlenstauereduktion beim Abwandern dieser Gase durch den fertig gebildeten heißen Koks. Hinzu tritt noch, daß Wasser-, Benzol- und Teildämpfe nicht diatherman sind, so daß sie entsprechend den Gesetzen der Eigenstrahlung solcher Dämpfe die strahlende Wärme sehr stark absorbieren, womit die Wärmeabgabe an Mittel- und Halbkoks sowie an Teernat und Kohle verringert wird. Hierbei spielen selbstverständlich die Art der Einsatzkohle (Verlauf der Vor-, Mittel- und Nachentgasung, Dicke und Zähigkeit der Teernat) sowie aber auch die Verkokungsbedingungen (Wassergehalt,

Kohlenkörnig, Schüttgewicht der Kohle, Verkokungstemperatur usw.) eine maßgebende Rolle. Jedoch hat sich gezeigt, daß bei der Verkokung der Saarkohlen und insbesondere der Kohlen niedriger Inkohlungsstufe die Verkokungsverzögerungen im oberen Drittel der Ofenbeschickung sehr ausgeprägt in Erscheinung treten; woraus zu entnehmen ist, daß der bei weitem größere Teil der gesamten Destillationsgase und meistens auch des Wasserdampfes durch den Koks wandert und damit den starken Wärmezug im oberen Drittel der Ofenbeschickung hervorruft. Im Gegensatz hierzu scheint allerdings beim Schlüßbetrieb diese Erscheinung nicht in so starkem Umfang aufzutreten, da hier infolge der durch das niedrigere Schüttgewicht bewirkten mangelhafteren Plastizität ein etwas geringerer Teil der Gase und Dämpfe durch den fertig gebildeten heißen Koks strömt.

b) Das Zurückbleiben der oberen Teile der Ofenbeschickung in der Garung hat in der Regel noch zu zusätzlich folgenden Grund: Die neuzeitlichen Öfen werden fast allgemein so eingerichtet, daß jede Heizwand immer zwei Nachbaröfen bedient. Wenn nun beispielsweise ein Ofen 5 bis 6 h vor Garungsschluß steht, während einer seiner Nachbaröfen gerade gefüllt ist, so setzt von der beiden Öfen zugehörigen Heizwand zu dem frisch gefüllten Ofen ein vielfacher Wärmeübergang an die Frischkohle ein. Die Folge davon ist, daß eine gewisse Zeit lang vor allem im oberen Teile der Heizwand, wie leicht einzusehen und auch rechnerisch nachweisbar ist, der Wärmefluß zu dem mehrere Stunden vor Garungsschluß stehenden Nachbaröfen nicht nur aufhört, sondern sogar eine umgekehrte Richtung einnimmt. Bei normalen Fettkohlen mit ausreichender Plastizität wirkt sich die dadurch bedingte Verzögerung der Abgarung in der Koksstruktur praktisch nicht aus, bei Kohlen niedrigen Inkohlungsgrades oder allgemeiner bei Kohlen mangelnder Plastizität muß dieser bedeutungsvollen Tatsache ein so größere Beachtung geschenkt werden, als jeder in Garung stehende Ofen die Neuffüllung zweier Nachbaröfen während einer Betriebszeit mitmacht. Bei Kohlen sehr hohen Wasserstoffgehaltes und gleichzeitig hohen Sauerstoffgehaltes wirken sich desgleichen die oben geschilderten Verkokungsverzögerungen durch Auftreten der bekannten schaumigen Beschaffenheit der Koksstücke an der Teernachtseite nachteilig aus. Der Vorgang zur Ausbildung dieser Schaumzonen läßt sich wie folgt erklären: Bei starker Verringerung der Verkokungsgeschwindigkeit findet eine vorzeitige Zersetzung der Kohle statt, so daß die Gaserzeugung in der Temperaturzone der Mitteltemperatur zugunsten einer starken Vorentgasung vermindert wird. Diese Gase der Vorentgasung genügen nun bei weitem nicht, um bei der zwischen den Teernächten in der Kohle herrschenden Wasserdampfungs-temperatur von 1000° und der geringen Dampfspannung der Teerbestandteile den gebildeten Teer aus der Kohle herauszutragen. Man kann vielmehr die Beobachtung machen und auch experimentell nachweisen, daß diese Gase in der Hauptsache nur leichtere Öle aus den Teernächtenzonen und auch der Kohle herausstragen, während sich die größeren Mengen der schwereren Teerbestandteile in der den plastischen Schichten anliegenden Kohle niederschlagen. Die Folge davon ist, daß die beiden der Ofenmitte zu wandernden Teernächte ausnahmsweise breit, aber auch übermäßig bitumenreich werden. An den

Berührungsteilen der Teernächte mit dem gebildeten Halbkoks entsteht eine stark expandierende Zone, welche, unterstützt durch die starke Entgasung, einen Teil des erweichten Materials in den gebildeten Halbkoks hineinpreßt²¹⁾. Hierdurch tritt in den Teernächten ein gewisser Materialmangel auf. Treffen nun zwei solcher breiten Teernächtschichten in der Ofenmitte zusammen, so bewirkt dieser Materialmangel ein sogen. freies Auflähen der Masse und damit die bekannte schaumige Ausbildung am Kokssteernachtende. Diese für die Koksbeschaffenheit nachteiligen Folgen treten naturgemäß am stärksten im oberen Teil der Ofenbeschickung auf, wo aus den obengenannten Gründen die Verkokung zurückbleibt und aus Mangel an Wärme- fluß sogar noch eine verstärkte Kondensation von schweren Teerbestandteilen begünstigt wird.

Diese Nachteile lassen sich nun grundsätzlich durch weitgehende Erhöhung und Homogenisierung des Verkokungsfortschrittes abstellen.

Zur Erhöhung des Verkokungsfortschrittes ist, abgesehen von der bereits erwähnten Wahl von Schmelkammeröfen, die Anwendung der Innenabsaugung zu empfehlen. Letztere ergibt eine Verkürzung der Garungszeit um 10 bis 15%. Die günstige Wirkung der Innenabsaugung auf die Koksbeschaffenheit ist bei Kohlen normaler Plastizitätseigenschaften nicht feststellbar, konnte jedoch bei Versuchsofenverkokungen mit und ohne Innenabsaugung an Kohlen niedrigen Inkohlungsgrades unzweifelhaft deutlich wahrgenommen und auch am Koks durch die Ergebnisse von Trommelversuchen bestätigt werden. Die Erfüllung der vorgeschriebenen Maßnahmen beeinflusst den Erfolg der Innenabsaugung denkbar günstig. Andererseits wird durch die Innenabsaugung die Forderung nach Anwendung nicht zu hoher Verkokungstemperaturen technisch und wirtschaftlich weitestgehend ermöglicht.

Zur Erreichung einer besseren Homogenisierung des Verkokungsfortschrittes sind folgende Punkte zu beachten:

- a) Die Wärmeabgabe der Heizwand muß den Wärmebedürfnissen des Kohlenkuchens über die Höhe so angepaßt werden, daß die jeweiligen Temperaturen im oberen Teil der Ofenbeschickung über den ganzen Verlauf der Garung auf keinen Fall niedriger liegen als im unteren Teil des Ofens. Auf der anderen Seite muß natürlich eine stärkere, hinsichtlich der Koksbeschaffenheit unnötige Überschneidung der Temperaturkurven mit Rücksicht auf das Ausbringen an Kohlenwertstoffen vermieden werden. Diese Forderung läuft also auf die Anwendung eines Beheizungssystems hinaus, welches es gestattet, jeglichem Wärmebedarf aller Teile der Ofenbeschickung vor allem in senkrechter Richtung gerecht zu werden.
- b) Die gleichmäßige, ununterbrochene Wärmezufuhr jedes einzelnen Ofens darf in keiner Weise durch die Füllung der Nachbaröfen gestört werden. Diese Forderung ist dadurch zu erreichen, daß die senkrechten Heizzüge durch eine Zwischenwand in

²¹⁾ J. Gillet, Les qualités mécaniques du coke et les recherches actuelles sur la fusion passagère des houilles grasses, Rev. min. Mines metallurg., Trav. publ., Sci. Arts appl. Ind. 8, Heft 7, 3 (1936).

nebeneinanderliegende Heizzugpaare unterteilt werden und für jeden Ofen zwei gesonderte Heizzüge zur Verfügung stehen. Hiermit kann gleichzeitig (der unter a) erwähnten beziehungs-technischen Forderung die letzte Sicherheit verliehen werden. Ein solcher Vorschlag liegt bereits in der von einer maßgebenden deutschen Koksofenbaufirma eingereichten Patentanmeldung vor. Vom Gesichtspunkt der Verbreiterung der Koks-kohlenbasis und der weiteren Verbesserung der Koksbeschaffenheit aus gesehen, wäre es zu begrüßen, diesen Vorschlag, wenn auch etwas höhere Ofenbaukosten damit verknüpft sein sollten, praktisch zu verwirklichen.

Lothringers Kohlen

Verglichen mit der Koksherstellung aus Saarkohlen, bietet nun diejenige aus Lothringers Kohlen erheblich größere Schwierigkeiten. Man kann wohl ruhig behaupten, daß aus lothringischen Fettkohlen bis vor kurzem nur Koks von ziemlich minderwertiger Beschaffenheit hergestellt wurde, der für Hochofenzweckm² nicht befriedigte. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Bildungsamkeitsuntersuchung kann man wohl hierfür folgende rohstofftechnische Gründe anführen:

1. Im allgemeinen wurde entweder zuviel oder meist nur Feinkohle verarbeitet, während die kokungstechnisch wertvolleren Nüsse wohl aus preislichen Gründen von der Verkokung ferngehalten und anderen Zwecken zugeführt wurden.

2. Bei einzelnen Schächten werden anscheinend Fettkohlen, untere Flammkohlen und obere Flammkohlen gleichzeitig gefördert und z. T. auch aufbereitet, so daß die erforderliche scharfe Trennung der einzelnen Kohलगattungen nicht immer voll gewährleistet ist.

3. Die Entaschung der Sorten insbesondere der Feinkohlen war nicht weitgehend genug durchgeführt, und es wurde zu wenig Wert auf möglichst frische Verarbeitung unter restloser Umgehung jedweder Lagerung wenigstens bei den Feinkohlen gelegt.

4. Die Magerung wurde unzweckmäßig vorgenommen, indem außer der Benutzung ungeeigneter und nicht genügend feinstgemahlener Magerungsmittel einerseits zu stark gemagert, andererseits vielfach auf die Anwendung der hier nicht zu umgehenden Doppelmaßnahme verzichtet wurde.

Abgesehen von diesen rohstofflichen Gründen, waren auch die angewandten betriebstechnischen Mittel für die Erzeugung eines einwandfreien Hochofenkokes teilweise gänzlich unzureichend.

Bei dem sehr geringen Inkohlungsgrad und der hohen Empfindlichkeit der lothringischen Kohlen gegen Oxidation und Inertstoffansatz sind nun nach den Ergebnissen der Bildungsamkeitsuntersuchung die Anwendung der vorhin erwähnten zusätzlichen außergewöhnlichen betriebstechnischen Maßnahmen zur Erhöhung und Homogenisierung des Verkokungsfortschrittes hier ganz besonders zu empfehlen. In rohstofflicher Hinsicht wären folgende Vorschläge zu beachten:

1. Bergmännische und aufbereitungstechnische Maßnahmen zur getrennten Förderung der einzelnen Flöz-kohlen bzw. Kohलगattungen und zur weitgehenden Entaschung in getrennten Aufbereitungssystemen.

2. Fernhaltung des anoxydierten Feinstkornes von 0 bis 1 mm von der Verkokung und stärkere Heranziehung der Nußsorten.

3. Einführung der Selektivmahlung für das Naturkorn über 4 mm und genaue Dosierung der hierbei gewonnenen Mattkohlenanreicherung nach einem durch Bildungsamkeits- und Verkokungsversuche ermittelten Prozentsatz.

4. Verarbeitung von nur frischer Kohle, zumindest bezüglich der Feinkohlen. Demnach Verzicht auf jedwede Lagerung von Feinkohle. Zur Verhütung der Anoxydation des feinen und feinsten Vitritkornes wäre unter Umständen sogar eine Staubbefestigung (mittels Wasser-Ölennulsion) dieses bei der Mahlung in der Schlämmanmahl entfallenden Gutes in Erwägung zu ziehen.

5. Magerung nur durch Doppelmaßnahme, d. h. Zugabe von 4 bis 6% alleninstenmahligen Inertstoff möglichst niedrigen Gasgehaltes bei gleichzeitigem Zusatz etwa der drei bis vierfachen Menge an stark treibender Fett- oder Halbfeinkohle.

6. Unter Umständen wären noch geringere Zusätze an hochinkohlten Saarkohlen zu empfehlen.

Die zur Verbreiterung der Koks-kohlengrundlage wichtigen Nüsse der lothringischen unteren Flammkohlen könnten nach Durchführung der unter 1) genannten Maßnahmen bei gleichzeitiger Anwendung der Selektivmahlung und der außergewöhnlichen betriebstechnischen Maßnahmen bei der Verkokung der Saarkohlen zum Einsatz mitherangezogen werden.

Schlußbetrachtung

Die aus einer Fülle von Ergebnissen herausgegriffenen Beispiele zeigen, daß die Ermittlung der Bildungsamkeits mit Hilfe des Dilatometers einen ziemlich klaren Einblick in die Verhältnisse bei der plastischen Verklüftung gestatten. Die engen Zusammenhänge der Bildungsamkeits mit der Zusammensetzung der Kohle wurden besonders hervorgehoben, um darzulegen, daß die Planung der Versuchsdurchführung sowie die Auswertung der Ergebnisse eingehende Kenntnisse über die Zusammensetzung der Kohle voraussetzt. Es bedarf auch wohl keines Hinweises, daß die Schlußfolgerungen hinsichtlich der Koksbeschaffenheit lediglich nur die Auswirkungen des Stadiums der plastischen Verklüftung betreffen und diejenigen der zweiten Komponente der Koks-bildung, des Stadiums der Entgasung, unberücksichtigt lassen. Daher sind auch wohl vorerst noch die auf Grund der Dilatometermessungen gewonnenen Ergebnisse lediglich als Vorstudium für die engere Auswahl und Zusammensetzung des Rohstoffes, gedachtem die Probeverkokung im Koksofen selbst als industrieller Endbeweis zu folgen hat.

Wie in den Beispielen dargelegt wurde, ergeben sich durch die Kenntnis der Bildungsamkeits einer Kohle eine Reihe von Möglichkeiten zur Lösung der Aufgaben der Koksverbesserung und der Verbreiterung der Koks-kohlengrundlage. Dabei ist es nicht uninteressant festzustellen, daß mit diesen Möglichkeiten gleichzeitig die einer Erhöhung der Kohlenwertstoffausbeute und einer Verminderung des Unterferungsbedarfes verbunden sind.