

**Schriftenreihe**  
des Hauptverbandes der landwirtschaftlichen  
Buchstellen und Sachverständigen e.V.

**HLBS**

**SONDERREIHE**  
Beispiele der agraren Taxation

**HEFT 18**

DR. HELMUT BOHNE

**Forstschaden durch Zement-Immission**



Verlag  
„PFLUG und FEDER“  
53 BONN – OXFORDSTRASSE 2

## V O R W O R T

In der Reihe "Beispiele der agraren Taxation" werden Gutachten von landwirtschaftlichen Sachverständigen veröffentlicht. Es sind Gutachten, die neue Methoden aufzeigen, bewährte Methoden vertiefen oder aus anderem fachlichen Grund Interesse verdienen.

Sie stellen Möglichkeiten dar, Taxationsaufgaben zu lösen. In diesem Sinne sind sie Beispiele. Andere Möglichkeiten sind in wohl jedem Fall denkbar und auch begründbar. Durch Veröffentlichung eines Beispiels wird keiner Lösungsmöglichkeit der Vorzug gegeben. Vielmehr ist es die Aufgabe der Veröffentlichungsreihe, zur Gegenüberstellung unterschiedlicher Ansichten anzuregen und so zur Klärung der meist schwierigen Taxationsprobleme beizutragen.

Der Inhalt der Hefte beschränkt sich auf jeweils nur eine Fragestellung. Wenn ein Gutachten mehrere Fragestellungen behandelt, so wird nur der für die Veröffentlichung entscheidende Teil abgedruckt. Aufzählungen von Unterlagen, die zur Gutachtenerarbeitung verwendet wurden, und andere Gutachtenformalien bleiben hier unberücksichtigt. Personen- und Ortsnamen werden nicht wiedergegeben. Kürzungen sind durch Punkte kenntlich gemacht.

Bonn, im August 1974

Der Herausgeber

## Ü B E R B L I C K

Die gutachtlichen Ermittlungen in dem betroffenen Forst ergaben, daß Zementstaub tödlich gewirkt hat. Hiergegen besagte die herrschende Lehrmeinung, daß der Staub aus Zementwerken nicht nachteilig auf den Pflanzenwuchs wirkt.

Der Gegensatz gab Veranlassung zu umfangreichen Prüfungen: Staubmengenmessungen während eines ganzen Jahres, Staubfallverteilung in den einzelnen Monaten, Staubflugrichtung und -entfernung, die Chemie des Staubs und sein Abbindevermögen.

Blätter und Nadeln der Bäume waren mit dichtem, harten Zementstaubbelag verkrustet. Hier mußte die Assimilation behindert oder aufgehoben sein. Histologische Schnitte zeigten unter dem Mikroskop die schwersten Schäden am assimilierenden Gewebe bis hin zur vollständigen Zellzerstörung. Blattverätzungen zeigten die stark basische Wirkung des immitierten Substrats.

Ein kaum noch nötiger aber sehr einleuchtender Beweis ergab sich anhand der Jahresringe. Zuwachs war minimal oder nahe null, seit stärkere Immissionen auftraten.

Kein Zweifel: die wissenschaftliche Lehrmeinung erwies sich als nicht haltbar, zumindest nicht für den begutachteten Fall.

Der Verfasser



.....

soll laut Beweisbeschuß der 4. Zivilkammer des Landgerichts R. ein schriftliches Gutachten darüber eingeholt werden,

1. ob die dem Kläger gehörenden, in der Gemarkung O. Flur 1 und 15 belegenen Walddistrikte 26e, 26d 1, 260/2 und 240, die zusammen etwa 7,49 ha groß und mit Kiefern, Lärchen und Fichten bestockt sind, seit dem Jahre 1950 infolge der von dem Zementwerk der Beklagten ausgehenden Staubeinwirkung und -ablagerung in ihrem Wachstum nachteilig beeinflußt werden, wie sich diese nachteilige Beeinflussung des Wachstums der Bestände auswirkt, insbesondere, ob seit dem Jahre 1950 ein deutlicher Zuwachsrückgang festzustellen ist, ob die Kiefernbestände fast vollkommen abgestorben und bei den Fichtenbeständen infolge der Staubeinwirkung durch Trocknie eine starke Verlichtung eingetreten ist mit der Folge, daß auch dieser Bestand als verloren angesehen werden muß, ob ferner auch die Lärchen vom Verfall bedroht sind, und ob der Kläger infolge Staubeinwirkung im Herbst 1957 mit dem vorzeitigen Abtrieb der gesamten Bestände beginnen mußte,

- Behauptungen des Klägers -

oder

2. ob die Staubeinwirkung auf den oben genannten Walddistrikten etwa von anderen Zementwerken ausgeht,

3. ob die Walddistrikte 260/2 und 240 keine Krankheitsercheinungen aufweisen,

4. ob die Erkrankung der Bestände in den Distrikten 26 e und 26 d 1 auf andere Ursachen zurückzuführen ist, nämlich insbesondere darauf, daß

a) der Boden zu schwer ist und unter Staunässe leidet,

b) bei der Aufforstung falsche Holzarten gewählt worden sind, da es sich nicht um Nadelholzboden, sondern um Laubholzboden handelt,

c) die in den Beständen angelegten Entwässerungs- und Rabattengräben verfallen sind und die Durchforstung vernachlässigt worden ist,

d) es sich um die erste Waldgeneration handelt,

5. ob ein etwaiger Zuwachsrückgang infolge der Staubeinwirkung auf den genannten Beständen des Klägers schon wesentlich früher als 1950, nämlich schon seit etwa 1930 eingetreten ist.

....

#### Vorbemerkung

Das Problem der Wirkung des von Zementwerken immittierten Staubes auf die belebte Welt, also auf Pflanzen und Tiere, bewegt die interessierten Kreise schon seit vielen Jahren. Während die Besitzer der von dem Staub betroffenen Grundstücke immer und immer wieder betonen, Pflanzen und Tiere - und hier besonders die Milchkühe auf der Weide - würden nachteilig beeinflusst, weist die Zementindustrie auf die Unschädlichkeit des Staubes hin. In dieser ihrer Ansicht wird sie bestärkt durch Berichte wissenschaftlicher Institute, von denen durch Pflanzen- und Tierversuche verschiedenster Art fast immer eher eine vorteilhafte (z.B. düngende) zumindest aber keine nachteilige Auswirkung festgestellt wird. Schon dieser große Unterschied in den Auffassungen zeigt, wie notwendig die Klärung dieser Fragen ist. ....

#### I. Sachverhalt

Aus diesem Gesamtkomplex der Einwirkung des fraglichen Staubes steht die Teilfrage zur Diskussion, ob einige Waldstücke des Klägers in Mitleidenschaft gezogen sind. Betrachten wir das Waldgebiet, zu dem auch die strittigen

Teilstücke gehören, dann erkennen wir schon aus weiter Entfernung die weißlich-graue Färbung der Blätter und Nadeln, die, bei auffallender Sonne, während des ganzen Jahres den herrlichen Anblick einer Landschaft in Reife vermittelt.

Dieses Bild ändert sich, wenn man in die verstaubten Waldstücke hineingeht und sich Bäume und Sträucher von Nahem besieht. Blätter und Nadeln sind von einer je nach den Witterungsverhältnissen unterschiedlich dicken Staubschicht bedeckt, die oftmals zu einer festen Kruste verhärtet. Die Stämme sind besonders an der Anschlagseite grau.

Viele Bäume machen den Eindruck, als ob sie gerade noch leben können und nicht minder viele - und zwar Kiefer und Lärchen - sind bis in die Spitzen verdorrt und abgestorben. Für diesen bei genauer Betrachtung als trostlos zu bezeichnender Zustand des Waldes, glaubt der Kläger, die Auflagerungen des Staubes aus den beiden Werken der Beklagten und damit diese selbst verantwortlich machen zu müssen.

## II. Lage der Grundstücke und ihr Bestand

Die in vorliegender Sache strittigen Waldstücke liegen in der Gemarkung O. Flur 15 und Flur 1. Zur ersten gehören die Parzellen Nr. 26e, 26 d 1 und 26 d 2, während Nr. 240 in Flur 1 liegt. Größe der Waldstücke, Holzart, Alter der Bestände (aus Betriebswerk vom 1.10.1951) sowie Lage und Entfernungen der Mitte der einzelnen Stücke zu den Zementwerken I und II der Beklagten sind aus folgender Zusammenstellung ersichtlich.

Der Übersicht ist weiterhin zu entnehmen, daß die Entfernungen zwischen den Distrikten und dem Zementwerk I 1000 - 1400 m und dem Werk II 1200 - 1500 m betragen. Da alle diese Entfernungen als gering zu bezeichnen sind, kann sich der Staub auf diesen Grundstücken absetzen.

Tabelle I

Distrikt Nr.	Größe ha	Holzart	Alter	Lage zu dem Zementwerk	
				I	II
26 c	3,70	Kiefer Lärche	65 60	1000 m nord- östl.	1200 m nord- östl.
26 d 1	2,51	Kiefer	65	1150 m "	1350 m "
26 d 2	0,69	Fichte	65	1220 m "	1420 m "
24 c	0,59	Kiefer	75	1400 m östl.	1550 m ost- nordöstlich

Von nicht minderer Bedeutung als die Entfernungen sind die Windverhältnisse. Nach Mitteilung des Deutschen Wetterdienstes wurden von 1954 bis 1958 in O. zusammen 43,3 % Winde aus Südwest und West und in R. 41,0 % Winde aus diesen Richtungen registriert. Da die strittigen Waldstücke nordöstlich und östlich der Zementwerke liegen, fiel der Staub während eines großen Teiles des Jahres auf die Bäume hernieder.

### III. Der Betrieb der Beklagten

In den beiden Werken der Beklagten wird schon seit Jahrzehnten Zement hergestellt. Für diesen Zweck stehen seit einigen Jahren nach den mir am 1.6.1960 freundlicherweise gemachten Angaben ein Humboldt-Wärmetauscherofen, ein Trockendrehofen, ein Lepolofen mit doppelter Gasführung und vier Schachtofen mit Staubkammern zur Verfügung. Es würde zu weit führen, wollten wir auf die unterschiedlichen Arbeitsweisen dieser Öfen oder auf alle Einzelheiten bei der Fabrikation des Zementes eingehen. Es genügen vielmehr für unsere Zwecke kurze Angaben über die Herstellung der Klinker, wobei wir unsere besondere Aufmerksamkeit den sog. Abgasen zuzuwenden haben.

Der Arbeitsgang in einer Zementfabrik verfällt im wesentlichen in 3 Abschnitte, nämlich: Die Gewinnung des Rohmehles aus den Rohstoffen, die Herstellung der Klinker aus dem Rohmehl und schließlich die Abkühlung und Mahlung der

Klinker zu Zement. Hat das Ausgangsmaterial nicht die erwünschte vorteilhafte Zusammensetzung (mit 77 % kohlen-sauren Kalk), dann werden die Komponenten Kalkstein und Ton derart miteinander gemischt, daß das aus ihnen ge-wonnene Rohmehl den erstrebenswerten Karbonatgehalt hat. Dieses wird jetzt im zweiten Abschnitt nach vorheriger Be-feuchtung auf 12 - 14 % Wasser in den Brennofen einge-bracht, wo es 5 Zonen durchwandert und zwar

- a) die Trockenzone
- b) die Vorwärmzone
- c) die Kalzinierzone
- d) die Sinterzone
- e) die Klinkerkühlung.

Während in Zone a) lediglich das Wasser verdampft wird, beginnt in Zone b) bei etwa 900 Grad C bereits die sog. Entsäuerung. Dem Ablauf dieses chemischen Prozesses dient der Aufenthalt des Brenngutes in Zone c), der Kal-zinierzone, wobei der Kalkstein in Branntkalk übergeht:  $\text{CaCO}_3 - \text{CaO} + \text{CO}_2$ . Anschließend erfolgt die eigentliche Klinkerbildung in der Sinterzone. Bei einer Temperatur des Brenngutes von 1400 bis 1450 Grad C verbindet sich der Kalk mit Aluminium und Silicium zu Calciumaluminaten und -silikaten. Die Abkühlung der heißen Klinker, bei der es auf die Nutzbarmachung der frei werdenden Wärme ankommt, geschieht im Ofen selbst oder in besonderen Anlagen. Als Brennstoff dient meist fein gemahlene Kohle, die , wie z.B. beim Drehofen, am unteren Ende eingeblasen wird.

Die durch den Luftzug mitgerissenen Bestandteile gelangen nach Passieren evtl. eingebauter Filter durch den Schorn-stein ins Freie. Nach Auskunft der Beklagten mit Schreiben vom 1.6.1960 haben die beiden weiter oben zuerst ge-nannten Öfen seit 1958 Elektrofilter, der Lepolofen die sog. doppelte Gasführung und die 4 Schachtöfen Staub-kammern. Der Staubausswurf beträgt nach der gleichen Quelle bei den Elektrofiltern 1,17 %, bei dem Lepolofen 0,45 % und bei den Schachtöfen 0,50 % der Klinkerproduktion.

Beim Durchströmen des Ofens reichert sich die Luft mit festen und gasförmigen Bestandteilen an und bildet mit diesen zusammen die sog. Abgase. Sie reißt also aus den Zonen a) bis d) festes Brenngut und das im Ofen gebildete Kohlendioxyd ( $\text{CO}_2$ ) mit und befördert sie - desgleichen die bei der Kohleverbrennung frei werdenden Gase (z.B. Schwefeldioxyd  $\text{SO}_2$ ) - nach Passieren des Filters zum Schornstein. Bereits im Ofen und Kamin finden chemische Reaktionen zwischen festen und gasförmigen Bestandteilen statt, so daß die verschiedensten Verbindungen in die Atmosphäre gelangen. Außer Zweifel steht, daß Silicium und Kalk die Hauptbestandteile des den Zementwerken entweichenden Staubes ausmachen, wobei zu beachten ist, daß der Kalk, bedingt durch den Fabrikationsprozeß, in mehreren Bindungsformen (z.B. kohlensaurem Kalk, Branntkalk, Calciumaluminat und Calciumsilikat) vorliegen kann. Daneben wird durch den Wind bei der Zerkleinerung der Rohstoffe und des Klinkers entstandener Staub in die nähere und weitere Umgebung des Werkes geblasen.

#### IV. Die Staubablagerungen

##### 1. Staubmengen

Zur Beurteilung der Menge und Herkunft des auf den Waldstücken niedergehenden Staubes soll im Nachstehenden über denjenigen Teil der im Rahmen eines für das Amtsgericht F. zu erstattenden Gutachtens durchgeführten Staubmessungen berichtet werden, der für den vorliegenden Fall von Bedeutung ist. Hierfür stehen, wie der topographischen Karte \*) zu entnehmen ist, die Ergebnisse von 12 Meßstationen zur Verfügung. Um einen guten Einblick über die in einem längeren Zeitraum niedergehenden Mengen zu erhalten, erstrecken sich die Messungen über die Zeit vom 18.4.1958 bis 24.4.1959. Werden nämlich die Ergebnisse kurzfristiger Messungen - z.B. vierwöchentlicher - als Grundlage für die

\*) hier nicht abgedruckt

Beurteilung des Ausmaßes der Verstaubung über einen längeren Zeitraum verwendet, dann können leicht falsche Schlußfolgerungen gezogen werden. Als Methode zur Ermittlung der Staubmengen bedienten wir uns des von der Landesanstalt für Bodennutzungsschutz in Bochum entwickelten Sedimentationsverfahrens. Hierbei werden 1,5 l fassende Gläser mit einer lichten Weite von 8,9 cm in einer Schutzvorrichtung auf einer Stange so exponiert, daß der obere Rand der Gläser 1,50 m über der Erdoberfläche ist. Fast alle 7 Tage wurden die Gläser ausgewechselt und die in ihnen enthaltenen Staubmengen nach dem Eindampfen gewichtsmäßig ermittelt. Unter Beachtung der 12-monatigen Laufzeit, des meist 7-tägigen Wechsels der Gläser und der 12 Meßstellen fielen insgesamt 559 Einzelsedimente an. Ausschlaggebend für die Auswahl der Meßstellen waren die Lage der beiden Werke der Beklagten und die evtl. noch zu berücksichtigender Zementwerke sowie die der strittigen Waldstücke des Klägers. Hierdurch wurde zugleich der bekannten Erscheinung des Vorherrschens des Winds aus westlichen Richtungen Rechnung getragen. Unter Beachtung der gegebenen Verhältnisse wählten wir Standorte, über die die Luft ungehindert hinwegströmen konnte.

Die Auswertung der Meßergebnisse erfolgte nach dem von der Landesanstalt für Bodennutzungsschutz in Bochum gemachten Vorschlag. Dieser sieht eine Einteilung in Staubpegelzonen auf Grund unterschiedlicher Mengen je qm und Tag gefallenen Niederschlages vor.

Tabelle II

Staubpegelzonen

Zone I	=	<	500 mg/qm/Tag
Zone II	=	500 - 750	mg/qm/Tag
Zone III	=	750 - 1000	" " "
Zone IV	=	1000 - 1500	" " "
Zone V	=	1500 - 2000	" " "
Zone VI	=	2000 - 2500	" " "
Zone VII	=	>	2500 " " "

Werden die Ergebnisse der 12-monatigen Messungen auf g Staub je qm und Tag (bzw. auf g Staub je qm und Monat umgerechnet, und erfolgt danach die Eingruppierung in die genannten Zonen, dann ergibt sich folgende Übersicht:

Tabelle III

Flugstaubabscheidung vom 18.4.58-24.4.1959

Meßstelle Nr.	Niederschlag		Zone
	g/qm/Tag	g/qm/Monat	
13	1,04	31,2	IV
18	0,43	12,9	I
19	0,38	11,4	I
15	0,22	6,6	I
16	0,22	6,6	I
6	0,21	6,3	I
3	0,23	6,9	I
32	0,24	7,2	I
33	0,29	8,7	I
23	0,68	22,4	II
22	0,41	12,3	I
21	0,35	10,5	I

Für die Beurteilung der Menge der Staubablagerungen stehen uns die Ergebnisse der Meßstellen Nr. 13, 18 und 19 zur Verfügung, da sie nahe bei den Zementwerken der Beklagten und den Waldstücken eingerichtet waren. Danach fiel bei Nr. 13 (0,5 km nördl. der Zementwerke und ca. 1 bis 1,5 km westl. der Walddistrikte) in 12-monatigen Durchschnitt 1,04 g Staub/qm/Tag, was als sehr viel bezeichnet werden muß. Etwa 1/3 dieser Menge stellten wir bei den anderen Meßpunkten fest, so daß ihre Standorte in Zone I eingereiht werden mußten. Dies könnte dazu verleiten zu behaupten, die Bäume seien während der angegebenen Meßzeit von nur wenig Staub betroffen worden.

So wertvoll und notwendig die Ermittlung der einen längeren Zeitraum umfassenden Ergebnisse auch ist, so wenig vermögen diese oftmals etwas über die in kürzeren Zeitspannen fallenden Staubmengen auszusagen. So wäre es doch z.B. denkbar, daß die gemäß der täglichen Durchschnittsmenge der 12-monatigen Messungen für Meßstelle Nr. 13 ermittelte Zone IV dadurch zustande gekommen ist, daß in einigen Zeitabschnitten Staubmengen der Zone I oder II, in anderen hingegen solche der Zone V oder VI gefallen sind. Um dem Gericht einen Einblick in die Frage zu ermöglichen, wie es bezüglich der Verstaubung in einzelnen Zeitabschnitten gewesen ist, sind in der nachstehenden Übersicht die vom 18.4. - 30.10.1958 gewonnenen Einzelwerte den Durchschnittszahlen der 12-monatigen Messungen gegenübergestellt.

Tabelle IV

Flugstaubabscheidung vom 18.4. - 30.10.1958

(Einzelwerte)

Gläser gewechselt am	g Staub je qm/Tag bei Meßstelle Nr.		
	13	18	19
18.4.58-24.4.59 (12 Monate)	1,04	0,43	0,38
23. 4.58	1,10	0,27	0,46
2. 5.58	<u>2,28</u>	<u>0,83</u>	<u>0,75</u>
9. 5.58	<u>1,54</u>	<u>0,65</u>	0,39
16. 5.58	<u>2,35</u>	<u>1,02</u>	0,39
23. 5.58	0,99	0,49	0,40
30. 5.58	<u>1,43</u>	0,26	0,47
6. 6.58	<u>1,31</u>	0,23	0,37
13. 6.58	0,64	0,15	0,14
20. 6.58	-	0,14	0,09
27. 6.58	<u>1,22</u>	0,40	0,51
4. 7.58	-	<u>0,53</u>	0,27
11. 7.58	-	<u>0,54</u>	<u>0,56</u>

Gläser gewechselt am	g Staub je qm/Tag bei Meßstelle Nr.		
	13	18	19
18. 7.58	0,72	<u>0,64</u>	<u>0,52</u>
25. 7.58	0,43	<u>0,55</u>	0,40
31. 7.58	0,48	<u>0,55</u>	<u>0,55</u>
8. 8.58	0,25	<u>0,62</u>	<u>0,84</u>
15. 8.58	<u>1,89</u>	<u>0,81</u>	<u>0,64</u>
22. 8.58	0,83	<u>0,58</u>	0,20
11. 9.58	0,36	0,34	0,29
18. 9.58	-	0,22	0,31
25. 9.58	<u>2,24</u>	0,36	0,23
2. 10.58	<u>2,36</u>	<u>0,54</u>	<u>0,52</u>
9. 10.58	<u>2,54</u>	<u>0,62</u>	0,27
16. 10.58	0,96	<u>0,68</u>	<u>0,73</u>
23. 10.58	0,40	<u>0,68</u>	0,48
30. 10.58	0,35	-	-

Schon bei oberflächlicher Betrachtung erkennen wir, wie sehr die Mittelwerte langfristiger Beobachtungen über den wahren Sachverhalt hinwegtäuschen können. So fielen z.B. in den Wochen der unterstrichenen Zahlen Mengen, die zu einer staubreichereren Zone gehören als der einjährige Durchschnittswert.

In der Zeit vom 25.4. bis 16.5.1958 wurden bei den Meßstellen Nr. 13 und 18, welche die Waldstücke umschließen, deutlich über den zugehörigen Jahresdurchschnittswerten liegende Staubmengen ermittelt. Dasselbe gilt auch noch für mehrere andere Zeitaabschnitte.

Fassen wir die aus den 12-monatigen Durchschnittswerten und den Einzeldaten der Tabelle IV gewonnenen Erkenntnisse zusammen, dann muß folgendes hervorgehoben werden:

1. Die einjährigen Durchschnittswerte gewähren keinen ausreichenden Einblick in die wahren Verhältnisse der Verstaubung der Waldstücke;

2. In mehreren Zeitabschnitten fiel erheblich weniger Staub, als dem Jahresdurchschnitt entspricht;
3. In vielen Fällen setzte sich im Umkreis und Bereich der strittigen Distrikte weit mehr Staub ab als im Jahresdurchschnitt.

Aber auch mit diesen Ausführungen sind die Verhältnisse in vorliegender Sache betreffs der täglich niedergehenden Staubmengen noch nicht erschöpfend dargelegt. Ebenso sehr, wie die Wochenwerte häufig viel höher liegen als der Jahresdurchschnittswert, schwanken nach unseren Feststellungen auch die Mengen des täglich fallenden Staubes. Greifen wir zur Erläuterung dieses Gesichtspunktes ein Beispiel heraus.

In der Zeit vom 25.4. bis 2.5.1958 ging bei Meßstelle Nr. 18, also in nächster Nähe der Waldstücke, durchschnittlich 0,83 g Staub/qm/Tag nieder. Unter Beachtung der Schwankungsbreiten der Wochenwerte dieser Meßstation (im Extremfalle 1:7) leuchtet uns leicht ein, daß dieser Mittelwert dadurch zustande gekommen sein kann, daß sich an einem Tage oder sogar an mehreren Tagen dieser Woche kein oder fast kein Staub absetzte, an anderen hingegen Mengen von 1 bis 3 g, woraus sich dann der genannte Durchschnittswert von 0,83 g errechnete. Hat sich aber erst einmal an einem Tage oder gar an mehreren Tagen hintereinander eine 1 bis 5 g qm/Tag entsprechende Menge Staubes Blättern und Nadeln der Bäume aufgelagert und sich dadurch eine dicke Staubschicht oder -kruste gebildet, dann werden an darauffolgenden Tagen niedergehende kleine und kleinste Staubmengen von dieser Schicht festgehalten, wodurch diese immer dichter und dicker wird.

An dieser Stelle soll einmal darauf aufmerksam gemacht werden, daß sich die täglichen Staubmengen während 24 Stunden, d.h. also unter Mitwirkung der sich während die-

ses Zeitraumes wiederholt ändernden atmosphärischen Verhältnisse, durch welche chemische Umsetzungen von Staubbestandteilen stattfinden, auf den Blättern und Nadeln der Bäume absetzen. Da sich dieser Vorgang der Verstaubung auch nicht annähernd im Versuch nachahmen läßt, ist es allein schon dieses Mangels wegen verständlich, warum durch wissenschaftliche Bestäubungsversuche zum Studium des Einflusses des Staubes aus Zementwerken auf Pflanzen fast durchweg die Unschädlichkeit dieses Staubes erwiesen wird (1).

Zusammenfassend muß somit hervorgehoben werden, daß sich in dem interessierenden Bereich häufig weit über 1 g liegende Mengen Staub je qm und Tag absetzen. Diese Aussage wird noch durch Ergebnisse von Staubmessungen erhärtet, die wir vom 2.6. bis 29.9.1961 zur Klärung einer anderen Frage durchführten. Bei der Meßstelle, die etwa 500 m nordöstlich der Werke der Beklagten und somit ziemlich in der Mitte zwischen diesen und den geschädigten Waldstücken exponiert war, wurden die nachstehend angegebenen Werte ermittelt.

Tabelle V

Flugstaubabscheidung vom 2.6. - 29.9.61

<u>Datum</u>	<u>g/Staub/qm/Tag</u>
9. 6.	1,00
16. 6.	0,89
23. 6.	1,42
30. 6.	1,63
7. 7.	1,28
14. 7.	2,01
21. 7.	1,84
28. 7.	3,29
4. 8.	3,00
11. 8.	1,12
18. 8.	3,81

Datum	g/Staub/qm/Tag
25. 8.	2,33
1. 9.	1,27
15. 9.	2,62
22. 9.	0,59
29. 9.	2,51
∅	1,91

Beträgt schon der Durchschnitt dieser fast 4-monatigen Messungen 1,9 g Staub qm/Tag und wurden als Mittel von 7 Tagen mitunter mehr als 3 g festgestellt, dann können wir unter Beachtung der vorstehend gemachten Ausführungen über die täglichen Schwankungen leicht ermessen, welche enormen Mengen Staubes an einzelnen Tagen im Bereich der Waldstücke niedergegangen sind.

Diese Befunde decken sich weitgehend mit denen, die von anderer Seite festgestellt wurden (2). Von der Landesanstalt für Bodennutzungsschutz in Bochum wurden vom 30.5. bis 19.10.1950 im Gebiet O. Flugstaubmessungen durchgeführt. Ein Vergleich unserer Befunde mit denen dieser Anstalt ist deshalb besonders angebracht, weil die gleiche Methode einschließlich Auswertung der Ergebnisse angewendet wurde. Eine Meßstation war etwa 600 m östlich und eine andere 1750 m nordöstlich der Werke der Beklagten eingerichtet. Bei der Auswertung der während dieser 4 1/2-monatigen Messungen gewonnenen Werte wurde das um diese beiden Meßpunkte gelegene Gebiet - und somit auch das der strittigen Waldstücke - in Zone IV eingruppiert. Dies aber besagt, daß wie Tabelle II zu entnehmen ist, daß im Durchschnitt 1,0 bis 1,5 g Staub je qm und Tag niedergegangen sind. Rufen wir uns noch einmal die Darlegungen über die Schwankungsbreiten der sich täglich absetzenden Staubmengen ins Gedächtnis zurück, dann erkennen wir, daß auch im Sommer und Herbst 1958 ein enormer Staubbefall der Bäume zu verzeichnen war.

Wenn von der Landesanstalt für Bodennutzungsschutz im Jahre 1950 eine beachtlich stärkere Verstaubung in dem interessierenden Bereich festgestellt wurde, als von uns bei den 12-monatigen Messungen (von April 1958 bis April 1959), dann deshalb, weil, wie in Abschnitt III betont, die Beklagte im Jahre 1958 an 2 Öfen Elektrofilter angebracht hat und seit ungefähr der gleichen Zeit einen Lepolofen mit doppelter Gasführung in Betrieb hat. Den Bemühungen der Beklagten ist es somit zu verdanken, daß der Staubauswurf in die Umgegend erheblich weniger geworden ist, was jeder dort Wohnende immer wieder bestätigt.

## 2. Quelle des Staubes

Und damit leiten wir zu der Frage über, welches die Emissionsquelle für den auf den Waldstücken niedergehenden Staub ist. Stammen diese Ablagerungen, so wünscht das Gericht zu wissen, von den Werken der Beklagten oder gehen diese Einwirkungen - gemäß Abschnitt 2 Frage 1 des Beweisbeschlusses vom 21.XII.1960 - von anderen Zementwerken aus. Bei den hier in Erwägung zu ziehenden Unternehmen handelt es sich um die Werke G, K und E. Diese liegen, wie der topographischen Karte zu entnehmen ist, 4,5 bis 5 km süd-südwestlich von den strittigen Waldstücken entfernt.

Bevor die obige Frage beantwortet werden kann, muß klargestellt werden, wie weit der von einem Zementwerk emittierte Staub fliegt. Im 2. Teil der Tabelle III sind die Meßstellen Nr. 15, 16 und 6 angegeben. Nr. 15 liegt 4 km nordnordöstlich, Nr. 16 ca. 6 km nordnordöstlich und Nr. 6 ca. 5,5 km östlich der Werke der Beklagten. Bei diesen 3 Meßpunkten wurde im Durchschnitt der 12-monatigen Messungen übereinstimmend 0,2 g Staub/qm/Tag ermittelt. Da auch in von Industrien freien Gegenden im allgemeinen 0,15 bis 0,2 g Staub/qm/Tag gemessen wird, muß gefolgert werden, daß die Emissionen der Zementwerke, abgesehen von Tagen mit besonderer Witterungs- und von besonders gelagerten topo-

graphischen Verhältnissen, kaum weiter fliegen als 5 km. Diese Feststellung wird für die 3 anderen oben genannten Zementwerke bestätigt durch die im 3. Absatz der Tabelle III eingetragenen Daten. Danach gingen bei Meßstelle Nr. 3 (4,5 km östlich der Werke) im 12-monatigen Durchschnitt 0,23 g, bei Meßstelle Nr. 32 (4 km nordnordwestlich) 0,24 g und bei Nr. 33 (5 km nordnordwestlich) 0,29 g Staub/qm/Tag nieder. Diese letzte Meßstation liegt nur 1,7 km nordwestlich der Werke der Beklagten, was sich in dem etwas höheren Wert kundtut. Die von der Landesanstalt für Bodennutzungsschutz im Jahre 1950 in nächster Nähe der beiden letztgenannten Meßstellen angestellten Messungen führten zu einer Eingruppierung in Zone II (0,5 - 0,75 g Staub/qm/Tag). Und schließlich geben noch die im letzten Teil der Tabelle III wiedergegebenen Zahlen zu erkennen, wie schnell die niederfallenden Staubmengen - auch bei der Hauptwindrichtung SW- mit fortschreitender Entfernung von der Emissionsquelle abnehmen. Von 0,68 g Staub bei Nr. 23 (etwa 1,5 km nordöstlich der drei Werke) über 0,41 g bei Nr. 22 (2,5 km nordöstlich) sinken sie auf 0,35 g bei Nr. 21 (3,7 km nordöstlich) ab. Dabei muß wieder beachtet werden, daß die Meßstelle Nr. 21, die nur 1,6 km südöstlich der Werke der Beklagten eingerichtet war, oftmals deutlich sichtbar unter deren Einfluß lag.

Insgesamt betrachtet sei somit festgestellt, daß

- a) die Verstaubung der Bäume der strittigen Distrikte durch Ablagerungen aus den beiden Werken der Beklagten verursacht ist und
- b) Staubablagerungen von anderen Zementwerken so verschwindend gering sind, daß sie sich nicht nachteilig auswirken können.

### 3. Zusammensetzung des Staubes

Da für die Beantwortung der noch zu behandelnden Fragen einer eventuellen Schädlichkeit des sich auf den Bäumen absetzenden

Staubes seine Zusammensetzung und Eigenschaften bekannt sein müssen, wollen wir uns zunächst mit diesen vertraut machen. In Abschnitt III dieses Gutachtens war bei Besprechung der Abgasbildung bereits erläutert worden, daß Silicium und Kalk Hauptbestandteile des Staubes sein müssen. Und in der Tat bestätigte die Analysierung einer großen Zahl in den Meßgläsern aufgefangener Sedimente, daß diese im allgemeinen 30 - 40 % Kalk und 15 - 20 % Kieselsäure ( $\text{Si O}_2$ ) und außerdem stark wechselnde Mengen Schwefel und gewisse Anteile an Eisen und Aluminium enthalten. Nicht unerwähnt bleiben soll, daß wir um 1 % Kali ( $\text{K}_2\text{O}$ ) und im Durchschnitt außerdem bis 0,1 % Fluor ermitteln konnten. Dabei zeigte sich wiederholt, daß nicht nur an derselben Meßstelle von Woche zu Woche - und somit auch von Tag zu Tag - sondern auch während des gleichen Zeitraumes, aber in unterschiedlicher Entfernung aber gleicher Himmelsrichtung zu den Zementwerken Staub stark differenzierter Zusammensetzung niederfällt. - Die in folgender Übersicht eingetragenen Gehalte an den wichtigsten Komponenten aufgefangener Sedimente mögen dies erhellen.

Tabelle VI

Gehalte der Immissionen an den wichtigsten Bestandteilen  
Zeitraum

	B e s t a n d t e i l e			
	$\text{SiO}_2$	$\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{CaO}$	$\text{SO}_3$
500 m östlich der Zementwerke				
21.-27.10.61	17,19	n.b.	29,42	34,56
28.10.-3.11.61	17,19	5,02	31,02	9,80
18.-24.11.61	16,10	6,24	37,12	13,13
1200 m östlich der Zementwerke				
21.-27.10.61	16,66	n.b.	28,75	47,44
28.10.-3.11.61	16,53	6,11	23,66	11,56
18.-24.11.61	18,38	7,80	29,64	18,18

Während die Anteile an Kieselsäure und Sesquioxiden (Eisen und Aluminium) bei den Stäuben von der 500 m östlich der Werke der Beklagten eingerichteten Meßstelle in den 3 einzelnen Wochen praktisch auf gleicher Höhe liegen, schwanken die Werte für Kalk von 29,42 % bis 37,12 % und die für Schwefel ( $\text{SO}_3$ ) sogar von 9,80 bis 34,56 %. Nicht anders ist es bei der 1200 m östlich der Werke gelegenen Station; auch hier gute Übereinstimmung der Silicium- und Sesquioxyszahlen, aber große Unterschiede bei Kalk und Schwefel von Woche zu Woche.

Die beim Transport des Staubes in der Luft stattfindende Entzischung geht aus dem Vergleich der Gehaltzzahlen der während des gleichen Zeitraumes aber in unterschiedlich weiter Entfernung von den Zementwerken niedergegangenen Sedimente hervor. So enthielt der vom 18.-24.11.61 500 m östlich der Werke aufgefangene Staub 37,12 % und bei 1200 m hingegen 29,64 % Kalk. Und weiterhin fanden wir in dem Staub vom 21.-27.10.61 bei 500 m Entfernung 34,56 %, bei 1200 m demgegenüber 47,44 %  $\text{SO}_3$ . Diese Beispiele könnten noch um viele erweitert werden, jedoch soll dies in einem anderen Zusammenhange erfolgen.-

Unsere Befunde widerlegen somit die verschiedentlich in die Diskussion geworfene Behauptung, die Immissionen eines Zementwerkes hätten, unabhängig von der Stelle ihres Absetzens, immer die gleiche chemische Zusammensetzung. Sie verraten darüberhinaus aber noch, wie wenig Sachkunde - besonders auch manchmal von wissenschaftlicher Seite - an den Tag gelegt wird, wenn Bestäubungsversuche zum Studium des Einflusses des Staubes aus Zementwerken auf Pflanzen mit einem von der Zementindustrie zur Verfügung gestellten sog. "repräsentativen" d.h. einheitlich zusammengesetzten Staub durchgeführt werden (1).

#### 4. Eigenschaften des Staubes

Zwei Eigenschaften sind für diesen auf den Grundstücken der Land- und Forstwirte niedergehenden Staub - und nur dieser ist bei derartigen Betrachtungen von Interesse - kennzeichnend. Seine Reaktion (pH-Wert) liegt zwischen 8 und 12. Dies beweist, daß ein Teil des in reichlicher Menge vorhandenen Kalkes in basisch wirksamer Form vorliegt, so daß in Anwesenheit von Feuchtigkeit Hydroxylionen (OH) vorhanden sind. Wegen seines Abbindevermögens, das sehr oft im Freien z.B. auf Weidedrähten, Lichtleitungen u.a.m., denen harte Krusten anhaften, wahrgenommen wird, ist immer wieder zu hören, der von den Zementwerken immittierte Staub sei Zement. Auf Grund unserer Erkenntnisse wollen wir die Staubauflage definieren als stark kalk- und kieselsäurereichen, basisch wirksamen, abbindungsfähigen Staub, dessen Verhalten, zumindest in Gegenwart von Feuchtigkeit, dem des Zementes sehr nahesteht.

Demgegenüber betont die Zementindustrie, der Staub sei Rohmehl, d.h., die Mischung der für die Zementherstellung erforderlichen Rohstoffe (Kalkstein, Ton, Mergel). Soll auch nicht in Abrede gestellt werden, daß ein Teil des den Zementwerken entweichenden Staubes nicht abbindungsfähiges Rohmehl ist, so muß der andere Teil bis zu einem gewissen Grade der Hitze im Ofen ausgesetzt gewesen sein, wodurch er erhärtungsfähig wurde (s. Abschn.III: Entstehung der Abgase).

Einen instruktiven Einblick in das Abbindevermögen des den Pflanzen auflagernden Staubes aus Zementwerken vermitteln zwei Abbildungen, die dem Gutachten beigelegt werden \*).

#### V. Die Staubeinwirkungen

##### 1. Schädigungen der Bäume durch den Staub

Die dichte, harte Kruste auf der Oberseite der Blätter und

\*) hier nicht abgedruckt.

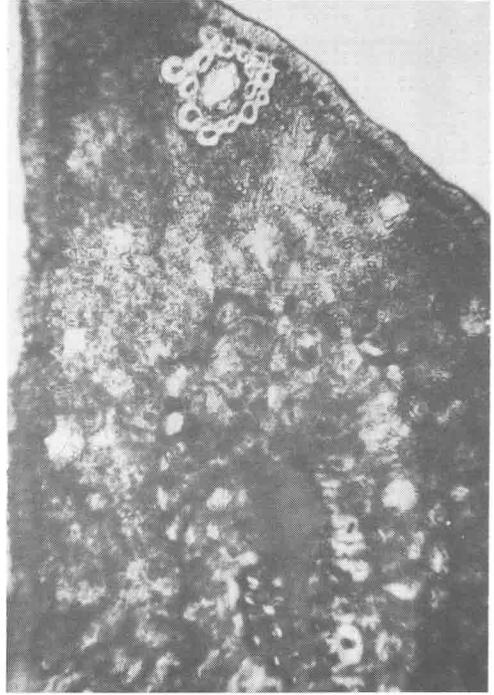
um die ganze Nadel herum, deren Poren verstopft sind, beeinträchtigt die Pflanze in ihrem Wachstum. Der Gasaustausch kann nicht in den für ein gutes Gedeihen erforderlichen Maße stattfinden. Die Blätter und Nadeln der Bäume sind aber nicht nur bei der Aufnahme des Kohlendioxyds aus der Luft behindert, sondern auch noch in der Umwandlung des für sie unentbehrlichen Nährstoffes (Kohlenstoff) in die chemischen Vorstufen des Holzes. Bei diesem physiologischen Prozeß wirkt nämlich das Sonnenlicht mit, das wegen der dicken Kruste auf den Pflanzen nicht in hinreichendem Maße in das Innere der Zellen eindringen kann. Wegen des Lichtentzuges kann außerdem das ebenfalls bei der Assimilation beteiligte Blattgrün aufhellen, wodurch seine Aktivität gemindert ist.

Daneben wirkt auch die hohe Alkalität der Staubaufgabe auf Blätter und Nadeln ein. Wie oben ausgeführt, beträgt der pH-Wert des Staubes 8 - 12, ein Zeichen dafür, daß Hydroxylionen ( $\text{OH}$ ) vorhanden sind. Da die Pflanzenzelle das Bestreben nach einem Ausgleich zwischen der Konzentration der Zellflüssigkeit und der außerhalb der Zelle befindlichen Flüssigkeit hat, gibt sie Wasser an die Außenlösung ab, was plasmolytische Schäden zur Folge haben kann. Darüber hinaus dringt in vorliegenden Fällen die alkalische Lösung (Hydroxylionen) in das Zellinnere ein, wo diese Ionen, als Pflanzengift, auf lebensnotwendige Zellbestandteile nachteilig einwirken.

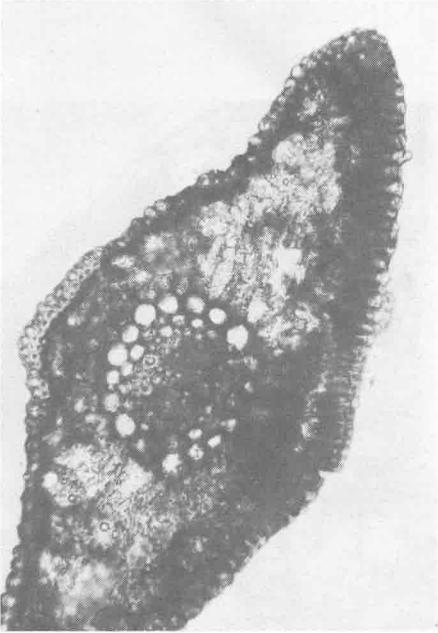
Dies konnte von Cazja an von mir aus den strittigen Waldstücken besorgten verstaubten Pflanzenproben - und zwar an Kiefern, Fichten, Lärchen, Eichen und Hasel - durch mikroskopische Untersuchungen bestätigt werden (3).



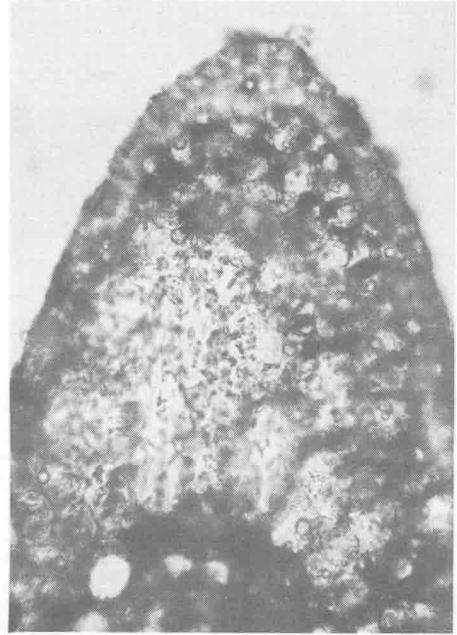
**Abb. 1:** Kiefer aus staubfreier Gegend  
Nadel-Querschnitt: gesund



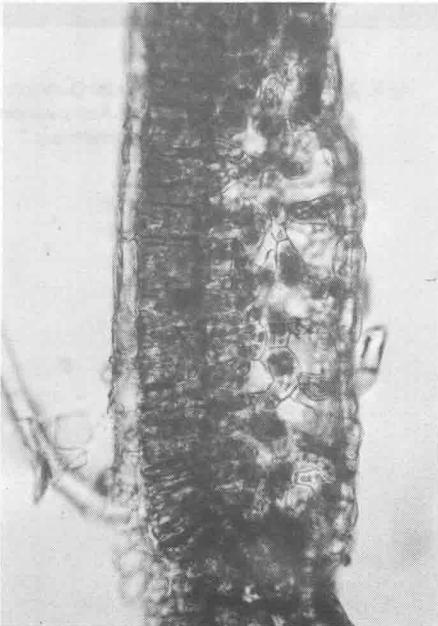
**Abb. 2:** Kiefer aus 26 d 1, Nadel-Querschnitt:  
schwerste Schäden d. Assimilationsge-  
webes v.d. Spaltöffnungen aus



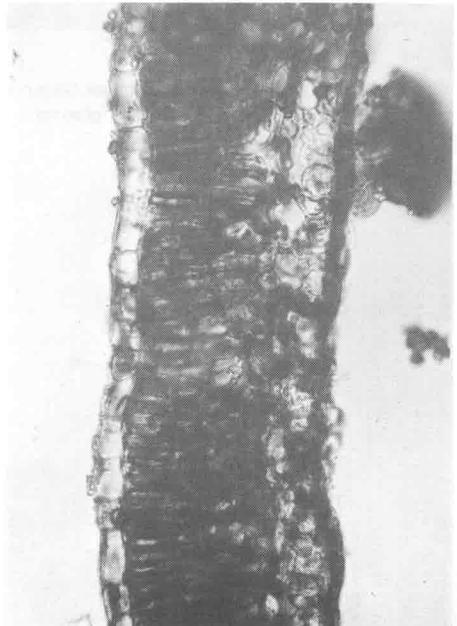
**Abb. 3:** Lärche aus staubfreier Gegend  
Nadel-Querschnitt: Gewebe gesund



**Abb. 4:** Lärche aus 26 c  
Nadel-Querschnitt: schwerste Schäden  
des assimilierenden Gewebes



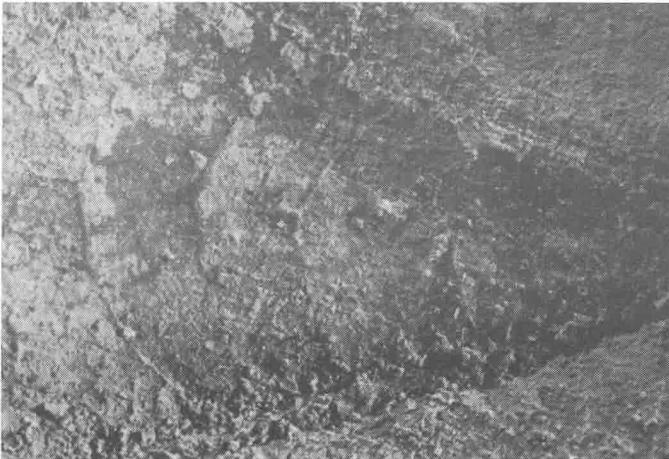
**Abb. 5:** Haselblatt aus staubfreier Gegend  
Blatt-Querschnitt: gesund



**Abb. 6:** Haselblatt aus 24 cm  
Blatt-Querschnitt: Blattzellen völlig  
zerstört

Dem Land- und Forstwirt ist übrigens schon sehr lange bekannt, daß ein zu alkalischer Boden, d.h. ein Boden mit zu viel Hydroxylionen, die Pflanzen mehr in ihrem Wachstum behindert als ein zu saurer. In diesem Zusammenhange sei lediglich noch darauf hingewiesen, daß außer Hydroxylionen auch wasserlösliche Salze des Staubes in das Zellinnere eindringen und Schäden (Salzschäden) verursachen können.

Jeder im Laboratorium Arbeitende kennt die unangenehmen Schmerzen, die dadurch entstehen, daß durch Zufall Hand oder Mund mit Laugen (Hydroxylionen) in Berührung kommen, wodurch die Haut zerstört wird. Ähnliche Zerstörungen können wir auch an mit Staub aus Zementwerken bedeckten Pflanzen feststellen. Wiederum sind es in erster Linie die basisch wirksamen Bestandteile, die Hydroxylionen, die diese Verbrennungen und Verätzungen an der Blattoberseite hervorrufen. Folgendes Foto zeigt einen Teil eines mit einer Staubkruste bedeckten Eichenblattes, auf dem der große gelbe Fleck die Verätzungen deutlich widerspiegelt.



**Abb. 7:** Teil eines Eichenblattes aus 26c  
Gelber Fleck: Verätzung

Ganz gleich, von welcher Seite aus wir die Einwirkung dieser Staubkrusten auf den grünen Pflanzen betrachten, sie hat in jedem Falle eine ungünstige Beeinflussung des Assimilationsvorganges zur Folge.

Auch die Poren der Rinden von Ästen und Stämmen der Bäume werden durch den sich verhärtenden Staub verstopft, wodurch der Luftaustausch behindert wird. Dadurch sind die Rinden besonders an der Anschlagseite grau verfärbt.

Die in dem Beweisbeschluß unter Nr. 1 gestellte Frage, ob die Bäume durch die Staubablagerungen in ihrem Wachstum nachteilig beeinflußt werden, muß auf Grund vorstehender Ausführungen eindeutig bejaht werden.

2. Auswirkungen der Schädigungen auf das Wachstum der Bäume  
Die dargelegten Schädigungen der Nadeln und Blätter und die Verstopfungen der Rinden haben selbstverständlich Schäden für den Waldbesitzer zur Folge. Dies wird verständlich, wenn wir uns vor Augen halten, daß das Holz zum größten Teile aus Zellulose (etwa  $\frac{2}{3}$ ) besteht und beachtliche Mengen Lignin enthält. Die erstgenannte Verbindung gehört chemisch gesehen zu den Kohlehydraten. Diese werden aus dem bei der Assimilation aufgenommenen Kohlenstoff unter Mitwirkung von Sauerstoff und Wasserstoff über verschiedene Zwischenstufen (wie z.B. Zucker) durch mehrere Zusammenlagerungen gebildet.

Wenn aber die grünen Pflanzenteile wegen der Auflage des Staubes aus Zementwerken ihrer Aufgabe, der Assimilation, nicht in erforderlichem Maße nachkommen können, dann beantworten sie diese Beeinträchtigungen durch schlechteres Wachstum, was sich bei Bäumen - wirtschaftlich betrachtet - in einem geringeren Holzzuwachs widerspiegelt.

Diese an sich selbstverständliche Feststellung läßt sich leicht beweisen. Bekanntlich bildet jeder Baum alljährlich

einen Jahrring. Die Abstände von Ring zu Ring sind im allgemeinen je nach Baumart verschieden groß. Wachstumshemmende Einflüsse wie z.B. zu enger Stand wegen unzureichender Durchforstung führen häufig zu einer Verengung des Jahrringabstandes, eine Erscheinung, die sich nach Behebung der Ursache wieder ändert. Daß auch industrielle Immissionen nachteilig auf das Wachstum der Bäume einwirken können, d.h. sich zuwachsmindernd bemerkbar machen, wurde von Wentzel beim Studium der Jahrringbreiten eines von Rauchgasen betroffenen Kiefernbestandes nachgewiesen (4).

Zur Bestätigung unserer Aussage über die wachstumsmindernde Wirkung einer Kruste aus Staub aus Zementwerken auf Nadeln und Blättern untersuchten wir die Jahrringbreiten mehrerer Kiefern, Fichten, Lärchen und von 2 Pappeln. Wir beschränkten uns dabei auf die Steckscheiben und ermittelten zur Ausschaltung der Exzentrizität aus 3 je Scheibe mit der Fadenlupe auf 1/10 mm genau durchgeführten Ablesungen das Mittel. Zwei Abbildungen vermitteln zunächst einmal einen guten Einblick in die bei den beiden Pappeln vorliegenden Verhältnisse.



**Abb. 8:** Pappelscheibe; 1,7 km östlich der Zementwerke  
Verengung der Jahrringbreiten seit 1950



**Abb. 9:** Pappelscheibe; 6,5 km östlich der Zementwerke  
Keine Verengung der Jahrringbreiten seit 1950

Die Unterschiede in den Jahrringbreiten beider Pappelscheiben sind deutlich sichtbar. Während die Jahrringe bei dem im Einflußbereich der Zementwerke der Beklagten gewachsenen Baum etwa ab 1950 viel näher aneinander liegen, als in den vorhergehenden Jahrzehnten, konnte diese weit über das altersbedingte Ausmaß hinausgehende plötzliche Verengung in 6,3 km Entfernung nicht mehr wahrgenommen werden. Die nachstehende Übersicht vermag diese Feststellung zu erhärten:

Tabelle VII

Durchschnittl. Jahrringbreiten in mm v. 2 Pappeln

Zeitspanne	Lage z. Zementwerk	
	1,7 km östl.	6,5 km östl.
1925 - 30	8,5	7,1
1931 - 40	7,7	8,7
1941 - 50	6,1	9,1
1951 - 60	3,8 (i)	8,9

Die nach der Währungsreform im Jahre 1948 einsetzende starke Belebung der Wirtschaft führte auch bei der Zementindustrie zu einer beachtlichen Produktionssteigerung. Setzen wir die Mengen des in den für die Schäden in Betracht kommenden Werken von 1947 - 50 hergestellten Klinkers = 100, dann erhöhte sich die Produktion laut Schreiben der Beklagten vom 1.6.60 und vom 12.4.62 von 1951 - 60 auf 268. Im letzten Jahrzehnt hat somit eine Ausweitung der Produktion auf mehr als das 2 1/2-fache stattgefunden. Da der Einbau von Filtern zum Abfangen des Staubes erst in den letzten 3 - 4 Jahren intensiv vorangetrieben worden ist, blieb es vorher nicht aus, daß einer erhöhten Zementproduktion ein vermehrter Staubauswurf parallel lief. Dies wiederum hatte eine stärkere Krustenbildung auf Nadeln und Blättern der Bäume zur Folge, wodurch die Assimilation im letzten Jahrzehnt (1951 - 60) mehr beeinträchtigt wurde als in früheren. Für dieses sehr überzeugende Beispiel sei noch vermerkt, daß beide Pappeln frei standen und auf tonigen Lehm neben einem kleinen Bach, also unter gleichen Bedingungen, groß geworden sind.

Kaum anders als bei der Pappel liegen die Verhältnisse bei den Bäumen der strittigen Waldstücke. Wiederum erkennen wir an der Stockscheibe den enorm starken Rückgang der Jahrringbreiten in den letzten Jahren als Merkmal eines wachstums-mindernden Einflusses.



**Abb. 10:** Kiefernzscheibe aus 26 d 1  
Plötzlicher Zuwachsrückgang im letzten Jahrzehnt

Für 10 Kiefern, 3 Fichten und 2 Lärchen sind die Jahrringbreiten für die Jahrzehnte von 1911 bis 1960 nachstehend wiedergegeben:

Tabelle VIII

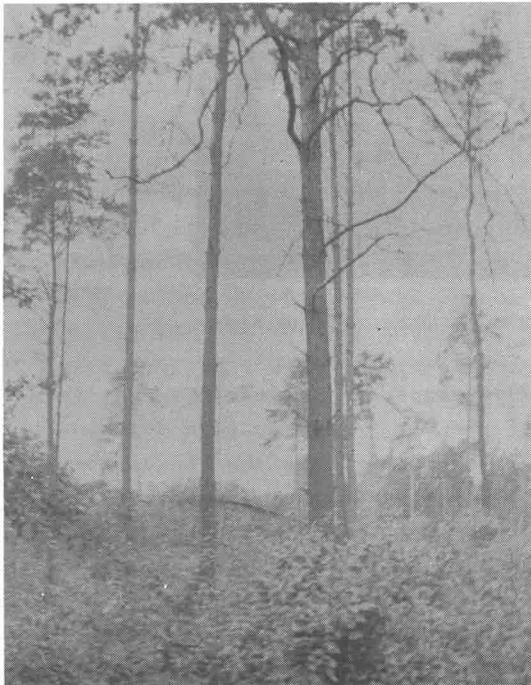
Durchschnittl. Jahrringbreiten in mm von Kiefern,  
Fichten und Lärchen

Scheibe- Nr.	1911- 1920	1921- 1930	1931- 1940	1941- 1945	1946- 1950	1951- 1955	1956- 1960
Kiefern							
26 c I	2,1	2,3	2,5	1,8	2,0	2,2	0,7
II	2,0	1,5	1,1	1,1	1,0	0,8	0,4
III	3,7	2,1	1,0	0,5	0,7	0,7	0,4
26 d I	3,5	2,1	1,6	1,4	0,9	1,0	0,4
1 II	2,5	2,8	2,8	2,8	2,2	2,0	0,8
III	1,7	1,5	1,5	0,9	0,8	0,8	0,3
IV	2,5	1,6	1,5	1,4	0,6	0,6	0,4
24 c I	4,9	3,6	2,2	0,9	0,6	0,6	0,3
II	2,6	1,4	1,3	0,8	0,3	0,7	0,1
III	1,9	1,7	1,6	0,5	0,7	0,9	0,7
Fichten							
26 d I	3,2	1,5	1,5	1,2	0,5	0,7	0,3
2 II	-	2,9	1,2	0,6	0,6	0,2	0,3
III	1,4	1,7	1,5	1,0	0,5	0,8	0,4
Lärchen							
26 c I	5,8	5,7	2,1	1,8	2,2	1,6	0,8
II	4,1	3,7	1,9	1,4	1,7	1,1	0,7

Bei fast allen Scheiben ist der plötzliche Rückgang der Jahrringbreiten in den letzten 5 Jahren (1956-1960) ins Auge fallend. In diesem Zeitraum hat fast kein Dickenwachstum mehr stattgefunden. Hier könnte man auf einen gewissen Gegensatz zu dem Verlauf der Jahrringbreiten bei der Pappel, wo die plötzliche Verengung bereits ab etwa 1950 zu verzeichnen ist, verweisen. Die Nadelhölzer haben zum Teil die ersten Jahre

des durch die verstärkte Produktion erhöhten Staubaufwurfes im Hinblick auf ihr Dickenwachstum anscheinend besser überstanden, sind aber physiologisch während dieses Zeitraumes (1950-1955) derart geschwächt worden, daß zumindest die Kiefern ab der 2. Hälfte des letzten Jahrzehntes schlagartig vertrockneten. Die Pappel hingegen gibt während ihrer Belaubung äußerlich kaum etwas zu erkennen, verrät aber an ihren Jahrringen, daß auch sie mit der Staubauflage zu kämpfen hat.

Die von dem Gericht aufgeworfene Frage, ob seit dem Jahre 1950 ein deutlicher Zuwachsrückgang festzustellen ist, muß auf Grund unserer Untersuchungen dahingehend beantwortet werden, daß nicht so sehr seit 1950, wohl aber seit 1956 ein sehr deutlicher Zuwachsrückgang wahrnehmbar ist. Die Kiefern sind praktisch völlig abgestorben.



**Abb. 11:**  
Restbestand von 26 c



**Abb. 12:**  
Vertrocknete Kiefern  
in 26 d 1



**Abb. 13:** Distrikt 24 c mit vertrockneten Kiefern

Der Distrikt 24 c weist die gleichen Krankheitserrscheinungen auf wie die beiden anderen Teilstücke. Hervorzuheben ist, daß bei den Kiefern dieses Stückes seit 1941 schon einmal ein deutlicher Zuwachsrückgang festzustellen ist. Dieser mag seinen Grund in der starken Klinkerproduktion in der 2. Hälfte der 30-er Jahre haben. Tabelle VIII gibt weiterhin zu erkennen, daß auch bei den Lärchen der Abstand der Jahrringbreiten, als Maß für den Zuwachs, seit 1956 erstmals geringer ist als 1mm. Der plötzliche Rückgang ab 1931 ist eine bekannte physiologische Erscheinung; jüngere Bäume wachsen bis zu einem gewissen Alter viel schneller als ältere. ....



**Abb. 14:** Lärchenzweige  
links: aus staubfreier Gegend      rechts: aus 26 c

Eine zusammenfassende Betrachtung vorstehender Darlegungen führt zu den Erkenntnissen, daß

1. seit 1956 bei den Kiefern, Lärchen und Fichten der strittigen Distrikte ein über das altersbedingte Ausmaß hinausgehender sehr deutlicher Rückgang des Zuwachses eingetreten ist.
2. Kiefern und Lärchen fast alle abgestorben sind und der Rest nur noch ein kümmerliches Dasein fristet.



**Abb. 15:** Stark beschädigte Lärchen am Ostrand von 26 c

3. allein aus diesen beiden Gründen der Kläger, um seinen Verlust nicht noch größer werden zu lassen, 1957 mit dem vorzeitigen Abtrieb der Kiefern und Lärchen beginnen mußte (Beachtung der Gefahr der Ausbreitung von Krankheiten) und
4. durch diesen notwendigen Abtrieb der Kiefern und Lärchen die Fichten in Distrikt 26 d 2 völlig frei gestellt werden, wodurch sie den vorherrschenden Winden aus südwestl. Richtung ungeschützt ausgesetzt sind, so daß mit verstärkten Windwurfschäden zu rechnen ist.

#### VI. Die Einwände der Beklagten

Nachdem bislang zu den in dem Beweisbeschluß vom 21.12.1960 von dem Gericht aufgeworfenen Fragen - Behauptungen des Klägers - Stellung genommen ist, wollen wir uns jetzt mit den unter Nr. 2 - 5 gestellten Fragen - Behauptungen der Beklagten - befassen, soweit sie noch nicht im Zusammenhang mit Behauptungen des Klägers bereits behandelt sind.

Beantwortet werden müssen somit noch die Fragen Nr. 4a-d und Nr. 5.

Zunächst soll zu dem Problem der Bodenart Stellung genommen werden. Bei den 4 Distrikten handelt es sich um mergelige, schwere Böden. Eingehende Besichtigungen mehrerer Bodeneinschläge zu verschiedenen Jahreszeiten zeigten ganz deutlich, daß die Wurzeln der Nadelhölzer bis in den Untergrund vordringen konnten. Die unterschiedlich großen Kalksteinbrocken erleichtern das Wachstum in die Tiefe. Durch diese Bodenverhältnisse wird aber nicht nur das Tiefenwachstum der Wurzeln ermöglicht, sondern noch mehr das Absieben des Wassers nach unten. Selbst in den feuchtesten Monaten des Jahres der Untersuchungen konnte in den Gräben kein Wasser festgestellt werden. Während die Bodeneinschläge in einem über 3 km von den Werken der Beklagten entfernten Wald wochenlang mit Wasser angefüllt waren, konnte dies bei den Einschlägen in den strittigen Waldstücken nicht beobachtet werden. Unterstellen wir aber einmal, die Stau-nässe führe zu dem Absterben der Bäume, dann bleibt die Frage unbeantwortet, warum die am südwestlichen Rand von Distrikt 26 c auf den Bodenerhebungen stehenden Bäume, die bestimmt nicht mehr unter zu viel Wasser zu leiden haben, bereits sehr frühzeitig eingegangen sind. Dies doch nur deshalb, weil diese Randbäume als Fangstreifen den aus Südwest zugetragenen Staub vermehrt festhielten. Und schließlich liegt der Bestand 24 c auf einer beachtlichen Geländeerhebung und trotzdem sind die Nadelhölzer abgestorben.

In engem Zusammenhange hiermit steht die Frage der Holzarten-wahl. Bekanntlich ist die Kiefer die anspruchsloseste heimische Baumart. Sie wächst noch auf Böden, auf denen kaum eine andere Baumart mehr ihre Lebensbedingungen erfüllt findet (s. Lüneburger Heide). Bietet man ihr bessere Böden an, dann lohnt sie dies mit höheren Erträgen. Es kann also

gar nicht davon die Rede sein, in vorliegendem Falle sei falsche Holzartenwahl getroffen worden. Ich verweise hier auf einen anderen Rechtsstreit, in dem ich ebenfalls das Gutachten über die Ursachen der Schäden an Kiefernbeständen zu erstatten habe. Auch hier wird von Seiten der Beklagten argumentiert, die Bodenart sei ungeeignet und die Holzartenwahl falsch getroffen, dabei handelt es sich hier um sandige Böden. Der Land- und Forstwirt kennt seine Böden seit Jahren und Jahrzehnten und weiß genau, welche Pflanzenart auf den einzelnen Grundstücken ihre Anbaubedingungen am besten erfüllt findet. Und schließlich sei noch vermerkt, daß in anderen Gegenden des Bundesgebietes im Einflußbereich von Zementwerken auf sandigen, also sehr durchlässigen Böden wachsende Kiefern- und Fichtenbestände ebenfalls seit etwa 1956 eintrocknen.

Zur Zeit der im März 1961 durchgeführten Begehungen der Walldistrikte waren die Entwässerungs- und Nabattengräben z.T. neu ausgehoben. In keinem Graben stand zu dieser an sich hierfür günstigen Jahreszeit Wasser. Eine mehr oder minder regelmäßige Räumung hat auf das Ausmaß der Trocknis bei Bäumen dieses Alters keinen Einfluß.

Schließlich erübrigt es sich, auf das Problem der Durchforstung bei 60- bis 70-jährigen Beständen einzugehen. Diese Maßnahme muß in den ersten Jahrzehnten des Wachstums regelmäßig durchgeführt werden, damit die Bäume ungehindert in die Höhe und Breite wachsen können. Auch hier steht wieder die Frage im Raume, warum die oben bereits erwähnten Randbäume, die sich bekanntlich wegen ihres freien Standes besser entwickeln als die innerhalb des Bestandes gewachsenen, zuerst vertrocknet sind.

Die unter 4 d gestellte Frage, ob es sich um die erste Waldgeneration bei den Bäumen in den strittigen Distrikten handele, konnte mir selbst von dem dort seit 50 Jahren

tätigen Revierförster nicht beantwortet werden. Dieser Gesichtspunkt spielt aber im Zusammenhang mit dem hier anstehenden Problem der Einwirkung des Staubes aus Zementwerken auf Bäume keine Rolle. Der plötzliche Rückgang des Dickenwachstums im letzten Jahrzehnt bei allen dort wachsenden Baumarten beweist, daß dieser ausschließlich auf einen widernatürlichen Einfluß zurückzuführen ist.

Die Beantwortung der unter Nr. 5 aufgeworfenen Frage, ob ein etwaiger Zuwachsrückgang schon seit 1950 eingetreten sei, wird bei Betrachtung der Zahlen (Tab. VIII) möglich. Daraus ist klar ersichtlich, daß sich der Zuwachs bei den Nadelhölzern in dem Jahrzehnt 1931-1940 im Vergleich zu den beiden vorhergehenden Jahrzehnten keineswegs geändert hat. Ein Rückgang ab 1930 konnte somit nicht festgestellt werden.

#### Zusammenfassung:

Die in dem Beweisbeschuß des Landgerichts vom 21.12.1960 aufgeworfenen und auf S. 1-2 vorliegenden Gutachtens widergegebenen Fragen müssen auf Grund von Staubmessungen und -untersuchungen sowie von Ermittlungen der Jahrringbreiten verschiedener Baumarten wie folgt beantwortet werden.

- zu 1 a) Die in dem Bereich der strittigen Waldstücke 26 c, 26 d 1, 26 d 2 und 24 c niedergegangenen Staubmengen betragen zu verschiedenen Zeitabschnitten im 7 tägigen Durchschnitt weit mehr als 1 g/qm/Tag (in einem Falle 3,81 g).
- b) Die schädlichen Staubeinwirkungen konnten nicht nur durch photographische Aufnahmen, sondern auch durch Untersuchung der Jahrringbreiten, als Maß für den jährlichen Zuwachs, klargelegt werden.
- c) Bei den Nadelhölzern wurde ein weit über das altersbedingte Ausmaß hinausgehender sehr

plötzlicher Zuwachsrückgang seit 1956 festgestellt.

- d) Die Kiefernbestände der drei Distrikte sind fast vollkommen abgestorben.
  - e) Wegen der durch den vermehrten Abtrieb der Kiefern in 26 c und 26 d 1 verursachten Freistellung der ohnehin schon durch den Staub geschädigten Fichten in 26 d 2 gegen Südwest muß in der Folgezeit mit erhöhten Windwurfschäden gerechnet werden, auch dieser Bestand muß somit als verloren betrachtet werden.
  - f) Die Lärchen sind praktisch im gleichen Ausmaß betroffen wie die Kiefern.
  - g) Auf Grund der unter c), d) und f dargelegten Verhältnisse mußte der Kläger zur Verhinderung noch größerer Schäden ab 1957 mit dem vorzeitigen Abtrieb der Bestände beginnen.
- zu 2 Die schädliche Staubeinwirkung geht ausschließlich von den beiden Werken der Beklagten aus. Die Zuführung von Staub aus anderen Zementwerken ist völlig bedeutungslos.
- zu 3 Die Nadelhölzer in den Distrikten 26 d 2 und 24 c zeigen die gleichen Krankheitserscheinungen wie die in den beiden anderen Teilstücken.
- zu 4 a) Die Böden der strittigen Distrikte sind für Nadelhölzer weder zu schwer noch leiden sie unter stauender Nässe. Die auf Bodenerhebungen stehenden Bäume sind ebenso nachteilig beeinflusst wie die anderen.
- b) Wegen ihrer Anspruchslosigkeit wächst die Kiefer auch auf sehr leichten Sandböden. Im vorliegenden Falle stockt sie auf besseren Böden, was sie unter normalen Verhältnissen mit höheren Erträgen lohnt.

Außerdem sind die Laubhölzer, die meist höhere Ansprüche an die Bodenart stellen, gleicher Art geschädigt. Durch ihren jährlichen Laubwechsel überstehen sie derartige Einflüsse länger als die Nadelhölzer.

- c) Da die durch ihren Standort im Wachstum begünstigten Randbäume sowie die z.T. auf einer beachtlichen Anhöhe in 24 c stehenden Kiefern und Lärchen im gleichen Maße in den letzten Jahren schlagartig vertrocknet sind, kann diese Erscheinung nicht auf evtl. mangelnde Pflege der verschiedenen Gräben oder auf unzureichende
- d) Durchforstung zurückgeführt werden. Die Frage nach der 1. Waldgeneration kann nicht beantwortet werden. Dieser Gesichtspunkt spielt aber im Zusammenhang mit dem Problem der Einwirkung des Staubes aus Zementwerken auf Pflanzen keine Rolle.
- zu 5 Ein Zuwachsrückgang durch die Staubeinwirkung seit etwa 1930 konnte von uns nicht festgestellt werden.

#### Schlußbemerkung

Die bis in die jüngste Zeit von wissenschaftlicher Seite fast immer wieder in Wort und Schrift vertretene Lehrmeinung, der Staub aus den Zementwerken wirke nicht nachteilig auf das Pflanzenwachstum, muß auf Grund unserer Untersuchungen und Erhebungen als unzutreffend bezeichnet werden.

#### Schrifttumsnachweis

1. Scheffer, F.                      Untersuchungen über den Einfluß von  
    und Mitarbeiter                Zementofen-Flugstaub auf Boden und  
   Pflanzen, Staub  
   Nr. 6, 1961, 251.
2. Landesanstalt                    Kartenwerk mit Staubpegelzonen  
    f. Bodennutzungs-                1957, S. 9  
    schutz Bochum

3. Czaja, A.Th. Die Zementstaubwirkungen auf Pflanzen:  
Die Entstehung der Zementkrusten.  
Qualitas Plantarum et Muterise Vegetabilis Vol. VIII Nr. 2 1961, 201.
4. Wentzel, K.F. Die Verantwortlichkeit von Industrie-  
und Hausfeuerung für Wald-Rauchsäden  
und Luftverschmutzung. Forstarchiv  
Jahrg. 27, 1956, 84.

Vorstehendes Gutachten nach bestem Wissen und Gewissen  
angefertigt zu haben, versichert

Bad Godesberg, den 11. Mai 1962