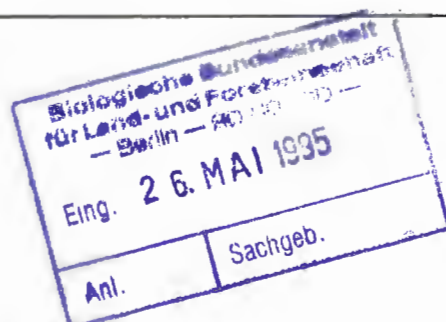


Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Reports
from the Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry



D

Heft 1

1995

95-15321

Sachverständigenutachten
zur Genehmigung von Weihnachtsbaumkulturen
(in Landschaftsschutzgebieten) unter Berücksichtigung von
Herbizideinsätzen bzw. mechanischen oder kulturtechnischen
Verfahren zur Unkrautbekämpfung und deren
Folgewirkungen auf den Naturhaushalt

Expert Report
on the permit to cultivate christmas trees (in protected landscape reserves)
with consideration of herbicidal use, mechanical or cultural weed control methods
and their effects on the environment (balance of nature)

Dr. Gerd Heidler

Abteilung für Pflanzenschutzmittel und Anwendungstechnik
Department for Plant Protection Products and Application Techniques



BBA

Herausgeber

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
Braunschweig, Deutschland

Verlag:

Eigenverlag

Vertrieb:

Saphir Verlag, Gutsstraße 15, D-38551 Ribbesbüttel

Telefon 0 53 74/65 76

Telefax 0 53 74/65 77

ISSN: 0947-8809

Kontaktadresse:

Dr. Gerd Heidler

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Abteilung für Pflanzenschutzmittel und Anwendungstechnik

Messeweg 11/12

D-38104 Braunschweig

Telefon +49/(0)5 31/2 99 36 03

Telefax +49/(0)5 31/ 299 30 05

© Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersendung, des Nachdrucks, des Vortrages, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.

Sachverständigengutachten
zur Genehmigung von Weihnachtsbaumkulturen
(in Landschaftsschutzgebieten)
unter Berücksichtigung von Herbizideinsätzen
bzw. mechanischen oder kulturtechnischen
Verfahren zur Unkrautbekämpfung und deren
Folgewirkungen auf den Naturhaushalt

Zusammenfassung

Das im Rahmen eines Rechtsstreites angefertigte Gutachten beinhaltet die wesentlichen Aspekte der Unkrautbekämpfung in Weihnachtsbaumkulturen. Dabei wird sowohl auf Herbizideinsätze als auch auf nichtchemische Verfahren der Unkrautbekämpfung und Bestandespflege eingegangen. Neben allgemeinen Ausführungen zur Führung der Kultur sind vor allem die Auswirkungen der einzelnen Maßnahmen auf den Naturhaushalt beschrieben. Hierbei stehen mögliche Einflüsse auf die vorhandene Flora und hieraus resultierende Folgewirkungen im Vordergrund. Desgleichen werden Auswirkungen auf Warmblüter, Insekten und Mikroorganismen, sowie auf den gesamten Biotop derartiger Kulturflächen, einschließlich Boden, Wasser und bodennahem Kleinklima, aufgezeigt. Bei den Herbiziden findet der Wirkstoff Glyphosat mit dem Mittel Roundup besondere Berücksichtigung. Neben Angaben zu Wirkstoff- und Produktcharakteristiken sind Wirkungseigenschaften und Anwendungsmodalitäten dargelegt; in diesem Zusammenhang wird auf die Zulassung des Mittels Roundup nach dem PflSchG eingegangen. Im Vergleich hierzu sind für die Anwendung in Weihnachtsbaumkulturen geeignete andere Herbizidwirkstoffe in entsprechenden Mitteln sowie deren Eigenschaften und Auswirkungen genannt.

Expert Report
on the permit to cultivate christmas trees
(in protected landscape reserves)
with consideration of herbicidal use, mechanical or
cultural weed control methods and their effects
on the environment (balance of nature)

Summary

The expert report prepared for a court case describes the main aspects of weed control in christmas trees. Both herbicide uses as well as non-chemical methods of weed control and crop management are outlined. Besides a general description of the cultivation above all the effects of different measures on the environment (balance of nature) are discussed. This includes possible effects on the existing flora and particular emphasis on secondary effects. Furthermore effects on warmblooded animals, insects and microorganisms as well as on the entire biotope of such cultivated areas including soil, water and the microclimate near the soil are described. Among the available herbicides Roundup containing the ingredient glyphosate is particularly considered. Not only details about the ingredient and product but also the mode of action and the use pattern including the situation as to the authorization of Roundup according to the German Plant Protection Act are described. In comparison with Roundup other suitable ingredients in herbicides, their properties and effects are presented.

Dr. Gerd Heidler
Biologische Bundesanstalt
für Land- und Forstwirtschaft
Messeweg 11/12
38104 Braunschweig

Braunschweig, 05. August 1994

SACHVERSTÄNDIGENGUTACHTEN

Rechtsstreit Ortmann ./.. Oberkreisdirektor des Kreises Olpe
AZ.: 7 A 504/92, (1 K 2021/91 Arnsberg)
hier: Genehmigung einer Weihnachtsbaumkultur

Bevor auf die speziell gestellten Fragen eingegangen wird,
sollen zum besseren Verständnis und um Wiederholungen zu
vermeiden vorab acht Themenbereiche näher dargelegt werden:

- Begriff "Unkraut"
- Prüfung und Zulassung von Pflanzenschutzmitteln
- Produktcharakteristika von Roundup (Wirkstoff Glyphosat)
- Zulassung von Roundup
- Zusammenstellung der zugelassenen Mittel mit den vorgesehenen Anwendungsgebieten Ziergehölze/Baumschulen
- Wirkungseigenschaften und Anwendungsmodalitäten zugelassener Pflanzenschutzmittel mit den vorgesehenen Anwendungsgebieten Ziergehölze/Baumschulen
- Mechanische Unkrautbekämpfung und Bestandespflege in Weihnachtsbaumkulturen
- Erscheinungsbild von Pflegemaßnahmen

Begriff "Unkraut"

Je nach Betrachtungsweise werden von Autoren (Eggers und Niemann 1980, Hurle 1994) unterschiedliche Begriffe wie "Unkraut", "Begleitwuchs", "Ackerwildkraut", "Beikraut", "Ackerbegleitflora" oder "Kulturpflanzenbegleiter" verwendet, obwohl in aller Regel dieselben Pflanzen gemeint sind und nur die inhaltlichen Aussagen, je nach Standort des Betrachters, divergieren. Veränderte Wertmaßstäbe der Gesellschaft führen zu einem Wandel des Begriffes. In Abhängigkeit von der Anschauungsweise, ob ökonomisch, ökologisch, ethisch oder ästhetisch, werden in jüngerer Zeit Wortschöpfungen in Form neuer Begriffe geschaffen. Zwangsläufig kann das zu Mißverständnissen führen.

Von alters her wurde der Begriff "Unkraut" im deutschen Sprachgebrauch verwendet. Hier stand die wirtschaftliche Betrachtungsweise im Vordergrund, wie sie auch in der klassischen Definition von Rademacher (1948) gesehen wurde, nach der solche Pflanzen Unkräuter sind, die unerwünschterweise auf dem Kulturland wachsen und dort mehr Schaden als Nutzen verursachen. Im internationalen Sprachgebrauch kann der Begriff "weeds" (= Unkräuter) als eingeführt gelten. Gleichwohl wird es als notwendig erachtet, die Begriffserklärung von Zeit zu Zeit zu überprüfen und ggf. dem Stand der Erkenntnisse anzupassen.

Nachfolgend soll daher, ohne daß damit eine Wertung verbunden wird, der Begriff "Unkraut" verwendet werden.

Prüfung und Zulassung von Pflanzenschutzmitteln

Pflanzenschutzmittel unterliegen den Bestimmungen des Pflanzenschutzgesetzes vom 15. Sept. 1986 (PflSchG) (Anonym 1986). Pflanzenschutzmittel aller Art dürfen nur eingeführt oder in den Verkehr gebracht werden, wenn sie zugelassen sind. Nach § 15 PflSchG erteilt die Biologische Bundesan-

stalt für Land- und Forstwirtschaft einem Antragsteller die Zulassung, wenn der Antrag insbesondere den Anforderungen des § 12 PflSchG entspricht und die Prüfung des Pflanzenschutzmittels ergibt, daß

1. das Pflanzenschutzmittel nach dem Stande der wissenschaftlichen Erkenntnisse und der Technik hinreichend wirksam ist,
2. die Erfordernisse des Schutzes der Gesundheit von Mensch und Tier beim Verkehr mit gefährlichen Stoffen nicht entgegenstehen und
3. das Pflanzenschutzmittel bei bestimmungsgemäßer und sachgerechter Anwendung oder als Folge einer solchen Anwendung
 - a) keine schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier und auf Grundwasser hat und
 - b) keine sonstigen Auswirkungen, insbesondere auf den Naturhaushalt, hat, die nach dem Stande der wissenschaftlichen Erkenntnisse nicht vertretbar sind.

Die zuletzt unter 3 b) genannten Auswirkungen auf den Naturhaushalt sind erstmals ausdrücklich in dieses Gesetz aufgenommen worden, um Gefahren für diesen schützenswerten Bereich abzuwehren. Zum Naturhaushalt gehören seine Bestandteile Boden, Wasser, Luft, Tier- und Pflanzenarten sowie das Wirkungsgefüge zwischen ihnen (Anonym 1986).

Mit der Zulassung eines Pflanzenschutzmittels können Auflagen erteilt werden. Diese betreffen in aller Regel den Anwenderschutz, den Verbraucherschutz und den Umweltschutz. Die Antragsteller sind gehalten, diese Kennzeichnungsaufgaben in der Gebrauchsanleitung abzudrucken. Daneben können derartige Vorschriften auch als Anwendungsbestimmungen festgesetzt werden.

Produktcharakteristika von Roundup (Wirkstoff Glyphosat)
(Anonym 1982, Grossbard und Atkinson 1985)

Wirkstoffname: Glyphosat
Chem. Bezeichnung: N-(Phosphonomethyl)-glyzin
Summenformel: C₃ H₈ NO₅ P

Strukturformel: $\text{HOOC} - \text{CH}_2 - \text{NH} - \text{CH}_2 - \text{P} \begin{array}{l} / \text{OH} \\ || \\ \text{O} \end{array} - \text{OH}$

Das Mittel Roundup, Zulassungs-Nr. 22389-00, enthält 360 g Wirkstoff je Liter. Roundup ist eine gelbe, nicht brennbare und fast geruchlose Flüssigkeit, die als wasserlösliches Konzentrat formuliert ist. Der Wirkstoff ist gut wasserlöslich und hydrolysestabil. Im Mittel Roundup liegt Glyphosat als Isopropylaminsalz vor. Daneben sind noch andere Formulierungen bekannt, und zwar Natriumsalz- sowie Monoammoniumsalz-Formulierungen, die im Ausland vertrieben werden.

Glyphosat ist ein nicht selektiv wirkender Herbizid-Wirkstoff, der in zahlreichen landwirtschaftlichen Kulturen, aber auch auf gartenbaulich, forstwirtschaftlich oder nicht landwirtschaftlich genutzten Flächen eingesetzt wird. In niedrigen Dosierungen wirkt er als Pflanzenwachstumsregulator.

Aufnahme, Transport und Verteilung von Glyphosat in der Pflanze

Der Wirkstoff Glyphosat wird von der Pflanze fast ausschließlich über grüne Pflanzenteile aufgenommen. Eine Aufnahme über die Wurzel ist von untergeordneter Bedeutung. Die Absorption von Glyphosat erfolgt passiv durch Diffusion. Die aufgenommene Menge wird dabei stark durch das Vorhandensein von epikuticularem Wachs unter Anwesenheit oder dem Fehlen von Stomata und Trichome beeinflusst. Der Hauptanteil an Glyphosat wird innerhalb der ersten vier bis

sechs Stunden absorbiert. Die Absorption kann bis zu 48 Stunden andauern. Sobald Glyphosat von der Pflanze aufgenommen wurde, erfolgt eine hauptsächlich symplastisch nach abwärts gerichtete Translokation. Der Transport in der Pflanze sistiert endgültig, wenn die Physiologie der oberirdischen Pflanzenteile so gestört ist, daß die Pflanze abzusterben beginnt. Nach der Wirkstoffaufnahme treten erste Welkeerscheinungen bei einjährigen Pflanzen nach ca. vier Tagen und bei mehrjährigen Arten nach sieben bis zehn Tagen auf. Blattsymptome in Form von Verfärbungen (Aufhellungen, Vergilbungen, Verbräunungen bzw. Rotfärbungen) oder Mißbildungen (Verdrehungen, Kräuselungen) sind meist sieben bis vierzehn Tage nach der Applikation feststellbar, während das vollständige Absterben der Pflanzen bis zu dreißig Tage dauert.

In den ersten Tagen kann eine Anreicherung des Wirkstoffes vor allem in den Terminalpunkten der Pflanze beobachtet werden. In der Folge wandert der Wirkstoff ab und verteilt sich über die Pflanze. Da Glyphosat in der Pflanze stabil ist und kaum nennenswert abgebaut wird, können nach der Applikation oft noch phytotoxische Wirkungen in einer zweiten Wachstumsphase der Pflanze beobachtet werden.

Wirkungsweise

Die toxikologische Selektivität von Glyphosat beruht auf der Blockierung der Biosynthese der essentiellen, aromatischen Aminosäuren Phenylalanin, Tyrosin und Tryptophan in den Pflanzen (Holländer und Amrhein 1980, Cole 1985).

Die erwähnten essentiellen, aromatischen Aminosäuren werden in der Pflanze im sogenannten Shikimat-Zyklus geformt. Glyphosat blockiert dabei - äußerst spezifisch - das 5-Enoyl-pyruvyl-shikimate-3-phosphat-Enzym. Durch die Blockierung dieses Enzyms wird die Bildung von Chorismat, einer Ausgangssubstanz für die genannten essentiellen Aminosäuren,

verhindert. Als Folge wird die Proteinsynthese gehemmt. Es kommt zu einer Anhäufung der Aminosäuren Glutamin und Glutaminsäure sowie von Shikimisäure und Ammoniak. Gleichzeitig ist mit der Hemmung der Proteinsynthese eine Abnahme sekundärer, aromatischer Verbindungen, wie z. B. Flavonoide, Lignine, Tannine und verschiedene Phenolsäuren, in glyphosatbehandelten Pflanzengewebe festzustellen.

Die geringe Toxizität des Wirkstoffes für Mensch und Tier erklärt sich daraus, daß der genannte Shikimat-Zyklus nur in Pflanzen und Mikroorganismen anzutreffen ist, und Glyphosat ganz spezifisch nur diesen Zyklus blockiert.

Die Wirkungsweise von Roundup wird durch Witterungsfaktoren wie Lichtintensität, Temperatur und Luftfeuchtigkeit beeinflusst und ist außerdem abhängig von der Entwicklung der Pflanzen sowie deren Entwicklungszustand (Caseley und Coupland 1985). Als Einflußgröße für die Photosynthese wirkt Licht auf den Stoffwechsel der Pflanze. Mit der Erhöhung der Lichtmenge bis zu einem für jede Pflanzenart spezifischen Sättigungswert wird auch die Photosyntheserate gesteigert. Damit unmittelbar verbunden ist ein erhöhter Stofftransport innerhalb der Pflanze. Unter Berücksichtigung des akropetal (von der Wurzel zur Pflanzenspitze, z. B. Transpirationsstrom) und basipetal (von den Pflanzenspitzen in Richtung Wurzeln, z. B. Teile des Phloemstromes) gerichteten Saftstromes bedeutet höhere Pflanzenaktivität bessere Verteilung von Glyphosat und damit auch erhöhte herbizide Wirkung. Geringe Lichtmengen bewirken ein umgekehrtes Verhalten.

Ebenso werden Transport und Wirkungsgeschwindigkeit von Glyphosat durch Temperaturen beeinflusst. Zunehmende Temperaturen bewirken erhöhte biochemische Aktivität und damit gesteigerte Wirkungsgeschwindigkeit. Bei hohen Temperaturen sterben die Blätter durch den unmittelbaren Wirkungsbeginn rasch ab. Die Folge davon ist ein verminderter Transport in die unterirdischen Organe. Niedrige Temperaturen verzögern

die Wirkung von Glyphosat. Sie bewirken eine langsamere und intensivere Verteilung des Wirkstoffes. Die optimalen Temperaturen liegen je nach Pflanzenart zwischen 10 °C und 20 °C.

Und schließlich beeinflusst die Luftfeuchtigkeit die Beschaffenheit der Blattoberfläche und damit indirekt die Aufnahme des Herbizides. Mit steigender Luftfeuchtigkeit vermindert die Pflanze die Wachsproduktion und damit die Stärke der Kutikula. Gleichzeitig ist das Antrocknen der Spritzflüssigkeit verlangsamt. Damit nehmen diese Faktoren einen positiven Einfluß auf die Herbizidaufnahme. Demgegenüber führt eine geringere Luftfeuchtigkeit mit gleichzeitig hohen Temperaturen als Folge schnelleren Antrocknens der Spritzflüssigkeit zu einer geringeren Absorption des Herbizides.

Nach der Aufnahme des Wirkstoffes Glyphosat über die oberirdischen Pflanzenteile erfolgt die Translokation in Abhängigkeit vom Entwicklungszustand der Pflanzen. Für die Bekämpfung von Pflanzen sind vor allem die Ausbildung einer ausreichenden Aufnahmefläche, d. h. eines genügend vorhandenen aktiv wachsenden Blattapparates, aber auch der zeitliche Entwicklungszustand von besonderer Bedeutung. Letzteres trifft vor allem für mehrjährige Pflanzenarten zu. Neben allgemein guten Wachstumsbedingungen der zu bekämpfenden Pflanzen ist die Richtung des Stofftransportes innerhalb der Pflanze zu beachten. Allgemein ist der Beginn der generativen Entwicklungsphase die günstigste Applikationszeit, da dann die Einlagerung der Reservestoffe in die Wurzeln und Rhizome beginnt und mit dem Transportstrom der Wirkstoff nach unten in die Pflanzenorgane geleitet wird. Beispielsweise ist dies bei der Gemeinen Quecke (*Agropyron repens*) dann gewährleistet, wenn mindestens drei Blätter vorhanden bzw. ausgebildet sind. Zu frühe Spritzungen bringen oft schlechte Bekämpfungsergebnisse. Tiefwurzelnde und ausdauernde Pflanzen, wie Ackerkratzdisteln (*Cirsium arvense*) sind zu Blühbeginn, Ackerwinden (*Convolvulus ar-*

vense) während der (Haupt-) Blüte und Farne (Adlerfarn-Pteridium aquilinum) nach Entfaltung der letzten Farnwedel, aber bei noch voll grünem Laubapparat optimal zu bekämpfen.

Anhand dieser wenigen Beispiele wird ersichtlich, daß im Hinblick auf eine erfolgreiche Bekämpfung bestimmter Pflanzenarten auch spezifische Anwendungsbedingungen vorliegen müssen. Eine generelle Aussage kann daher nur schwer gemacht werden und ist immer in Abhängigkeit von

- Pflanzenart
- Entwicklungszustand
- Anwendungszeitpunkt
- Witterungsbedingungen zum Zeitpunkt der Anwendung
- Wasseraufwand bei der Mittelausbringung

zu sehen.

Da die Empfindlichkeit der Pflanzenarten im Hinblick auf eine erfolgreiche Bekämpfung mit Herbiziden der bedeutendste Faktor ist, soll nachfolgend in Tabelle 1 eine Zusammenstellung von Pflanzenarten wiedergegeben werden, die möglicherweise für einen wie in der Gerichtsakte beschriebenen Standort infrage kommen und für deren Beseitigung mit einem 90%igen Bekämpfungserfolg der angegebene Aufwand von Roundup pro ha erforderlich ist (Anonym 1982, Atkinson 1985).

Tabelle 1: Empfindlichkeit einzelner Pflanzenarten gegenüber Roundup

Einjährige ein- und zweikeimblättrige Unkräuter		Aufwand l/ha
Berufkraut, Kanadisches	(<i>Coryza canadensis</i>)	3 - 5
Bingelkraut, Einjähriges	(<i>Mercurialis annua</i>)	5
Ehrenpreis-Arten	(<i>Veronica spp.</i>)	3
Erdrauch, Gemeiner	(<i>Fumaria officinalis</i>)	2
Gänsefuß, Weißer	(<i>Chenopodium album</i>)	4 - 5
Hohlzahn, Gemeiner	(<i>Galeopsis tetrahit</i>)	3 - 5
Kamille-Arten	(<i>Matricaria spp.</i>)	3
Klettenlabkraut	(<i>Galium aparine</i>)	4 - 5
Knöterich, Vogel-	(<i>Polygonum aviculare</i>)	6
Kreuzkraut, Gemeines	(<i>Senecio vulgaris</i>)	2 - 3
Melde, Gemeine	(<i>Atriplex patula</i>)	4 - 5
Mohn, Klatsch-	(<i>Papaver rhoeas</i>)	2
Rispengras-Arten	(<i>Poa spp.</i>)	3
Saatwucherblume	(<i>Chrysanthemum segetum</i>)	2
Taubnessel-Arten	(<i>Lamium spp.</i>)	3 - 4
Vogelmiere	(<i>Stellaria media</i>)	3

Mehrjährige ein- und zweikeimblättrige Unkräuter		Aufwand l/ha
Ackerwinde	(<i>Convolvulus arvensis</i>)	7 - 12
Ampfer-Arten	(<i>Rumex spp.</i>)	5 - 6
Brennnessel, Große	(<i>Urtica dioica</i>)	4 - 6
Distel, Ackerkratz-	(<i>Cirsium arvense</i>)	5 - 6
Distel, Krause	(<i>Carduus crispus</i>)	10
Gänsedistel, Acker-	(<i>Sonchus arvensis</i>)	6
Goldrute	(<i>Solidago canadensis</i>)	5 - 6
Hahnenfuß, Kriechender	(<i>Ranunculus repens</i>)	5 - 7
Honiggras, Weiches	(<i>Holcus mollis</i>)	4 - 6
Hornklee, Gemeiner	(<i>Lotus corniculatus</i>)	7 - 8
Huflattich	(<i>Tussilago farfara</i>)	9
Klee, Weiß-	(<i>Trifolium repens</i>)	7 - 9
Knautgras, Wiesen-	(<i>Dactylis glomerata</i>)	3 - 4
Löwenzahn, Gemeiner	(<i>Taraxacum officinale</i>)	5 - 7
Pfeifengras	(<i>Molinia caerulea</i>)	4 - 5
Quecke, Gemeine	(<i>Agropyron repens</i>)	4 - 5
Rainfarn	(<i>Tanacetum vulgare</i>)	6 - 7
Reitgras, Länd-	(<i>Calamagrostis epigejos</i>)	4
Schafgarbe, Gemeine	(<i>Achillea millefolium</i>)	6 - 7
Schmiele, Rasen-	(<i>Deschampsia caespitosa</i>)	5 - 6
Schmiele, Draht-	(<i>Deschampsia flexuosa</i>)	4 - 6
Weidenröschen, Schmalblättr.	(<i>Epilobium angustifolium</i>)	5 - 6
Windenknöterich, Gemeiner	(<i>Fallopia convolvulus</i>)	6
Zaunwinde	(<i>Calystegia sepium</i>)	10 - 12
Adlerfarn	(<i>Pteridium aquilinum</i>)	4 - 6

Holzgewächse

Birke-Arten	(<i>Betula</i> spp.)	3 - 4
Brombeere, Echte	(<i>Rubus fruticosus</i>)	4 - 6
Esche, Eber-	(<i>Sorbus aucuparia</i>)	5
Paulbaum	(<i>Rhamnus frangula</i>)	5
Ginster-Arten	(<i>Genista</i> spp.)	6 - 8
Heidekraut	(<i>Calluna vulgaris</i>)	5 - 8
Himbeere	(<i>Rubus idaeus</i>)	6
Holunder-Arten	(<i>Sambucus</i> spp.)	5
Kirsche, Hecken-	(<i>Lonicera</i> spp.)	8 - 10
Rosen-Arten	(<i>Rosa</i> spp.)	6 - 8

In diesem Zusammenhang sei nochmals angemerkt und darauf hingewiesen, daß die einzelnen Pflanzenarten auf die Herbizid-Wirkstoffe sehr unterschiedlich reagieren und wie hier am Beispiel Roundup mit dem Wirkstoff Glyphosat ersichtlich wird, von hochempfindlich über empfindlich, weniger empfindlich bis hin zu nahezu tolerant sich verhalten. In die letzte Kategorie fallen die folgenden Arten:

Ackerschachtelhalm	<i>Equisetum arvense</i>
Berberitze	<i>Berberis vulgaris</i>
Gamandersalbei	<i>Teucrium scro</i>
Giersch	<i>Aegopodium podagraria</i>
Heidelbeere	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>
Mauerpfeffer	<i>Sedum acre</i>
Sumpfschachtelhalm	<i>Equisetum palustre</i>
Waldrebe	<i>Clematis vitalba</i>

Obwohl das Mittel Roundup mit dem Wirkstoff Glyphosat als nicht bzw. kaum selektives Herbizid eingestuft wird, treten auch bei den Kulturpflanzen beachtliche Sensitivitätsunterschiede auf. Diese variieren ebenso in Abhängigkeit von den Faktoren, wie sie bereits im Hinblick auf eine erfolgreiche Bekämpfung bestimmter Pflanzen dargestellt wurde (Seite 12). Als weiteres Kriterium ist hier lediglich noch der Mittelaufwand zu ergänzen. Die Wirkungsunterschiede von Roundup haben dazu geführt, daß dieses Herbizid unter bestimmten Voraussetzungen in Nadelholzkulturen, ausgenommen Lärchen (*Larix* spp.) und Douglasien (*Pseudotsuga*

menziesii), zur selektiven Unkrautbekämpfung angewendet werden kann. Entscheidend ist hierbei der Entwicklungszustand der Kultur. Sofern das Triebwachstum noch nicht eingesetzt hat oder bereits abgeschlossen ist, so daß die Triebe mit Nadeln ausgereift und die Knospenansätze verholzt sind, ist eine Behandlung "über Kopf" der Nadelgehölze möglich, ohne daß die Kultur durch das Herbizid geschädigt wird. Diese Eigenschaft des Wirkstoffes von Roundup hat man sich in Baumschulen und im Forst, aber auch in Weihnachtsbaumkulturen zu Nutze gemacht, indem das Mittel zur Flächenbehandlung gegen Unkräuter in Nadelgehölzen angewendet wird.

Verhalten in Pflanzen, Boden, Wasser und Luft

Nach bisher vorliegenden Untersuchungen wird Glyphosat in der lebenden Pflanze nicht abgebaut, weder zu dem Hauptmetabolit Aminomethyl-phosphonsäure (AMPA) noch zu anderen bestimmaren Metaboliten (Duke 1988, Wehrstein 1991). Eventuell in der Pflanze feststellbare geringe Mengen von AMPA sind von der Pflanze aufgenommen worden. Diese nicht nennenswerten AMPA-Rückstände sind entweder auf die AMPA-Verunreinigung in Glyphosat, den mikrobiellen Abbau von Glyphosat im Boden oder auf der Pflanzenoberfläche oder der Photofixierung des aus dem Metabolismus im Boden herrührenden CO₂ zurückzuführen. Erst durch die Mineralisation des behandelten Pflanzenmaterials wird der Abbau freigegeben.

Der Abbau von Glyphosat im Boden erfolgt vollständig und rasch, fast ausschließlich mikrobiell (Torstensson 1985). Dabei werden weder Wachstum noch Zusammensetzung der Mikroorganismen durch Glyphosat beeinflusst bzw. verändert. Der Abbau durch chemische Vorgänge spielt kaum eine Rolle.

Der Wirkstoff wird im Boden zu Aminomethyl-phosphonsäure (AMPA) metabolisiert. Für diese Abbaustufe ergibt sich ein durchschnittlicher DT-50-Wert (= disappearance time: die

Zeit, in der 50 % des Ausgangswertes nicht mehr nachweisbar ist) von ca. 24 Tagen und ein durchschnittlicher DT-90-Wert von ca. 130 Tagen. Der Metabolit AMPA ist nur mäßig stabil und wird weiter zu Kohlendioxyd mineralisiert.

Die Hydrolyse von Glyphosat und AMPA konnte nur in natürlichem, nicht aber in sterilem, deionisiertem Wasser beobachtet werden. Da Glyphosat und AMPA als Folge ihrer chemischen Strukturen keiner chemischen Hydrolyse im Wasser unterliegen können, ist die Hydrolyse in natürlichem Wasser nur in Folge der Wirkung löslicher Enzyme zu erklären.

Sofern der Wirkstoff Glyphosat in Oberflächengewässer gelangt, wird er sofort mit dem Wasser vermischt. Die Verminderung des Wirkstoffes erfolgt einerseits aus der daraus resultierenden Verdünnung, andererseits auf mikrobiellem Abbau in den Bodensedimenten. Analog wie in Böden wird Glyphosat über AMPA und weiter zu CO_2 und natürlichen Produkten abgebaut, und zwar sowohl unter aeroben als auch anaeroben Bedingungen. Bei Versuchen mit Boden/Wasser-Suspensionen erfolgte der Abbau zu Kohlendioxyd in 28 Tagen zu 55 % (Bronstad u. Friestad 1985).

Bei einem Dampfdruck von 1×7^{-10} h Pa/25 °C ist der Wirkstoff Glyphosat als schwer flüchtig zu bezeichnen. Untersuchungen zur Flüchtigkeit auf Boden- oder Pflanzenoberflächen haben ergeben, daß der Wirkstoff nicht zur Verflüchtigung neigt. Außerdem ist die direkte Photolyse im Sonnenlicht unbedeutend.

Versickerung

Die Versickerungsneigung von Glyphosat, aber auch des Metaboliten AMPA, ist gering (Torstensson 1985). Die Ursachen hierfür resultieren aus einer starken, aber reversiblen Absorption an Ton und organische Bodenkolloide, sowie einem raschen und vollständigen Abbau mit Mineralisation zu CO_2

und einem nahezu immobilen Verhalten im Boden. Versickerungsversuche unter Freilandbedingungen haben bestätigt, daß Glyphosat und AMPA nicht in tiefere Bodenzonen versickern bzw. deren Anwesenheit im Sickerwasser insignifikant ist. Demzufolge ist bei Glyphosat das Potential einer Grundwasserkontamination äußerst gering.

Toxizität von Glyphosat bzw. Roundup

Von den zahlreich zur Verfügung stehenden toxikologischen Daten zum Wirkstoff Glyphosat sind nachfolgend in Tabelle 2 einige bedeutende dokumentiert (WSSA 1983, Atkinson 1985, Tooby 1985, Worthing 1991, Anonym 1993 a). Dazu ist erläuternd anzumerken, daß weltweit toxikologische Daten zunächst grundsätzlich zu den Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen erarbeitet werden. Das geschieht in aller Regel aus Gründen der besseren Vergleichbarkeit; damit ist gleichzeitig gewährleistet, daß nicht für jede einzelne Formulierung bzw. Umformulierung von handelsfertigen Zubereitungen neue Toxizitätsdaten erarbeitet werden müssen. Bisher vorliegende Erkenntnisse haben gezeigt, daß dadurch eine einheitliche Beurteilung und Gefahrenabschätzung weitestgehend möglich ist. Im übrigen hat die Erfahrung ergeben, daß die in den Formulierungen verwendeten Formulierungshilfsstoffe sicherlich einen Einfluß auf die Stoffeigenschaften haben, der aber bei einer Gesamtbetrachtung in aller Regel von untergeordneter Bedeutung ist. Darüber hinaus ist davon auszugehen, daß auch die Eigenschaften dieser Formulierungshilfsstoffe im wesentlichen bekannt sind. Dadurch können gesundheitsschädigende Wirkungen der handelsfertigen Formulierungen weitestgehend vermieden werden, weil weniger toxische Substanzen Verwendung finden. Untersuchungen zur Ökotoxikologie sowie zum Naturhaushalt werden demgegenüber vorzugsweise mit den fertigen Formulierungen gemacht, die in der Praxis vor Ort zur Anwendung gelangen.

Tabelle 2: Toxizitätswerte von

	<u>Glyphosat</u>	<u>Roundup</u>
Ratte akut oral LD50 ¹	>5.000 mg/kg KGW ²	5.400 mg/kg KGW
Maus akut oral LD50	11.300 mg/kg KGW	
Kaninchen akut oral LD50	3.800 mg/kg KGW	
Hund akut oral LD 50		5.850 mg/kg KGW
Ratte dermal LD50	>5.000 mg/kg KGW	>5.000 mg/kg KGW
Kaninchen dermal LD50	>5.000 mg/kg KGW	
Ratte subakut NOEL ³ 90 Tg.	31 mg/kg/KGW/Tag	
Hund subakut NOEL 360 Tg.	>500 mg/kg/KGW/Tag	
Maus subakut NOEL 90 Tg.	>1.000 mg/kg/KGW/Tag	>5.000 mg/kg KGW
Wachtel akut oral LD50	>4.640 mg/kg/KGW	
Wachtel subakut NOEL	1.785 mg/kg/KGW	
Stockente akut oral LD50	950 mg/kg/KGW	
Stockente subakut NOEL	1.000 ppm	

	<u>Glyphosat</u>	<u>AMPA</u>	<u>Roundup</u>
Regenbogenforelle LC50 96-h	86 mg/l	520 mg/l	22 mg/l
Regenbogenforelle NOEC 21 Tg.	50 mg/l	32 mg/l	2,6 mg/l
Karpfen LC50 96-h	115 mg/l		
Wasserfloh LC50 48-h	>780 mg/l	690 mg/l	37 mg/l
Wasserfloh NOEC 21 Tg.	100 mg/l	320 mg/l	
Fiddler crab LC50 96-h	934 mg/l		
Alge Scenedesmus subsp. LC50 72-h	326 mg/l	452 mg/l	5,6 mg/l
Alge Scenedesmus subsp. NOEC 96-h	40 mg/l	8,3 mg/l	1,7 mg/l
Honigbiene	>100 µg/Tier		>100 µg/Tier

1 LD50 = letale Dosis, bei der 50 % der Versuchsorganismen einer Testreihe getötet werden

2 KGW = Körpergewicht

3 NOEL = no observable effect level

NOEC = no observable effect concentration

Zusammenfassend ist festzustellen, daß die akute Toxizität vom Wirkstoff Glyphosat sehr gering ist. Glyphosat erwies sich im Tierversuch (Kaninchen) als leicht haut- und mäßig augenreizend. Es wirkt nicht sensibilisierend. Untersuchungen an Ratten und Mäusen ergaben keine Hinweise auf kanzerogene oder mutagene Wirkungen. Auch der Hauptmetabolit AMPA erwies sich im Ames-Test als nicht mutagen. Seine akute Toxizität ist ebenfalls gering: Ratte akut oral LD50 = > 5.000 mg/kg/KGW. Studien an Ratten und Kaninchen belegen keine teratogene Wirkungen. Demzufolge ist keine Einstufung bezüglich Kanzerogenität, Mutagenität und Teratogenität für den Wirkstoff Glyphosat vorgenommen worden.

Grenzwerte:

ADI⁴-Wert (WHO, 1986): 0,3 mg/kg/KGW

DTA⁵-Wert (BGA, 1993): 0,3 mg/kg/KGW

Zu den Grenzwerten ist anzumerken, daß 1993 aufgrund neuerer Erkenntnisse die WHO/FAO für die Neubestimmung des ADI-Wertes den Vorschlag unterbreitet hat, den Wert von 1,0 mg/kg/KGW festzusetzen.

Unabhängig von der Tierart bzw. vom Applikationsmodus und der Applikationszahl wird Glyphosat und sein Bodenmetabolit AMPA rasch in nahezu unveränderter Form von den Tieren über Faeces und Urin wieder ausgeschieden. Untersuchungen belegen, daß innerhalb von 48 h ca. 90 % und innerhalb von 120 h ca. 99 % den Tierkörper verlassen haben. Dabei zeigten Glyphosat, aber auch AMPA nur ein sehr geringes Absorptionsverhalten im gastrointestinalen Bereich. Der Hauptanteil des dabei absorbierten Materials wird sofort in unveränderter Form über den Urin ausgeschieden. Anhand dieses Sachverhaltes zeigen Glyphosat sowie das Bodenabbau-

4 ADI = acceptable daily intake = annehmbare Tagesdosis

5 DTA = duldbare tägliche Aufnahmemenge

produkt AMPA eindeutig keine Tendenz zur Bioakkumulation, und zwar in verschiedenen geprüften Tierarten.

Beim ordnungsgemäßen und sachgerechten Umgang mit dem Mittel Roundup sowohl in der Produktion als auch bei der Anwendung sind bisher keine adversen akuten und chronischen Gesundheitseffekte am Menschen bekannt geworden. Aufzeichnungen über von Benutzern des Mittels nach Exposition gemeldete Beschwerden weisen auf eine vereinzelt bei empfindlichen Personen auftretende Haut- und Augenreizung hin, die bei Spülung mit Wasser sofort behoben werden kann (Sawada und Nagai 1987). Untersuchungen haben gezeigt, daß das Mittel Roundup bei einer Testgruppe von Personen weniger häufig zu Reizungen führt als eine im Vergleich eingesetzte Standard-Geschirrspülmittel-Lösung.

Verschiedene toxikologische Untersuchungen haben bei kontrollierter Anwendung im Forst mit 2,2 bis 3,3 kg AS (Aktivsubstanz)/ha keine Auswirkungen auf Kleinsäuger ergeben. Ferner belegen die Untersuchungen an Honigbienen nur eine geringe Toxizität. Daraus ergibt sich bei der Gefährdungsabschätzung die Kennzeichnungsaufgabe B4: "Das Mittel wird bis zu der höchsten durch die Zulassung festgelegten Aufwandmenge oder Anwendungskonzentration, falls eine Aufwandmenge nicht vorgesehen ist, als nicht bienengefährlich eingestuft". Untersuchungen mit der Laufkäferart *Poecilus cupreus* ergeben keine Hinweise auf eine toxische Wirkung des Mittels Roundup. Desgleichen kann festgestellt werden, daß Roundup bzw. Glyphosat gering bis kaum toxisch gegenüber den getesteten aquatischen Organismen, aber auch gegenüber Vögeln und Insekten wirkt.

In mehreren Studien konnte nachgewiesen werden, daß Roundup sowie Glyphosat keine nachteiligen Auswirkungen auf Regenwürmer hat (Martin 1982).

Untersuchungen zum Einfluß von Pflanzenschutzmitteln auf Mikroorganismen können aufgrund vorhandener Methoden nur an

einzelnen Arten durchgeführt werden. Um aber besser die Vielfalt von Organismen, vor allem von Bodenmikroorganismen, zu erfassen, wie sie in der Natur vorliegen, hat es sich als sinnvoll erwiesen, Summenwirkungen zu untersuchen bzw. zu messen. In diesen Fällen werden Gesamtwirkungen in Form von Leistungen des ökologischen Gefüges erfaßt, wie sie beispielsweise durch die Bodenfruchtbarkeit zum Ausdruck gebracht wird. Untersuchungen zum Einfluß von Glyphosat auf den Abbau von Cellulose, Stärke, Eiweiß sowie Laubreste im Boden bzw. auf die N-Fixierung und Nitrifizierung im Boden zeigen eindeutig, daß dieser Wirkstoff bei Konzentrationen bis zu 25 µg/g Boden (= 28 kg Glyphosat/ha) keine Auswirkungen auf Bodenmikroorganismen hat (Marsh et al. 1977, Grossbard und Wingfield 1978). Auch für den Bodenmetabolit AMPA konnten keine negativen Auswirkungen auf Mikroorganismen im Boden nachgewiesen werden. Zusammenfassend kann daher gesagt werden, daß durch den Wirkstoff Glyphosat weder die Bodenmikroflora noch die Bodenfauna negativ beeinflußt werden.

Zulassung von Roundup

Das Pflanzenschutzmittel Roundup, ZA 32389-00, ist mit Datum vom 24. Februar 1992 für die gesetzlich vorgesehene Dauer von zehn Jahren zugelassen worden. Bei der Zulassung wurden zahlreiche Anwendungsgebiete vorgesehen, die nachfolgend vereinfacht dargestellt werden, und zwar

- Unkrautbekämpfung in Futter-Wintergerste während der Abreife
- Unkrautbekämpfung und Sikkation in/von Getreide
- Unkrautbekämpfung im Direktsaatverfahren von Mais und Zuckerrüben
- Unkrautbekämpfung zur Zwischenreihenbehandlung in Mais
- Queckenbekämpfung auf Mais- und Getreidestoppel
- Bekämpfung von Ackerkratzdistel und Schosserrüben in Futter- und Zuckerrüben

- Unkrautbekämpfung zur Rekultivierung von Stilllegungsflächen
- Unkrautbekämpfung auf Grünland
- Unkrautbekämpfung unter Kernobst
- Unkrautbekämpfung auf Rebflächen
- Unkrautbekämpfung im Forst
- Unkrautbekämpfung zur Kulturvorbereitung von Rasenneuansaat
- Unkrautbekämpfung zur Kulturvorbereitung im Zierpflanzenbau
- Unkrautbekämpfung in Baumschulen
- Unkrautbekämpfung auf Wegen und Plätzen mit Gehölzen.

Mit der Zulassung von Roundup wurden Kennzeichnungsaufgaben vorgesehen bzw. erteilt, die im Hinblick auf Verbraucher- und Anwenderschutz sowie Naturhaushalt auszugsweise in Tabelle 3 wiedergegeben werden:

Tabelle 3: Auszug von Kennzeichnungsaufgaben im Zusammenhang mit der Zulassung von Roundup (ZA 32389-00)

Kennzeichnung nach Gefahrstoffverordnung:

- Gefahrensymbol/-bezeichnung: xi = Reizend
- R-Satz: RX-036 = Reizt die Augen
- S-Sätze: SK-010 = Bei der Arbeit nicht essen, trinken, rauchen
- SX-002 = Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen
- SX-013 = Von Nahrungsmitteln, Getränken und Futtermitteln fernhalten
- SX-046 = Bei Verschlucken sofort ärztlichen Rat einholen und Verpackung oder Etikett vorzeigen

Anwenderschutz:

- SA-1101 = Dicht abschließende Schutzbrille tragen beim Umgang mit dem unverdünnten Mittel
- SB-001 = Jeden unnötigen Kontakt mit dem Mittel vermeiden; Mißbrauch kann zu Gesundheitsschäden führen

Naturhaushalt:

- B4 = Das Mittel wird bis zur höchsten durch die Zulassung festgelegten Aufwandmenge bzw. Anwendungskonzentration als nicht bienengefährlich eingestuft
- NW-262 = Das Mittel ist giftig für Algen
- NW-264 = Das Mittel ist giftig für Fische und Fischnährtiere
- NW-466 = Mittel und dessen Reste sowie entleerte Behälter und Packungen nicht in Gewässer gelangen lassen
- NW-630 = Keine Anwendung auf Flächen, von denen die Gefahr einer Abschwemmung in Gewässer - insbesondere durch Regen oder Bewässerung - gegeben ist. In jedem Fall ist ein Mindestabstand von 10 m zu Gewässern einzuhalten.

Anhand der Kennzeichnungsaufgaben wird ersichtlich, daß es sich hierbei um keine außergewöhnlichen Vorsichtsmaßnahmen im Zulassungsverfahren von Pflanzenschutzmitteln handelt. Diese Kennzeichnungen entsprechen dem hohen Schutzanspruch, dessen Grundlage das PflSchG vom 15. September 1986 (Anonym 1986) darstellt. Im Vergleich zu anderen Mitteln, wodurch die Bedeutung und Tragweite dieser Kennzeichnungsaufgaben verdeutlicht wird, belegen diese Daten, daß Roundup mit dem Wirkstoff Glyphosat zu der mit dem geringsten Gefährdungspotential verbundenen Pflanzenschutz-Mittelgruppe gehört.

Außerdem ist anzumerken, daß das Mittel Roundup keinen Beschränkungen der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung (Anonym 1992) unterliegt, d. h., nicht aus einem in Anlage 2 oder 3 aufgeführten Stoff besteht oder einen solchen enthält. Das bedeutet ferner, daß im Hinblick auf § 4 Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung keine Beschränkungen für die Anwendung in Naturschutzgebieten, Nationalparks und Naturdenkmälern sowie auf Flächen bestehen, die aufgrund des § 20 c Bundesnaturschutzgesetz landesrechtlich geschützt sind.

Tabelle 4: Zusammenstellung der zugelassenen Mittel mit den vorgesehenen Anwendungsgebieten Ziergehölze/Baumschulen (Stand 01.05.1994)

<u>Wirkstoff</u>	<u>Mittel</u>	<u>Zul.-Nr.</u>
<u>Dichlobenil</u>	Casoron G	31740-00
	Gehölze-Unkraut-frei	31740-62
	Compo Gartenunkraut-Vernichter	31740-64
	Ustinex-CN-Streumittel	31740-65
	Vinuran	31740-66
	Prefix G Neu	31740-67
<u>Diuron + Methabenzthiazuron</u>	Ustinex-Z-Granulat	31445-00
	Frankol-Spezial-Granulat	31445-60
	RA-2000-Granulat	31445-61
	Tutakorn 2G	31445-63
<u>Fluazifop-P</u>	Fusilade 2000	23752-00
<u>Glufosinat</u>	Basta	23570-00
	Celaflor Unkrautfrei	23570-60
	Difontan	23570-61
	Exakt-Unkraut Madit	23570-62
<u>Glyphosat</u>	Roundup	32389-00
	Durano	32389-63
	Compo Spezial-Unkrautvernichter Filatex	32389-66
	Spezial-Unkrautvern.	
	Weedex	32389-67
	Egret	32389-68
	Cardinal	32389-69
	Roundup Alphee	03959-00

<u>Linuron</u>	Afalon	20036-00
<u>Methabenzthiazuron</u>	Tribunil	31731-00
<u>Paraquat</u>	Gramoxone Extra	03612-00
<u>Propyzamid</u>	Kerb 50 W	32002-00

Wirkungseigenschaften und Anwendungsmodalitäten zugelassener Pflanzenschutzmittel mit den vorgesehenen Anwendungsgebieten Ziergehölze/Baumschulen

Die in Tabelle 4 genannten Herbizidwirkstoffe können aufgrund von Wirkungseigenschaften folgenden Gruppen zugeordnet werden:

1. Blattherbizide ohne Translokation

(Paraquat, Glufosinat)

Diese Wirkstoffe werden fast ausschließlich über den grünen Sproß aufgenommen und in der Pflanze nicht transloziert (weitergeleitet). Dabei durchdringen sie die Pflanzenoberfläche (Epidermis) und schädigen am Ort des Eindringens die Pflanzenzellen, indem hauptsächlich die Assimilation und Photosynthese und damit wichtige Stoffwechselfunktionen unterbunden werden. Diese Wirkung erfolgt in Abhängigkeit von Licht und Wärme in aller Regel sehr rasch. Die Folge davon sind Blattnekrosen, Absterben von Blättern und Sproßteilen bis hin zum Absterben ganzer Pflanzen. Sie werden deshalb auch als sogenannte "Kontakt-" oder "Ätzmittel" bezeichnet.

Die phytotoxischen Schäden können sich im Hinblick auf die Pflanzenarten unterschiedlich auswirken. Allgemein kann gesagt werden, daß annuelle (einjährige) und bienne (zweijährige) Arten durch die vorgenannten Herbizidwirkstoffe so nachhaltig geschädigt werden, daß diese Pflanzen absterben. Die Samen dieser Arten, deren Lebensfähigkeit im Boden mehrere, z. T. bis zu zwanzig Jahre, betragen kann, werden durch die Herbizidmaßnahmen nicht beeinträchtigt, so

daß sie, sofern die Voraussetzungen zur Keimung gegeben sind, wieder keimen können. Mehrjährige (plurienne) und insbesondere ausdauernde (perennierende) Pflanzenarten werden durch diese Herbizidwirkstoffe nur oberirdisch geschädigt bzw. einzelne Pflanzenteile abgetötet, so daß sie in aller Regel wieder austreiben und sich neu entwickeln.

Beide Wirkstoffe, Glufosinat und Paraquat, sind sowohl gegenüber Unkräutern als auch Kulturpflanzen nicht oder nur wenig selektiv. In Nadelholzkulturen können sie daher nicht über die Kultur, sondern nur mit einem Spritzschirm eingesetzt werden. Werden bei dieser Anwendung Astpartien von der Spritzflüssigkeit getroffen, so sind Schäden nicht auszuschließen.

2. Blattherbizide mit Translokationen

(Fluazifop-P, Glyphosat)

Nach der Aufnahme der Herbizidwirkstoffe durch den oberirdischen Sproß werden sie zu anderen Pflanzenteilen wie Blättern und Wurzeln transportiert. Sie greifen in die Stoffwechselfvorgänge ein, und zwar Glyphosat vor allem in den Einweißstoffwechsel, während Fluazifop-P besonders im meristematischen Gewebe die Wachstumsvorgänge beeinflusst.

Dadurch, daß diese Herbizidwirkstoffe transloziert werden, gelangen sie zu allen Pflanzenteilen und schädigen vor allem auch mehrjährige und ausdauernde Pflanzenarten nachhaltig. Anzumerken ist, daß Fluazifop-P ausschließlich gegenüber monokotylen (einkeimblättrigen) Arten wirksam ist. Deshalb wird Fusilade 2000 mit dem Wirkstoff Fluazifop-P selektiv zur Gräserbekämpfung in dikotylen (zweikeimblättrigen) Kulturen sowie in Holzgewächsen eingesetzt. Glyphosat ist nicht oder kaum selektiv und schädigt sowohl ein- als auch zweikeimblättrige Pflanzen. Eine Ausnahme hiervon machen einige Nadelgehölzarten, wenn bestimmte Voraussetzungen erfüllt sind. Außerhalb der Zeit des Triebwachstums, d. h. vom Beginn des Knospenschwellens

bis zur Ausreife von Trieb und Nadeln, kann Roundup selektiv zur Unkrautbekämpfung in diesen Kulturen angewendet werden (Riedel 1994). Dabei ist eine flächige Applikation, also auch "über Kopf" der Kultur, ohne außergewöhnliches Schadensrisiko möglich.

3. Bodenherbizide

(Dichlobenil, Diuron, Linuron, Methabenzthiazuron und Propyzamid)

Diese Herbizide wirken fast ausschließlich über den Boden. Die Aufnahme der Wirkstoffe erfolgt vor allem über Wurzeln und andere unterirdische Pflanzenorgane, aber auch durch keimende Samen. Nach der Translokation über das Xylem in andere Pflanzenteile greifen diese Wirkstoffe in die Photosynthese ein und hemmen die Hill-Reaktion. Lediglich bei Dichlobenil wurde auch eine untergeordnete Aufnahme über den oberirdischen Sproß beobachtet. Der Transport von Dichlobenil erfolgt zu den meristematischen Geweben einschließlich Wurzelspitzen und führt dort zu einer starken Wachstumshemmung.

All die genannten Wirkstoffe der sogenannten "Bodenherbizide" wirken in geringen Dosierungen selektiv, und zwar vor allem gegen keimende Pflanzensamen sowie junge Keimpflanzen. Das bekämpfbare Unkrautspektrum für Mittel mit den Wirkstoffen Diuron, Linuron und Methabenzthiazuron erstreckt sich vor allem auf aus Samen auflaufende sowie auch einjährige (annuelle) Unkräuter. Analoges gilt für die Kombination Diuron + Methabenzthiazuron, bei der lediglich durch die Zugabe eines weiteren Wirkstoffes die für den Einzelwirkstoff bestehenden Wirkungslücken ausgeglichen bzw. reduziert werden. In höheren Dosierungen können auch etablierte Pflanzen erfaßt werden. Aufgrund der Selektivität dieser Wirkstoffe in geringen Dosierungen gelangen sie weit verbreitet zur Anwendung. Ein bedeutsames Einsatzgebiet sind mehrjährige Kulturen, wie u. a. Gehölze. Im zeitigen Frühjahr angewendet, verhindern sie den Aufwuchs

insbesondere der annuellen und biennen Unkrautarten. In Tannen-Arten (*Abies* spp.) sind linuron- und methabenzthiazuronhaltige Präparate nicht voll verträglich; es können hier Schäden auftreten. Das Wirkungsspektrum von Propyzamid ist zum überwiegenden Teil auf monokotyle Pflanzen beschränkt, so daß dieser Wirkstoff schwerpunktmäßig zur Bekämpfung grasartiger Pflanzen angewendet wird. Eine Reihe zweikeimblättriger Pflanzen, wie z. B. solche aus der bedeutsamen Familie der Korbblütengewächse (*Compositae*), werden von propyzamidhaltigen Herbiziden nicht erfaßt. Das Haupteinsatzgebiet propyzamidhaltiger Mittel liegt in Gehölzkulturen. Sie werden vorzugsweise im Winterhalbjahr angewendet. Niedere Temperaturen fördern den Bekämpfungserfolg. Einkeimblättrige Unkräuter, auch schwerer bekämpfbare Arten, werden hinreichend erfaßt und treiben im Frühjahr nicht mehr aus. Mittel mit diesem Wirkstoff sind in nahezu allen Gehölzkulturen ohne Schädigungsgefahr einsetzbar. Mittel mit dem Wirkstoff Dichlobenil sind breiter wirksam und wirken gegen ein- und zweikeimblättrige Unkräuter sowohl gegen annuelle als auch plurienne Arten. Da dieser Wirkstoff eine weniger ausgeprägte Selektivität aufweist, wird er vorzugsweise in Gehölzkulturen (Obst, Ziergehölze, Forst) eingesetzt. Dort ist eine Schädigungsgefahr sehr gering, weil eine Verlagerung des Wirkstoffes in tiefere Bodenschichten, und zwar in die Wurzelzone der Gehölze, nicht gegeben ist. Das trifft vor allem für Laubgehölze zu. Einige Nadelgehölze, wie Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*) und Tanne-Arten (*Abies* spp.), reagieren empfindlicher und können nach einer Dichlobenil-Anwendung Schadsymptome zeigen.

Da die genannten "Bodenherbizide" eine gewisse Beständigkeit aufweisen, d. h., daß sie im Boden nur langsam abbauen, werden sie bevorzugt auf Flächen eingesetzt, auf denen über einen längeren Zeitraum (bis zu mehreren Monaten, d. h. ggf. eine Vegetationsperiode) Unkrautfreiheit angestrebt wird.

Unter dem Aspekt des ergänzenden Beweisschlusses ist anzumerken, daß die in Tabelle 4 genannten Herbizide unter Berücksichtigung bestimmter Kriterien sehr differenziert betrachtet werden müssen. Bei dieser Betrachtungsweise steht der im Mittel enthaltene Wirkstoff im Vordergrund und ist für alle Eigenschaften maßgebend. Von den hier in Betracht kommenden Kriterien sind folgende herauszuheben:

- physikalisch-chemische Eigenschaften
- toxikologische Eigenschaften gegenüber Warmblütern
- ökotoxikologische Eigenschaften
- Einflußgrößen gegenüber dem Naturhaushalt
- Wirkungseigenschaften und -profile
- Anwendungsbedingungen.

Jeder einzelne Wirkstoff divergiert im Hinblick auf seine Zusammensetzung (Struktur- und Summenformel) und hat demzufolge unterschiedliche physikalisch-chemische Eigenschaften. Aufgrund ihrer chemischen Struktur können bestimmte Stoffgruppen gebildet werden. Damit ist aber keine Gleichheit physikalisch-chemischer Eigenschaften verbunden. Diese können sehr verschieden ausfallen. Deshalb ist eine summarische Betrachtung von Eigenschaften problematisch und wissenschaftlich nicht zulässig. Es sind lediglich einzelne Kriterien, wie z. B. Wasserlöslichkeit, vergleichbar, nicht aber die Summe der physikalisch-chemischen Eigenschaften.

Gleiches gilt infolge der unterschiedlichen Struktur der einzelnen Wirkstoffe für die toxikologischen, ökotoxikologischen sowie Umwelt-Eigenschaften. Auch hier ist eine globale Betrachtung nicht möglich, weil zu viele Parameter einfließen würden.

Anders verhält es sich im Hinblick auf die Wirkungseigenschaften, wie die vorstehenden Ausführungen zur Wirkungsweise vergleichbarer Herbizide (S. 24 ff.) gezeigt haben. Hier sind Differenzierungen nach der Art der Wirkung möglich. In Abhängigkeit von der Wirkungsweise wird die

Empfindlichkeit einzelner Pflanzenarten geprägt. In bezug auf den Herbizidwirkstoff bedeutet das, daß eine ganz bestimmte Selektivität gegenüber den Pflanzenarten vorgegeben ist, wodurch letztendlich das Wirkungsspektrum eines Herbizids festgelegt wird. Unter Wirkungsspektrum wird die Wirkungsbreite eines Mittels verstanden, das ist die Gesamtheit von Pflanzenarten, aber ggf. auch Sorten, die durch die Einwirkung eines Herbizidwirkstoffes beeinflusst, d. h. in ihrer Entwicklung gehemmt oder abgetötet werden. Die Empfindlichkeit der Pflanzen gegenüber Herbiziden hängt von zahlreichen Mechanismen ab. Neben den Unterschieden bei der Aufnahme und dem Transport kommt vor allem der artspezifischen Fähigkeit zur Inaktivierung der phytotoxischen Verbindungen im Stoffwechsel der Pflanze eine entscheidende Bedeutung zu. Das hierauf beruhende Wirkungsspektrum eines Herbizids führt zu einer Differenzierung von Pflanzenarten, die mit einem festgelegten Aufwand gut, weniger gut oder nicht ausreichend bekämpft werden können. Es soll aber nochmals darauf hingewiesen werden, daß jedes Herbizid Wirkungslücken hat, die mit zunehmendem Aufwand, aber auch durch die Kombination mehrerer Wirkstoffe, verringert werden können. Es ist weltweit kein Mittel mit einem Herbizidwirkstoff bekannt, das alle Pflanzenarten nachhaltig erfaßt. Im einzelnen kann diese Information zum Wirkungsspektrum für zugelassene Herbizide aus den Gebrauchsanleitungen der betreffenden Mittel entnommen werden, weil dies als Kennzeichnungsaufgabe mit der Zulassung erteilt wird. Für das Mittel Roundup mit dem Wirkstoff Glyphosat ist ein ausgewähltes Wirkungsspektrum in Tabelle 1 näher beschrieben. Zu den weiteren Herbiziden in Tabelle 4, bei denen das Anwendungsgebiet Ziergehölze/Baumschulen bei der Zulassung vorgesehen ist, ist das Wesentliche im Zusammenhang mit der Wirkungsweise auf Seite 25 ff. ausgeführt worden. Sofern erforderlich, wird bei der speziellen Fragestellung noch einmal näher darauf eingegangen werden.

Gleichfalls kann eine Einteilung nach Anwendungsmodalitäten erfolgen, wobei der Anwendungszeitpunkt im Vordergrund steht. Während die Wirkstoffe Fluazifop-P, Glufosinat, Glyphosat und Paraquat ausschließlich auf die Vegetation zu applizieren sind, d. h. auf die vorhandenen, zu bekämpfenden Pflanzen, können Dichlobenil, Diuron, Linuron, Methabenzthiazuron und Propyzamid sowohl auf etablierte Unkräuter als auch auf Flächen, auf denen ein Pflanzenaufwuchs zu erwarten ist, ausgebracht werden. Das beinhaltet die Möglichkeit, daß bereits im zeitigen Frühjahr oder nach dem Pflanzen der Gehölze eine Bekämpfungsaktion durchgeführt werden kann, wenn noch kein oder nur ein geringer Pflanzenaufwuchs vorhanden ist. Durch diese Mittel kann im Vorfeld mittels einer rechtzeitigen, gesteuerten Anwendung eine Verunkrautung durch bestimmte Pflanzenarten verhindert werden. Das hätte zur Folge, daß Verfärbungen der Vegetation durch absterbende Pflanzen, wie sie bei Nachauflaufherbiziden, die auf die vorhandene Vegetation appliziert werden, auftreten, weitestgehend vermieden werden. Das Herbizid Kerb 50 W mit dem Wirkstoff Propyzamid eignet sich darüber hinaus zur Anwendung in der Vegetationsruhe vom Spätherbst bis zum zeitigen Frühjahr und wird hierfür besonders empfohlen.

Ein weiterer Aspekt ist die Anwendung der Herbizide mit den Wirkstoffen Diuron, Linuron und Methabenzthiazuron im Vorauflaufverfahren (vor dem Auflaufen von Kulturpflanzen). Da diese Wirkstoffe, besonders in praxisüblichen niederen Dosierungen, keimende Samen, Keimpflanzen und junge Pflanzen erfassen und in ihrer Entwicklung hemmen, werden sie bevorzugt vor dem Auflaufen von Unkräutern eingesetzt. Häufig erfolgt dies auf Arealen, auf denen eine Verunkrautung erwartet wird und die zum Zeitpunkt der Anwendung keinen etablierten Pflanzenbewuchs aufweisen.

Aufgrund dieser Darlegungen können Mittel mit gleichen Wirkstoffen dahingehend zusammengefaßt werden, daß sie gleiche oder annähernd gleiche Eigenschaften aufweisen.

Jedoch ist diese Aussage nur dann gültig, wenn es sich um identische Formulierungen handelt. Wird die Formulierung des Mittels geändert, z. B. ein anderer Wirkstoffgehalt bzw. andere Formulierungshilfsstoffe verwendet, ist von veränderten herbiziden Eigenschaften auszugehen. Diese Veränderungen sind begrenzt und betreffen beispielsweise den Grad der Bekämpfbarkeit einzelner Pflanzenarten oder deren Sensitivität.

Aus dem vorstehend Gesagten ergibt sich, daß die in Tabelle 4 genannten Mittel nur schwer in Gruppen zusammengefaßt werden können. Um trotzdem eine bessere Vergleichbarkeit zu erlangen bzw. der Vorgabe durch den ergänzenden Beweisschluß nachzukommen, soll nachfolgend, unter allem Vorbehalt, eine Gruppenbildung vor allem aufgrund ihrer chemischen Struktur vorgenommen werden:

I. Aminosäuren:

Glyphosat
Glufosinat

Aufgrund eines annähernd gleichen Wirkungsspektrums sind zu dieser Wirkstoffgruppe auch Mittel mit dem Wirkstoff Paraquat zu zählen.

II. Carbonsäure-Derivat:

Fluazifop-P

III. Harnstoff-Derivate:

Diuron
Linuron
Methabenzthiazuron

IV. Benzamid:

Propyzamid

V. Benzonitril:

Dichlobenil

Mechanische Unkrautbekämpfung und Bestandespflege in Weihnachtsbaumkulturen

Grundlage aller Maßnahmen zur Führung von Weihnachtsbaumkulturen ist die Vornutzung oder Vorfrucht und die sich hieran anschließenden Arbeiten zur Vorbereitung der Anlage dieser Sonderkultur (Grannemann 1991). Hierbei steht die Bodenbearbeitung mit dem Ziel der Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und damit der Ertragsfähigkeit im Vordergrund. Es ist nahezu überflüssig, darauf hinzuweisen, daß es sich um so günstiger auf die Führung der nachfolgenden Kultur auswirkt, je besser die Unkrautprobleme in der Vorfrucht gelöst und je intensiver und sorgfältiger die Vorbereitungsarbeiten für die Neuanlage durchgeführt werden.

Als Vorfrucht kommen mehrere Kulturpflanzenbereiche in Frage, und zwar

- Ackerland, in der Regel mit der Kultur Getreide
- Grünland
- Forstflächen, einschließlich Weihnachtsbaumkulturen.

Die besten Voraussetzungen für die Anlage der Weihnachtsbaumkultur bieten Ackerbaukulturen, weil hier in aller Regel durch die kontinuierliche Unkrautbekämpfung in den zurückliegenden Jahren der Unkrautdruck am geringsten ist. Außerdem sind diese Flächen normalerweise in einem guten Bodenzustand in bezug auf Bodengefüge und Nährstoffversorgung.

Um die Ausgangssituation für die Anpflanzung von Weihnachtsbaumkulturen zu verbessern, sollten stark verkrautete Grünlandflächen zunächst umgebrochen und mit einer Feldfrucht, wie z. B. Getreide, bestellt werden. Im Zusammenhang mit dieser Vorfrucht können bereits im Vorfeld einige Probleme wenn nicht gelöst, so doch wesentlich reduziert werden. Ansonsten stehen bei Grünland zwei Möglichkeiten der Kulturvorbereitung zur Verfügung. Zum einen erfolgt in den Pflanzstreifen eine Tiefenlockerung des Bodens mit anschließendem Fräsen, während auf der übrigen Fläche die Grasnarbe erhalten bleibt. Zum anderen wird ein ganzflächiger Umbruch mit nachfolgender Vorbereitung der Pflanzfläche durchgeführt. Auf allen bodenbearbeiteten Arealen muß mit Schwierigkeiten gerechnet werden, da ein Teil des pflanzlichen Samenpotentials in Keimstimmung versetzt wird und es dadurch zu einer stärkeren Verunkrautung kommt.

Die ungünstigsten Voraussetzungen im Hinblick auf die Vorfrucht liegen bei Forstkulturen vor, einschl. Flächen, auf denen bereits Weihnachtsbaumkulturen standen. Bei diesen Flächen muß z. T. mit etablierten, hartnäckigen Unkräutern gerechnet werden, deren nachhaltige Bekämpfung äußerst schwierig sein kann. Außerdem lassen Bodenfruchtbarkeit und Bodenstruktur häufig zu wünschen übrig, so daß ein massiver Einsatz der Bodenbearbeitung erforderlich wird, wie z. B. Abräumen der Fläche mit nachfolgendem Mulchen sowie dem Einsatz einer Forstfräse. Durch einen zusätzlichen Anbau von Zwischenfrüchten kann die Ausgangssituation verbessert werden.

Der Pflanzbeetvorbereitung folgen nach der Anpflanzung die Arbeiten der Bestandespflege einschließlich Unkrautbekämpfung. Um den angestrebten Ertrag in der Kultur Weihnachtsbäume zu erzielen, wird ein Wachstum mit entsprechender Qualität gefordert. Die vom Markt verlangte Qualität - gleichmäßige Nadelfärbung, stufiger Aufbau, durchgehende bis an den Stammgrund gleichförmige Beastung - garantieren den Erfolg und damit den Absatz. Hierzu ist es erforder-

lich, daß besonders in den ersten Kulturjahren eine Verunkrautung vermieden oder so gelenkt wird, daß sie diesen Qualitätszielen nicht entgegensteht.

Für die mechanische Unkrautbekämpfung einschließlich Bestandespflege stehen mehrere Verfahren zur Verfügung:

- Fräsen/Grubbern/Hacken
- Mähen/Mulchen
- Bürsten
- Untersaaten
- Beweidung durch Schafe.

Die mechanische Bodenbearbeitung in Form von wiederholtem Fräsen oder Grubbern, mit beispielsweise Flachschargeräten (Achstetter 1990), beschränkt sich auf den Arbeitsraum zwischen den Pflanzreihen. In den Reihen der Weihnachtsbäume selbst kann sich der Aufwuchs nahezu ungehindert entfalten, so daß für die Beseitigung dieser Unkräuter weitere Maßnahmen - wie Hacken oder Freischneiden - erforderlich werden. Nachteile dieses Verfahrens sind der hohe Energie- und Kostenaufwand sowie der entstehende blanke, offene Boden, der auf Hangflächen zu Erosionen führen kann. Außerdem besteht beim Fräsen und Grubbern eine erhöhte Gefahr der Kulturpflanzenbeschädigung sowohl oberirdischer Pflanzenteile als auch im Wurzelbereich.

Die Freistellung des Pflanzenbestandes durch mehrmaliges - in Abhängigkeit vom Unkrautdruck sowie der Zusammensetzung des Pflanzenbestandes - Mähen und/oder Mulchen, ist die verbreitetste Art der mechanischen Unkrautbekämpfung. Sie kann zwischen den Reihen mit einer guten Arbeitsleistung, allerdings in den Reihen nur mit einem hohen Aufwand betrieben werden. Auch hierbei muß sorgfältig gearbeitet werden, um Pflanzenschäden zu vermeiden. Es ist auch darauf zu achten, daß das gemähte Pflanzenmaterial nicht auf Astpartien der Weihnachtsbäume gelangt. Im übrigen ist von vorübergehenden, farblichen Beeinträchti-

gungen der vertrocknenden Pflanzen des Mäh- oder Mulchgutes, analog chemischer Unkrautbekämpfungsverfahren auszugehen. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, daß die Pflanzennarbe, d. h. die Wurzeln und der Sproßgrund, bis kurz über der Bodenoberfläche nicht in Mitleidenschaft gezogen werden und somit die Gefahr einer Erosion nicht gegeben ist. Allerdings zeigen Beobachtungen aus der Praxis, daß die Abdeckung mit Mulchgut längerfristig nicht immer befriedigende Erfolge bringt, weil eine Verschiebung der Flora zugunsten von Wurzelunkräutern stattfindet (Fox 1994). Außerdem treiben bienne und plurienne Pflanzenarten sofort wieder aus, so daß diese Maßnahme ab einer bestimmten Wuchshöhe der Vegetation wiederholt werden muß, und zwar mindestens einmal pro Vegetationsperiode. Das hat den Nachteil, daß dieses Verfahren zeit- und damit kostenaufwendig ist (Schmidt und Sass 1977), besonders wenn man berücksichtigt, daß die einzelnen Bäume in der Reihe freigeschnitten werden müssen. Ferner ist hier anzumerken, daß durch das Mulchverfahren und damit einer verbesserten Deckung die Mäusepopulation ansteigen kann. Durch das verstärkte Auftreten von Mäusen können Schäden an den Kulturen nicht ausgeschlossen werden. Insgesamt betrachtet ist derzeit das Mulchen und Ausmähen die erfolgversprechendste mechanische Pflegemaßnahme.

Eine weitere Möglichkeit der mechanischen Behandlung ist der Einsatz von Unkrautbürsten, wie sie bereits im Mais- und Rübenanbau erprobt sowie im kommunalen Bereich zur Reinigung von Straßen verwendet werden. Mit diesem technisch sehr aufwendigen Verfahren lassen sich vor allem in den ersten Jahren dann zufriedenstellende Ergebnisse erzielen, wenn keine Wurzelunkräuter auftreten. Bei Wurzelunkräutern ist die Wirkung unzureichend. Im Baumbereich ist mit äußerster Vorsicht zu arbeiten, um möglichst alle Unkräuter zu erfassen und um Beschädigungen der Kulturpflanzen zu vermeiden. Nach Einsatz dieses Gerätes ist die Erosionsgefahr vernachlässigbar. Ferner ist eine "Braunfärbung" durch vegetationslosen Boden nur eine kurzfristige Erscheinung. Es

müssen allerdings mehrere Arbeitsgänge in einer Vegetationsperiode durchgeführt werden. Zudem ist die technische Entwicklung dieser Geräte verbesserungsbedürftig, um sie zur allgemeinen Praxisreife zu bringen. Der derzeitige Einsatz beschränkt sich auf Stammkulturen in Baumschulen, die nicht bis zur Bodenoberfläche beastet sind.

Untersaaten, wie sie bereits aus der landwirtschaftlichen Praxis, dem Obst- und Weinbau bekannt sind, erscheinen als eine weitere Möglichkeit der gezielten Flächenbegrünung in Weihnachtsbaumkulturen. Hierfür eignen sich nach bisheriger Erkenntnis nur wenige Arten, da sie nicht zur Konkurrenz für die Kulturpflanzen werden dürfen (Möllering 1991, Fox 1994). Sofern die Voraussetzungen für eine Untersaat gegeben sind, d. h. das Areal weitestgehend frei von ausdauernden Wurzelunkräutern ist und die Standortbedingungen vor Ort zusagen - nicht alle Flächen sind für Untersaaten geeignet - können diese Untersaaten durch eine flächendeckende Begrünung des Bodens mit einem niedrigwachsenden Pflanzenbewuchs die unerwünschte Unkrautflora über einen gewissen Zeitraum abschirmen und unterdrücken. Um eine optimale Wirkung zu erzielen, müssen Untersaaten ständig gepflegt und ggf. erneuert werden. Dann ist von positiven Einflüssen auf das Bodengefüge sowie deutlich verringerter Erosionsgefahr auszugehen. Insgesamt sind aber noch weitere Erkenntnisse zu sammeln, vor allem im Hinblick auf geeignete Pflanzenarten, Produktions- und Standortbedingungen.

Versuche mit einer in Deutschland noch weitgehend unbekanntem Schafrasse (Shropshire), die Unkräuter durch Beweidung in der Weihnachtsbaumkultur zurückdrängen, haben erste positive Erfahrungen erbracht (Schulte-Schmale und Rüter 1991). Ob allerdings außer Fichten (*Picea* spp.) und Nordmannstanne (*Abies nordmanniana*) noch andere als Weihnachtsbaumkulturen genutzte Gehölzarten beweidet werden können und dabei nicht verbissen werden, bedarf noch der Klärung. Außerdem werden von den Tieren nicht alle Pflanzen als Futter gleich gut angenommen; Brombeere und Distel werden

beispielsweise gemieden. Voraussetzung für einen erfolgreichen Auftrieb ist eine ausreichende Futtergrundlage an Gräsern und Kräutern. Derzeit geht man von einem Besatz von 12 bis 20 Schafen je Hektar aus (Riedel 1994). Um diesem Verfahren der Kulturpflege in Weihnachtsbaumkulturen eine weitere Verbreitung und damit Eingang in die Praxis zu ermöglichen, muß ein größeres Angebot von Schafen dieser Rasse zu erträglichen Preisen zur Verfügung stehen.

Zusammenfassend kann zu den Maßnahmen der mechanischen Bestandespflege gesagt werden, daß auch sie zunächst einen Eingriff in das Biotop darstellen, dessen Intensität von der Art des Verfahrens abhängt. Im einzelnen ist das Mähen oder Freischneiden (mit anschließendem)/Mulchen eine Möglichkeit, mit der die Weihnachtsbaumbestände gut freigestellt und die Unkräuter weitgehend unterdrückt werden können. Diese Maßnahme ist allerdings relativ arbeits- und damit kostenaufwendig, vor allem unter dem Aspekt, daß diese Arbeiten mehrmals in einer Vegetationsperiode wiederholt werden müssen. Erste Erfahrungen mit der Beweidung durch eine besondere Schafrasse waren positiv. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt steht keine ausreichende Zahl von Tieren zur Verfügung. Die übrigen Verfahren sind nicht ohne weiteres überall und jederzeit einsetzbar. Mit ihnen können spezielle oder auch Teillösungen erzielt werden. Im Hinblick auf die Pflanzenqualität gibt es keine Unterschiede zwischen mechanischer und chemischer Unkrautbekämpfung. Untersuchungen über die Wirtschaftlichkeit der Einsätze ergaben beträchtliche Mehrkosten bei mechanischen Verfahren gegenüber den Herbizideinsätzen zur Bestandespflege in Baumschulen (Schmidt und Sass 1970). Zu analogen Erkenntnissen gelangte Grannemann (1991), der zu dem enormen Zeitaufwand noch die erheblichen Maschinenkosten für mechanische Freistellungsarbeiten zählt.

Erscheinungsbild von Pflegemaßnahmen

Die wiederholt im Zusammenhang mit Pflegemaßnahmen gestellte Forderung nach Vermeidung von "Braunverfärbung" der Fläche durch unbewachsenen, blanken Boden oder absterbenden Pflanzenwuchs während der Vegetationsperiode unterliegt einer subjektiv, optischen Betrachtungsweise durch den Begutachter. Sie kann wissenschaftlich nicht begründet und belegt werden, weil sie den Empfindungen des einzelnen zuzuordnen ist. Es ist davon auszugehen, daß in den ersten Standjahren einer Weihnachtsbaumkultur sowohl durch chemische als auch durch mechanische Bodenbearbeitungsmaßnahmen ein unbewachsener, blanker Boden auftreten kann. Der Unterschied liegt ausschließlich in der Bodenbearbeitung durch Fräsen, Grubbern oder Hacken mit der Gefahr der Bodenerosion. Während bei der chemischen Unkrautbekämpfung die Oberflächenstruktur des Bodens weitgehend erhalten bleibt, weil die Verbauung durch Wurzeln nicht gestört wird und in aller Regel auch nicht alle Pflanzen abgetötet werden. Dadurch ist die Erosionsgefahr erheblich reduziert. Ebenso kann bei der chemischen Unkrautbekämpfung wie auch bei der mechanischen Bestandespflege durch Mähen oder Mulchen eine Braunfärbung durch absterbende Pflanzen auftreten. Die Divergenz hierbei liegt in der Zeitspanne, die beim Herbizideinsatz länger anhalten kann. Gleichwohl sind diese Maßnahmen im Ackerbau Stand der Erkenntnis und werden als gute landwirtschaftliche Praxis angesehen. Ganz gleich, ob hier von Brachflächen allgemein oder der blanke, vegetationslose Boden in den Wintermonaten oder offener Boden in den Kulturen Mais und Betarüben bis zum Reihenschluß einerseits bzw. Grünland und Futterflächen bei der Heuwerbung andererseits betroffen sind, wird hieran kein Anstoß genommen, weil es "natürliche" Abläufe sind. Sie sind untrennbar mit unserer Kulturlandschaft verbunden. Es stellt sich hier nur die Frage, ob deren Weiterentwicklung einer Zerstörung gleichgesetzt werden kann. Wenn das - wie im vorliegenden Fall - zu verneinen ist, sollte man durch Vielseitigkeit bestrebt sein, die Einflußgrößen so gering wie möglich zu halten.

Im nachfolgenden wird zu den einzelnen Fragen des Beweisschlusses vom 09. August 1993 sowie 24. August 1993 wie folgt Stellung genommen:

Aufgrund der detaillierten Fragestellung wird jeder Punkt für sich umfassend beantwortet, um nicht zu häufig auf Ausführungen an anderer Stelle verweisen zu müssen. Dabei ist es unvermeidlich, daß wiederholt auftretende Gesichtspunkte mehrfach dargelegt werden. Gleichzeitig wird die Beantwortung der Fragen zur besseren Übersicht unterteilt, und zwar im Hinblick auf

- A) das Herbizid Roundup
- B) die mechanische Unkrautbekämpfung
- C) vergleichbare Herbizide (siehe Tabelle 4)
- D) einen zusammenfassenden Überblick.

Zu 1. in Verbindung mit 11. sowie Ergänzung a) und b)

Führt der Einsatz des Herbizids "Roundup" über das Absterben der im Zeitpunkt der Behandlung vorhandenen Pflanzen hinaus dazu, daß die Wiederbelebung der Flora auf der abgespritzten Fläche in der Folgezeit zeitlich beeinflußt wird? Wenn ja: ab welchen Konzentrationen des Einsatzes ist das der Fall? Mit welcher zeitlichen Verzögerung ist zu rechnen?

Welche Folgen haben die Methoden der mechanischen "Unkraut"bekämpfung für die unter 1. bis 6. angesprochenen Aspekte?

Die bezüglich des Herbizids "Roundup" gestellten Fragen sind weiter zu beantworten hinsichtlich

- a) *der Herbizide mit gleichen oder annähernd gleichen Wirkstoffen wie "Roundup",*
 - b) *der Herbizide mit ganz oder teilweise anderen Wirkstoffen aber mit einem gleichen oder annähernd gleichen Wirkungsspektrum.*
- A) Die flächenmäßige Anwendung eines Herbizids hat zur Folge, daß der vorhandene Pflanzenbestand weitestgehend kontaminiert wird. Nur wenn dieser Bewuchs sehr dicht

ist, kann es vorkommen, daß einzelne Pflanzen nicht getroffen werden, weil sie durch andere abgeschirmt sind. Nach der Aufnahme des Wirkstoffes durch die Pflanze reagieren diese in Abhängigkeit von ihrer Sensitivität sowie von ihrem Entwicklungszustand (siehe Seite 9 ff. sowie Tabelle 1). Durch die geringe selektive Wirkung des Wirkstoffes Glyphosat wird die Mehrzahl der Pflanzenarten absterben. Einige tolerante Arten allerdings überstehen einen Roundup-Einsatz mehr oder weniger geschädigt und einige wenige ungeschädigt, und zwar in Abhängigkeit von dem für Roundup bekannten Wirkungsspektrum.

Da der Wirkstoff Glyphosat ausschließlich über den oberirdischen Sproß wirkt und im Boden sofort inaktiviert wird, werden alle unmittelbar nach der Applikation keimenden Samen nicht in ihrer Entwicklung gestört. Eine zeitliche Beeinflussung der Folgeflora ist daher nicht gegeben. In Landwirtschaft und Gartenbau ist es weitgeübte Praxis, Pflanzenbestände mit Roundup abzutöten, während gleichzeitig die Einsaat einer Kultur erfolgt (Direktsaatverfahren). Dieser Effekt ist auch bei der Roundup-Anwendung in Weihnachtsbaumkulturen zu erwarten. So wie der vorhandene Pflanzenbestand abstirbt und dabei als Konkurrent für andere Pflanzen ausscheidet, wird Freiraum für die Entwicklung einer neuen Pflanzengesellschaft geschaffen. Aufgrund des immer ausreichend vorhandenen Vorrates an Samen im Boden ist bei entsprechenden Witterungsbedingungen mit einer raschen Neubesiedlung des Areals zu rechnen. Eine genaue zeitliche Folge dieser Neubesiedlung ist schwierig zu prognostizieren. Zum einen hängt sie von der Geschwindigkeit des Absterbens der ursprünglichen Vegetation ab und damit, wie Freiraum für die Entwicklung neuer Pflanzen in ausreichendem Maß zur Verfügung steht. Zum anderen wird der Aufbau einer neuen Vegetation von den Keimbedingungen des bodenbürtigen Samenvorrats beeinflusst. Je günstiger diese ausfallen, um so schneller erfolgt die

Keimung und damit die Entwicklung der neuen Pflanzenpopulation.

In aller Regel wird nach einer Vegetationsperiode sich ein flächendeckender Pflanzenbestand neu etabliert haben.

- B) Die Folgen einer mechanischen Unkrautbekämpfung sind nach der Art der Maßnahme zu differenzieren. Verfahren der Bestandespflege durch Bodenbearbeitung (siehe Seite 35 ff.) sind mit einer Herbizid-Anwendung wie Roundup in etwa vergleichbar. Zeitliche Folgewirkungen dieser Maßnahme können soweit ausgeschlossen werden, daß durch sie eine sich neu bildende Flora nicht beeinträchtigt wird. Auf eine Änderung der Artenzusammensetzung durch diese Maßnahmen soll an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden (siehe Seite 44 ff.). Auch die anderen Verfahren der Bestandespflege ohne Bodenbearbeitung, wie Mähen, Freischneiden und/oder Mulchen, führen zu keiner negativen Beeinträchtigung des nach der jeweiligen Maßnahme erfolgenden Neuaustriebs der Vegetation. Nachwirkungen sind auch hier nicht zu erwarten.
- C) Im Hinblick auf den ergänzenden Beweisschluß wird unter Berücksichtigung der in Tabelle 4 genannten Herbizide wie folgt Stellung genommen:
Alle Herbizide mit den Wirkstoffen, die über das Blatt wirken, werden nach einer Anwendung analog wie Roundup auf der behandelten Fläche die Folgeflora nicht beeinflussen. Da im Anschluß an eine Applikation weder die Wirkstoffe Fluazifop-P, Glufosinat noch Paraquat frei verfügbar sind, sind Schädigungen der sich neu entwickelten Flora auszuschließen. Die Wirkung dieser Herbizide beschränkt sich ausschließlich auf die kontaminierten Pflanzen.

Anders verhält es sich mit den sogenannten "Bodenherbiziden", und zwar mit Mitteln, die die Wirkstoffe

Dichlobenil, Diuron, Linuron, Methabenzthiazuron und Propyzamid enthalten. Da diese Wirkstoffe im Boden beständiger sind (siehe Anlage 1, Tabelle 6), ist von Folgewirkungen auszugehen. Diese sind von der Sensitivität der einzelnen Pflanzenarten sowie von der Beständigkeit des Wirkstoffes, d. h. seiner zeitlichen Abbaubarkeit, abhängig. Es ist daher schwierig, exakte Daten für derartige Folgewirkungen zu nennen, da die Einflußgrößen für den Wirkstoffabbau sehr variieren können. Im wesentlichen sind sie jedoch vom Standort und von den Witterungsbedingungen vor Ort abhängig. Wird die bei der Zulassung vorgesehene Aufwandmenge zugrunde gelegt, kann bei Mitteln mit den Wirkstoffen Diuron und Linuron von einer Wirkungsdauer bis zu einigen Monaten nach der Anwendung ausgegangen werden. Besonders betroffen sind hiervon annuelle und bienne Pflanzenarten und da vor allem ihre ersten Entwicklungsstadien. Mit Wirkungen bis zu einer Vegetationsperiode ist bei Herbiziden mit den Wirkstoffen Dichlobenil und Propyzamid bei empfindlichen Pflanzen entsprechend dem Wirkungsspektrum auszugehen. Eine Mittelstellung nimmt der Wirkstoff Methabenzthiazuron ein. Hier können Pflanzen noch einige Monate nach der Anwendung in ihrer Entwicklung beeinflußt werden. Diese zeitlich anhaltenden Wirkungen der "Bodenherbizide" sind bei zahlreichen Einsätzen erwünscht, weil sie für einen bestimmten Zeitraum den Neuaufwuchs verhindern und somit Unkrautfreiheit garantieren.

- D) Zusammenfassend ist festzuhalten, daß die Wiederbesiedlung einer mit Roundup behandelten Fläche keiner zeitlichen Beeinflussung unterliegt. Dabei spielt auch die Höhe des Mittelaufwandes keine Rolle, weil weder der Wirkstoff Glyphosat noch pflanzenwirksame Metabolite frei verfügbar sind, die ggf. eine Beeinträchtigung auslösen könnten. Aber auch durch den Einsatz anderer blattwirksamer Herbizide sowie durch Maßnahmen der mechanischen Unkrautbekämpfung sind keine Auswirkungen

weder auf den Neuaustrieb des vorhandenen Pflanzenbestandes noch auf die sich bildende Folgeflora zu erwarten. Lediglich bei bodenaktiven Herbiziden erfolgt eine längerfristige Beeinträchtigung der Flora auf behandelten Flächen.

Zu 2. in Verbindung mit 11. sowie Ergänzung a) und b)

Hat ein ein- oder mehrmaliger Einsatz von "Roundup" auf derselben Fläche selektierende Wirkung bezüglich des Artenspektrums der Flora? Führt der Einsatz insbesondere dazu, daß konkurrenzkräftige Arten gefördert werden und weniger konkurrenzkräftige zurückgehen?

Wenn ja: Welche Pflanzenarten werden selektiert? Bei welchen Konzentrationen und von welcher Frequenz des Einsatzes an ist das der Fall? Welche Auswirkungen hat eine etwaige Reduzierung des Artenspektrums der Flora auf die Fauna a) im Boden und b) im Umfeld außerhalb des Bodens?

Welche Folgen haben die Methoden der mechanischen "Unkraut"bekämpfung für die unter 1. bis 6. angesprochenen Aspekte?

Die bezüglich des Herbizids "Roundup" gestellten Fragen sind weiter zu beantworten hinsichtlich

a) der Herbizide mit gleichen oder annähernd gleichen Wirkstoffen wie "Roundup" und

b) der Herbizide mit ganz oder teilweise anderen Wirkstoffen aber mit einem gleichen oder annähernd gleichen Wirkungsspektrum.

Änderungen in der Arten-Zusammensetzung der Flora hat es in der Entwicklungsgeschichte seit jeher gegeben. Etwa um das Jahr 800 setzten umfangreiche Waldrodungen ein, bei der die Waldflora zurückgedrängt wurde. Das nun gewonnene Ackerland bot einwandernden Steppenpflanzen Lebensraum. Auf diese Weise nahm die Artenvielfalt bis etwa Mitte des vorigen Jahrhunderts nicht zuletzt durch die Ausweitung des Ackerbaus stark zu. Hinzu kam in den letzten Jahrhunderten die vermehrte Einschleppung von Pflanzen aus fernen Gebieten durch Handel und Verkehr. Auf dem Weg von der kleinflächigen bäuerlichen Struktur zur industriellen Landwirtschaft setzte in unserem Raum etwa ab Mitte des 19. Jahrhunderts

auch eine Änderung der Flora mit der Tendenz zur Verarmung ein. Hinzu kamen gleichzeitig die erheblichen Veränderungen in der Landwirtschaft selbst, insbesondere der Pflanzenproduktion. Die Entwicklungen von der Waldrodung über die Dreifelderwirtschaft, deren Ablösung durch Fruchtfolgen und gezielte Ausbringung der dem Boden entzogenen Nährstoffe durch die einsetzende Mineraldüngung bis hin zum heutigen modernen Pflanzenbau sind weitgehend bekannt. Aber auch die Umwandlung der Gesellschaftsstruktur und der Lebensgewohnheiten der Menschen haben unweigerlich Rückwirkungen auf den Naturhaushalt und damit auch auf die Artenzusammensetzung gezeigt. Die ständigen Veränderungen des Lebensraums durch den Menschen sind also so alt wie die Menschheit selbst. Allerdings vollzogen sie sich in früheren Zeiten wesentlich langsamer und weniger tiefgreifend als heute.

Grundsätzlich führt eine chemische Unkrautbekämpfung, d. h. die Anwendung eines Herbizides, oder mechanische Unkrautbekämpfung zu einer Beeinflussung der vorhandenen Flora. Biologische Verfahren der Unkrautbekämpfung, darunter werden Antagonisten verstanden, die den gegenwärtigen Bestand oder den bevorstehenden Anstieg der Dichte einer wirtschaftlich unerwünschten Pflanzenart reduzieren bzw. die Populationsdichte unterhalb der Schadensschwelle halten, haben für den in Rede stehenden Bereich Ackerbau bzw. Sonderkulturen bisher keine Bedeutung erlangt und stehen somit nicht zur Verfügung. Aus diesem Grund wird bei der weiteren Begutachtung hierauf nicht mehr näher eingegangen.

Art, Umfang und Nachhaltigkeit einer Beeinflussung der Flora hängen von zahlreichen Faktoren ab, deren wichtigste nachfolgend genannt werden:

1. Konkurrenzkraft der Kulturpflanze
2. Arten-Zusammensetzung der Flora
3. Anbautechnik

4. Zusammensetzung, Wirkungsweise und Aufwand des verwendeten Herbizids
5. Art und Umfang der mechanischen Unkrautbekämpfung
6. Jahres-Zeitpunkt der durchgeführten Maßnahme
7. Standortbedingungen
8. Witterung.

In Abhängigkeit von der Art des Eingriffes sind die Folgen unterschiedlich; sie können nur vorübergehend sein, aber auch bis hin zu nachhaltigen Veränderungen in der Zusammensetzung der Flora führen.

A) Diese Beeinträchtigungen sind auch beim Einsatz von Roundup gegeben. Aufgrund der Wirkungsweise von Glyphosat in Verbindung mit der Aufwandmenge kann nach einer Applikation nahezu die gesamte Vegetation abgetötet werden. Dies erfolgt ohne Differenzierung weder nach konkurrenzstarken oder konkurrenzschwachen, noch nach robusten, hartnäckigen oder weniger robusten Pflanzenarten, sondern ausschließlich in Abhängigkeit von dem arteigenen Toleranzverhalten der einzelnen Pflanzenarten. Danach ergeben sich Differenzierungen in Speziesgruppen, die gut, weniger gut oder nicht ausreichend mit dem Wirkstoff bekämpfbar sind. Hieraus resultiert das bekämpfbare Unkrautspektrum (siehe Seite 12 ff. sowie Tabelle 1). Auch eine Selektion bestimmter Pflanzenarten in Abhängigkeit vom Aufwand ist denkbar. Sie ist jedoch weniger stark ausgeprägt, da das bekämpfbare Unkrautspektrum für dieses Mittel sehr umfassend ist (Pfefferkorn et al. 1994). Eine mehrmalige Roundup-Anwendung auf derselben Fläche würde allerdings die Möglichkeit von Selektionen bestimmter Pflanzenarten erhöhen.

Die Folge einer Roundup-Anwendung ist, daß konkurrenzstarke, in aller Regel auch schwerbekämpfbare, pluri-enne Unkrautarten nicht gefördert - anders als mit der

Fragstellung in der Beweiserhebung vermutet - sondern nachhaltig verdrängt werden. Die Ursache für die Verdrängung liegt in der Biologie der Pflanzen. Wenn der vorhandene Pflanzenbestand vernichtet und damit Freiraum geschaffen wird, entwickeln sich rasch aus dem reichhaltigen Samenvorrat des Bodens, bei Ackerböden zwischen 3.000 und 350.000 Samen/m² je nach Intensität der Bewirtschaftung (Koch und Hurle 1978, Fischbeck 1988), neue Pflanzengesellschaften. Hierbei dominieren zunächst annuelle und bienne Arten, die in einer etablierten Pflanzengesellschaft in Dauerkulturen ohne Bodenbearbeitung nur eine untergeordnete Rolle spielen. In Weihnachtsbaumkulturen sind diese Pflanzenarten, abgesehen von den allerersten Standjahren, wenig konkurrenzfähig und daher kaum schädigend. Mit dem Rückgang der mehrjährigen Arten durch den Roundup-Einsatz ist gleichzeitig eine Förderung der Artenvielfalt verbunden. Damit wiederum werden faunistische Arten gefördert. Eine Faustzahl besagt, daß an einer Gefäß-Pflanzenart (Farn- und Samenpflanzen) 10 bis 12 abhängige bzw. beeinflussbare Tierarten leben (Haber 1988).

Die geschilderte Florenverschiebung nach Anwendung von Roundup ist nicht von Dauer (Pfefferkorn et al. 1994). Nach einer gewissen Zeit, in Abhängigkeit vom Standort und von den Witterungsbedingungen und somit von den Entwicklungsmöglichkeiten der Unkräuter, werden sich wieder unerwünschte Pflanzen ansiedeln. Durch eine erneute Herbizid-Anwendung können diese wieder beseitigt werden. In welchem zeitlichen Abstand diese Maßnahme erfolgen muß, hängt von den örtlichen Standortverhältnissen und dem vorhandenen Unkrautdruck ab. Jedoch ist unter Praxisbedingungen eine mehrmalige Roundup-Anwendung in einer Vegetationsperiode auszuschießen.

Zu den Wirkungseigenschaften von Roundup zählen ferner, daß niedrigere Aufwandmengen zwischen 0,5 und 2,0 l/ha, die deutlich unter der liegen, die bei der Zulassung

zur Bekämpfung von Unkräutern vorgesehen sind, wuchshemmende Auswirkungen auf Pflanzen haben können. Je nach Empfindlichkeit der Pflanzenart, reagieren bei reduzierten Aufwandmengen zahlreiche Pflanzen mit einem verminderten Wachstum bzw. Wachstumsstop. Dieses Erkenntnis hat man sich beispielsweise auf Brachflächen zu Nutze gemacht, indem durch eine Roundup-Applikation und dem daraus resultierenden Wachstumsstop eine Fruchtung der Unkräuter und damit eine Samenbildung weitgehend vermieden wird. Dadurch wird das Samenpotential von Unkräutern im Boden nicht weiter angereichert. Außerdem hat man gleichzeitig noch eine grüne Pflanzendecke, gelegentlich durch die Folgewirkungen des Mittels etwas verfärbt, die den Boden vor Erosionen schützt und sich gleichzeitig positiv auf das Bodenleben auswirkt. Wie aus Tabelle 1 ersichtlich, reagieren die einzelnen Pflanzenarten auf eine Roundup-Anwendung sehr unterschiedlich. So ist selbst bei reduziertem Aufwand davon auszugehen, daß einige wenige Arten erheblich geschädigt werden und demzufolge absterben. Andere Pflanzenarten wiederum werden durch diesen Pflanzenschutzmitteleinsatz kaum beeinträchtigt oder überstehen ihn ungestört. Diese Pflanzenarten könnten dann zu einer gewünschten, artenreichen Begrünung mit positiven Effekten führen. Niedriger dosierte Roundup-Anwendungen von 0,5 bis 2,0 l/ha, in Abhängigkeit von der Pflanzenarten-Zusammensetzung sowie deren Entwicklung, sind dann zu empfehlen, wenn die Weihnachtsbaumkultur frei von schwer bekämpfbaren, stark schädigenden Unkräutern ist. Auch hier gilt die Erkenntnis, daß mit abnehmender Dosierung sich Flörenveränderungen reduzieren (Pfefferkorn et al. 1994).

- B) Die Folgen einer mechanischen Unkrautbekämpfung zu den hier angesprochenen Aspekten sind abhängig von der Art der mechanischen Maßnahmen (siehe Seite 35 ff.) sowie der Florenzusammensetzung. Grundsätzlich führt auch die mechanische Unkrautbekämpfung, insbesondere aber die

Bodenbearbeitung, zu Florenverschiebungen. Da bei den meisten mechanischen Verfahren eine erfolgreiche Unkrautbekämpfung nur durch mehrmalige Wiederholung über einen längeren Zeitraum zu erzielen ist, gehen normalerweise auch die Veränderungen in der Zusammensetzung der Unkrautflora langsamer vonstatten.

Die in der Praxis gebräuchlichsten Verfahren, das Mähen oder Freischneiden mit Mulchen, wobei das Schnittgut an Ort und Stelle verbleibt, führen bei wiederholtem Einsatz zu einer Artenverschiebung in Richtung mehrjähriger, konkurrenzstarker Unkräuter. Durch die Ablagerung von Mäh- und Mulchgut werden besonders empfindliche Pflanzenarten, wie ein- und überjährige Pflanzen, verdrängt, während die sogenannten "Wurzelunkräuter" gefördert werden (Fox 1994). Dabei ist von einer Verringerung der Artendichte auf diesen Flächen auszugehen.

Die geringsten Florenveränderungen sind beim Mähen mit nachfolgendem Entfernen des Mähgutes, was jedoch in der Praxis selten erfolgt, sowie bei der Beweidung durch Schafe zu erwarten. In aller Regel werden Pflanzenarten durch Schnitt oder Beweidung in ihrer Entwicklung nicht oder nur wenig beeinträchtigt und werden folglich weiterhin gut gedeihen. Ein- und überjährige Pflanzenarten, die sich zunächst nach Anlage der Weihnachtsbaumkultur auf dieser Fläche angesiedelt hatten, werden vielfach durch Schnitt oder Beweidung verdrängt, da sie nicht aus unterirdischen Pflanzenteilen erneut austreiben. Der hierbei entstehende Freiraum in der Vegetationsdecke wird rasch durch aus Samen auflaufende Pflanzen bzw. durch Ausbreitung benachbarter Pflanzen besiedelt. Bei der Beweidung durch Schafe können durch Nichtannahme bestimmte Pflanzenarten, wie Brombeerarten oder Ackerkratzdistel, selektiert werden.

Den stärksten Einfluß auf die Vegetation üben die Bodenbearbeitungsmaßnahmen wie Fräsen, Grubbern und Hacken

aus. Hier ist von analogen Folgewirkungen wie nach einem Glyphosat-Einsatz auszugehen. Durch eine Bodenbearbeitung werden Pflanzensamen verstärkt zur Keimung angeregt. Sofern diese Maßnahmen wiederholt erfolgen, ist in aller Regel mit einer Artenverschiebung zugunsten einer samenbürtigen Flora zu rechnen. Es kann aber auch vorkommen, daß der angestrebte Bekämpfungserfolg versagt bleibt. Einige Unkrautarten sind durch mechanische Verfahren nicht oder nur unzureichend bekämpfbar (siehe Seite 55); sie können lediglich in ihrer Entwicklung gestört werden. Wenn diese Unkräuter in der Weihnachtsbaumkultur verstärkt vorkommen, wird die Bodenbearbeitung kaum zu einer Florenverschiebung führen.

- C) Im Hinblick auf den ergänzenden Beweisschluß zur Auswirkung anderer Herbizide ist unter Bezugnahme der in Tabelle 4 genannten Mittel folgendes anzumerken:

Mittel aus der Gruppe der Harnstoff-Derivate mit den Wirkstoffen Diuron, Linuron und Methabenzthiazuron tragen aufgrund ihrer Wirkungseigenschaften zu einer Förderung der widerstandsfähigen, ausdauernden Unkräuter bei. Durch diese Herbizide werden zum überwiegenden Teil nur Samenunkräuter, d. h. annuelle und bienne Arten, ausgeschaltet. Hiermit geht allgemein eine Verminderung des Artenspektrums einher.

Die Wirkung glufosinat- und paraquathaltiger Herbizide ähnelt der des Mähens oder Freischneidens ohne Schnittguträumung. Auch hier werden die oberirdischen Pflanzenteile abgetötet. Annuelle und bienne Pflanzenarten können dadurch derart geschädigt werden, daß sie eingehen, während mehrjährige Pflanzen, vor allem aber die "Wurzelunkräuter", wieder austreiben. Diese Wirkung tritt besonders dann ein, mit den Folgen einer Artenverschiebung zugunsten widerstandsfähiger, hartnäckiger Pflanzen, wenn diese Maßnahmen wiederholt über einen längeren Zeitraum stattfinden.

Deutliche Veränderungen der Artenzusammensetzung eines Biotops sind nach dem Einsatz der Herbizide Fusilade 2000 und Kerb 50 W zu erwarten. Speziell im Hinblick auf monokotyle Pflanzenarten, dem Hauptwirkungsspektrum dieser Mittel, ist mit Auswirkungen zu rechnen. Eine Differenzierung nach konkurrenzstark oder konkurrenzschwach ist bei der Anwendung dieser Mittel so gut wie nicht gegeben. Eine Ausnahme bildet das Einjährige Rispengras, das mit dem Wirkstoff Fluazifop-P unzureichend bekämpft werden kann. Ansonsten werden mit diesen Mitteln vorzugsweise Gräser vernichtet. Handelt es sich dabei um ausdauernde Arten, wie Gemeine Quecke oder Rausenschmiele, so werden diese nachhaltig verdrängt. Die dadurch entstehenden Vegetationslücken werden durch ein- oder überjährige Pflanzenarten geschlossen. Mit dieser Änderung des Artenspektrums zugunsten dikotyler Pflanzen ist meist auch eine Förderung der Artenvielfalt verbunden. Ansonsten sind mit fluazifop-P- und propyzamidhaltigen Herbiziden auf Flächen, auf denen robuste, einkeimblättrige Unkräuter vorkommen, ähnliche Wirkungen wie nach einer Roundup-Anwendung zu erzielen.

Sollten jedoch auf der behandelten Fläche dikotyle Pflanzen vorherrschend sein, und da vor allem konkurrenzstarke, ausdauernde Unkräuter, so kann die Anwendung dieser Mittel und damit die Ausschaltung monokotyler Pflanzenarten zu einer weiteren Verbreitung der zweikeimblättrigen Problemunkräuter führen. Hier muß allerdings angemerkt werden, daß nach guter landwirtschaftlicher und fachlicher Praxis sich die Anwendung dieser Mittel auf derartigen Arealen verbietet. Es würde die Wahl des falschen Mittels bedeuten.

Eine Mittelstellung zwischen den vorgenannten Gräserherbiziden und den Harnstoff-Derivaten nehmen dichlobenilhaltige Mittel aufgrund ihrer Wirkungsweise ein. Sofern sie in Weihnachtsbaumkulturen zur Anwendung

gelangen, in denen vor allem Unkräuter auftreten, die mit diesen Herbiziden gut bekämpfbar sind, kann sich deren Anwendung positiv auf die Artenvielfalt der nachfolgenden Pflanzenpopulation auswirken. Zu den gut erfaßbaren Unkräutern zählen neben einjährigen Unkräutern u. a. Ampfer-Arten, Giersch und Schachtelhalm-Arten sowie in gewissem Umfang auch die Gemeine Quecke; die letztgenannten Arten gelten alle als schwer bekämpfbar. Ansonsten ist beim Einsatz dichlobenilhaltiger Herbizide weniger mit einer Artenverschiebung, sondern vielmehr mit einer Verminderung des Artenspektrums zu rechnen, weil alle gegenüber diesem Wirkstoff sensitiv reagierende Arten verdrängt werden.

- D) Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß alle Verfahren der Unkrautbekämpfung einen Einfluß auf die Flora und damit auf die in ihrem Lebensrhythmus auf die Pflanzen angewiesenen Organismen ausüben. Umfang und Stärke der Veränderungen sind abhängig von der Ausgangsvegetation in Verbindung mit der einzelnen Maßnahme.

Roundup, Fusilade 2000 und Kerb 50 W sowie eingeschränkt Casoron G können, bestimmungsgemäß eingesetzt, zu einer nachhaltigen Veränderung zuungunsten vor allem widerstandsfähiger und schädigender Unkräuter, wie beispielsweise der sogenannten "Wurzelunkräuter", in Weihnachtsbaumkulturen führen. Weitgehend das gleiche Ziel kann mit den mechanischen Verfahren Grubbern und Fräsen erzielt werden. Durch das Zurückdrängen der konkurrenzstärkeren Arten besteht die Möglichkeit des Aufbaus einer neuen Flora mit anderer Zusammensetzung, in der zunächst annuelle und bienne Arten dominieren. Diese können bei einer sachgerechten Pflege von Weihnachtsbaumkulturen häufig vernachlässigt werden. In aller Regel ist mit der Änderung des Artenspektrums von einer größeren Artenvielfalt auszugehen. Legt man die Faustzahl zugrunde, daß an jeder Pflanzenart durchschnittlich

10 bis 12 Tierarten abhängig leben, so werden mit jeder zusätzlichen Art neue Lebensbedingungen für andere Organismen geschaffen bzw. umgekehrt mit jeder Reduzierung genommen. Es ist außerdem nicht auszuschließen, daß einzelne Pflanzenarten selektiert werden, sofern diese unter die Wirkungslücke des Herbizids bzw. der mechanischen Maßnahme fallen. Dem kann aber durch die Wahl eines anderen Herbizids mit abweichendem Wirkungsspektrum und/oder mechanischen Verfahrens entgegengewirkt werden.

Glufosinat- und paraquathaltige Mittel, mit Spritzschirm eingesetzt, sowie Mähen und Mulchen und mit Einschränkung die Beweidung führen zu einer allmählichen Veränderung der Artenzusammensetzung in Richtung pluriener Pflanzenarten. Eine direkte Selektion einzelner Pflanzenarten ist auszuschließen. Jedoch kann mit diesen Maßnahmen nicht verhindert werden, daß konkurrenzstarke Unkräuter sich vermehrt ausbreiten. Der Einsatz von Herbiziden mit Wirkstoffen aus der Gruppe der Harnstoff-Derivate kann mehrjährige Pflanzenarten und da vor allem schwer bekämpfbare Unkräuter fördern.

All diesen Maßnahmen ist gemein, daß ein einmaliger Einsatz in seinen Auswirkungen weitgehend vernachlässigbar ist. Eine gewisse Einschränkung ist bei der Anwendung von Mitteln mit den Wirkstoffen Glyphosat, Fluazifop-P und Propyzamid zu machen. Erst mit einer jährlichen Kontinuität auf der gleichen Fläche sind die angestrebten Ziele erreichbar, mit den Folgen, wie sie oben dargelegt wurden. In diesem Zusammenhang ist anzumerken, daß die Häufigkeit der Anwendung von Herbiziden auf maximal eine pro Vegetationsperiode beschränkt werden sollte, sofern die "Kontaktherbizide" außer acht gelassen werden. Mechanische Pflegemaßnahmen werden mindestens einmal, in aller Regel jedoch mehrmals pro Jahr durchgeführt.

Allgemein ist davon auszugehen, daß die Maßnahmen der chemischen Unkrautbekämpfung schneller und im Hinblick auf die Wirksamkeit nachhaltiger durchgeführt werden können. Zeit- und Arbeitsaufwand liegen bei den mechanischen Maßnahmen eindeutig höher.

Zu 3. in Verbindung mit 11. sowie Ergänzung a) und b)

*Kann "Roundup" gezielt so eingesetzt werden, daß bestimmte, robuste Kräuter (etwa Quecken und Disteln) durch einmaligen, ggf. mehrmaligen Einsatz auf einer bestimmten Fläche vernichtet werden und sich danach ein breiteres Spektrum von Wildkräutern (wieder) ausbreitet, die die Kulturpflanzen in Weihnachtsbaumkulturen nicht oder weniger stark als die robusten Kräuter beeinträchtigen?
Wenn ja, bei welchen Anwendungsmodalitäten (insbesondere Konzentration des Mittels, Zeitpunkt und Häufigkeit der Anwendung) ist das der Fall?*

Welche Folgen haben die Methoden der mechanischen "Unkraut"bekämpfung für die unter 1. bis 6. angesprochenen Aspekte?

Die bezüglich des Herbizids "Roundup" gestellten Fragen sind weiter zu beantworten hinsichtlich

- a) der Herbizide mit gleichen oder annähernd gleichen Wirkstoffen wie "Roundup" und*
- b) der Herbizide mit ganz oder teilweise anderen Wirkstoffen aber mit einem gleichen oder annähernd gleichen Wirkungsspektrum.*

Von den zahlreichen Pflanzen, die in Weihnachtsbaumkulturen als Begleitflora auftreten, zählen nicht alle zu jenen, die das Wachstum der Bäume beeinträchtigen. Anhand der Wuchsform und der Konkurrenzkraft der einzelnen Pflanzenarten, können diese in drei Gruppen eingeteilt werden:

Pflanzenarten, die nur eine geringe Konkurrenzkraft besitzen und im Wuchs niedrig bleiben, stören die Entwicklung von Weihnachtsbäumen nicht. Vielmehr sind sie erwünscht, weil sie den Boden abdecken und somit eine mögliche Entwicklung unerwünschter Pflanzenarten unterdrücken. Zu dieser Gruppe sind unter anderem Gemeiner Erdrauch, Huflatt-

tich, Gemeines Kreuzkraut, Löwenzahn, Klatsch-Mohn, Rispen-
grasarten und viele andere mehr zu zählen.

Eine weitere Gruppe bilden die Pflanzen, die unter bestimm-
ten Voraussetzungen auf eine Weihnachtsbaumkultur schädi-
gend wirken können. Das trifft vor allem dann zu, wenn
diese optimale Wachstumsbedingungen vorfinden und dadurch
in die unteren Astpartien einwachsen, wie z. B. Ackerhohl-
zahn, Hundskamille, Pfeifengras-Arten, Schafgarbe, Weißklee
und Windenknöterich.

Als unerwünschte Pflanzen, d. h. Unkräuter, die die Ent-
wicklung der Weihnachtsbaumkultur stark beeinträchtigen
können, sind vor allem robuste, widerstandsfähige Pflanzen-
arten anzusehen, die eine starke Konkurrenzkraft besitzen.
Es sind überwiegend mehrjährige Pflanzenarten, die sich aus
Rhizomen oder Wurzelstöcken entwickeln und daher auch als
"Wurzelunkräuter" bezeichnet werden. Ihre Bekämpfung ge-
staltet sich in Verbindung mit der Kulturpflanze häufig
sehr schwierig. Eine Auswahl ist in Tabelle 5 zusamme-
gestellt. Ihnen gilt das besondere Interesse, da sich die
Pfleßmaßnahmen in Weihnachtsbaumkulturen an ihnen orien-
tieren.

**Tabelle 5: Zusammenstellung wichtiger Problemunkräuter in
Weihnachtsbaumkulturen**

CONAR	Ackerwinde	(Convolvulus arvensis)
RUMCR	Ampfer, Krauser	(Rumex crispus)
RUMOB	Ampfer, Stumpfblättriger	(Rumex obtusifolius)
ERICA	Berufkraut, Kanadisches	(Conyza canadensis)
RUBSS	Brombeer-Arten	(Rubus fruticosus)
CIRAR	Distel, Ackerkratz-	(Cirsium arvense)
SAMSS	Holunder-Arten	(Sambucus spp.)
ARFLA	Klette, Große	(Arctium lappa)
GALAP	Klettenlabkraut	(Galium aparine)
LTHTU	Platterbse, Knollen-	(Lathyrus tuberosus)
AGRRE	Quecke, Gemeine	(Agropyron repens)
ROSSS	Rosen-Arten	(Rosa spp.)
DECCA	Schmiele, Rasen-	(Deschampsia caespitosa)
CHAAN	Weidenröschen, Schmalblättr.	(Epilobium angustifolium)
VICCR	Wicken, Vogel-	(Vicia cracca)
VICVI	Wicke, Zottel-	(Vicia villosa)
CAGSE	Zaunwinde, Gemeine	(Calystegia sepium)

A) In Abhängigkeit vom Wirkstoff-Aufwand sowie den Anwendungsbedingungen wird bei einem Roundup-Einsatz infolge der kaum selektiven Wirkung zunächst die gesamte Vegetation mit ganz geringen Ausnahmen einiger toleranter Pflanzen abgetötet. Aufgrund der Wirkungsweise werden sowohl einjährige als auch mehrjährige Pflanzen erfaßt. Im Gegensatz zu den meisten anderen Maßnahmen der Unkrautbekämpfung lassen sich mit Roundup auch ausdauernde Unkräuter nachhaltig vernichten, weil der Wirkstoff transloziert wird und damit alle Pflanzenteile erreicht. In aller Regel unterbleibt dann ein Austrieb aus den Rhizomen bzw. den Wurzelstöcken.

Durch die Beseitigung von nahezu der gesamten Unkrautflora wird ein Freiraum geschaffen, der für eine Neubesiedlung zur Verfügung steht. Diese kann unmittelbar nach einer Roundup-Anwendung erfolgen, da der Wirkstoff Glyphosat im Boden sofort inaktiviert wird. Eine herbizide Nachwirkung ist bei diesem Mittel auszuschließen. Bei einem Neuaufwuchs dominieren dann zunächst überwiegend annuelle und biennale Pflanzenarten, und erst im Laufe der Zeit stellen sich nach und nach plurienne Arten ein, bis diese Flora schließlich in eine Verbuschung übergeht. Die Ursachen dieser Populationsdynamik sind in der jahrelangen Kultivierung dieser Flächen zu suchen. Hier haben sich vorzugsweise ein- und mehrjährige Pflanzen als Unkräuter entwickelt, die in der verfügbaren Zeit der Vegetationsperioden von Kulturpflanzen fruchten und ihre Samen bilden konnten, so daß diese vorrangig am Samenpotential des Bodens beteiligt sind. Grundsätzlich ist davon auszugehen, daß weitaus mehr Samen gebildet werden, als zur Artenerhaltung nötig sind. Auf unseren Ackerflächen sind zwischen 3.000 und 350.000 Samen/m² anzutreffen, und zwar im Durchschnitt 5.000 Samen/m² auf intensiv und 40.000 Samen/m² auf extensiv bewirtschafteten Flächen (Koch und Hurle 1978, Fischbeck 1988). Dieser Samenvorrat im Boden bleibt in Abhängigkeit von der Pflanzenart sowie den

Keimbedingungen über Jahre keimfähig; bei einzelnen Arten bis zu 20 Jahren.

Wie bereits ausgeführt, wird mit einer Unkrautbekämpfung durch Roundup die vorhandene Flora abgetötet. Mit der Neubesiedlung durch Unkräuter geht eine Artenverschiebung zugunsten annueller und biennier Arten einher, während die ausdauernden Arten deutlich zurückgedrängt werden. Wie lange dieser Effekt anhält, hängt von verschiedenen Faktoren ab, die im wesentlichen standortbezogen sind. Die neugebildete Flora von ein- und überjährigen Pflanzenarten beeinträchtigt in aller Regel die Entwicklung von Weihnachtsbäumen kaum oder nur geringfügig, je nach Artenzusammensetzung. Robuste, hartnäckige und daher besonders unerwünschte Unkräuter in Weihnachtsbaumkulturen sind, wie die Tabelle 5 zeigt, fast ausschließlich zu den mehrjährigen Pflanzenarten zu zählen.

Um einen besonders guten und nachhaltigen Bekämpfungserfolg bei pluriennen Unkräutern zu erzielen, sind bestimmte Anwendungsmodalitäten bei der Herbizidspritzung zu beachten (siehe Seite 10 ff. und Seite 26). Dabei richtet sich die Aufwandmenge nach der zu bekämpfenden Pflanzenart (siehe Tabelle 1). Für einen guten Bekämpfungserfolg ist in aller Regel von einer einmaligen Spritzung auszugehen. Erst wenn eine Neubesiedlung einer Fläche stattgefunden hat, wird eine erneute Applikation erforderlich. Der Anwendungszeitpunkt ist im Hinblick auf die Phytotoxizität vom Entwicklungszustand der Weihnachtsbaumkultur abhängig. Er muß außerhalb des Triebwachstums liegen, vorzugsweise ab Ende August (siehe Seite 14/15). Sind vorrangig Gräser zu bekämpfen, kann dies bereits vor dem Austrieb der Nadelgehölze, beispielsweise im April, erfolgen.

B) Hartnäckige Unkräuter - wie in Tabelle 5 aufgeführt - werden durch mechanische Maßnahmen in Weihnachtsbaumkulturen kaum nachhaltig verdrängt. Sie können lediglich durch wiederholte Einsätze geschwächt werden, so daß eine Entwicklung der Kulturen und damit eine zufriedenstellende Bestandesführung möglich ist. Zu den mechanisch schwerbekämpfbaren Unkräutern zählen vor allem "Wurzelunkräuter", wie Ackerkratzdistel, Ampferarten, Gemeine Quecke und Winden-Arten, die mit Rhizomen oder Wurzelstöcken über nahezu unerschöpfliche Reservestoff-Reservoirs verfügen, aus denen sie immer wieder austreiben.

Unter Berücksichtigung der auf Seite 35 ff. genannten mechanischen Verfahren sind Unkrautbürsten und die Aussaat von Untersaaten nicht geeignet, etablierte Wurzelunkräuter zu verdrängen und/oder auszuschalten. Mit diesen Methoden kann aber eine Neubesiedlung durch diese stark schädigenden Unkräuter hinausgezögert werden. Durch Mähen und Mulchen, aber auch durch das Beweiden mit Schafen, werden oberirdische Pflanzenteile zerstört. Sofern das regelmäßig über einen längeren Zeitraum geschieht, bevor diese wieder in die unteren Astpartien einwachsen, kann zwar die Kultur geführt werden, jedoch ist eine nachhaltige Verdrängung kaum möglich. Ähnliche Ziele können durch Fräsen, Grubbern oder Hacken verfolgt werden. Sofern diese Arbeiten sorgfältig durchgeführt werden, werden hierbei auch vermehrt Pflanzen mit Wurzelstöcken geschädigt und beeinträchtigt. Pflanzen mit Rhizomen werden lediglich vorübergehend geschädigt. Häufig werden sie zerkleinert, können aber an den reichlich vorhandenen Rhizomknospen neu austreiben. Das führt dann zu einer Vermehrung dieser Pflanzenarten. Nur ein geringer Prozentsatz der Rhizome und Wurzelstöcke gelangt besonders beim Grubbern an die Bodenoberfläche und vertrocknet bei entsprechender Witterung. Zur manuellen Einzelpflanzenbehandlung von Ackerkratzdisteln eignen

sich auch sogenannte "Distelstecher". Sie sind aber nur dann sinnvoll und wirtschaftlich einzusetzen, wenn diese Unkrautart vereinzelt, in sogenannten Nestern auf der Fläche auftritt.

- C) Zum ergänzenden Beweisschluß hinsichtlich der in Tabelle 4 genannten Herbizide ist anzumerken, daß diese eine sehr differenzierte Betrachtung notwendig machen. "Bodenherbizide" mit Wirkstoffen aus der Gruppe der Harnstoff-Derivate (Diuron, Linuron und Methabenzthiazuron) sind selbst bei mehrmaliger Anwendung nicht in der Lage, die in Tabelle 5 genannten Problemunkräuter mit Erfolg zu vernichten. Zusätzlich wird durch die Ausschaltung annueller und biennier Arten das Artenspektrum verringert, während die widerstandsfähigen Unkräuter gefördert werden. Mittel mit dem Wirkstoff Glufosinat und Paraquat führen nach deren Anwendung zur Schädigung ("Abbrennen") der oberirdischen Sproßteile. Der Bekämpfungserfolg wäre mit dem des Mähens gleichzusetzen. Auch hier ist bei den angesprochenen "Wurzelunkräutern" keine Nachhaltigkeit gegeben. Vielmehr ist davon auszugehen, daß diese Unkräuter sofort wieder aus ihren unterirdischen Pflanzenteilen austreiben. Außerdem sind diese Mittel nur mit Spritzschirm einsetzbar, so daß der Arbeitsaufwand kaum eine Anwendung rechtfertigen würde.

Wesentlich vorteilhafter stellen sich die Herbizide mit den Wirkstoffen Fluazifop-P und Propyzamid in bezug auf die Vernichtung hartnäckiger Unkräuter dar. Besonders grasartige Pflanzenarten, und hier ist vor allem die Gemeine Quecke zu nennen, können mit einem relativ geringen Arbeitsaufwand sehr nachhaltig verdrängt werden. Da Mittel mit diesen Wirkstoffen sehr selektiv wirken, können sie breitflächig ausgebracht werden, ohne daß für die Kultur ein Schädigungsrisiko besteht. Die Anwendungsmodalitäten der Herbizide richten sich nach den in der Gebrauchsanleitung festgelegten Bedingungen. Mit

den dort genannten maximalen Aufwandmengen ist die Quecke nachhaltig zu bekämpfen. Während Fusilade 2000 (Wirkstoff: Fluazifop-P) in der Hauptwachstumszeit von Mai bis August/September auf die grüne Vegetation ausgebracht wird, kann Kerb 50 W (Wirkstoff: Propyzamid) insbesondere in der Vegetationsruhe vom Spätherbst bis zum zeitigen Frühjahr appliziert werden. Die Häufigkeit der Anwendungen dieser Mittel richtet sich auch hier nach der Empfindlichkeit der zu bekämpfenden monokotylen Unkräuter sowie nach den Standortbedingungen, d. h., wenn Schadgräser sich erneut etabliert haben. In aller Regel hält die Wirkung mindestens zwei Vegetationsperioden an. Wie bereits an anderer Stelle dargelegt, wird auch hier der geschaffene Freiraum von anderen, vor allem einjährigen Pflanzenarten nach kurzer Zeit besiedelt.

Obwohl ein anderer Wirkungsmechanismus vorliegt, sind dichlobenilhaltige Mittel mit dem vorher Gesagten vergleichbar. Vorteilhaft sind diese Herbizide als Streumittel vorzugsweise im Frühjahr anzuwenden. Allerdings sind nur einige wenige Wurzelunkräuter, wie Ampfer-Arten, Giersch und Schachtelhalm-Arten mit dieser Wirkstoffgruppe gut zu bekämpfen. Infolge der Schädigungsgefahr können diese Mittel nicht in allen als Weihnachtsbäume kultivierten Arten eingesetzt werden. Auch bei den dichlobenilhaltigen Mitteln ist die Anwendungshäufigkeit von dem Neuaufbau einer bekämpfungsnotwendigen Vegetation abhängig. Der Einsatz von Herbiziden mit diesem Wirkstoff ist aufgrund seines Wirkungsspektrums und der hohen Mittelkosten begrenzt.

- D) Resumierend zu Frage 3. sind in bezug auf die speziell angesprochenen Wirkungseigenschaften von Roundup festzustellen, daß vorzugsweise schwer bekämpfbare Unkräuter auf einer Fläche sehr nachhaltig verdrängt werden. In der sich danach neu entwickelnden Flora dominieren zunächst ein- und überjährige Pflanzenarten mit einer

in aller Regel größeren Artenvielfalt. Ähnliche Aspekte sind nach einer Anwendung von fluazifop-P- und propyza-midhaltigen Mitteln zu erzielen, wobei der Bekämpfungsschwerpunkt bei den monokotylen Unkräutern liegt. Dichlobenilhaltige Herbizide sind unter diesen Vorgaben nur begrenzt einsetzbar. Mechanische Verfahren sind zur Vernichtung schwierig zu bekämpfender Unkrautarten in Weihnachtsbaumkulturen so gut wie nicht geeignet. Mit Hilfe dieser Maßnahmen ist nur eine vorübergehende Kulturführung möglich.

Zu 4. in Verbindung mit 11. sowie Ergänzung a) und b)

Trifft es zu, daß der Kontakt mit "Roundup" oder mit den mit diesem Mittel behandelten Pflanzen keine toxischen Wirkungen auf Säugetiere, Vögel, Insekten und Bodenorganismen hat?

Welche Folgen haben die Methoden der mechanischen "Unkraut"bekämpfung für die unter 1. bis 6. angesprochenen Aspekte?

Die bezüglich des Herbizids "Roundup" gestellten Fragen sind weiter zu beantworten hinsichtlich

a) der Herbizide mit gleichen oder annähernd gleichen Wirkstoffen wie "Roundup" und

b) der Herbizide mit ganz oder teilweise anderen Wirkstoffen aber mit einem gleichen oder annähernd gleichen Wirkungsspektrum.

A) Bei dieser Fragestellung ist zunächst zu differenzieren zwischen dem Kontakt mit dem unverdünnten Mittel selbst, wie es im Handel als Konzentrat, Suspension oder Emulsion vertrieben wird, oder mit der Spritzflüssigkeit, d. h. der anwendungsfertigen Lösung des Pflanzenschutzmittels, in aller Regel die mit Wasser verdünnte, spritzfertige Aufbereitung des Mittels. Roundup liegt formuliert als wasserlösliches Konzentrat vor.

Zunächst wird in diesem Zusammenhang auf die einleitend zum Mittel Roundup mit dem Wirkstoff Glyphosat gemach-

ten Ausführungen "Toxizität von Glyphosat bzw. Roundup" (Seite 17 ff.) verwiesen. Die Datenlage für den Wirkstoff Glyphosat sowie das Mittel Roundup belegt eine geringe Toxizität gegenüber den untersuchten Säugetieren, Vögeln und Insekten (WSSA 1983, Evans und Batty 1986). Es konnten keine kanzerogene, mutagene und teratogene Wirkungen festgestellt werden. Ferner ist bei Kontakt mit der Spritzflüssigkeit der Wirkstoff Glyphosat nicht hautreizend. Da diese Untersuchungen zur Toxizität, wie bereits an anderer Stelle dargelegt, üblicherweise fast ausschließlich mit dem Wirkstoff durchgeführt werden, ist bei der Herstellung der anwendungsfertigen Spritzflüssigkeit bei einer Aufwandmenge von maximal 10 l Mittel (bei einem Wirkstoffgehalt von 360 g Glyphosat je Liter) je Hektar von veränderten Voraussetzungen auszugehen. Durch die Verdünnung mit einem praxisüblichen Wasseraufwand von 200 bis 300 Litern je ha ist eine weitere Reduktion des Gefährdungspotentials verbunden. Diese Aussage wird durch vorhandene Untersuchungen mit der Spritzflüssigkeit belegt.

Für den Bereich der Ökotoxikologie wird vorzugsweise für wissenschaftliche Untersuchungen mit der fertigen Formulierung und nur gelegentlich mit der Spritzflüssigkeit gearbeitet. Hierbei konnte in mehreren Studien der Nachweis erbracht werden, daß Roundup in praxisüblichen Dosierungen keine nachteiligen Auswirkungen auf Regenwürmer hat (Martin 1982). Anhand von Untersuchungen mit Bodenorganismen waren außerdem keine negativen Auswirkungen im Boden auf die Summenleistungen bis zu einem 5fachen Praxisaufwand des Mittels festzustellen (Wehrstein 1988 b), und zwar

- beim Abbau von Cellulose, Stärke, Eiweiß sowie Laub
- auf das N-Fixierungs- oder Nitrifizierungsvermögen.

Nach Malkomes (1988) hat der 10fache Aufwand der praxisüblichen Dosierung keinen negativen Einfluß auf die

mikrobielle Biomasse (Dehydrogenaseaktivität und Kurzzeit-Atmung mit CO₂-Bildung). In Veröffentlichungen (Marsh et al. 1977, Grossbard und Wingfield 1978) wird ferner beschrieben, daß durch Roundup/Glyphosat

- die allgemeine Cellulosezersetzung sowohl im Boden als auch auf dem Substrat gefördert wird
- die Zahl der celluloseabbauenden Bakterien nicht beeinflußt werden
- keine signifikante Auswirkung auf die Anzahl und Wirkung der verschiedenen Gruppen von Mikroorganismen besteht
- die Bodenatmung nicht beeinflußt wird.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß durch die Anwendung von Roundup in praxisüblichen Dosierungen weder die Bodenmikroflora noch die Bodenfauna negativ beeinflußt werden. Wie bereits an anderer Stelle zur Toxizität des Wirkstoffes Glyphosat dargelegt (Seite 17 ff.), ist außerdem davon auszugehen, daß nach derzeitigem Kenntnisstand von mit Roundup behandelten Pflanzen keine Gefährdung für Warmblüter, Insekten und Bodenorganismen zu erwarten ist. Diese Aussage gilt auch für die Aufnahme über den Pfad herbizidbehandelter Pflanzen, einschließlich Heu und Stroh. Einige Tage bzw. Wochen nach der Anwendung, in Abhängigkeit von der Aufwandmenge und der Pflanzenart, bricht der abgestorbene Pflanzenbestand zusammen und steht den bodenbewohnenden Organismen für einen Abbau zur Verfügung. Alle diesbezüglichen Untersuchungen mit Mikroorganismen haben keine negativen Auswirkungen ergeben (Eijsackers 1985).

Im übrigen ist aber denkbar, daß durch eine Verdrängung bestimmter Pflanzenarten indirekt eine Beeinträchtigung der an diesen Arten als Lebensraum gebundenen Organismen möglich ist (Körner 1990). Nach einer Anwendung von Unkrautbekämpfungsmitteln können auf dem behandelten Areal gewisse Pflanzenarten, in Abhängigkeit vom Wirkungsspektrum des Mittels, für einen Zeitraum verdrängt werden. Dadurch sind

den auf diese Pflanzen spezialisierten Organismen die Entwicklungs- und Futtergrundlagen entzogen. Eine analoge Situation ergibt sich aber auch durch eine mechanische Unkrautbekämpfung, bei der die Vegetation - meist ohne Artendifferenzierung - vernichtet worden ist. Hierbei spielt die Art der mechanischen Unkrautbekämpfung, z. B. regelmäßiges Mähen des Pflanzenbestandes oder Fräsen des Bodens, eine untergeordnete Rolle. Diese Beeinträchtigungen durch chemische oder mechanische Unkrautbekämpfung beschränken sich jedoch ausschließlich auf das entsprechende Biotop, hier das der einzelnen Weihnachtsbaumkultur-Anpflanzung. Die nicht behandelten angrenzenden Flächen unterliegen diesen Einflüssen nicht. Von hier aus ist eine Neubesiedlung dieser Areale dann zu erwarten, wenn die entsprechenden Pflanzenarten wieder auftreten.

B) Der Einfluß einer mechanischen Unkrautbekämpfung auf die Fauna ist von der Tierart und dem Umfang der Maßnahme abhängig. Im allgemeinen sind direkte toxische Wirkungen auf Wirbeltiere und weitestgehend auf Insekten nicht zu erwarten, da sie infolge ihres Fluchtverhaltens sich möglichen Gefahren entziehen. Anders verhält es sich bei der Bodenfauna, die durch Verfahren der mechanischen Unkrautbekämpfung erheblich beeinflusst werden können. Je nach Eingriffsintensität werden wichtige Faktoren als Lebensgrundlage für Bodentiere verändert (Friebe 1994), wie z. B.

- Bodengefüge
- Bodenklima
- Bodendeckung (Pflanzenbewuchs)
- Futterangebot.

In aller Regel sind die Maßnahmen der Bestandespflege bei der mechanischen Unkrautbekämpfung, das Mähen, Freischneiden und/oder Mulchen (siehe Seite 35 ff.), positiv zu beurteilen. Durch das anfallende Mäh- oder Mulchgut werden vor allem die o. g. Kriterien dahinge-

hend beeinflußt, daß eine Bodenfauna gefördert wird. Besonders ist dabei hervorzuheben, daß durch das Mulchverfahren vermehrt organische Substanz geschaffen wird, die zahlreichen Organismen als Futtergrundlage dient. Im Gegensatz dazu stehen die Bodenbearbeitungsverfahren Hacken, Grubbern und Fräsen. Mit zunehmender Bearbeitungsintensität vermindern sich die bodenbiologischen Aktivitäten. Friebe und Henke (1992) haben festgestellt, daß durch abnehmende Bodenbearbeitung die Besiedlungsdichte und Biomasse von Regenwürmern gefördert wird. Gleichzeitig werden dadurch die Lebensbedingungen für die übrige Bodenfauna, aber auch Bodenflora, gefördert. Verstärkte bodenbiologische Aktivität verbessert den Lebendverbau der Bodenpartikel. Außerdem verringert sich durch eine abnehmende Bodenbearbeitungsintensität das Erosionsrisiko.

Resumierend ist zur mechanischen Unkrautbekämpfung anzumerken, daß hierdurch fast ausschließlich nur die Bodenfauna betroffen ist. Während das Mähen und Mulchen durch Veränderungen des Ökosystems die Lebensgrundlage für Bodentiere in aller Regel verbessert, führt eine zunehmende Intensität der Bodenbearbeitung zu einer negativen Beeinträchtigung des Bodenlebens.

- C) Von den übrigen für eine Anwendung in Ziergehölzen/Baumschulen möglicherweise infrage kommenden Herbiziden (siehe Tabelle 4) sind einige wesentliche Daten zu den Wirkstoffeigenschaften sowie zur Toxizität in Anlage 1, Tabelle 6, wiedergegeben (Geissbühler et al. 1975, Frear 1976, WSSA 1983, Duke und Kenyon 1988, Anonym 1990 a, Anonym 1990 b, Anonym 1991).

Grundsätzlich muß auch an dieser Stelle nochmals angemerkt werden, daß es äußerst schwierig und wissenschaftlich nicht statthaft ist, eine vergleichende Gesamtaussage zur Toxizität und zum Umweltverhalten bestimmter Stoffe vorzunehmen. Derartige Vergleiche und

Aussagen können und dürfen nur die Einzeleigenschaften eines Stoffes beinhalten, wie beispielsweise Warmblüter- (Ratten), Fisch- (Regenbogenforellen), Algen- (*Scenedesmus subspicatus*), Bientoxizität, Abbauverhalten, Mobilität usw. Alle anderen Wertungen mögen zwar sehr wünschenswert sein, sind jedoch äußerst problematisch. Unter Bezugnahme auf die in Tabelle 4 genannten Mittel bzw. Wirkstoffe sind trotz aller Vorbehalte die toxikologischen und ökotoxikologischen Eigenschaften von fluazifop-P- und glufosinathaltigen Präparaten denen von Roundup als ähnlich einzustufen. Bei diesen Mitteln ist von keiner Gefährdung der im Beweisschluß angesprochenen Organismen sowohl durch direkten Kontakt als auch durch Kontakt mit behandelten Pflanzen auszugehen. Zu dieser Gruppe sind auch paraquathaltige Mittel zu zählen, allerdings unter dem Vorbehalt der problematischen Warmblütertoxizität sowie der äußerst großen Beständigkeit des Wirkstoffes. Eine Gefährdung besteht für den Fall, wenn die Organismen bei der Applikation von der Spritzflüssigkeit direkt getroffen werden. Hat das Mittel den Zielort - Pflanze oder Boden - erreicht, ist er derart stark gebunden, daß von ihm keinerlei Gefahren ausgehen.

Eine weitere Gruppenbildung soll für die Harnstoff-Derivat-Verbindungen vorgenommen werden, und zwar für die Wirkstoffe Diuron, Linuron und Methabenzthiazuron. Sie sind aufgrund ihrer toxikologischen Eigenschaften ähnlich. Sie alle weisen eine geringe Toxizität auf und sind gemäß "Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Gefahrstoff-Verordnung - GefStoffV)" (Anonym 1993 b) mit dem Gefahrensymbol Xn (= mindergiftig) gekennzeichnet. Lediglich bei der Algentoxizität ist von einer höheren Empfindlichkeit auszugehen. Das hat dazu geführt, daß diese Wirkstoffe neben der Unkrautbekämpfung weltweit auch zur Vernichtung von Algen eingesetzt werden; nicht aber in der Bundesrepublik Deutschland, da dieses Anwendungsgebiet nicht bei der Zulassung vor-

gesehen ist. Sonstige nachhaltige, negative Einflüsse auf Mikroorganismen sind nicht festgestellt worden.

Dichlobenil und Propyzamid können schließlich in einer Gruppe zusammengefaßt werden, die im Hinblick auf Toxizität und Umwelteigenschaften ähnlich reagieren, allerdings in ihren hier nicht relevanten physikalisch-chemischen Eigenschaften doch erheblich divergieren.

Beiden Wirkstoffen ist die geringe Toxizität gemein, sowohl im Hinblick auf Warmblüter, Insekten als auch Mikroorganismen.

- D) Allen Herbizid-Wirkstoffen der Tabelle 4 sind die geringe Toxizität gegenüber Warmblütern und Insekten, mit Ausnahme von Paraquat, sowie die vernachlässigbaren Auswirkungen gegenüber Mikroorganismen gemeinsam. Im Rahmen der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln hat die Beurteilung mit Abwägung aller Argumente dazu geführt, daß diese Mittel von der Biologischen Bundesanstalt zugelassen wurden, weil sie den Voraussetzungen des Pflanzenschutzgesetzes entsprechen und bei bestimmungsgemäßer und sachgerechter Anwendung keine schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch, Tier und Grundwasser und nach dem Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse keine sonstigen Auswirkungen auf den Naturhaushalt haben, die nicht vertretbar sind.

Zu 5. In Verbindung mit 11. sowie Ergänzung a) und b)

Kann der Verzehr von Früchten oder Pflanzenteilen von mit "Roundup" behandelten Flächen durch Menschen oder Tiere bei diesen negative Folgewirkungen hervorrufen?

Wenn ja, welche Auswirkungen mit welchen eventuellen Folgen sind zu erwarten?

Welche Folgen haben die Methoden der mechanischen "Unkraut"bekämpfung für die unter 1. bis 6. angesprochenen Aspekte?

Die diesbezüglich des Herbizids "Roundup" gestellten Fragen sind weiter zu beantworten hinsichtlich

- a) der Herbizide mit gleichen oder annähernd gleichen Wirkstoffen wie "Roundup"
- b) der Herbizide mit ganz oder teilweise anderen Wirkstoffen aber mit einem gleichen oder annähernd gleichen Wirkungsspektrum.

Diese Fragestellung in Verbindung mit dem Anwendungsgebiet Weihnachtsbaumkulturen ist zunächst auf die Pflanzenarten zu beschränken, deren Früchte auf diesen Arealen für einen möglichen Verzehr infrage kommen.

Im Vordergrund der Betrachtung stehen auf derartigen Flächen Holzgewächse, wie Himbeere (*Rubus idaeus*), Brombeer-Arten (*Rubus* spp.) und Holunder-Arten (*Sambucus* spp.) sowie die ausdauernde Walderdbeere (*Fragaria vesca*). Auf andere Beerenfrüchte soll hier nicht näher eingegangen werden, weil sie eine untergeordnete, wenn nicht sogar eine zu vernachlässigende Bedeutung für diesen Standort haben. Außerdem wären die hierbei auftretenden Aspekte mit den nachfolgend skizzierten vergleichbar, so daß von keinen grundsätzlich anderen Voraussetzungen auszugehen ist.

Unter Bezugnahme auf die Ausführungen zur mechanischen Unkrautbekämpfung und Bestandespflege, insbesondere die Voraussetzungen zur Anlage derartiger Sonderkulturen (siehe Seite 33/34), spielen die Holzgewächse bei einer Neuanlage zunächst eine untergeordnete Rolle. Lediglich bei der "Vorfrucht" Forstkultur können sie eine Bedeutung erlangen. Hier gibt es jedoch ausreichend Möglichkeiten durch mechanische sowie chemische Bekämpfungsverfahren die Pflanzflächen entsprechend vorzubereiten. Während der Kulturzeit ist eine Besiedlung dieser Areale durch Holzgewächse durchaus möglich und sogar weit verbreitet. Aufgrund des starken Konkurrenzvermögens dieser Holzgewächse wird eine Weihnachtsbaumkultur in ihrer Entwicklung durch sie erheblich gestört und geschädigt. Deshalb sind Anbauer dieser Sonderkultur bestrebt, diese drei Unkrautarten so früh wie möglich auszuschalten. Da diese Arten in den ersten Standjahren nicht fruchten, würde das bedeuten, daß sie aus dem Be-

stand entfernt werden, bevor sie sich auf der Fläche richtig etabliert haben und zur Fruchtausbildung gelangen.

Unter einem anderen Aspekt sind die Walderdbeeren zu sehen, die nur ein geringes Schädigungspotential für Weihnachtsbaumkulturen aufweisen und die daher in aller Regel nicht bekämpft werden. Hier besteht demnach die Möglichkeit, daß Früchte durch Menschen oder Tiere verzehrt werden. Dabei ist jedoch von einer zeitlichen Begrenzung im wesentlichen auf die Monate Juni bis Mitte Juli auszugehen (Rothmaler 1972).

A) Sofern eine chemische Unkrautbekämpfung in Erwägung gezogen wird, sind grundsätzlich die Anwendungsmodalitäten der Herbizide zu beachten. Das bedeutet, daß die Anwendung entsprechend der Anwendungsvorschriften erfolgt. Für das Mittel Roundup stehen für den Einsatz in Weihnachtsbaumkulturen zwei Aspekte im Vordergrund, die den Erfolg oder Mißerfolg einer derartigen Maßnahme ganz entscheidend beeinflussen. Um einen zufriedenstellenden Bekämpfungserfolg zu erzielen, müssen zum einen die Unkräuter zum Applikationstermin eine genügend aufnahmefähige Blattmasse gebildet haben, die dann mit der Spritzflüssigkeit ausreichend benetzt wird. Zum anderen kann die Spritzung der Kulturen nur dann erfolgen, wenn die Kulturpflanzen sich in einem Entwicklungsstadium befinden, in dem sie den Herbizideinsatz ohne phytotoxische Schäden überstehen. Ergänzend zu den Darlegungen zur Kulturempfindlichkeit auf den Seiten 14 und 15 ist das der Zeitpunkt, zu dem kein Triebwachstum stattfindet. Für die Praxis würde das bedeuten, daß eine Roundup-Anwendung nur in den Frühjahrsmonaten bis einschließlich April und im Herbst ab September durchgeführt werden kann. Zu dieser Zeit liegt weder die Hauptfruchtreife der Rubus- und Sambucus-Arten (Brombeere, Himbeere und Holunder), noch die der Walderdbeere. Somit ist davon auszugehen, daß die Früchte dieser Pflanzenarten durch eine bestimmungsgemäße

Roundup-Anwendung in Weihnachtsbaumkulturen nicht kontaminiert werden.

Unabhängig davon, daß eine Gefahr mit negativen Folgewirkungen für Mensch und Tier durch den Verzehr von Früchten aufgrund der vorgenannten Darlegungen nicht gegeben ist, sollen anhand weiterer Aspekte mögliche Gefährdungsrisiken erörtert und bewertet werden. Da nicht völlig auszuschließen ist, daß Brombeer-Arten im Herbst einen zweiten Fruchtansatz bilden oder auch die Preiselbeere (*Vaccinium vitis-idaea*) auf diesen Flächen vorkommt und ebenfalls im Herbst ein zweites Mal fruchtet, ist eine mögliche Kontamination der Früchte mit dem Herbizid nicht restlos auszuschließen. Jedoch sind hierbei folgende Gesichtspunkte in die Betrachtung einzubeziehen. Eine Schädigung behandelter Pflanzen erfolgt in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Anwendung und der Aufwandmenge des Herbizids sowie der vorhandenen Witterungsbedingungen. Wird eine Roundup-Behandlung vor dem Fruchtansatz durchgeführt, so ist von keiner weiteren Fruchtentwicklung auszugehen. Nur bereits vorhandene Früchte gelangen zur Notreife bzw. Reife und können somit zum Verzehr gelangen. Ob sie allerdings von den Menschen gepflückt werden, hängt von der Stärke der auftretenden Symptome an den Pflanzen ab. Wenn diese bereits welken, was bei optimaler Witterung nach vier bis zehn Tagen geschieht, ist höchstwahrscheinlich mit einem abschreckenden Effekt zu rechnen. Gleiches gilt erst recht, wenn die Pflanzen abgestorben sind. Daraus ist zu folgern, daß die Gefahr eines Verzehrs von kontaminierten Früchten nur auf wenige Tage beschränkt wäre. Anders sieht es bei der Aufnahme durch Tiere aus, die sich weniger durch visuelle Schadsymptome abschrecken lassen. Hier ist der Zeitraum eines möglichen Verzehrs von kontaminierten Früchten größer, jedoch auch zeitlich begrenzt.

Untersuchungen zur Rückstandssituation von Glyphosat auf Waldbeeren zeigen, daß hier eine starke Abhängigkeit von der Höhe des Aufwandes sowie von den Witterungsbedingungen besteht. Bei der Witterung sind es vor allem die Niederschläge, die zu einem Abwaschen des Pflanzenschutzmittel-Belages führen. Schon geringe Niederschläge in den ersten Tagen nach der Applikation können zu einer signifikanten Verminderung der Rückstände beitragen. Ansonsten ist von einem graduellen Abbau der Rückstände als Funktion der Zeit auszugehen. Anhand vorhandener Rückstandsdaten aus Skandinavien (Wehrstein 1991) ist anzumerken, daß in Abhängigkeit vom Glyphosat-Aufwand die Rückstandswerte 5 mg/kg nicht überschreiten.

Für eine toxikologische Bewertung im Hinblick auf mögliche Risiken für Konsumenten von Waldbeeren sollte der von der WHO für den Menschen festgelegte ADI-Wert von 0,3 mg/kg Körpergewicht/Tag zugrunde gelegt werden. Dieser ADI-Wert entspricht bei einer 65 kg schweren Person einem maximal erlaubten Aufnahmewert von 19,5 mg Glyphosat je Tag. Das bedeutet, daß ein Mensch täglich während seines Lebens bis zu 4 kg kontaminierter Waldbeeren mit max. 5 mg/kg Glyphosat-Rückstand zu sich nehmen darf, ohne daß er hiermit ein gesundheitliches Risiko eingeht. Diese Menge an Früchten, auch wenn sie vom toxikologischen Standpunkt als risikofrei anzusehen ist, wird nicht als Tagesration erreicht, und schon gar nicht über einen längeren Zeitraum, geschweige lebenslang. Demzufolge ist ein gesundheitliches Risiko für Menschen vollständig auszuschließen.

Analog dieser toxikologischen Bewertung besteht ebenfalls kein Risiko für Tiere bei einem möglichen Verzehr mit Glyphosat kontaminierter Früchte.

Zu dem gleichen Ergebnis kommen Untersuchungen über den Verzehr mit Roundup behandelte grüner Pflanzenteile.

Obwohl Glyphosat in der lebenden Pflanze nicht abgebaut wird (Duke 1988), sondern durch das Pflanzenwachstum oder Niederschläge lediglich eine Verdünnung erfolgt, sind toxikologische Wirkungen durch Glyphosat-Rückstände bisher nicht bekannt geworden. Das kommt auch in dem relativ hohen ADI-Wert für den Wirkstoff zum Ausdruck. Die Ursache hierfür ist in dem raschen Ausscheiden aus dem Körper über Faeces und Harn zu suchen, sofern Glyphosat über das Futter aufgenommen wurde. Im übrigen wird für den Menschen keine nennenswerte Aufnahme roundupbehandelter grüner Pflanzenteile aus Weihachtsbaumkulturen gesehen.

- C) Für die übrigen in Tabelle 4 aufgeführten Herbizide ist eine abweichende Betrachtungsweise zu der von Glyphosat erforderlich, da von anderen Anwendungsmodalitäten sowie Wirkungsmechanismen auszugehen ist. Die Wirkstoffe Dichlobenil, Diuron, Linuron, Methabenzthiazuron und Propyzamid werden als "Bodenherbizide" im ausgehenden Winter bzw. Frühjahr angewendet (siehe Seite 27/28), über die Wurzel aufgenommen und in der Pflanze zu den Wirkorten transportiert. Je nach Empfindlichkeit der Pflanzenart greift der Wirkstoff in den Stoffwechsel ein oder er wird metabolisiert und abgebaut. Sensitive Pflanzen werden geschädigt bzw. sterben ab; es wird hier zu keiner Fruchtbildung kommen. Die unempfindlichen Arten werden den Wirkstoff abbauen, so daß zum Zeitpunkt der Fruchtbildung keine toxikologisch relevanten Rückstandsmengen in den Pflanzen vorhanden sind. Auch hier ergibt eine toxikologische Bewertung, wie für den Wirkstoff Glyphosat, daß unter Berücksichtigung der ADI-Werte kein gesundheitliches Risiko besteht.

Das Mittel Fusilade 2000 mit dem Wirkstoff Fluazifop-P kann als selektives Gräserherbizid während der Vegetationsperiode flächenmäßig angewendet werden. Hierbei werden auch zweikeimblättrige Pflanzen mit und ohne Früchten kontaminiert, die im Gegensatz zu Glyphosat,

Glufosinat und Paraquat sich weiter entwickeln und natürlicherweise auch fruchten. Da in der Pflanze ein rascher Abbau des Wirkstoffes stattfindet, sind Pflanzenteile einschließlich Früchte nach einer Anwendung nur für eine kurze Zeit kontaminiert. Es liegen Untersuchungen vor, die bei Beerenobst max. 2,2 mg/kg Rückstände aufweisen; werden diese Worst-case-Bedingungen unter Berücksichtigung des ADI-Wertes von 0,005 mg/kg/KGW/Tag zugrunde gelegt, so kann eine Person mit 65 kg Körpergewicht täglich bis zu 0,150 kg Beerenobst ein Leben lang ohne gesundheitliches Risiko verzehren. Da der Wirkstoff Fluazifop-P als minder toxisch eingestuft ist, besteht selbst beim Verzehr von mit Rückständen belasteten Pflanzenteilen kein toxikologisches Risiko. Ein weiteres Indiz hierfür ist die breite Anwendung von Fusilade 2000 u. a. in Bereichen wie z. B. zahlreichen zweikeimblättrigen Ackerbaukulturen oder auch im Obst- und Gemüsebau mit besonders rückstandsrelevanten Kulturen, die sehr häufig eine kurze Vegetationsdauer aufweisen. Hier existieren z. T. recht kurze Wartezeiten, das ist die Zeit zwischen der letzten Anwendung eines Pflanzenschutzmittels und der Ernte der behandelten Kultur.

Glufosinat und Paraquat wirken nicht selektiv und können daher in Weihnachtsbaumkulturen nur mit einem Spritzschirm ausgebracht werden. Sobald Pflanzenteile der Kultur getroffen werden, führt das zu Schädigungen, die zumindest den Verkaufswert mindern. Infolge des hohen Schädigungspotentials werden diese Mittel so gut wie nicht eingesetzt. Für Gramoxone Extra mit dem Wirkstoff Paraquat besteht zudem eine Anwendungsbeschränkung (Anonym 1992). Sollten sie wider Erwarten trotzdem zur Anwendung gelangen, sind die Ausführungen von Glyphosat in bezug auf den Applikationstermin und der damit verbundene Wachstums- und Fruchtausbildungsstopp, die weniger attraktiven Pflanzen, weil welkend und geschädigt, sowie die toxikologische Bewertung über gefundene Rück-

stände, übertragbar. Auch hier ist nach einem Verzehr von Pflanzenteilen einschließlich Früchten, die mit diesen Wirkstoffen kontaminiert wurden, von keinen negativen Auswirkungen auf Mensch und Tier auszugehen.

Zu 6. in Verbindung mit 11. sowie Ergänzung a) und b)

Kann - ggf. unter welchen Umständen - das Absterben der mit "Roundup" behandelten Pflanzen zu Veränderungen der oberen Bodenschichten und des Kleinklimas der bodennahen Luftschichten führen?

Wenn ja: welche Folgen sind zu erwarten?

Welche Folgen haben die Methoden der mechanischen "Unkraut"bekämpfung für die unter 1. bis 6. angesprochenen Aspekte?

Die bezüglich des Herbizids "Roundup" gestellten Fragen sind weiter zu beantworten hinsichtlich

- a) der Herbizide mit gleichen oder annähernd gleichen Wirkstoffen wie "Roundup" und*
- b) der Herbizide mit ganz oder teilweise anderen Wirkstoffen aber mit einem gleichen oder annähernd gleichen Wirkungsspektrum.*

A) Die Anwendung von Roundup in einem Pflanzenbestand führt zunächst zu einem Absterben der empfindlichen Pflanzen. Diese abgetötete Vegetation wird früher oder später zusammenbrechen und sich auf der Bodenoberfläche ablagern. Das pflanzliche Material wird zunächst als Bodenabdeckung dienen. Gleichzeitig werden damit Energie und Stoffe in das Ökosystem eingebracht. In einen kompliziert vernetzten Stoffkreislauf und Energiefluß eingebunden stehen sie den Konsumenten zur Verfügung. Der größte Teil der energiereichen organischen Substanz der abgestorbenen Pflanzenmasse wird von den Bodenorganismen als Nahrungsressource genutzt und von den Spezialisten abgebaut. Durch Mikroorganismen als Reduzenten werden hochmolekulare, organische Substanzen mineralisiert. Die dabei gebildeten Mineralstoffe stehen als Nährstoffe nahezu vollständig wieder den Pflanzen zur Verfügung. Daraus wird ersichtlich, welche Bedeutung

die Bodenorganismen haben. Schon geringe Störungen in den natürlichen Verhältnissen können ganze Tiergruppen in ihrer Entwicklung hemmen oder ihnen gar die Lebensgrundlage entziehen (Anderson 1990, Friebe 1994). Die Folgen sind Verzögerungen im Abbau von Pflanzenmaterial und damit Beeinträchtigungen der Bodenfruchtbarkeit.

Durch eine Roundup-Anwendung wird über die absterbende Vegetation organische Substanz der obersten Bodenschicht zugeführt. Gleichzeitig schützt das sich ablagernde Pflanzenmaterial die Bodenoberfläche vor Erosion und Sonneneinstrahlung. Dadurch wird ein positiver Einfluß auf das bodennahe Kleinklima genommen, indem die Bodenfeuchtigkeit weitestgehend gehalten und damit die oberste Bodenschicht vor Austrocknung geschützt wird. Außerdem werden größere Temperaturschwankungen vermieden. Das wiederum wirkt sich auf das Bodenleben aus. In Verbindung mit dem zusätzlichen Nahrungsangebot wird dadurch die Mikroorganismenaktivität gefördert. Diese positiven Einflüsse auf das Bodenleben führen zu einer Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit. Gleichzeitig ist damit eine verbesserte Wasser- und Nährstoffspeicherung verbunden.

- B) In Abhängigkeit von der Art der mechanischen Unkrautbekämpfung können im Hinblick auf das Bodenökosystem sehr unterschiedliche Auswirkungen auftreten. Hierbei ist vor allem zwischen den eigentlichen Pflegeverfahren mit Mähen/Mulchen und den speziellen Bodenbearbeitungsverfahren zu differenzieren. Während die erstgenannten Maßnahmen, bei denen das Mäh- und Mulchgut auf der Fläche verbleibt, mit der positiven Wirkung einer Roundup-Anwendung vergleichbar ist, sie u. U. sogar noch verstärkt, stehen alle Bodenbearbeitungsmaßnahmen dem entgegen. Durch eine unterschiedliche Eingriffsintensität in das Bodengefüge werden divergierende Voraussetzungen für die Bodenlebewesen geschaffen. Mit der Bodenbearbeitung wird der Stoffhaushalt der Böden beeinflusst.

Wenn auch diese Einflüsse sehr stark vom jeweiligen Standort und den Witterungsverhältnissen abhängen, so kann doch gefolgert werden, daß mit zunehmender Eingriffsintensität eine Abnahme des organisch gebundenen Kohlenstoffs und der Gesamtstickstoffgehalte in der Bodenkrume verbunden ist. Außerdem bedeutet das eine fortschreitende Zerstörung des Lebensraumes der Bodentiere (Friebe 1994). Eine rasche Erholung der Population ist von der Bodenstruktur des Standortes abhängig.

- C) Hinsichtlich des ergänzenden Beweisschlusses in bezug auf andere Herbizide mit gleichen oder annähernd gleichen Wirkstoffen wie Roundup ist ebenfalls, wie bei den mechanischen Unkrautbekämpfungsverfahren, eine Differenzierung notwendig. Entsprechend den Wirkungseigenschaften der einzelnen Herbizidwirkstoffe ist eine Unterteilung nach blattaktiven und über den Boden wirkenden Mitteln zweckmäßig. Die in Tabelle 1 genannten "Blattherbizide" mit den Wirkstoffen Fluazifop-P, Glufosinat und Paraquat sind hinsichtlich der Auswirkungen auf die Bodenbiozönose mit Glyphosat vergleichbar. Auch hier wird ein vorhandener Pflanzenbestand behandelt und schließlich, zumindest teilweise, zum Absterben gebracht. Das abgestorbene Pflanzenmaterial dient zunächst als Bodenbedeckung und unterliegt schließlich der Zersetzung und Mineralisierung. All die positiven Einflüsse auf die oberste Bodenschicht sowie auf das bodennahe Kleinklima entsprechen denen des Herbizids Roundup mit dem Wirkstoff Glyphosat. Lediglich die abweichenden Wirkungsspektren dieser Wirkstoffe werden zu geringfügigen Abweichungen führen.

Anders verhalten sich die "Bodenherbizide" mit den Wirkstoffen Dichlobenil, Diuron, Linuron, Methabenzthiazuron und Propyzamid. Da sie vor allem in der vegetationsarmen Zeit angewendet werden und insbesondere den Auflauf von Unkräutern verhindern, fallen hierbei kaum oder nur geringfügige Mengen von Pflanzen-

material an. Die Auswirkungen sind mit denen einer mechanischen Unkrautbekämpfung, und zwar einer Bodenbearbeitung, annähernd vergleichbar. Durch eine fehlende Bodenbedeckung ist die Bodenoberfläche akuten Witterungseinflüssen, wie Sonneneinstrahlung und Starkregen, ausgesetzt. Folglich wirken größere Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsamplituden auf das bodennahe Kleinklima, wodurch die Bodenfauna nachteilig beeinträchtigt wird. Durch eine Unterbindung von Pflanzenwachstum auf der behandelten Fläche fällt kein Pflanzenmaterial an, das für Destruenten als Nahrungsangebot dienen könnte. Somit wird auf diesen Arealen kein so reichhaltiges Bodenleben zu finden sein, wie auf Flächen, die mit Mäh- oder Mulchgut oder auch mit durch Herbizideinwirkung absterbende Pflanzen mit organischer Substanz versorgt worden sind. Allerdings unterscheiden sich die Auswirkungen dieser Herbizide von Bodenbearbeitungsmaßnahmen, da sie die Bodenstruktur unwesentlich oder nicht verändern. Der Lebensraum der Bodenfauna wird dadurch nicht beeinträchtigt. Außerdem besteht durch den Einsatz von "Bodenherbiziden" keine so große Gefahr der Bodenerosion wie nach einer Bodenbearbeitung, da die Bodenoberfläche in ihrem Gefüge nicht verändert wurde.

- D) Zusammenfassend ist festzuhalten, daß die Anwendung von Roundup oder anderer blattwirksamer Herbizidwirkstoffe, aber auch mechanischer Pflegemaßnahmen, wie Mähen und Mulchen, in Weihnachtsbaumkulturen keine negativen Einflüsse auf die Bodenbiozönose ausüben. In aller Regel wird es aufgrund der Veränderungen auf der Bodenoberfläche zu einer Erhaltung bzw. Förderung der Bodenorganismen und damit der Bodenfruchtbarkeit kommen. Diese positiven Effekte sind nicht beim Einsatz von den sogenannten "Bodenherbiziden" zu erwarten. Auch die Maßnahmen der Bodenbearbeitung, wie Fräsen, Grubbern und Hacken, führen zu einer Beeinträchtigung der Bodenfauna.

Zu 7. sowie Ergänzung a) und b)

Welche Abbauprodukte entstehen in welchen Zeiträumen bei der Anwendung von "Roundup"?

Die diesbezüglich des Herbizids "Roundup" gestellten Fragen sind weiter zu beantworten hinsichtlich

- a) der Herbizide mit gleichen oder annähernd gleichen Wirkstoffen wie "Roundup"
- b) der Herbizide mit ganz oder teilweise anderen Wirkstoffen aber mit einem gleichen oder annähernd gleichen Wirkungsspektrum.

A) Bei dieser Fragestellung hinsichtlich des Abbauverhaltens von Roundup wird die bestimmungsgemäße und sachgerechte Anwendung, wie sie in der Praxis erfolgt, zugrundegelegt. Dabei ist davon auszugehen, daß eine Applikation dann durchgeführt wird, wenn sich ein bekämpfungswürdiger Pflanzenbestand in der Kultur aufgebaut hat. Ganz gleich, welchen Anteil die Unkräuter an der Gesamtflora einnehmen, so ist fast immer ein flächendeckender Bewuchs zugrunde zu legen. Demzufolge gelangt nur ein geringer Teil der Spritzflüssigkeit auf den Boden. Die überwiegende Masse des anwendungsfertigen Mittels und damit des Wirkstoffes Glyphosat gelangt auf den Pflanzenwuchs. Dem tragen auch die Anwendungsbedingungen für das Mittel Roundup Rechnung, weil das Mittel als "Blattherbizid" zu einem Zeitpunkt appliziert werden soll, wenn eine in aller Regel flächendeckende Vegetation vorhanden ist.

Einzelheiten zum Abbauverhalten von Roundup in der Pflanze und im Boden sind bereits auf den Seiten 15 und 16 dargelegt. In der Pflanze selbst ist so gut wie kein Abbau von Glyphosat nachzuweisen. Im Boden erfolgt ein rascher Abbau über den Metaboliten AMPA zu Kohlendioxid. Die Abbauphase im Boden wird durch Temperatur und Feuchtigkeit beeinflusst. Hohe Temperaturen und ausreichende Bodenfeuchtigkeit beschleunigen den Abbau des Wirkstoffs, also Faktoren, die analoge Einflüsse

auf die Wirksamkeit des Mittels ausüben (siehe Seite 10 ff.).

- C) Im Hinblick auf den ergänzenden Beweisschluß beschränken sich die nachfolgenden Ausführungen auf die in Tabelle 4 genannten Mittel und Wirkstoffe. Durch die Wirkungsweise kann für die sogenannten "Blattherbizide" mit den Wirkstoffen Fluazifop-P, Glufosinat und Paraquat von einem gleichen Wirkstoffzielort wie bei Glyphosat ausgegangen werden. Folglich liegt der Anwendungszeitpunkt auch hier innerhalb der Vegetationsperiode. Daraus resultiert, daß der überwiegende Teil der Spritzflüssigkeit bei der heutigen Applikationstechnik mit max. 400 l Wasser je ha auf den Pflanzenbestand gelangt und nur geringe Mengen den Boden kontaminieren. Die Wirkstoffe der sogenannten "Bodenerbizide" in Tabelle 4 werden über den Boden von den Pflanzen aufgenommen. Daher ist es sinnvoll und üblicherweise in der Gebrauchsanleitung vorgesehen, daß diese Mittel zu Beginn der Vegetationsperiode bzw. vor einer beginnenden Verunkrautung angewendet werden. Dadurch ist gewährleistet, daß sie rasch an den Ort der Aufnahme gelangen.

Nach dem derzeitigen Stand der Erkenntnisse werden die Wirkstoffe in der Pflanze bzw. im Boden zu den in Tabelle 7 genannten Hauptabbauprodukten abgebaut, und zwar innerhalb der für den Boden als DT-90 Wert (= 90 % der Ausgangssubstanz sind nicht mehr nachweisbar) in Anlage 1, Tabelle 6, angegebenen Zeiten.

**Tabelle 7: Hauptabbauprodukte ausgewählter
Herbizidwirkstoffe**

Dichlobenil:

- a) Pflanze: 2,6-Dichlorbenzolsäure
- b) Boden: 2,6-Dichlorbenzamid (BAM) —> 2,6 Dichlorbenzolsäure

Diuron:

- a) Pflanze: 3,4-Dichlorphenylharnstoff
- b) Boden: 3,4-Dichloranilin —> N-(3,4 Dichlorphenyl)-N-methylharnstoff —> N-(3,4-Dichlorphenyl)-harnstoff

Fluazifop-P:

- a) Pflanze: 2-(4-Hydroxyphenoxy-propansäure) —> 5-Trifluormethylpyrid-2-on
- b) Boden: hydroxyliertes Phenoxy-pyridin(I) —> Trifluormethyl-pyridinon(II)

Glufosinat:

- a) Pflanze: 3-Methylphosphinopropansäure
- b) Boden: 4-Methylphosphinico-2-keto-buttersäure(I) —> 3-Methylphosphinico-propansäure(II) —> 2-Methylphosphinico-essigsäure

Glyphosat:

- a) Pflanze: keine Metabolisierung
- b) Boden: Aminomethyl-phosphonsäure (AMPA)

Linuron:

- a) Pflanze: Desmethyl-linuron
- b) Boden: Desmethyl-linuron —> Desmethoxy-linuron —>
3,4-Dichlorphenyl-harnstoff

Methabenzthiazuron:

- a) Pflanze: 1-Hydroxymethyl-3-methyl-3-(benzothiazol-2-yl)-
harnstoff(II)
- b) Boden: Desmethyl-methabenzthiazuron

Paraquat:

- a) Pflanze: keine Metabolisierung
- b) Boden: sehr schnelle und starke Bindung an den Boden

Propyzamid:

- a) Pflanze: N-(1,1-Dimethyl-1-acetylmethyl)-3,5-dichlor-
benzamid —> 2-(3,5 Dichlorphenyl)-
4,4-dimethyl-5-methylen-oxazolin —>
N-(1,1-Dimethyl-2-oxo-3-hydroxypropyl)-
3,5-dichlorbenzamid
- b) Boden: N-(1,1-Dimethyl-1-acetylmethyl)-3,5-dichlor-
benzamid —> 2-(3,5 Dichlorphenyl)-
4,4-dimethyl-5-methylen-oxazolin —>
N-(1,1-Dimethyl-2-oxo-3-hydroxypropyl)-
3,5-dichlorbenzamid

Zu 8. sowie Ergänzung a) und b)

Kann ein Einsatz von "Roundup" zur Anreicherung bestimmter Abbauprodukte im Boden - ggf. auch zu deren Eindringen in das Grundwasser - führen? Wenn ja: bei welchen Einsatzmodalitäten ist mit welchen Folgen zu rechnen?

Die bezüglich des Herbizids "Roundup" gestellten Fragen sind weiter zu beantworten hinsichtlich

- a) der Herbizide mit gleichen oder annähernd gleichen Wirkstoffen wie "Roundup"
 - b) der Herbizide mit ganz oder teilweise anderen Wirkstoffen aber mit einem gleichen oder annähernd gleichen Wirkungsspektrum.
- A) Aufgrund der Stoffeigenschaften von Glyphosat, vor allem seinem Abbauverhalten mit Beständigkeit und Versickerungsneigung im Boden (siehe Seite 15 ff.), ist davon auszugehen, daß es bei bestimmungsgemäßer und sachgerechter Anwendung zu keiner Anreicherung von Abbauprodukten, in diesem Fall des Metaboliten AMPA, im Boden kommt (Torstensson 1985, Duke 1988). Selbst mehrmalige Anwendungen in einer Vegetationsperiode auf derselben Fläche können diese Aussage nicht in Zweifel ziehen, da der Abbau von Glyphosat im Boden rasch vonstatten geht und die Versickerungsneigung äußerst gering ist. Letzteres beinhaltet auch, daß demzufolge eine Grundwasser-Kontamination ausgeschlossen werden kann. Außerdem ist anzumerken, daß aufgrund der Wirkungsweise des Wirkstoffes Glyphosat das Mittel in der Vegetationsperiode auf einen vorhandenen Pflanzenbestand appliziert wird, so daß nur ein geringer Anteil des Mittels den Boden erreicht. Die überwiegende Menge des ausgebrachten Wirkstoffes wird von den Pflanzen aufgenommen.
- C) In Abhängigkeit von den Stoffeigenschaften sind die in Tabelle 4 aufgeführten Mittel mit den in ihnen enthaltenen Wirkstoffen im Hinblick auf Akkumulation und Versickerungsneigung recht unterschiedlich zu beurteilen. Lediglich der Wirkstoff Paraquat neigt infolge seiner äußerst ausgeprägten Persistenz bei einer häufigen Anwendung über viele Jahre zu einer Anreicherung im Boden. Die Ursache hierfür liegt in der starken Bindung an Bodenkolloide, so daß im Boden kein freier, d. h. nichtgebundener Wirkstoff vorhanden ist, der abgebaut werden kann. Die übrigen in Tabelle 4 genannten Herbizidwirkstoffe, einschließlich ihrer Abbauprodukte

(siehe Tabelle 7), führen bei einer sachgerechten Anwendung zu keiner Akkumulation im Boden.

Die Gefahr einer Kontamination des Grundwassers durch Herbizidwirkstoffe ist im wesentlichen von Faktoren wie Grundwasserhorizont, Wirkstoffeigenschaften - vor allem Persistenz und Versickerungsneigung - sowie Aufwandmenge abhängig. Oberflächennahe Grundwasser sind generell stark durch Verunreinigungen aller Art gefährdet.

Aufgrund analoger Wirkungseigenschaften zum Wirkstoff Glyphosat ist für glufosinat- und fluzifop-P-haltige Herbizide (siehe Anlage 1) bzw. ihrer Abbauprodukte eine Kontamination des Grundwassers äußerst unwahrscheinlich. Beide Wirkstoffe werden im Boden rasch abgebaut und weisen zudem eine sehr geringe Versickerungsneigung auf. Auch für den Wirkstoff Paraquat kann ein Eindringen ins Grundwasser ausgeschlossen werden, da er aufgrund seiner starken, irreversiblen Bindung an Bodenkolloide, insbesondere bestimmte Tonarten, nicht mobil ist und zu keiner Versickerung neigt. Selbst seine außergewöhnliche Beständigkeit kann an diesem Sachverhalt nichts ändern.

Trotz einer beachtlichen Persistenz weist der Wirkstoff Dichlobenil selbst eine wenig ausgeprägte Versickerungsneigung auf. In entsprechenden Untersuchungen konnte er im Sickerwasser nicht nachgewiesen werden; anders hingegen sein Metabolit 2,6-Dichlorbenzamid, der zur Versickerung neigt. Aus diesem Grunde ist bei der Zulassung des Mittels Casoron G mit dem Wirkstoff Dichlobenil die Wasserschutzgebietsauflage NG 237 (W 1) erteilt worden: "Keine Anwendung in Zuflußbereichen (Einzugsgebieten) von Grund- und Quellwassergewinnungsanlagen, Heilquellen und Trinkwassertalsperren sowie sonstigen grundwasserempfindlichen Bereichen." (Anonym 1994). Somit scheidet eine Anwendung von Casoron G in Wasserschutzgebieten aus. Eine gesamtheitliche Betrachtung

tung und Abwägung im Rahmen des Zulassungsverfahrens hat ergeben, daß dieses Herbizid ohne unvertretbare Risiken außerhalb von Wasserschutzgebieten eingesetzt werden kann.

Mittel mit den Wirkstoffen Diuron und Methabenzthiazuron bauen langsam ab. Sie neigen nur gering zur Versickerung. Als sogenannte "Bodenherbizide" gelangen sie bei einer Anwendung überwiegend auf die Bodenoberfläche. Trotz alledem haben Untersuchungen ergeben, daß diese Wirkstoffe im Boden kaum verlagert werden. Da bei einer bestimmungsgemäßen und sachgerechten Anwendung keine Gefahr für das Eindringen dieser Stoffe in das Grundwasser besteht, wurde mit ihrer Zulassung keine Kennzeichnung durch eine Wasserschutzgebietsauflage verbunden. Analog hierzu verhalten sich Mittel mit den Wirkstoffen Linuron und Propyzamid, da von vergleichbaren Wirkstoffeigenschaften in bezug auf Beständigkeit und Versickerungsneigung, aber auch Anwendungsmodalitäten, ausgegangen werden kann. Jedoch ist bei der Zulassung von Herbiziden mit den Wirkstoffen Linuron und Propyzamid die Wasserschutzgebietsauflage derzeit erteilt. Die Gründe hierfür sind in den z. Z. noch laufenden Lysimeter-Untersuchungen zu suchen. Mit Hilfe der Lysimeter-Studien werden Abbauverhalten und Versickerungsverhalten der zu prüfenden Wirkstoffe im Boden unter natürlichen Bedingungen untersucht. Hierdurch soll letztendlich Klarheit über die Stoffeigenschaften dieser Wirkstoffe gewonnen werden.

- D) Resumierend zur Fragestellung Nr. 8 kann gesagt werden, daß mit Ausnahme von Paraquat keiner der in Tabelle 4 genannten Herbizid-Wirkstoffe, bzw. deren Abbauprodukte, nach einer bestimmungsgemäßen und sachgerechten Anwendung zu einer Anreicherung im Boden neigt. Desgleichen ist bei den in Rede stehenden Stoffen davon auszugehen, daß sie nicht zu einer Kontamination des Grundwassers führen, sofern sie sachgerecht angewendet

werden. Lediglich der Metabolit 2,6-Dichlorbenzamid des Wirkstoffes Dichlobenil neigt zur Versickerung. Deshalb wurde bei der Zulassung dichlobenilhaltiger Herbizide die Wasserschutzgebietsauflage W 1 erteilt.

Zu 9. sowie Ergänzung a) und b)

Kann die Anwendung bestimmter vorgegebener Konzentrationen von "Roundup" und die Anwendung zu bestimmten vorgegebenen Zeitpunkten objektiv verlässlich überprüft werden?

Wenn ja: mit welchen Mitteln?

Die bezüglich des Herbizids "Roundup" gestellten Fragen sind weiter zu beantworten hinsichtlich

- a) der Herbizide mit gleichen oder annähernd gleichen Wirkstoffen wie "Roundup"*
- b) der Herbizide mit ganz oder teilweise anderen Wirkstoffen aber mit einem gleichen oder annähernd gleichen Wirkungsspektrum.*

Die Überprüfung einer Pflanzenschutzmittelanwendung ist grundsätzlich zu verschiedenen Zeitpunkten möglich. Sie kann zum einen anhand von Proben aus dem Spritzmittelbehälter vor und nach der Applikation und zum anderen nach einer Anwendung im behandelten Bestand erfolgen. Hierbei ist neben einer obligatorischen chemisch-analytischen Überprüfung bei Herbiziden häufig noch zusätzlich eine visuelle Erfassung möglich, in dem die vorliegenden Schadsymptome auf dem behandelten Areal oder in Biotesten mit kontaminierten Böden erfaßt werden. Unter Biotesten werden Methoden zur Erfassung biologisch wirksamer Substanzen durch den Nachweis ihrer Wirkung auf lebende Organismen, im vorliegenden Fall speziell ausgewählte Testpflanzenarten, unter Standardbedingungen verstanden.

- A) Ein sicheres Verfahren zur Feststellung, welches Pflanzenschutzmittel ausgebracht wird bzw. wurde, ist die chemisch-analytische Untersuchung von Spritzmittelproben. Diese können vor einer Applikation oder auch nach dieser aus in dem Spritzgerät verbleibenden Restmengen*

gezogen werden. Mit Hilfe der feststellbaren Konzentration im Behälter von fahrbaren Spritzen läßt sich im großen und ganzen grob die Anwendungsmenge errechnen. Bei Handgeräten, wie Rückenspritzen, ist das nicht möglich, da mit diesen Geräten die Einhaltung einer gleichmäßigen Aufwandmenge auf einer größeren Fläche nur schwer durchführbar ist.

Ist das Pflanzenschutzmittel ausgebracht, sind zu seinem Nachweis Pflanzen- oder/und Bodenproben erforderlich. Anhand der dort analytisch festgestellten Rückstände läßt sich recht eindeutig der Wirkstoff nachweisen. Das ist solange nach der Anwendung möglich, bis die Nachweisgrenze unterschritten wird. An dieser Stelle sei angemerkt, daß der Glyphosat-Rückstand in der Pflanze, obwohl der Wirkstoff dort nicht abgebaut wird, sich durch Pflanzenwachstum und Abwaschen durch Niederschläge reduziert (siehe Seite 15). Schwieriger ist der exakte Nachweis der ausgebrachten Konzentration. Sie läßt sich nur in Verbindung mit den Anwendungsterminen rechnerisch ermitteln, da diese Parameter beim Wirkstoffabbau in Abhängigkeit zueinander stehen. Obwohl zahlreiche Erfahrungswerte für den Abbau von Glyphosat vorliegen und außerdem die Abbaukinetik des Wirkstoffes bekannt ist, wird mit zunehmender Zeit nach der Applikation die Genauigkeit der Aussage zur Anwendungskonzentration abnehmen. Gleiches gilt für die Terminierung des Anwendungszeitpunktes durch gemessene Rückstandswerte.

Zur Bestimmung der Rückstände des Wirkstoffes Glyphosat und seines Hauptmetaboliten AMPA in Boden, Wasser und pflanzlichen Materialien sind zahlreiche Analysemethoden veröffentlicht. Nach diesen erfolgt die Bestimmung u. a. durch Gaschromatographie mit flammenphotometrischem oder Elektroneneinfang-Detektor, durch Hochdruckflüssigchromatographie mit Ninhydrin-Reaktionsdetektor oder Fluoreszenzdetektion, durch Dünnschichtchromato-

graphie oder Polarographie. Einen Überblick über diese Methoden geben Bardalaye et al. (1985). Die Bestimmungsgrenze liegt in Abhängigkeit vom Probenmaterial bei 0,02 bis 0,05 mg/kg. Ergänzend sei hier angemerkt, daß die Analytik und damit die Bestimmung der Rückstände von Glyphosat ein besonderes fachliches Können voraussetzen. Sie ist mit allgemein gebräuchlichen Geräten und einem vertretbaren Aufwand, der im oberen Bereich liegt, durchführbar.

Wie einleitend zu dieser Fragestellung dargelegt, gibt es neben der genauen analytischen Diagnose noch ein weiteres Hilfsmittel, die Bewertung der durch Herbizide hervorgerufenen sichtbaren Symptome an den behandelten Pflanzen. Für den Wirkstoff Glyphosat existieren jedoch keine wirkstoffspezifischen, d. h. typischen Schadbilder. Die einzige Differenzierung wäre anhand des Wirkungsspektrums, also der Empfindlichkeit einzelner Pflanzenarten möglich. In Verbindung mit der Art, dem Grad und dem Fortgang der Schädigung der kontaminierten Pflanzen läßt sich darüber hinaus der Behandlungstermin grob bestimmen.

- C) Hinsichtlich des ergänzenden Beweisschlusses gilt für die in Tabelle 4 genannten Herbizide das gleiche wie zum Wirkstoff Glyphosat ausgeführt. Auch hier ist die Bestimmung der Wirkstoffe in Pflanzen und Boden mittels chemisch-analytischer Verfahren möglich. Die dabei ermittelten Rückstandswerte erlauben zunächst die Bestimmung der Anwendungskonzentration, sofern der Anwendungstermin bekannt ist. Mit zunehmender Distanz zum Applikationstermin reduziert sich die Genauigkeit der Aussage. Analog verhält es sich mit der Überprüfung des Anwendungstermins. Da diese Einflußgrößen in Abhängigkeit zueinander stehen, ist für die Berechnung die Kenntnis der Anwendungskonzentration notwendig. Ist diese bekannt, so kann für den Applikationstermin eine zeitliche Spannweite genannt werden.

Das zur Durchführbarkeit der Analytik zu Glyphosat Gesagte ist auch auf die Wirkstoffe Glufosinat und Paraquat übertragbar. Beide Wirkstoffe sind im pflanzlichen Material, aber auch in Bodenproben sehr aufwendig nachzuweisen. Mit weniger Aufwand können die Wirkstoffe Diuron, Fluazifop-P und Linuron bestimmt werden. Einen geringen Aufwand zum Nachweis erfordern die Wirkstoffe Dichlobenil, Methabenzthiazuron und Propyzamid, da sie von entsprechenden Labors verhältnismäßig einfach analysiert werden können.

Für Herbizide, deren Wirkstoffe über den Boden wirken, gibt es neben der chemischen Analyse eine weitere Nachweismethode, den Biotest. Mit Hilfe von Bodenproben aus dem behandelten Areal und der Kultivierung von empfindlichen Testpflanzen kann das Vorhandensein von Wirkstoffen nachgewiesen werden. Diese Biotest-Methoden ermöglichen vielfach sogar grobe Aussagen zur Höhe der Rückstände, sofern Vergleichstestreihen untersucht werden. Auf diese Art und Weise können aus der Tabelle 4 Mittel mit den Wirkstoffen Dichlobenil, Diuron, Linuron, Methabenzthiazuron und Propyzamid bestimmt werden. Demzufolge sind auch Abschätzungen der Anwendungskonzentrationen möglich. Allerdings sollte hierfür der Applikationstermin bekannt sein, da der Wirkstoffabbau im wesentlichen von der Ausgangskonzentration und der Abbauzeit abhängt. Sofern beide Einflußgrößen fehlen, ist eine Aussage nur schwer möglich.

Hinsichtlich der visuellen Beurteilung von Art und Umfang der Schadsymptome an den Pflanzen und die daraus zu ziehenden Rückschlüsse ist das zu Roundup Gesagte auf alle anderen hier infrage kommenden Herbizide übertragbar.

D) Zusammenfassend ist hier festzuhalten, daß der chemisch-analytische Nachweis des Wirkstoffes Roundup in Proben von Pflanzen und im Boden mit einem hohen Maß an Sicherheit durchgeführt werden kann. Die dabei festgestellten Rückstandswerte ermöglichen eine Abschätzung im Hinblick auf die Anwendungskonzentration bzw. den Zeitpunkt der Applikation. Mit zunehmender zeitlicher Distanz zwischen Anwendungstermin und Probenahme erhöht sich die Ungenauigkeit der Aussage. Analoge Bedingungen sind auf die in Tabelle 4 genannten Wirkstoffe übertragbar. Sichtbare Schadsymptome an den Pflanzen können zusätzliche Hinweise auf das verwendete Herbizid sowie im bestimmten Umfang zum Applikationstermin geben. Für die sogenannten "Bodenherbizide" gibt es eine weitere Möglichkeit des Nachweises mittels Biotest.

Zu 10.

Wie lassen sich ohne Einsatz von "Roundup" robuste Kräuter (insbesondere Quecken und Disteln) mechanisch entfernen bzw. so klein halten, daß sie den Wuchs der Kulturpflanzen in Weihnachtsbaumkulturen nicht beeinträchtigen?

B) Von den zahlreichen in Weihnachtsbaumkulturen als Begleitflora vorkommenden Pflanzen haben sich einige als besonders schädigend erwiesen. Ihre Beseitigung ist eine notwendige Voraussetzung für eine einwandfreie Entwicklung der Kultur und damit die Grundlage für die Produktion von verkaufsfähiger Ware. Eine Auswahl besonders konkurrenzkräftiger, aber auch schwer bekämpfbarer Unkräuter ist in Tabelle 5 zusammengestellt. Neben den in der Frage zum Beweisschluß als robuste Unkräuter genannten Gemeine Quecke und Distel-Arten sind hierzu u. a. auch besonders Brombeer-Arten, Giersch, Wicke-Arten sowie Acker- und Zaunwinde zu zählen. An diesen Arten orientiert sich jede Unkrautbekämpfung.

Im Hinblick auf eine mechanische Unkrautbekämpfung stehen im wesentlichen die auf Seite 35 ff. genannten Ver-

fahren zur Verfügung. Alle diese Verfahren, ob Grubbern, Fräsen, Hacken, Mähen oder Freischneiden sowie Mulchen sind wenig geeignet, die vorgenannten "Problemunkräuter" nachhaltig zu bekämpfen. Auch ein wiederholter Einsatz in derselben Vegetationsperiode wird nicht oder selten den angestrebten Erfolg bringen. Mit diesen Maßnahmen der mechanischen Unkrautbekämpfung können jedoch Weihnachtsbaumkulturen so gepflegt werden, daß eine Entwicklung und damit das Wachstum der Bäume weitgehend möglich ist.

Von den Bodenbearbeitungsgeräten ist der Grubber ungeeignet, die genannten "Problemunkräuter" mit besonders ausgebildeten, weitläufigen Rhizomen so zu verdrängen, daß die Kultur geführt werden kann. Im übrigen sind alle Bodenbearbeitungsverfahren vorzugsweise nur in den ersten Standjahren der Weihnachtsbaumkultur einzusetzen, solange bei den Kulturen noch kein Reihenschluß vorliegt. Dann ist mit Fräsen und Hacken nur noch zwischen den Pflanzreihen eine Unkrautunterdrückung möglich. In den Pflanzreihen selbst sind diese Verfahren kaum einsetzbar, weil die untersten Astansätze dicht über der Bodenoberfläche liegen und dadurch ein hohes Schadrisiko für die Kultur besteht. Hier sind ggf. andere Verfahren der mechanischen Unkrautbekämpfung anwendbar, wie Mähen/Freischneiden und/oder Mulchen. Abgesehen von kombinierten Verfahren kommen für die mechanische Unkrautbekämpfung vorzugsweise die Letztgenannten infrage, weil sie den größtmöglichen, wenn auch kurzfristigen Erfolg versprechen. Mähen/Freischneiden in Verbindung mit Mulchen bzw. ausschließlich Mulchen haben sich daher in der Praxis unter den mechanischen Verfahren zur Pflege von Weihnachtsbaumkulturen durchgesetzt und kommen bevorzugt zur Anwendung. Mit einem in seltenen Fällen einmaligen, in aller Regel aber mehrmaligen Einsatz in einer Vegetationsperiode, in Abhängigkeit von Witterung und Standort, lassen sich hartnäckige Unkräuter, wie Distel-Arten, Giersch und

Gemeine Quecke, so zurückdrängen, daß sich Nadelgehölze ohne allzu große Beeinträchtigung entwickeln können. Wesentlich schwieriger wird eine Bestandesführung mit Freistellung der Kulturen beim Vorkommen von Wicke- und Winde-Arten, da sie teilweise am Stamm der Bäume emporranken und dadurch dann nur unzureichend mit den Geräten erfaßt werden.

Hinsichtlich des Aufwandes wird unter Bezug auf die Ausführungen auf Seite 35 ff. angemerkt, daß eine erfolgreiche mechanische Unkrautunterdrückung einen hohen Arbeits- und Energieaufwand erfordert. Der Kostenaufwand beträgt durchschnittlich das 3- bis 5fache einer chemischen Unkrautbekämpfung.

- D) Zusammenfassend ist festzuhalten, daß mechanische Verfahren der Unkrautbekämpfung, selbst bei mehrmaliger Wiederholung, nicht geeignet sind, "Problemunkräuter" in einer Weihnachtsbaumkultur nachhaltig zu vernichten. Wohl aber kann mit diesen Maßnahmen durch wiederholte Anwendung die Entwicklung der Kultur weitgehend gewährleistet werden, sofern auf den Flächen nicht bestimmte Unkrautarten auftreten. Die mechanische Niederhaltung von Unkräutern erfordert in aller Regel einen hohen Aufwand.

Dieses Gutachten ist von mir nach bestem Wissen und Gewissen auf der Grundlage neuester wissenschaftlicher Erkenntnisse erstellt worden.

(Dr. Gerd Heidler)

Anlage 1: Tabelle 6: Eigenschaften ausgewählter Herbizid-Wirkstoffe

Wirkstoff	Dichlobenil	Diuron	Fluazifop-P	Glufosinat
Handelsname	Casoron G	Karmex	Fusilade 2000	Basta
Anwendung gegen	ein- u. mehrj. Unkräuter	einjährige Unkräuter	einkeimbl. Unkräuter	ein- u. zweikeimbl. Unkräuter
Aufnahme/Transport	Wurzel, translozierend	Wurzel, translozierend	Blatt, translozierend	oberird.Sproß,nicht translozierend
Wirkungsweise	Hemmung der Zellteilung	Hemmung der Photosynthese	Hemmung des Energiestoffwechsels	Störung des Ammoniumstoffwechsels
Abbau Boden DT-90-Wert	ca. 220 Tage	ca. 216 Tage	ca. 33 Tage	ca. 30 Tage
Versickerungsneigung	wenig ausgeprägt	wenig ausgeprägt	wenig ausgeprägt	wenig ausgeprägt
Toxizität LD50 Ratte oral	4.460 mg/kg KGW	3.400 mg/kg KGW	ca. 3.300 mg/kg KGW	männl.: 2.000 mg/kg KGW weibl.: 1.620 mg/kg KGW
LD50 Ratte dermal	>1.000 mg/kg KGW	>10.000 mg/kg KGW	ca. 6.000 mg/kg KGW	>4.000 mg/kg KGW
LD50 Kaninchen dermal	1.350 mg/kg KGW	nicht haut- und augenreizend	1.730 mg/kg KGW	>2.000 mg/kg, nicht hautreizend
Ratte subakut NOEL 90 Tage	2,5 mg/kg KGW/Tag	250 mg/kg KGW/Tag	10 mg/kg KGW/Tag	4,1 mg/kg KGW/Tag
ADI-Wert	0,01 mg/kg KGW/Tag	0,005 mg/kg KGW/Tag	0,005 mg/kg KGW/Tag	0,02 mg/kg KGW/Tag
Bientoxizität	nicht bienengefährlich	nicht bienengefährlich	nicht bienengefährlich	nicht bienengefährlich
Fischttoxizität LC50 96-h Regenbogenforelle	18 mg/l	4,9 mg/l	117 mg/l	710 mg/l
Fischnährtiertoxizität LC50 48-h Daphnia magna	16 mg/l	1,4 mg/l	430 mg/l	560-1.000 mg/l
Algentoxizität LC50 72-h Scenedesmus subsp.	>10 mg/l	0,0090 mg/l	3,16 mg/l	>1.000 mg/l
Vogeltoxizität LD50 Wachtel akut	>5.200 mg/kg KGW	1.320 mg/kg KGW	>4.659 mg/kg KGW	>2.000 mg/kg KGW
Regenwurmtoxizität LC50	>2.400 mg/kg TM Substrat	>1.000 mg/kg TM Substrat		>1.000 mg/kg TM Substrat

Anlage 1: Fortsetzung Tabelle 6: Eigenschaften ausgewählter Herbizid-Wirkstoffe

Wirkstoff	Linuron	Methabenzthiazuron	Paraquat	Propyzamid
Handelsname	Afalon	Tribunil	Gramoxone Extra	Kerb 50 W
Anwendung gegen	einjährige Unkräuter	einjährige Unkräuter	ein- u. zweikeimbl. Unkräuter	überw. einkeimbl. Unkräuter
Aufnahme/Transport	Wurzel, translozierend	Wurzel, translozierend	Blatt, nicht translozierend	Wurzel, translozierend
Wirkungsweise	Hemmung der Photosynthese	Hemmung der Photosynthese	Zerstörung von Pflanzengewebe d. Bildung von Radikalen	Hemmung der Photosynthese
Abbau Boden DT-90-Wert	ca. 175 Tage	>400 Tage	>15 Jahre (DT-50)	ca. 163 Tage
Versickerungsneigung	wenig ausgeprägt	wenig ausgeprägt	keine	wenig ausgeprägt
Toxizität LD50 Ratte oral	männlich: 4.000 mg/kg KGW weiblich: 4.500 mg/kg KGW	>2.500 mg/kg KGW	150 mg/kg KGW	männl.: 8.350 mg/kg KGW weibl.: 5.620 mg/kg KGW
LD50 Ratte dermal	>2.000 mg/kg KGW	>5.000 mg/kg KGW		
LD50 Kaninchen dermal	nicht augen- u. hautreizend		240-663 mg/kg KGW	>3.160 mg/kg KGW
Ratte subakut NOEL 90 Tage	1,9 mg/kg KGW/Tag	150 mg/kg KGW/Tag	170 mg/kg KGW/Tag	10 mg/kg KGW/Tag
ADI-Wert	0,009 mg/kg KGW/Tag	0,05 mg/kg KGW/Tag	0,004 mg/kg KGW/Tag	0,0026 mg/kg KGW/Tag
Bientoxizität	nicht bienengefährlich	nicht bienengefährlich	nicht bienengefährlich	nicht bienengefährlich
Fischtoxizität LC50 96-h Regenbogenforelle	3,15 mg/l	15,9 mg/l	32 mg/l	72 mg/l
Fischnährtiertoxizität LC50 48-h Daphnia magna	0,75 mg/l	30,6 mg/l	4,4 mg/l	>5,6 mg/l
Algentoxizität LC50 72-h Scenedesmus subsp.	0,016 mg/l	0,042 mg/l		5,8 mg/l
Vogeltoxizität LD50 Wachtel akut	314 mg/kg KGW	1.000-2.000 mg/kg KGW	970 mg/kg KGW	8.770 mg/kg KGW
Regenwurmtoxizität LC50	>1.000 mg/kg TM Substrat	>1.000 mg/kg TM Substrat		>1.000 mg/kg TM Substrat

Literaturverzeichnis zum Gutachten

Achstetter, R. (1990):
Einsatz von Unterstockflachschargeräten im Weinbau. Württ.
Wochenbl. Landwirtschaft, S. 16-18.

Anderson, J.P.E. (1990):
Bodenbiologie und Bodenfruchtbarkeit. In: Pflanzenproduk-
tion im Wandel - Neue Aspekte in den Agrarwissenschaften,
VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim, S. 167-193.

Anonym (1982):
Technical Bulletin: ROUNDUP, Herbicide by Monsanto Europe
S.A., Brussels, 28 S.

Anonym (1986):
Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen (Pflanzenschutzgesetz-
PflSchG) vom 15. September 1986. Bundesgesetzblatt, Teil 1,
S. 1505-1518, zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes
vom 25. November 1993; Bundesgesetzblatt, Teil 1. S. 1917.

Anonym (1990a):
Wirkstoffe in Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln.
Physikalisch-chemische und toxikologische Daten, BLV Verlagsgesellschaft
mbH, München, Wien, Zürich, 2. Auflage, 478 S.

Anonym (1990b):
Datensammlung zur Toxikologie der Herbizide. VCH Verlagsgesellschaft
mbH, Weinheim, 1. bis 7. Lieferung.

Anonym (1991):
Fluazifop-p-butyl. Informationen zum Wirkstoff, ICI Agro,
Frankfurt, 15 S.

Anonym (1992):
Verordnung zur Bereinigung pflanzenschutzrechtlicher Vorschriften.
Bundesgesetzblatt Nr. 53, Teil 1, S. 1887-1896.

Anonym (1993a):
Glyphosate. United States Environmental Protection Agency,
EPA R.E.D. Facts, EPA-738-F-93-011, S. 64-70.

Anonym (1993b):
Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen
(Gefahrstoffverordnung-GefStoffV). Bundesgesetzblatt,
Teil 1, S. 1782-1810.

Anonym (1994):
Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis Teil 1 und 2, Biologische
Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Braunschweig,
Saphir Verlag, Ribbesbüttel, 42. Auflage, 256 S. und
244 S.

- Atkinson, D. (1985):
Efficacy of glyphosate in fruit plantations. In: The Herbicide Glyphosate, Butterworths, London, Boston, Durban, Singapore, Sydney, Toronto, Wellington, S. 301-322.
- Atkinson, D. (1985):
Toxicological properties of glyphosate - a summary. In: The Herbicide Glyphosate, Butterworths, London, Boston, Durban, Singapore, Sydney, Toronto, Wellington, S. 127-133.
- Bardalaye, P.C., W.B. Wheeler und H.A. Moyer (1985):
Analytical techniques of glyphosate residue analysis: The Herbicide Glyphosate, Butterworths, London, Boston, Durban, Singapore, Sydney, Toronto, Wellington, S. 263-285.
- Bronstad, J.O. und H.O. Friestad (1985):
Behaviour of glyphosate in the aquatic environment. In: The Herbicide Glyphosate, Butterworths, London, Boston, Durban, Singapore, Sydney, Toronto, Wellington, S. 200-205.
- Calderbank, A. und P. Slade (1976):
Diquat and Paraquat. In: Herbicides - chemistry, degradation, and mode of action, Volume 2, Marcel Dekker, Inc. New York and Basel, S. 501-540.
- Caseley J.C. und D. Coupland (1985):
Environmental and plant factors affecting glyphosate uptake, movement and activity. In: The Herbicide Glyphosate, Butterworths, London, Boston, Durban, Singapore, Sydney, Toronto, Wellington, S. 92-123.
- Cole, D.J. (1985):
Mode of action of glyphosate - a literature analysis. In: The Herbicide Glyphosate, Butterworths, London, Boston, Durban, Singapore, Sydney, Toronto, Wellington, S. 48-91.
- Duke, St. O. (1988):
Glyphosate. In: Herbicides - chemistry, degradation, and mode of action, Volume 3, Marcel Dekker, Inc. New York and Basel, S. 1-70.
- Duke, St. O. und W.H. Kenyon (1988):
Polycyclic Alcoholic Acids. In: Herbicides - chemistry, degradation, and mode of action, Volume 3, Marcel Dekker, Inc. New York and Basel, S. 71-116.
- Eggers, Th. und P. Niemann (1980):
Zum Begriff des Unkrauts und über Schadschwellen bei der Unkrautbekämpfung. Berichte Landwirtschaft, 58, S. 264-272.
- Evans, D.D. und L. Batty (1986):
Effects of high dietary concentrations of glyphosate (Roundup) on a species of bird, marsupial and rodent indigenous to Australia. Environmental toxicology and chemistry, 5, S. 399-401.

Eijsackers, H. (1985):

Effects of glyphosate on the soil fauna. In: The Herbicide Glyphosate, Butterworths, London, Boston, Durban, Singapore, Sydney, Toronto, Wellington, S. 151-158.

Fischbeck, G. (1988):

Welche Möglichkeiten haben Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung um Naturschutzwünschen gerecht zu werden? In: Integrierter Pflanzenbau - Naturschutz und Landwirtschaft, Heft 4, S. 58-74.

Fox, R. (1994):

Bewuchslenkung im Unterstockbereich. Rebe & Wein, S. 88-89.

Frear, D. S. (1976):

The Benzoic Acid Herbicides. In: Herbicides - chemistry, degradation, and mode of action, Volume 2, Marcel Dekker, Inc. New York and Basel, S. 541-607.

Friebe, B. (1994):

Einfluß langfristig differenzierter Bodenbearbeitung auf die Entwicklung der Meso-, Makro- und Megafauna. In: Beurteilung von Bodenbearbeitungssystemen hinsichtlich ihrer Arbeitseffekte und deren langfristige Auswirkung auf den Boden, Wiss. Fachverlag, Gießen, S. 191-204.

Friebe, B und W. Henke (1992):

Regenwürmer und deren Abbauleistung bei abnehmender Bearbeitungintensität. In: Wechselwirkungen von Bodenbearbeitungssystemen auf das Ökosystem Boden, Wiss. Fachverlag, Gießen, S. 139-145.

Geissbühler, H., H. Martin und G. Voss (1975):

The substituted Ureas. In: Herbicides - chemistry, degradation, and mode of action, Volume 1, Marcel Dekker, Inc. New York and Basel, S. 209-291.

Grannemann, H. (1991):

Mechanische Bodenvorbereitung und Bodenbearbeitung. Allg. Forst Ztschr. 25, S. 1288-1289.

Grossbard, E. und G. Wingfield (1978):

Effects of paraquat, aminotriazole and glyphosate on cellulose decomposition, Weed Research 18, S. 348-353.

Haber, W. (1988):

Anforderungen des Naturschutzes an die Landwirtschaft. In: Integrierter Pflanzenbau - Naturschutz und Landwirtschaft, Heft 4, S. 26-44.

Holländer, H. und N. Amrhein (1980):

The site of the inhibition of the shikimate pathway by glyphosate. Plant Physiol. 66, S. 823-828.

Hurle, K. (1994):

Unkraut und Unkrautbekämpfung - veränderte Perspektiven. Ztschr. f. Pflanzenkrankheiten, Sonderheft XIV, S. 17-22.

Koch, W. und K. Hurle (1978):

Grundlagen der Unkrautbekämpfung. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 207 S.

Körner, H. (1990):

Der Einfluß der Pflanzenschutzmittel auf die Faunenvielfalt der Agrarlandschaft (unter Berücksichtigung der Gliederfüßler der Oberfläche der Felder). Bayer. Landw. Jahrbuch, Sonderdruck 4, 1990, Verlag Kastner, Wolnzach, S. 410-420 sowie S. 481-483.

Malkomes, H. P. (1988):

Einfluß von Glufosinat-Ammonium (Basta) und Glyphosat (Roundup) auf Bodenmikroorganismen und deren Aktivität. Ztschr. f. Pflanzenkrankheiten, Sonderheft XI, S. 277-286.

Marsh, J., H. Davies und E. Grossbard (1977):

The effects of herbicides on respiration and transformation of nitrogen in two soils; I. Metribuzin and glyphosate. Weed Res. 17, S. 77-82.

Martin, N. (1982):

The effect of herbicides used on asparagus on the growth rate of the earthworm *Allolobophora caliginosa*. Proc. 35th New Zealand Weed and Pest Control Conf., S. 328-331.

Möllering, J. (1991):

Untersaaten als Bodendecker in Weihnachtsbaum-Kulturen. Allg. Forst Ztschr., 25, S. 1293.

Pfefferkorn, V., J. Cremer und W. Bübl (1994):

Auswirkungen mehrjähriger mechanischer und chemischer Unkrautbekämpfung auf die Unkrautflora im Obst und Weinbau. Ztschr. f. Pflanzenkrankheiten, Sonderheft XIV, S. 397-404.

Riedel, M. (1994):

Persönliche Mitteilung, Bayerische Landesanstalt f. Bodenkultur und Pflanzenbau, München.

Rothmaler, W. (1972):

Exkursionsflora. Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin, 612 S.

Sawada, Y. und Y. Nagai (1987):

Roundup poisoning - its clinical observation; possible involvement of surfactant. Clinical Exp. Medicine (Jap.), 143, S. 25-27.

Schmidt, G. und K. Sass (1970):

Untersuchungen über den Einfluß mechanischer, chemischer und kombinierter Pflegemaßnahmen auf die Qualität von Kiefern- und Fichtensaaten in der Baumschule Wittenburg-Kogel des StFB Hagenow. Arch. Forstw. 19, S. 1249-1257.

Schulte-Schmale, F. und E. Rüter (1991):
Alternative zum Herbizideinsatz in Sonderkulturen?
Beweidung mit einer neuen Schafrasse. Allg. Forst Ztschr.,
25, S. 1296.

Tooby, T.E. (1985):
Fate and biological consequences of glyphosat in the
aquatic environment. In: The Herbicide Glyphosate,
Butterworths, London, Boston, Durban, Singapore, Sydney,
Toronto, Wellington, S. 206-217.

Torstensson, L. (1985):
Behaviour of glyphosate in soils and its degradation. In:
The Herbicide Glyphosate, Butterworths, London, Boston,
Durban, Singapore, Sydney, Toronto, Wellington, S. 137-150.

Wehrstein, A. (1988a):
Angaben über Auswirkungen von Glyphosat auf den Menschen.
Persönliche Mitteilung.

Wehrstein, A. (1988b):
Zusammenfassende Darstellung und Bewertung der Auswirkung
von Roundup auf die Bodenmikroflora und -fauna. Persönliche
Mitteilung.

Wehrstein, A. (1991):
Zusammenfassende Darstellung und Bewertung zum Rückstands-
verhalten von Glyphosat. Persönliche Mitteilung.

Worthing, Ch. R. (1991):
The Pesticide Manual. The British Crop Protection Council,
Croydon, 9. Auflage, 1141 S.

WSSA (1983):
Herbicide Handbook of the Weed Science Society of America.
Weed Science Society of America-Verlag, Champaign/III.,
5. Auflage, 515 S.

ANHANG

Sachgebiet: Naturschutzrecht, Landschaftsschutzrecht; Pflanzenschutzrecht

Vorschriften: GG Art. 14 Abs. 2 Satz 2; BNatSchG § 8; PflSchG §§ 15 Abs. 1 Nr. 3 und Abs. 3 Nr. 2, 16 Abs. 1; LG NW §§ 1 Abs. 1 und 3, 2 Nr. 1, 4 Abs. 1 und Abs. 4 Satz 1, 21, 32 Abs. 2, 34 Abs. 2, 73 Abs. 1; Landschaftsschutzverordnung „Homert“

Stichworte: Landschaftsschutz, Landschaftsschutzverordnung, Weihnachtsbaum, Weihnachtsbaumkultur, Schmuckreisigkultur, Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Eigentum, Eigentumsgarantie, Natur, Naturhaushalt, Pflanzenwelt, Tierwelt, Boden, Wasser, Luft, Klima, Leistungsfähigkeit, Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts, Landschaftsbild, Beeinträchtigung, Eingriff, Eingriffsregelung, Vermeidung, Vermeidungspflicht, Ausgleich, Ausgleichspflicht, Pflanzenschutz, Pflanzenschutzmittel, Herbizid, Blattherbizid, Herbizideinsatz, Wirkstoff Glyphosat

Leitsätze/Stichworte

1. Das flächendeckende Verbot der Neuanlage von Weihnachtsbaum- und Schmuckreisigkulturen in einer Landschaftsschutzverordnung ist nur unter dem Aspekt mit Art. 14 GG vereinbar, daß im Rahmen der Erteilung von Ausnahmen von diesem Verbot auch die wirtschaftlichen Interessen der betroffenen Grundeigentümer berücksichtigt werden können.
2. Eine auf § 32 Abs. 2 LG NW a. F. gestützte Landschaftsschutzverordnung ist wie die gleichfalls auf die Bewahrung des status quo abzielende Eingriffsregelung nach den §§ 4 ff LG NW ausschließlich ein Instrument des konservierenden Schutzes, der die im betroffenen Raum gegebenen natürlichen Entwicklungsmöglichkeiten bewahren und für die Zukunft sichern soll.
3. Maßgebend für die Frage, ob Weihnachtsbaumkulturen - einschließlich eines eventuellen Herbizideinsatzes - mit dem Schutzzweck „Vielfalt, Eigenart und Schönheit des Landschaftsbilds“ einer Landschaftsschutzverordnung zu vereinbaren sind, sind ausschließlich die optischen Wirkungen im Landschaftsbild.
4. Auch temporäre Verfärbungen des Bestands wildwachsender Pflanzen nach einem Herbizideinsatz können in einer Kulturlandschaft mit diesem Schutzzweck vereinbar sein.

5. Die Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts wird nicht stets schon dann beeinträchtigt, wenn von einem bestimmten Areal - sei es auf mechanischem, sei es auf chemischen Wege - lediglich der aktuelle Bestand wildwachsender Pflanzen beseitigt wird.

6. Zu den Voraussetzungen, unter denen die (mehrfache) Beseitigung des aktuellen Bestands wildwachsender Pflanzen - etwa wegen einer Verschiebung des Artenspektrums im betroffenen Raum - als Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts zu werten ist.

7. Zu den spezifischen Wirkungen des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln mit dem Wirkstoff Glyphosat auf den Naturhaushalt: nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand läßt sich nicht feststellen, daß ein eingeschränkter Einsatz glyphosathaltiger Herbizide relevante Beeinträchtigungen des Naturhaushalts bewirken wird.

8. Das im Pflanzenschutzgesetz normativ festgelegte System der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln stellt die generelle Risikovorsorge und die Anpassung der Zulassung an neue Erkenntnisse hinreichend sicher.

9. Die in § 4 Abs. 4 Satz 1 LG NW für Eingriffe im Sinne von § 4 Abs. 1 LG NW normierte Vermeidungspflicht verbietet nicht jegliche Veränderungen in der Natur; sie hat lediglich den Inhalt, daß vermeidbare Beeinträchtigungen der Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts und des Landschaftsbilds zu unterlassen sind.

OVG NW, Urteil vom 12. Dezember 1994 - 7 A 504/92 -;

I. Instanz: VG Arnberg - 1 K 2021/91 -.



OBERVERWALTUNGSGERICHT
FÜR DAS LAND NORDRHEIN-WESTFALEN

IM NAMEN DES VOLKES

URTEIL

Verkündet am: 12. Dezember 1994
Silcher
als Urkundsbeamtin
der Geschäftsstelle

7 A 504/92
1 K 2021/91 Arnsberg

In dem verwaltungsgerichtlichen Verfahren

wegen Genehmigung einer Weihnachtsbaumkultur
hat der 7. Senat
auf die mündliche Verhandlung
vom 12. Dezember 1994

durch

den Vorsitzenden Richter am Oberverwaltungsgericht

W i l l e k e ,

den Richter am Oberverwaltungsgericht K u s c h n e r u s ,

den Richter am Oberverwaltungsgericht P e n t e r m a n n ,

den ehrenamtlichen Richter B a u m o t t e , Kaufmann,

den ehrenamtlichen Richter W e s t e p p e , Geschäftsführer,

auf die Berufung des Klägers gegen das Urteil des Verwaltungsgerichts Arnsberg vom 19. Dezember 1991

für Recht erkannt:

Das angefochtene Urteil wird geändert.

Der Beklagte wird unter entsprechender Änderung seines Bescheides vom 9. Juli 1990 in der Gestalt des Widerspruchsbescheides des Regierungspräsidenten A. vom 8. April 1991 verpflichtet, dem Kläger eine Ausnahmegenehmigung gemäß § 4 Abs. 1 der Landschaftsschutzverordnung H. : für die Anlegung von Weihnachtsbaum- und Schmuckreisigkulturen auf den von der Verfügung vom 9. Juli 1990 erfaßten Teilflächen der Grundstücke Gemarkung S. Flur 3 Flurstücke 1, 2, 3 und 4 sowie Flur 4 Flurstück 1 und für das Grundstück Gemarkung S. Flur 4 Flurstück 1 zu erteilen und dabei das Verbot des Einsatzes von Herbiziden wie folgt einzuschränken:

a) Gestattung des Einsatzes des Mittels "Roundup", Aufbringung einmal im Jahr zur Dämpfung des Bewuchses und zwar in einer Aufbringungsmenge von max. 30 % der empfohlenen Menge,

b) die bevorstehende Aufbringung des Mittels ist eine Woche vorher dem Beklagten anzuzeigen,

c) über die Aufbringung und die Aufbringungsmenge hat der Kläger Buch zu führen.

Der Beklagte trägt die Kosten des Verfahrens.

Die Kostenentscheidung ist vorläufig vollstreckbar.

Die Revision wird nicht zugelassen.

T a t b e s t a n d :

Der Kläger begehrt eine Ausnahmegenehmigung bzw. Befreiung, um im Landschaftsschutzgebiet "H. ." Weihnachtsbaum- und Schmuckreisigkulturen anlegen zu können, für deren Pflege ihm ein begrenzter Einsatz des Herbizids "Roundup" gestattet werden soll.

Der Kläger ist Eigentümer der in der Gemarkung S. gelegenen Grundstücke Flur 1 Flurstücke 1, 2, 3 und 4, Flur 2 Flurstück 1 und Flur 3 Flurstück 1. Sämtliche Grundstücke liegen im Geltungsbereich der ordnungsbehördlichen Verordnung zur Festsetzung des Landschaftsschutzgebiets "H. ." vom 4. Dezember 1984 (Amtsblatt für den Regierungsbezirk A. 1984, Seite 384) - Landschaftsschutzverordnung -. Nach § 2 Abs. 1 Nr. 7 der Landschaftsschutzverordnung ist im Landschaftsschutzgebiet u.a. die Neuanlage von Schmuckreisigkulturen und Weihnachtsbaumkulturen verboten. Gemäß § 4 Abs. 1 Satz 1 der Verordnung ist auf Antrag von der unteren Landschaftsbehörde eine Ausnahme von den Verboten des § 2 Abs. 1 der Verordnung zuzulassen, wenn die beabsichtigte Handlung mit dem Schutzzweck nach § 1 dieser Verordnung zu vereinbaren ist. In § 1 der Verordnung ist der Schutzzweck wie folgt umschrieben:

"Das...Schutzgebiet...wird
- zur Erhaltung oder Wiederherstellung
der Leistungsfähigkeit des Naturhaus-
halts
- wegen der Vielfalt, Eigenart oder
Schönheit des Landschaftsbildes und
- wegen der besonderen Bedeutung dieses
Gebietes für die Erholung
unter Landschaftsschutz gestellt."

Schließlich kann die untere Landschaftsbehörde nach § 4 Abs. 2 der Verordnung auf Antrag eine Befreiung nach § 69 des Landschaftsgesetzes von den Verboten des § 2 Abs. 1 der Verordnung erteilen.

Mit Anträgen vom 11. März 1990 beantragte der Kläger beim Beklagten Ausnahmegenehmigungen bzw. Befreiungen zur Anlage von Weihnachtsbaum- bzw. Schmuckreisigkulturen auf den genannten und weiteren in seinem Eigentum stehenden Flurstücken. Nach Anhörung der Träger öffentlicher Belange erteilte der Beklagte unter dem 9. Juli 1990 dem Kläger schließlich eine Ausnahmegenehmigung zur Anlage von Weihnachtsbaum- bzw. Schmuckreisigkulturen auf - kartenmäßig näher festgelegten - Teilflächen der Flurstücke , und der Flur - und des Flurstücks . der Flur , sowie auf dem gesamten Flurstück - der Flur . Dem Bescheid fügte der Beklagte verschiedene Nebenbestimmungen - u.a. bezüglich der Durchführung von Ausgleichsmaßnahmen (Anpflanzung von Laubgehölzen) und der Befristung der Genehmigung auf eine Umtriebszeit, längstens auf zwölf Jahre - bei. Nr. 4 der Nebenbestimmungen lautet:

"Der Einsatz von chemischen Herbiziden (Unkrautbekämpfungsmitteln) sowie die Entnahme von Ballenware ist nicht gestattet."

In der Begründung der Verfügung ist u.a. ausgeführt:

"Grundsätzlich führt die Anlage einer Weihnachtsbaum- bzw. Schmuckreisigkultur zu einer zunehmenden Monotonisierung und damit zu einer Beeinträchtigung der natürlichen Vielfalt und Eigenart des Landschaftsbildes. Auch führt eine Aufforstung durch die Beschattung und zunehmende Versauerung des Bodens zu einer nicht unerheblichen ökologischen Wertminderung und damit zu einer Minderung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts.

Meine Prüfung hat ergeben, daß in Ihrem Fall jedoch die geplante Maßnahme mit dem Schutzzweck der Landschaftsschutzverordnung noch zu vereinbaren ist, weil die Anlage der Weihnachtsbaum- bzw. Schmuckreisigkultur in Anlehnung an bereits vorhandene

Weihnachtsbaumkulturen bzw. Hochwald erfolgen soll und die Beeinträchtigung des Landschaftsbildes sowie der Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts dadurch reduziert werden kann, daß als Ausgleichsmaßnahme eine Anpflanzung mit Laubgehölzen zur Auflockerung des Landschaftsbildes gefordert wird.

Die von Ihnen beantragte Maßnahme ist daher unter Berücksichtigung der Nebenbestimmungen genehmigungsfähig.

...

Der Einsatz von chemischen Herbiziden ist für die von Ihnen zur Aufforstung vorgesehene Fläche verboten worden, weil dadurch eine Beeinträchtigung der Bodenfruchtbarkeit, deren Erhaltung ein grundsätzliches Ziel der Landeskultur und der Landschaftspflege ist (§ 2 LG), verhindert wird. Chemische Herbizide führen zu einer Vernichtung der gesamten Krautschicht und zerstören damit zugleich den Lebens- und Nahrungsbe- reich der darauf angewiesenen Fauna. Neben der dadurch hervorgerufenen erheblichen Verminderung der ökologischen Leistungsfähigkeit kommen nicht gänzlich erforschte Langzeitwirkungen für das gesamte Ökosystem hinzu.

Das Verbot des Einsatzes von chemischen Herbiziden ist daher zur Erhaltung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts unbedingt erforderlich.

Der Krautwuchs läßt sich durch eine Untersaat eines niedrigbleibenden Gras-Klee-Gemisches unterdrücken oder auch durch Schafbeweidung kurzhalten. Eine andere Möglichkeit stellt die Verwendung von Baumscheiben dar. Diese Maßnahmen zur Freihaltung der Weihnachtsbaumkultur werden an anderen Orten bereits mit Erfolg durchgeführt.

Das Verbot der Entnahme von Ballenware dient der Erhaltung der Mutterbodenschicht sowie der Verhinderung von Bodenerosionen."

Mit weiterem Bescheid vom 7. Juli 1990 lehnte der Beklagte die Erteilung von Genehmigungen nach § 6 Abs. 4 LG NW bzw. § 4 Abs. 1 der Landschaftsschutzverordnung für die übrigen Antragsflächen ab. Die genehmigten Flächen umfassen insgesamt

rund 11,5 ha; die Ablehnung bezieht sich auf eine Gesamtfläche von rund 17 ha.

Gegen die Nebenbestimmungen der ihm am 17. Juli 1990 zugestellten Ausnahmegenehmigungen vom 9. Juli 1990 erhob der Kläger am 15. August 1990 Widerspruch. Im Rahmen des Widerspruchsverfahrens kam es zu weitgehenden Einigungen der Beteiligten. Als Differenz verblieb jedoch das Verbot des Einsatzes chemischer Herbizide. Der Kläger vertrat die Auffassung, ein generelles Verbot sei unverhältnismäßig und nicht vom vorgesehenen Schutzzweck gerechtfertigt. Er schlug vor, den Einsatz chemischer Herbizide folgendermaßen zu beschränken:

"a)
Gestattung nur des chemischen Mittels "Roundup", Aufbringung einmal im Jahr zur Dämpfung des Bewuchses und zwar in einer Aufbringungsmenge von max. 30 % der empfohlenen Menge.

b)
Die vorstehende Aufbringung des Mittels ist rechtzeitig vorher der Behörde anzuzeigen, damit eine Prüfungsmöglichkeit besteht.

c)
Über die Aufbringung und Aufbringungsmenge ist vom Eigentümer Buch zu führen."

Der Beklagte lehnte eine entsprechende Änderung der Nebenbestimmungen zu seiner Ausnahmegenehmigung ab und legte den Widerspruch dem Regierungspräsidenten A. als Widerspruchsbehörde vor. Dieser wies den Widerspruch des Klägers mit Widerspruchsbescheid vom 8. April 1991 als unbegründet zurück. Er führte im Widerspruchsbescheid im wesentlichen aus, das Verbot des Einsatzes von chemischen Herbiziden sei in die Genehmigung aufgenommen worden, um Beeinträchtigungen des Naturhaushalts und der Landschaft zu vermeiden. Chemische Herbizide zerstörten innerhalb weniger Tage die gesamte Krautschicht der gespritzten Fläche. Damit werde der Lebens- und Nahrungsbereich der dort lebenden Tier- und Pflanzenwelt vernichtet. Das flächendeckende Spritzmittel beeinträchtige zudem durch die

Braunfärbung der Vegetationsdecke das Landschaftsbild. Außerdem werde bei einem Herbizideinsatz der Wasserhaushalt, insbesondere das Grundwasser, beeinträchtigt. Derartige Nachweise könnten bereits im Raum der Gemeinde F. geführt werden. Der Widerspruchsbescheid ist am 7. April 1991 als Einschreiben zur Post gegeben worden.

Zur Begründung seiner am 10. Mai 1991 erhobenen Klage hat der Kläger insbesondere vorgetragen, nach dem von ihm vorgeschlagenen Herbizideinsatz könnten Beeinträchtigungen des Naturhaushalts und Landschaftsbilds nicht entstehen. Die Krautschicht werde nicht zerstört, sondern lediglich in ihrem Wuchs gedämpft. Bei einer geringen Dosis des anzuwendenden Mittels trete auch keine Braunfärbung der Vegetationsdecke ein. Das von ihm zur Anwendung vorgeschlagene Mittel "Roundup" sei nach eingehender Prüfung zugelassen worden. Es reichere sich nicht im Boden an, weil es biologisch voll abbaubar sei. Auch eine Grundwasserbelastung sei ausgeschlossen. Die im Verfahren vorgelegte Stellungnahme des Instituts für Pflanzenschutz, Saatgutuntersuchung und Bienenkunde der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe vom 14. Oktober 1991 bestätige im übrigen, daß bei einer sachgerechten Anwendung des Mittels "Roundup" keine Beeinträchtigungen eintreten könnten. "Roundup" sei nicht giftig und bewirke keine Gefährdung des Grundwassers; die Befürchtung einer Beeinträchtigung der Bodenfruchtbarkeit sei nicht haltbar. Des weiteren hebt der Kläger im einzelnen hervor, daß die Anlage einer Weihnachtsbaumkultur gegenüber einer landwirtschaftlichen Nutzung derselben Fläche entscheidende ökologische Vorteile habe. Bei einer Weihnachtsbaumkultur müsse der Boden nicht - wie etwa bei einem Acker - jährlich im Frühjahr aufgebrochen werden, was zur Erosion und Aushagerung des Bodens führe. Die Krautschicht werde nicht zerstört. Bei Weihnachtsbaumkulturen müßten im übrigen erheblich geringere Flächenanteile durch Kulturpflanzen in Anspruch genommen werden als bei einer Ackernutzung. Eine Weihnachtsbaumkultur sei im Gegensatz zu einem Acker ein idealer Biotop für heimisches Wild. Der Kläger trägt schließlich ferner vor, daß ein generelles Verbot der Anwendung von Herbiziden gegen die Eigentumsgarantie verstoße. Als Alternative wäre bei jüngeren

Kulturen ein häufiger Schnitt des Grasbewuchses nötig, was die Kulturen wirtschaftlich nicht rentabel mache. Die vorgeschlagenen Alternativen zum Herbizideinsatz wie etwa der Einsatz von Baumscheiben oder die Schafbeweidung seien unpraktikabel.

Der Kläger hat beantragt,

den Beklagten unter entsprechender Änderung seines Bescheides vom 9. Juli 1990 in der Gestalt des Widerspruchsbescheides des Regierungspräsidenten A. vom 8. April 1991 zu verpflichten, ihm - dem Kläger - eine Ausnahmegenehmigung gemäß § 4 Abs. 1 der Landschaftsschutzverordnung - H. -, hilfsweise, eine Befreiung gemäß § 4 Abs. 2 dieser Verordnung i.V.m. § 69 des Landschaftsgesetzes für die Anlegung von Weihnachtsbaum- und Schmuckreisigkulturen auf den von der Verfügung vom 9. Juli 1990 erfaßten Teilflächen der Grundstücke Gemarkung S Flur Flurstücke , und sowie Flur Flurstück , und für das Grundstück Gemarkung S Flur Flurstück zu erteilen und dabei das Verbot des Einsatzes von Herbiziden wie folgt einzuschränken:

- a) Gestattung des Einsatzes des Mittels "Roundup", Aufbringung einmal im Jahr zur Dämpfung des Wuchses und zwar in einer Aufbringungsmenge von max. 30 % der empfohlenen Menge,
- b) die bevorstehende Aufbringung des Mittels ist eine Woche vorher dem Beklagten anzuzeigen,
- c) über die Aufbringung und die Aufbringungsmenge hat der Kläger Buch zu führen.

Der Beklagte hat beantragt,

die Klage abzuweisen.

Er hat ergänzend zu den bereits vorgetragenen Argumenten in den angefochtenen Bescheiden insbesondere hervorgehoben, ein

Herbizideinsatz führe zu einer erheblichen Verminderung der ökologischen Leistungsfähigkeit der betroffenen Flächen. Hinzu kämen gänzlich unerforschte Langzeitwirkungen für das gesamte Ökosystem. Eine Beeinträchtigung des Landschaftsbildes sei durch eine Braunfärbung der Vegetationsfläche beim flächendeckenden Spritzen zu erwarten. Auch sei eine Beeinträchtigung des Wasserhaushalts zu besorgen, da die betroffenen Flächen in einer Wasserschutzzone III lägen. Die vom Kläger vorgetragene ökologische Vorteile einer Weihnachtsbaumkultur gegenüber landwirtschaftlicher Nutzung seien unbeachtlich, da eine Weihnachtsbaumkultur als Eingriff definiert sei, während die ordnungsgemäße Landwirtschaft in der Regel den Zielen des Landschaftsgesetzes diene. Der Einsatz von Herbiziden sei von ihm als Behörde nicht kontrollierbar, und zwar sowohl bezüglich der Art des Mittels, der Lösungsstärke und der Auswirkungen auf Boden, Wasser und Vegetation. Der Annahme des Institutes für Pflanzenschutz, Saatgutuntersuchung und Bienenkunde, bei sachgerechter Anwendung von "Roundup" sei eine Gefährdung von Mensch und Tier auszuschließen, stehe die Tatsache gegenüber, daß von Zeit zu Zeit die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln widerrufen werde. Es könne weder eine absolute Unbedenklichkeit der Mittel für sämtliche ökologisch negativen Auswirkungen noch die ordnungsgemäße Anwendung vorausgesetzt werden. Die bei der Zulassung von "Roundup" vorgenommene Prüfung schließe des weiteren nicht aus, daß eine Beeinträchtigung bzw. direkte Vernichtung von nützlichen (z.B. Wildbienen, Florfliegen, humusbildenden Bodenorganismen) und ökologisch neutralen Arten erfolgen könne. Die Herbizidanwendung wirke mit der Vernichtung von Wildstauden unmittelbar auch insektizid dadurch, daß die meisten Insekten, die als Beteiligte an Wirts/Parasit- bzw. Räuber/Beute-Beziehungen eine bedeutende Rolle für die natürlichen Regelungsmechanismen spielten, existenziell auf eine oder wenige, ganz bestimmte Wirts- bzw. Nahrungspflanzen angewiesen seien. Kulturschädliche Insektenarten würden durch eine optimale Lebensgrundlage in der Monokultur und die Ausschaltung von Antagonisten doppelt begünstigt, so daß eine Insektizidanwendung fast zwangsläufig folge. Eine völlige Beseitigung des Unkrautbestandes durch das rundumwirkende "Roundup" könne Bodenverdichtungen

und Erosionsschäden zur Folge haben. Gerade im Sauerland mit seinen Steilhanglagen sei bei den hier herrschenden klimatischen Verhältnissen eine besondere Erosionsgefahr gegeben. Schließlich seien unbekannt, aber beispielhaft nachweisbare Langzeit- und synergistische Wirkungen nicht prüfbar, wie etwa indirekte Folgen der Ausschaltung bestimmter Glieder im ökologischen Gefüge der Lebensgemeinschaften und ihrer Umwelt. Da langfristige Auswirkungen nicht grundlegend erforscht seien, müsse im Sinne der Umweltvorsorge an erster Stelle nach der Vermeidung von Eingriffen mit unabsehbaren Spätfolgen gefragt werden. Die Anwendung chemischer Pflanzenbehandlungsmittel beeinträchtige immer wildlebende Pflanzen- und Tierarten und stelle einen Eingriff in die natürlichen Lebensgemeinschaften von Pflanzen und Tieren dar. Damit finde das Herbizidverbot seine Grundlage in dem Schutzzweck der Landschaftsschutzverordnung, die die Erhaltung und Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts zum Ziel habe. Die Interessen des Klägers an der Anwendung der in der Forstwirtschaft zugelassenen Mittel müßten demgegenüber zurückstehen, zumal es rechtlich fraglich sei, ob derartige Unkrautbekämpfungsmittel überhaupt in Weihnachtsbaumkulturen angewandt werden dürften.

Mit dem angefochtenen, dem Kläger am 18. Januar 1992 zugestellten Urteil hat das Verwaltungsgericht die Klage abgewiesen. Es hat offengelassen, ob die vom Kläger vorgesehene Anwendung des Herbizids "Roundup" im Widerspruch zum Schutzzweck der - wirksamen - Landschaftsschutzverordnung unter dem Aspekt der Erhaltung oder Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes stehe; jedenfalls würde der Herbizideinsatz die Schönheit des Landschaftsbildes erheblich beeinträchtigen. Die Anpflanzung von Weihnachtsbaumkulturen werde das gewachsene Landschaftsbild in dem weiträumig einsehbaren Talbereich von S deutlich nachteilig verändern und die bisherige Grünlandnutzung weitgehend beseitigen. Dies sei mit dem Schutzzweck der Landschaftsschutzverordnung "Homert" nicht zu vereinbaren. Die in der Ausnahmegenehmigung vom 9. Juli 1990 vorgeschriebenen Ausgleichsmaßnahmen vermögen die Mißachtung des Schutzzweckes der Vielfalt, Eigenart oder

Schönheit des Landschaftsbildes nicht weitgehend zu mildern. Die solchermaßen beschriebenen negativen Auswirkungen der zugelassenen Weihnachtsbaum- und Schmuckreisigkulturen würden noch erheblich verstärkt, wenn es dem Kläger erlaubt würde, das Herbizid "Roundup" in der von ihm gewünschten Weise anzuwenden. Selbst der vom Kläger geplante geringe Einsatz des Mittels führe dazu, daß die vom Herbizideinsatz erfaßten Pflanzen absterben und so eine unnatürliche, das Landschaftsbild erheblich beeinträchtigende Veränderung der behandelten Flächen verursachen würden. Das Absterben der behandelten Flora sei mit der Veränderung des Landschaftsbildes aufgrund der natürlich einsetzenden Vegetationsruhe nicht gleichzusetzen.

Zur Begründung seiner am 14. Februar 1992 eingelegten Berufung trägt der Kläger insbesondere vor, die Landschaftsschutzverordnung sei möglicherweise unwirksam, weil die ordnungsgemäße Ausübung der Landwirtschaft nicht ausdrücklich vom Anwendungsbereich der Verbote des § 2 der Verordnung ausgenommen sei. Jedenfalls aber stehe ihm ein Anspruch auf Erteilung einer Ausnahmegenehmigung zu, wenn man von der Gültigkeit der Verordnung ausgehe. Die vom Verwaltungsgericht angenommene Beeinträchtigung der Schönheit des Landschaftsbildes trete nicht ein. Zum einen führe die reduzierte Anwendungsmenge des Mittels "Roundup" nicht zu einer Braunfärbung der behandelten Fläche, zum anderen könnten durch eine Verschiebung der Anwendung auf den Herbst optische Veränderungen gegenüber nicht behandelten Flächen vermieden werden. Auch im Frühjahr träten keine beeinträchtigenden Folgen der Behandlung auf. Soweit auf vom Beklagten vorgelegten Lichtbildern auf einzelnen seiner - des Klägers - Flächen Braunfärbungen erkennbar seien, seien diese nicht durch Anwendung von "Roundup" bewirkt, sondern durch eine mechanische Bearbeitung der Flächen wie Fräsen, Grubbern und Eggen. Eine solche mechanische Bearbeitung, die die einzige praktisch realistische Alternative zum Herbizideinsatz sei, beeinträchtige die Vegetation stärker als der Einsatz von "Roundup". Der mechanische Freischnitt führe zu deutlich stärkeren Braunfärbungen durch das abgeschnittene Material. Er sei zudem mehrfach im Jahr erforderlich. So müsse

beispielsweise die Quecke bereits 14 Tage nach einem Freischnitt erneut geschnitten werden. Der mechanische Freischnitt mache die Kulturen jedoch unwirtschaftlich. Das Freischneiden eines Hektars Weihnachtsbaumkultur erfordere im hängigen Gelände ca. 65 Arbeitsstunden. Insgesamt führe der mechanische Freischnitt im Jahr bei einem Hektar Weihnachtsbaumkultur zu Kosten von ca. 15.000,-- DM; demgegenüber koste der Einsatz von "Roundup" nur einige 100,-- DM im Jahr. Hinzukomme, daß beim mechanischen Freischneiden auch Kulturpflanzen verloren gingen. Eine wirtschaftliche Führung von Weihnachtsbaumkulturen sei hiernach ohne Herbizideinsatz praktisch ausgeschlossen. Realistische Alternativen gebe es nicht; die vom Beklagten wiederholt angesprochenen alternativen Möglichkeiten zum Freihalten der Kulturen seien fehlgeschlagen.

Der Kläger beantragt,

das angefochtene Urteil zu ändern und nach seinem Klageantrag zu erkennen.

Der Beklagte beantragt,

die Berufung zurückzuweisen.

Er tritt dem Vorbringen des Klägers im einzelnen entgegen und hebt in diesem Zusammenhang insbesondere hervor, die Landschaftsschutzverordnung sei wirksam. Sie schränke die ordnungsgemäße Land- und Forstwirtschaft nicht unzulässig ein. Die hiernach erforderliche Ausnahmegenehmigung nach der Landschaftsschutzverordnung sei nicht zu erteilen. Eine Beeinträchtigung des Naturhaushalts sei deshalb gegeben, weil chemische Herbizide keine Wuchshemmer seien, sondern zum Absterben oder jedenfalls zur Schwächung der betroffenen Pflanzen führten. Als Folge hiervon würden zumindest auf längere Sicht die schwächeren Pflanzenarten ausscheiden und die behandelten Flächen verarmen. Einem Großteil der regulativ tätigen Insektenarten werde damit die Lebensgrundlage entzogen. Dies gelte auch für die Wirkungsweise von "Roundup", das als nicht selektives Blattherbizid über die grünen Teile der Pflanzen aufgenommen, mit Hilfe des Saftstromes in der gesamten Pflanze verteilt und auch in die Wurzeln abgeleitet werde, so daß auch

die ausdauernden unterirdischen Pflanzenteile mehrjähriger Unkrautarten vernichtet würden. Eine Spritzung mit geringerer Dosierung führe dazu, daß sich langfristig die robusten Kräuter (Löwenzahn, Quecke, Ampfer, Disteln) durchsetzten und die Vielfalt einer Grünlandschaft beeinträchtigten. Der vom Kläger vorgesehene Einsatz von "Roundup" führe so dazu, daß einer Vielzahl von Klein- und Kleinstlebewesen die für ihre Existenz notwendige Lebensgrundlage entzogen werde. Die verbleibenden tiefwurzelnden Pflanzen (Disteln, Quecke) seien für eine ausreichende Nahrungsaufnahme nicht geeignet. Dadurch werde auch die Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts großflächig erheblich beeinträchtigt. Das Sachverständigengutachten des Dr. G. H. vom 5. August 1994 bestätige, daß bei Anwendung von Roundup die gesamte behandelte Vegetation abgetötet werde. Dies sei als Beeinträchtigung der Natur zu werten. Eine solche Beeinträchtigung der Natur sei nach § 4 Abs. 4 Satz 1 LG NW zu vermeiden, was durch Unterlassung des Herbizideinsatzes geschehen könne. Dieses Vermeidungsgebot greife auch im Rahmen der Erteilung von Ausnahmen nach der hier in Rede stehenden Landschaftsschutzverordnung. Das Herbizidverbot widerspreche auch nicht der Eigentumsgarantie des Grundgesetzes. Der in der Landschaftsschutzverordnung normierte Schutzzweck diene dem Wohl der Allgemeinheit und sei somit Ausfluß der im Grundgesetz festgelegten Sozialbindung des Eigentums. Eine wirtschaftliche Nutzung der betroffenen Flächen werde durch das Verbot des Herbizideinsatzes nicht verhindert. Entgegen dem Vortrag des Klägers sei auch eine Beweidung etwa mit Schafen möglich; so würden im Zuständigkeitsbereich des Beklagten bereits erfolgreich Schafe einer Rasse aus Nordeuropa zur für die Jungpflanzen unschädlichen Beweidung eingesetzt.

Gemäß Beweisbeschuß des Senats vom 5. März 1993 hat der Berichterstatter als beauftragter Richter am 4. Mai 1993 eine Ortsbesichtigung durchgeführt. Auf die hierüber gefertigte Niederschrift wird verwiesen.

Gemäß weiterem Beweisbeschuß des Senats vom 9. August 1993 wurde ein Sachverständigengutachten über die Wirkungen des Einsatzes von Roundup auf Flora, Fauna, den Menschen sowie den

Boden und das Grundwasser eingeholt. Auf das Gutachten des Dr. G H vom 5. August 1994 wird gleichfalls verwiesen.

Hinsichtlich der weiteren Einzelheiten des Sachverhalts und des Vorbringens der Beteiligten wird auf den Inhalt der Gerichtsakte, den Widerspruchsvorgang des Regierungspräsidenten A , die vom Regierungspräsidenten A vorgelegten Unterlagen über den Erlass der Landschaftsschutzverordnung "H " und die vom Beklagten vorgelegten Verwaltungsvorgänge und sonstigen Unterlagen verwiesen.

Entscheidungsgründe:

Die zulässige Berufung ist begründet. Der Kläger hat einen Anspruch auf Erteilung einer Ausnahmegenehmigung nach § 4 Abs. 1 der Landschaftsschutzverordnung "H " vom 4. Dezember 1984 (LandschaftsschutzVO) für die Anlage von Weihnachtsbaum- und Schmuckreisigkulturen auf den in Rede stehenden Flächen seines Grundeigentums mit dem von ihm im Klageverfahren - im Anschluß an die bereits im Widerspruchsverfahren mit Schriftsatz vom 14. Januar 1991 vorgenommene Einschränkung seines Petitums - nur noch begehrten Inhalt, das Herbizid "Roundup" gemäß den vom Kläger selbst näher eingegrenzten Modalitäten einzusetzen.

Die strittigen Grundflächen des Klägers unterliegen den Regelungen der LandschaftsschutzVO.

Sie befinden sich in deren Geltungsbereich. Dies folgt aus den dem Senat vorliegenden Karten, die die Lage der einzelnen Teilflächen näher wiedergeben, in Verbindung mit der topographischen Karte 1:100.000, die als Anlage zur LandschaftsschutzVO im Amtsblatt für den Regierungsbezirk A . ver-
kündet worden ist. Die Lage der betroffenen Teilflächen im Landschaftsschutzgebiet steht im übrigen auch außer Streit.

Bedenken gegen die Wirksamkeit der LandschaftsschutzVO bestehen nicht.

Die LandschaftsschutzVO ist erlassen auf Grund der §§ 21, 32 Abs. 2, 34 Abs. 2 sowie 73 Abs. 1 des Landschaftsgesetzes in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. Juni 1980 (GV. NW. S. 374) - LG NW a.F. -. Nach § 32 Abs. 2 LG NW a.F. konnte der Regierungspräsident Arnsberg als höhere Landschaftsbehörde (§ 8 Abs. 1 Satz 2 LG NW) durch ordnungsbehördliche Verordnung in entsprechender Anwendung u.a. des § 21 LG NW Landschaftsschutzgebiete festsetzen. Die Voraussetzungen des § 21 LG NW für die Festsetzung eines Landschaftsschutzgebiets, nämlich Erforderlichkeit der Festsetzung

- zur Erhaltung oder Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts oder der Nutzungsfähigkeit der Naturgüter,
 - wegen der Vielfalt, Eigenart oder Schönheit des Landschaftsbildes oder
 - wegen der besonderen Bedeutung des Landschaftsschutzgebiets für die Erholung,
- lagen für den Bereich der H insgesamt mit Ausnahme der Ortslagen und deren unmittelbarer Randbereiche ersichtlich vor.

Daß der westlich und nordwestlich an die Ortslage S angrenzende, hier in Rede stehende Bereich zu Recht in den Geltungsbereich der Verordnung einbezogen wurde, steht gleichfalls außer Zweifel. Der betroffene Bereich ist durch ein Wechselspiel insbesondere von Grünland, Hochwald und mit niedrigen Forstpflanzen bestockten Flächen sowie durch den Übergang von sanften Hängen mit bewaldeten Kuppen zu von kleinen Gewässern durchflossenen, weit geöffneten Tallagen gekennzeichnet. Der Eindruck, daß das Bild des in Rede stehenden Landschaftsraums schon aus optischen Gründen schützenswert ist, und daß dieser Raum zudem offensichtlich auch einer vielfältigen Fauna und Flora Lebensraum bietet und mannigfache Wechselbeziehungen der einzelnen Komponenten des Naturhaushalts zuläßt und begünstigt, wird durch die vom Berichterstat-ter des Senats vor Ort gewonnenen und dem Senat vermittelten Erkenntnisse sowie die zahlreichen dem Senat vorliegenden Lichtbilder bestätigt.

Hinsichtlich der in der Verordnung getroffenen Sachregelungen bestehen keine Bedenken, die zur Unwirksamkeit der Verordnung insgesamt führen würden. Die Sachregelungen der LandschaftsschutzVO tragen insbesondere in hinreichendem Umfang der allgemeinen Land- und Forstwirtschaftsklausel des § 1 Abs. 3 LG NW Rechnung und schränken durch den Katalog der in § 2 Abs. 2 der Verordnung im einzelnen aufgelisteten Verbote die Land- und Forstwirtschaft nicht in einer mit dem übergeordneten Recht nicht zu vereinbarenden Weise ein. Ob alle Nummern dieses Katalogs sich im Rahmen des dem Ordnungsgeber eingeräumten Gestaltungsspielraums halten, der diesem bei Ausfüllung der in § 21 LG NW normierten Schutzzwecke nach Maßgabe der Vorgaben des § 34 Abs. 2 LG NW zusteht, kann dahinstehen, da bei einem Verstoß einzelner Verbote gegen die Verordnungsermächtigung allenfalls eine teilweise Unwirksamkeit der Verordnung zu erwägen wäre.

Das hier einschlägige generelle Verbot jeglicher Neuanlage von Weihnachtsbaum- und Schmuckreisigkulturen durch § 2 Abs. 1 Nr. 7 der LandschaftsschutzVO ist angesichts der spezifischen Besonderheiten des betroffenen Landschaftsraums gerechtfertigt. Die H besteht, wie schon die als Anlage zur LandschaftsschutzVO mitverkündete topographische Karte 1:100.000 belegt, weit überwiegend aus Wald. Auf Grund dessen entspricht es generell den in § 1 der LandschaftsschutzVO festgelegten Schutzzwecken der Verordnung, die weitere Umwandlung von Grün- und Ackerland sowie sonstigen nicht bewaldeten Freiflächen in mit Forstpflanzen bestockte Flächen und deren Nutzung als Weihnachtsbaum- und Schmuckreisigkulturen grundsätzlich zu unterbinden.

Das durch die LandschaftsschutzVO damit festgelegte flächendeckende Verbot von Weihnachtsbaum- und Schmuckreisigkulturen ist auch vor dem Hintergrund, daß in dem betroffenen Bereich eine landwirtschaftliche Bodennutzung in den herkömmlichen Formen der Grünland- und Ackernutzung zunehmend wirtschaftliche Belastungen und Erschwernisse für die betroffenen Grundeigentümer mit sich bringt und eine Nutzung bisher solchermaßen landwirtschaftlich genutzter Flächen als Weihnachtsbaum- und

Schmuckreisigkulturen für die betroffenen Landwirte gerade des Sauerlandes eine nach den derzeitigen Marktgegebenheiten wirtschaftliche Alternative zur herkömmlichen Land- und Forstwirtschaft darstellt, noch mit der Sozialpflichtigkeit des Grundeigentums (Art. 14 Abs. 2 Satz 2 GG) vereinbar. Denn durch den Rechtsanspruch auf Ausnahmen nach § 4 Abs. 1 der LandschaftsschutzVO ist letztlich gewährleistet, daß die Verordnung insgesamt auf einen gerechten Ausgleich zwischen den öffentlichen und privaten Belangen angelegt ist.

Die Landschaftsbehörde ist bei der Anwendung von § 21 LG NW nicht etwa gehalten, schon im Rahmen der Festsetzung von Landschaftsschutzgebieten die tatsächlichen oder mutmaßlichen Nutzungsinteressen eines jeden betroffenen Grundstückseigentümers in den Blick zu nehmen und mit den sonstigen Interessen abzuwägen. Es genügt vielmehr, wenn sie die Interessen der Grundstückseigentümer und -nutzer generell durch ein System von Verbots-, Ausnahme- und Befreiungsregelungen berücksichtigt und dadurch eine Würdigung der konkreten Situation im Rahmen einer Einzelfallbeurteilung ermöglicht.

Vgl.: OVG NW, Urteil vom
18. Februar 1994 - 7 A 3455/91 -.

Dementsprechend ist auch die Ausnahmeregelung des § 4 Abs. 1 der LandschaftsschutzVO, ohne daß der nur ganz umfassend auf den Schutzzweck der Verordnung abstellende Wortlaut der Vorschrift dem entgegensteht, bei verfassungskonformem Verständnis dahin anzuwenden, daß in die Wertung des Vereinbarseins der in Betracht stehenden Maßnahme mit dem Schutzzweck der Verordnung auch Aspekte der Zumutbarkeit und Verhältnismäßigkeit einzubeziehen sind und damit den wirtschaftlichen Interessen des jeweils betroffenen Grundeigentümers um so eher und um so mehr Rechnung zu tragen ist, je geringer im konkreten Fall die Schutzzwecke der Verordnung durch die Ausnahme von dem in Rede stehenden Verbot tangiert werden.

Vgl. zur entsprechenden Handhabung von Ausnahmeregelungen in Baumschutzsatzungen: OVG NW, Urteil vom 8. Oktober 1993 - 7 A 2021/92 - NVwZ-RR 1994, 256.

Nur bei diesem Verständnis der Ausnahmeregelungen hält sich die LandschaftsschutzVO noch im Rahmen der zulässigen Bestimmung von Inhalt und Schranken des Eigentums nach Art. 14 Abs. 1 Satz 2 GG, weil bei der dann gegebenen Möglichkeit einer hinreichenden Berücksichtigung der privaten (wirtschaftlichen) Belange der betroffenen Grundeigentümer insbesondere bei der Anwendung der Ausnahmeregelungen noch das gebotene ausgewogene Verhältnis zwischen privatem und sozialem Nutzen des Eigentumsgebrauchs gewahrt wird. Nur dadurch ist gewährleistet, daß die in der LandschaftsschutzVO normierten Eigentumsbindungen nicht - gemessen am sozialen Bezug, an der sozialen Bedeutung des Eigentumsobjekts und am verfolgten Regelungszweck - zu einer übermäßigen Belastung führen und den Eigentümer im vermögensrechtlichen Bereich unzumutbar treffen.

Ist das Verbot des § 2 Abs. 1 Nr. 7 der LandschaftsschutzVO nach alledem wirksam, erfaßt es auch das Vorhaben des Klägers, auf den strittigen Flächen, die bislang als Grünland genutzt wurden, Weihnachtsbaum- und Schmuckreisigkulturen mit Blaufichten und Nordmannstannen anzulegen. Der Kläger bedarf zur Verwirklichung dieses Vorhabens daher einer Ausnahme nach § 4 Abs. 1 Satz 1 der LandschaftsschutzVO. Diese ist ihm sowohl für die Kulturen als solche als auch für den vorgesehenen Einsatz des Herbizids Roundup zu erteilen, weil die beabsichtigten Handlungen im Sinne der genannten Vorschrift mit dem Schutzzweck nach § 1 der Verordnung zu vereinbaren sind.

Durch die vom Kläger vorgesehene Neuanlage von Weihnachtsbaum- und Schmuckreisigkulturen mit dem näher begrenzten Einsatz von Roundup wird der Schutzzweck "besondere Bedeutung des Gebiets für die Erholung" nicht in Frage gestellt.

Die betroffenen Flächen liegen - wie dargelegt - in einem Bereich, der durch ein Wechselspiel von Grünland, Hochwald und mit niedrigen Forstpflanzen bestockten Flächen gekennzeichnet ist. Dieser Bereich kann auch dann, wenn einzelne bisherige Grünlandflächen mit niedrigen Forstpflanzen bestockt werden, ohne weiteres künftig zu Erholungszwecken wie etwa zum Wandern oder Spaziergehen genutzt werden. Ihr Erholungswert in Form

der Präsentation eines ansprechenden Landschaftsbilds wird durch die vorgesehenen Umwandlungen einzelner Elemente dieses Bilds nicht negativ betroffen. Weder wird der Blick über die Weite der von hohem Bewuchs weitgehend freien unteren Tallagen zu den bewaldeten Kuppen durch die vom Kläger geplanten Kulturen eingeengt, noch ist eine dem Erholungswert abträgliche Uniformität der Landschaft zu erwarten. Letzteres ist nicht zuletzt auch dadurch sichergestellt, daß der Beklagte - zu Recht - die Zulassung von Ausnahmen für solche Teilflächen des Grundeigentums des Klägers bestandskräftig abgelehnt ab, denen in dem optischen Beziehungsgefüge ein besonderer Wert auch für die Erholungsfunktion der Landschaft zukommt, etwa als unverzichtbaren Elementen der verschiedenen im hier berührten Landschaftsraum anzutreffenden Wiesentäler oder als traditionell frei gehaltenen am Ortsrand gelegenen Flächen, die den Übergang von den Ortsrändern zur freien Landschaft sinnfällig markieren.

Eine Beeinträchtigung des in optischer Hinsicht relevanten Erholungswerts der Landschaft ist auch nicht deshalb zu bejahen, weil der, vom Kläger vorgesehene Herbizideinsatz temporär zu Verfärbungen der behandelten Flächen durch das absterbende Pflanzenmaterial führen wird.

Der hier in Rede stehende Landschaftsraum ist - nicht anders als nahezu die gesamten Flächen des Bundeslands Nordrhein-Westfalen - eine menschlicher Nutzung unterliegende Kulturlandschaft. Kennzeichen einer solchen Kulturlandschaft sind, namentlich in den nicht als Wald genutzten Bereichen, insbesondere auch gelegentliche Bodenbearbeitungen, bei denen - etwa beim Pflügen von Äckern wie auch bei mechanischen Bearbeitungen von Bodenflächen zwischen mehrjährigen Kulturpflanzen - in regelmäßigen Abständen auf der ganzen Kulturfläche oder jedenfalls in den Bereichen zwischen den mehrjährigen Kulturpflanzen der nackte Boden mit seiner typischen Braunfärbung optisch zutage tritt. Selbst Grünland unterliegt in seinem optisch wirksamen Erscheinungsbild regelmäßig Veränderungen durch menschliche Eingriffe, so etwa wenn nach der Mahd das abgeschnittene Pflanzenmaterial zunächst zum Trocknen auf

den Flächen verbleibt und sich dort gleichfalls in einer mit den natürlichen Veränderungen der Pflanzendecke im Herbst nicht ohne weiteres vergleichbaren Weise verfärbt. Allen diesen Fällen gemeinsam ist, daß die menschliche Nutzung von kultiviertem, nicht als Wald genutztem Land in regelmäßigen Abständen dazu führt, daß das den Boden bedeckende sichtbare oberirdische Pflanzenmaterial in seiner lebendigen, grün erscheinenden Struktur - auch zu Zeiten, die außerhalb der allgemeinen Vegetationsruhe liegen - beseitigt wird und der Boden in seiner typischen Braunfärbung nackt zutage tritt oder dieser jedenfalls zeitweise mit abgestorbenem, sich verfärbenden Pflanzenmaterial bedeckt wird. Vor diesem Hintergrund sind auch temporäre Verfärbungen, wie sie wegen des Absterbens oberirdischer Pflanzenteile nach einem Herbizideinsatz in der vom Kläger vorgesehenen Weise voraussichtlich auftreten werden, für Kulturlandschaften nicht untypisch und vermögen - auch wenn sie im Einzelfall subjektiv als "unnatürlich" und deshalb störend empfunden werden - den Erholungswert einer Kulturlandschaft ebensowenig zu beeinträchtigen wie die vorbeschriebenen, im genannten Sinne gleichfalls "unnatürlichen" Veränderungen des Erscheinungsbilds der teils von Menschen gezielt angepflanzten, teils ohne menschliche Steuerung entstandenen grünenden Vegetation. Dies gilt insbesondere dann, wenn - wie im vorliegenden Fall - die betroffenen Flächen optisch derart in ein in Teilbereichen auch andersartig genutztes Umfeld eingebunden sind, daß selbst zu Zeiten der temporären Verfärbung der behandelten Kulturflächen andere Landschaftsbestandteile wie Hochwald, Wiesen, Bäume, Sträucher, Hecken u.a.m. mit ihrer fortbestehenden Begrünung das Bild beleben und der dem Erholungswert der Landschaft abträglichen Eintönigkeit eines uniform erscheinenden, von grünendem Bewuchs gänzlich freigeräumten Landschaftsbilds entgegenwirken. Hinzu kommt, daß die Verfärbungen mit fortschreitendem Alter der Kulturen, in dem die heranwachsenden Kulturpflanzen (Blaufichten, Nordmannstannen) zunehmend stärker optisch dominieren, stets weniger deutlich in Erscheinung treten.

Daß bei dem vom Kläger vorgesehenen Einsatz von Roundup nur mit temporären Verfärbungen und einer anschließenden Wiederbegrünung der behandelten Flächen zu rechnen ist, folgt aus der spezifischen Wirkungsweise des in diesem Mittel enthaltenen Wirkstoffs Glyphosat, die in dem von Senat eingeholten Gutachten des Sachverständigen Dr. F vom 5. August 1994 im Einzelnen näher dargelegt ist. Der Senat schließt sich den ohne weiteres nachvollziehbaren und inhaltlich überzeugenden Ausführungen im Gutachten, die von den Beteiligten auch nicht substantiell in Frage gestellt wurden, an. Hiernach wird der Wirkstoff Glyphosat fast ausschließlich über grüne Pflanzenbestandteile aufgenommen, indem er passiv durch Diffusion absorbiert wird. Nach der Aufnahme über die oberirdischen Pflanzenteile wird Glyphosat über den Saftstrom in der Pflanze verteilt und erreicht dabei auch die unterirdischen Bestandteile. Die spezielle Wirkung besteht darin, daß Glyphosat in der Pflanze den sog. Shikimat-Zyklus beeinträchtigt, in dem von den Pflanzen essentielle aromatische Aminosäuren geformt werden. Dabei wird durch Glyphosat ein bestimmtes Enzym blockiert und die Bildung von Chorismat, einer Ausgangssubstanz für die essentiellen Aminosäuren, verhindert. Als Folge tritt eine Hemmung der Proteinsynthese ein, die zu Welkeerscheinungen und zum Absterben der Pflanzen führt. Die damit verbundenen Verfärbungen des zuvor grünen Pflanzenmaterials sind jedoch nur von vorübergehender Dauer, da das verwelkte bzw. abgestorbene Pflanzenmaterial zusammenbricht, zunächst den Boden bedeckt und dort den Konsumenten zum weiteren Abbau im Stoffwechsellkreislauf zur Verfügung steht, wobei letztlich Raum geschaffen wird für die Entwicklung neuer Pflanzen, die die Fläche wieder begrünen. Dabei ist für den hier zunächst nur interessierenden Umstand einer baldigen "Wiederbegrünung" der behandelten Flächen ausschlaggebend, daß Glyphosat praktisch nur über den oberirdischen Pflanzensproß wirkt und im Boden sofort inaktiviert wird. Anders als andere über den Boden wirksame Einsatzstoffe in Herbiziden, die - wie etwa Diuron, Linuron und Methabenzthiazuron - im Boden längere Zeit wirksam bleiben und vornehmlich auf keimende Pflanzensamen sowie junge Keimpflanzen wirken, werden alle unmittelbar nach der Applikation von Glyphosat keimenden Samen nicht in ihrer Entwicklung gestört.

Der in jedem Boden vorhandene Samenvorrat, der nach den auch insoweit überzeugenden Ausführungen im Gutachten des Sachverständigen Dr. H etwa auf Ackerflächen zwischen 3.000 und 350.000 Samen je m² beträgt und über Jahre - bei einzelnen Arten bis zu 20 Jahren - keimfähig bleibt, wie auch die von außen in die Fläche eingetragenen Samen können nach dem Absterben bzw. Verwelken des mit Glyphosat behandelten Pflanzenbestands in den dadurch für eine pflanzliche Wiederbesiedlung geschaffenen Freiräumen sofort keimen und damit die behandelte Fläche wieder begrünen.

Auch mit dem weiteren Schutzzweck der LandschaftsschutzVO "Vielfalt, Eigenart oder Schönheit des Landschaftsbilds" ist das Vorhaben des Klägers vereinbar. Die vom Verwaltungsgericht insoweit in den Vordergrund seiner Betrachtung gestellten und für ausschlaggebend angesehenen landschaftsästhetischen Gesichtspunkte stehen der Erteilung der begehrten Ausnahme nicht entgegen. Dies gilt für die Anlage der Kulturen als solche, die im übrigen vom Beklagten selbst - entgegen der anderweitigen Wertung des Verwaltungsgerichts - als auch mit diesem Schutzzweck durchaus vereinbar angesehen wurde, ebenso wie für den im Gerichtsverfahren nur noch strittigen eingeschränkten Herbizideinsatz.

Maßgebend für die Frage, ob die geplanten Kulturen und deren vom Kläger vorgesehene Behandlung mit Roundup mit dem Schutzzweck "Vielfalt, Eigenart oder Schönheit des Landschaftsbilds" zu vereinbaren ist, sind ausschließlich die optischen Wirkungen im Landschaftsbild. Insoweit gilt nichts anderes als hinsichtlich der Frage, ob ein Vorhaben im Sinne von § 4 Abs. 1 LG NW das Landschaftsbild erheblich oder nachhaltig beeinträchtigt. Das Merkmal "Landschaftsbild" knüpft nur an äußerlich erkennbare, d.h. mit dem Auge wahrnehmbare Gegebenheiten der vorhandenen landschaftsprägenden Geländebeziehungen an.

Vgl.: BVerwG, Urteil vom
27. September 1990 - 4 C 44.87 -
BVerwGE 85, 348 ff; OVG NW, Urteil vom
4. Juni 1993 - 7 A 3157/91 - NVwZ-RR
1994, 645.

Ob dieses optische Erscheinungsbild der gegebenen Landschaft beeinträchtigt wird, beurteilt sich danach, ob die Veränderung von einem für Schönheiten der natürlich gewachsenen Landschaft aufgeschlossenen Durchschnittsbetrachter als nachteilig empfunden wird.

Vgl.: BVerwG, Urteil vom
27. September 1990 - 4 C 44.87 -
a.a.O..

Dabei sind unterschiedliche Wertungskriterien maßgebend, je nach dem ob die tatsächlich vorhandenen Landschaftselemente mehr oder weniger solche einer von Menschen geschaffenen und in ihrem konkreten Bestand durch menschliche Einflüsse bestimmten Kulturlandschaft sind.

Vgl.: OVG NW, Urteil vom 4. Juni 1993
- 7 A 3157/91 - a.a.O..

Gemessen an diesen Kriterien kann im vorliegenden Fall von einer Beeinträchtigung des Landschaftsbilds durch die geplanten Kulturen und den dort vom Kläger vorgesehenen Herbizideinsatz keine Rede sein.

Der betroffene Landschaftsraum wird in seinem Charakter nicht verändert. Er ist, wie bereits näher dargelegt wurde, durch ein Wechselspiel insbesondere von Grünland, Hochwald und mit niedrigen Forstpflanzen bestockten Flächen gekennzeichnet. Das vom Verwaltungsgericht als störend empfundene Element regelmäßiger Anpflanzungen von für Weihnachtsbaum- und Schmuckreisigkulturen typischen kleinen Nadelgehölzen ist in diesem Wechselspiel als mitprägendes Element bereits vorhanden. Das Hinzutreten der vom Kläger vorgesehenen Kulturen wird lediglich den Anteil der unterschiedlichen Typen der prägenden Landschaftselemente am Gesamtbild verschieben. Der den Landschaftsraum prägende Charakter eines Wechsels unterschiedlicher optisch wirksamer Elemente als solcher wird jedoch nicht aufgehoben. Dies ist durch die - bestandskräftige - Ablehnung der Neuanlage von Kulturen auf bestimmten Teilflächen des derzeit noch vorhandenen Grünlands auch gesichert.

Die Regelmäßigkeit der für Weihnachtsbaum- und Schmuckreisigkulturen typischen Anpflanzungen und die bei dem Herbizideinsatz temporär zu erwartenden Verfärbungen sind auch nicht wegen ihrer als "unnatürlich" empfundenen optischen Wirkung als nachteilige Beeinträchtigungen des Landschaftsbilds zu werten. Insoweit ist davon auszugehen, daß der betroffene Landschaftsraum, wie gleichfalls bereits näher dargelegt wurde, eindeutig als Kulturlandschaft charakterisiert ist, in der die einzelnen Elemente des Landschaftsbilds ihre äußere Erscheinungsform wesentlich durch ihr Entstehen im Rahmen land- und forstwirtschaftlichen Wirkens der einzelnen Grundeigentümer erhalten haben. Damit spiegeln sie nicht das ungebundene freie Walten der Natur, sondern den regelnden, von wirtschaftlichen Überlegungen getragenen Einfluß des Menschen auf das Landschaftsbild wieder, zu dem auch eine gewisse Gleichförmigkeit der einzelnen Landschaftsbestandteile und die optische Wirksamkeit der vornehmlich mit landwirtschaftlichen Nutzungen verbundenen Veränderungen der Bodendecke und der sich auf ihr entwickelnden Vegetation gehört. In einem solchen Umfeld sind die regelmäßigen Anpflanzungen der Kulturen als solche wie die nach den geplanten Herbizideinsätzen maximal einmal im Jahr auftretenden Verfärbungen der behandelten Vegetation als für menschliche Nutzungsformen charakteristische und daher in dem betreffenden Landschaftsraum nicht wesensfremde optische Erscheinungen zu werten, die das Bild der Landschaft nicht im dargelegten Sinn nachteilig verändern. Sie gehören - wie bereits angesprochen - zu den Kennzeichen einer Kulturlandschaft mit unterschiedlichen durch menschliche Tätigkeit beeinflussten Nutzungsformen der hier in Rede stehenden Art, bei denen regelmäßige Anpflanzungen ebenso anzutreffen sind wie die durch Bodenbearbeitungen, Mahd und andere menschliche Einflüsse vorübergehend auftretenden Veränderungen des optischen Erscheinungsbilds einzelner näher abgegrenzter Bereiche der Bodenoberfläche.

Die Anlage der vom Kläger vorgesehenen Kulturen einschließlich des strittigen Herbizideinsatzes ist schließlich auch mit dem in § 1 der LandschaftsschutzVO an erster Stelle genannten

Schutzzweck "Erhaltung oder Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts" vereinbar.

Der Schutzzweck einer - wie hier - auf § 32 Abs. 2 LG NW a.F. gestützten Landschaftsschutzverordnung beschränkt sich unter dem Aspekt "Erhaltung oder Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts" darauf, die im geschützten Landschaftsraum gegebenen Wirkungszusammenhänge des Naturhaushalts als des komplexen Wirkungsgefüges aller natürlichen Faktoren wie Boden, Wasser, Luft, Klima, Pflanzen- und Tierwelt

- vgl. hierzu: OVG NW, Urteil vom
4. Juni 1993 - 7 A 3157/91 - NVwZ-RR
1994, 645 m.w.N. -

in ihrem vorhandenen Zustand und den in ihnen ablaufenden natürlichen Entwicklungsprozessen vor nachteiligen Veränderungen durch beeinträchtigende Handlungen zu schützen. Eine auf § 32 Abs. 2 LG NW a.F. gestützte Landschaftsschutzverordnung ist - anders als die Festsetzung von besonders geschützten Teilen von Natur und Landschaft im Rahmen eines Landschaftsplans nach den §§ 19 ff LG NW - ausschließlich ein Instrument des konservierenden Schutzes, der die im betroffenen Raum gegebenen natürlichen Entwicklungsmöglichkeiten bewahren und für die Zukunft sichern soll und nicht auch auf gezielte Verbesserungen der natürlichen Gegebenheiten durch menschliches Handeln ausgerichtet ist.

Aus diesem begrenzten Regelungszweck des § 32 Abs. 2 LG NW a.F. folgt, daß der auf die Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts bezogene Schutzzweck einer Landschaftsschutzverordnung nur tangiert wird, wenn die ohne fördernden Einfluß des Menschen natürlich ablaufende Entwicklung der Prozesse im Wirkungsgefüge durch konkrete Handlungen nachteilig gestört und damit beeinträchtigt wird.

Vgl.: OVG NW, Beschluß vom
15. August 1994 - 7 A 2883/92 -, zur
Veröffentlichung vorgesehen.

Eine solche relevante Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts ist nicht anders als das Vorliegen einer Beeinträchtigung im Sinne der - gleichfalls auf die Bewahrung

des status quo u.a. der Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts abzielenden - Eingriffsregelung nach den §§ 4 ff LG NW dann anzunehmen, wenn der Naturhaushalt in einem seine Leistungsfähigkeit nicht nur unerheblich mindernden Maß negativ verändert wird. Dabei ist eine solche die - in diesem Zusammenhang als Funktionsfähigkeit aufzufassende - Leistungsfähigkeit herabsetzende Veränderung anzunehmen, wenn die den Naturhaushalt konkret ausmachenden einzelnen Ökosysteme im Hinblick auf die in ihnen ablaufenden physikalischen, chemischen und biologischen Prozesse durch menschliche Einwirkung nennenswert nachteilig beeinflusst werden. Die Beeinträchtigungsqualität wird damit nicht schon bei jeder negativen Veränderung der Wirkungszusammenhänge im Naturhaushalt erreicht, sondern erst bei einer solchen von spürbarem Gewicht.

Vgl. zum Begriff der Beeinträchtigung
im Sinne von 4 Abs. 1 LG NW: OVG NW,
Urteil vom 4. Juni 1993 - 7 A 3157/91 -
NVwZ-RR 1994, 645 m.w.N..

Daß solche Beeinträchtigungen der Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts durch die Anlage der vom Kläger vorgesehenen Kulturen als solche nicht zu erwarten sind, steht außer Streit.

Unter Verwertung der im vorliegenden Gutachten des Dr. H. niedergelegten, den gegenwärtigen Kenntnisstand ersichtlich umfassend wiedergebenden Erkenntnisse läßt sich auch nicht feststellen, daß der vom Kläger geplante eingeschränkte Herbizideinsatz relevante Beeinträchtigungen der Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts bewirken wird. Im Einzelnen ergibt sich dies aus folgenden Erwägungen:

Die durch den Einsatz von Roundup auf den behandelten Flächen bewirkten Veränderungen des dort konkret vorhandenen Bestands wildwachsender Pflanzen sind nach den vorstehend dargelegten Kriterien nicht als nachteilige Veränderung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts von spürbarem Gewicht und damit als Beeinträchtigung zu werten.

Die Erhaltung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts zielt zwar auf die Bewahrung des status quo ab. Gleichwohl sind unter diesem Aspekt die zu einem bestimmten Zeitpunkt auf einem räumlich abgegrenzten Areal feststellbaren natürlichen Gegebenheiten in ihrer jeweiligen Zusammensetzung nicht vor Veränderungen schlechthin geschützt. Dementsprechend stellen auch - gezielte oder mittelbar bewirkte - Veränderungen des zu einem bestimmten Zeitpunkt tatsächlich gegebenen Besatzes des räumlich abgegrenzten Areals mit wildwachsenden Pflanzen, die sich zu einem bestimmten Zeitpunkt an ihrem jeweiligen Standort natürlich haben entwickeln können, als solche noch keine nachteiligen Veränderungen der Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts dar. Dies folgt schon daraus, daß auch wildwachsende Pflanzen dem natürlichen Prozeß des Kommens und Gehens unterworfen sind und in ihrer konkreten Bestandsdichte sowie dem Spektrum der voll entwickelten Pflanzen unterschiedlicher Arten ständig Veränderungen unterliegen. So finden auf bereits von wildwachsenden Pflanzen besetzten Flächen kontinuierlich Verschiebungen der Bestandsdichte und des Artenspektrums statt. Die Pflanzen unterschiedlicher Arten stehen untereinander in Konkurrenz. Konkurrenzstarke Spezies, vornehmlich mehrjähriger Arten, die sich bei Beginn der Vegetationsperiode aus ihren vorhandenen unterirdischen Bestandteilen schneller entwickeln und damit gegenüber den sich aus keimenden Samen langsamer entwickelnden Arten besser ausbreiten können, bewirken je nach den Standortbedingungen mehr oder weniger stark eine Hemmung oder gar Verdrängung der Ausbreitung konkurrenzschwächerer Arten. Weitere Veränderungen der Bestandsdichte wie auch des Artenspektrums treten auf natürlichem Wege etwa dadurch auf, daß beispielsweise einzelne Pflanzen - ggf. größere Bestände einzelner Arten - gefressen, infolge von Krankheiten, Witterungseinflüssen oder auf Grund anderer natürlicher Faktoren in ihrer Entwicklung gehemmt oder vernichtet werden. Es ist das Charakteristikum des funktionierenden Naturhaushalts, daß alle diese Veränderungen sich vollziehen und in der dargestellten Weise so weitergeführt werden, daß frei werdende Standorte nicht mehr existierender Pflanzen von anderen neu besetzt werden und der wild wachsende Pflanzenbestand sich auf

diese Weise ständig neu - wenn auch mit wechselnden Dichten des konkreten Bestands unterschiedlicher Arten - regeneriert.

Eine solche natürliche Regeneration der wildwachsenden Pflanzenwelt ist auch auf den Kulturflächen des Klägers zu erwarten, wobei es insoweit keinen Unterschied macht, ob in den aktuellen Bestand wildwachsender Pflanzen auf mechanischem oder dem hier vorgesehenen chemischem Wege eingegriffen wird. Das Phänomen der natürlichen Regeneration zeigt sich bei den Kulturen des Klägers schon daran, daß sich auf den Bodenflächen, die vom Kläger für die Aufnahme der Kulturpflanzen (Blaufichten, Nordmannstannen) vorbereitet und zu diesem Zweck - etwa von dem das bisherige Grünland ausmachenden Pflanzenbestand - geräumt werden, zwischen den Kulturpflanzen eine neue Krautschicht wildwachsender Pflanzen bildet. In gleicher Weise ist auch dann, wenn während der Betriebszeit der Kulturen durch das Handeln des Klägers - gleich ob durch Ausrupfen der betreffenden Pflanzen, ihre vollständige mechanische Zerstörung oder das auf chemischem Wege bewirkte Absterben der Pflanzen - erneut lediglich der jeweils aktuelle Bestand der zwischen den Kulturpflanzen vorhandenen wildwachsenden Pflanzen entfernt wird, auf Grund der natürlichen Regenerationsfähigkeit der Pflanzenwelt mit einer erneuten Wiederbelebung der Flächen durch andere wildwachsende Pflanzen zu rechnen.

Als die Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts nennenswert nachteilig verändernde und damit seine Leistungsfähigkeit beeinträchtigende Veränderung zu werten ist eine - ggf. wiederholte - Entfernung des Bestands wildwachsender Pflanzen von einer bestimmten Fläche erst dann, wenn sie die vorbeschriebene natürliche Regeneration der Pflanzenwelt in dem Sinne stört, daß sie deren Funktionsfähigkeit qualitativ nachteilig mindert. Dies ist - ohne daß der vorliegende Fall Anlaß zu einer abschließenden Festlegung der für eine relevante Beeinträchtigung unter diesem Aspekt maßgeblichen Kriterien bietet - namentlich dann zu erwägen, wenn insbesondere bei wiederholtem "Freiräumen" bestimmter Flächen in dem betreffenden, ökologisch zusammenhängenden Landschaftsraum, in den die betreffende Fläche eingebunden ist, mit einer deutlichen Verarmung

des Artenspektrums und damit einer Minderung der Vielfalt der im betrachteten Raum generell anzutreffenden Pflanzenwelt zu rechnen ist. Auch können zeitliche Verzögerungen des Neubesatzes freigeräumter Flächen mit wildwachsenden Pflanzen die generellen Entwicklungsmöglichkeiten neuer Pflanzen mittelbar nennenswert nachteilig beeinflussen. Dies kommt insbesondere dann in Betracht, wenn wegen eines länger andauernden Verlustes der den Boden schützenden Pflanzendecke durch Entfernen der Krautschicht mit einer - etwa durch Erosion oder Aushagerung bedingten - Beeinträchtigung der Fähigkeit des im betroffenen Areal vorhandenen Bodens gerechnet werden muß, Lebensraum für neue Pflanzen zu bieten und deshalb zumindest langfristig die Bestandsdichte und das Artenspektrum wildwachsender Pflanzen im betroffenen Raum negativ verändert werden. Auswirkungen solcher Art auf die Pflanzenwelt sind nach den vorliegenden, im Gutachten des Dr. H. umfassend dargestellten Erkenntnissen bei dem vom Kläger vorgesehenen Einsatz von Roundup jedoch nicht zu erwarten.

Allerdings ist schon bei einem einmaligen, erst Recht bei einem mehrfachen Einsatz von Roundup auf bestimmten Grundflächen damit zu rechnen, daß bei der Wiederbesetzung der Fläche mit wildwachsenden Pflanzen deren zuvor vorhanden gewesener Bestand unterschiedlicher Arten nicht wieder in identischer Zusammensetzung auftreten wird. Verschiebungen gradueller Art entsprechen jedoch - wie bereits dargelegt - auch den natürlich ablaufenden Prozessen und sind daher nicht nachteilig zu werten. Dies gilt namentlich dann, wenn bereits vorhandene konkurrenzstarke Arten sich entsprechend ihrem natürlichen Entwicklungspotential stärker ausbreiten und dadurch die weitere Entwicklung konkurrenzschwächerer Arten auf der betroffenen Fläche behindern oder gar ausschließen. Eine Bewertung als nachteilige Veränderung kommt insoweit erst dann in Betracht, wenn durch den menschlichen Eingriff in die natürlichen Prozesse die konkurrenzstärkeren Arten zusätzlich begünstigt werden und deshalb eine - sich auf natürlichem Wege so nicht einstellende - deutliche Verschiebung des Artenspektrums zu Lasten weniger konkurrenzfähiger Arten eintritt.

Solche Veränderungen bewirkt der Einsatz von Roundup jedoch gerade nicht und unterscheidet sich damit erheblich von den nicht in die Bodenstruktur eingreifenden wiederholten Beseitigungen bzw. Zerstörungen lediglich oberirdischer Bestandteile der Krautschicht, wie sie etwa beim Mähen, der Beweidung und ggf. auch beim Mulchen auftreten können. Werden, wie bei diesen vom Beklagten als für den Naturhaushalt gegenüber einem Herbizideinsatz vorteiliger angesehenen Bearbeitungen der Kulturflächen, allein oberirdische, für die Bildung von Samen unverzichtbare Bestandteile der die Krautschicht bildenden Pflanzen entfernt bzw. - wie etwa beim Mulchen - in ihrer Ausreifung gehemmt, bleiben die unterirdischen Bestandteile erhalten. Dies hat für konkurrenzstarke Arten wie etwa die gemeine Quecke, Ackerkratzdistel, Zaun- und Ackerwinde u.a.m., die sich vornehmlich aus Rhizomen oder Wurzelstöcken entwickeln, zur Folge, daß deren ohnehin gegebene Stärke im pflanzeninternen Konkurrenzkampf dadurch begünstigt wird, daß sie ggf. sofort erneut austreiben und sich mit ihren unterirdischen Bestandteilen weitgehend ungestört weiter ausbreiten können. Demgegenüber führt der Einsatz von Roundup durch den Transport des Wirkstoffs Glyphosat in alle Pflanzenbestandteile dazu, daß gerade auch diese, bei oberflächiger mechanischer Bearbeitung der Kultur in ihrer Durchsetzungskraft eher begünstigten "Problemkräuter" insgesamt nachhaltig geschädigt werden bzw. vollständig absterben. Dadurch wird in der Krautschicht Freiraum für bessere Entwicklungsmöglichkeiten auch konkurrenzschwächerer Arten geschaffen und - sofern im Boden ein hinreichendes Samenpotential vorhanden ist bzw. dieses vom weiteren Umfeld der Fläche in den Boden eingetragen wird - die Entwicklung eines vielfältigeren Artenspektrums begünstigt.

Ob diese - für die Erhaltung der Artenvielfalt auf Kulturflächen eher positive - Wirkung des Einsatzes von Roundup auch bei den vom Kläger vorgesehenen eingeschränkten Einsatzmodalitäten auf den betroffenen Flächen eintreten wird, läßt sich allerdings nicht ohne weiteres prognostizieren; denn die konkrete Wirkung des Wirkstoffs Glyphosat hängt nach den Ausführungen im vorliegenden Gutachten von einer Vielzahl von Faktoren ab, zu denen neben der spezifischen Widerstandskraft der

einzelnen Pflanzenarten auch der Entwicklungszustand der einzelnen Pflanzen, der Anwendungszeitpunkt, die Witterungsbedingungen zum Zeitpunkt der Anwendung und der Wasseraufwand bei der Mittelaufbringung gehören. Allerdings steht nach den vorliegenden Erkenntnissen zur Überzeugung des Senats fest, daß selbst dann, wenn die Aufbringung von Roundup in der vom Kläger nur vorgesehenen geringen Konzentration die vorerwähnten konkurrenzstarken "Problemkräuter" auf einzelnen Flächen nicht vollständig vernichtet, dieser Einsatz jedenfalls nicht deren Durchsetzung im natürlichen pflanzeninternen Konkurrenzkampf deutlich verstärkt und deshalb einer generellen Verarmung der Arten in dem betroffenen Raum Vorschub leistet. Dies gilt insbesondere bei einer sachgerechten Anwendung von Roundup im Herbst ab September, die nach den Ausführungen im Gutachten des Dr. H . schon deshalb angezeigt ist, weil in diesem Zeitraum das Triebwachstum der Kulturpflanzen abgeschlossen und ein Herbizideinsatz ohne deren potentielle Schädigung möglich ist. Bei diesem der Sache nach gebotenen jahreszeitlich späten Einsatz von Roundup - einen mehrfachen Einsatz im Jahr hat der Kläger selbst ausdrücklich ausgeschlossen - haben auch einjährige Pflanzenarten durchaus Gelegenheit, auf der Kulturfläche auszureifen und mit ihren Samen den dort im Boden vorhandenen Vorrat anzureichern. Diese nach den vorliegenden wissenschaftlichen Erkenntnissen zu erwartende Wirkungsweise wird im übrigen durch das vom Kläger vorgelegte Lichtbildmaterial, dessen Korrektheit nicht zweifelhaft erscheint und auch nicht vom Beklagten in Abrede gestellt wurde, sinnfällig bestätigt. So wies nach einem der vom Kläger vorgelegten Lichtbilder eine im Herbst 1992 mit der relativ geringen Menge von 2 Liter Roundup je Hektar - nach den Ausführungen im Gutachten enthält die anwendungsfertige Spritzflüssigkeit eine Aufwandmenge von maximal 10 Liter Mittel (bei einem Wirkstoffgehalt von 360 g Glyphosat je Liter) je Hektar - behandelte Weihnachtsbaumkultur im darauffolgenden Juni einen vielfältigen Bewuchs insbesondere mit Klatschmohn in voller Blüte auf.

Eine anderweitige Beurteilung der durch die Anwendung von Roundup bedingten Auswirkungen auf die Vielfalt der Pflanzenwelt ergibt sich auch nicht dann, wenn die jährlich einmalige

Aufbringung des Mittels entsprechend dem Begehren des Klägers grundsätzlich für die gesamte Umtriebszeit der Kulturen von maximal 12 Jahren zugelassen wird. Bleiben - wie dargelegt - die Möglichkeiten der betroffenen Flächen zur Wiederbesiedlung und Ausreifung namentlich einjähriger wildwachsender Pflanzen durch den einmaligen Einsatz von Roundup im wesentlichen unberührt, ist auch bei seinem wiederholten Einsatz in Folgejahren nicht mit der - ggf. als Beeinträchtigung zu wertenden - generellen Verarmung des Artenspektrums im betroffenen Raum zu rechnen. Insoweit ist von Bedeutung, daß - wie gleichfalls bereits dargelegt wurde - der Roundupeinsatz die Keimfähigkeit des im Boden vorhandenen Samens konkurrenzschwächerer Pflanzen nicht beeinträchtigt und diese bei Zurückdrängung der konkurrenzstärkeren Pflanzenarten sich im pflanzeninternen Konkurrenzkampf sogar eher als bei Fehlen einer solchen Zurückdrängung durchsetzen und ausbilden können. Dies läßt auch langfristig auf den betroffenen Flächen eher eine vermehrte Ausreifung der konkurrenzschwächeren Arten, jedenfalls aber nicht eine deutliche Verstärkung des bei natürlicher Konkurrenz sonst gegebenen Rückgangs erwarten. Hinzu kommt, daß die vollständige Ausbildung von Pflanzen auf der Fläche mit der von diesen Pflanzen dann bewirkten Anreicherung des Samenvorrats ebensowenig ausgeschlossen ist wie der Eintrag von Samen in den Boden aus - natürlichen Entwicklungen nicht entzogenen - Bereichen außerhalb der Kulturflächen.

Mit einem längerfristigen Verlust der den Boden schützenden Pflanzendecke der natürlichen Krautschicht durch den Roundupeinsatz und - wie bereits angesprochen - dadurch mittelbar bedingten nennenswert nachteiligen Beeinflussungen der generellen Entwicklungsmöglichkeiten für eine vielfältige Pflanzenwelt auf den betroffenen Flächen ist nach den im Gutachten dargelegten Erkenntnissen gleichfalls nicht zu rechnen. Die spezifische, bereits dargelegte Wirkungsweise des Wirkstoffs Glyphosat führt mit dem Absterben und Zusammenbrechen des oberirdischen Pflanzenmaterials dazu, daß dieses - bis zu seinem vollständigen Abbau im Rahmen des natürlichen Stoffwechsellaufs - zunächst den Boden bedeckt und diesen damit - einem Mulchen vergleichbar - vor Erosion, Austrocknung und

Aushagerung schützt. Auch bleibt die den jahreszeitlichen Verhältnissen entsprechende zügige Wiederbedeckung des Bodens mit grünenden Bestandteilen neu keimender sowie - bei im Boden verbliebenen weiter lebensfähigen Rhizomen und Wurzelstöcken - neu austreibender Pflanzen gewahrt. Schließlich wird auch die Bodenstruktur als solche, anders als dies bei in den Boden selbst eingreifenden mechanischen Bodenbearbeitungen (z.B. Grubbern oder Fräsen) der Fall ist, nicht verändert und damit der Zusammenhalt des Bodens - auch durch das in ihn eingebettete, noch nicht abgebaute unterirdische Pflanzenmaterial - gewahrt.

Daß der hier strittige Einsatz von Roundup wegen seiner Auswirkungen auf die Tierwelt - wie den Menschen - als Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts zu werten ist, läßt sich in Auswertung der vorliegenden Erkenntnisse gleichfalls nicht feststellen.

Dies gilt zunächst für die unmittelbaren Auswirkungen der mit Roundup behandelten Pflanzen und Bodenflächen auf Tiere.

Die akute Toxizität des Wirkstoffs Glyphosat für die Tierwelt ist nach den zahlreichen, im Gutachten des Dr. H. ... näher dargelegten Untersuchungsergebnissen sehr gering. Beispielhaft ist insoweit darauf hinzuweisen, daß sich keine kanzerogene oder mutagene Wirkungen bei Ratten und Mäusen ergeben haben und Studien an Ratten und Kaninchen auch keine teratogene Wirkungen belegen. Verschiedene toxikologische Untersuchungen bei kontrollierter Anwendung im Forst haben keine Auswirkungen auf Kleinsäuger ergeben; die durch Untersuchungen an Honigbienen belegte geringe Toxizität hat zur Einstufung des Mittels als "nicht bienengefährlich" im Rahmen der pflanzenschutzrechtlichen Zulassung geführt. Untersuchungen mit einer Laufkäferart ergaben keine Hinweise auf eine toxische Wirkung; Roundup bzw. Glyphosat wirkt auch nur gering bis kaum toxisch gegenüber getesteten aquatischen Organismen wie auch gegenüber Vögeln und Insekten.

Diese geringe Toxizität von Roundup für die Tierwelt ist - neben dem Umstand, daß der Shikimat-Zyklus, den Glyphosat nach seinem Eindringen in Pflanzen blockiert, in Tieren (wie auch Menschen) nicht stattfindet - wesentlich dadurch bedingt, daß der Wirkstoff Glyphosat wie sein durch Abbau im Boden entstehender Hauptmetabolit Aminomethyl-phosphonsäure (AMPA) - unabhängig von der Tierart bzw. vom Applikationsmodus und der Applikationszahl - rasch in nahezu unveränderter Form von den Tieren wieder ausgeschieden wird, wobei Untersuchungen ergeben haben, daß innerhalb von 48 Stunden ca 90 % und innerhalb von 120 Stunden ca. 99 % den Tierkörper wieder verlassen haben. Glyphosat wie sein Bodenabbauprodukt AMPA zeigt damit eindeutig keine Tendenz zur Bioakkumulation.

Ferner ist auch durch verschiedene wissenschaftliche Untersuchungen belegt, daß durch die Anwendung von Roundup in praxisüblichen Dosierungen weder die Bodenmikroflora noch die Bodenfauna negativ beeinflußt werden. Der Wirkstoff Glyphosat fördert die allgemeine Cellulosezersetzung sowohl im Boden als auch auf Substraten, beeinflußt die Zahl der celluloseabbauenden Bakterien nicht, hat keine signifikante Auswirkung auf die Anzahl und Wirkung der verschiedenen Gruppen von Mikroorganismen und beeinflußt auch nicht die Bodenatmung.

Angesichts dieser Erkenntnisse ist in der Tat der im vorliegenden Gutachten gezogene Schluß gerechtfertigt, nach derzeitigem Kenntnisstand könne davon ausgegangen werden, daß von mit Roundup behandelten Pflanzen keine Gefährdung für Warmblüter, Insekten und Bodenorganismen zu erwarten ist. Eine unmittelbare Anwendung von Roundup auf Tiere ist bei sachgerechter Anwendung ohnehin weitgehend ausgeschlossen, zumal wenn das Mittel nur einmalig im Jahr auf einer weitgehend begrünten Pflanzendecke aufgebracht wird. Damit ist bei dem hier strittigen Roundup-Einsatz durch die direkten Wirkungen des Herbizids keine nachteilige Beeinträchtigung der Vielfalt und Regenerationsfähigkeit der Tierwelt zu erwarten. Die wie bei jeder menschlichen Bearbeitung von Pflanzenkulturen auch beim Aufbringen von Roundup stets nicht auszuschließende Beschädigung oder gar Vernichtung einzelner, im Zeitpunkt der Bearbeitung

auf der behandelten Fläche aktuell sich aufhaltender kleiner Lebewesen, die wie einzelne abgestorbene Pflanzen durch die natürlichen Wirkungszusammenhänge ohne weiteres wieder ersetzt werden können, stellt noch keine Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts dar.

Beim ordnungsgemäßen und sachgerechten Umgang mit Roundup sind ferner bisher sowohl in der Produktion als auch bei der Anwendung keine adversen akuten und chronischen Gesundheitseffekte am Menschen bekannt geworden. Untersuchungen haben etwa gezeigt, daß das Mittel bei einer Testgruppe von Personen weniger häufig zu Reizungen führt als eine im Vergleich eingesetzte Standard-Geschirrspülmittel-Lösung.

Eine Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts ist bei sachgerechtem Einsatz von Roundup auch nicht wegen seiner mittelbaren Wirkungen auf die Tierwelt - wie den Menschen - zu erwarten.

Zwar mögen unter ganz bestimmten besonderen, im Gutachten des Dr. Heidler näher dargelegten Umständen Rückstände des Mittels auf Früchten und Beeren verbleiben, die von Tieren bzw. Menschen konsumiert werden. Nach der im Gutachten insoweit eingehend und überzeugend dargelegten toxikologischen Abschätzung ist ein Risiko für Tiere - wie den Menschen - bei einem möglichen Verzehr mit Glyphosat kontaminierter Früchte jedoch praktisch ausgeschlossen.

Ferner trifft es allerdings zu, daß das durch den Einsatz von Roundup bewirkte Absterben von Pflanzen zugleich auch die auf diese Pflanzen als Nahrung oder Wirt angewiesene Tierwelt mittelbar beeinträchtigt, indem sie den betroffenen Tieren auf der betroffenen Fläche ihre Lebensgrundlage entzieht. Diese Wechselwirkung zwischen Veränderungen eines konkreten Pflanzenbestandes und Vorhandensein der darauf angewiesenen Tierpopulationen ist jedoch Kennzeichen auch der - bereits näher dargelegten - durch natürliche Prozesse hervorgerufenen Veränderungen der wildwachsenden Flora. Eine Bewertung dieser Veränderungen als Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit des Na-

turhaushalts kommt erst dann in Betracht, wenn durch sie - analog den bereits erörterten Veränderungen der Bestandsdichte und des Artenspektrums der auf der betroffenen Fläche wildwachsenden Pflanzenwelt - über natürlich bedingte Verschiebungen des vorhandenen Tierbestands hinaus mit einer deutlichen Verarmung des Artenspektrums und damit einer Minderung der Vielfalt der im betrachteten Raum generell anzutreffenden Tierwelt zu rechnen ist. Dies läßt sich jedoch nicht feststellen. Aus den bereits dargelegten Ausführungen zu der auch nach Roundup-Einsätzen zu erwartenden Regeneration der auf den behandelten Flächen wildwachsenden Pflanzenwelt folgt zugleich, daß mit der Wiederbelebung der betroffenen Flächen mit neuen wildwachsenden Pflanzen auch neue Lebensgrundlagen für hierauf angewiesene Tierpopulationen entstehen. Ist dabei - wie bereits dargelegt - nicht mit einer nachteiligen Veränderung des Artenspektrums der Pflanzenwelt des betroffenen Raums zu Lasten konkurrenzschwächerer Arten zu rechnen, liegt auch kein Anhalt für eine entsprechende nachteilige Veränderung des auf solche Pflanzen angewiesenen Tierbestands des betroffenen Raums vor.

Die Auswirkungen eines Roundup-Einsatzes auf den Boden als wesentlichem Element im Wirkungsgefüge des Naturhaushalts stellen gleichfalls keine Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts dar.

Insoweit ist nach den im Gutachten des Dr. H. : eingehend und umfassend dargelegten Wirkungen von Glyphosat im Boden davon auszugehen, daß dieser Wirkstoff im Boden vollständig und rasch fast ausschließlich auf mikrobiellem Weg abgebaut wird. Er wird zunächst in den bereits erwähnten Hauptmetaboliten AMPA umgewandelt, der nur mäßig stabil ist und weiter vornehmlich zu Kohlendioxyd mineralisiert wird. Dabei ist die Versickerungsneigung von Glyphosat wie auch des Metaboliten AMPA insbesondere wegen einer starken, aber reversiblen Absorption an Ton und organische Bodenkolloide gering. Der Wirkstoff steht den Bodenorganismen, die er - wie bereits dargelegt wurde - nach den vorliegenden vielfältigen Untersuchungen nicht negativ beeinflußt, damit weitgehend uneingeschränkt zum

Abbau zur Verfügung. Die relativ rasche Abbaugeschwindigkeit ist für die Metabolisierung von Glyphosat zu AMPA mit einem durchschnittlichen DT-50-Wert (Zeit, in der 50 % des Ausgangswerts nicht mehr nachweisbar sind) von ca. 24 Tagen und einem durchschnittlichen DT-90-Wert (Zeit, in der 90 % des Ausgangswerts nicht mehr nachweisbar sind) von ca. 130 Tagen belegt. Eine Anreicherung von Glyphosat im Boden ist namentlich bei einer Anwendung einmal im Jahr daher praktisch ausgeschlossen. Dies gilt nach den im Gutachten angeführten Untersuchungen auch für die Abbauprodukte, insbesondere den Hauptmetaboliten AMPA. Das End-Abbauprodukt CO₂ beeinträchtigt weder den Boden selbst noch die anderen Faktoren des Naturhaushalts.

Von Bedeutung für die Wirkung der Anwendung von Roundup auf den Boden ist ferner das bereits erwähnte Absterben der behandelten oberirdischen Pflanzenteile, die nach ihrem Zusammenbrechen den Boden bedecken und damit - bis zu ihrem endgültigen Abbau - schützen. Dieser Schutz des Bodens wie auch die Zufuhr des abgestorbenen Pflanzenmaterials zum Boden als zusätzliches Nahrungsangebot für die dort aktiven Mikroorganismen wirkt sich insgesamt eher positiv auf die Bodenfruchtbarkeit aus, zumal - anders als bei den in die Bodenstruktur selbst eingreifenden mechanischen Bearbeitungsmethoden wie Grubbern und Fräsen - die Bodenstruktur als solche erhalten bleibt.

Hinsichtlich der nach dem vorliegenden Stand der Erkenntnisse zu erwartenden Auswirkungen des Einsatzes von Roundup auf das Wasser, namentlich das Grundwasser, gilt im Ergebnis nichts anderes. Auch bezogen auf diesen in ganz besonderem Maß zu schützenden Faktor des Wirkungsgefüges im Naturhaushalt sind nennenswerte nachteilige Veränderungen nicht zu erwarten.

Hinsichtlich der Wirkungen auf das Grundwasser sind die bereits erwähnte geringe Versickerungsneigung sowohl des Wirkstoffs Glyphosat wie auch seines Hauptmetaboliten AMPA sowie der gleichfalls bereits erörterte relativ rasche Abbau von Glyphosat und AMPA im Boden von Bedeutung. Die geringe Versickerungsneigung ist nach den Ausführungen im Gutachten

des Dr. H. u. a. dadurch belegt, daß Versickerungsversuche unter Freilandbedingungen bestätigt haben, daß Glyphosat und AMPA nicht in tiefere Bodenzonen versickern bzw. deren Anwesenheit im Sickerwasser insignifikant ist. Das Potential einer Grundwasserkontamination durch den Einsatz von Roundup ist damit insgesamt betrachtet äußerst gering. Bei bestimmungsgemäßer und sachgerechter Anwendung von Roundup kann eine Grundwasserkontamination selbst bei mehrmaligen Anwendungen auf derselben Flächen innerhalb einer Vegetationsperiode ausgeschlossen werden, wie der Sachverständige Dr. H. in seinem Gutachten nachvollziehbar und einleuchtend ausgeführt hat.

Sofern Glyphosat in Oberflächengewässer gelangt, was bei der hier in Rede stehenden Anwendung in den Kulturen des Klägers ohnehin nahezu ausgeschlossen ist, wird der Wirkstoff sofort mit dem Wasser vermischt. Neben der durch diese Vermischung auftretenden Verdünnung erfolgt ein mikrobieller Abbau des Wirkstoffs in den Bodensedimenten. Dabei wird Glyphosat analog wie in Böden über AMPA weiter zu CO_2 und natürlichen Produkten abgebaut, wobei in Versuchen mit Boden/Wasser-Suspensionen in einer Zeit von 28 Tagen ein Abbau zu Kohlendioxyd zu 55 % festgestellt wurde.

Schließlich sind auch in Bezug auf die weiteren Faktoren im Wirkungsgefüge des Naturhaushalts - Luft und Klima - nach den vorliegenden im Gutachten dargelegten Erkenntnissen als Beeinträchtigung zu wertende nachteilige Funktionsstörungen nicht zu erwarten.

Der Einwand des Beklagten, wegen nicht auszuschließender langfristiger Auswirkungen stelle der Herbizideinsatz ein unkalkulierbares Risiko dar, das dessen Untersagung in Fällen der hier vorliegenden Art rechtfertige, greift nicht durch.

Allerdings entspricht es dem Wesen menschlicher Erkenntnis, daß diese nur unvollständig ist und durch neue Erfahrungen immer wieder ergänzt oder - hinsichtlich der aus dem bislang Bekannten gezogenen Schlüsse - ggf. sogar revidiert werden muß.

Diesen nie auszuschließenden Unzulänglichkeiten auch wissenschaftlich belegter Erkenntnisse trägt jedoch schon das im Pflanzenschutzgesetz vom 15. September 1986 (BGBl. I S. 1505) - PflSchG - normativ festgelegte System der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln hinreichend Rechnung.

Nach § 15 Abs. 1 Nr. 3 PflSchG setzt die Zulassung eines Pflanzenschutzmittels u.a. voraus, daß dessen Prüfung ergibt, daß es bei bestimmungsgemäßer und sachgerechter Anwendung oder als Folge einer solchen Anwendung keine schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier und auf Grundwasser hat und keine sonstigen Auswirkungen, insbesondere auf den Naturhaushalt, hat, die nach dem Stande der wissenschaftlichen Erkenntnisse nicht vertretbar sind. Eine die Versagung der Zulassung rechtfertigende Unvertretbarkeit der Auswirkungen ist dabei nicht erst dann anzunehmen, wenn für unvertretbare Auswirkungen eine hinreichende Wahrscheinlichkeit besteht, sondern umgekehrt, wenn unvertretbare Auswirkungen mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen sind.

Vgl. zu der § 15 Abs. 1 Nr. 3 PflSchG entsprechenden Regelung des § 8 Abs. 1 PflSchG 1968: BVerwG, Urteil vom 10. November 1988 - 3 C 19.87 - NVWZ-RR 1990, 134 (136).

Hinzu kommt, daß die Zulassung nach § 15 Abs. 3 Nr. 2 PflSchG mit dem Vorbehalt der nachträglichen Aufnahme, Änderung oder Ergänzung von Auflagen nach Nr. 1 dieser Vorschrift, nämlich den zum Schutz der Gesundheit von Mensch und Tier und den zum Schutz vor sonstigen schädlichen Auswirkungen, insbesondere auf den Naturhaushalt, erforderlichen Auflagen, zu verbinden ist. Schließlich endet die Zulassung - mit der Möglichkeit der erneuten Erteilung - gemäß § 16 Abs. 1 Satz 1 PflSchG zehn Jahre nach Ablauf des Jahres, in dem sie erteilt worden ist, wobei die Zulassungsbehörde nach Satz 2 der genannten Vorschrift im Einzelfall auch eine kürzere Zulassungsdauer festsetzen kann. Mit diesen normativen Regelungen ist schon bei der Erstzulassung wie auch im weiteren Verlauf der Zulassung eine hinreichende generelle Risikovorsorge und die Anpassung der Zulassung an neue Erkenntnisse sichergestellt.

Vor diesem Hintergrund besteht dann, wenn - wie hier - trotz umfassender Prüfungen des betreffenden Mittels hinsichtlich seiner Auswirkungen auf alle relevanten Faktoren des Wirkungsgefüges im Naturhaushalt keine Anhaltspunkte für nachteilige Veränderungen von dessen Leistungsfähigkeit auch in besonders schützenswerten Bereichen, die unter Landschaftsschutz gestellt sind, vorliegen, kein Anlaß, den sachgerechten Einsatz des Mittels in diesen Gebieten mit Blick auf eventuelle mögliche Risiken zu unterbinden.

Soweit der Beklagte Bedenken gegen die vom Kläger vorgesehene Anwendung des Mittels daraus herleitet, daß schon dessen Einsatz als solcher wie auch die Einhaltung der festzulegenden Anwendungsmodalitäten von ihm nicht hinreichend überprüft werden könne, sind zunächst die gleichfalls überzeugenden Ausführungen im Gutachten des Dr. H. über die Möglichkeiten zur Prüfung des praktischen Einsatzes von Gyphosat von Bedeutung. Hiernach gibt es durchaus praktikable Wege der Kontrolle einer Anwendung des Mittels. Ob allerdings schon daraus der Schluß gezogen werden kann, allein die Festlegung bestimmter Anwendungsmodalitäten im Rahmen der Zulassung des Einsatzes auf konkreten Flächen stelle für sich eine sachgerechte Anwendung und deren mit verhältnismäßigem Aufwand durchführbare Prüfung hinreichend sicher, kann letztlich dahinstehen. Mit den zusätzlichen, vom Kläger selbst vorgeschlagenen Festlegungen, daß die bevorstehende Aufbringung des Mittels dem Beklagten eine Woche vorher anzuzeigen ist und der Kläger über die Aufbringung und die Aufbringungsmenge Buch zu führen hat, ist jedenfalls hinreichend gewährleistet, daß ein Mißbrauch der dem Kläger zugestandenen Befugnis zum Herbizideinsatz festgestellt werden kann.

Lassen sich nach alledem aus der LandschaftsschutzVO selbst Bedenken gegen die Zulassung der begehrten Ausnahme nicht herleiten, folgt ein anderweitiges Ergebnis auch nicht aus der vom Beklagten angesprochenen Anwendung der Eingriffsregelung der §§ 4 ff LG NW auf die landschaftsschutzrechtliche Zulassung des Vorhabens des Klägers.

Allerdings gelten Weihnachtsbaum- und Schmuckreisigkulturen außerhalb des Walds nach § 4 Abs. 2 Nr. 10 LG NW n.F., der von der Ermächtigung des § 8 Abs. 8 Satz 1 BNatSchG gedeckt ist,

vgl. zu § 4 Abs. 2 Nr. 11 LG NW a.F.:
OVG NW, Urteil vom 4. Juni 1993
- 7 A 3157/91 - NVwZ-RR 1994, 645;

als Eingriff im Sinne von § 4 Abs. 1 LG NW. Deshalb hat im Rahmen der Zulassung dieses Eingriffs nach der LandschaftsschutzVO die hierfür zuständige Behörde - mithin der Beklagte - gemäß § 6 Abs. 1 Satz 1 LG NW auch die bei Eingriffen im Sinne von § 4 Abs. 1 LG NW aus § 4 Abs. 4 Satz 1 LG NW folgende Verpflichtung auszusprechen, "vermeidbare Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft zu unterlassen". Gegen diese Pflicht zur Unterlassung vermeidbarer Beeinträchtigungen bei Eingriffen im Sinne der §§ 4 ff LG NW wird jedoch nicht - wie der Beklagte meint - schon dann verstoßen, wenn auf einem bestimmten Areal der aktuell vorhandene Bestand wildwachsender Pflanzen durch menschliche Tätigkeit - sei es auf mechanischem, sei es auf chemischem Wege - beseitigt wird. Die in § 4 Abs. 4 Satz 1 LG NW für Eingriffe normierte Vermeidungspflicht hat - ungeachtet ihres auch ein anderweitiges Verständnis zulassenden Wortlauts - bei einer am Gesamtzusammenhang der Eingriffsregelung orientierten Interpretation lediglich den Inhalt, daß vermeidbare Beeinträchtigungen der Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts oder des Landschaftsbilds zu unterlassen sind. Da der vom Kläger vorgesehene, hier allein strittige Einsatz von Roundup in den Kulturen nach dem vorstehend Dargelegten jedoch weder die Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts noch das Landschaftsbild beeinträchtigt, kommt im Rahmen der Zulassung der Anlage der Kulturen durch Erteilung einer Ausnahme nach § 4 Abs. 1 Satz 1 der LandschaftsschutzVO eine auf § 4 Abs. 4 Satz 1 LG NW gestützte Verpflichtung, diesen Einsatz von Roundup zu unterlassen, nicht in Betracht.

Die vorerwähnte, nicht voll am Wortlaut des § 4 Abs. 4 Satz 1 LG NW orientierte Interpretation der Vermeidungspflicht ergibt sich aus folgenden Erwägungen:

Nach der Legaldefinition des Eingriffs in § 4 Abs. 1 LG NW liegt ein solcher nur bei solchen Veränderungen der Gestalt oder Nutzung von Grundflächen vor, die die Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts oder das Landschaftsbild erheblich oder nachhaltig beeinträchtigen können. Der Verursacher des Eingriffs ist nach § 4 Abs. 4 Satz 1 LG NW bei der Zulassung des Eingriffs zu verpflichten, vermeidbare Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft zu unterlassen sowie unvermeidbare Beeinträchtigungen in näher bezeichnetem Ausmaß auszugleichen. Dabei sieht § 4 Abs. 4 Satz 1 LG NW - mit der Folge, daß der Eingriff aus naturschutzrechtlichen Gründen nicht untersagt werden kann - die Ausgleichspflicht als erfüllt an, wenn nach der Beendigung des Eingriffs keine erhebliche oder nachhaltige Beeinträchtigung des Naturhaushalts zurückbleibt und das Landschaftsbild landschaftsgerecht wiederhergestellt oder neu gestaltet ist. Ist die Beeinträchtigung nicht zu vermeiden oder nicht im erforderlichen Maße auszugleichen, muß der Eingriff nach § 4 Abs. 5 LG NW untersagt werden, wenn die Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege bei Abwägung aller Anforderungen an Natur und Landschaft im Rang vorgehen.

In diesem System der Eingriffsregelung wird zwar durchgehend der Begriff der Beeinträchtigung verwandt, die Bezugsobjekte der Beeinträchtigung sind jedoch - soweit deren nähere Bezeichnung nicht sogar gänzlich fehlt - in den unterschiedlichen Regelungsbereichen des Systems unterschiedlich bezeichnet. So tauchen insoweit nebeneinander und ohne daß die Unterschiede sich aus der Systematik des Gesetzes ergeben, in Bezug auf die natürlichen Wirkungszusammenhänge die Begriffe "Natur", "Naturhaushalt" und "Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts" sowie in Bezug auf die wahrnehmbaren natürlichen Gegebenheiten die Begriffe "Landschaft" und "Landschaftsbild" auf. Wenn den angeführten Bezugsobjekten ihrem unterschiedlichen Wortlaut entsprechend jeweils ein anderer Inhalt beizumessen wäre, würden die in den unterschiedlichen Bereichen der Eingriffsregelung relevanten Beeinträchtigungen jeweils auch einen anderen Sinngehalt haben. Von letzterem kann nach der Systematik des Gesetzes jedoch nicht ausgegangen werden.

Die grundsätzliche Definition des Eingriffs im Sinne von § 4 Abs. 1 LG NW bezieht sich im hier zunächst interessierenden Zusammenhang auf die Erhaltung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts. Die nachfolgende Regelung des § 4 Abs. 4 Satz 1 LG NW schreibt zwar die Verpflichtung vor, vermeidbare Beeinträchtigungen der "Natur" - nicht der Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts - zu unterlassen und unvermeidbare Beeinträchtigungen auszugleichen. Diese Unterlassungs- und Ausgleichspflichten treffen jedoch ausschließlich den Verursacher eines "Eingriffs", mithin eines Vorgangs, der laut Legaldefinition (§ 4 Abs. 1 LG NW) seinerseits voraussetzt, daß er sich auf die "Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts" bezieht. Da die Vorschrift des § 4 Abs. 1 LG NW nach ihrer Formulierung und Position im Gesetz die Generalregelung enthält, § 4 Abs. 4 LG demgegenüber lediglich Bestimmungen darüber trifft, wie bei einem "Eingriff" in das in § 4 Abs. 1 LG NW genannte Schutzgut zu verfahren ist, nämlich Beeinträchtigungen zu vermeiden oder auszugleichen, kommt dem im Zusammenhang mit der Vermeidungs- bzw. Ausgleichspflicht ausdrücklich genannten Begriff "Natur" inhaltlich keine andere Bedeutung zu als die, die auch für den - die Vermeidungs- und Ausgleichspflicht erst auslösenden - Eingriff selbst gilt. § 4 Abs. 4 Satz 1 LG NW ist daher dahin zu interpretieren, daß eine zu unterlassende vermeidbare Beeinträchtigung der "Natur" nur dann anzunehmen ist, wenn sie sich auf die Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts bezieht.

Diese Wertung folgt auch aus dem mit der Eingriffsregelung in systematischem Zusammenhang stehenden § 2 LG NW. Nach Nr. 1 dieser Vorschrift, die die Grundsätze für die in § 1 LG NW normierten Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege festlegt, ist die Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts zu erhalten und zu verbessern und sind Beeinträchtigungen zu unterlassen oder auszugleichen. Beeinträchtigungen in diesem Sinne können nur solche der Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts sein. Mit der weiter normierten Verpflichtung zur Unterlassung und zum Ausgleich solcher Beeinträchtigungen nimmt der Grundsatz des § 2 Nr. 1 LG NW die im Rahmen der Eingriffsregelung für Veränderungen der Gestalt oder Nutzung von Grundflächen festgelegten Vermeidungs- und Ausgleichspflichten vorweg und

macht damit zugleich deutlich, daß im Interesse des Schutzes der Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts als in § 1 Abs. 1 LG NW festgelegtem Ziel des Naturschutzes und der Landschaftspflege Beeinträchtigungen der Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts - und nur solche - zu vermeiden oder auszugleichen sind.

Das vorstehend im Wege gesetzssystematischer Auslegung gewonnene Ergebnis wird bestätigt durch die Entstehungsgeschichte des Bundesnaturschutzgesetzes, das in seinem § 8 die bundesrechtlichen Rahmenvorgaben für die landesrechtliche Umsetzung der Eingriffsregelung durch die §§ 4 ff LG NW normiert und dabei mit § 4 Abs. 1, Abs. 4 Sätze 1 und 2 sowie Abs. 5 LG NW - abgesehen von dem Zusatz "von der zuständigen Behörde" in § 4 Abs. 4 Satz 1 LG NW - sowie mit § 1 Abs. 1 und § 2 Nr. 1 LG NW wortidentische Regelungen enthält. In dem Bericht des Ausschusses für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten zu den eingebrachten Entwürfen eines Bundesnaturschutzgesetzes (BT-Drucksache 7/5251), der Grundlage für den Beschluß des Bundestags über die abschließende Fassung des Gesetzes war, ist auf Seite 4 im Zusammenhang mit der Einführung der Eingriffsregelung ausdrücklich ausgeführt:

"Vermeidbare Beeinträchtigungen des Naturhaushalts und des Landschaftsbilds sind zu unterlassen und unvermeidbare Beeinträchtigungen auszugleichen. In erster Linie geht es also darum, daß die Folgen eines Eingriffs im Wege der Naturalrestitution so ausgeglichen werden, daß keine Beeinträchtigung des Naturhaushalts zurückbleibt und das Landschaftsbild nach Beendigung des Eingriffs zumindest landschaftsgerecht neu gestaltet ist."

Diese Ausführungen verdeutlichen, daß es sich bei der Wahl unterschiedlicher Worte im Zusammenhang mit der Legaldefinition des Eingriffs und den Festlegungen der Vermeidungs- und Ausgleichspflicht nur um sprachliche Varianten der Umschreibung inhaltlich gleicher Beeinträchtigungskategorien handelt. Die unterschiedliche Wortwahl im Gesetzestext ist ersichtlich nur im Interesse einer Vermeidung der ständigen Wiederholung derselben mehrere Worte umfassenden Begriffe getroffen worden,

ohne daß damit zugleich auch ein jeweils unterschiedlicher Inhalt der Beeinträchtigung festgelegt werden sollte.

Im Ergebnis nichts anderes ergibt sich - bezogen auf den Schutz der wahrnehmbaren natürlichen Gegebenheiten - hinsichtlich der unterschiedlichen Verwendung der Begriffe "Landschaftsbild beeinträchtigen", "Beeinträchtigungen von Landschaft" und "Beeinträchtigung" in verschiedenen Bereichen der Eingriffsregelung. Auch insoweit ist trotz der divergierenden Wortwahl ersichtlich stets dieselbe Beeinträchtigungskategorie - nämlich die in der Legaldefinition des Eingriffs in § 4 Abs. 1 LG NW zur Grundlage der Gesamtregelung gemachte Beeinträchtigung des Landschaftsbilds - gemeint, wie im übrigen gleichfalls durch die erwähnten Gesetzesmaterialien bestätigt wird.

Nach alledem steht fest, daß die im vorliegenden Verfahren strittige Anwendung von Roundup in den in Rede stehenden Weihnachtsbaum- und Schmuckreisigkulturen des Klägers unter allen relevanten Aspekten mit dem Schutzzweck der LandschaftsschutzVO zu vereinbaren und dem Kläger deshalb eine Ausnahmegenehmigung mit dem von ihm beantragten Inhalt zu erteilen ist.

Die Kostenentscheidung folgt aus § 154 Abs. 1 VwGO.

Die Entscheidung über die vorläufige Vollstreckbarkeit beruht auf § 167 VwGO i.V.m. §§ 708 Nr. 10, 711 und 713 ZPO.

Die Revision ist nicht zuzulassen, weil die Voraussetzungen des § 132 Abs. 2 VwGO nicht vorliegen.

Rechtsmittelbelehrung

Die Nichtzulassung der Revision kann durch Beschwerde angefochten werden.

Die Beschwerde ist beim Oberverwaltungsgericht für das Land Nordrhein-Westfalen, Aegidiikirchplatz 5, 48143 Münster (Postfach 6309, 48033 Münster) innerhalb eines Monats nach Zustellung dieses Urteils einzulegen. Die Beschwerde muß das angefochtene Urteil bezeichnen.

Die Beschwerde ist innerhalb von zwei Monaten nach Zustellung dieses Urteils zu begründen. Die Begründung ist bei dem oben genannten Gericht einzureichen.

Für das Beschwerdeverfahren besteht Vertretungszwang; dies gilt auch für die Einlegung der Beschwerde und für die Begründung. Danach muß sich jeder Beteiligte durch einen Rechtsanwalt oder einen Rechtslehrer an einer deutschen Hochschule als Bevollmächtigten vertreten lassen. Juristische Personen des öffentlichen Rechts und Behörden können sich auch durch Beamte oder Angestellte mit Befähigung zum Richteramt vertreten lassen.

Willeke

Kuschnerus

Pentermann

B e s c h l u ß

Der Streitwert wird auch für die Berufungsinstanz auf 6.000,-- DM festgesetzt.

Willeke

Kuschnerus

Pentermann