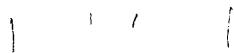


GROSSRÄUMIGE IMMISSIONSZONENKARTIERUNG IN STEIERMARK UND TIROL MIT FALSCHFARBENLUFTBILDERN

J. Pollanschütz

Forstliche Bundesversuchsanstalt Wien



EINLEITUNG

Die im Jahre 1968 im Centralblatt für das gesamte Forstwesen erschienene Abhandlung "Erste Ergebnisse über die Verwendung eines Infrarot-Farbfilmes in Österreich für die Zwecke der Rauchschadensfeststellung" (POLLANSCHÜTZ, 1968) gab der Steiermärkischen Landesregierung den Anstoß in den Jahren 1971 bis 1978 die durch Luftverunreinigungen betroffenen Schwerpunktgebiete befliegen zu lassen; siehe dazu SCHNOPFHAGEN, 1980. Im Vordergrund stand das Interesse für eine großräumige Erkundung der lufthygienischen Situation, die in einer groben Abgrenzung und Zonierung der vornehmlich durch industrielle Immissionen beeinflußten und belasteten Gebiete ihren Niederschlag finden sollte. Die Ergebnisse dieser großräumigen Inventur der Immissionseinflüsse sollen der Regional- und Landesplanung ebenso als Unterlage für ihre Arbeiten dienen, wie den Behörden in gewerblichen und in industriellen Genehmigungsverfahren.

Bearbeitet wurde eine Gesamtfläche von 4.155 km^2 , das entspricht 25 % der Landesfläche, und zwar jenem Teil, auf dem mehr als 60 % der Bevölkerung leben. Zonierte wurden rund 187.000 ha Wald, das sind 20 % der steirischen Waldfläche. Die Ergebnisse der Inventur wurden u.a. zwischenzeitlich von den Fachabteilungen der Landesregierung für die Planung von Meßnetzen zur Luftüberwachung und zur Einrichtung von Kontrollbaumnetzen zur periodischen Ermittlung der Schadstoffgehalte in den Nadeln der Indikatorbaumart Fichte verwendet. Das Bildmaterial wurde zentral archiviert und wird weiterhin für diverse geodätische Arbeiten sowie für Kulturgattungsfeststellungen u.ä. verwendet (SCHNOPFHAGEN, 1980).

Die Absicht zur Gewinnung von Informationen über die allgemeine Umweltsituation und regional- und landesplanerische Fragestellungen führten wie in Steiermark auch im Bundesland Tirol zunächst 1975 zu einer probeweisen Luftbildinventur des unteren Inntales zwischen Brixlegg und Kufstein. Im Rahmen des Projektes "Umweltbestandsaufnahme durch Fernerkundung und Bodenmessung" des Österr. Bundesinstitutes für Gesundheitswesen wurde im Einvernehmen zwischen dem Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz und der Tiroler Landesregierung dann 1977 die Untersuchung der lufthygienischen

Situation im Bundesland Tirol in Auftrag gegeben. Für die Zwecke der Immissionszonenkartierung wurden etwa 1200 km² beflogen.

In den beiden Großprojekten kam der Kodak Aerochrome Infrared Film Type 2443 zum Einsatz. Die auf mehrere Jahre verteilten Befliegungen wurden in Steiermark durch das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen vorgenommen. Das in Tirol zur Kartierung verwendete Bildmaterial entstammte einem Bildflugoperat der Luftbildkompanie Langenlebarn des Österr. Bundesheeres. In beiden Bundesländern lagen die Bildmaßstabszahlen für die zu bearbeitenden Gebietsbereiche überwiegend zwischen 1 : 8000 und 1 : 12000; nur für wenige Teilbereiche standen Luftbilder mit größeren Bildmaßstäben zur Verfügung.

(Die nachstehenden Abschnitte wurden gegenüber dem Vortragsmanuskript erweitert.)

ERFAHRUNGEN AUS VORUNTERSUCHUNGEN

Bevor ich auf einige Auswertungsdetails dieser beiden Großprojekte eingehe, sei es mir gestattet, einige Erfahrungen zu skizzieren, die ich im Rahmen von Forschungsprojekten der Forstlichen Bundesversuchsanstalt in den Jahren 1967 und 1968 in Zeltweg/Steiermark, in Gailitz-Arnoldstein/Kärnten und in Hochfilzen/Tirol damals mit dem Kodak Ektachrome Aero-Film Type 8443 sowohl mit Kleinbildfilmmaterial als auch mit Luftbilddiapositiven im Format 23 x 23 cm sammeln konnte.

Farb-Infrarotbilder - wegen ihrer spezifischen Farbgebung auch "Falschfarbenbilder" genannt - ermöglichen es, den Vitalitätszustand der Vegetation leichter zu erkennen, als mit dem freien Auge und erlauben es, Rückschlüsse auf den Grad der Beeinflussung oder Schädigung durch abiotische Stressoren oder biotische Schädlinge zu ziehen.

Das Infrarot-Farbfoto macht aus der "Vogelperspektive" für den Spezialisten Tatbestände sichtbar, die normalerweise aus der "Froschperspektive" nicht ohne weiteres oder nur schwer erkennbar sind. Zur Verifizierung der Bildinformationen der Farb-Infrarot-Luftbilder ist es nun aber unbedingt notwendig, Vergleiche im Gelände anzustellen, um u.a. gegebenenfalls durch bestimmte Standortsbedingungen hervorgerufene Vitalitätsunterschiede von Waldbeständen, von jenen die schädigungsbedingt sind, trennen zu können. Die Kenntnis der örtlichen, ökologischen und forstlichen Gegebenheiten ist somit eine sehr wesentliche Voraussetzung für eine optimale Bildauswertung.

Um mögliche falsche Hoffnungen bei Landwirten, Forstwirten und Umweltschutz-Fachleuten, etwa im Hinblick auf die Erkennung sogenannter unsichtbarer Pflanzenschädigungen, erst gar nicht aufkommen zu lassen, sei mit aller Deutlichkeit gesagt: Ein Luftbildfilm bildet nichts ab, was das geschulte und optisch bewaffnete Auge des Spezialisten eventuell aus der "Froschperspektive" oder aber zumindest aus der "Vogelperspektive" nicht auch erkennen könnte! Diese Tatsache mindert die Vorteile eines Infrarot-Farbfilmes und die beachtlichen Vorteile des Luftbildes nicht im geringsten.

Das einmalige Überfliegen eines Gebietes mit Flugzeug, ausgestattet mit einer hoch entwickelten Kamera und speziellem Filmmaterial, kann wesentlich mehr sehr übersichtlich aufdecken als monatelange Erhebungen im Gelände. Von großer praktischer Bedeutung für die Forstwirtschaft und auch für die übrige Landeskultur, sowie für den Umweltschutz ist die Erkennung und Abgrenzung solcher Schädigungen am Wald, die durch terrestrische Kon-

trollen relativ schwer oder zeitraubend erfaßbar sind. In Industrieländern sind dies in erster Linie Schädigungen durch gas- und staubförmige Luftverunreinigungen.

HILDEBRANDT und KENNEWEG (1968) führten seinerzeit bezüglich des Verfahrens der Schaderkennung mittels geeigneter falschfarbiger Luftbilder gegenüber anderen Methoden zahlreiche Vorteile ins Feld und hoben hervor: "Großes praktisches Interesse besitzt die Abgrenzung von Schadflächen (bzw. Immissionszonen) vor allem dann, wenn einer terrestrischen Erhebung Schwierigkeiten entgegenstehen. Das kann dort sein, wo die Schädigungssymptome an sich schlecht erkennbar sind, wo in erster Linie die oberen Teile der Kronen betroffen sind, wo Schäden über größere Flächen verteilt, bzw. unregelmäßig auftreten, oder wo das Gelände schwer zugänglich ist".

Im Hinblick auf großräumige Immissionszonenkartierungen behielt eine zusammenfassende Feststellung von POLLANSCHÜTZ (1968) bis heute ihre Bedeutung: "Die speziellen Eigenschaften des geprüften Infrarot-Farbluftbildfilmes lassen eine wertvolle Hilfe bei der Erkennung von Schadzentren und zumindest zur raschen, objektiven Abgrenzung von stark rauchgeschädigten, aber auch insekten- und pilzbefallenen Waldzonen erwarten." Diese Feststellung ist aber dahingehend zu ergänzen, daß großräumige Immissionszonenkartierungen kleinflächige terrestrische Aufnahmen für spezielle Fragestellungen des Forstschutzes, des Umweltschutzes oder für die Bemessung und Bewertung von Schädigungen nicht ersetzen können. Großräumige Kartierungen dienen dagegen vor allem der Gewinnung von Informationen über die allgemeine Umweltsituation, sie dienen der Dokumentation von Vegetationsschädigungen und sie bilden Grundlagen für die Landes- und Raumplanung sowie für Umweltschutzmaßnahmen.

AUSWERTUNGSVORGANG BEI GROSSRAUMINVENTUREN

Die Auswertung der Luftbilddiapositive erfolgte bei beiden Kartierungen auf dem Wege der herkömmlichen, qualitativ visuellen Interpretation. Die gewählte Auswertungsmethode umfaßte vier Arbeitsphasen. Die *erste* Phase war einem intensiven Interpretationstraining durch Vergleich der Bildinformationen mit den Gegebenheiten in der Natur und der Erarbeitung eines auf die Luftbildqualität des betreffenden Flugoperates abgestimmten Interpretationsschlüssel vorbehalten. Der *zweite* Schritt umfaßte die Interpretation der Luftbilddias über einem Durchlichttisch und die provisorische Kartierung der Schädigungszonen. In der *dritten* Arbeitsphase wurde das vorläufige Interpretationsergebnis in der Natur stichprobenweise überprüft und gegebenenfalls Korrekturen an der Abgrenzung der Schädigungszonen unter Beachtung der an den Baumkronen visuell erkennbaren Schädigungssymptomen vorgenommen. Für problematische Teilbereiche erfolgte die endgültige Abgrenzung der Schädigungszonen im Büro bei Stereobetrachtung (und Vergrößerung) mit Hilfe eines Spiegelstereoskopes. Diese *vierte* Arbeitsphase war als stichprobenweise Kontrolle insbesondere für schwach durch Immissionen beeinflußte Bereiche gedacht und ermöglichte aufgrund der Häufigkeit des Auftretens der in unterschiedlichem Ausmaß geschädigten Nadelbaumkronen eine endgültige Entscheidung über die Zuordnung zu den Schädigungszonen. Im allgemeinen wurden Fichtenbestände erst ab einem Alter von 40 Jahren beurteilt.

Dem Wesen einer Großrauminventur bzw. dem Zielen der Erarbeitung einer globalen Übersichtszonierung entsprechend, handelte es sich bei der eingeschlagenen Arbeitsmethode letztlich um eine "Extensivinventur", dies bedeutet, daß für die Zuordnung der einzelnen örtlichen Bereiche zu den Schädigungszenen in erster Linie das "flächige" Erscheinungsbild maßgebend war, und erst in zweiter Linie die Häufigkeit des Auftretens unterschiedlich geschädigter Einzelbaumkronen als Entscheidungskriterium Beachtung fand. Dies war insbesondere in jenen Bereichen der Fall, für die eine stichprobenweise stereoskopische Auswertung als notwendig erachtet worden ist.

Für bestimmte Gebietsbereiche, in denen standortsbedingte verminderte Vitalität der Nadelbaumarten zu erwarten war, so etwa auf relativ trockenen Standorten, wurden sicherheitshalber einige Detailauswertungen bereits während des Interpretationstrainings im Gelände vorgenommen, um Verwechslungen mit immissionsbeeinflußten Waldungen möglichst auszuschließen. Für einige Bereiche der Hauptexposition "Nord" war es mit Rücksicht auf Schlag- und Hängschatten notwendig, durch stichprobenweise terrestrische Taxation und Kartierung die Ausscheidung der Immissionszonen zu ergänzen.

VITALITÄTS- UND SCHÄDIGUNGSSTUFEN

Die vegetationsspezifischen Immissionszonenkartierungen stützten sich im wesentlichen auf die "Indikatorbaumart Fichte". Je nach Bildqualität konnten im Luftbilddiapositiv 3 oder 4 Vitalitäts- bzw. Schädigungsstufen der Einzelkronen unterschieden werden. Die vierteilige Skala war in Bezug auf die Hauptbaumart Fichte wie folgt charakterisiert:

Vitalitätsstufe 1 "gesund": dunkelrote Farbtöne bei Kronen von Alt-fichten, hellere und kräftigere Farben bei jüngeren Bäumen.

Vitalitätsstufe 2 "leicht geschädigt": gegenüber gesunden Bäumen leichtes Verblasen der Rottöne, oder in manchen Fällen Übergänge zu Brauntönen und andeutungsweisen Farbnuancen in Richtung grün - blau; herrschen im Bildmaterial grundsätzlich blaue gegenüber roten Farbtönen vor, dann gewinnen bei dieser Schädigungsstufe blaue Farbtöne gegenüber meist blassen roten Farben das eindeutige Übergewicht.

Vitalitätsstufe 3 "stark geschädigt": starkes Verblasen der Rottöne, Übergänge zu "schmutzig" rotbraunen, braunen und grauen Farbtönen, deutliches Hervortreten von Farbnuancen in Richtung grün - blau; bei "blaustichigen" Luftbilddielen erscheinen die Einzelbaumkronen bei "Mittlicht" in hellblauen Farbtönen und bei "Gegenlicht" in dunkelblauen Farbtönen.

Vitalitätsstufe 4 "abgestorben": die einzelnen Kronen erscheinen in grünen und blaugrünen Farbtönen.

Die von Flugoperat zu Flugoperat bisweilen stark wechselnde Bildqualität machte es leider notwendig, die Skala und Charakterisierung der Vitalitäts- bzw. Schädigungsstufen so flexibel wie möglich zu gestalten. Zur Frage der Bedeutung dynamischer Interpretationsschlüssel im Vergleich zu einer "statischen" Typologie luftbildrelevanter Schädigungssymptome sei auf Ausführungen von KENNEWEG (1980) verwiesen.

Die im Luftbild erkennbaren Farbton- und Helligkeitsunterschiede, aber auch baumartenspezifische Strukturunterschiede, so etwa der Fichten gegenüber anderen Baumarten, mußten im Zuge des auf bestimmte Bildflüge

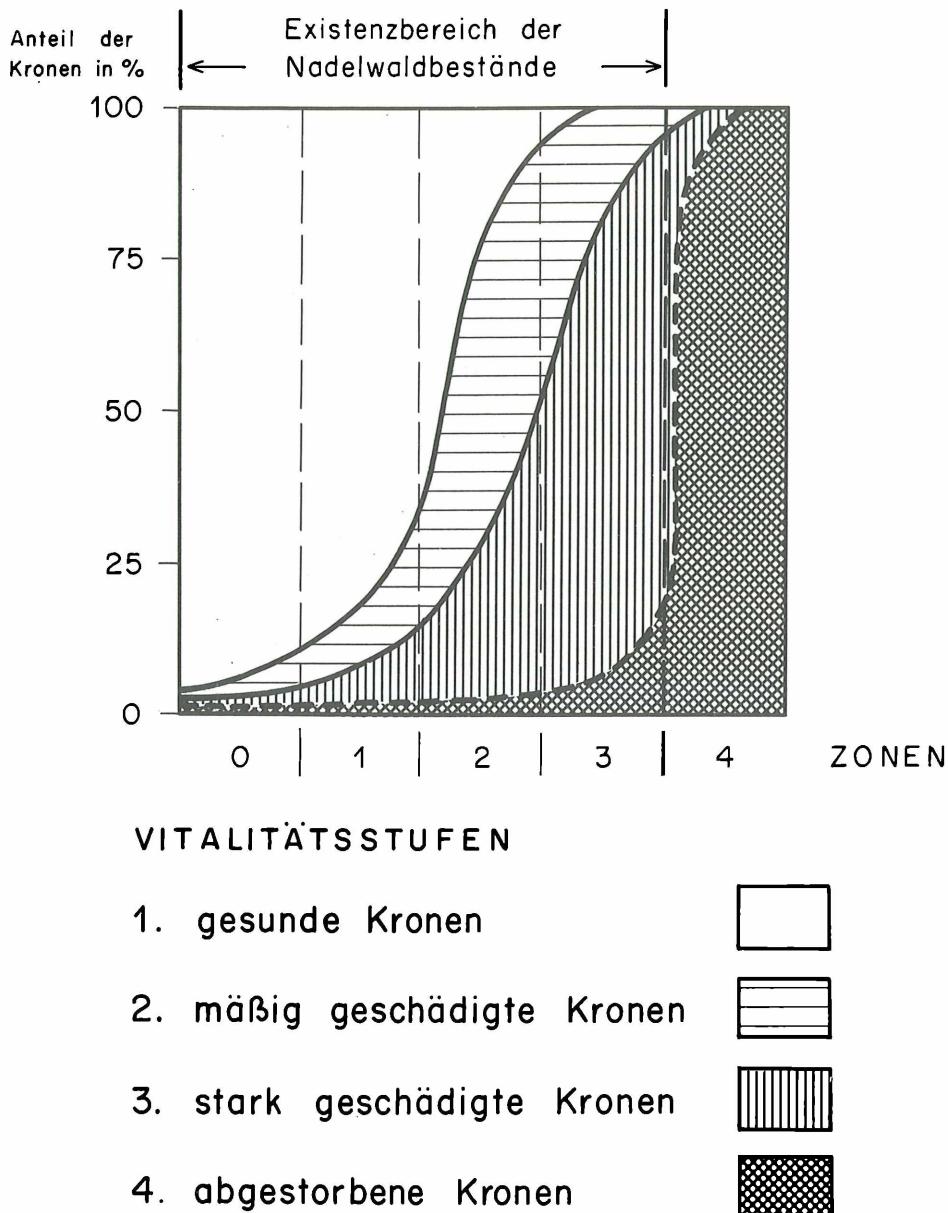


Abbildung 1: Anteile der Vitalitäts- bzw. Schädigungsstufen der Fichtenkronen in den vegetationsspezifischen Immissionszonen.

bezogenen Interpretationstrainings mit phänologischen Merkmalen in Einklang gebracht werden. Entscheidend für die terrestrische Beurteilung waren als Einzelmerkmale der *Benadelungsgrad* bzw. die durchschnittliche Zahl der lebenden Nadeljahrgänge im oberen Kronenbereich, die *Nadelfarbe*, die Nadellänge, die Triebänge und Anzahl der Nadeln je Jahrestrieb, insgesamt die Kronendichte oder der Schüttungsgrad somit letztlich als Entscheidungskriterium der reale Gesamtzustand der einzelnen Kronen zum Zeitpunkt der Beurteilung.

Bei den Einzelbaummerkmalen handelt es sich im wesentlichen um qualitative Bestimmungskriterien. Jenes Merkmal, das sich am ehesten noch quantifizieren und somit bis zu einem gewissen Grad auch verallgemeinern läßt, ist der *Benadelungsgrad*, soferne er im Anhalt an die durchschnittliche Zahl der lebenden Nadeljahrgänge definiert ist. Es werden daher in bezug auf dieses Einzelbaummerkmal, das überdies einen sehr entscheidenden Einfluß auf die Farbwiedergabe im Falschfarbenluftbild nimmt, bei der Beschreibung der einzelnen Schädigungs- bzw. vegetationsspezifischen Immissionszonen diesbezügliche Hinweise gegeben, die aber nicht zu einer weitreichenden Generalisierung Anlaß geben sollten.

SCHÄDIGUNGS- BZW. IMMISSIONSZONEN

Die relative Häufigkeit des Auftretens von Vitalitäts- bzw. Schädigungsstufen der Kronen, die teilweise im Luftbild auch zu einem deutlich ausgeprägten "flächigen" Erscheinungsbild führten, waren ausschlaggebend für die Einstufung bestimmter Gebietsbereiche in die Zonen unterschiedlicher Schädigung bzw. langfristig wirksam gewesener Immissionsbelastung. Bei stichprobeweisen Intensivkontrollen wurden Bestände mit bis zu 5 % Fichtenkronen der Vitalitätsstufe 3 noch der schädigungsfreien Zone Ø zugeordnet (siehe Abb. 1). Waren Kronen der Vitalitätsstufe 3 mit 5 - 15 % vertreten, erfolgte die Zuordnung zur Zone 1, die als bereits durch Immissionen "beeinflußte" Zone angesehen wurde. Als der "leicht bis mäßig geschädigten" Zone 2 zugehörig wurden Fichtenbestände klassifiziert, in denen 15 - 50 % der Kronen der Vitalitäts- - bzw. Schädigungsstufe 3 zuzurechnen waren. Bei mehr als 50 % Kronen der Schädigungsstufe 3 erfolgte die Zuordnung zur "stark geschädigten" Zone 3. In der "sehr stark geschädigten" Zone 4 konnten gelegentlich nur mehr Einzelexemplare offenbar sehr widerstandsfähiger Fichten aber mit stark geschädigten Kronen vorgefunden werden.

Dem äußereren Erscheinungsbild der Fichten nach können die Schädigungs- bzw. Immissionszonen wie folgt charakterisiert werden:

Zone Ø "schädigungsfreie Zone": An den Fichten können zumindest im oberen Kronenbereich durchschnittlich 7 (gelegentlich bis 9 oder auch mehr) Nadeljahrgänge festgestellt werden, die Kronen erscheinen daher dicht und in gesunden grünen Farben.

Zone 1 = "beeinflußte Zone": Die Fichten verfügen im Durchschnitt über 5 bis 6 nur zum Teil auch noch über mehr Nadeljahrgänge. Es treten jedoch bereits relativ häufig im Gesamteindruck schütter erscheinende Fichten auf. Die älteren Nadeln zeigen eine schmutzig-grüne Farbe. Forstwirtschaftlich bedeutsame Zuwachsverluste sind in dieser Zone noch auszuschließen. (Im Luftbild überwiegen Nadelbaumkronen der Vitalitätsstufe 1 oder sie halten sich zumindest die Waage mit jenen der Vitalitätsstufe 2.)

Zone 2 "leicht bis mäßig geschädigte Zone": Die meisten Fichten verfügen durchschnittlich nur mehr über 4 bis 5 Nadeljahrgänge (im oberen Kronenbereich meist nur 4 Nadeljahrgänge), wobei die älteren Nadeln eine schmutziggrüne bis braungrüne Farbe aufweisen. (Im Luftbild überwiegen im allgemeinen Kronen der Schädigungsstufe 2. In älteren Beständen sind nur mehr wenige Kronen der Vitalitätsstufe 1 festzustellen; Einzelbaumkronen der Schädigungsstufe 3 treten vor allem in den älteren Beständen auf.)

Zone 3 "stark geschädigte Zone": Die Fichten verfügen im Durchschnitt nur mehr über 3 - 4 Nadeljahrgänge (im oberen Kronenbereich vielfach nur 2 - 3 Nadeljahrgänge); die Kronen erscheinen folglich schütter bis sehr schütter. Die älteren Nadeln sind schmutzigbraun. (Im Luftbild überwiegen die Kronen der Schädigungsstufe 3, nur vereinzelt sind Kronen der Vitalitätsstufe 1 festzustellen, der Schädigungsstufe 2 sind relativ wenige Kronen zuzurechnen). In dieser Zone erleidet die Forstwirtschaft bereits sehr erhebliche Einbußen bei der Nadelholzproduktion.

Zone 4 "sehr stark geschädigte Zone": An die Stelle von Fichtenbestände sind schüttere teilweise deutlich geschädigte Lärchen- und Laubholzbestände getreten. Die Fichte existiert örtlich bei günstigen Bodenverhältnissen und in relativ geschützter Lage nur mehr in stark geschädigten Einzel'exemplaren. In extremen Fällen führen Immissionen hoher Konzentration auf ungünstigen Standorten praktisch zur Vegetationslosigkeit. Die häufige und hohe Anreicherung der Luft mit phytotoxischen gasförmigen Verbindungen und Stäuben kann in solchen Bereichen auch bereits zu erheblichen Belästigungen des Menschen führen.

ERKENNUNG VON SCHADURSACHEN

So einfach die Beschreibung der Schädigungs- bzw. Immissionszonen hier oder bei POLLANSCHÜTZ (1973) oder bei SCHNOPFHAGEN (1980) aussehen mag, so schwierig kann im Einzelfall eine der Sachlage entsprechende Zuordnung von Schädigungssymptomen zu bestimmten Schadursachen sein. Bei einer Immissionszonenkartierung sind daher von den Interpreten neben Kenntnissen über Wirkungen von Luftverunreinigungen auch einige Erfahrungen aus dem Bereich des Forstschutzes zu verlangen.

Die direkte Erkennung von abiotischen oder biotischen Schadursachen in Luftbildern ist nur in Ausnahmefällen beim Auftreten charakteristischer Schadmuster mit Vorbehalten möglich. Die in vielen Fällen leider unspezifischen Schädigungssymptome bereiten selbst dem Forstschutzspezialisten bei der Erkennung oder richtigen Deutung in der Natur bisweilen nicht unerhebliche Schwierigkeiten.

Akute Schädigungen der Vegetation etwa durch Schwefeldioxid, Fluorwasserstoff oder Chlorverbindungen verursacht, können sich durch rotbraune Verfärbungen der Nadeln der Koniferen manifestieren, was im Farb-Infrarotbild durch sehr deutliche Farbverschiebungen zum Ausdruck kommt. Sehr ähnliche rotbraune Verfärbungen der Nadeln können aber auch durch Frostschäden bedingt sein.

Chronische Langzeitwirkungen von Schwefeldioxid oder von Mischimissionen (mehrere Schadstoffkomponenten jeweils geringer Konzentration) bewirken im allgemeinen durch Absterben älterer Nadeljahrgänge eine Ver-

lichtung der Kronen von innen nach außen. Ein ähnlicher Gesamteindruck der Baumkronen resultiert aber auch bei Trockenschäden oder nach Befall bestimmter Nadelpilze oder beim Auftreten von Hallimaschbefall im Wurzel- und Stockbereich, ebenso wie nach dem Befall durch Schadinsekten, wie etwa Fichtenadelnestwickler oder Nadelbaumspinnmilben. Stark verlichtete oder abgestorbene obere Kronenpartien können ihre Ursache in Fluorwasserstoffimmissionen ebenso haben wie in Frosttrocknis oder in speziellen Pilzkrankungen, sie können aber auch durch Fichtenblattwespenbefall verursacht sein.

Eine sehr gewissenhafte Beobachtung und Prüfung der Schadssymptome anlässlich des Interpretationstrainings und bei stichprobeweisen Kontrollen der Kartierungsergebnisse sind mit Rücksicht auf die mögliche Mehrdeutigkeit bestimmter Schädigungssymptome eine unabdingbare Voraussetzung für Immissionszonenkartierungen.

ABSCHLIESSENDE BEMERKUNGEN

Bei der Erkennung und Zonierung von Immissionszonen wurde die Tatsache genutzt, daß die meisten Pflanzen auf die zahlreichen Luftverunreinigungen um vieles empfindlicher reagieren als der Mensch oder das Tier. Besonders empfindlich sind die immergrünen Nadelbaumarten, bei denen es in den mehrjährig am Baum bleibenden Nadeln zu einer Akkumulierung von Schadstoffen und folglich zur frühzeitigen Alterung kommt. Tannen, Fichten oder Weißkiefern zeigen die meisten Arten der Luftverunreinigungen und die damit verknüpfte Verschlechterung der Luftqualität viel früher an, als die Konzentrationen in der Luft für den Menschen gefährlich werden können.

Zur Beantwortung von regionalen Fragestellungen der Landesplanung und des Umweltschutzes, kann es von Nutzen sein, immissionsbedingte Vegetationsschäden abzugrenzen und nach dem offensichtlichen Grad der Einwirkung der toxischen gas- und staubförmigen Stoffe zu zonieren. In den Bundesländern Steiermark und Tirol konnte gezeigt werden, daß für derartige Aufgaben der Erkennung und Abgrenzung von Vegetationsschäden Luftbilder wertvolle Hilfsmittel darstellen, wenn auf diesen - wie KENNEWEG (1980) ausdrücklich betont - luftbildsichtbare Schädigungsmerkmale der Baumkronen hinreichend kontrastiert dargestellt werden. Mit HILDEBRANDT (1980) gemeinsam vertrete ich daher die Ansicht, daß die Interpretationsaufgabe der Erkennung unterschiedlicher Vitalitäts- oder Schädigungsstufen der luftbildsichtbaren Baumkronen durch einen forstlich und immissionskundlich erfahrenen Fachmann auch nicht irgendwelche Luftbilder erfordert, sondern solche, die auf einwandfreiem Filmmaterial unter möglichst optimalen Bedingungen aufgenommen und sachgerecht entwickelt worden sind.

ZUSAMMENFASSUNG

Im Interesse einer großräumigen Erkundung der lufthygienischen Situation sowie für regional- und landesplanerische Zwecke wurden 1971 bis 1978 in Steiermark und 1977 in Tirol Bildflüge als Grundlage für vegetations-spezifische Immissionszonenkartierungen durchgeführt. Verwendet wurde der Kodak Infrared Aerofilm. Die Bildmaßstäbe lagen überwiegend zwischen 1 : 8000 und 1 : 12000. Den beiden Großprojekten gingen entsprechende Detailuntersuchungen voraus. Beschrieben werden der Auswertungsvorgang, die

Vitalitätsstufen der Kronen der gewählten Indikatorbaumart Fichte und die Charakteristiken der Schädigungs- bzw. Immissionszonen. Auf die Schwierigkeiten der Erkennung der Schadursachen wird hingewiesen.

Schlüsselwörter: Infrarot-Farbfilm, Luftbilder, Fichte, Vitalitätsstufen, Immissionszonenkartierung.

SUMMARY

In the years 1971 - 1978 in Styria and 1977 in Tyrol photographic flights were carried out to give basical informations for mapping air-polluted areas, as well as for an exploration of the air-quality situation for regional and landscape planning. The Kodak-Infrared-Aerofilm was used. The photo scales varied between 1 : 8000 and 1 : 12000. Preliminary studies were done before starting these two large projects. The applied method of interpretation, the different crown vigour classes (of norway-spruce, the chosen indicator species) and the characteristics of the different damaged or influenced areas were described. Some difficulties concerning the identification of forest damage were pointed out.

Keywords: Color infrared aerial film, aerial photographs, norway-spruce, vigour classes, mapping of air-polluted areas.

LITERATURHINWEISE

HILDEBRANDT, G., 1980: Voraussetzungen und Praxis der Inventur von Vegetationsschäden durch Fernerkundung. Allgemeine Forstzeitschrift, München, 35.Jg., Nr. 27, S.720-723.

HILDEBRANDT, G. und H. KENNEWEG, 1968: Einige Anwendungsmöglichkeiten der Falschfarbenphotographie im forstlichen Luftbildwesen. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 139.Jg., H.9, S.205-213.

KENNEWEG, H., 1980: Luftbildinterpretation und die Bestimmung von Belastung und Schäden in vitalitätsgeminderten Wald- und Baumbeständen. Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, Band 62, 223 S.

POLLANSCHÜTZ, J., 1968: Erste Ergebnisse über die Verwendung eines Infrarot-Farbfilmes in Österreich für die Zwecke der Rauchschadensfeststellung. Centralblatt für das gesamte Forstwesen, 85.Jg., H.2, S.65-79.

POLLANSCHÜTZ, J., 1973: Luftbildinventur von Vegetationsschäden mit Infrarotfilm in der Steiermark. Allgemeine Forstzeitung Wien, 84.Jg., H.2, S.37-41.

SCHNOPFHAGEN, S., 1980: Großräumige Erhebung von Immissionszonen mit Infrarot-Film in der Steiermark. Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien, H.131, S.33-43.