

Zeitschrift für angewandte Chemie.

1890. Heft 6.

Zur Kenntniss des Lackmoids.

Von

Dr. Otto Foerster.

Bosetti¹⁾ schlägt zur Reinigung des Lackmoids ein Verfahren vor, welches darin besteht, dass der Farbstoff wiederholt in Wasser gelöst und mit Säure ausgefällt wird. Es entzieht sich meiner Beurtheilung, ob Bosetti mit selbst dargestelltem oder käuflichem Lackmoid gearbeitet hat, da mir die Einsicht in die Originalabhandlung fehlt. Offenbar aber hat er es mit einem sehr reinen Präparat zu thun gehabt, da ihm die Lösung desselben in Wasser keine Schwierigkeiten bereitet zu haben scheint. Weniger rein scheint das Präparat gewesen zu sein, dessen Eigenschaften Traub²⁾ beschreibt, da es nach seiner Angabe sich nicht gut in Wasser löst.

Da über käufliches Lackmoid noch keine Untersuchungen vorzuliegen scheinen, so sei es mir verstattet, die Erfahrungen mitzutheilen, welche ich an mehreren derartigen Präparaten zu machen Gelegenheit hatte. In einigen Fällen lagen mir Präparate vor, welche fast gar keine in Wasser mit blauer Farbe löslichen Bestandtheile enthielten, welche im Gegentheil zum grössten Theil in Wasser unlöslich waren, sich dagegen in Alkohol mit bräunlich violetter Farbe lösten und durch Alkalien schwarzblau gefärbt wurden. Um aus solchen Präparaten ein einigermassen brauchbares Product zu gewinnen, versuchte ich sie dadurch zu reinigen, dass ich sie in Alkalien löste, mit Säuren ausfällte und auswusch, und dieses Verfahren mehrmals wiederholte. Hierdurch konnten allerdings einige Verunreinigungen entfernt werden, welche in einem in saurer Lösung orangerothen, in alkalischer Lösung bräunlichrothen, grün fluorescirenden, einem in saurer Lösung braunen, durch Alkalien schmutziggrün werdenden Farbstoff, der sich durch Auswaschen nur schwer beseitigen lässt, und einem in saurer Lösung rothen, durch Alkalien blau werdenden Farbstoff

bestehen, welcher die Eigenthümlichkeit hat, dass er, wenn der Umschlag zu Blau einmal erfolgt ist, durch Säuren nicht mehr in Roth übergeht. Der in saurer Lösung braune Farbstoff trat bei jeder Wiederholung des Reinigungsverfahrens in ziemlich erheblicher Menge auf. Hieraus sowie aus dem fernerem Umstände, dass die Ausbeute eine auffallend geringe war, lässt sich schliessen, dass bei jeder Ausfällung des Farbstoffs immer wieder Zersetzungspoducte entstehen, so dass eine vollkommene Reinigung derselben nicht erreicht werden kann. Es muss noch erwähnt werden, dass in dem käuflichen Lackmoid stets in sehr bedeutender Menge ein rother, mit Alkalien violettrother, und häufig ein schwärzlicher Farbstoff enthalten sind, die stets mit dem blauen Farbstoff mitgesällt werden, also auf diese Weise nicht davon zu trennen sind. Auch beim Trocknen des feuchten Farbstoffs, selbst schon im Wasserbade, können geringe Zersetzungspoducte derselben vorkommen; daher ist es ratsam, das gereinigte Präparat entweder bei sehr niedriger Temperatur zu trocknen oder seine alkoholische Lösung auf dem Wasserbade einzudampfen. Auf diese Weise erhielt ich in einem Falle ein leidlich brauchbares Präparat, das zwar nicht, wie es sein sollte, in Alkohol und Wasser mit blauer Farbe, sondern in ersterem mit violetter Farbe, in letzterem fast gar nicht löslich war, aber doch einen recht scharfen Umschlag in Blau-violett, und auf Zusatz von 10 Theilen des von mir zur Beseitigung des violetten Farbenton vorgeschlagenen Malachitgrüns³⁾ auf 90 Theile des Präparats, in reines Blau zeigte. In einigen anderen Fällen waren sowohl das Rohmaterial als auch das Reinigungsproduct gänzlich unbrauchbar.

Zur Beurtheilung der Güte von käuflichem Lackmoid dient der Grad seiner Löslichkeit in kochendem Wasser; wird, wie es nicht selten vorkommt, wenig oder gar kein blauer Farbstoff gelöst, so kann man von der Verwendung des Präparats von vornherein absehen. Wird kochendes Wasser durch dasselbe dagegen intensiv und schön blau gefärbt, so ist dasselbe brauchbar. In diesem Falle zeigt auch die alkoholische

¹⁾ N. Z. f. Rübenz. 17 S. 92; Chem. Centr. 17 S. 738.

²⁾ Arch. Pharm. 23 S. 27.

³⁾ Z. anal. 28 S. 422.

Lösung des ungereinigten Farbstoffs eine nicht unschöne blaue, in's Violette spielende Farbe. Traub (a. a. O.) erwähnt von einer blauen Färbung der neutralen Lösungen des Lackmoids nichts, sondern nach seinen Angaben löst es sich, wie schon erwähnt, nicht gut in Wasser und alle Lösungen desselben haben eine eigenthümliche rothe Färbung, welche sich auch damit getränktem Papier mittheilt, während nach meinen Beobachtungen reines Lackmoid, selbst in recht deutlich saurer Lösung, Papier blau färbt. Aus den Mittheilungen, die Traub über die Herstellung des Lackmoids macht, lässt sich muthmassen, dass der im käuflichen Lackmoid stets enthaltene rothe Farbstoff um so mehr verschwindet, je vollständiger die Reactionen bei seiner Entstehung verlaufen.

Um aus einem käuflichen Präparate den rein blauen, in saurer Lösung gelblich rosenrothen Farbstoff, der doch allein den Namen Lackmoid verdient, darzustellen, erschöpft man dasselbe in möglichst fein zerriebenem Zustande mit kochendem Wasser, indess nicht ganz vollständig, um die Lösung des allerdings sehr schwerlöslichen rothen Farbstoffs zu vermeiden, fällt aus der erkalteten und filtrirten blauen Lösung den Farbstoff durch schwaches Ansäuern, sammelt ihn nach mehreren Stunden auf dem Filter, wäscht ihn mit kaltem Wasser aus und trocknet ihn bei nicht zu hoher Temperatur oder löst ihn auf dem Filter in Alkohol, den man auf dem Wasserbade verdunstet. Hierbei bleibt ein in Gegenwart von Säuren orangerother Farbstoff, der durch Alkalien einen bräunlichen Ton und grüne Fluorescenz annimmt und der sich dem rohen Lackmoid theilweise auch durch kaltes Wasser entziehen lässt, sowie etwas Lackmoid in Lösung, welches sich durch Aussalzen mit Chlornatrium vollständig ausfällen lässt. Ein nochmaliges Auflösen und Ausfällen des Lackmoids hat keinen Zweck. Die Ausbeute an reinem Lackmoid aus einem käuflichen Präparat, welches sich in kochendem Wasser reichlich löste, betrug etwa 40 Proc. Der beim Ausziehen des käuflichen Lackmoids mit kochendem Wasser verbleibende ungelöste Rückstand löst sich in Alkohol mit kirschorther Farbe, die durch Alkalien, wahrscheinlich durch Spuren noch darin enthaltenen Lackmoids, nur schwach violett gefärbt wird. Löst man käufliches Lackmoid in Alkalien und säuert die Lösung an, so werden alle Bestandtheile desselben mit Ausnahme des fluorescirenden Farbstoffs, also auch der rothe Farbstoff ausgesetzt, und die Fällung hat genau dieselben Eigenschaften, wie das ursprüngliche Präparat.

Das in der beschriebenen Weise erhaltenen reine Lackmoid löst sich, wenn ganz frei von Säure, in Alkohol mit rein blauer Farbe, in kohlensäuresfreiem, destillirtem Wasser mit blauer Farbe, die nicht ganz frei von Violett ist, während reiner nach meiner Vorschrift bereiteter Lackmusfarbstoff⁴⁾ sich in letzterem mit rubinrother, bei intensiverer Färbung purpurvioletter Farbe löst. Eine solche Lackmoidlösung bildet einen ganz vorzüglichen Indicator, der wegen der Schärfe des Umschlags sowie wegen seiner Farbenreinheit den Vorzug vor allen anderen zur Zeit gebräuchlichen Indicatoren verdient, soweit seine Anwendung zulässig ist. Die Vorzüge, welche reines Lackmoid gegen selbst ganz reinen Lackmusfarbstoff auszeichnen, mögen folgende vergleichende Beobachtungen der in mancher Beziehung sehr ähnlichen Farbstoffe darthun. Wenn man zu je 1 l mit Lackmusfarbstoff und Lackmoid gleich stark gefärbten kohlensäuresfreien Wassers, welches durch einige Tropfen $\frac{1}{5}$ Normal-Schwefelsäure gleich stark angesäuert war, gleiche Mengen $\frac{1}{5}$ Normal-Natronlauge tropfenweise hinzusetzt, so tritt der Umschlag bei Lackmoid früher und mit ungleich grösserer Schärfe ein als bei Lackmusfarbstoff. Die Farbe des Lackmoids ändert sich nach dem Umschlag in Blau durch weiteren Zusatz von Lauge nicht mehr, während die Farbe des Lackmusfarbstoffs nach Eintritt des allerdings ziemlich scharf erkennbaren Umschlags hierdurch noch merklich dunkler wird. Auch der Umschlag zu Roth ist bei Lackmoid schärfer.

Der Unterschied in dem Einfluss der Kohlensäure auf beide Farbstoffe äusserte sich sehr deutlich bei Versuchen mit gewöhnlichem, destillirtem Wasser, welches durch die Zersetzung der Bicarbonate des

⁴⁾ Käuflicher Lackmus wird zunächst mit gewöhnlichem Spiritus in der Kälte ausgelaut, hierauf mit Wasser, die Lösungfiltrirt und eingedampft. Der Rückstand wird wiederum in Wasser gelöst, filtrirt und das Filtrat mit absolutem Alkohol gefällt, dem etwas Eisessig zugesetzt war. Der Niederschlag wird auf einem Filter gesammelt und mit Alkohol ausgewaschen, wobei ein violetter, fluorescirender Farbstoff in Lösung bleibt. Der Rückstand wird nochmals in Wasser gelöst und die Fällung, Filtration und das Auswaschen wie vorhin wiederholt, wobei ein rother, in alkalischer Lösung violetter Farbstoff gelöst bleibt. Bei einer nochmaligen Wiederholung dieses Verfahrens bleibt nur noch eine kleine Menge dieses Farbstoffs in Lösung. Der Niederschlag auf dem Filter wird nun getrocknet und dabei wiederholt mit Alkohol durchfeuchtet, um die Essigsäure zu vertreiben. Der Niederschlag wird dann nochmals in Wasser gelöst und die Lösung filtrirt, der Farbstoff mit schwach ammoniakalischem Alkohol gefällt, auf einem Filter gesammelt, mit reinem Alkohol ausgewaschen und getrocknet. (Z. anal. 28 S. 428.)

zu seiner Darstellung verwendeten Brunnenwassers etwas kohlensäurehaltig ist. 1 / solchen Wassers mit Lackmoid gefärbt hatte eine purpurrothe Farbe, die auf Zusatz eines einzigen Tropfens $\frac{1}{5}$ Normal-Natronlauge sehr scharf in Blauviolett umschlug, während Lackmusfarbstoff unter sonst gleichen Verhältnissen erst bei 18 Tropfen Lauge einen bemerkbaren Umschlag in Purpurroth zeigte, welches erst bei 24 Tropfen und darüber allmählich ins Violette überging. Noch hervorragender sind die Vorzüge des Lackmoids vor dem Lackmusfarbstoff bei seiner Verwendung in Gegenwart von Ammoniumsalzen, also bei titrimetrischen Stickstoffbestimmungen. Eine Lösung von 0,5 g Chlorammonium in 200 cc reinen Wassers mit Lackmusfarbstoff gefärbt, zeigt auf tropfenweisen Zusatz von Natronlauge einen ganz allmählichen Übergang in Rothviolett, woraus die Unbrauchbarkeit dieses Indicators für Stickstoffbestimmungen erhellt, während unter gleichen Umständen der Umschlag bei Lackmoid vollkommen scharf erkennbar eintritt, wennschon die in alkalischer Lösung sonst rein blaue Farbe desselben durch Ammoniumsalze einen Stich ins Violette erhält. Es empfiehlt sich daher in diesem Falle, zu der Lösung des Lackmoids eine Spur einer Lösung von Malachitgrün hinzuzusetzen, wodurch der violette Schimmer beseitigt wird. Eine Lösung von reinem Lackmoid eignet sich auch als Indicator zum Titiren bei Gaslicht, da der Umschlag — in diesem Falle zu Violett — selbst in Gegenwart von Ammoniumsalzen sehr deutlich erkennbar ist.

Mit Lösung reinen Lackmoids getränktes Filtrirpapier ist ein sehr empfindliches Reagenspapier. Zur Herstellung von blauem Papier setzt man zu einer alkoholischen Lösung von reinem Lackmoid soviel verdünnte Schwefelsäure, bis weisses Filtrirpapier dadurch nicht mehr blau, sondern roth gefärbt wird. Hat man nicht zuviel Säure hinzugesetzt, so wird das Papier beim Trocknen blau. Die Concentration der Farbstofflösung wählt man so, dass damit getränktes Filtrirpapier nach dem Trocknen eine vergissmeinnichtblaue Farbe besitzt. Um rothes Reagenspapier herzustellen, tränkt man zweckmässig das zu färbende Filtrirpapier vorher mit sehr verdünnter Schwefelsäure und trocknet es vor seiner Verwendung, da unpräparirtes Papier sich sehr hartnäckig gegen die Beibehaltung der rothen Farbe beim Trocknen zeigt. Die Farbstofflösung macht man so stark sauer, dass damit probeweise gefärbtes Filtrirpapier nach mehrstündigem Trocknen rosenroth erscheint, ohne

jedoch diejenige Grenze zu überschreiten, welche einzuhalten ist, um die Empfindlichkeit des Papiers nicht zu beeinträchtigen. Die Neigung des rothen Lackmoidpapiers, wenn richtig hergestellt, die blaue Farbe wieder anzunehmen, ist ausserordentlich gross. Deutlich roth gefärbtes Lackmoidpapier wird beim offenen Liegen an der Luft leicht wieder blau, so dass es in gut schliessenden Gläsern aufbewahrt werden muss. Auch durch die Feuchtigkeit der Hand wird es geblättert, während blaues Lackmuspapier dadurch geröthet wird. Die Färbe-kraft des reinen Lackmoids in Bezug auf Filtrirpapier ist etwa viermal so gross als diejenige des reinen Lackmusfarbstoffs. Blaues Lackmoidpapier besitzt gegenüber dem blauen Lackmuspapier den Vorzug, auch bei Gas- und Lampeulicht eine reine blaue Farbe zu haben, während letzteres violett erscheint. Um mit Hilfe von reinem Lackmusfarbstoff blaues und rothes Reagenspapier herzustellen, muss man zur Farbenlösung Natronlauge, beziehungsweise Schwefelsäure hinzusetzen, da der neutrale Farbstoff damit getränktes Papier violett färbt. Zur Feststellung der Empfindlichkeit des Lackmoid-papiers gegenüber dem Lackmuspapier stellte ich vergleichende Beobachtungen an über das Verhalten von gewöhnlichem Lackmuspapier⁵), von mit reinem Lackmusfarbstoff gefärbtem Papier, von Papier, welches mit einem Auszug von 20 proc. Alkohol aus rohem Lackmoid und von solchem, welches mit reinem Lackmoid gefärbt war, gegen reines kohlensäurefreies Wasser, welchem sehr kleine Mengen von Natronlauge oder Schwefelsäure zugesetzt waren. Die Ergebnisse dieser Beobachtungen sind in nebenstehender Tabelle verzeichnet, in welcher die Zahlen den Schärfe-grad des Umschlags bedeuten. Es ergibt sich hieraus, dass blaues gewöhnliches und mit reinem Farbstoff hergestelltes Lackmuspapier dem blauen Lackmoidpapier an Empfindlichkeit wenig nachsteht, dass rothes Lackmuspapier dagegen von rothem Lackmoidpapier an Empfindlichkeit bei Weitem übertroffen wird. Hierzu sei bemerkt, dass die Rothfärbung bei blauem Lackmoidpapier zwar schon durch geringere Mengen von Säure bewirkt wird, dass dieselbe aber bei Lackmuspapier schöner und heller ist, während bei rotem Lackmoidpapier nicht nur der Umschlag schärfer, sondern auch die Blaufärbung schöner ist. Dieser Umstand erklärt sich aus dem Bestreben des Lackmusfarbstoffs, sich zu röthen, sowie des Lackmoids, sich zu bläuen. Zur schnellen

⁵) Hergestellt nach der in „Fresenius qual. Analyse“ 15. Aufl. 94 enthaltenen Vorschrift.

Das Wasser enthielt im Liter		Das Wasser bewirkte in 20 Sekunden einen Umschlag der Farbe bei							
		gewöhnlichem Lackmuspapier		mit reinem Lackmus- farbstoff gefärbtem Papier		mit einem Auszug von 20prozentigem Alkohol aus rohem Lackmoid gefärbtem Papier		mit reinem Lackmoid gefärbtem Papier	
SO ₃ g	Na ₂ O g	blauem	rothem	blauem	rothem	blauem	rothem	blauem	rothem
0,0071	—	0 keinen	—	1 kaum bemerkbar	—	0 keinen	—	3 schwach aber deutlich	—
—	0,0055	—	0 keinen	—	0 keinen	—	0 keinen	—	2 schwach aber bemerkbar
0,0142	—	2 schwach aber bemerkbar	—	2 schwach aber bemerkbar	—	1 kaum bemerkbar	—	4 deutlich	—
—	0,0110	—	0 keinen	—	0 keinen	—	0 keinen	—	3 schwach aber deutlich
0,0213	—	4 deutlich	—	5 sehr deutlich	—	3 schwach aber deutlich	—	5 sehr deutlich	—
—	0,0165	—	0 keinen	—	0 keinen	—	1 kaum bemerkbar	—	4 deutlich
0,0284	—	5 sehr deutlich	—	5 sehr deutlich	—	4 deutlich	—	5 sehr deutlich	—
—	0,0220	—	0 keinen	—	0 keinen	—	3 schwach aber deutlich	—	5 sehr deutlich
0,0355	—	5 sehr deutlich	—	5 sehr deutlich	—	5 sehr deutlich	—	5 sehr deutlich	—
—	0,0275	—	0 keinen	—	2 schwach aber bemerkbar	—	4 deutlich	—	5 sehr deutlich
—	0,0330	—	0 keinen	—	4 deutlich	—	4 deutlich	—	desgl.
—	0,0385	—	0 keinen	—	5 sehr deutlich	—	5 sehr deutlich	—	desgl.
—	0,0440	—	1 kaum bemerkbar	—	desgl.	—	desgl.	—	desgl.
—	0,0495	—	2 schwach aber bemerkbar	—	desgl.	—	desgl.	—	desgl.
—	0,0660	—	4 deutlich	—	desgl.	—	desgl.	—	desgl.
—	0,1210	—	5 sehr deutlich	—	desgl.	—	desgl.	—	desgl.

Ermittlung der Natur von sehr schwachen Reactionen in Flüssigkeiten würde ich daher mit reinem Farbstoff gefärbtes blaues Lackmuspapier und rothes Lackmoidpapier vorschlagen. Kommt es nicht sowohl auf die Schnelligkeit als die Sicherheit der Ermittle-

lung der Reaction an, so ist unter allen Umständen Lackmoidpapier vorzuziehen, da es den Farbstoff bei längerer Berührung mit Wasser nicht so leicht loslässt wie Lackmuspapier.

Eine ganz ausgezeichnete Indicatorflüssig-

keit lässt sich aus käuflichem Lackmoid, sofern es überhaupt brauchbar, in folgender, wenig umständlicher Weise bereiten. 8 Th. sehr fein zerriebenen rohen Lackmoids werden mit 100 Th. 20 proc. Alkohols etwa eine Viertelstunde lang auf dem Wasserbade gelinde erwärmt. Nach dem Erkalten wird die Lösung von dem Rückstande abfiltrirt, der im Wesentlichen aus dem erwähnten rothen, in absolutem Alkohol löslichen, in Wasser und stark verdünntem Alkohol fast unlöslichen Farbstoff besteht. Statt den Farbstoff in Substanz durch Eindampfen seiner Lösung zu gewinnen, wobei eine theilweise Zersetzung durch die Gegenwart des darin enthaltenen Wassers wahrscheinlich ist, empfiehlt es sich, nur einen für längere Zeit ausreichenden Vorrath an Lösung zu bereiten, die man durch Zusatz eines gleichen Raumtheils an absolutem Alkohol haltbarer macht. Hierbei geht der erwähnte fluorescirende Farbstoff, dessen geringe Menge nicht sehr störend wirkt, sowie anscheinend ein kleiner Theil des schwer löslichen rothen Farbstoffs mit in die übrigens prachtvoll blau gefärbte Lösung. Durch die Anwesenheit dieser geringen Verunreinigungen erhält die auf Zusatz von Alkalien rein blaue Farbe des Lackmoids einen schwachen Stich in's Violette, der sich bei steigender Alkalinität immer mehr verliert. Zur Beseitigung dieses Übelstandes, der sich bei Anwesenheit von Kohlensäure oder Ammoniumsalzen ja auch bei reinem Lackmoid bemerkbar macht, und der trotz der Schärfe des Umschlages ein nicht normales Auge immerhin täuschen könnte, setzt man, nachdem man den Gehalt der Lösung an Farbstoff durch Eindampfen einer abgemessenen Menge derselben ermittelt hat, soviel einer alkoholischen Lösung von Malachitgrün hinzu, dass auf 86 Th. Lackmoid 14 Th. des letzteren kommen. Hierbei scheidet sich in kurzer Zeit ein blauer, in Wasser und stark verdünntem Alkohol unlöslicher, in absolutem Alkohol löslicher und durch Säuren und Alkalien unveränderlicher Farbstoff aus, den man durch Filtration beseitigt. Die Schönheit der in Gegenwart von Säuren rosenrothen Farbe des Lackmoids wird durch diesen Zusatz von Malachitgrün kaum beeinträchtigt; dagegen wird die Schärfe des Umschlages in Blau dadurch ausserordentlich gesteigert, und die blaue Farbe erleidet, nachdem der Umschlag einmal eingetreten ist, auf weiteren Zusatz von Alkalien keinerlei Veränderung. Reines kohlensäurefreies Wasser nimmt durch diesen Indicator eine violettblaue Farbe an, welche auf Zusatz eines Tropfens $\frac{1}{5}$ Normal-Schwefelsäure in beständiges Roth, eines

Tropfens $\frac{1}{5}$ Normal-Natronlauge auch in Gegenwart grösserer Mengen von Ammoniumsalzen oder Kohlensäure in beständiges Blau übergeht. Die Lösung des Indicators bewahrt man zweckmässig in schwarzen Gläsern auf, da derselbe trotz seiner verhältnismässig grossen Haltbarkeit im Laufe der Zeit doch etwas durch das Licht leidet.

Agriculturchemische Versuchs-Station Dahme. Februar 1890.

Resultate der Abwasserreinigung auf der Stärkefabrik Salzuflen.

Von
H. Schreib.

Der von F. Fischer S. 64 d. Z. ausgesprochenen Ansicht, dass die bis jetzt vorhandenen Analysen von Abwasser nur wenig brauchbare Vergleichsresultate liefern, stimme ich voll und ganz bei. Jedenfalls sind in den meisten Fällen bei der Prüfung von Kläranlagen Proben untersucht, die sich nicht entsprachen und somit die Reinigungswirkung falsch darstellten und ebenso hat fast immer die sehr schnell entstehende Zersetzung der organischen Stoffe einen störenden Einfluss ausgeübt. Es ist daher trotz des vorhandenen grossen Zahlenmaterials noch immer nicht möglich, ein klares Bild über die Wirkung der verschiedenen Reinigungsverfahren zu erhalten, es herrschen vielfach ganz verkehrte Ansichten über diesen Punkt. Unter diesen Umständen muss jede Mittheilung von richtigen Resultaten interessiren.

Bei der im Laboratorium der hiesigen Stärkefabrik erfolgten Feststellung der Klärwirkung war es natürlich leicht, den Fehler, der infolge von Gährung der organischen Stoffe entsteht, zu vermeiden, da die Analysen stets sofort vorgenommen werden konnten. Indess war es hier unmöglich, identische Proben des ungereinigten und gereinigten Abwassers zu erhalten, da letzteres 4 bis 8 Tage in den Klärteichen verweilte. In einem solchen Falle ist nur dadurch ein richtiges Resultat festzustellen, dass man Reinigungsversuche¹⁾ im Kleinen vornimmt

¹⁾ Wenn ich auf S. 101 d. Z. derartige Versuche vorschlug, so sollten dieselben nur zur Feststellung der Reinigungswirkung dienen. Es war nicht meine Absicht vorzuschlagen, dass dann die Untersuchung des wirklich aus der Kläranlage ablaufenden Wassers nicht mehr stattfinden solle. Diese muss jedenfalls stets vorgenommen