

# Ueber den Blutfarbstoff und seine näheren Umwandlungsproducte.

Von

**Trasaburo Araki.**

(Aus dem physiologisch-chemischen Institut in Strassburg.)  
(Der Redaction zugegangen am 8. März 1890.)

## I. Methämoglobin.

Ueber das braune Zersetzungsproduct des Oxyhämoglobins, welchem der Name Methämoglobin gegeben ist, hat man viel experimentirt und geschrieben, ohne dass bis jetzt eine genügende Uebereinstimmung der Untersuchungsergebnisse und Ansichten erreicht ist. Vielleicht gelingt es der Schilderung einiger einfacher Versuchsergebnisse, welche ich in Folgendem vorlege, die eine oder andere der noch bestehenden Differenzen zu beseitigen oder der Ausgleichung näher zu bringen.

Man erhält bekanntlich Methämoglobin: 1. beim Eintrocknen von Oxyhämoglobinlösung oder von Blut in recht dünnen Schichten an der Luft; 2. durch Behandlung von Oxyhämoglobinlösung mit oxydirenden Stoffen, wie Ferricyankalium, Nitriten, Permanganat, Wasserstoff in stat. nasc.; 3. durch Einwirkung von Substanzen, welche die rothen Blutkörperchen auflösen, auf das Blut innerhalb der Blutgefäße des lebenden Organismus.

Löst man bei gewöhnlicher Temperatur in dünnen Schichten eingetrocknetes Blut oder den Rückstand bei nicht zu hoher Temperatur eingetrockneter Blutfarbstofflösung in Wasser, so erhält man braune Lösungen, welche sich auszeichnen durch einen Absorptionsstreifen im Roth von einer

Stellung im Spectrum des Sonnenlichtes zwischen den Linien C und D, sehr nahe der ersteren Linie und ungefähr den Wellenlängen von 648 bis 629 Milliontel eines Millimeters. Dieser Absorptionsstreif ist unzweifelhaft allen Methämoglobinlösungen eigen, wenn dieselben neutral oder schwach sauer reagiren.

Es werden dem Methämoglobin ausserdem noch 3 Absorptionsstreifen in der schwach sauren Lösung zugeschrieben. Die Stellung derselben im Spectrum und die Uebereinstimmung von zweien derselben im Grün mit den Absorptionsstreifen des Oxyhämoglobins sind von Jaederholm<sup>1)</sup> so genau bestimmt, als es mit den üblichen Mitteln ausführbar erscheint. Diese Absorptionsstreifen fehlen dem Spectrum der Methämoglobinlösung vielleicht nie vollständig, sind aber unter bestimmten Umständen so ausserordentlich schwach, dass man kaum Spuren von ihnen erkennt, während der Absorptionsstreif im Roth sehr stark entwickelt ist. Bei dem Auflösen von eingetrockneten Blutfarbstofflösungen in Wasser erhält man gewöhnlich Mischungen, welche neben Methämoglobin mehr oder weniger Oxyhämoglobin enthalten. Trocknet man aber solche Lösungen in dünnen Schichten, so erhält man Rückstände, deren wässrige Lösungen gleichfalls kaum Spuren der Absorptionsstreifen des Oxyhämoglobins erkennen lassen.

Lösungen von Blutkörperchen oder Oxyhämoglobin in Wasser mit sehr wenig Ferricyankalium versetzt, nehmen bald gelbbraune Farbe bei passender Verdünnung an und können lange Zeit die 4 Absorptionsstreifen im Spectrum zeigen. Ist dagegen die zugesetzte Quantität des Ferricyankalium nicht sehr gering, so verschwinden die beiden dem Oxyhämoglobin entsprechenden Absorptionsstreifen bald mehr und mehr und sind nach einiger Zeit kaum noch angedeutet, während der Streif im Roth neben der Linie C sehr dunkel erscheint und dunkel bleibt.

Fügt man ein wenig Ferricyankalium zu Lösungen von Kohlenoxydhämoglobin, so treten, wenn auch langsamer, die-

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. Biologie, 1884.

selben Umwandlungen ein und die Absorptionsstreifen im Grün behalten dabei die Stellung im Spectrum, welche die Absorptionsstreifen des CO-Hämoglobins von Oxyhämoglobin unterscheiden. Diese Unterschiede sind aber so gering, dass sie nicht in die Augen fallen. Auch lässt sich nachweisen, dass das CO selbst durch das Ferricyankalium nicht bemerkbar oxydirt wird, denn nach Zusatz von Schwefelammonium erhält man sehr schön die Streifen des CO-Hämoglobin oder CO-Hämochromogen (beide sind nicht verschieden), auch wenn vor dem Zusatz des Schwefelammonium die Streifen des CO-Hämoglobins im Grün durch die Einwirkung von Ferricyankalium fast vollständig oder vollständig zum Verschwinden gebracht waren.

Der in der schwach sauren oder neutralen Lösung so beständige Absorptionsstreif des Methämoglobins im Roth neben der Linie C wird sofort beseitigt, wenn die Lösung mit einer selbst sehr geringen Quantität Aetzalkali oder Alkali-carbonat versetzt wird. Die hierbei auftretenden merkwürdigen Erscheinungen sind von Jaederholm<sup>1)</sup> sehr genau geschildert. Es treten hierbei die Absorptionsstreifen im Grün, welche denen des Oxyhämoglobins gleichen, wieder deutlich hervor, wenn sie nicht bereits allzu sehr in der sauren oder neutralen Lösung verblasst waren. Ebenso verhalten sich die durch Ferricyanid verblassten Lösungen des CO-Hämoglobins. Dabei ist der Spectralabschnitt neben der Linie D nach dem Roth hin stark beschattet. Durch kurzes Durchleiten von CO<sub>2</sub> werden die Erscheinungen der neutralen oder sauren Methämoglobinlösungen wieder herbeigeführt, selbst wenn die Lösung durch Natriumcarbonat stark alkalisch gemacht war. Zusatz von Schwefelammonium ruft dann, wenn viel Alkali zugesetzt war, schnell die Erscheinung von Hämochromogen (CO-Hämochromogen bei Verwendung von Methämoglobin aus CO-Hämoglobinlösung) hervor und beweist die stattgehabte Bildung von Hämatin.

Da die Absorptionsstreifen im Grün zwischen D und E bis auf undeutliche Spuren verschwinden können, während

<sup>1)</sup> A. a. O.

der Streif im Roth sehr stark entwickelt ist und bleibt, können diese beiden Streifen im Grün nicht in gleicher Weise als charakteristisch für das Methämoglobin angesehen werden, als der Streif im Roth. Man darf wohl sagen, dass dieser letztere Absorptionsstreif im Roth entsprechend dem Gehalt der Lösung am Methämoglobin heller oder dunkel ist und somit den Gehalt selbst schätzen lässt. Hierdurch sind die Spectra, welche man in Methämoglobinlösungen sieht, offenbar sehr oft combinirte Spectra<sup>1)</sup>. Wahrscheinlich entspricht in den sauren oder neutralen Methämoglobinlösungen das Bild der deutlichen Absorptionsstreifen im Grün zwischen D und E dem Gehalt an unzersetztem Oxyhämoglobin. Lösungen von getrockneten Oxyhämoglobinkrystallen enthalten gewöhnlich noch reichlich Oxyhämoglobin neben Methämoglobin. Hat man nicht zu geringe Menge von Ferricyankalium zu einer Blutfarbstofflösung gesetzt, so verschwinden nach einiger Zeit die Absorptionsstreifen im Grün und treten erst wieder hervor nach etwas Alkalizusatz.

Es ist aus dem geschilderten Verhalten ersichtlich, dass die Streifen im Grün eine so grosse Wandelbarkeit in ihrer Stärke zeigen, dass man dieselben nicht als dem Methämoglobin als solchem nothwendig zugehörige Erscheinungen betrachten kann. In sehr vielen Fällen kann man sich aber mit aller Entschiedenheit überzeugen, dass sie durch Oxyhämoglobin hervorgerufen werden, welches sich neben Methämoglobin in der Lösung befand.

Zur Untersuchung in dieser Richtung dient mit grosser Sicherheit ein sehr einfaches Verfahren, bei welchem durch Fäulniss ein sehr langsamer Sauerstoffverbrauch eingeleitet und nach Entfernung des Sauerstoffs erst wirkliche Reduction herbeigeführt wird. Die in dieser Weise zu prüfende Lösung in passender Verdünnung zur sicheren Untersuchung, resp. Messung der Lage der Absorptionsstreifen mit dem Spectro-

<sup>1)</sup> Man hat Spectra, welche durch die Einwirkung von mehreren in den Lösungen gleichzeitig enthaltenen Farbstoffen entstehen, gemischte Spectra genannt; die Bezeichnung combinirte Spectra dürfte vorzuziehen sein.

scope wird durch langes, enges Trichterrohr eingebracht in ein unten geschlossenes, oben zum dünnen Rohr ausgezogenes Glasrohr von 18—25 mm. Durchmesser. Es wird oben noch ein Luftraum von 20—40 cbcm. frei gelassen, dann zugeschmolzen. Mit dem Spectroscope werden dann die Absorptionsstreifen I im Roth und II sowie III im Grün in ihrer Ausdehnung gemessen und ihre relative Dunkelheit bestimmt. Es wurden zunächst 2 Röhren in dieser Weise gefüllt mit Lösung von Methämoglobin aus eingetrockneten Blutkörperchen bereitet. Diese Lösungen zeigten ausser dem Streifen 50—60 zwischen den Linien C und D im Roth die beiden Absorptionsstreifen im Grün bei 80—90 und 100—120 sehr stark entwickelt<sup>1)</sup>. Diese Flüssigkeiten wurden eingeschlossen am 5. Februar 1890. Gleich darauf untersucht, fanden sich in beiden Röhren die Absorptionsstreifen

I	zwischen	50—60	Theile	der	Scala.
II	»	80—90	»	»	»
III	»	100—120	»	»	»

Am 6. Februar ergab die spectroscopische Untersuchung das gleiche Resultat in beiden Röhren, ebenso am 8. Februar. Am 10. Februar war der Streif

I	50—60	unverändert	stark,
II	80—90	sehr schwach	schattirt,
III	100—120	dunkel.	

<sup>1)</sup> Die sämmtlichen in dieser Arbeit geschilderten Spectralerscheinungen sind bestimmt mit einem grossen Spectroscope mit einem Flintglasprisma von Steinheil nach vorläufigen Prüfungen der Flüssigkeiten mit einem Taschenspectroscope. Zur Beleuchtung diente theils Sonnenlicht, theils das Licht einer starken Petroleumlampe, umhüllt von schwarzem Thoncylinder, nachdem die Strahlen desselben durch eine Linse parallel gemacht waren. Die Messungen geschahen mit einer fein getheilten beleuchteten Scala auf Glas, deren Stellung am Anfang und Ende der Versuche stets durch Vergleichung mit den Frauenhofer'schen Linien D, E, b, F als unverändert constatirt wurde. Es sind hier die Ablesung der Scala für die Absorptionsstreifen angeführt, die Wellenlängen nach diesen Angaben leicht annähernd zu berechnen, wenn der Berechnung zu Grunde gelegt wird, dass die Linien C = 46, D = 80, E = 125, b = 134, F = 165 der Scala sind.

Nach Umschütteln der Röhren zeigten sich die Streifen II 80—90 und III 100—120 sehr deutlich dunkel und durch hellen Zwischenraum deutlich von einander gesondert. Noch schärfer trat diese Wirkung des Umschüttelns am 12. Februar hervor. Am 15. Februar war ausser dem Streifen I 50—60 kein Streif bis 100 bei beiden Röhren zu finden. Nach dem Umschütteln trat der Streif II 80—90 in einem Rohr, welches den grossen Luftraum hatte, wieder deutlich hervor, im anderen Rohr nicht. Am 17. Februar sind nicht allein alle Streifen bis auf I 50—60 verschwunden, sie traten auch beim Umschütteln nicht wieder auf. Der Streif 50—60 ist dunkel und relativ stark begrenzt. An folgenden Tagen bis 28. Februar wurden dieselben Erscheinungen bei der Spectraluntersuchung in Röhren gefunden.

Von 28. Februar an werden diese Röhren in einem grossen Wasserbade auf 28—31° erwärmt erhalten. Schon am folgenden Tage war die Flüssigkeit in einem Rohr mit kleinerem Luftraum dunkelpurpurroth und frei von dem Streifen im Roth. Im anderen Rohr war die Flüssigkeit noch bräunlich und zeigte noch den Streifen 50—60, wenn auch schwach. In folgenden Tagen verschwanden die letzten Spuren dieses Streifens. Am 4. März wurde eines dieser Röhren mit kleinerem Luftraum in Kältemischung gebracht und theilweise zum Gefrieren gebracht.

Die restirende Lösung in dünnen Schichten geprüft zeigt wiederum Absorptionsstreif von 75—120 der Scala. Dieser Streif zeigte nicht die geringste Theilung seiner Continuität und war am dunkelsten 90—110. Es wurde nun das Rohr geöffnet und oberflächlich mit der zudringenden Luft etwas geschüttelt. Die Lösung nahm hiernach alsbald Scharlachfärbung an und zeigte im Spectroscope 2 Absorptionsstreifen des Oxyhämoglobins und keinen anderen Streifen, speciell keinen Streifen im Roth, auch keine Beschattung von 70—80.

Aus diesen Versuchen ergibt sich: 1. im zugeschmolzenen Rohr verlieren durch Fäulniss die Methämoglobinlösungen zuerst die Oxyhämoglobin-

streifen, indem dieselben zu Hämoglobinstreifen zusammenfliessen; 2. beim Umschütteln mit der Luft werden die Oxyhämoglobinstreifen wieder hervorgerufen; 3. erst lange, nachdem die Oxyhämoglobinstreifen verschwunden sind, und beim Schütteln mit Luft im Luftraum des Rohrs keine Rückkehr der Oxyhämoglobinstreifen wieder eintritt, wird durch die Fäulniss auch der Streif 50—60 im Roth, der charakteristische Streif des Methämoglobins entfernt. Ist letzterer verschwunden, so befindet sich in der nun purpurroth (venöse) aussehenden Flüssigkeit weder Methämoglobin noch Oxyhämoglobin, sondern allein Hämoglobin; welches beim Schütteln mit Luft nur Oxyhämoglobin liefert.

Nach dem von Jaederholm<sup>1)</sup> befolgten Verfahren habe ich 2 Stunden lang anhaltend Wasserstoffgas durch Methämoglobinlösungen, in welchen vorher mit dem Spectroscope genau die Stellung der Absorptionsstreifen bestimmt war, hindurch geleitet und dann wieder untersucht. Dabei habe ich keine Veränderung gefunden, während Jaederholm gesehen hatte, dass die Absorptionsstreifen des Methämoglobins verschwinden und dafür die Absorptionsstreifen des Oxyhämoglobins eintreten. Um sicher eine Beimischung von Sauerstoff der Luft im Wasserstoffgas zu vermeiden, habe ich das Gas durch ein mit Thon aussen beschlagenes Rohr geleitet, welches von der Zeit an, wo eine Explosion nicht mehr zu befürchten war, in einer Gasflamme im Glühen erhalten wurde. Die Anwendung von Pyrogallol zur Entfernung von Sauerstoff aus dem Gas bringt die Gefahr der Beimischung von Kohlenoxd bekanntlich mit sich, welche in diesen Versuchen sehr übele Täuschung veranlassen kann.

Diese Versuche mit Lösungen von passender Verdünnung angestellt sind sehr überzeugend. Sie beweisen, dass Methämoglobin erst dann reducirt werden kann, wenn die Lösung

<sup>1)</sup> A. a. O.

weder freien Sauerstoff noch Oxyhämoglobin enthält. Bei der Reduction bildet sich, wie dies auch von Hoppe-Seyler erkannt ist, kein Oxyhämoglobin, sondern Hämoglobin.

## II. Schwefelmethämoglobin.

Vor 27 Jahren hat Hoppe-Seyler<sup>1)</sup> beobachtet, dass der Blutfarbstoff durch Einwirkung von Schwefelwasserstoff bei Gegenwart von Sauerstoff in einer eigenthümlichen Weise unter Bildung einer grünen, noch nicht hinreichend untersuchten Substanz zerlegt wird. Nach den von ihm beschriebenen Versuchen<sup>2)</sup> betrachtet er die letztere als eine Verbindung, welche dem Hämoglobin oder mehr noch dem Methämoglobin in der Zusammensetzung und dem Verhalten nahe stehen mag, doch von beiden zu unterscheiden ist<sup>3)</sup>. Aber es ist damals ihm weder gelungen, diesen Körper zu isoliren, noch ihn in die gewöhnlichen Spaltungsproducte des Oxyhämoglobin zurückzuführen. Die folgenden Versuche wurden zu dem Zwecke angestellt, diese Lücke auszufüllen.

Bei Einleiten von  $\text{SH}_2$  und Sauerstoff erleiden im Blute die Blutkörperchen eine Veränderung der Farbe, so dass sie ein dunkles Roth in dickeren, Grün in dünneren Schichten im durchfallenden Licht zeigen. Bei längerem Einleiten dieser Gase bildet sich die Aenderung der Farbe stark aus, ohne dass von dem Farbstoff etwas in das Serum übergeht.

Die so veränderten Blutkörperchen lösen sich nicht in verdünnter Kochsalzlösung, wohl aber auf Zusatz von Wasser oder Aether. Die spectroscopische Untersuchung zeigt keine Verschiedenheit in der Einwirkung der durch  $\text{SH}_2$  und  $\text{O}_2$  veränderten Blutkörperchen von der Einwirkung beider Gase auf ihre wässrige Lösung, ebensowenig von der Veränderung reiner Oxyhämoglobinlösungen nach der Behandlung mit diesen Gasen.

<sup>1)</sup> Med. Centralblatt, 1863, No. 28, und *Physiol. Chemie*, S. 386.

<sup>2)</sup> *Med. chemische Untersuchungen*, S. 151.

<sup>3)</sup> Hoppe-Seyler, *Physiologische Chemie*, Berlin 1881, S. 386.

Diese Lösungen erscheinen sehr dunkelgrün, auch bei starker Verdünnung, wenn sie lange mit  $\text{SH}_2$  und  $\text{O}_2$  behandelt sind. Sie geben besonders nach Verdünnung mit  $\text{H}_2\text{O}$  feine Niederschläge von hellgrüner Farbe, welche sich auf Zusatz von sehr geringer Menge Natronlauge lösen, durch  $\text{CO}_2$  oder andere verdünnte Säure gefällt werden. In verdünnter Kochsalzlösung löst sich dieser Niederschlag nicht auf, enthält sonach keine Globulinsubstanz.

Bei der spectroscopischen Prüfung der wässrigen Lösung ohne Zusatz von Alkali findet man Absorptionsstreifen im Roth und im Grün. Bei der Einstellung der Scala des Spectroscops auf die Spectrallinien des Sonnenlichtes:

Linie C = 46; D = 80; E = 125; b = 134; F = 165  
werden gemessen: Absorptionsstreifen  $\text{I}^a = 45-55$  deutlicher, aber nicht besonders scharf begrenzter Absorptionsstreifen  $\text{I}^b = 60-68$  sehr deutlich und dunkel. Der Raum zwischen 55-60 ist schattirt, heller als 45-55 und viel heller als 60-68. So macht also die Gegend 45-70 den Eindruck zweier durch einen schwächer beschatteten Zwischenraum getrennten Spectralstreifen.

In der Spectralgegend zwischen D und E finden sich auch nach sehr lange dauernder Einwirkung von  $\text{SH}_2$  und  $\text{O}_2$  Absorptionsstreifen, welche entweder mit denen des Oxyhämoglobins oder des Hämoglobins übereinstimmen, und zwar zeigt sich bei passender Verdünnung nach längerem ruhigen Stehen der Absorptionsstreif des Hämoglobins allein. Schüttelt man dann die Lösung nur kurze Zeit mit der Luft, so verschwindet dieser Streif und es treten die beiden Absorptionsstreifen des Oxyhämoglobins auf.

Es ist diese Veränderung in sehr verschiedenen, kürzere oder längere Zeit mit  $\text{SH}_2$  und  $\text{O}_2$  behandelten Lösungen von Blutkörperchen oder Oxyhämoglobin von mir regelmässig gefunden und nur bei sehr lange in obiger Weise behandelten, von dem allmählig gebildeten Niederschlag abfiltrirten Lösungen wurden sie schliesslich nicht mehr gesehen. Es blieb dann zwischen D und b und über diese Liniengruppe hinaus eine

diffuse stärkere Absorption als zwischen der Linie D und Absorptionsstreif im Roth.

Wurden solche verdünnte grüne Lösungen im Glasrohr eingeschmolzen, längere Zeit aufbewahrt und von Zeit zu Zeit untersucht, so blieben diese Erscheinungen unverändert.

Concentrirte sowie verdünnte Lösungen trübten sich leicht beim Stehen und gaben, wenn sie concentrirt waren und noch nicht lange gestanden hatten, reichliche Niederschläge. Die getrühten Lösungen klärten sich sofort auf Zusatz von sehr geringer Quantität Natronlauge.

Durch diesen sehr geringen Natronlaugezusatz wurden Absorptionsstreifen sämmtlich unverändert erhalten.

Streif I = 45—68; II = 80—90; III = 105—120.

Nach starkem Zusatz von Natronlauge in der Kälte traten Veränderungen fast sämmtlicher Absorptionsstreifen ein, nur die dunkle Partie in I 45—55 und die hellere 55—60 blieben unverändert, während der Spectralabschnitt 60—70 ganz hell geworden war. Wird noch ein wenig Schwefelammonium hinzugefügt, so treten nach einiger Zeit die Absorptionsstreifen des Hämochromogens  $h\alpha = 95—105$  und  $h\beta = 115—190$  auf.

Lässt man passend verdünnte Lösung des Schwefelmet-hämoglobins, starke Natronlauge und etwas Schwefelammonium bei erhöhter Temperatur einwirken, so verschwinden alsbald die Absorptionen 45—70; dieser Raum wird ganz hell. Es sind nur die Absorptionsstreifen des Hämochromogens zu sehen, und dass es sich hier wirklich um Bildung von Hämochromogen handelt, erkennt man aus den Veränderungen, welche diese Lösungen 1. beim Einleiten von Sauerstoff, 2. von CO, 3. Zusatz von Cyankalium erleiden. Im ersten Falle treten die Erscheinungen der Lösungen des Hämatins in alkalischer Lösung ein, im zweiten Falle verändern die Streifen des Hämochromogens ihre Stellung, indem sie ein wenig weiter nach E hinrücken, der Streif  $\beta$  des CO-Hämochromogens hierbei viel dunkler wird, im dritten Falle verrücken sich gleichfalls die Streifen nach der Seite des rothen

Spectraltheils hin, aber nicht so weit, und der Streif  $\beta$  des Hämochromogens wird dabei ebenfalls viel dunkler und schärfer.

Das geschilderte Verhalten des Schwefelmethämoglobins beweist, dass dieser Körper eine Verbindung ist, welche durch Einwirkung von Natronlauge zerlegt wird unter der Bildung von Hämochromogen mit seinen bekannten Eigenschaften. Die Atomgruppe, welche aus dem unzersetzten Hämoglobin bei der Behandlung mit Natronlauge Hämochromogen liefert, ist sonach im Schwefelmethämoglobin unzersetzt vorhanden; daneben zeigt das Schwefelmethämoglobin nur durch die Absorption 45—60 charakteristische Aenderung, die nicht so leicht wie im Methämoglobin durch Natronlauge aufgehoben wird, in der Kälte etwas verändert, aber nicht ganz zerlegt wird, während Aetzalkali in höherer Temperatur die Atomgruppierung, welche diese Absorption bedingt, völlig aufhebt.

Es ist mir weder gelungen, das Schwefelmethämoglobin in krystallisirtem Zustand zu erhalten, noch ein Hämatin daraus darzustellen, welches schwefelhaltig war. Das von mir dargestellte Zersetzungsproduct zeigte alle Uebereinstimmung mit dem aus Methämoglobin erhaltenen Hämatin. Versuche, Häminkrystalle vermittelt Eisessig und NaCl aus Schwefelmethämoglobin zu erhalten, misslangen sämmtlich; es wurden überhaupt Häminkrystalle nicht erhalten. Auch bei der Behandlung mit Alkohol und Extraction des Coagulums mit heissem Amylalkohol und ClH wurden Häminkrystalle nicht erhalten. Schwefelmethämoglobin ist die Ursache der Grünfärbung faulen Fleisches an seiner der Luft dargebotenen Oberfläche, wo sowohl sauerstoffhaltige Luft als auch der durch die Fäulniss gebildete Schwefelwasserstoff zusammen auf den Blutfarbstoff einwirken. Prüft man mit dem Spectroscope die Oberfläche solcher Organe im reflectirten Sonnenlicht, so findet man den charakteristischen Absorptionsstreifen im Roth ganz deutlich und ist im Stande, seine Stellung im Spectrum zu bestimmen.