

## Zur analytischen Chemie.

---

### *Ueber die Zusammensetzung und den Gebrauch des Filtrirpapiers.*

Von

Ph. O. WERDMÜLLER VON ELGG.

Oft schon waren mir im Verlaufe chemischer Operationen Unregelmässigkeiten aufgestossen, wofür ich mir keinen Grund anzugeben wusste und die doch zu unbedeutend waren, als dass ich mir die Mühe hätte nehmen mögen, eine eigene Untersuchung anzustellen, um der Sache auf den Grund zu kommen, bis folgende Erfahrung mich von der Nothwendigkeit derselben überzeugte.

Ich hatte eine analytische Bestimmung von Kupferoxyd vorzunehmen, und befolgte hiebei genau das von Rose angegebene Verfahren der Fällung des Kupferoxydes als Schwefelkupfer aus der sauren Lösung u. s. f., und wich nur im mechanischen Verfahren der Oxydation des Schwefelkupfers von seiner Vorschrift ab, weil es mir sehr schwer schien, das Filtrum mit dem Schwefelkupfer nach der Behandlung in Salpetersäure oder Königswasser so vollständig auszusüssen, dass nicht Spuren von Kupfer verloren gehen sollten. Ich schlug daher folgenden Weg ein: Nachdem das Schwefelkupfer mit schwefelwasserstoffhaltigem Wasser gehörig ausgesüsst und die Flüssigkeit so ziemlich abgetropft war, nahm ich das Filter vom Trichter und schwemmte das Schwefelkupfer mittelst der Berzelius'schen Spritzflasche in ein untergehaltenes Glas,

## 66      Werdmüller v. Elgg, üb. Filtrirpapier.

in welchem sich etwas concentrirtes Schwefelwasserstoffwasser befand. Das Filter wurde wieder zusammengelegt, in den Trichter gegeben, mit Schwefelwasserstoffwasser befeuchtet, um die Oxydation der Spuren Schwefelkupfer zu verhüten, welche sich noch darauf befinden mochten, und das Glas mit dem sehr schnell und fest sich absetzenden Schwefelkupfer mit der Schnautze nach vorwärts geneigt, damit das Schwefelkupfer sich in der Kante in einem recht kleinen Raume sammeln, und die Flüssigkeit sich leicht abgiessen lasse.

Nachdem nun der Niederschlag sich vollkommen abgesetzt hatte, wurde die Flüssigkeit abgegossen, und zwar auf das Filter, um die wenigen Flocken Schwefelkupfer aufzufangen, die etwa mitgingen, und einerseits nun das im Glase befindliche Schwefelkupfer auf die gewöhnliche Art behandelt, andererseits aber das Filter eingäschert, um die Gewichtszunahme der Asche, welche bei sorgfältiger Behandlung 1 bis 2 Milligrammen nicht übersteigen wird, als Kupferoxyd in Rechnung zu bringen und dem aus dem Schwefelkupfer dargestellten Kupferoxyde zuzurechnen.

Es überraschte mich nun nicht wenig, zu finden, dass die Filterasche nicht nur keine Gewichtszunahme erlitten hatte, sondern selbst bedeutend weniger wog als sie sollte. In der Meinung schlecht operirt zu haben, wiederholte ich diese Arbeit mehrere Male mit aller Sorgfalt, und erhielt immer dasselbe Resultat. — Bald fiel mir ein, dass die Aschenbestandtheile des Papiers hier mit im Spiele sein möchten, und unternahm nun nachstehende Untersuchungen, wodurch meine Vermuthung vollkommen bestätigt wurde.

Zuvörderst wurde die Aschenmenge nochmals genau bestimmt, welche eine gegebene Menge des Filtrirpapiers hinterlässt, wobei, so wie überall, wo die verwendete Papiermenge nicht angegeben ist, 0,6 bis 0,7 Grammen Papier eingäschert wurden. Es hinterliess 1 Theil Filtrirpapier an Asche

beim 1. Versuch	0,00634	
„ 2. „	0,00635	
„ 3. „	0,00683	
„ 4. „	0,00662	
Summa	0,02614	
$\frac{1}{4}$ Summa	0,006535	. Mittel.

Um nun die Wirkung der Säure auf das Papier kennen zu lernen, wurden gewogene Proben desselben durch mehrere Tage in verdünnte Chlorwasserstoffsäure und dann in oft gewechseltes, destillirtes Wasser gelegt, worauf sie eingäschert wurden und folgende Aschenmengen gaben:

Beim 1. Versuch	0,00151
„ 2. „	0,00173
„ 3. „	0,00184
„ 4. „	0,00176
Summe	0,00684
$\frac{1}{4}$ Summe	0,00171 . . Mittel.

Die Säure hatte demnach nur 0,262 der Asche übrig gelassen und 0,738 davon aufgelöst. Der Rückstand war blendend weiss und knirschte stark zwischen den Zähnen, konnte demnach als Kieselerde betrachtet werden.

Nun musste die Wirkung der ätzenden Lauge ermittelt werden, womit das Filtrirpapier bei Analysen gar häufig in Berührung kommt. Zu diesem Endzweck wurde aus chemisch reinem, kohlensaurem Natron und reinem Kalk eine Lauge von 1,06 spec. Gew. gemacht, und nachdem ich mich von ihrer vollkommenen Reinheit (eine sehr kleine Menge Kohlensäure ausgenommen) überzeugt hatte, wurden vier gewogene Stücke Filtrirpapier in dieselbe eingelegt, 4 Tage bei  $+ 35^{\circ}$  C. erhalten, hierauf durch anhaltendes Einweichen in oft erneuertes Wasser möglichst ausgesüsst, getrocknet und eingäschert. Es blieb an Asche zurück:

Beim 1. Versuch	0,00492
„ 2. „	0,00463
„ 3. „	0,00447
„ 4. „	0,00507
Summe	0,01909
$\frac{1}{4}$ Summe	0,00477 . . Mittel.

Die Lauge hatte demnach 0,730 der Asche übrig gelassen und 0,270 davon aufgelöst. Jene Asche wurde nun in kochender Chlorwasserstoffsäure aufgelöst, wobei sie nur ein bisschen Sand aber kaum Spuren von Kieselerde zurückliess. Die Lösung wurde zur Vertreibung der grössten Menge überschüssiger Säure im Platintiegel stark eingedampft und nun die Lö-

sung gerade so untersucht, wie später bei der qualitativen Untersuchung der Filtrirpapierasche gezeigt werden wird, nur mit der Vorsicht, dass die zu untersuchende Flüssigkeit vor jeder Reaction auf das Volumen eines Fingerhutes abgedampft und in ein sehr spitzes Champagnerglas geschüttet wurde. Solcherge-  
stalt gelang es, sämtliche Bestandtheile der Asche, die Kiesel-  
erde ausgenommen, ungeachtet der äusserst geringen Menge  
der untersuchten Substanz, nachzuweisen.

Wenn man nun das, was die Säure an Asche übrig lässt, und das, was die Lauge übrig lässt, addirt, so erhält man fast genau die Einheit (nämlich  $0,262 + 0,730 = 0,992$ ), woraus sich die Vermuthung ganz ungezwungen ergibt, dass ein jedes dieser beiden chemischen Agentien gerade jene Aschenbestandtheile des Filtrirpapiers auflöst, welche das andere übrig lässt, und umgekehrt. Daraus folgt aber, dass ein sowohl mit Lauge als mit Säure behandeltes Papier gar keine Asche zurücklassen sollte, was auch nahe eintrifft.

Um diess durch einen Versuch zu bestätigen, wurden 10 Proben Papier nummerirt und gewogen. No. 1. 2. 3. 4. und 5. wurden 3 Tage in verdünnte Chlorwasserstoffsäure gelegt und gelinde erwärmt. Hierauf wurden sie zwei Mal, jedes Mal 24 Stunden in destillirtes Wasser und endlich 10 Tage in Aetznatronlauge eingeweicht. Aus dieser kamen sie wieder 7 Mal in destillirtes Wasser, worauf sie getrocknet und eingäschert wurden.

No. 1. hatte gewogen 0,7726 Grm. und gab 0,0007 Grm. Asche statt 0,0050 Gr. oder 0,14 des Normalquantums.

Da nun aber so kleine Aschenrückstände schwer zu wiegen waren, so wurden die Rückstände aller fünf Proben vereinigt gewogen, worauf sich folgendes Resultat ergab:

Alle 5 Proben wogen zusammen 3,6490 Grm. Diese hinterliessen an Asche 0,0037 Grm. statt 0,02385, oder — mit dem Partialversuch sehr nahe übereinstimmend — 0,156 des Normalquantums. — Diess ist begreiflich bedeutend zu viel, selbst mit Berücksichtigung des später zu erwähnenden Sandes im Papier; allein nachdem die Asche mit Wasser ausgekocht worden war, reagirte dieses deutlich alkalisch auf Lackmus-

papier, zum Beweis, dass trotz des sorgfältigen Aussüssens noch Natron im Papier zurückgeblieben war.

No. 6. 7. 8. 9. und 10. wurden nun zuerst in obiger Aetznatronlauge 10 Tage eingeweicht, in derselben ein Mal bis 70° C. erwärmt und hierauf drei Mal in Wasser gelegt. Aus diesem kamen sie in verdünnte Chlorwasserstoffsäure, worin sie 3 Tage liegen blieben und womit sie endlich 8 Stunden bis 80° C. erwärmt wurden, so dass sich die Säure sehr bedeutend concentrirte.

Sie wurden nun ein Mal in Wasser gelegt. Oefters konnte diess nicht geschehen, weil sie durch die Behandlung in der Säure schon allzu mürbe geworden waren.

Nach 4tägiger Immersion im Wasser wurden diese Proben eingäschert. Sie wogen 3,4726 Grm. und hinterliessen an Asche 0,0018 Grm. statt 0,02269 Grm., oder 0,079 des Normalquantums. Auch diese Menge ist noch grösser als sie sollte, allein vermuthlich waren Spuren von Chlornatrium im Papier zurückgeblieben. — Dass es übrigens überhaupt nicht möglich sei, die Aschenmenge eines Papiers durch chemische Agentien ganz auf Null zu reduciren, werden wir später aus der Analyse der Asche des zu diesen Versuchen verwendeten Filtrirpapiers ersehen.

Aus dem bereits Gesagten, so wie aus dem am Eingange angeführten speciellen Beispiele geht zur Genüge hervor, wie wichtig es bei genauen quantitativen Analysen sei, zu berücksichtigen, ob die Asche eines Filters, welche man vom Gewichte eines geglühten Niederschlags abzuziehen hat, von rohem, oder gesäuertem, oder gelaugtem, oder gesäuertem und gelaugtem Papier herrühre. — Allein auch bei qualitativen Analysen kommen die Bestandtheile des Filtrirpapiers in Erwägung, da saure oder alkalische Filtrate hiermit verunreinigt sein werden.

Um daher hierin nicht in Dunkelheit zu schweben, muss man sich zuvörderst mit den Bestandtheilen des Filtrirpapiers bekannt machen, das man zu analytischen Untersuchungen zu verwenden gesonnen ist, und darnach die bei einer vorkommenden Analyse gefundenen Resultate corrigiren.

Als Beispiel von der Art, wie eine Analyse corrigirt werden müsse, möge hier die Analyse der Filtrirpapierasche selbst

folgen, und zwar zuvörderst auf gewöhnlichem Wege durchgeführt, dann mit den gehörigen Correctionen versehen. Die Menge der zu untersuchenden Asche wurde absichtlich etwas klein genommen, weil dann die Correctionen und ihr Einfluss um so auffallender sind. — Zum bequemern Verständniss wollen wir jedoch Einiges anticipiren und im Voraus sagen, dass die Bestandtheile der Filtrirpapiertasche folgende sind: Talkerde, Thonerde, Eisenoxyd, Kalkerde, Kieselerde, wenig Sand und Spuren von Manganoxyd, Schwefelsäure und Chlor, welche letztere indess wegen ihrer äusserst geringen Menge gar nicht in Betracht kommen. Hiervon löst das Aetznatron die Kieselerde, die Chlorwasserstoffsäure aber die Talkerde, Thonerde und Kalkerde und das Eisenoxyd auf, während im ersten Falle Sand, Talkerde, Thonerde, Kalkerde und Eisenoxyd, im zweiten Sand und Kieselerde ungelöst bleiben.

#### A. Qualitative Analyse der Asche.

1) Eine kleine Menge der Asche wurde mit Wasser ausgekocht und dieses abfiltrirt. Dasselbe bläute schwach rothes Lackmuspapier vermöge seines Talkerdegehaltes. Ein Theil des Filtrats wurde mit einigen Tropfen Salpetersäure angesäuert und theils mit salpetersaurem Baryt, theils mit salpetersaurem Silberoxyd versetzt. Es erfolgte bei beiden Reagentien erst nach einiger Zeit ein äusserst schwaches Opalisiren. Ein anderer Theil desselben wurde mit Platinchlorid auf Kali untersucht, ohne dass sich jedoch eine Spur davon gezeigt hätte.

2) Etwas Asche wurde in Salpetersäure kochend aufgelöst und die eine Hälfte des Filtrats mit salpetersaurem Baryt, die andere Hälfte mit salpetersaurem Silberoxyd versetzt. Bei beiden Reagentien zeigte sich nach einiger Zeit ein sehr schwaches Opalisiren.

3) Etwas Asche wurde mit kohlensaurem Natron gemengt und mit Wasser ausgekocht und filtrirt; das Filtrat wurde bis zu schwach saurer Reaction mit Salpetersäure versetzt und gab nun dieselben Reactionen wie 1. und 2.

4) Die frischgeglühte Asche zuerst mit Wasser, dann mit einigen Tropfen Chlorwasserstoffsäure benetzt, brauste nicht auf.

5) Die mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure gekochte

Asche hinterliess Kieselerde und Sand, und gab eine gelbe Auflösung, aus welcher durch Ammoniak Thonerde mit Metalloxyden gefüllt wurde. Die von der Thonerde abfiltrirte Flüssigkeit gab mit kleeurem Ammoniak kleeuren Kalk und die vom kleeuren Kalk abfiltrirte ammoniakalische Flüssigkeit gab mit phosphorsurem Natron einen Niederschlag von phosphorsurem Talkerde-Ammoniak.

6) Der thonerdehaltige Niederschlag von 5., der zur Abscheidung des etwa vorhandenen Mangans vor der Filtration längere Zeit an der Luft stehen blieb, wurde auf dem Filter mit Chlorwasserstoffsäure gelöst, das Durchgegangene mit überschüssigem kohlensurem Baryt anhaltend erwärmt und filtrirt. Das Filtrat lieferte mit Schwefelammonium eine kaum bemerkliche Trübung.

7) Eine Lösung der Asche in Chlorwasserstoffsäure gab nach geschehener Filtration mit Kaliumeiscyanaür einen blauen Niederschlag.

8) Eine etwas grössere Menge der Asche wurde mit kohlensurem Natron zusammengeschmolzen, dann drei Mal mit Wasser ausgekocht und filtrirt. Das Filtrat gab, mit Salpetersäure angesäuert, dann mit salpetersurem Baryt versetzt, ein sehr schwaches Opalisiren. Hierauf wurde die Flüssigkeit abermals filtrirt und mit salpetersurem Silberoxyd versetzt, wodurch abermals ein schwaches Opalisiren der Flüssigkeit hervorgebracht wurde. Nun wurde die Flüssigkeit mit Schwefelsäure und Chlorwasserstoffsäure versetzt und filtrirt, um Baryt und Silberoxyd abzuscheiden. —

Das Filtrat gab nun mit Ammoniak einen Niederschlag von möglicher Weise phosphorsäurehaltiger Thonerde, welche auf dem Filter gut ausgewaschen und getrocknet wurde. Nunmehr wurde dieser Niederschlag vom Filter möglichst vollständig getrennt und mit  $1\frac{1}{2}$  Theilen fein geschlämmtem Quarzstaub und 6 Theilen verwittertem basisch kohlensurem Natron zusammengeschmolzen. Die erhaltene Salzmasse löste sich in Wasser grösstentheils auf und lieferte mit kohlensurem Ammoniak einen reichlichen Niederschlag von Kieselerde, der mittelst des Filters abgeschieden wurde. Das Filtrat wurde nun bis zur Vertreibung alles kohlensuren Ammoniaks erwärmt, das kohlensure Natron, das darin enthalten war, mit Salpe-

## 72      Werdmüller v. Elgg, üb. Filtrirpapier.

tersäure schwach übersättigt, die überschüssig zugesetzte Säure mit Ammoniak neutralisirt und das überschüssige Ammoniak durch Erwärmung vollständig verjagt. Von einigen während dieser Sättigungen niedergefallenen Flocken Kieselerde wurde die Flüssigkeit abfiltrirt und mit etwas Chlorbaryumauflösung versetzt. Es entstand kein Niederschlag; folglich war auch keine Phosphorsäure in der Asche enthalten.

Die Bestandtheile der Asche ergaben sich nun folgendermaassen:

Aus 1. 2. 3. 8. geringe Spuren von Schwefelsäure und Chlor.

Aus 1. 5. Talkerde.

Aus 5. Kieselerde.

Aus 5. Thonerde.

Aus 5. Kalkerde.

Aus 7. Eisenoxyd.

Aus 6. Spuren von Manganoxyd.

Aus 5. Sand.

Aus 1. folgt, dass die Asche keine bemerkliche Menge Kali enthält, was leicht zu erklären ist, wenn man an die frühere Behandlung des Stoffes denkt, woraus diese Asche gezogen ist.

Aus 4. folgt, dass keine Kohlensäure vorhanden war; worüber später ein Mehreres.

Aus 8. folgt, dass keine Phosphorsäure vorhanden war.

Auf andere Stoffe, die entweder gar nicht oder nur in äusserst kleinen Quantitäten vorhanden sein konnten, wurde keine Rücksicht genommen, da letztere in so geringen Quantitäten Asche ohnedem nicht hätten aufgefunden werden können.

Uebrigens machen begreiflicher Weise die Aschenbestandtheile des Filtrirpapiers bei dieser — aber auch nur bei dieser — qualitativen Analyse keine Correction erforderlich, weil sie es eben sind, die man aufsuchen will. Bei fast allen qualitativen Analysen wird es übrigens hinreichend und selbst bequemer sein, die zu gebrauchenden Filtra zuvor mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure zu behandeln, da die zurückbleibende Kieselerde nur in seltenen Fällen zu Irrungen Veranlassung geben wird.



B. Quantitative Analyse der Asche, uncorrectirt.

1) Die zu untersuchende Aschenmenge wurde in einen genau gewogenen Platintiegel gefüllt und gewogen. Sie betrug 0,5717 Grm. Nach starkem Glühen und vollständigem Erkalten wog sie 0,3505 Grm., und dieses Gewicht blieb nach dem Erkalten eine Stunde vollkommen constant.

2) Durch Kochen mit Chlorwasserstoffsäure wurden die Kieselerde und der Sand von den übrigen Bestandtheilen getrennt, welche sich sämmtlich auflösten. Die Kieselerde wurde durch Schlämmen vom Sande getrennt, welcher nach dem Glühen wog 0,0124 Grm. oder 0,0225 der Asche.

3) Die Kieselerde wurde nun durch Filtration von der Auflösung der übrigen Aschenbestandtheile geschieden. Das hierzu verwendete Filter I. wog 0,830 Grm. = 0,0054 Grm. Asche. Nach dem Glühen wog die Kieselerde sammt Filterasche 0,1630 Grm. und nach Abzug obiger Asche 0,1576 Gr. oder 0,2863 der Asche. Die geglühte Kieselerde war blendend weiss, also frei von Eisenoxyd.

4) Das saure Filtrat von 3. war bräunlich, weil das dazu verwendete Filter beim Trocknen auf einer Eisenplatte etwas zu stark erhitzt worden war. Es wurde daher in einer Platinschale mit etwas Schwefelsäure versetzt und so lange abgedampft, bis sämmtliche organische Materie unter Bildung von Kohlensäure und schwefliger Säure zerstört war, wobei natürlich alle Chlorwasserstoffsäure entwich. Aus der farblosen Flüssigkeit hatten sich nach dem Erkalten Gips und Krystalle von schwefelsaurer Bittererde abgeschieden.

Sie wurde nun mit Wasser verdünnt und mit Chlorwasserstoffsäure versetzt, wobei sie augenblicklich durch Bildung von Eisenchlorid gelb wurde. Durch Ammoniak in geringem Ueberschuss wurden nun Thonerde und Eisenoxyd gefällt, auf dem Filter II. anhaltend gewaschen und endlich das Durchgehende mit Chlorbaryum untersucht, um von der vollständigen Entfernung des Gipses die Ueberzeugung zu erlangen.

Das Filter II. wog 0,773 Grm. = 0,0051 Grm. Asche.

5) Der aus Thonerde und Eisenoxyd bestehende Niederschlag von 4. wurde nun auf dem Filter II. mit siedender Actuatronauflösung wiederholt übergossen, um die Thonerde

## 74 Werdmüller v. Elgg, üb. Filtrirpapier.

aufzulösen, mit Wasser ausgesüsst, abermals mit siedender Aetznatronlauge übergossen und das Durchgehende auf Thonerde untersucht, um Gewissheit von deren vollständiger Entfernung zu erlangen, und der Rückstand abermals mit Wasser gut ausgesüsst.

6) Das nunmehr sämmtliche Thonerde enthaltende Filtrat von 5. wurde mit Chlorwasserstoffsäure sauer gemacht und zur Abscheidung der Thonerde mit Ammoniak versetzt, rasch aufgeköcht, der Niederschlag schnell abfiltrirt, gewaschen, geglüht und gewogen. Das hierzu verwendete Filter III. wog 0,833 Grm. = 0,0054 Asche. Nach Einäscherung des Filters wog die Thonerde 0,0727 Grm. und nach Abzug der Filterasche 0,0673 Grm. oder 0,1222 der Asche.

7) Der Rückstand auf dem Filter II. war Eisenoxyd mit Spuren von Talkerde. Derselbe wurde zu fernerer Reinigung auf dem Filter mit siedender Chlorwasserstoffsäure aufgelöst, und nachdem alles durchgegangen war, das Filter gehörig ausgesüsst. Das Durchgegangene enthielt nun viel Eisenoxyd, sehr wenig Talkerde \*) und einen grossen Ueberschuss Chlorwasserstoffsäure. Der in dieser Flüssigkeit durch Ammoniak hervorgebrachte Niederschlag konnte daher als reines Eisenoxyd betrachtet werden, welches abfiltrirt, ausgesüsst und nach Einäscherung des Filters gewogen wurde. Das hierzu verwendete Filter IV. wog 0,7764 Grm. = 0,0051 Asche. Das geglühte Eisenoxyd wog 0,0481 Grm. und nach Abzug obiger Filterasche 0,0430 Grm. oder 0,0781 der Asche.

8) Das Filtrat von No. 4. und jenes von No. 7. wurden vereinigt, abgedampft, mit etwas Kleesäure und darauf mit überschüssigem Ammoniak versetzt, aufgeköcht und nach 24 Stunden der kleesäure Kalk auf dem Filter V. gesammelt und ausgewaschen.

Das Filter V. wog 0,776 Grm. = 0,0051 Grm. Asche.

Der aus dem kleesäuren Kalk durch anhaltendes schwaches Glühen und die gehörige Behandlung mit kohlensaurem Ammoniak dargestellte kohlen saure Kalk wog 0,3396 Gr. und nach Abzug der Filterasche 0,3345 Grm. Diess entspricht an Kalkerde 0,1883 Grm. oder 0,3421 der Asche.

\*) welche das Eisenoxyd bei seiner ersten Fällung mit niedergeissen hatte.

9) Das Filtrat von No. 8. enthielt nun sämmtliche Talkerde. Die Fällung derselben hätte wegen der vielen ammoniakalischen Salze, welche sich im Verlaufe der Analyse gebildet hatten und aus wenig schwefelsaurem Ammoniak und sehr viel Chlorammonium bestanden, und welche eine bedeutende Menge Wasser zur Auflösung erforderten, vermuthlich nicht hinreichende Schärfe gewährt. Die Flüssigkeit wurde daher in einer Platinschale sehr behutsam abgedampft und höchst vorsichtig bis zur Vertreibung der Ammoniaksalze erhitzt. Der Rückstand wurde mit Schwefelsäure übergossen, abgedampft, 1 Stunde schwach geglüht und die Talkerde im schwefelsauren Zustande gewogen. — Sie betrug 0,2445 Grm., und diess entspricht an Talkerde 0,0832 Grm. oder 0,1511 der Asche.

Stellen wir nun die erhaltenen Resultate zusammen, so ergibt sich die Zusammensetzung der Asche folgendermaassen:

Sand	0,0225
Kieselerde	0,2863
Thonerde	0,1222
Eisenoxyd	0,0781
Kalkerde	0,3421
Talkerde	0,1511
	<hr/>
	1,0023.

Die Summe der einzelnen Bestandtheile stimmt genau genug mit dem unmittelbar gefundenen Gewichte der Asche, um die Analyse als richtig betrachten zu können. Dennoch ist sie es nicht ganz und muss noch auf eine Art corrigirt werden, welche aus Nachfolgendem deutlich werden wird.

#### C. Quantitative Analyse der Asche, corrigirt.

*Sand.* Dessen Gewichtsbestimmung unterliegt (so wie auch natürlich jene des analysirten Aschenquantums) keiner Correction. Es bleibt also dessen Menge 0,0124 Grm. oder 0,0225 der Asche.

*Kieselerde.* Das Filter I. hinterlässt, da es mit einer Säure in Berührung kam, nicht die oben angegebene Menge Asche, sondern nur deren Sand und Kieselerde, also mit Zugrundelegung der uncorrigirten Analyse  $0,0054 (0,0225 + 0,2863) = 0,0017$  Grm.

## 76      Werdmüller v. Elgg, üb. Filtrirpapier.

Die oben gefundene Menge Kieselerde betrug sammt Filterasche 0,1630 Grm. und nach Abzug obiger 0,0017 Grm. 0,1613 Grm. oder 0,2930 der Asche.

*Thonerde.* Die gefundene Menge betrug 0,0673 Gr. Da das beim Glühen der Thonerde verwendete Filter III. weder mit Säuren noch mit fixen Alkalien in Berührung gekommen war, so bedarf der bei obiger Thonerdemenge bereits geschehene Abzug für Filterasche keiner Correction.

Das Filter II. hingegen verlor bei der Behandlung mit Aetzlauge seinen Kieselerdegehalt, der hier höchst wahrscheinlich mit einem Theile der Thonerde verbunden als kieselsaure Thonerde niederfiel. Es ist deshalb der Kieselerdegehalt des Filters II. in Abzug zu bringen. Die Rechnung wird hiefür eine Menge geben von 0,0015 Gr.

Ferner ist hier in Abzug zu bringen der Thonerdegehalt des Filters I., welchen die saure Auflösung beim Filtriren mitgenommen hatte 0,0007 Gr.

Thonerde . . . . .	0,0651 Gr. oder
	0,1183 d. Asche.

*Eisenoxyd.* Dessen Menge betrug nach dem nicht weiter zu corrigirenden Abzug der Filterasche . . . . . 0,0430 Gr.

Hiervon kommen in Abzug:

Das Eisenoxyd des Filters I. . . . . 0,0004 Gr.

Das Eisenoxyd des Filters II. . . . . 0,0004 Gr.

Die Thonerde des Filters II. . . . . 0,0006 Gr.

Die Kalkerde des Filters II. . . . . 0,0017 Gr.

Eisenoxyd . . . . .	0,0399 Gr. oder
	0,0725 d. Asche.

Die Kalkerde des Filters II. wird darum in Rechnung gebracht, weil das zur Fällung des Eisenoxydes verwendete Ammoniak nicht kohlensäurefrei war und bei der Filtration die Luft freien Zutritt hatte. Er wird als Aetzkalk in Rechnung gebracht, weil die Spirituslampe, deren ich mich zu Glühungen bediene, aus dem kohlensauren Kalk die Säure — wenigstens bis auf Bruchtheile Eines Procentes — vollständig austreibt.

Hingegen war jenes Ammoniak kohlenstofffrei, welches zur Fällung der Thonerde verwendet wurde.

*Kalkerde.* Die oben gefundene Menge kohlensauren Kalkes bedarf in Hinsicht des Abzuges für Filterasche keine Correction, da das Filter V. auch hier weder mit einem fixen kausischen Alkali, noch mit einer Säure in Berührung kam.

Wir haben also hier kohlensaure Kalkerde . . . . . 0,3345 Gr.

Hievon kommt in Abzug die Kalkerde des Filters I. im kohlensauren Zustande, nämlich

$0,0054 \times 0,3421$  . . . . . 0,0030 Gr.  
0,56292

(0,56292 = dem Kalkgehalt von 1 Theil kohlensauren Kalk)

---

Kohlensaurer Kalk . 0,3315 Gr. u. hieraus  
 Kalkerde . . . . 0,1866 Gr. oder  
 0,3390 der Asche.

Das Filter II. kann die gefundene Kalkmenge nicht afficiren, da sein Kieselerdegehalt in die Thonerde kam und dasselbst in Abzug gebracht wurde; sein Kalk- und Eisengehalt beim Eisenoxyd in Abzug kamen und sein Talkerdegehalt aufgelöst blieb.

*Talkerde.* Diese war als schwefelsaure Talkerde bestimmt worden, woraus sich ihre Menge ergab mit . . . . . 0,0833 Gr.

Hievon kommt indessen in Abzug:

Die Talkerde des Filters I. . . . . 0,0008 Gr.  
 Die Talkerde des Filters II. . . . . 0,0008 Gr.

---

Talkerde . . 0,0816 Gr. oder  
 0,1482 der Asche.

Es ist nunmehr noch in Bezug auf die Bestimmung des Kalkgehaltes der Asche Einiges zu bemerken.

Der geringe Gewichtsverlust beim Glühen der mehrere Wochen alten Asche bei einer Temperatur, in welcher Kreide fast alle Kohlensäure verliert, beweist, dass der Kalk in der Asche nicht als kohlensaurer Kalk enthalten sei. Die Langsamkeit ferner, womit das Gewicht der geglühten Asche sich verändert und vermöge deren selbst nach einer Stunde noch keine unzweideutige Gewichtszunahme wahrzunehmen ist, be-

## 78      Werdmüller v. Elgg, üb. Filtrirpapier.

weist, dass der Kalk durch irgend etwas verhindert werde, Kohlensäure und Wasser aus der Atmosphäre anzuziehen.

Diese Erscheinung dürfte sich durch die Annahme erklären lassen, dass die Kalkerde in der Asche an die Kieselerde gebunden ist, und zwar als halbkieselsaurer Kalk, wozu die erforderliche Menge der beiden Bestandtheile nahe vorhanden ist.

Stellen wir nun die Resultate der uncorrigirten und der corrigirten Analyse zusammen, so ergibt sich die Zusammensetzung der Filtrirpapierasche folgendermaassen:

	Uncorrigirt:	Corrigirt:	Differenz in Procenten der Menge jed. einzelnen Stoffes:
Sand	0,0225	0,0225	
Kieselerde	0,2863	0,2930	—2,3
Thonerde	0,1222	0,1183	+3,3
Eisenoxyd	0,0781	0,0725	+7,7
Kalkerde	0,3421	0,3390	+0,9
Talkerde	0,1511	0,1482	+2,0
Spuren von Schwefelsäure, Chlor, Manganoxyd und			
Verlust . . . . .		0,0065	
	<hr/> 1,0023	<hr/> 1,0000.	

Die corrigirte Analyse weicht von der Einheit mehr ab als die uncorrigirte, und dennoch ist sie richtiger, auch abgesehen davon, dass bei Analysen in den meisten Fällen ein Verlust mehr Wahrscheinlichkeit für sich hat, als ein Ueberschuss.

Zwar ist in diesem Beispiele der Einfluss der Correction von nicht sehr grossem Belange, und die Analyse uncorrigirt fast eben so tauglich als corrigirt, da die grösste Correction 0,7 % der analysirten Aschenmenge nicht übersteigt. Allein es ist auch leicht einzusehen, dass bei Analysen, wo man wenig — oft nicht einmal einen Decigramm — der zu untersuchenden Substanz hat, und wo zahlreiche Filtrationen vorkommen, die Unrichtigkeiten, welche durch die Aschenbestandtheile des verwendeten Filtrirpapiers hervorgebracht werden, mehrere Procente der zu analysirenden Menge betragen können. Drückt man aber, wie oben geschah, die Correctionen in Procenten des betreffenden Bestandtheiles aus, so werden sie noch beträchtlicher, und zwar um so mehr, je geringer die Menge

eben jenes Bestandtheiles ist. Im obigen Beispiele erreicht die Correction beim Eisenoxyd fast 8 Proc. desselben, obgleich dessen Menge noch nicht so gar unbeträchtlich ist. Es ist daher einleuchtend, dass durch Vernachlässigung dieser Correction in manchen Fällen Analysen ganz fruchtlos gemacht und ganz irrige Resultate daraus abstrahirt werden können, und zwar insbesondere dann, wenn eine solche Analyse in der Absicht unternommen wird, die atomistische Zusammensetzung eines Körpers zu erörtern, welcher die Atome der einzelnen Bestandtheile in grösserer Anzahl enthält.

---

Man kann zwar allerdings die Filtra, die man zu einer Analyse verwendet, zuvor mit einer verdünnten Säure auswaschen, und dieses Verfahren wird sowohl bei quantitativen (wenn man die Aschenmenge eines solchergestalt behandelten Papiers zuvor bestimmt), als auch besonders bei qualitativen Analysen die Mehrzahl der Fehler verhüten. Allein abgesehen davon, dass es sehr unbequem ist, jedes Filter eigends säuren und aussüssen zu müssen, bevor man es verwendet, können dennoch jene Fehler mit unterlaufen, welche aus der Hinwegnahme der von der Säure übrig gelassenen Kieselerde durch ätzende Alkalien entspringen müssen, und man wird genauer und ich glaube auch bequemer fahren, wenn man nach obigem Beispiele die gefundenen Mengen der Stoffe auf die gehörige Art corrigirt und die Behandlung der Filtra mit Säure nur auf qualitative Analysen beschränkt. — Endlich könnte man die zu analytischen Arbeiten bestimmten Filtra vor der Verwendung mit Aetzlauge, dann mit Säure und endlich mit sehr viel Wasser behandeln, und die Aschenmenge des so behandelten Papiers bestimmen. Diese Methode liesse allerdings nichts zu wünschen übrig, wenn sie nicht sehr weitläufig und das nachherige Befreien des Papiers von dem in seinem Innern gebildeten Salze fast unmöglich vollständig zu bewerkstelligen wäre.

Es wurde oben die noch zu erweisende Behauptung aufgestellt, dass Aetzlaugen die Kieselerde, Säuren aber alle anderen Erden dem Papiere entziehen; diess wurde theils aus den gefundenen Mengenverhältnissen der Aschenbestandtheile und die Verringerung der Asche durch Behandlung mit Säuren und

## 80      Werdmüller v. Elgg, üb. Filtrirpapier.

Alkalien, theils aus der qualitativen Analyse der Asche\*) gefolgert, welche das mit Aetznatronlauge behandelte Papier zurücklässt.

Es beträgt nämlich die Asche, welche nach Behandlung des Papiers mit Aetzlauge zurückbleibt, und worin sich, wie bereits gesagt, keine Kieselerde findet, 0,730 der ursprünglichen Menge. Zieht man von 1,0000 Asche ihren Kieselerdegehalt = 0,2930 ab, so bleiben 0,707 übrig statt 0,730.

Es beträgt ferner die Asche des gesäuerten Papiers 0,262 des Normalquantums. Zieht man von 1,0000 Asche deren Gehalt an Thonerde, Kalkerde, Talkerde und Eisenoxyd, zusammen 0,678 ab, so bleibt 0,322 statt 0,262, was freilich etwas stark abweicht, aber dennoch in Betracht der gar kleinen Mengen, womit operirt wurde, tolerirt werden kann.

Die Einwirkung der Salpetersäure, der Schwefelsäure, der Essigsäure, des Aetzkali's und des Ammoniaks habe ich nicht besonders untersucht, weil von den beiden ersten Substanzen mit Sicherheit, und von der dritten, seltener in Anwendung kommenden, mit Wahrscheinlichkeit vorausgesetzt werden kann, dass sie wie Chlorwasserstoffsäure wirken; endlich weil das Aetzkali wie das Aetznatron, das Ammoniak aber gar nicht wirkt.

Ebenso konnten specielle Fälle, welche sich ins Unendliche modificiren können, nicht berücksichtigt werden. Es wird aber jeder Analytiker die Art leicht auffinden, nach welcher die Correctionen angebracht werden müssen. So werden z. B. Flüssigkeiten, welche freie Phosphorsäure, Kleesäure oder andere Agentien enthalten, welche die Aschenbestandtheile des Filtrirpapiers theils auflösen, theils unlösliche Verbindungen mit derselben eingehen, die Aschenmenge auf eigenthümliche Art afficiren, welche aber jederzeit leicht zu bestimmen sein wird, wenn einmal die Zusammensetzung der Asche des Papiers im unveränderten Zustande ermittelt ist.

Zum Schlusse der Analyse nun noch einige Bemerkungen über einen besondern Bestandtheil des Filtrirpapiers und dessen Bestimmung — das Wasser.

Filtra zu analytischem Gebrauche müssen, wie natürlich,

\*) Dieser wurde weiter oben bereits Erwähnung gethan.



immer bei gleichem Feuchtigkeitszustande gewogen werden, d. h. vollkommen getrocknet, da Gleichheit des Wassergehaltes auf keine andere Art erzielt werden kann. Bei Filtern, welche eingäschert werden sollen, ist diese Rücksicht fast überflüssig, weil die Aschenmenge so gering ist, dass ein Fehler von einigen Procenten im Gewichte des Filters das Gewicht der Asche desselben nicht merklich afficirt. Da jedoch auch Niederschläge vorkommen, welche nicht gegläht werden dürfen, so ist es zur Gewichtsbestimmung derselben erforderlich, höchst genau gewogene Filter anzuwenden. Nun ist aber das Wiegen derselben eine missliche und erlangweilige Sache. Bringt man das Filter recht heiss auf die Waage, so ist es, vermöge der unter demselben, und, wenn es zusammengelegt ist, in dessen Falten enthaltenen heissen Luft, viel zu leicht. Es nimmt nun beim Erkalten an Gewicht immerfort zu, bis es wieder das Gewicht erlangt, welches ihm vermöge des vorherrschenden Feuchtigkeitszustandes der Luft zukommt, ohne dass ein Stillstandspunct sich zeigte, den man zur Wägung benutzen könnte. An die Gewichtszunahme durch das Erkalten schliesst sich nämlich ohne Unterbrechung die Gewichtszunahme durch Anziehung der Feuchtigkeit, so zwar, dass wahrscheinlich die zweite Gewichtszunahme schon eher beginnt, als die erste aufgehört hat. Auf diese Art kann man — wenn man anders gewissenhaft arbeitet — mit der Wägung eines Stückchen Papiers ganze Viertelstunden verbringen, bis man ein Resultat erhält, womit man sich nur halbwegs zufrieden geben darf.

Um nun diesen Schwierigkeiten auszuweichen, schlage ich seit ganz Kurzem folgenden Weg ein, der bei den Filtern und Papierproben zu obiger Analyse erst theilweise zur Ausführung kam.

Ich wählte mir ein Filter aus, welches 10 Maß jedesmal nach einiger Zwischenzeit, scharf getrocknet und mit aller Sorgfalt gewogen wurde. Das Mittel aus allen Gewichtsbestimmungen betrug 0,5340 Grm. Dieses Probefilter wird nun ein für allemal aufbewahrt, und zwar vielfach in Papier gehüllt, um es vollkommen vor Staub zu schützen.

So oft ich nun das Gewicht eines oder einiger Filter zu analytischem Gebrauche im trockenen Zustande zu bestimmen habe, setze ich die zu wägenden Filtra Stück für Stück so

## 82 Werdmüller v. Elgg, üb. Filtrirpapier.

wie auch das Probefilter eine Zeit lang der Luft aus. Nun werden sowohl die neuen Filter als das Probefilter gewogen, was sehr leicht und schnell von statten geht. Ist nun  $p$  das gefundene Gewicht des im trockenen Zustande  $P$  wiegenden Probefilters,  $\pi$ ,  $\pi'$ ,  $\pi''$ , die gefundenen Gewichte der neuen Filtra, so werden  $\frac{P\pi}{p}$ ,  $\frac{P\pi'}{p}$ ,  $\frac{P\pi''}{p}$  die Gewichte dieser Filter im trockenen Zustande sein. Solchergestalt kann man in einer Viertelstunde leicht das Gewicht von 10 bis 20 Filtern im trockenen Zustande auf das schärfste erfahren, ohne dieselben erst zu trocknen und sich den beschwerlichen Wägungen zu unterziehen, welche sonst leicht die zwanzigfache Zeit erfordert hätten.

Sollte man eine sehr grosse Zahl Filtra wägen wollen, und  $p$  vom Anfange der Wägungen bis zu deren Ende eine Veränderung erleiden, so kann man — da eine solche Veränderung wohl nur sehr gering sein wird, und wenn man nicht länger als etwa eine Stunde mit den Wägungen zubringt — die Veränderungen von  $p$  als der Zeit proportional betrachten, und, wenn man die Zeit der ersten und letzten Wägung des Probefilters, und die Zeit der Wägung jedes einzelnen Filters angemerkt hat, das Trockengewicht jedes Filters mit dem, erst gehörig corrigirten, Werthe von  $p$  bestimmen.

Ich war erst vier Mal im Falle von dieser Methode Gebrauch zu machen, wobei auf den jedesmaligen hygroskopischen Zustand der Atmosphäre keine Rücksicht genommen wurde. Die gefundenen Werthe von  $\frac{P}{p} = \frac{0,534}{p}$  Grm. waren

0,9480

0,9458

0,9483

0,9485

---

Mittel 0,9476.

Man sieht dass der Feuchtigkeitsgehalt des Papieres immer so nahe  $= 5\frac{1}{4}$  Procent des ungetrockneten Papieres bleibt, dass man ihn ohne grossen Fehler als constant annehmen kann. Doch ist zu bemerken, dass diese Wägungen in einem hellen, luftigen, von Natur trockenen Zimmer eines ersten Stockes vorgenommen wurden, und dass der Feuchtigkeitszustand des Papieres in Laboratorien, die meistens zu ebener Erde, und desshalb feucht sind, und in denen viel und in grossen Mengen

gekocht wird, wahrscheinlich weit grösseren Veränderungen unterworfen sein wird.

Alle bisher angegebenen Zahlenwerthe beziehen sich natürlich nur auf das von mir gebrachte mittelfeine Filtrirpapier, und müssen für jede Sorte desselben eigens bestimmt werden.

Es wird daher jeder Analytiker am besten thun, sich einen bedeutenden Vorrath Filtrirpapier — nämlich auf mehrere Jahre — auf einmal anzuschaffen, die Asche desselben, zu deren Erzeugung die beim Zuschneiden der Filter entstehenden Schnitzel genommen werden können, zu analysiren, und sich gleich anfangs ein Probefilter zuzurichten, das dann so lange zu den Gewichtsbestimmungen der Filtra dienen kann, als der Papiervorrath anhält, und als es nicht durch Staub sein Gewicht merklich verändert. Dieser letzte Fall kann auch ohne Trocknung des Filters erkannt werden, wenn das Mittel aus einer grossen Anzahl, z. B. den 50 letzten Wägungen ein merklich grösseres Gewicht als das Mittel aus den 50 ersten Wägungen giebt, und wird bei sorgfältiger Aufbewahrung des Probefilters und wenn dieses zuweilen mit einem Haarpinsel abgewischt wird, erst nach Jahren eintreten.

Wir schliessen nun mit einigen allgemeinen Bemerkungen über die Bestandtheile des Filtrirpapiers und deren Herkunft, die hoffentlich dem practischen Analytiker nicht unwillkommen sein werden. Um aber für das Aufzustellende auch den Grund angeben zu können, muss eine kurze Beschreibung der Fabrikation des Filtrirpapiers vorangehn.

Die Hadern (Strazzen, Lumpen), woraus das Papier verfertigt wird, werden theils von Sammlern im Kleinen, theils von Lieferanten im Grossen in die Fabrik abgeliefert, und dasselbst in verschiedene Sorten getheilt, welche durch den Stoff, die Farbe, die Feinheit und die Abnutzung bestimmt werden. Bei dieser Operation — dem Sortiren — werden sie auch vorläufig von Sand, Staub und andern Unreinigkeiten möglichst befreit. Zu Filtrirpapier dürfen weder wollene noch seidene Hadern verwendet werden, weil diese fast immer stark gefärbt sind, und von Aetzalkalien angegriffen werden; noch gefärbte leinene oder hanfene, weil diese durch verschiedene Operationen erst gebleicht werden müssen, und dann eine Verunreinigung des Papiers mit den Bleichmitteln fast unvermeidlich ist;

## 84     Werdmüller v. Elgg, üb. Filtrirpapier.

noch baumwollene, weil sie ein sehr mürbes Papier geben. Ob übrigens ein Filtrirpapier, wenigstens theilweise, Baumwolle, Seide oder Wolle enthalte, darüber belehrt augenblicklich ein gutes Mikroskop, wenn man damit den Riss des Papieres betrachtet. Die geeignetesten Hadern zur Erzeugung des Filtrirpapiers sind daher die hanfenen und leinenen, und unter diesen wird man den leinenen den Vorzug um so eher geben, je feiner, weisser, und abgenutzter sie sind. Denn dann sind sie schon oft als Zwirn, Leinwand oder Wäsche gelaugt, gebleicht, gesäuert und hundertmal gewaschen worden, und sind bei allen diesen Operationen des grössten Theils ihrer Aschenbestandtheile beraubt worden. Eine Verunreinigung mit Bleichpräparaten ist hier nicht zu fürchten, da hier das Waschen im Halbzeugholländer noch folgt, wovon später die Rede sein wird. Das oben untersuchte Filtrirpapier ist aus mittelfeinen leinenen Hadern verfertigt, welche Kanzleipapier, und bei gehöriger Veredlung durch Bleichen, mittelfeines Postpapier geben können.

Die sortirten Hadern, die in gut geleiteten Fabriken unter sich immer sehr gleichartig sein werden, müssen nun entweder von Hand, mittelst einer Art den Fleischhauermessern ähnlicher zweischneidiger Hacken, oder mit Hülfe einer eigenen Maschine, des Hadernschneiders, in Stücke von 10 bis 20 Quadratzoll zerschnitten werden.

Nach dieser Operation werden sie im Holländer zu Halbzeug verwandelt, und zugleich vom Sand und den anderweitigen Unreinigkeiten grösstentheils befreit. Da es hier nicht der Ort ist, über diesen Gegenstand eine vollständige Erklärung zu geben, wozu Zeichnungen erforderlich wären, so wollen wir von der Sache wenigstens einen beiläufigen Begriff mit Worten zu geben versuchen.

Der Holländer besteht aus einem sehr massiven, hölzernen oder gusseisernen Trog, von etwa 12' Länge, 5' Breite und  $1\frac{1}{2}$  Tiefe (im Innern gemessen), welcher der Länge nach durch eine Scheidewand in zwei Theile getheilt ist. Diese Scheidewand ist jedoch viel kürzer als der Holländer, so dass jedes ihrer Enden etwa  $2\frac{1}{2}$ ' von der innern Wand des Holländers entfernt ist, und man demnach eine im Holländer befindliche Flüssigkeit so in Bewegung setzen kann, dass sie rings um diese Scheidewand circulirt.

Im Holländer ist nun eine 20 Zentner schwere, mit etwa 48 starken eisernen Schienen an der Peripherie, parallel mit der Axe, versehene Walze, von 2' Durchmesser so angebracht, dass sie mit 0,4 ihres Durchmessers in den Trog taucht, und durch ihr Drehen um die 3 bis vier Zoll dicke schmiedeeiserne Axe den flüssigen Inhalt des Holländers, hauptsächlich mittelst der Schienen, nach einer Richtung forttreibt, während derselbe auf der andern Seite der Walze immer wieder zufließt, um von dieser abermals weiter befördert zu werden, und solchergestalt in die oben erwähnte circulirende Bewegung zu gerathen.

Senkrecht unter der Walze, im Boden des Holländers befestigt, liegt das Grundwerk, welches nahe parallel mit den Schienen der Walze liegt, und nur in der horizontalen Ebene einen sehr spitzen Winkel mit ihnen bildet, damit nicht jede Schiene der Walze bei ihrer Bewegung die Schienen des Grundwerkes in ihrer ganzen Länge zugleich berühre.

Das Grundwerk besteht aus 5 bis 18 solcher mit der flachen Seite ancinandergeschraubter Schienen, wie jene sind, womit die Walze besetzt ist. Während nun diese nahe parallel mit der Walze am Boden des Holländers befestigt sind, gehen die Schienen der sich drehenden Walze an den Schienen des Grundwerkes vorbei, und zermalmen alles, was sich dazwischen befindet. Die Walze läuft in beweglichen Pfannen. Mittelst einer Schraube, welche das eine Ende des hölzernen oder eisernen Hebels bewegt, in deren Mitte die Pfannen liegen, können diese gehoben und gesenkt werden, bis die Schienen der Walze und jene des Grundwerkes 2 Zoll von einander abstehen oder sich berühren. Im ersten Falle sagt man: der Holländer geht mit aufgehobener Walze, im zweiten: der Holländer ist zusammengelassen.

An einer beliebigen Stelle des Holländers — meistens circa 2 Schuh vor der Walze — ist eine 3" tiefe und 4 bis 5" breite Vertiefung in den Boden desselben ausgestemmt, welche wie ein kleines Rinnsal quer über den Boden von einer Seitenwand des Holländers bis an die Zwischenwand reicht. An dieser Stelle ist die Seitenwand des Holländers mit einer verschliessbaren Oeffnung versehen, um bei derselben den Inhalt der Rinne herausnehmen zu können. Diese Rinne ist mit einem engen Drathgitter bedeckt, dessen Dräthe aber nur nach

Einer Richtung liegen, und zwar nach jener, in welcher sich die Masse im Holländer bewegt, d. h. quer über die Breite der Rinne. Man nennt diese Rinne oder Vertiefung den Sandfang.

Da die Geschwindigkeit der Walze so gross ist, dass die Schienen, womit sie besetzt ist, nur ein Dunst zu sein scheinen — sie macht circa 240 Umläufe in der Minute — so würde der flüssige Inhalt des Holländers augenblicklich herausgeworfen sein, wenn dagegen keine Maassregeln getroffen wären. Die Walze ist daher mit einem hölzernen Gehäuse, dem Hut bedeckt. Alles, was jene demnach wegschleudert, wird durch diesen zurückgehalten und fällt in den Holländer zurück.

An jener Seite des Hutes, an welche vermöge der Tangentialkraft die Walze das meiste hinschleudert, ist die fast senkrechte, nach oben wenig von der Walze weggeneigte Wand des Hutes beweglich, und kann gleich einem Schieber weggezogen werden. Unmittelbar hinter dieser beweglichen Wand, dem Waschbrette, befindet sich eine zweite, welche aber nicht aus Brettern, sondern aus einem nicht allzufeinen Siebe besteht. Dieses Sieb nennt man die Waschscheibe.

Die zerkleinerten Hadern — etwa 80 Pfund\*) — werden nun in den zuvor mit Wasser gefüllten Holländer gebracht, und derselbe bei aufgehobener Walze in Gang versetzt. Das Waschbrett wird empor gezogen und ein beständiger Wasserzufluss zum Holländer unterhalten. Die Walze wirbelt nun im Hut die Mischung heftig unter einander, und schleudert eine grosse Menge davon mit Gewalt gegen die Waschscheibe, welche die Hadern zurückhält, aber das mit feinem Sand und Schmutz aller Art beladene Wasser durchlässt, wo es in einer Rinne aufgefangen und weggeleitet wird, während auf der andern Seite beständig eine gleiche Menge klares Wasser wieder zufließt. Der grobe Sand, wovon in sehr ordinären Hadern und besonders in den alten Zugseilen von Kanalschiffen oft eine sehr beträchtliche Menge vorhanden ist, sinkt zu Boden und rollt mit der circulirenden Masse so lange weiter, bis er über

\*) Hier, so wie überall, wo von Pfunden und Zentnern die Rede ist, wird Wienergewicht, und wo von Schuh und Zoll, Wienermaass verstanden.

1 Wienerpfund = 560 Grammen

1 Wienerschuh = 0,316 Meter.

den Sandfang kommt, und durch das Gitter in die bei der Leerung des Holländers zeitweise zu räumende Vertiefung fällt.

Das Gewebe der Hadern löst sich auf, so wie auch die Drehung der Fäden. In eben dem Maasse lässt man die Walze stärker angreifen, und fährt  $1\frac{3}{4}$  bis 2 Stunden damit fort.

Nach diesem Zeitraume sind die Hadern zu einer homogenen Masse zermalmt, das ablaufende Waschwasser, das anfangs dicktrübe war, ist allmählig krystallhell geworden, und der Sand hat sich aus der Masse, Halbzeug genannt, fast vollständig abgesondert. Der Gewichtsverlust der Hadern beim Waschen ist sehr ungleich. Am stärksten ist er bei den ordinären und schmutzigen Hadern. Bei jenen Hadern, welche zu dem oben analysirten Filtrirpapier genommen wurden, beträgt er beiläufig 25 p. C., so dass man von 80 Pf. Hadern 60 Pf. trocknen Halbzeug erhält.

Man könnte nun den Halbzeug sogleich feiner vermahlen. Diess ist jedoch nicht vortheilhaft; denn in dem Maasse, als der Zeug feiner wird, wird seine Consistenz dünnflüssiger, und der Holländer ist nun fähig 80 Pfd. hievon zu fassen, während er 60 Pfd. darin enthalten sind.

Der Halbzeug wird also durch eine mit einer kleinen Schleusse verschliessbaren Oeffnung in einen Kasten abgelassen, aus welchem das Wasser abtropfen kann. Er wird nun, nachdem er hinreichend abgesessen ist, auf grosse Stücke geschlagen und solchergestalt zu Vorräthen angehäuft, bis er weitere Verwendung erhält.

Der zu feinen Papiersorten bestimmte Halbzeug wird nun gebleicht. Diess darf mit Halbzeug, woraus Filtrirpapier verfertigt werden soll, durchaus nicht geschehen, weil man den Zeug nachher gar nicht, oder doch keiner ergiebigen Waschung mehr unterwerfen kann.

Um nun das Papier zu verfertigen, werden etwa 80 Pfd. Halbzeug in einen mit Wasser gefüllten Holländer eingetragen und dieser in Gang versetzt. Nach 3 bis 5 Minuten haben sich die Knollen Halbzeug zertheilt, welche die Walze aus den Lagern schleudern könnten, und man lässt den Holländer auf das schärfste zusammen. In vielen Fabriken wird auch jetzt der Zeug gewaschen. Allein da dieser schon viel feiner ist als anfangs, muss man, um keinen Verlust zu erleiden, eine

viel enger geflochtene Waschscheibe anwenden. Diese lässt nicht allein für sich weniger Wasser durch, sondern sie belegt auch sehr schnell sich mit dem jetzt breiartigen Zeug, der dem Wasser den Durchgang noch mehr erschwert, daher dieses höchstens federkiel dick abläuft, so dass dieses Waschen bei der grossen im Holländer enthaltenen Wassermenge fast wirkungslos ist, und demnach füglich unterbleiben kann. Hiezu ist nur erforderlich, dass man das Waschbrett herablasse, welches dann zwischen die Walze und die Waschscheibe tritt, und nun, weil zu letzterer vom Zeug nichts mehr gelangen kann, dem Waschen ein Ende macht.

Nach 2 bis  $2\frac{1}{2}$  Stunden hat der Zeug für Filtrirpapier die hinreichende Feine erlangt. Für Postpapier wäre er zwar noch zu grob, allein da Filtrirpapier zäh sein soll, so muss man den Zeug, selbst auf Unkosten der Ansicht des Papieres, lang lassen.

Der Zeug, welchen man in diesem Zustande Ganzzeug nennt, wird jetzt aus dem Holländer in wasserdichte Kästen abgelassen, um weiter verarbeitet zu werden.

Diess geschieht in allen neuen Fabriken mittelst Maschinen, welche endloses Papier von beliebig zwischen 2 und 5 Schuh festzustellender Breite liefern, und das dann zu Bögen zerschnitten wird. Obgleich dieses Maschinenpapier vor dem bogenweise nach der alten Methode erzeugten grosse Vorzüge voraus hat, so ist dennoch das Büttenpapier zum Gebrauche des Filtrirens vorzuziehn. Bei der Maschine geht nämlich das Auspressen des Papieres zwischen metallenen Cylindern von statten, wodurch das Papier, weil nur eine kleine Fläche auf einmal, aber äusserst stark, gepresst wird, sehr dünn aber äusserst compact wird.

Bei den Büttenpapieren hingegen wird jeder einzelne Bogen für sich geformt, auf einem Tuchstücke, Filz genannt, von etwas grössern Dimensionen abgedrückt, mit einem zweiten Filz bedeckt, auf welchen wieder ein Papierbogen abgedrückt, gekautscht wird, u. s. f. bis 181 Bogen ( $\frac{1}{3}$  Fabrikriess) beisammen sind. Dieser ganze Stoss, den man einen Pauscht nennt, wird zwischen  $2\frac{1}{2}$  bis 3" dicken Brettern scharf ausgepresst, und hierauf die einzelnen Bögen, welche nun schon bedeutende Consistenz erlangt haben, von den Filzen getrennt.



Bei dieser Pressung ist der Druck bei weitem nicht so heftig, weil die ganze Fläche der Bögen auf einmal gepresst wird, das Papier bleibt daher poröser und schwammiger, was bei fast allen Papiersorten ein grosser Fehler, beim Filtrirpapier aber ein Vorzug ist.

Kann man nun das Filtrirpapier, während es über rossharenen Stricken auf luftigen Böden zum Trocknen aufgehängt ist, gefrieren lassen, so ist es um so besser, denn dadurch wird dessen Gewebe noch lockerer. \*)

Die fernere Behandlung des Papiers bis zu seiner Vollendung, wodurch hauptsächlich dessen Appret bezweckt wird, gehört nicht hieher, da sie keinen Einfluss auf dessen Bestandtheile hat. Es genügt daher zu sagen, dass das von den Filzen getrennte Papier getrocknet, gepresst und ausgebunden wird, um es zum Verkauf vollends zuzurichten. — Und nun, nach dieser langen aber nothwendigen Abschweifung, zu den Bestandtheilen des Filtrirpapiers zurück.

Die Aschenbestandtheile des Filtrirpapiers sind zweierlei Ursprungs; theils sind es jene, welche schon in dem verwendeten Faserstoffe vorhanden waren, theils solche, die erst bei der Erzeugung des Papiers hinzukamen.

Ersterer Theil wird in jeder guten Fabrik, wo die Hadernsorten streng beobachtet werden, für die gleiche Papiersorte immer derselbe sein. Zwar mögen sich wohl in den Bestandtheilen des Flachses grosse qualitative und quantitative Verschiedenheiten finden, welche durch den Boden, den Jahrgang, u. s. f. bedingt werden. Allein diese Verschiedenheiten werden im Papier ganz unmerklich werden und sich ausgleichen.

Denn angenommen, eine flachsbauende Strecke von einigen Quadratmeilen liefere einen besonders aschereichen Flachs, so kommt schon dieser, bevor er versponnen wird, als gehechel-ter Flachs, mit viel anderem zusammen. Bis aber sämmtlicher Zwirn, worinn dieser aschereiche Flachs enthalten ist, zu verkaufbarer Leinwand verarbeitet ist, ist dieser Zwirn mit dem

\*) Bei Papiermaschinen der besten Art kann diess gar nicht geschehen. Denn diese sind mit einem Dampftrockenapparate versehen, auf welchen sich das Papier in dem Maasse begiebt, in welchem die Maschine dasselbe erzeugt, so dass hier das endlose Papier erst im trockenen Zustande zu Bögen zerschnitten wird.

10, vielleicht 100fachen andern Zwirnes zusammengekommen. Die fertige Leinwand bildet nun einen Handelsartikel, der nach allen Weltgegenden verführt wird. Bis nun diese zu Wäsche verwendet, von deren Besitzer ab- und wer weiss wohin getragen worden ist, bis endlich die Fetzen aus allen Richtungen der Windrose ihrem Grabe, der Papierfabrik, zueilen, um in dieser einem neuen Sein entgegenzugehn, haben sich tausende von Flachssorten so vermengt, dass die Bestandtheile derselben von einem gegebenen Mittel gar nicht abweichen werden, und dass aussergewöhnliche Bestandtheile in Einer derselben gar nicht mehr aufzufinden sein werden. — Allein nicht genug; in der Papierfabrik angelangt, werden die von jeder Hadernparthie entfallenen Hadern einer gewissen Sorte zu den Ergebnissen vieler andern von allen Seiten herbeigeführten Parthieen zu Vorräthen von hunderten, ja selbst tausenden Zentnern angehäuft. Wenn man nun erwägt, wie diese Vorräthe abermals unter sich gemischt werden, bis sie nach der oben angegebenen Art den Hadernschneider, den Halbzeug- und Ganzzeugholländer passirt haben, so wird man einsehen, dass an eine aus der Ungleichartigkeit der Flachssbestandtheile entspringende Ungleichartigkeit der Papierbestandtheile gar nicht zu denken ist. Diess geht so weit, dass ich die Behauptung wörtlich aufzustellen wage, es werde kein Bogen Papier, fein oder grob, in einer nur einigermaassen bedeutende Hadernvorräthe besitzenden Papierfabrik erzeugt, worin nicht die vegetabilische oder thierische Faser aus allen fünf Welttheilen stamme. Von dieser wörtlichen Behauptung können höchstens jene sehr seltenen Fälle ausgenommen werden, wo eine Papiersorte aus lauter ost- oder westindischen Baumwollsäcken, oder derlei Stricken, wie man sie aus den Spinnfabriken bezieht, oder aus lauter Seidenabfällen verfertigt wird.

Von der Wahrheit dieser Behauptung — so auffallend sie auch anfangs scheinen mag — kann sich jeder überzeugen, der einige Tage in einer grössern Papierfabrik den Manipulationsgang beobachten will, und der da weiss, in welch' ungeheurer Ausdehnung der Handel mit roher und verarbeiteter Wolle, Seide, Baumwolle, Flachs, Hanf u. s. f. betrieben wird.

Allein wenn auch bei einer und derselben Sorte Papier jene Aschenbestandtheile sich vollkommen gleich bleiben, die

von der Faser selbst herrühren, so erstreckt sich diese Gleichheit nicht auch auf die von der Fabrikation herrührenden Bestandtheile.

Zuvörderst wird der Sandgehalt des Papiere oft = 0 sein, oft auch sehr bedeutend werden, je nachdem der Zeug mehr oder minder lang im Holländer blieb, und von Anfang an, im Zustande der Hadern, mehr oder minder sandhaltig war.

Dann ist auch begreiflich, dass bei der Vermahlung des Zeuges die Schienen, sowohl jene des Grundwerkes als auch jene der Walze, sich abnutzen müssen. Die abgeriebenen Eisentheilchen bleiben im Zeug und gehen in Eisenoxyd über. Da ferner diese Abnutzung beim Halbzeugmahlen viel weniger stattfindet als beim Ganzzeugmahlen, weil bei ersterem die Walze nur während der letzten Zeit, und auch da nicht sehr scharf, beim zweiten aber während der ganzen Dauer, und zwar stark, zusammengelassen wird, wo aber nicht gewaschen wird, so bleibt fast sämtliche abgeriebene Eisenmenge im Papier. Um nun diese zu erheben, wurde ein aus 6 Schienen bestehendes Grundwerk gewogen. Sein Gewicht fand sich 83 Pfd. 16 Lth. Es wurde in einen Holländer eingesetzt, und vom 24. December 1836 bis 20. März 1837 benutzt, während welcher Zeit es 1191 Stunden in Arbeit war. Nach diesem Zeitraume waren die Schienen des Grundwerkes schon sehr stumpf. Es wurde daher, um es zu schärfen, herausgenommen, und durch ein neues ersetzt; vor dem Schärfen gut gereinigt und gewogen, betrug es 80 Pfd. 29 Lth. und hatte demnach 2 Pfd. 19 Lth. oder 2,594 Pfd. Eisen verloren, welche 3,744 Pfd. Eisenoxyd liefern. Es hatte aber nicht allein das Grundwerk, sondern auch die Schienen der Walze Eisen geliefert. Die Menge dieses Eisens zu ermitteln ist etwas misslich, da eine Walze zwei und mehrere Jahre dauert. Ich glaube indess, es lasse sich nichts gegen die Annahme einwenden, dass die Walzenschienen im Durchschnitt genau so viel Eisen verlieren, wie die Schienen des Grundwerkes, und dass also obige Menge Eisenoxyd sich verdoppelt, und folglich auf 7,482 Pfd. stellt.

Wenn wir nun von der durch die Erfahrung gegebenen Voraussetzung ausgehn, dass 80 Pfd. Hadern in zwei Stunden 60 Pfd. Halbzeug geben, so nehmen 80 Pfd. Halbzeug den

## 92     Werdmüller v. Elgg, üb. Filtrirpapier.

Holländer 2,667 Stunden in Anspruch. Diese 80 Pfd. Halbzeug erfordern zur Verwandlung in Ganzzeug fernere  $2\frac{1}{2}$  Stunden und geben ihr gleiches Gewicht Papier. Also nehmen 80 Pfd. Papier den Holländer 5,167 Stunden in Anspruch. Hieraus ergibt sich, dass in obigen 1191 Stunden 18444 Pfd. Papier erzeugt werden konnten. Diese geben Asche 120,53 Pfd., und darinn nach der corrigirten Analyse 8,738 Pfd. Eisenoxyd. Hievon rühren aber 7,482 Pfd. von den Schienen, und nur 1,256 Pfd., oder  $\frac{1}{4}$ , vom Faserstoff.

Dieser von den Holländerschienen herrührende Gehalt an Eisenoxyd ist sehr variabel, da ein sehr grosser Unterschied in der Härte der Verstählung der eisernen Schienen stattfindet, und mithin auch deren Abnutzung sehr ungleich ist.

Feine Papiere werden ferner eine viel eisenhaltigere Asche liefern als grobe, weil sie viel länger, bis zu 5 Stunden, im Ganzzeugholländer bleiben, also das Doppelte des obigen Papiere, weswegen sie auch das doppelte Eisen von den Schienen empfangen werden. Da sie aber weniger Asche als grobe Papiere hinterlassen, etwa bis zu  $\frac{1}{4}$   $\frac{9}{10}$  herab, so findet sich eine doppelte Eisenmenge in einer kaum halb so grossen Papiermenge, und der Gehalt an Eisenoxyd in Procenten, wird das vierfache oder gegen 29 p. C. betragen. \*)

Zuweilen, obgleich sehr selten, verwendet man aus nicht hierher gehörigen Gründen, sowohl für das Grundwerk als für die Walze, Schienen aus möglichst hartem gegossenem Messing, oder auch, man versieht die Walze mit eisernen, das Grundwerk aber mit messingenen Schienen, weil letzteres nach eingetretener Abnutzung am leichtesten zu wechseln ist. Hier geht das Abreiben von Metalltheilchen noch viel schneller von statten als bei eisernen Schienen, und in der Filtrirpapierasche kann man dann sehr beträchtliche Mengen Kupferoxyd und Zinkoxyd finden, im zweiten Falle wird sich nebenbei noch das sehr wenige Eisenoxyd finden, das die eisernen Walzenschienen liefern, wenn sie auf messingenen Grundwerk laufen.

\*) Eigentlich vervierfacht sich nur der von den Schienen herrührende Theil des Eisenoxydes. Genau gerechnet würde sich also die Menge des Eisenoxydes in diesem Falle nur auf 26 p. C. belaufen, was übrigens von obigen 29 p. C. nicht viel abweicht, da eben jener Theil des Eisenoxydes, wie gezeigt wurde, bei weitem der überwiegende ist.

Eine zweite Quelle der Verunreinigung des Papieres ist das Wasser, welches bei seiner Erzeugung in Anwendung kommt. Ein grosser Bogen Papier, welcher gut getrocknet 41,25 Gr. wiegt, hat nach dem Auspressen an der Bütte 120,02 Gr., enthält also 78,77 Gr. Wasser. Obige 41,25 Gr. Papier liefern 0,2695 Gr. Asche, und hierin sind sämtliche feuerfeste Bestandtheile jener 120,02 Gr. Brunnenwasser enthalten.

In der Papierfabrik, woraus das untersuchte Filtrirpapier stammt, hinterlassen 138,269 Gr. Wasser nach dem Abdunsten und Ausglühen in einer Platinschaale nur 0,0110 Gr. Auf 1 Thl. Wasser kommt also 0,0000796 Rückstand.

Obige 120,02 Gr. Wasser enthalten also 0,00955 Gr. feuerfeste Bestandtheile, und diese bilden einen Theil obiger 0,2695 Gr. Asche, und zwar 0,0354 hievon.

Diese Menge ist freilich sehr gering. Allein das Brunnenwasser dieser Fabrik ist so rein, dass es fast für destillirtes gelten kann, und dass selbst die empfindlichsten Reagentien, ohne vorherige Concentration desselben, kaum ein merkliches Opalisiren darin hervorbringen. Diess rührt davon her, weil die Brunnen so nahe am Kanal liegen, dass sie eigentlich nur filtrirtes Flusswasser enthalten, welches als hauptsächliche Verunreinigungen doppelt kohlensaure Kalkerde und Talkerde, aus dem Gebirge, aus welchem es entspringt, enthält. \*)

Es wird aber Fabriken geben, besonders in Gebirgsgegenden, welche zu ihrer Manipulation hartes Wasser verwenden, wo also obige Verunreinigung viel stärker sein, und je nach den eigenen Bestandtheilen, der Papierasche eine mehr oder minder complicirte Zusammensetzung ertheilen kann.

\*) Der Talkerdegehalt desselben ist, verglichen mit den übrigen Bestandtheilen so gross, dass ich mich des Kesselsteines, der sich in einem stark gebrauchten Wasserkessel absetzt, zur Bereitung der Talkerdepräparate bediene, weil ich aus den Gewölben der Wiener Materialisten immer nur klein krystallisirtes Glaubersalz statt des Bittersalzes erhielt. — Zu dem Ende wird der zu verarbeitende Kesselstein in einem bleiernen Kessel mit Wasser übergossen, dieses zum Sieden gebracht, und verdünnte Schwefelsäure allmählig bis zu schwach saurer Reaction der Flüssigkeit zugesetzt. Die schieferartig gestalteten Stücke Kesselstein gehen mit Beibehaltung ihrer Gestalt in Gyps über, und aus der abgeseihten Flüssigkeit schiesst beim Abdampfen eine beträchtliche Menge fast reines Bittersalz an.

## 94     Werdmüller v. Elgg, üb. Filtrirpapier.

Endlich kann das Papier noch künstlich auf mannigfache Art so verunreinigt sein, dass es alle Aschenmengen bis zu 25 p. C. liefert. Diese Fälle können jedoch hier nicht ausführlich in Betracht kommen, da sie nur aus der Unwissenheit oder dem übel verstandenen guten Willen des Fabrikanten entspringen. Solche Verunreinigungen können sein: Bestandtheile von Laug- und Bleichpräparaten, wenn der Halbzeug damit zur Erzielung höherer Weisse behandelt wurde; Federweis, zur Erreichung einer glatten Oberfläche des Papiers (sehr verpönt); Berlinerblau, Schmalte, Indigo, Ultramarin, um dem Papier durch eine schwache, dem Auge ohne Vergleichung nicht wahrnehmbare Bläuung ein gefälligeres Ansehn zu ertheilen. Ja selbst Kupfervitriolauflösung wurde, meines Wissens, von einem unwissenden Fabrikanten hiezu versucht. Die Sache des Chemikers wird es also sein, die gehörige Vorsorge zu treffen, um ein von diesen Stoffen freies Filtrirpapier sich zu verschaffen.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass selbst durch die geeignetsten Maassregeln die Aschenmenge eines Papiers nicht unter ein gewisses Minimum, welches etwa 0,2% sein wird\*), herabzubringen ist, und dass es demnach nur Prahlerie ist, wenn da und dort Verkäufer ein Filtrirpapier ausbieten, welches so und so wenig Asche hinterlassen soll. Ich habe mir ein solches verschafft, welches von einem Händler mit pharmaceutischen und andern Waaren in Prag ausgebaut wird, und nach der gedruckten Ankündigung nur  $\frac{1}{30}$  p. C. Asche hinterlassen soll, und fand, dass es ein, in technischer Hinsicht höchst mittelmässig gearbeitetes Postdruckpapier von Gabriel Ettel in Hohenelze in Böhmen ist, welches nach starkem Glühen ein Mal 0,00332, und ein zweites Mal 0,00344, im Mittel 0,00338, oder nahe  $\frac{1}{3}$  p. C., also 10 Mal so viel Asche hinterlässt, als angekündigt war. Diese Asche war stark zusammengeschrunpft, zimmetbraun, und gab mit Chlorwasserstoffsäure eine gelbliche Auflösung, woraus Kaliumeisencyanür einen reichlichen blauen Niederschlag fällte, zum Beweis, dass eine beträchtliche Menge Eisenoxyd vorhanden war, die man auch a priori darin vermuthen konnte, weil das Papier aus

\*) Was ich jedoch nicht verbürgen möchte, da ich noch nicht Gelegenheit hatte, Erfahrungen hierüber einzusammeln.

Hadern verfertigt ist, die sowohl im Stoffe feiner, als auch feiner gemahlen waren, als jene, welche zu dem Filtrirpapier verwendet waren, dessen Analyse oben beschrieben wurde.

Der beste Weg, sich möglichst reines Filtrirpapier zu verschaffen, wird daher sein, sich desshalb an eine Fabrik zu wenden, bei der man Gelegenheit hat sich zu überzeugen, dass sie weiches reines Brunnenvasser, oder klares Flusswasser zu ihrer Disposition habe; zum Papier die allerfeinsten Hadern zu nehmen, und solche nicht allzufein, und zwar mit eisernen Schienen mahlen zu lassen. Auf diese Art wird man den Aschengehalt des Filtrirpapiers auf ein Minimum herabbringen, der aber, wie gesagt, schwerlich unter 0,2 p. C. fallen wird. Größere, ungebleichte Hadern hiezu verwenden zu lassen, ist durchaus zu misrathen, obgleich sie ein zäheres Papier liefern, weil man, abgesehen von ihrem grössern Aschengehalte, dann Gefahr läuft, dass Filtrate, besonders alkalische, mit organischer Materie verunreinigt werden, was, wie bekannt, äusserst störend einwirken kann.

Schliesslich muss ich noch einer Stelle aus Berzelius Werk über die Anwendung des Löthrohres Erwähnung thun, weil sie auf vorliegenden Gegenstand Bezug hat. Es heisst nämlich in der zweiten Auflage dieses Buches Seite 5: „Längst, ehe die Rede davon war, ob die Asche der Gewächse Kupfer enthalte, habe ich gesehen, wie Gahn aus mehreren Arten Papier, von denen er einen Viertelbogen zu Asche verbrannte, durch das Löthrohr deutlich metallisches Kupfer herauszog.“

Dass es Vegetabilien gebe, welche Kupfer ohne Störung des Lebensprozesses enthalten können, ist wohl constatirt, ob aber Flachs und Hanf darunter gehören, weiss ich nicht. Dass ferner Gahn das Kupfer wirklich darstellte, darüber kann man keinen bessern Beweis fordern, als Berzelius's Autorität, und man muss Gahn's Geschicklichkeit bewundern, der einen so wenig zu erwartenden Körper im Papiere auffand, in dessen meisten Sorten es damals, freilich wohl ohne dass Gahn es vermuthen konnte, enthalten sein musste.

Wenn aber dieser Kupfergehalt des Papierses, wie es hier der Fall zu sein scheint, dem Vegetabil zugeschrieben wird, und derselbe als Beweiss dienen soll, dass Vegetabilien, und

hier Flachse insbesondere, kupferhaltig sein können, so müssen wir direct widersprechen, und zwar aus folgenden Ursachen.

Gesetzt, es gäbe Oerter, wo kupferhaltiger Flachs wächst, so werden diess wohl nur solche sein, wo das Erdreich Kupfer enthält, oder denen Lagerstätten von Kupfer so nahe liegen, dass es möglichermaassen denkbar ist, dass das Kupfer dem benachbarten Flachse durch elektrische Strömung zugeführt werde. Die Zahl solcher Oerter wird aber, verglichen mit der Zahl jener wo diese Bedingungen fehlen, fast verschwinden. Wir sahen aber oben, dass ein solcher Kupfergehalt in dem Papier verschwinden muss, in welchem jener kupferhaltige Flachs enthalten sein wird, dass folglich der constatirte Kupfergehalt des Papiers eine andere Quelle haben, und die Folgerung unrichtig sein müsse, die man aus diesem Bestandtheile des Papiers auf jene des Flachses machen wolle.

Ogleich aus dem Gesagten hervorgeht, dass messingene Holländerschienen Kupfer in das Papier bringen, so ist ihre Anwendung dennoch so selten,\*) dass man für das von Gahn gefundene Kupfer einen andern Ursprung suchen muss, um so mehr, da er es in mehreren Sorten fand.

Das Leimen des Papiers geschah nämlich zu jener Zeit ausschliesslich mit einer Auflösung thierischer Gallerte, welche auf 80 Gewichtstheile Wasser etwa 4 Gewichtstheile Gallerte enthält. Dieser Auflösung, womit man das zu leimende Papier trinkt, und wovon es beiläufig sein  $\frac{5}{4}$  faches Gewicht ansaugt, setzt man etwa 2 Theile Alaun zu. Nun waren Empiriker, und sind es zum Theil noch jetzt, der falschen Meinung, das Papier werde durch Zusatz gewisser geheimer Substanzen noch undurchdringlicher, und setzten der Leimauflösung ausser dem Alaun\*\*) noch beträchtliche Mengen Bleizucker (wobei

\*) Nur von zwei Fabriken ist es mir notorisch bekannt, dass sie messingene Schienen in Anwendung brachten, und auch diese nur in höchst seltenen Fällen.

\*\*) Fast bin ich der Meinung, ohne jedoch darauf beharren zu wollen, da ich hierüber nicht hinlängliche Erfahrung besitze, der Alaun befördere keineswegs die Undurchdringlichkeit des Papiers, sondern diene blos dazu, die Absonderung der mechanischen Verunreinigungen der Leimauflösung zu befördern.

Die Verunreinigung des Papiers mit Kupferoxyd und Zinkoxyd wird man selten mehr antreffen, da die meisten Fabriken, welche



indess durch den Alaun das Bleioxyd als schwefelsaures Bleioxyd abgeschieden, und zugleich mit dem aus den Unreinigkeiten des Leimes sich bildenden Satz von der klaren Auflösung getrennt wurde), Zinkvitriol, und besonders Kupfervitriol zu.

Da nun Gahn vermuthlich nur eine oder zwei Sorten Filtrirpapier, dagegen aber — wie Jedermann — mehrere Sorten Schreibpapier bei der Hand und untersucht haben mochte; da ferner damals die Papierfabrication, mit Ausnahme weniger englischer und holländischer Fabriken, fast überall von unwissenden Meistern und Werkführern betrieben wurde, die in solche geheime Mittelchen einen um so grössern Werth zu setzen pflegen, je unnützer diese und je unwissender jene sind, so ist es begreiflich, dass Gahn in den meisten Papiersorten Kupfer fand. Es wäre im Gegentheil unwahrscheinlich gewesen, wenn er keines gefunden hätte; und vermuthlich wäre ihm auch Zinkoxyd aufgestossen, wenn er es sich nur im Entferntesten hätte träumen lassen, im Papier einen so wenig darin zu erwartenden Körper aufzusuchen.

Endlich müssen wir hier des vielbelobten Josephpapiers erwähnen. Dieses ist ein ungeleimtes Papier, welches sich von andern Papieren nur durch einen besondern Namen und theureren Preis auszeichnet. Vermuthlich war diese Benennung zur Bezeichnung des Formates gewählt worden, welches man

noch mit thierischer Gallerte leimen, sich begnügen, ihren Auflösungen Alaun zuzusetzen, welchen man auch reichlich in solchen Papieren finden wird. Jene geleimten Papiere aber, welche aus Fabriken stammen, worin nach der neuen Methode im Holländer geleimt wird, werden eine Verbindung von Thonerde mit Harz (pininsäure und sylvinsäure Thonerde) enthalten; nebstbei wird sich in den feineren Sorten desselben fast immer Stärkekleister finden, welchen man dem Zeug beimengt, damit das Papier steifer werde, und den man auffinden kann, wenn man einige Tropfen geistige Jodlösung mit Wasser verdünnt und ein Schnitzel solches Papier hineinsteckt, das nach einigen Minuten schwarzblau wird, wenn es Stärke enthält, im entgegengesetzten Falle aber, oder wenn es mit thierischer Gallerte geleimt ist, unverändert bleibt. In dem mit Gallerte geleimten Papiere ist nämlich die Stärke überflüssig, da durch jene das Papier ohnedem steifer wird als durch diese.

In Schreibpapieren werden sich auch fast immer die oben erwähnten Pigmente verschiedener Art in mehr oder minder bedeutenden Mengen vorfinden.

dem in Frankreich zuerst in Handel gesetzten Filtrirpapier gab. Da nun aber diese Benennung des Formates, wie noch einige andere (z. B. Jésus, Aigle, Raisin), in Deutschland nicht gebräuchlich sind, so mochte man glauben, diese auffallende Benennung sei ihm wegen irgend einer Eigenschaft gegeben worden, welche es zum Gebrauche des Filtrirens besonders geeignet mache.

Ich schliesse nun diesen Aufsatz mit dem Wunsche, den doppelten Endzweck erreicht zu haben, einerseits die Analytiker auf die Wichtigkeit des Einflusses der Papierbestandtheile bei Analysen aufmerksam gemacht, andererseits sie in den Stand gesetzt zu haben, dem Papierfabrikanten, der in den wenigsten Fällen die Erfordernisse und die Cautelen der Erzeugung eines guten Filtrirpapiers kennen wird, die zu ergreifenden Maasregeln selbst angeben zu können, mit deren Hülfe sie sich das möglichst brauchbare Filtrirpapier verschaffen können.

---