

Spectralbeobachtungen an der Bessemerflamme.

Von **Andreas Lielegg**,

Professor an der Landes-Oberrealschule zu St. Pölten.

(Vorgelegt in der Sitzung am 6. Juni 1867).

Im Anschlusse an eine frühere vorläufige Mittheilung „über das Spectrum der Bessemerflamme“ ¹⁾ theile ich die Resultate neuerdings angestellter Beobachtungen mit, welche zur Erweiterung und Ergänzung jener dienen sollen. Zur Fortsetzung dieser Untersuchungen war ich umso mehr veranlaßt, als in technischen und hüttenmännischen Zeitschriften ²⁾ der Spectralprobe als eines schon versuchten Mittels zur Beurtheilung des Bessemerprocesses Erwähnung geschah, wiewohl hierüber mit Ausnahme einer einzigen Publication **Roscoe's** ³⁾ keine wissenschaftliche Arbeit bekannt gemacht wurde, auf welche sich eine practische Durchführung der Spectralprobe hätte stützen können; aber selbst die Publication **Roscoe's**, die der Anwendung der Spectralanalyse bei der Fabrication des Gußstahles nach der Bessemer Methode die höchste Wichtigkeit zuerkennt, constatirt nur in wenigen Zeilen die Existenz einer Anzahl bisher unbestimmter heller Linien im Spectrum der Bessemerflamme.

Zu den Beobachtungen diente ein grösserer Spectralapparat, der ein Fernrohr mit 6facher Vergrößerung und zwei Prismen, jedes mit einem brechenden Winkel von ungefähr 60° besitzt, beide Prismen waren auf das Minimum der Deviation für die Linie *D* eingestellt. Der Apparat ist überdies noch mit einem Skalenrohr nach **Steinheil** zur Messung der Linien versehen und wurde in der Werkstätte für astronomische und physikalische Instrumente von **Starke und Kammerer** am k. k. polytechnischen Institute in Wien angefertigt.

¹⁾ Sitzungsberichte der k. Akad. d. Wissensch. Bd. LV, II. Abth. Jänner-Heft, p. 153.

²⁾ Unter andern in **Dingler's polyt. Journal**. Bd. 178, p. 466 u. Bd. 175, p. 296.

³⁾ **Proceedings of the literar. and philosph. Society of Manchester** Vol. III, p. 57, 1863 — **the London, Edinburg and Dublin philosph. Magazin and Journal of Science**, fourth series, Vol. XXV, p. 318.

Während in den Spectren des Cyans und des Leuchtgases die drei im gelblichgrünen, grünen und blauen Theile unmittelbar aufeinander folgenden Gruppen vollständig coincidiren, ist dies beim Spectrum der Bessemerflamme weder in Beziehung auf die genannten noch auf andere auch nicht bei einer Gruppe der Fall. Einen ferneren und bemerkenswerthen Unterschied bietet die Verschiedenheit in der Lichtintensität der einzelnen Linien; bei den bis jetzt untersuchten Kohlenstoffspectren ist es regelmäßig, daß die am wenigsten abgelenkte Linie jeder Gruppe am hellsten ist, und die folgenden an Lichtstärke abnehmen; beim Bessemerspectrum findet für die Gruppen β und γ gerade das Gegentheil statt, und bei den Gruppen δ und ϵ konnte ein Unterschied überhaupt kaum wahrgenommen werden.

Die angeführten Abweichungen verleihen diesem Spectrum etwas Eigenthümliches; und zieht man überdies noch die chemische Natur des Kohlenoxydes in Betracht, welche die Annahme, daß beim Verbrennen Kohlenstoff ausgeschieden werde, nicht zuläßt, so ist der Schluß wohl gerechtfertigt, daß das Bessemerspectrum dem glühenden Kohlenoxyde und nicht dem Kohlenstoffe seine Entstehung verdanke.

Endlich mag noch erwähnt werden, daß Versuche, mit Hilfe farbiger Gläser einzelne Theile des Spectrums abzublenden, um andere desto deutlicher zu sehen, zu keinem bemerkenswerthen Ergebnisse geführt haben.

Über die Art der Entwicklung des Bessemerspectrums in den einzelnen Stadien des Processes und über den Zusammenhang der Änderungen desselben mit jenen, welche die Flamme während der Charge erleidet, wurden folgende Wahrnehmungen gemacht, welche, obschon sie sich nur auf Chargen beziehen, die stets mit derselben Eisensorte, nämlich mit grauem Holzkohleneisen durchgeführt wurden, doch geeignet sind, zu zeigen, daß der Verlauf einer Charge durch den Spectralapparat verfolgt werden kann.

Zu Beginn der Charge zeigt sich ein schwaches continuirliches Spectrum, der gelbe Theil ist nahezu gar nicht vorhanden, blau und violett sind nur sehr schwach sichtbar, selbst die Natriumlinie fehlt. Diese bei der großen Empfindlichkeit der Natriumreaction höchst merkwürdige Thatsache kann wohl nicht durch die Abwesenheit der Dämpfe von Natriumverbindungen, oder durch eine nicht hinreichend hohe Temperatur erklärt werden, sondern sie ist einem andern

Umstände zuzuschreiben. Die Flamme, wie sie sich in der Schlackenbildungsperiode repräsentirt, ist nämlich keine Flamme im wahren Sinne des Wortes, da sie nicht durch verbrennende Gase, sondern nur durch eine Masse glühender fester Häubchen gebildet wird, die im Vereine mit der reichlichen Funkengarbe die äußere Erscheinung einer Flamme annimmt. Im weiteren Verlaufe dieser Periode nimmt die Lichtintensität und Ausbreitung des continuirlichen Spectrums zu und längstens eine Minute nach dem ersten stärkeren Schlackenauswurfe, häufig aber auch allsogleich, beginnt die Natriumlinie aufzublitzen; nach weiteren 1—2 Minuten bleibt sie sodann deutlich und bis zum Schlusse der Charge sichtbar.

Durch diese Erscheinung ist der Beginn der Kochperiode gekennzeichnet; denn sobald als die Natriumlinie bleibend auftritt können im grünlichgelben, grünen und violetten Theil des Spectrums je eine Linie wahrgenommen werden, und sowie für das geübte Auge des Hüttenmannes das Erscheinen des Kohlenoxydes in der Flamme den Periodenwechsel anzeigt, so ist derselbe auch durch das Auftreten dieser ersten Kohlenoxydlinien signalisirt. Die Linien, welche zuerst erscheinen, sind: 184 der Gruppe β , 171·5 der Gruppe γ und die mit η bezeichnete violette Linie 2; letztere liegt unmittelbar neben $K\beta$, ist jedoch mehr abgelenkt als diese ¹⁾).

Während der Kochperiode vergrößert sich nunmehr die Flamme bedeutend, sie ist unruhig, flackernd, bedeutend verlängert und zeigt manchmal in ihrem Inneren einen gelblichen, stoßweise aus der Retortenmündung tretenden Kegel; die Leuchtkraft der Flamme nimmt fortwährend zu, dessenungeachtet ist sie durchsichtig, wovon man sich bei geeigneter Stellung mit freiem Auge, leichter jedoch beim Durchsehen durch ein farbiges Glas, z. B. durch ein grünes überzeugen kann. Mit der Entwicklung der Flamme schreitet nun auch die des Spectrums gleichmäßig fort, es zeigen sich die Linien der Gruppen δ und ϵ , die Gruppen β und γ vervollständigen sich, und endlich erscheinen auch die rothen Linien der Gruppe α . Bei sehr großer Schärfe des Spectrums schließen sich an die Linie 136·5

1) Nur bei enger Spaltöffnung ist diese Linie von $K\beta$ ganz deutlich getrennt, bei mehr erweiterter Spalte berühren sich beide und bilden einen einzigen breiten violetten Streifen; bei der für die Beobachtung überhaupt günstigsten Spaltweite ist der Raum zwischen beiden Linien eben so breit als jede von diesen selbst.

der Gruppe ϵ eine Anzahl von schwachen blauen Linien an, die den Raum bis 113 ausfüllen.

Da die Lichtquelle, welche das Spectrum liefert, nicht ruhig ist, so wechselt auch dasselbe fortwährend, womit jedoch nicht ein Erscheinen oder Verschwinden von hellen Linien, sondern das von dunklen Schattirungen, welche zweifellos als Absorptionsstreifen zu bezeichnen sind, verbunden ist. Die Entstehung derselben ist durch das ganz regellos wechselnde stärkere und schwächere Leuchten der Flamme an der dem Apparate zugewendeten und abgekehrten Seite hinreichend erklärt. Konstant bleiben jedoch die unter 204 und 200 angeführten dunklen Streifen.

In der nun folgenden Frischperiode besitzt die Flamme eine eigenthümliche Gestaltung und eine bedeutend erhöhte Temperatur und Leuchtkraft, die sich manchmal bis zum glänzendsten Weiß steigert; dies ist auch auf das Spectrum von Einfluß, denn die Lichtintensität der Linien erreicht in dieser Periode ihr Maximum, was der geübte Beobachter leicht erkennen wird; aber der Beginn dieser Periode ist nicht so genau bestimmbar, als es bei dem der Kochperiode der Fall war. Daß übrigens der Übergang von der letztgenannten Periode zur Frischperiode nicht scharf wahrnehmbar sei, wurde schon in dem ersten Berichte ¹⁾ des Staatseisenwerkes zu Neuberg ausgesprochen, und dürfte allgemein anerkannt werden.

Obschon nun der Beginn der Frischperiode sich nicht genau bestimmen läßt, so ist doch für diese das Erscheinen von neuen in den früheren Perioden nicht sichtbaren Linien im blavioletten Theil des Spectrums sehr bezeichnend. Dieselben konnten bei acht Chargen zwar nur fünfmal mehr oder weniger gut entwickelt und dreimal nur schwach angedeutet beobachtet werden, aber dessenungeachtet sind sie für diese Periode als charakterisch zu betrachten. Ungefähr 4—6 Minuten vor Ende der Charge, also im Stadium des intensivsten Frischens machte sich eine Gruppe von vier blauen, gleichweit von einander abstehenden Linien (81—67), die das Ansehen von Doppellinien hatten, bemerkbar, der sich alsbald eine einzelne sehr helle und scharf begrenzte blaviolette Linie (41) anschloß; diese Linien bleiben durch einige Minuten sichtbar, worauf alsdann die einzelne früher erlosch als die Gruppe, mit deren Verschwinden auch das

¹⁾ Das Bessemern in Österreich von O. Freiherrn v. Hingena u. Wien 1863, p. 101.

ganze Spectrum seine Schärfe zu verlieren begann, ein Anzeichen des nahen Endes der Entkohlung. Die Lichtintensität des Hintergrundes bleibt unverändert, während die der Linien abnimmt, und endlich verschwinden dieselben in ziemlich rascher Aufeinanderfolge und zwar in der umgekehrten Reihenfolge, in der sie erschienen, bis nur mehr die zwei Linien 184 und 171·5 wahrnehmbar sind; in diesem Momente wurden die Chargen gewöhnlich beendet.

Aus dem Angeführten ergibt sich nun, daß mit Hilfe des Spectralapparates sowohl der Beginn als auch das Ende der Entkohlung des Eisens sich genau bestimmen läßt, daß das Auftreten der blavioletten Linien während der Frischperiode ein eigenes Stadium derselben charakterisirt, welches nur auf diesem Wege erkannt werden kann, und daß sowohl das Erscheinen als das Verschwinden dieser Linien als Erkennungszeichen zum Beenden der Charge benützt werden können.

Die Beobachtungen wurden in der Bessemerhütte des Walzwerkes der k. k. priv. Südbahn-Gesellschaft zu Gratz angestellt.