

bildung ein lediglich mechanischer Vorgang sei, chemische Umwandlungen nicht in Frage kommen. Die bei den vorstehend geschilderten Versuchen gewonnenen Zahlen zeigen aber, daß diese Anschauung irrig ist. Nicht nur mechanische, auch chemische, wahrscheinlich hydrolytische Vorgänge spielen sich ab, die in einer deutlichen Erhöhung der Kupferzahl und Hydratkupferzahl (des Quellgrades) ihren Ausdruck finden. Die Hydrolyse der Zellstoffe mit Säuren ist ein Vorgang, der nur mit großer Vorsicht bei messenden Versuchen verwendet werden kann. Zwar ist es Schwalbe²⁵⁾ gelungen, die verschiedenen Quellungsgrade der Baumwollcellulose, die durch Natronlaugen verschiedener Konzentrationen hervorgerufen werden, mittels saurer Hydrolyse nachzuweisen. Aber nur bei solchen verhältnismäßig groben Unterschieden im Quellgrade ist selbst bei der einheitlichen Baumwollcellulose ein Erfolg zu erzielen. Bei feineren Unterschieden versagt die Methode sowohl bei der Baumwollcellulose²⁶⁾ selbst, als auch bei Holzzellstoffen²⁷⁾, die neben Cellulose doch auch noch recht erhebliche Mengen anderer Stoffe, nämlich viel. Pentosan, enthalten. Die Hydrolyse als Meßmethode versagt also bei den nicht einheitlichen Zellstoffen.

Bei solchem nicht einheitlichen Material überlagern sich gewissermaßen die Reaktionen. Eine Kupferzahl kann vom Zellstoff selbst, aber auch von den noch vorhandenen Inkrusten herrühren; eine Hydratkupferzahl hat vielleicht ihre Ursache mehr im Quellgrad der Inkrusten, als in demjenigen der Zellstoffe. Es ist also sehr wohl der Fall denkbar, daß ein Zellstoff von mittlerer Kupferzahl Cellulose von hohen Inkrusten, aber von niederem Reduktionsvermögen enthält, und eine mittlere Hydratkupferzahl gefunden wird, wenn die Cellulose einen sehr niederen Quellgrad, die Inkrusten einen sehr hohen besitzen. Weitere Abänderungen der „Konstanten“ können sich dann durch das sehr verschiedene Mengenverhältnis von Zellstoff und Inkrusten ergeben. Also nicht nur die chemischen Eigenschaften der einzelnen Bestandteile der Zellstoffe, auch deren Mengenverhältnis müssen die Konstanten beeinflussen. Nur eine Verfeinerung der noch zu groben Untersuchungsmethoden kann hier Abhilfe schaffen.

Mit den vorstehend erwähnten Vorbehalten lassen sich aus dem mitgeteilten Zahlenmaterial etwa nachstehende Schlußfolgerungen ableiten:

1. Zellstoffschleime entstehen durch mechanische Zerkleinerung unter Anwachsen des Reduktionsvermögens (der Kupferzahl) und des Quellgrades (der Hydratkupferzahl).
2. Die Schleimbildung erfährt wesentliche Beschleunigung, wenn vor der mechanischen Bearbeitung die Zellstoffe mit Säuren behandelt werden,
3. Die Schleimbildung scheint demnach auf der Bildung von hydrolytischen Abbauprodukten (Cellulosedextrinen), die sich von den Zellstoffen durch erhöhtes Reduktionsvermögen (höhere Kupferzahl) unterscheiden, zu beruhen.
4. Die für Schleimpapiere — Pergamynpapiere — besonders fabrikatorisch hergestellten Mitscherlich-Zellstoffe zeigen fast durchweg hohe Kupferzahlen, enthalten also wohl erhebliche Mengen von Cellulosedextrinen oder vielleicht Hemicellulosen.
5. Das Schleimbildungsvermögen der Zellstoffe wird durch längeres Kochen mit Wasser oder Ausdämpfen erheblich herabgesetzt.

[A. 119.]

Technische Fetthärtung mit Nickel als Katalysator.

Von Prof. Dr. L. UBBELOHDE und Dr. TH. SVANOE.

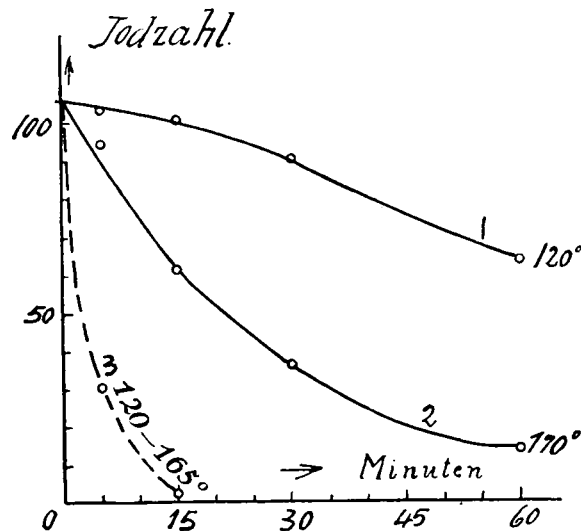
(Fortsetzung von S. 262.)

Vergleichung des Wirkungsgrades der Verfahren von Normann und Wilbuschewitsch.

Bei dem Verfahren von Normann tritt der Wasserstoff mit dem Ölkatalysator an der Oberfläche der Wasserstoffblasen, bei dem Verfahren von Wilbuschewitsch jedoch an der Oberfläche der fein verteilten Ölkatalysatortropfen zusammen. Die beim Einleiten von Gas in eine Flüssigkeit erzeugten Gasblasen besitzen bekanntlich erhebliche Größe von in der Regel nicht weniger als 100 mm³ Inhalt. Bei der Zerstäubung von Flüssigkeiten dagegen wird mit Leichtigkeit ein Flüssigkeitsstaub erzielt, dessen einzelne Tropfen außerordentlich viel feiner sind. Infolgedessen dürfte durch die viel

größere Berührungsfläche das Verfahren von Wilbuschewitsch in bezug auf Reduktionsgeschwindigkeit überlegen sein. Dies ergaben auch die praktischen Versuche.

Bei der Vergleichung zogen wir Versuche mit gleichen Mengen desselben Katalysators heran und wählten für den Normannschen Apparat die günstigsten Versuche (Tourenzahl 3200 und 50 l Wasserstoff in der Stunde). Für den Apparat von Wilbuschewitsch wählten wir normale Verhältnisse, d. h. diejenige Umdrehungsgeschwindigkeit der Pumpe, welche die normale Düsenstreuung her-



Tafel 12. Vergleichung der Apparate von Normann (ausgezogen) und Wilbuschewitsch (gestrichelt).

Cottonöl. — Germania-Katalysator; 0,15 % Ni.

Normannscher Apparat.

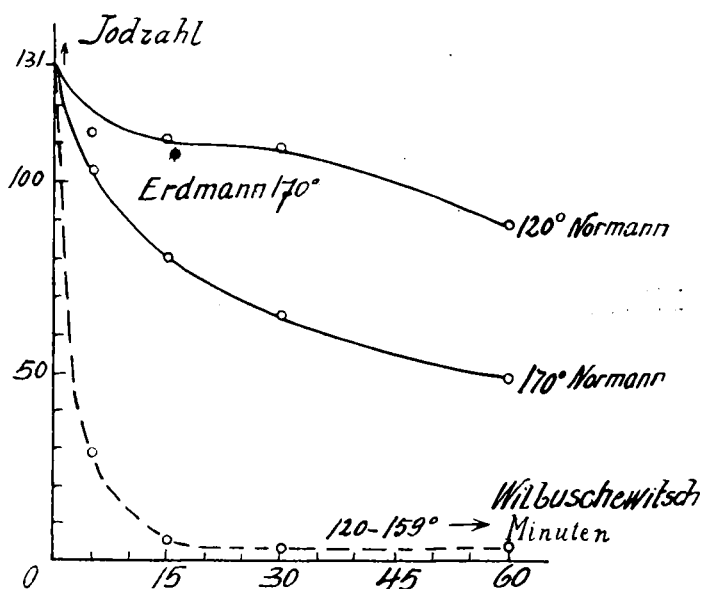
H₂-Menge = 50 l Std.

Tourenzahl = 3200.

Wilbuschewitscher Apparat.

H₂-Druck = 8 Atm.

Tourenzahl = 2600.



Tafel 13. Vergleichung der Apparate von Normann, Wilbuschewitsch und Erdmann.

Tran. — Germania-Katalysator; 0,3 % Ni.

Normannscher Apparat.

H₂-Menge = 50 l Std.

Tourenzahl = 3200.

Wilbuschewitscher Apparat.

H₂-Druck = 8 Atm.

Tourenzahl = 2600.

vorbringt und den im praktischen Betrieb benutzten Überdruck von 8 Atmosphären. Die Temperatur von 120° bei Beginn stieg bei solchen Versuchen bis auf 165°. Da also nicht dieselbe Temperatur während der ganzen Dauer der Versuche herrschte, so haben wir zwei Versuche mit dem Normannschen Apparat zum Vergleich herangezogen, einen mit der Anfangstemperatur des Wilbuschewitschen Versuchs (120°) und einen mit der Endtemperatur des Wilbuschewitschen Versuchs noch etwas übersteigenden Temperatur von 170°. Der zweite Versuch hätte durch die dauernd höhere Temperatur überlegen sein müssen. Wie jedoch aus Tafel 12 ohne weiteres hervorgeht, ist der Wilbuschewitschsche Apparat selbst diesem Versuch gegenüber ganz außer-

²⁵⁾ Schwalbe, Angew. Chem. 21, 1321 [1908]; 22, 197 [1909].

²⁶⁾ Robino, Über die Einwirkung von Wasser und Natronlauge auf Baumwollcellulose. Dissertation, Darmstadt [1912].

²⁷⁾ Schulz, Zur Kenntnis der Cellulosearten. Berlin [1911].

ordentlich überlegen, denn die Kurve 3 entspricht einer etwa 5 mal größeren Hydrierungsgeschwindigkeit als Kurve 2 und einer etwa 16 mal größeren als die der Kurve 1. Dasselbe Verhältnis zwischen dem Wirkungsgrade der beiden Apparate findet man auch bei Tran (vgl. Tafel 13).

Bei den in den Tafeln 12 und 13 zusammengestellten Versuchen herrschte bei dem Normannschen Apparat der Druck von 1 Atmosphäre, bei dem Wilbuschewitschen Apparat dagegen Überdruck. Dies ist insofern berechtigt, als das Verfahren von Wilbuschewitsch Überdruck vorsieht, das Normannsche Verfahren dagegen nicht.

Das Verfahren von Wilbuschewitsch bleibt aber überlegen, auch wenn der Überdruck fortgelassen wird, wie die frühere Kurventafel 11 zeigt. Die Kurve 1 auf dieser Tafel entspricht dem Normannschen Apparat und der Temperatur von 145°, die Kurve 2 entspricht dem Wilbuschewitschen Apparat und der Temperatur von 120–147° bei einem Überdruck von 0,5–0,75 Atmosphären. Obwohl also die Temperatur bei diesem Apparat erst gegen Schluß des Versuchs diejenige Höhe erreichte, welche bei dem Normannschen Apparat von Anfang an innegehalten wurde, war doch die Hydrierungsgeschwindigkeit bei dem Wilbuschewitschen Apparat erheblich größer als bei dem Normannschen.

Die Kurve für 1 Atm. konnte nur durch Extrapolation aus den experimentell erhaltenen Kurven gefunden werden. Hier waren nun zwei Wege gangbar: Entweder zeichnete man die Kurven als Funktion der Zeit und des Druckes und erhielt also Kurven gleicher Jodzahl, woraus man die Zeit extrapolieren kann, nach der bei einer Atmosphäre eine bestimmte Jodzahl erhalten wird. Unglücklicherweise liegen diese Werte in dem Gebiet stärkster Kurvenkrümmung, und durch Extrapolation erhält man zu hohe Werte (Kurve a). Oder man trägt die Jodzahlen als Funktion des Atmosphärendruckes für bestimmte Zeiten auf. Diese Kurven sind viel flacher, und die extrapolierten Werte sind, wenn man die Kurven einfach verlängert, zu niedrig (Kurve b).

Man wird daher am wenigsten fehlgehen, wenn man für den Gang der Jodzahlen mit der Zeit bei 1 Atm. das Mittel zwischen den beiden Extrapolationen annimmt.

Aus den extrapolierten Kurven (gestrichelt) sieht man, daß auch beim gewöhnlichen Atmosphärendruck der Apparat von Wilbuschewitsch dem Normannschen Apparat überlegen ist.

Wasserstoffausnutzung.

Von Wichtigkeit für die Beurteilung der Verfahren ist auch noch die Ausnutzung des Wasserstoffs, d. h. das Verhältnis des bei der Reaktion angelagerten Wasserstoffs zu der eingeführten Wasserstoffmenge.

Bei dem Normannschen Apparat wird dieses Verhältnis in folgender Weise berechnet:

Die gesamte eingeführte Wasserstoffmenge wurde bekanntlich mit Hilfe eines Capillargasmessers gemessen (vgl. S. 258). Andererseits konnte aus der Menge des Öles, seiner anfänglichen Jodzahl und seiner Jodzahl nach der Hydrierung die angelagerte Wasserstoffmenge berechnet werden. Hieraus ergeben sich die relativen Mengen des angelagerten Wasserstoffs in Prozenten.

Beispiele der Berechnung (Versuch 57, Cottonöl): Abnahme der Jodzahl = 82; $\frac{1}{2}$ Molvolumen Wasserstoff bei 20° und 751 mm = 12,15 l; Atomgewicht des Jods = 126; 150 g Öl nehmen auf $-\frac{82 \cdot 150 \cdot 12,15}{100 \cdot 126}$ = 11,91 H₂. Eingeführte Wasserstoffmenge = 50 l (bei 20° und 751 mm). Ausnutzung = $\frac{11,9}{50} \cdot 100$ = 23,8%.

Durch zahlreiche Versuche wurde festgestellt, daß die Ausnutzung abnimmt, wenn die eingeleitete Wasserstoffmenge größer wird.

Bei dem Wilbuschewitschen Apparat wurde der angelagerte Wasserstoff in derselben Weise festgestellt. Der nicht benutzte Wasserstoff wurde berechnet aus dem nicht von Öl eingenommenen Rauminhalt des Apparats und dem Wasserstoffdruck bei Abbrechen des Versuchs.

Beispiel der Berechnung:

Inhalt des Apparates = 20 l,

Verwendete Menge Öl 6 kg = 7,5 l (spez. Gew. des Öles = 0,8).

Der überschüssige Wasserstoff hat somit einen Raum von (20 – 7,5) = 12,5 l eingenommen.

Bei einem Versuch wurden 8 Atmosphären (Überdruck) verwendet, und die Temperatur war bei Abbrechen desselben 151°. Abnahme der Jodzahl = 106.

$\frac{1}{2}$ Molvolumen des Wasserstoffs bei 0° und 760 mm = 11,2 l.
Angelagerte Menge Wasserstoff (für 6000 g Öl) = $\frac{106 \cdot 6000}{100 \cdot 126}$
= 565 l (bei 0° und 760 mm).

Um nun die überschüssige Wasserstoffmenge mit der angelagerten vergleichen zu können, muß man die überschüssige Menge auf 0° und 760 mm reduzieren.

Das Volumen V_0 wird dann gleich

$$V_0 = \frac{p \cdot v \cdot T_0}{T \cdot p_0} = \frac{9 \cdot 12,5 \cdot 273}{(273 + 151) \cdot 1} = 72,5$$

Ausnutzung: $\frac{565}{(565 + 72,5)} \cdot 100 = 88,6\%$.

Vergleichung des Wirkungsgrades des Verfahrens von Erdmann und der beiden anderen Verfahren.

Die Berührung zwischen Öl, Katalysator und Wasserstoff geht bei dem Verfahren von Erdmann in durchaus anderer Form vor sich, als bei den beiden anderen Verfahren, denn das Öl rieselt über kleine Katalysatorstücke in dünner Schicht herab, so daß diese Schicht auf der einen Seite den Katalysator, auf der anderen den Wasserstoff berührt. Der Wasserstoff muß also durch Lösung und Mischung zunächst die Ölschicht durchdringen, um dann an der Berührungsstelle von Öl und Katalysator reduzierend zu wirken.

Die Berührungsmöglichkeit wird bei diesem Verfahren um so größer sein, je dünner die Ölschicht auf den Katalysatorstückchen ist, so daß hierin ein Mittel gegeben wäre, die Reduktionsgeschwindigkeit zu steigern. Dieser Vorteil wird freilich dadurch beeinträchtigt, daß die Kapazität des Apparates kleiner wird, wenn die Ölschicht auf den Katalysatorstückchen dünner ist. Eine Schlußfolgerung auf die Leistungsfähigkeit des Erdmannschen Verfahrens gegenüber den beiden anderen Verfahren vom rein theoretischen Standpunkt aus ist deshalb unmöglich.

Ergebnisse mit dem Apparat von Erdmann.

Die Ergebnisse der S. 259 beschriebenen Versuche mit dem Erdmannschen Apparat sind in der Kurventafel 14 eingetragen. Auf der Abszisse ist die Versuchsdauer in Stunden, auf der Ordinate die Jodzahl der erhaltenen Produkte vermerkt. Während der ganzen Versuchsdauer wurde etwa dieselbe Menge Öl in der Stunde zugeführt. Da der Einfluß der Temperatur bereits durch die Versuche mit dem Apparat von Normann bekannt war, wurde bei dem Erdmannschen Apparat aus Gründen der Vergleichung hauptsächlich nur bei 170° gearbeitet.

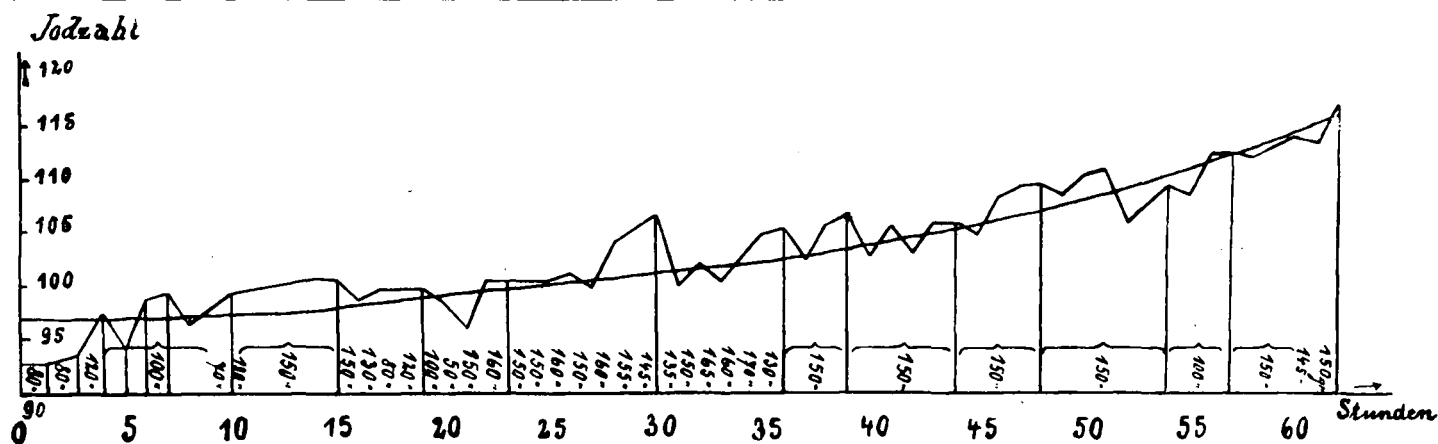
Wie die Kurventafel 14 zeigt, steigt die Jodzahl der gewonnenen Erzeugnisse stetig an, d. h. die Hydrierung wird um so schlechter, je länger der Katalysator in Benutzung ist. Nach 62 Stunden ist die Jodzahl nur noch 117, während sie anfangs etwa 97 betrug.

Das relative Verhältnis von Öl und Katalysator, welches sich bei den Versuchen mit dem Apparat von Normann und dem Wilbuschewitschen Apparat in einfacher Weise feststellen ließ, konnte bei dem Apparat von Erdmann nur auf folgende Weise ermittelt werden: Zu den Versuchen waren im ganzen 788 g Katalysator mit einem Gehalt von 3% Nickeloxyd verwendet. Dies entspricht einem Gehalt von 18,6 g Nickel. Andererseits wurden 8250 g Tran im Laufe der ganzen Versuchszeit durch den Apparat geschickt. Die 18,6 g Nickel gegenüber 8250 g Tran entsprechen 0,225% Nickel.

Die mittlere Berührungsdauer zwischen Öl und Nickel konnte auf folgende Weise berechnet werden:

Wenn die Versuche dadurch unterbrochen wurden, daß der Ölzufuß durch den Hahn K_1 (s. Fig. 3, S. 259) abgestellt wurde, und gleichzeitig die gesamte hydrierte Ölmenge, welche sich unten in dem Apparat gesammelt hatte, abgezogen worden war, hatte sich nach mehrstündigem Warten eine Menge von etwa 40 g Öl in dem Untertheil des Apparats angesammelt. Diese Ölmenge war also in dem Augenblick des Abstellens des Apparates auf dem Wege durch die Nickel-Bimssteinschicht gewesen. Da für gewöhnlich in der Stunde 150 g Öl den Apparat durchfließen, 40 g aber zu jeder Zeit auf dem Wege sich befinden, so ist die mittlere Berührungszeit $\frac{60 \cdot 40}{150} = 16$ Minuten.

Bei den Versuchen mit den Apparaten von Normann und Wilbuschewitsch haben wir nicht die Nickelmenge von 0,225 g, aber bei einigen Versuchen eine solche von 0,3 g benutzt. Durch folgende Rechnung erhalten wir den Prozentgehalt von 0,3% Nickel. Wir denken uns dazu nämlich die Versuche, welche in Tafel 14 verzeichnet sind, zu einer früheren Zeit unter-



Tafel 14. Erdmannscher Apparat.

brochen, und zwar zu solcher Zeit, wo das Verhältnis der gesamten Katalysatormenge zu der hindurchgegangenen Ölmenge 0,3 beträgt. Dieser Forderung war bei der Ölmenge von 6200 g genügt. Die mittlere Jodzahl der Produkte, welche bis zum Konsum von etwa 6200 g Öl erreicht wurde, war etwa 107. Mit anderen Worten: bei einer Einwirkungsdauer von 16 Minuten, einer Katalysatormenge von 0,3% wurde ein Hydrierungserzeugnis mit der Jodzahl 107 erhalten.

Der so erhaltene Wirkungsgrad des Erdmannschen Verfahrens kann auf der Tafel 13 durch den mit einem Kreuz versehenen Punkt dargestellt werden. Dieser Punkt, der einer Temperatur von 170° entspricht, liegt nahe der Kurve, welche dem Normannschen Apparat und der Temperatur von nur 120° zugehört. Mit dem Normannschen Apparat wurde dagegen bei 170° (also der bei dem Erdmannschen Apparat benutzten Temperatur) dieselbe Jodzahl 107 schon in weniger als dem dritten Teil der Zeit erreicht.

Die zu dem vorstehenden Vergleich herangezogenen Versuche nach Erdmann waren die günstigsten, welche überhaupt erzielt wurden, denn sowohl bei veränderter Ölschichtdicke auf dem Katalysatorstückchen — eine Veränderung, die dadurch möglich war, daß das Öl schneller oder langsamer zugeführt wurde — als auch bei höheren oder tieferen Temperaturen ergab sich jeweils ein schlechteres Resultat.

Die Wasserstoffausnutzung war bei den oben erwähnten günstigsten Versuchen 7,25%.

Wasserstoffausnutzung.

Die Berechnung des Verhältnisses des aufgenommenen Wasserstoffs zum eingeleiteten Wasserstoff geschah in derselben Weise wie bei den Versuchen mit dem Normannschen Apparat (vgl. oben S. 270). Die Menge des unbenutzten Wasserstoffs bei dem Erdmann-Apparat war außerordentlich groß.

Beispiel der Berechnung:

Mittlere Jodzahlabnahme = 25.

$\frac{1}{2}$ Molvolumen Wasserstoff bei 20° und 751 mm = 12,5 l.

150 g Öl nehmen auf = $\frac{25 \cdot 150 \cdot 12,5}{100 \cdot 126} = 3,62 \text{ l. H}_2$.

Durchgeleitete Menge Wasserstoff = 50 l (bei 20° und 751 mm).

Ausnutzung = $\frac{3,62}{50} \cdot 100 = 7,25\%$.

Zusammenfassung.

Es wurde die Hydrierungsgeschwindigkeit von Cottonöl und Tran untersucht und folgendes gefunden: Sie ist abhängig von der Temperatur und wächst mit steigender Temperatur. Untersucht wurden Temperaturen von 120–200°.

Sie ist abhängig von der Menge des Katalysators und wächst mit steigender Menge des Katalysators.

Sie ist abhängig von der Wasserstoffkonzentration und wächst mit steigender Konzentration.

Sie ist abhängig von dem Grade der Mischung zwischen Öl und Wasserstoff und wächst mit steigendem Grade der Mischung.

Sie ist abhängig von der Art des Katalysators, vermutlich von der Oberflächenbeschaffenheit desselben, worüber nähere Untersuchungen nicht angestellt worden sind.

Es wurden drei Fetthärtungsverfahren, nämlich die von Normann, Wilbuschewitsch und Erdmann miteinander verglichen. Zu dem Zwecke wurden von den technischen Apparaten

kleinere, für das Laboratorium geeignete Modelle hergestellt, die in ihrer Konstruktion jedoch den technischen Apparaten durchaus ähnlich waren.

Mit diesen Apparaten wurden Cottonöl und Tran als die für die Hydrierung hauptsächlich in Frage kommenden Fette hydriert und Vergleiche über die Hydrierungsgeschwindigkeit derselben auf den verschiedenen Apparaten angestellt.

Hierbei ergab sich, daß die Hydrierungsgeschwindigkeit auf dem Wilbuschewitschsehen Apparat am größten, die auf dem Normannschen Apparat kleiner und die auf dem Erdmannschen Apparat am kleinsten ist.

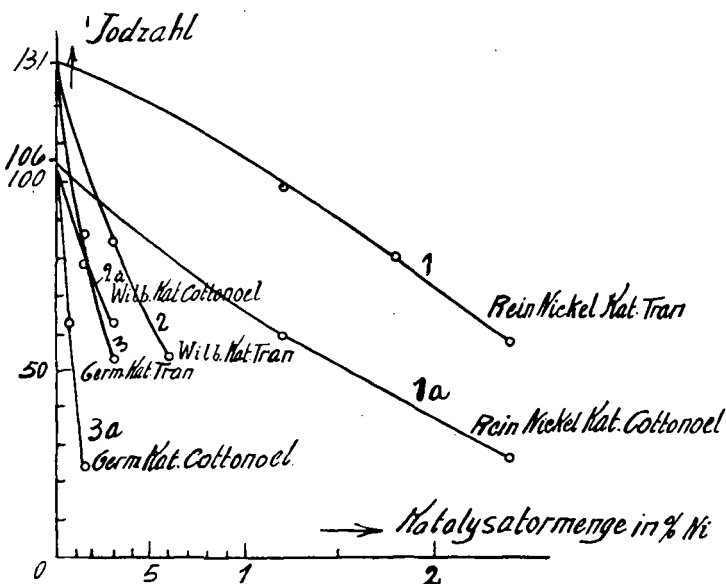
Die Löslichkeit von Wasserstoff in Cottonöl und Tran ist bei 100° etwa 4 Vol.-%, bei 180° etwa 5,5 Vol.-%.

Die Wirkung der Katalysatoren und deren Abnahme.

Wirkungsgrad der Katalysatoren.

Wenn auch die Haltbarkeit der verschiedenen Katalysatoren ungefähr gleich groß war, was aus den weiter unten beschriebenen Versuchen hervorgeht, so ist doch ihr Wirkungsgrad sehr verschieden.

Direkt vergleichbar war die Aktivität der verschiedenen Katalysatoren bezogen auf gleiche Nickelmengen nur bei dem Germania-

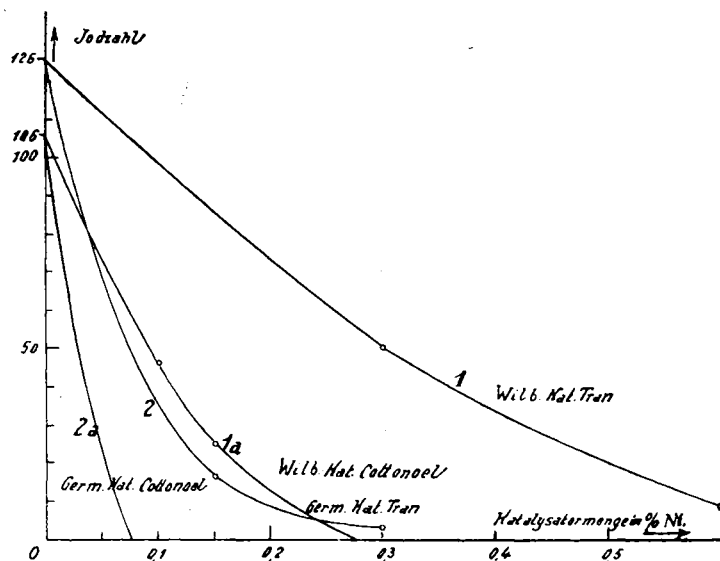


Tafel 15. Wirkungsgrad der Katalysatoren. Normannscher Apparat.

Cottonöl und Tran.
Temperatur = 145°. Temperatur = 170°.
Tourenzahl = 3200. H₂-Menge = 50 l/Std.

Katalysator, dem Wilb.-Katalysator und dem Rein-Nickel-Katalysator, weil nur diese drei in einem und demselben Apparat, also unter gleichen Umständen benutzt werden konnten. Es zeigte sich, daß der Rein-Nickel-Katalysator sehr viel schlechter ist als die auf Kieselsgrunterlage hergestellten. Aber auch bei letzteren zeigten sich große Unterschiede im Wirkungsgrad, und zwar erwies sich der Germania-Katalysator als etwa doppelt so gut wie der Wilb.-Katalysator.

Dies zeigt deutlich die Kurventafel 15 für den Normannschen Apparat. Zu vergleichen sind die Kurven 1 mit 2 und 3, welche sich auf Tran und verschiedene Katalysatoren, und die Kurven 1a mit 2a und 3a, welche sich auf Cottonöl und verschiedene Katalysatoren beziehen. Aus der Lage der Kurve geht hervor, daß der Germania-Katalysator am wirksamsten, der Wilb.-Katalysator etwa halb so wirksam ist, und der Rein-Nickel-Katalysator wieder etwa ein Drittel der Wirksamkeit des Wilb.-Katalysators hat. Erheblich kleiner ist der Unterschied zwischen dem Wirkungsgrade

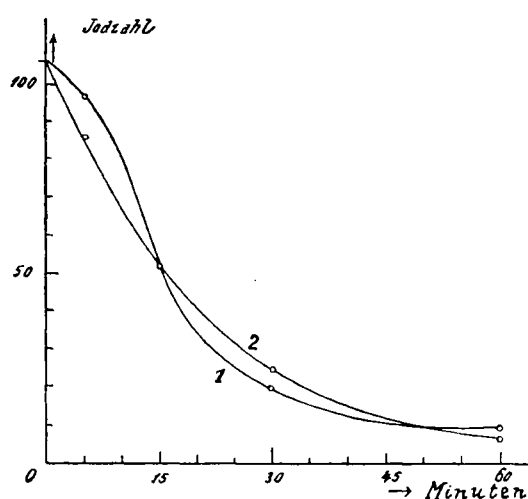


Tafel 16. Wirkungsgrad der Katalysatoren.
Wilbuschewitscher Apparat.
Cottonöl und Tran.

Temperatur 120–165°. — Tourenzahl 2600. — H_2 -Druck = 8 Atm.

der beiden Katalysatoren in dem Wilbuschewitschen Apparat, was seine Ursache darin haben dürfte, daß der Katalysator in dem einen Falle versprüht, in dem anderen Falle mit dem Öl gerührt wird (Kurventafel 16).

Andererseits muß bemerkt werden, daß der Wilb.-Katalysator, wie spätere Versuche zeigten, viel länger seine Wirksamkeit behält, als der Germania-Katalysator, ein Umstand, der von ebenso großer Wichtigkeit ist, als daß der Katalysator im Anfang gut wirkt. Man kann deshalb die zwei Katalysatoren als fast ebenbürtig betrachten, obwohl die Wirksamkeit in dem Zeitraum unserer Versuche sehr verschieden war.



Tafel 17. Verhalten des Katalysators beim Lagern.
Normannscher Apparat.

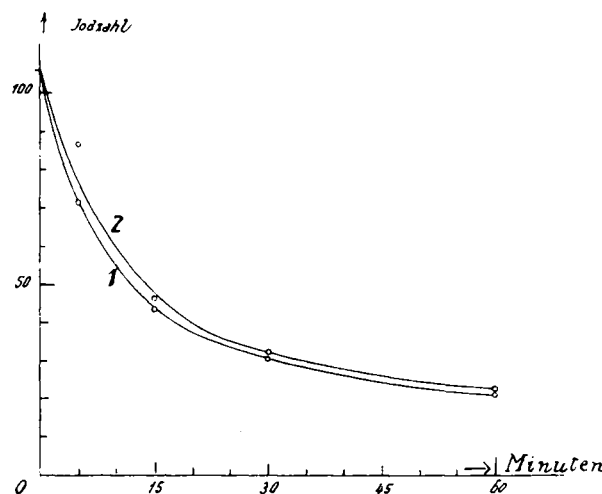
Cottonöl. — Germania-Katalysator; 0,3% Ni.
Temperatur = 170°. — Tourenzahl = 3200. — H_2 -Menge = 50 l/Std.
1. Versuch am 1. Mai 1915. — 2. Versuch am 22. Mai 1915.

Abnahme der Wirkung des Katalysators beim Lagern.

In der Literatur ist oft die Ansicht vertreten worden, daß nur frisch hergestellte Katalysatoren gut wirken, weil dieselben mit der Zeit verderben. Das ist — wie unsere Versuche erkennen lassen —

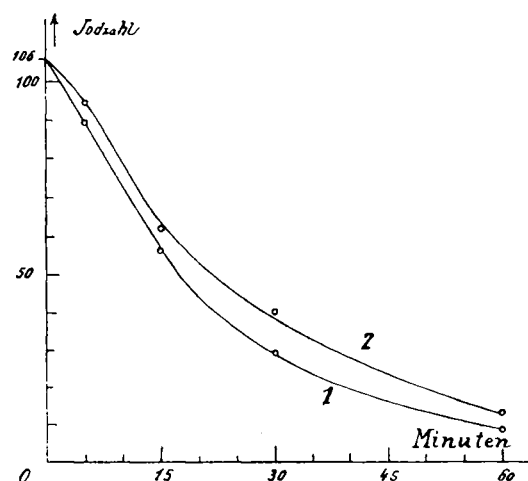
jedoch bei richtiger Behandlung der Katalysatoren und richtiger Aufbewahrung innerhalb eines kürzeren Zeitraumes nicht in dem erwarteten Umfange zu befürchten. Die Versuche, die im Abstand von mehreren Wochen mit Katalysatoren gleicher Lieferung gemacht waren, ergaben nahezu gleiche Resultate. Mit dem Normannschen Apparat, Cottonöl und dem Germania-Katalysator 1 wurden zwei mehrere Wochen auseinander liegende Versuche ausgeführt. Wie Tafel 17 zeigt, fallen die Kurven nahezu zusammen.

Dasselbe zeigen Versuche mit dem Wilbuschewitschen Apparat, dem Wilb.-Katalysator (Kurventafel 18), und ebenfalls zwei Versuche mit Rein-Nickel-Katalysator (Kurventafel 19).



Tafel 18. Verhalten des Katalysators beim Lagern.
Wilbuschewitscher Apparat.

Cottonöl. — Wilb.-Katalysator; 0,15% Ni.
Temperatur = 120–164°. — H_2 -Druck = 8 Atm. — Tourenzahl = 2600.
1. Versuch am 8. April 1914. — 2. Versuch am 28. Mai 1914.



Tafel 19. Verhalten des Katalysators beim Lagern.
Normannscher Apparat.

Cottonöl. — Rein-Nickel-Katalysator; 2,4% Ni.
Temperatur = 170°. — H_2 -Menge = 50 l/Std. — Tourenzahl = 3200.
1. Versuch am 9. Mai 1914. — 2. Versuch am 22. Mai 1914.

Die Versuche mit dem Apparat von Erdmann wurden mehrmals unterbrochen. Diese Unterbrechungen hatten keine Verschlechterung des Katalysators zur Folge, wie die Stetigkeit der Mittellagen der Kurven auf Tafel 14 zeigen.

Wie spätere Versuche gezeigt haben, spielt aber doch die Zeit eine Rolle bei der Wirksamkeit der Katalysatoren. So wurde gefunden, daß nach Ablauf von etwa $\frac{1}{2}$ Jahr der auf Kieselgur niedergeschlagene Katalysator und in noch höherem Maße der Rein-Nickel-Katalysator in seiner Wirksamkeit sehr nachgelassen hatte. Auch das Aussehen des pulverförmigen Katalysators hatte sich geändert, indem seine ursprüngliche dunkelbraune Farbe durch das Lagern allmählich in eine hellbraune verwandelt war. Eine mikroskopische Untersuchung der verschiedenen alten Katalysatoren führte zu keinem Ergebnis, da das Bild außer dem helleren Farbton immer das gleiche blieb.

Die Aufbewahrung unter Öl schützt den Katalysator sehr gut vor Verderben.

(Schluß folgt.)