

Forstdirektion Karlsruhe

## Unterschiede im Zuwachs von Fichten- und Kiefernkulturen bei chemischer und mechanischer Unkrautbehandlung (Abschlußbericht)

Growth differences in young spruce and pine with chemical and mechanical weed control

Von W. D. Münch

### Zusammenfassung

Auf 2 Versuchsflächen wurde in 3 Versuchsserien 1971 bis 1978 an 2200 Fichten, 1972 bis 1978 an 2100 Fichten und 1971 bis 1978 an 2700 Kiefern der Einfluß chemischer (jeweils 2 Varianten) und mechanischer Unkrautbehandlung auf den Zuwachs dieser Kulturpflanzen untersucht.

Es wurden über 30 Parameter erhoben. Dabei zeigte sich, daß sowohl bei Fichte als auch bei Kiefer die Zuwachsunterschiede zwischen den 3 Unkrautbehandlungsvarianten in den ersten 3 Jahren nur sehr gering sind – u. a. infolge Überlagerung durch den Pflanzschock; sie werden sich auf die zukünftige Bestandesentwicklung kaum auswirken.

Voraussetzung für eine Unkrautbekämpfung ist daher – gleichgültig ob chemisch oder mechanisch –, daß diese für das Überleben der Kulturpflanzen unabdingbar ist. Dies trifft z. B. zu bei einjährigen Kiefern, die von starkem Adlerfarnbewuchs bedrängt werden.

Hierbei erwies sich eine chemische Unkrautbehandlung als wesentlich wirtschaftlicher als eine mechanische. Die Entscheidung, wann eine Unkrautbehandlung lebensnotwendig wird, muß rechtzeitig von Fall zu Fall und nicht erst bei eingetretener Schädigung der Kulturpflanzen erfolgen. Als Entscheidungshilfe sind für die einzelnen Standorte Schwellenwerte zu erarbeiten (wirtschaftliche Schadensschwelle).

Bei Kiefer wurden im 4. Lebensjahr zusätzlich an 79 Bäumen die Mittendurchmesser der jährlichen Höhentriebe 1970 bis 1973 aufgemessen. Es ergab sich, daß der Mittendurchmesser des Höhentriebes von 1971 das – auch vom Arbeitsaufwand her – wertvollste Ergebnis erbrachte. Dieser Durchmesser korrelierte sehr eng (etwa 95 %) mit dem Schaftvolumen der jeweiligen Kiefer. Bei Fichte wurde dieser Parameter nicht untersucht.

### Abstract

Between 1971 and 1978, the effects of chemical and mechanical weed control on the growth of 4300 Norway spruces and 2700 Scots pines were investigated on two experimental areas, using three series of tests.

Growth differences during the first three years can only be very minor, one reason – among others – being the effect of the shock

caused by the outplanting; they will hardly affect the future development of the stand.

Prerequisite for weed control – no matter if this is done mechanically or by using chemicals – is therefore that it is absolutely necessary for plant survival.

This, for example, is the case with 1-year-old pines being oppressed by a heavy stand of fern (*Pteridium aquilinum*).

Here, chemical weed control was economically superior to mechanical weeding. The decision as to the necessity and thereby timing of weed control has to be made very early; one should not wait until damage has occurred. For different sites, threshold values have to be worked out as decision aids (economical damage threshold).

Among 30 parameters that were investigated, the middle diameter of the second annual shoot (1971) of the 4-year-old pines was the best indicator both for the result of the treatments, and also as far as time requirements are concerned. This diameter was closely correlated (approximately 95 percent) with the bole volume of the tree. This parameter had not been included in the investigations conducted with spruce.

### Zweck der Untersuchung

In den Jahren 1970 bis 1978 wurden im staatlichen Forstamt Braunschweig zwei Unkrautbehandlungsversuche durchgeführt (MÜNCH 1975 b; 1979 a; 1979 b).

Zweck der Untersuchung<sup>1)</sup> war, Material beizubringen zu nachstehenden Fragen:

1. Wie wirkt sich die chemische und mechanische Unkrautbehandlung aus auf
  - die Entwicklung der Kulturpflanzen im Kulturstadium, in der späteren Bestandesentwicklung;
  - die Entwicklung der übrigen Vegetation.
2. Wann und in welchem Umfang ist eine Unkrautbehandlung auf den untersuchten Standorten zweckmäßig aus
  - ökonomischen Gründen,
  - ökologischen Gründen.
3. Wie müssen derartige Versuche angelegt werden, um mit möglichst geringem Arbeitsaufwand zu reproduzierbaren Ergebnissen zu gelangen:
  - Versuchsanlage : Flächengröße, Anzahl der Bäume, Wiederholungen usw.;
  - Auswahl der Parameter und ihre Erhebung;
  - Auswertungsverfahren und statistische Methoden.

<sup>1)</sup> Allen, die mich hierbei mit Rat und Tat unterstützten, sei an dieser Stelle recht herzlich gedankt.

## 1. Material und Methode

### 1.1. Anlage und Pflege der Versuchsfelder

Hauptbaumart als Untersuchungsobjekt war auf der ersten Versuchsfeldfläche (in folgendem Vfl. genannt) die Fichte, auf der zweiten Vfl. die Kiefer.

Die Versuchsfelder umfassen etwa 1,2 ha bzw. 10 ha in ebener Lage 75 m ü. NN.

Die mittlere Jahrestemperatur beträgt 8,8 °C, der mittlere Niederschlag 607 mm im Jahr, 312 mm in der Vegetationszeit.

Der Boden auf der

- Fichten-Vfl. ist ein Pseudogley, ortsweise auch ein Parabraunerde-Pseudogley aus Saale-Grundmoräne, darüber 30 cm bis 60 cm Sandlöß;
- Kiefern-Vfl. ist ein Gley bis Pseudogley aus Geschiebesanden der Saale-Vereisung mit lückiger Sand-/Lößdecke.

Die natürliche Vegetation wäre ein Buchen-Eichen-Wald bzw. ein Birken-Stieleichen-Wald.

Die Ertragsklasse von Fichte sowie von Kiefer ist hier 9 Festmeter je Jahr und Hektar (dGZ = durchschnittl. Gesamtzuwachs).

Die Unkrautvegetation bestand 1970 auf der

- Fichten-Vfl. aus bis zu zwei Meter hohen Himbeersträuchern (*Rubus idaeus* L.) sowie aus über zwei Meter hohem Land-Reitgras (*Calamagrostis epigeios* [L.] Roth), teils kleinflächig gemischt, teils auch auf größeren Arealen im Reinbestand
- Kiefern-Vfl. aus über zwei Meter hohem Adlerfarn (*Pteridium aquilinum* [L.] Kuhn) mit bis zu 30 Wedel/m<sup>2</sup> (MÜNCH 1972).

Die Versuche wurden in Blockanlage mit Wiederholungen angelegt, und zwar bei

- Fichte mit zwei Präparatemischungen zu je 6 Parzellen (in folgendem PM 1 und PM 2 genannt) sowie mit einer mechanischen Unkrautbehandlungsvariante zu je 6 Parzellen (in folgendem MB genannt<sup>2)</sup>, <sup>3)</sup>). Die Parzellengröße betrug 20 m × 20 m (0,75 ha im Kern der 1,2 ha großen Vfl.).
- Kiefer: wie bei Fichte, jedoch ohne die 3. Präparatemischung (je 6 Parzellen PM 1, PM 2 und MB). Die Parzellengröße betrug 25 m × 25 m (1,1 ha im Kern der 10 ha großen Vfl.).

Während des Sommers 1970 wurden die PM-Parzellen der

- Fichten-Vfl. nach Windwurf des Altholzes mit einem Dalapon- und mit zwei Wuchsstoffpräparaten<sup>4)</sup>, die
- Kiefern-Vfl. unter Altholz mit zwei Aminotriazolpräparaten in den zugelassenen Aufwandmengen dem Augenschein nach erfolgreich vorausbehandelt.

Im Frühjahr 1971 und 1972<sup>5)</sup> wurden auf der Fichten-Vfl. 2/2-jährige Fichten, im Frühjahr 1971 auf der Kiefern-Vfl. 1/0-jährige Kiefern sämlinge gepflanzt<sup>6)</sup>.

<sup>2)</sup> Auf eine Nullvariante, d. h. auf Parzellen ohne jegliche Unkrautbehandlung, wurde verzichtet, da man nach damaliger Meinung glaubte, daß dies lediglich zum sofortigen Tod der Kulturpflanzen führe (siehe unten).

<sup>3)</sup> Eine weitere Präparatemischung wurde nur auf einer Parzelle ausgebracht (PM 3); sie wird in folgendem nicht berücksichtigt.

<sup>4)</sup> Einige dieser Wirkstoffe bzw. Präparate sind heute nicht mehr im Handel, sei es, daß sie durch bessere und wirksamere ersetzt wurden, sei es, daß sie von der BBA nicht mehr zugelassen wurden, da Bedenken gegen ihre Anwendung bestanden.

<sup>5)</sup> Die Fichten aus Pflanzung 1972 wurden auf denselben Parzellen im jeweiligen Abstand neben einer Fichte aus Pflanzung 1971 gesetzt. Demzufolge konnten beim Vergleich der Ergebnisse zwischen Fichten der Pflanzjahre 1971 und 1972 kleinstandörtliche Unterschiede weitgehend eliminiert werden, was sich als sehr vorteilhaft erwies.

<sup>6)</sup> Fichte: 2500 bis 3300 Bäume/ha in den praxisüblichen Kiefer: 9000 bis 13 000 Bäume/ha Pflanzverbänden

Der Boden war wegen der Holzbringung im Winter 1970/1971 im Frühjahr 1971 auf allen Parzellen weitgehend vegetationsfrei (mechanisches Niederwalzen der gesamten Flora).

Die Unkrautflora wurde vom Herbst 1971 bis Herbst 1973 ein- bis dreimal jährlich je nach Bedarf auf den PM-Parzellen mit Herbiziden (Dalapon und 2, 4, 5 T-Salz), auf den MB-Parzellen durch Mähen zurückgedrängt.

Im Laufe des Versuches wurden auch die üblichen Forstschutzmaßnahmen gegen Rüsselkäfer, Erd- und Rötelmaus, Kiefernscütte sowie Reh- und Damwild (nur Zaun; MÜNCH 1973 c) durchgeführt.

### 1.2. Erhebung der Daten

In die Versuchsauswertung einbezogen wurden etwa

- 2200 Fichten aus Pflanzung 1971,
- 2100 Fichten aus Pflanzung 1972,
- 2700 Kiefern auf Pflanzung 1971.

Im einzelnen wurden zwischen 1970 und 1975 folgende Daten erhoben oder gemessen (Durchmesser in 0,1 mm; Höhen und Höhenzuwachs in cm):

#### 1.2.1. Fichte<sup>7)</sup>

##### 1.2.1.1. Durchmesser (D)

1971 Anfang bzw. 1972 Anfang und jeweils im Spätherbst, also 4mal bzw. 3mal

- am Wurzelhals,
- in 10 cm Höhe,
- in 20 cm Höhe und
- in halber Höhe (Mittendurchmesser);

##### 1.2.1.2. Höhe (H) bzw. Höhenzuwachs (Hz)

- Höhe zur Zeit der Auspflanzung auf die Vfl.,
- Höhenzuwachs im Jahr vor der Auspflanzung (Hz 1970 bzw. 1971),
- jährlicher Höhenzuwachs 1971 bzw. 1972 bis 1974 jeweils im Spätherbst,
- die Gesamthöhe im Spätherbst 1972 (nur bei Fichte aus Pflanzung 1971);

##### 1.2.1.3. soziale Stellung (Bonität)

bis 1975 mehrmals jährlich, im ganzen 16- bzw. 12mal.

Die Fichten wurden in 5 Stammklassen eingeteilt, und zwar Klasse 1: Fichte bereits seit längerer Zeit abgestorben  
Klasse 2: Absterben der Fichte zum Zeitpunkt der jeweiligen Bonitur erstmals festgestellt

Klasse 3: Fichte gerade noch lebend (unterdrückt)

Klasse 4: Fichte mitherrschend bis herrschend

Klasse 5: Fichte vorherrschend

Mit Hilfe dieser Erhebung wird gleichzeitig die Stammzahlentwicklung festgehalten.

##### 1.2.1.4. Als weiterer Parameter ein- bis mehrmals im Jahr einzelbaumweise

- Unkrautart und -stärke (MÜNCH 1975 b) sowie Deckungsgrad in unmittelbarer Nachbarschaft des einzelnen Baumes,
- Austriebzustand der Kulturpflanzen,
- Rüsselkäferbefall der Kulturpflanzen,
- Präparate, mit denen die Kulturpflanzen gegen Rüsselkäfer geschützt wurden;

##### 1.2.1.5. orientierungshalber im Frühjahr 1971 an 128 Fichten zusätzlich noch die Wurzellänge sowie das Trockengewicht von Wurzeln, Stamm, Ästen und Nadeln.

<sup>7)</sup> Bei Fichte aus Pflanzung 1971 wurden die Durchmessermessungen von 1971 Ende, bei Fichte aus Pflanzung 1972 Ende nicht ausgewertet (siehe 2.8.); bei Kiefer wurden alle 4 Messungen ausgewertet.

1.2.2. Kiefer<sup>7)</sup>

Durchmesser (D)  
wie Fichte

- am Wurzelhals,
- in 5 cm Höhe,
- in 10 cm Höhe,
- in 15 cm Höhe,
- in 25 cm Höhe und
- in halber Höhe (Mittendurchmesser);

ferner

- 1974 Anfang auf Parzelle 11 (MB) an 35 Kiefern und auf Parzelle 16 (PM 1) an 44 Kiefern die Mittendurchmesser der 4 jährlichen Höhenriebe von 1970 bis 1973 (siehe 2.8.);

Höhe (H) bzw. Höhenzuwachs (Hz)

jährlicher Höhenzuwachs 1970<sup>8)</sup> bis 1974;

soziale Stellung (Bonität)

wie Fichte, jedoch mit 6 Stammklassen:

4 a = mitherrschend

4 b = herrschend;

als weitere Parameter, wie bei Fichte

- Unkrautart und -stärke sowie Deckungsgrad in unmittelbarer Nachbarschaft des einzelnen Baumes,
  - Austriebzustand der Kulturpflanzen,
  - Rüsselkäferbefall der Kulturpflanzen,
  - Präparate zur Rüsselkäferbekämpfung;
- orientierungshalber im Frühjahr 1971 an 140 Kiefernstämmchen zusätzlich die Wurzellänge sowie die diversen Trockengewichte;

darüber hinaus

- 1973 Ende die Anzahl der Terminaltriebe,
- parzellenweise im Jan. 1972 und 1974 das 100-Nadelgewicht (MÜNCH 1973 a u. 1975 a),
- parzellenweise Nährelementanalysen und zwar 1971 zu Beginn des Versuches, 1972 im Januar und 1974 im Januar.

## 1.3. Versuchsauswertung

Der aufgrund früherer Erfahrungen (MÜNCH 1973 b) geplante Umfang des anfallenden Datenmaterials war nur noch mit Elektronischer Datenverarbeitung (EDV) zu bewältigen. Die Daten wurden daher meist schon auf der Vfl. in IBM-Ziffenkarten Typ P 90-01 abgelocht (IBM-3000-Information Rekorder I).

Um Fehler bei der Ablochung und Übertragung der Daten zu erkennen, wurden spezielle Prüfprogramme entwickelt.

Anschließend wurden die Durchschnittswerte (DW), die Standardabweichungen (SA) sowie die Standardunsicherheiten (SU) parzellenweise für die einzelnen Parameter sowie für einige Parameterkombinationen (u. a. Gesamthöhe zu Versuchsende) berechnet.

Bei der Zusammenstellung dieser „rohen“ Ergebnisse nach Behandlungsgruppen zeigte sich jedoch, daß – u. a. aufgrund kleinständörtlicher Unterschiede – die einfache statistische Verrechnung gesicherte Schlußfolgerungen kaum erlaubte. Es wurde daher eine neue Methode, und zwar die *statistische Disgressionsanalyse* entwickelt (STEINER 1972; MÜNCH 1973 d).

Hierbei entspricht jeder Einzelbaum einer Versuchswiederholung, d. h. bei Fichte sind es etwa 80 bis 130 Wiederholun-

gen je Parzelle oder 2200 bzw. 2100 je Versuch, bei Kiefer etwa 155 je Parzelle oder 2700 je Versuch.

Bei der Disgressionsanalyse wird folgender Ansatz benutzt: Unkrautbehandlungsart  $x = f(+1, \text{Konstante}, H, Hz \text{ usw.})$  Unkrautbehandlungsart  $y = f(-1, \text{Konstante}, H, Hz \text{ usw.})$ , wobei  $f$  im allgemeinen eine lineare Funktion ist.

Mit Hilfe dieser Gleichungen wurden analog zur Regressionsanalyse die Disgressionskoeffizienten ( $r$ ) sowie als Quotient von Disgressionskoeffizient und Standardunsicherheit die Signifikanzstufen ( $S$ ) berechnet.

Der Disgressionskoeffizient  $r$  ist ein bereinigtes Maß für den Unterschied zwischen zwei Kollektiven in bezug auf einen Parameter. Die Bereinigung erstreckt sich auf alle in die Rechnung eingegangenen Parameter. Eine Signifikanzstufe  $S$  von mehr als 3,0 bedeutet, wenn auf der konfirmativen Stufe nur ein einzelner Fall untersucht wird, die Sicherung des Vorzeichens des Disgressionskoeffizienten mit einer Wahrscheinlichkeit ( $P$ ) von mehr als 99,7 % bzw. einem Irrtumsrisiko von weniger als 3 %.

In Wirklichkeit werden z. B. beim paarweisen Parzellenvergleich bei Kiefer (18 Parzellen)  $18 \times 17/2 = 153$  Paare untersucht. Die Wahrscheinlichkeit dafür, daß unter den 153 Fällen einmal die Signifikanzstufe größer als 3,0 durch reinen Zufall auftritt, ist 153mal größer als 3 %. Erst bei der Signifikanzstufe 4,3 kommt man schon auf der explorativen Stufe nach Anwendung der Integraltafel zur Gaußschen Normalverteilung auf das Irrtumsrisiko von 3 % zurück (Irrtumsrisiko von 5 % analog hierzu bei Signifikanzstufe 3,7). Der grundlegende Unterschied zwischen explorativer und konfirmativer Stufe der Untersuchung wurde in den ersten Veröffentlichungen noch nicht beachtet.

2. Ergebnisse und deren kritische Diskussion<sup>9)</sup>

## 2.1. Vegetationsentwicklung

Beide Vfl. waren wildsicher eingezäunt (siehe 1.1.), so daß auch Himbeere und Weidenröschen gedeihen konnten.

## 2.1.1. Fichtenversuchsfläche

Die Vegetation entwickelte sich auf allen Parzellen bis 1978 zu einer weitgehend einförmigen *Calamagrostis epigeios*-Vegetation (Reitgras). Bei den PM-Parzellen ging die Entwicklung über eine krautreiche Zwischenphase: vor allem Schmalblättriges Weidenröschen (*Epilobium angustifolium* L.), Hohlzahn (*Galeopsis tetrahit* L.), Siebenstern (*Trientalis europaea* L.).

Inwieweit die Himbeere ohne ständige Bekämpfung ihr Areal behauptet hätte bzw. wann und ggf. ob sie ihren anfänglichen Flächenanteil wieder zurückgewinnen wird, muß offenbleiben. Von allen Schadpflanzen könnte lediglich das Reitgras den Zuwachs der jungen Fichten beeinflusst haben. Das Reitgras trat trotz mehrfacher vorübergehend erfolgreicher Bekämpfungen stets wieder auf. Sekundärschäden durch Entstehung eines Mäusebiotopes waren zu befürchten. So war 1972 eine Mäusebekämpfung erforderlich (siehe 1.1.).

## 2.1.2. Kiefernversuchsfläche

Die Vegetationsentwicklung verlief hier bis 1978 von einem nahezu reinen Adlerfarnbestand<sup>10)</sup> über eine Mischvegetation zu einem nach Bestandesschluß meist reinen Kiefernbestand mit vereinzelt Birke und Faulbaum (*Rhamnus frangula* L.). Nach Auflichtung dieses Kiefernbestandes wird mit hoher Wahrscheinlichkeit der Adlerfarn sein Areal zurückgewinnen.

<sup>8)</sup> Hz 1970 identisch mit Höhe zur Zeit der Auspflanzung auf die Vfl.

<sup>9)</sup> Einzelheiten siehe MÜNCH 1972 bis 1979

<sup>10)</sup> Eine floristische Rarität war der Königsfarn *Osmunda regalis* L.

Ab dem 2. Standjahr der Kiefern kamen besonders auf den MB-Parzellen Binsen (*Juncus spec.*) und Gräser – hier vor allem Land-Reitgras, Pfeifengras (*Molinia coerulea* [L.] Moench) und Weiches Honiggras (*Holcus mollis* L.).

Honiggras und Binsen waren sehr schwer mechanisch niederzuhalten bzw. bodeneben abzumähen.

Als Weiteres kamen auf allen Parzellen Kräuter wie Weidenröschen, Schattenblümchen (*Maianthemum bifolium* [L.] F. W. Schmidt) und Siebenstern, ortsweise Johanniskraut (*Hypericum spec.*). Der Adlerfarn überlebte auf allen PM-Parzellen besser als auf den MB-Parzellen, d. h. er wurde durch das mehrfache Mähen nachhaltiger geschwächt als durch die chemische Bekämpfung. Vielfach wuchs er jedoch auf den PM-Flächen in Kümmerexemplaren: Von den Fiedern erster Ordnung blieb häufig nur noch eine verkümmerte Rachis (Mittelrippe) weitgehend ohne Blattspreite. 1971 Ende hatte der Adlerfarn auf MB noch i. D. einen Deckungsgrad von 70 % (PM 1 = 19 %; PM 2 = 33 %), im August 1972 jedoch nur noch einen von 13 % (PM 1 = 14 %; PM 2 = 25 %). Da der Deckungsgrad des Adlerfarns 1971 auf den MB-Parzellen größer war als auf den PM-Parzellen, kamen auf den PM-Parzellen mehr Kräuter und holzige Pflanzen – meist aus Samen. Durch die laufende Unkrautbehandlung wurde ihr jeweiliger Anteil ständig geändert. Am widerstandsfähigsten zeigten sich die Gräser, die nach Einstellung der Bekämpfung nach 1973 dominierten, jedoch dann – vermutlich infolge Lichtmangels – 1978 schlagartig zurückgingen.

Die holzigen Pflanzen – Birke, Faulbaum, Himbeere – wurden ständig mechanisch oder chemisch zurückgedrängt. Vor allem Birke und Faulbaum hätten sich sonst sicher weiter ausgebreitet und zahlreiche junge Kiefern durch Verpeitschen nachhaltig schädigen können.

Binsen und Honiggras hatten auf das Überleben der 1/0jährigen Sämlinge anscheinend einen negativen Einfluß. Jedoch ist z. B. die Binse ein typischer Anzeiger für Staunässe. Diese kann auch ohne die Binse z. B. zu Wurzelschädigungen der jungen Kiefern durch Sauerstoffmangel führen oder – in Verbindung mit der Binse – ein für Wurzel- und sonstige Pilze günstiges Kleinklima schaffen.

## 2.2. Unkrautbehandlung

Die Kulturpflanzen waren sowohl bei der mechanischen als auch bei der chemischen Kulturpflege stets hinreichend freigestellt. Die Kulturpflanzen waren daher durch das Unkraut nicht bedrängt. Der jeweilige Bekämpfungserfolg war nach den Richtlinien der BBA positiv zu bewerten.

Weitere wesentliche Gesichtspunkte bei der Unkrautbekämpfung – neben ökologischen Überlegungen wie z. B. Nebenschäden an der Biozönose – sind der Arbeitsaufwand sowie die Kosten.

Für die eigentliche Kulturpflege (ohne Vorbereitung der Kulturflächen sowie ohne Rüst-, Verteil- und Verlustzeiten) wurden insgesamt benötigt:

- für die mechanische Kulturpflege bei der Fichten-Vfl. 150 h/ha, bei der Kiefern-Vfl. 260 h/ha;
- für die chemische Kulturpflege bei der Fichten-Vfl. 27 h/ha, bei der Kiefern-Vfl. 45 h/ha.

An Präparaten wurden verbraucht:

- Fichten-Vfl. 14,5 kg/ha Dalaponpräparate à 9,- DM, 7,5 kg 2, 4, 5 T-Salz à 24,- DM,
- Kiefern-Vfl. 11 kg Dalaponpräparate à 9,- DM, 10 kg 2, 4, 5 T-Salz à 24,- DM.

Unterstellt man, daß die Wasserbefuhr, der Kraftstoffverbrauch und die Geräteabnutzung bei der chemischen Kultur-

pflege in etwa der Gerätepflege und -abnutzung bei der mechanischen Kulturpflege entspricht, ferner, daß für eine Arbeitsstunde 10,- DM ohne Soziallasten (Soziallasten etwa = 100 %) anfallen, so waren an Kosten aufzuwenden: zur Pflege der

- Fichtenkultur mechanische Unkrautbekämpfung 1500 DM/ha, chemische Unkrautbekämpfung 585 DM/ha;
- Kiefernkultur mechanische Unkrautbekämpfung 2600 DM/ha, chemische Unkrautbekämpfung 785 DM/ha.

Zur Kulturvorbereitung (nur Unkrautbekämpfung), deren Notwendigkeit und Zweckmäßigkeit zumindest bei der Fichten-Vfl. in Zweifel gezogen werden muß, entstanden zusätzlich zu den Kosten der laufenden Kulturpflege bei der

- chemischen Kulturpflege für die Mittelausbringung jeweils etwa 100,- DM/ha Kosten sowie bei der Fichten-Vfl. 300,- bis 350,- DM/ha Präparatekosten, bei der Kiefern-Vfl. 500,- DM/ha Präparatekosten;
- bei der mechanischen Unkrautbekämpfung keine zusätzlichen Kosten (siehe 1.1.).

Betriebswirtschaftlich ist die chemische Kulturpflege der mechanischen – vor allem bei der Kiefernkultur – eindeutig überlegen.

Unter 2.9.2. wird gezeigt, daß bei der Kiefernkultur die Kulturpflege notwendig war. Man sollte daher die chemische Variante der Kulturpflege nicht vorschnell ablehnen.

## 2.3. Stammzahlentwicklung

Unmittelbar nach der Pflanzung fielen bei Kiefer und Fichte aus Pflanzung 1971 auf den PM-Parzellen auffällig mehr Bäume aus als auf den MB-Parzellen, nicht dagegen bei Fichte aus Pflanzung 1972 (Vorausbehandlung 1970).

Der Grund hierfür kann eine phytotoxische Wirkung der Herbizide als Folge der chemischen Vorausbehandlung sein. Bis zum Spätsommer 1971 waren jedoch mehr MB-Fichten als PM-Fichten bzw. Kiefern abgängig.

Die Ausfälle waren im 1. Standjahr, d. h. bis zum Spätherbst nach der Pflanzung auf die Vfl., besonders groß; im 2. Standjahr ließen sie deutlich nach. Im 3. Standjahr kamen kaum noch Ausfälle vor (siehe Tab. 1).

- Die Standardunsicherheit der Durchschnittswerte beträgt etwa  $\pm 2\%$ . Das bedeutet, daß z. B. der wahre DW für MB-Fichten aus Pflanzung 1972 im Jahre 1974 mit 99,7 % Wahrscheinlichkeit zwischen  $63\% \pm 3 \times 2\% = 57\%$  bis  $69\%$  liegt.

- Die statistische Sicherung der Richtigkeit des Vorzeichens z. B. des Unterschiedes dieses DW zu dem von PM 1 ist  $T: DW \text{ von MB } 63\% \pm 2\%, DW \text{ von PM 1 } 69\% \pm 2\%, s = \sqrt{2^2 + 2^2} = 2,8$ . Differenz der beiden DW  $6\% \pm 2,8$ ; Signifikanz  $6/2,8 = 2,1$ .

Das Vorzeichen des Unterschiedes der beiden o. a. DW ist demnach nur mit  $2s \cong 95\%$  Wahrscheinlichkeit gesichert bzw. mit  $\leq 5\%$  Irrtumrisiko behaftet.

Für die zukünftige Bestandesentwicklung sind diese Stammzahlunterschiede jedoch praktisch belanglos. Bei der Kiefer kommt hinzu, daß sie in diesem Raum (falls Qualitätsholz erzeugt werden soll) ohnehin geästet werden muß. Zumindest theoretisch wären für einen brauchbaren Endbestand 500 bis 1000 Kiefern/ha ausreichend (siehe Fußnote 5).

- Die Höhe der Ausfälle der Kulturpflanzen war anscheinend mehr von der Sproßlänge der Kulturpflanzen zu Versuchsbeginn und damit indirekt von dem Verhältnis Sproß/Wurzel abhängig als von der Unkrautbehandlungsart.

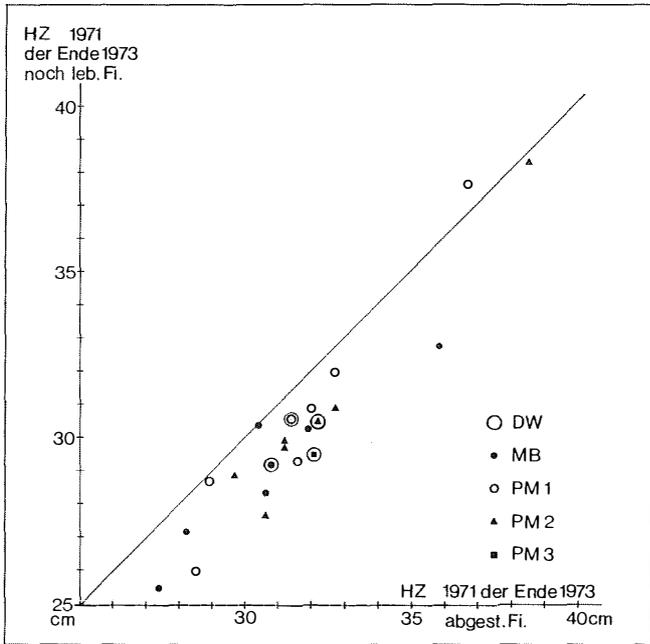
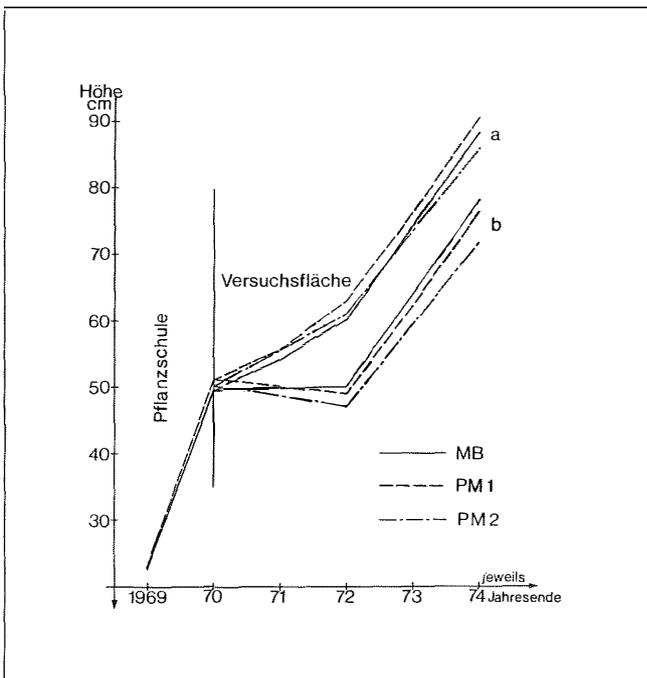


Abb. 1. Fichte aus Pflanzung 1972. Höhenzuwachs 1971 der Ende 1973 überlebenden versus der Ende 1973 abgestorbenen Fichten der 19 Parzellen und der 4 Unkrautbehandlungsvarianten.  
Verwendete Abkürzungen:  
DW = Durchschnittswert, SU = Standardunsicherheit, Hz = jährlicher Höhenzuwachs, Fi = Fichte, MB = mechanisch behandelte Flächen (Mähen des Unkrautes), PM = chemisch behandelte Fläche, PM 1 = Präparatemischung Variante 1, PM 2 = Präparatemischung Variante 2, PM 3 = Präparatemischung Variante 3

Abb. 2. Fichte aus Pflanzung 1971. Durchschnittswerte der 3 Unkrautbehandlungsvarianten.  
a) rechnerische Höhenentwicklung - Hz 1969 bis 1974,  
b) tatsächliche Höhenentwicklung - Höhe 1972 + Hz 1973 + Hz 1974.



Tab. 1. Stammzahlentwicklung in Prozent der Ausgangsstammzahl

Baumart/ Versuch	Überlebende %								
	1. Standjahr			2. Standjahr			1974		
	Ende	PM1	PM2	Ende	PM1	PM2	Ende	PM1	PM2
Fi 1971	49	49	45	45	46	42	41	42	37
Fi 1972	77	75	74	70	67	65	69	67	63
Kie 1972	83	81	79	78	75	71	73	70	67

Bei Fichten aus Pflanzung 1971 waren die mit einer Ausgangshöhe von  $\leq 59$  cm wesentlich widerstandsfähiger als größere. Am anfälligsten waren die Fichten mit  $\geq 70$  cm (Überlebende 1974 Ende: 47 %; 38 %; 33 %).

Bei Fichten aus Pflanzung 1972 zeigten sich die mit einer Mittelhöhe von 61 cm bis 68 cm am widerstandsfähigsten, dicht gefolgt von denen von 55 cm bis 60 cm. Die höchsten Ausfälle hatten wiederum die Fichten  $\geq 69$  cm (Überlebende 1974 Ende: 65 %; 67 %; 62 %).

Bei Kiefern dagegen waren besonders die kleineren (etwa  $\leq 12$  cm Ausgangshöhe) gefährdet.

In Abb. 1 ist beispielhaft für die 19 Parzellen der Fichten aus Pflanzung 1972 der Zusammenhang zwischen Absterben und durchschnittlichem Höhenzuwachs 1971, d. h. im letzten Standjahr in der Pflanzschule, zu ersehen. Auf der x-Achse ist der Hz 1971 der bis 1973 Ende abgestorbenen Fichten (DW je Parzelle), auf der y-Achse der der 1973 Ende noch lebenden Fichten aufgetragen.

Wenn kein Zusammenhang bestünde, müßten die jeweiligen beiden DW etwa gleich sein, d. h. etwa auf der 45°-Geraden liegen. Tatsächlich liegen 18 der 19 Parzellen unterhalb dieser Geraden, d. h., die DW des Hz 1971 der abgestorbenen Fichten sind eindeutig größer als die der 1973 noch lebenden. Dies trifft auch zu für die miteingezeichneten Gruppen-DW.

Hinsichtlich der Standraumverteilung der jungen Kulturpflanzen ließen sich keine Unterschiede zwischen den Behandlungsarten nachweisen.

#### 2.4. Höhenentwicklung

Die Höhenentwicklung der Fichten und Kiefern ist für die jeweils 3 Unkrautbehandlungsarten (ohne PM 3) in den Abb. 2 bis 4 dargestellt.

Zu Versuchsbeginn hatten die 3 Behandlungsarten nahezu gleiche Ausgangswerte.

1974 Ende haben dagegen die PM 1-Fichten aus Pflanzung 1971 und 1972 sowie die PM 1-Kiefern die größte mittlere Höhe. Die PM 2-Kulturpflanzen haben 1974 meist die geringste mittlere Höhe.

Zahlreiche Fichten aus Pflanzung 1971 wurden im ersten Standjahr auf der Vfl. wipfeldürr. Hiervon waren am stärksten die PM 2-Fichten betroffen.

Die tatsächliche Gesamthöhe der MB-Fichten war 1974 größer als die der beiden anderen Gruppen (Abb. 2b; siehe 1.2.1.).

Das Vorzeichen der Unterschiede der rohen Durchschnittswerte (DW) ist jedoch in keinem Fall gesichert.

Bei Bereinigung der DW der 1973 Ende <sup>11)</sup> noch lebenden Bäume mit Hilfe der Disgressionsanalyse ist das Vorzeichen der Unterschiede gesichert mit einem Irrtumsrisiko von  $\leq 3\%$  beim

- Hz 1973 zwischen MB- und PM-Fichten aus Pflanzung 1972:

<sup>11)</sup> Hz 1974 wurde nicht mit der Disgressionsanalyse ausgewertet.

PM 1 < MB, PM 2 < MB, und zwischen MB- und PM 1-Kiefern: MB < PM 1, MB < PM 2;  
 - Hz 1972 zwischen MB- und PM 2-Fichten aus Pflanzung 1972: PM 2 < MB und zwischen MB- und PM 1-Kiefern: MB < PM 1, PM 2 < PM 1.

2.5. Durchmesserentwicklung

Die Entwicklung der Durchmesser ist aus Abb. 5 bis 7 ersichtlich, und zwar beispielhaft für den Wurzelhals- (a) und den Mittendurchmesser (b).

Zusätzlich zu den DW der Durchmesser der 3 Unkrautbehandlungsarten sind für 1973 die Standardunsicherheiten SU aufgetragen.

Danach haben 1973 Ende bei den Fichten die MB-Fichten und bei der Kiefer die PM 2-Kiefern den kleinsten bzw. die PM 1-Fichten und die MB-Kiefern den größten Durchmesser. Die Vorzeichen der Unterschiede der rohen DW 1973 sind mit einem Irrtumsrisiko von besser als 3% gesichert bei den Fichten aus Pflanzung 1971 MB < PM 1, bei den Fichten aus Pflanzung 1972: MB < PM 1, MB < PM 2.

Bei Bereinigung der DW mit Hilfe der Disgrissionsanalyse werden diese hohen Sicherungen der Ergebnisse jedoch nicht wieder gefunden.

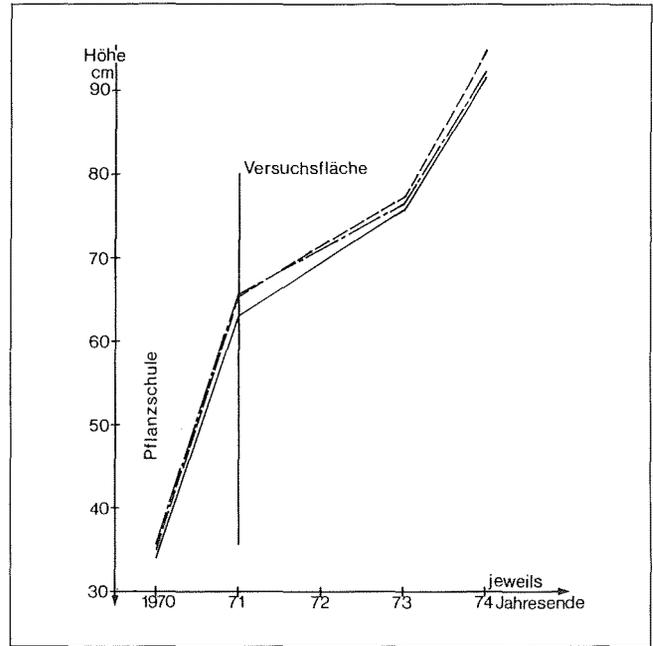


Abb. 3 (Oben rechts). Fichte aus Pflanzung 1972. Durchschnittswerte der 3 Unkrautbehandlungsvarianten Höhenentwicklung.

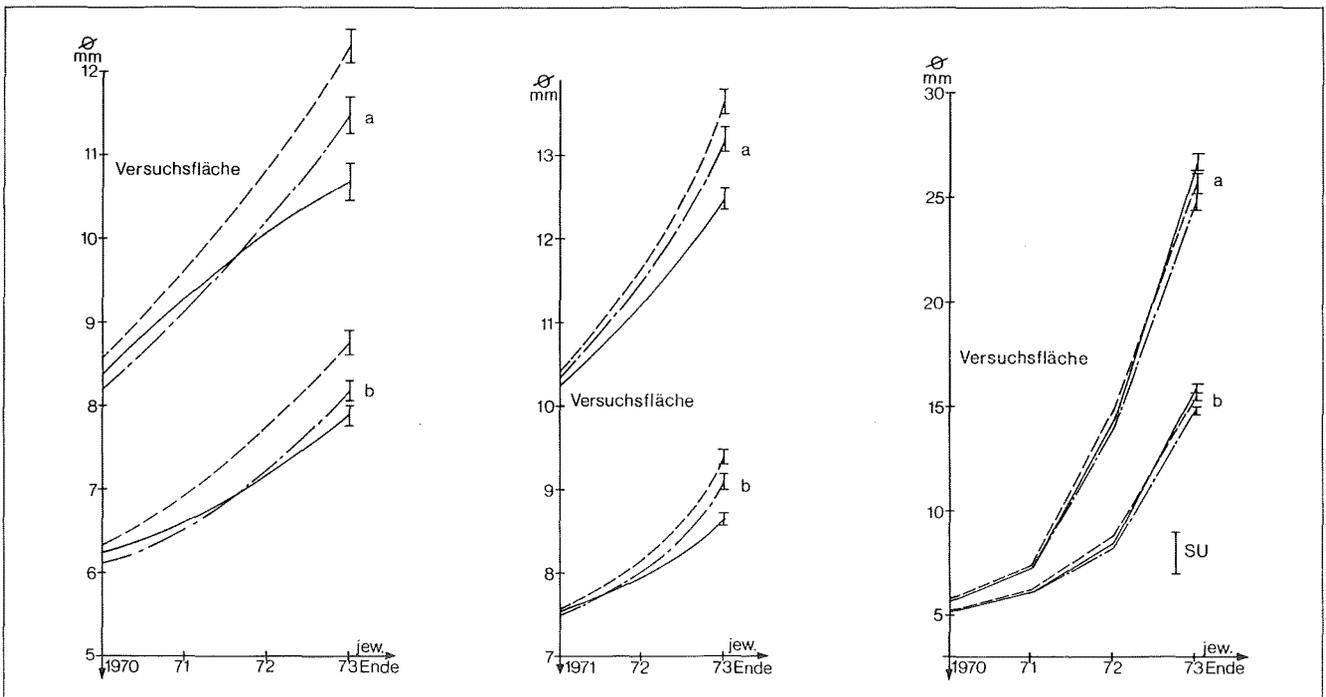
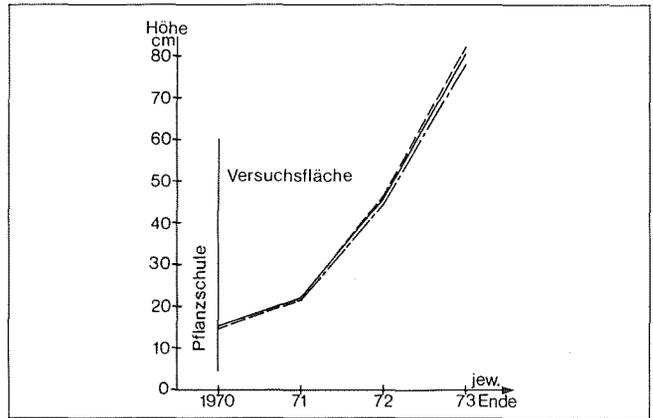
Abb. 4 (Mitte rechts). Kiefer. Durchschnittswerte der 3 Unkrautbehandlungsvarianten Höhenentwicklung.

Unten von links nach rechts:

Abb. 5. Fichte aus Pflanzung 1971. Durchschnittswerte der 3 Unkrautbehandlungsvarianten. a) Wurzelhalsdurchmesserentwicklung, b) Mittendurchmesserentwicklung.

Abb. 6. Fichte aus Pflanzung 1972. Durchschnittswerte der 3 Unkrautbehandlungsvarianten. a) Wurzelhalsdurchmesserentwicklung, b) Mittendurchmesserentwicklung.

Abb. 7. Kiefer. Durchschnittswerte der 3 Unkrautbehandlungsvarianten a) Wurzelhalsdurchmesserentwicklung, b) Mittendurchmesserentwicklung.



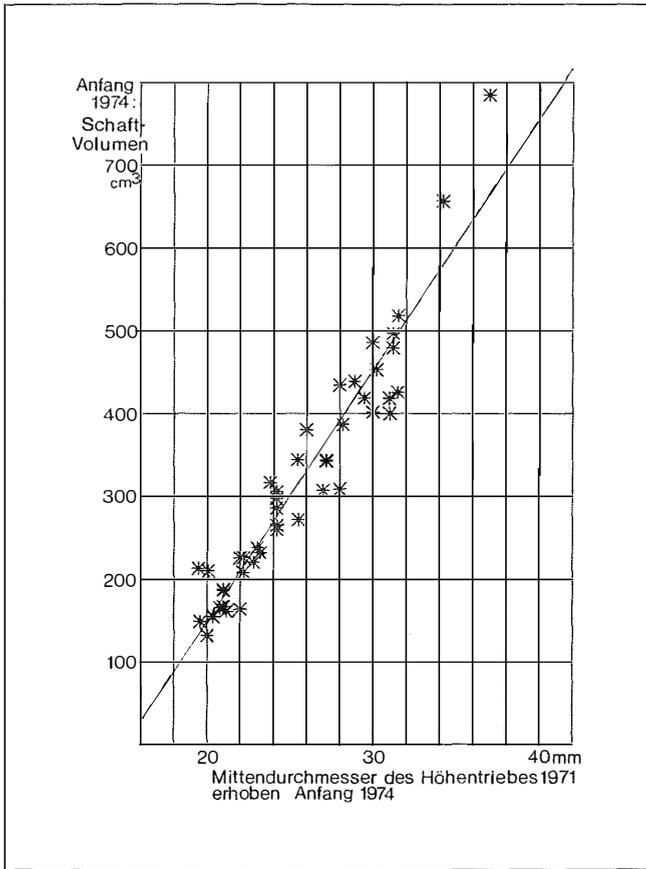


Abb. 8. Schaftvolumen Anfang 1974 und Mittendurchmesser des 2. Höhentriebes (1971), erhoben Anfang 1974, von 44 vierjährigen Kiefern (Parz. 16 = PM 1).

Mit einem Irrtumsrisiko von besser als 3% sind jetzt lediglich gesichert die Vorzeichen der Unterschiede der Durchmesser 1973 Ende in 15 cm und 25 cm Höhe von – Kiefern: PM 1 < MB.

2.6. Schaftvolumen

Verschiedene Versuche, z. B. über angenäherte Rotationsellipsoidabschnitte, Kegelstümpfe u. ä. Ausgleichskurven des Schaftvolumen zu berechnen, konnten nicht befriedigen. Der wichtigste Grund hierfür war, daß die Durchmesser-Daten mit unerträglich hohen systematischen Fehlern behaftet waren (MÜNCH 1973 a). Vermutlich dürften die DW der Volumina der Kulturpflanzen zwischen den einzelnen Unkrautbehandlungsarten keine großen Unterschiede aufweisen; wahrscheinlich dürften bei der Kiefer die MB-Kiefern (siehe 2.8.) und bei den Fichten die PM 1-Fichten das größte Schaftvolumen besitzen, ohne daß jedoch eine statistische Sicherung möglich wäre.

2.7. Vergleich der an Fichte aus Pflanzung 1971 gewonnenen Ergebnisse mit den an Fichte aus Pflanzung 1972 gewonnenen

Die Ergebnisse stimmen in der Tendenz durchweg überein. So starben im Regelfall überwiegend die längeren und dünneren Fichten ab.

Auch bei den Ergebnissen der Disgressionsanalyse ergaben sich keine Widersprüche: War bei Fichten aus Pflanzung 1971 z. B. ein Vorzeichen mit  $\geq 3$  s gesichert, so ergab sich in keinem Fall bei Fichte aus Pflanzung 1972 eine entsprechende Sicherung des entgegengesetzten Vorzeichens.

2.8. Diskussion und Erweiterung der Methodik

Zu den unter 2.6. genannten systematischen Fehlern sowie kleinstandörtlichen Unterschieden – die sich u. a. in der relativ großen Streuung um die jeweiligen DW zeigen – kommt hinzu, daß die Erhebung und Auswertung der Daten sehr arbeitsaufwendig ist. Ferner ist – nicht zuletzt aufgrund der o. a. systematischen Fehler – für reproduzierbare Aussagen ein sehr großes Datenmaterial erforderlich.

So ergab sich, daß selbst bei 150 Bäumen je Parzelle die Unterschiede zwischen Parzellen gleicher Unkrautbehandlung vielfach größer sein können als die zwischen Parzellen unterschiedlicher Unkrautbehandlung. Einer der Hauptgründe hierfür, die Unterschiede im Mikrostandort, läßt sich aber bei größeren Freilandversuchen kaum ausschalten.

Bringt man die einzelnen Parzellen nach der Größe der Zuwächse der Durchmesser usw. in geordnete Rangfolgen, so zeigt sich, daß z. B. bei Kiefer die Parzellen 7 und 11 (MB), 14 und 16 (PM 1), 15 und 18 (PM 2) stets am oberen Ende der Rangfolge, die Parzellen 9 und 17 (MB), 1 (PM 1), 3, 5 und 12 (PM 2) meist am unteren Ende zu finden sind, obwohl das jeweilige Ausgangsmaterial relativ homogen war.

Um die o. a. systematischen Fehler zu umgehen, wurden versuchsweise an 35 MB-Kiefern (Parz. 11) sowie 44 PM 1-Kiefern (Parz. 16) zur Jahreswende 1973/1974, d. h. im 4. Lebensjahr bzw. zum Ende des 3. Standjahres der Kiefern auf der VfL., Zahlenwerte für weitere 4 Merkmale gemessen (MÜNCH 1979 c).

Dies waren die 4 Durchmesser 1973 Ende in der Mitte des jeweiligen Höhentriebes (Internodium; Hz 1970 bis 1973). Die Längen der 4 Höhentriebe waren bereits bekannt. Die Höhe des Meßpunktes am Schaft wurde berechnet aus der halben Länge des betreffenden Höhentriebes + der Summe der älteren Höhentriebe.

Dieses Meßschema hat den großen Vorteil, daß die einzelne Meßstelle recht genau festzulegen ist. Besonders vorteilhaft ist, daß ein Verschieben um einige mm nach oben oder unten nahezu ohne Auswirkung auf den Durchmesserwert bleibt, da dieser Schaftteil weitgehend außerhalb des Einflusbereiches störender Seitenäste liegt.

Es zeigte sich, daß der Mittendurchmesser 1973 Ende des Höhentriebes von 1971 mit dem Schaftvolumen sehr eng korrelierte (95%; Abb. 8). Die Abb. zeigt, daß diese hohe Korrelation in dem interessierenden Bereich auf einem linearen Zusammenhang beruht.

Bei der geringen Streuung der 44 Kiefern um die Regressionsgerade reichen bereits wenige Individuen aus, um gut reproduzierbare Ergebnisse zu erhalten.

Es ergab sich folgende lineare „Faustformel“, und zwar für beide Kollektive:

$$y = -450 + 300 x,$$

wobei y das Volumen in cm<sup>3</sup> und x der genannte Mittendurchmesser in cm ist. Derartige Faustformeln lassen sich leicht und mit nur geringem Arbeitsaufwand anwenden. Besonders geeignet sind diese Formeln für vergleichende Aussagen.

Geringfügig kleinere Korrelationen zum Schaftvolumen bestehen auch bei den Mittendurchmessern des Höhentriebes 1970, 1972 und bei der Gesamthöhe (etwa 90%).

Das Schaftvolumen der MB-Kiefern war um 13% größer als das der PM 1-Kiefern. Eine statistische Absicherung des Vorzeichens des Unterschiedes wäre jedoch nur mit einer größeren Anzahl von Kiefern möglich.

Gleichzeitig konnten mit diesem ergänzten Zahlenmaterial brauchbare Abholzigkeitskurven erstellt werden.

Danach ist die Abholzigkeit der MB-Kiefern zwischen den Durchmesser der Internodienmitten 1970 und 1971 geringer als die der PM 1-Kiefern; bezogen auf 1971 und 1972 sowie 1972 und 1973 ist die Abholzigkeit der MB-Kiefern größer. Ferner streuen die Einzelwerte 1971/1972 stärker um den Mittelwert als 1970/1971 und 1972/1973.

Der Grund hierfür kann eine unterschiedliche Auswirkung des Pflanzschocks 1971 sowie Spätfolgen desselben auf das Wachstum 1972 sein. 1973 scheinen diese Spätfolgen – unabhängig von der Unkrautbehandlungsart – abgeklungen zu sein.

Allgemein läßt sich sagen, daß Messungen in den ersten 2 Jahren nach der Kulturbegründung immer – neben den echten, durch die unterschiedlichen Kulturpflegemethoden bedingten Folgen – die sehr massiven Auswirkungen des Pflanzschocks miterfassen (siehe Abb. 2 bis 4). So waren z. B. bei Fichte aus Pflanzung 1971 und 1972 die Durchmesserzuwächse im ersten Standjahr auf der VfL.  $\pm 0$  (siehe Fußnote 7).

### 2.9. Wertung der Ergebnisse in Hinblick auf den Zweck der Untersuchung

Abschließend lassen sich die in der Einleitung angeschnittenen Fragen wie folgt beantworten:

#### 2.9.1. Auswirkungen der Unkrautbehandlung

Anscheinend ist bei den Fichten der mechanischen Unkrautbehandlungsvariante (MB) die Höhenentwicklung, bei den MB-Kiefern die Durchmesserentwicklung der ersten Jahre nach der Pflanzung auf der Kulturfläche rascher als bei den vergleichbaren PM-Bäumen. Bei MB-Bäumen scheint die Stammzahlabnahme etwas schneller zu erfolgen, was jedoch kein Nachteil sein muß.

Die Unterschiede zwischen PM 1- und PM 2-Bäumen hatten meist dasselbe Vorzeichen wie die zwischen PM 1- und MB-Bäumen, wobei PM 2-Fichten die geringste Höhenentwicklung und PM 2-Kiefern den geringsten Durchmesserzuwachs zeigten. Da für die Zuwachsunterschiede zwischen PM 1- und PM 2-Bäumen als plausible Erklärung im wesentlichen kleinstandörtliche Unterschiede herangezogen werden müssen, liegt der Verdacht nahe, daß auch die meisten Unterschiede zwischen PM 1- bzw. PM 2-Bäumen einerseits und MB-Bäumen andererseits ebenso bedingt sind.

Die durch die unterschiedlichen Unkrautbehandlungsvarianten bedingten Wachstumsunterschiede wirken sich mit hoher Wahrscheinlichkeit auf das spätere Bestandesleben kaum aus; geringe Zuwachsunterschiede in den ersten 2 Jahren bis 3 Jahren sind bei einer Umtriebszeit von etwa 100 Jahren belanglos.

Hinzu kommt, daß sich solche Unterschiede im Laufe der nächsten Jahre ausgleichen können. Dies bestätigte z. B. eine Untersuchung von OLBERG-KALLFASS (1979).

Die Waldvegetation wird auf der Kiefernversuchsfläche sowohl nach mechanischer als auch nach chemischer Unkrautbehandlung über kurz oder lang wieder der früheren Vegetation bzw. deren Entwicklungsrhythmus entsprechen. Auf der Fichten-Vfl. dürfte sich die Ausgangsvegetation wieder einstellen: Bei früheren Waldgenerationen war die mechanische Kulturpflege vermutlich mindestens ebenso intensiv wie 1970 bis 1973.

#### 2.9.2. Zweckmäßigkeit einer Unkrautbehandlung

Sowohl aus ökologischen als auch aus ökonomischen Gründen ist die Zweckmäßigkeit der Unkrautbehandlung allein auf das Überleben der Kultur ausgerichtet („Alles-oder-Nichts-Prinzip“).

Es geht hier nicht um etwaige mehr oder weniger große Zuwachsprozente, betriebswirtschaftliche Gewinne oder rein ökologische Überlegungen.

Ziel ist allein die Erhaltung der für einen brauchbaren Bestand absolut notwendigen Stammzahl sowie die etwa gleichmäßige Standraumverteilung im Dickungsalter. Vielfach ist eine Unkrautbekämpfung nicht nur nicht notwendig (HUSS und WACHENDORFF 1977 a u. 1977 b), sondern kann geradezu von Nachteil für die jungen Kulturpflanzen sein (MÜNCH 1973 b).

Für die einzelnen Standorte sind daher Schwellenwerte zu erarbeiten: u. a. welche „Schadpflanzen“ immer und welche bei einer bestimmten Höhe der Kulturpflanzen sowie auf einem bestimmten Standort niedergehalten werden müssen (wirtschaftliche Schadensschwelle).

Bei der Wirkung der Unkräuter auf das Wachstum der Kulturpflanzen ist zu unterscheiden zwischen einer Konkurrenzwirkung, z. B. bezüglich Wasser, Licht, Nährstoffe, sowie einer mechanischen Beschädigung der Kulturpflanzen, z. B. durch Niederdrücken, Verpeitschen u. ä. In einer mit 1/0-jährigen Kiefern begründeten Kultur ist in den ersten 2 bis 3 Jahren im Juli/August, ggf. noch September eine Adlerfarnbekämpfung lebensnotwendig, da durch das Überliegen des Farns im Winter die Kiefern mechanisch vernichtet werden.

Ähnlich gefährlich kann extremer Brombeerbewuchs (Dornen) oder Birken- und Faulbaumaufwuchs (bei Wind Verpeitschen) sein.

Bei Binsen und Honiggras scheint es – neben einer möglichen Wurzelkonkurrenz – auch zur Entstehung eines für die kleinen Kiefern besonders ungünstigen Kleinklimas zu kommen: Windruhe, hohe Luftfeuchte, stärkeres Pilzwachstum (siehe 2.1.2.).

Auch das Reitgras kann (siehe 2.1.1.) ggf. kleineren Fichten schaden: Überliegen, teilweise Wasserkonkurrenz sowie potentiell Mäusebiotop. Sein Einfluß auf das Fichtenwachstum wird jedoch meist überschätzt (MÜNCH 1973 b u. 1975 b; OLBERG-KALLFASS 1979), ebenso wie die Bekämpfungsmöglichkeiten bzw. deren Auswirkungen. Von den übrigen auf den VfL. vorkommenden Unkräutern ist kein nennenswerter Schaden für die Kulturpflanzen zu erwarten. Eine Bekämpfung sollte daher unterbleiben. Umgekehrt kann jedoch die Schattenwirkung der Unkräuter sich auf das Wachstum der jungen Bäume positiv auswirken (MÜNCH 1973 b).

#### 2.9.3. Versuchsanlage

Faustformel

– Zur Ermittlung des Schaftvolumens liefert nur die für Kiefer gefundene Faustformel mit relativ geringem Arbeitsaufwand praktisch interessante Ergebnisse (siehe 2.8.; Abb. 8). Die Faustformel erlaubt, über einen einzigen Parameter, den einfach zu erhebenden Durchmesser, das mit anderen Methoden nur sehr umständlich zu erfassende Schaftvolumen in nomographischer Weise zu berechnen.

– Ein erfolgversprechender Weg zur Gewinnung weiterer Faustformeln ist, in der eingeschlagenen Richtung zunächst für weitere Baumarten, Standorte oder Fragestellungen Korrelationskoeffizienten zu bestimmen und bei Vorliegen hoher Korrelation – u. a. mit graphischen Mitteln – nach linearen Zusammenhängen zu suchen. Bei einer Korrelation von 95 % genügen etwa 40 Bäume je Parzelle.

– Bei der ermittelten Faustformel sind auf diesem Standort der Regressionskoeffizient sowie die Konstante für die Baumart Kiefer typisch. Unterschiede zwischen den Unkrautbehandlungsarten äußern sich in der unterschiedlichen Lage des Durchschnitts der Einzelbäume der zu ver-

gleichenden Parzellen auf der Regressionsgeraden. Parzellen mit schwächeren Bäumen liegen links unten, solche mit stärkeren rechts oben.

- Sollen z. B. Unterschiede zwischen 2 Unkrautbehandlungsarten in ihrer Auswirkung auf das Stammvolumen statistisch abgesichert werden, so kann man sich auf die statistische Sicherung des Unterschiedes zwischen den Durchmesser-DW der beiden Kollektive beschränken (Ein Beispiel: Mittendurchmesser des Höhentriebes 1971, erhoben 1974 Anfang; Abb. 8). Sind diese Unterschiede gering, bedarf es wiederum einer entsprechend größeren Anzahl von Bäumen.
- Gleichzeitig sollten jedoch genetisch einheitliche Kulturpflanzen verwendet werden. Umgekehrt wäre zu untersuchen, ob genetische Unterschiede sich in einer verfeinerten Faustformel erkennen lassen.

Nach der Berechnung der Durchschnittswerte (DW) und ihrer Standardunsicherheiten (SU), die jedoch vielfach keine signifikanten Ergebnisse bezüglich der Unterschiede zwischen den Unkrautbehandlungsgruppen erbrachte, erwies sich die Disgressionsanalyse als eine brauchbare statistische Methode. Damit wird praktisch jede einzelne aufgemessene Kulturpflanze zu einer Wiederholung (siehe 1.3.).

## Literatur

- HUSS, J. u. WACHENDORFF, R., 1977: Leisten mechanische oder chemische Pflegemaßnahmen eine wesentliche Hilfe bei der Entwicklung von Fichten und Kiefernkulturen? Forsttechn. Inf. **29**, 9–13.
- HUSS, J. u. WACHENDORFF, R., 1977: Die Wirkung mechanischer und chemischer Freistellungsverfahren auf die Entwicklung von Fichten und Kiefern. Weed Res. **17**, 11–24.
- MÜNCH, W. D., 1972: Änderungen der Artenzusammensetzung von Unkräutern in Forstkulturen nach Anwendung von Herbiziden. Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch. **79**, 486–497.
- Ders. 1973a: Zur Eignung von Wurzelhalsdurchmesser und 100-Nadelgewicht als Meßgrößen für Zuwachsuntersuchungen in Forstkulturen nach Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Anz. Schädlingsk. Pflanzen-Umweltsch. **XLVI**, 65–69.
- Ders. 1973b: Zur Frage der Beeinflussung des Zuwachses von Forstkulturen durch Unkraut. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutz. (Braunschweig) **25**, 134–138.
- Ders. 1973c: Zur Methodik der Prüfung von Mitteln zur Verhütung von Wildschäden; III. Teil. Einfluß auf den Höhenzuwachs von Fichten. Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch. **80**, 188–200.
- Ders. 1973d: Vortrag auf dem 19. Biometrischen Kolloquium der Deutschen Region der Internationalen Biometrischen Gesellschaft vom März 1973 in Berlin.
- Ders. 1975a: Weitere Untersuchungen zur Eignung des 100-Nadelgewichtes als Meßgröße für Zuwachsuntersuchungen in Forstkulturen nach Anwendung von Herbiziden. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutz. (Braunschweig) **27**, 22–23.
- Ders. 1975b: Unterschiede im Wachstum einer Fichtenkultur bei chemischer und bei mechanischer Unkrautbekämpfung (Vorläufige Mitteilung). Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutz. (Braunschweig) **27**, 108–110.
- Ders. 1979a: Unterschiede im Wachstum einer Fichtenkultur bei chemischer und bei mechanischer Unkrautbekämpfung (Weitere Ergebnisse). Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutz. (Braunschweig) **31**, 56–58.
- Ders. 1979b: Unterschiede im Wachstum einer Kiefernkultur bei chemischer und bei mechanischer Unkrautbekämpfung (Vorläufige Mitteilung). Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutz. (Braunschweig) **31**, 70–72.
- Ders. 1979c: Eine Faustformel für das Schaftvolumen vierjähriger Kiefern. – Ein Beitrag zur Prüfung von Herbiziden an Forstgewächsen. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutz. (Braunschweig) **31**, 106–109.
- OLBERG-KALLFASS, R., 1979: Zur Reaktion von Fichten auf Unkraut-Bekämpfung in der Kultur. Allg. Forst- u. J.-Ztg., **150**, 191–195.
- STEINER, O., 1972: Statistische Disgressionsanalyse. Jber. d. Phys. Techn. Bundesanst., 217–218
- Ders.: Statistische Disgressionsanalyse nebst ausgewählten Beispielen. In Vorbereitung.

## Mitteilungen

### 3rd International Verticillium Symposium in Bari/Italien vom 24. bis 28. August 1981

Offensichtlich nur im Hopfenbau spielt die durch *Verticillium* spp. verursachte Welke noch eine Rolle in der Bundesrepublik Deutschland. Dies ergibt sich aus der Teilnahme von nur zwei aus der Bundesrepublik kommenden Wissenschaftlern am nunmehr zum dritten Male stattfindenden Symposium über *Verticillium* in Bari/Süditalien, die sich beide mit Hopfenkrankheiten befassen. Zu diesem Symposium kamen fast 90 Wissenschaftler aus 22 Staaten, darunter 14 außereuropäischen, zusammen, um in folgenden Sitzungen mit insgesamt 51 Vorträgen ihre Erkenntnisse mitzuteilen und Erfahrungen auszutauschen:

1. Bedeutung von *Verticillium*-Krankheiten in der Landwirtschaft
2. Epidemiologie und Ökologie
3. Genetik von *Verticillium* spp.
4. Physiologie des Erregers und der Wirtspflanze
5. Ursachen und Genetik der Resistenz
6. Chemische Bekämpfung.

Jede Sitzung wurde mit einem Übersichtsreferat eingeleitet. Dieses wurde in der ersten Sitzung von G. F. PEGG (Großbritannien) gehalten, wobei er *Verticillium albo-atrum* und *Verticillium dahliae* als gravierende Krankheitserreger an Hopfen, Erdbeeren und Baumwolle hervorhob und auf ihre weltweite Verbreitung aufmerksam machte. Diesem Einführungsreferat folgten vier Kurzreferate über Auftreten von und Verluste durch *Verticillium* spp. an Baumwolle und Sonnenblumen in Ägypten (A. M. EL ZARKA), Iran (H. MOSHIR-ABADI) und Australien (A. FRANCIS et al.) sowie ein Referat über administrative Maßnahmen gegen die progressive *Verticillium*-Welke an Hopfen in England (D. L. EBBELS).

Die zweite Sitzung wurde mit einem Vortrag von J. E. DE VAY und G. S. PULLMAN (USA) eingeleitet. Es wurde von dem Vortragenden betont, daß zahlreiche epidemiologische und ökologische Bedingungen die Verbreitung, die Entwicklung und Pathogenität von *Verticillium*-Arten beeinflussen. An Hand der Baumwollkultur konnte gezeigt werden, daß starkes Krankheitsauftreten immer dort zu verzeichnen war, wo hohe Konzentrationen von Erregereinheiten im Boden vorhanden waren. Sie kommen zustande durch kurze Fruchtfolgen und führen zu starker Anreicherung der Erreger, namentlich mit Typen hoher Aggressivität. Die folgenden Kurzreferate, gehalten von Wissenschaftlern aus Belgien (J. COOSEMANS), Kanada (W. E. SACKSTON et al.), Deutschland (V. ZINKERNAGEL), Griechenland (E. C. TJAMOS), der UdSSR (G. S. MUROMTSEV et al.) und Südafrika (S. VISSER et al.), befaßten sich mit epidemiologischen und ökologischen Fragen an Baumwolle, Oliven, Tomaten, Hopfen und Sonnenblumen sowie ökologischen Untersuchungen über Keimverhalten der Mikrosklerotien von *V. dahliae*, der Erfassung der Erreger im Boden und deren Pathogenität und der Variabilität in Stämmen und Arten von *Verticillium* (D. P. GUPTA, Indien).

In der dritten Sitzung wurde die Genetik von *Verticillium* behandelt. Das Einführungsreferat hielten A. C. HASTIE und J. B. HEALE (Großbritannien). Das zentrale Problem der *Verticillium*-Genetiker ist nicht mehr, wie in früheren Jahren, die Identität von *Verticillium albo-atrum* und *Verticillium dahliae*. Hier hat sich die Ansicht durchgesetzt, daß zwei verschiedene Arten vorliegen. Im Vordergrund der Untersuchungen stehen heute neben Genrekombinationen durch Heterokaryose und Parasexualität (F. M. MCGEARY et al., Großbritannien) Mutationsauslösungen zur Aufklärung des Auftretens von hellen und dunklen Typen von *Verticillium albo-atrum* (J. E. PUHALLA et al., USA), Kompatibilität zwischen Isolaten aus verschiedenen Wirtspflanzen (J. B. HEALE et al., England), der Spezialisierung von Stämmen und Pathogenitätsänderungen (H. LAHLOU et al., Marokko) in *Verticillium*populationen.

Über die Physiologie der infizierten Wirtspflanze und des Krankheitserregers wurde in der vierten Sitzung gesprochen. Das Einführungsreferat hielt C. H. BECKMAN (USA) mit Hinweisen darauf, in welchen Abläufen und Zeiträumen Kallose als Ablagerungen in den Gefäßwänden, Thyllen und Phytoalexine gebildet werden sowie auf ihre Entstehungsorte. Dies wurde an anfälligen und resistenten Pflanzen dargestellt.

Die Kurzreferate befaßten sich mit Phytoalexin- und Toxinbildungen bei verschiedenen, für Welkeerreger anfälligen Wirtspflanzen (J. M. MILTON et al., Großbritannien; A. NACHMIAS et al., Israel; H. MUSSELL et al., USA) sowie morphologischen Veränderungen der Gefäßbereiche infizierter Pflanzen (P. F. S. STREET, Großbritannien). Letztere wurden durch sehr informative elektronenoptische Aufnahmen vorgeführt (J. ROBB et al., Kanada).