

M. Cagirici

*

Gartenamt, Freiburg i.Br. Bundesrepublik Deutschland

UNTERSUCHUNGEN ZUR KLASSIFIZIERUNG VON BAUMSCHÄDEN
MIT FARBMESSGERÄTEN

Zusammenfassung

Seit der Entwicklung von IRC-Luftbildern versuchen die Luftbildinterpreten an Hand der Remissionserscheinungen von verschiedenen geschädigten Bäumen sowohl visuell mit Hilfe des Spiegelstereoskops als auch mit verschiedenen Farbauszugs-(Äquidensiten) Methoden Schäden festzustellen. Bei visuellen Schadinventuren kann das menschliche Auge - bedingt durch verschiedene Schwierigkeiten - nicht immer eine gleichmäßig objektive Aussage machen. Diese Schwierigkeiten sind Übermüdung der Augen, mangelnde Differenzierung feiner Farbnuancen, nicht optimales Stereo-Sehvermögen etc.. Um diese subjektiven Einflüsse zu vermeiden wurden die Farbanteile verschiedener geschädigter Bäume mit zwei unterschiedlichen Farbmessgeräten (Macro- und Microdensitometer) ausgemessen. Dabei wurde folgendes festgestellt: a) Die Farbmessungen beider Geräte sind an gleichen Objekten im selben Bildmaterial fast identisch; b) es lassen sich drei Schadstufen abgrenzen (vital, geschädigt, tot); an Hand der Farbanteile (rot/grün/blau) kann man verschiedene Baumarten identifizieren.

Summary

On the classification of tree damages with color instruments measurement. Since the development of IRC-aerial photography, aerial photograph interpreters have attempted to assess damages on the basis of remissions appearances of different damaged trees both visually with the help of the mirror stereoscope and as well as with different color extraction methods. A number of difficulties prevent the human eye from arriving at consistently objective results in visual damage inventories. These difficulties involve eye strain, insufficient differentiation of delicate color nuances, lack of optimal stereo-sight ability, and so on. In order to avoid these subjective influences, the color percentages of various damaged trees were measured with two different color measurement instrument (macro and microdensitometer). Here by the following could be established: a) the color-measurements of both instruments are almost identical with the same objects in the same photo material; b) three damage levels can be determined (healthy, damaged, dead); c) tree species can be identified on the basis of color percentages (red/ green/ blue).

* = Die Arbeit wurde in Abteilung Luftbildmessung und -interpretation der Universität Freiburg durchgeführt.

Einleitung und Problemstellung

Mit der Entwicklung von IRC-Luftbildern ist die Beurteilung der Vitalität von Bäumen und vieler Baumschäden anhand von Luftbildern leichter, schneller, objektiver und billiger als mittels terrestrischer Schadinterpretation geworden. Andererseits erfordert die zunehmende Umweltbelastung (Industrieemissionen, Streusalz, Autoabgase usw.) rasche und noch objektivere Interpretationsmethoden um den momentanen Gesundheitszustand der Vegetationen (hier der Bäume) und der Änderungen mit der Zeit zuverlässig feststellen und erfassen zu können. Schadinterpretationen mit Hilfe des Spiegelstereoskops aus IRC-Luftbildern haben sich wiederholt als erfolgreich erwiesen, (in Deutschland z.B. Kenneweg 1972, Kadro-Kenneweg 1973, Gartenamt Karlsruhe 1977, Cagirici-Hildebrandt 1978, Anonymous 1978 usw). Stereoskopische Auswertung der Luftbilder, speziell für die Schadinterpretationen ist anstrengend und erfordert vom Menschen außerordentliche Aufmerksamkeit, um den Gesundheitszustand für einzelne Bäume richtig und objektiv nach Schadklassen einzustufen. Es ist unsere langjährige Erfahrung, daß bei einer Schadinterpretation der Interpret i.d.R. nur 5 Minuten stereoskopisch betrachten kann und sich danach jeweils 5 Minuten ausruhen muß. Die Interpretation wird dadurch zeitraubend. Ein weiteres Problem ergibt sich bei der Schadinterpretation von Straßenbäumen: Im Gegensatz zu vielen Waldbeständen sind in städtischen Gebieten i.d.R. eine Vielzahl von z.T. auch exotischen Baumarten zu interpretieren. Dies führt zu erheblichen Schwierigkeiten bei der Erstellung des Interpretationsschlüssels wie auch bei der Schadinterpretation selbst und verlangt vom Interpreten noch zusätzliches Können.

Um die Schwierigkeiten zu vermindern wurden während der letzten 10 Jahren mehrere Untersuchungen über Möglichkeiten einer digitalen Luftbildauswertung veröffentlicht (Maurer 1965, Kilchermann 1965, Akca 1970, Tzschupke 1974, Schade 1976, Fuhrer 1977 usw.). Mit der vorliegenden Arbeit wird ein weiterer und weiterführender Beitrag hierzu geliefert.

Zu prüfen war zunächst, ob die Farbanteilmessungen an Baumkronen in IRC-Luftbildern bei Verwendung eines Makro- und eines Mikrodensitometer zu gleichen oder in welchem Maße zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Danach war zu klären, inwieweit mit Hilfe beider Meßgeräte Bäume gleicher Baumart anhand der Farbanteilmessungen der abgebildeten Kronen in Vitalitäts- resp. Schadstufen eingestuft werden können, und ferner ob sich anhand der Farbanteilmessungen bestimmte Baumarten identifizieren.

Das verwendete Luftbildmaterial

Zu vergleichenden Messungen wurde folgendes Bildmaterial verwendet:

- a) Für das Stadtgebiet Freiburg
Bildmaterial: IRC - Kodak Nr. 2443
Aufnahmekammer: RMK TOPAR A 30/23
Befliegungsdatum: 22.8.1978
Maßstab: 1:6 000
- b) Mooswald nahe Freiburg
Bildmaterial: IRC - Kodak Nr. 2443
Aufnahmekammer: RMK TOPAR A 15/23
Befliegungsdatum: 16.7.1976
Maßstab: ca. 1: 5 000
- c) Mooswald nahe Freiburg
Bildmaterial: IRC - Kodak Nr. 2443
Aufnahmekammer: RMK TOPAR A 15/23
Befliegungsdatum: 16.7.1976
Maßstab: ca. 1:23 000

Arbeitsmethoden

Um die vorliegende Untersuchung durchzuführen, standen zwei Farbmessgeräte zur Verfügung: ein Macrodensitometer MACBETH TD-102 und ein Microdensitometer JOYCE LOEBL 3CS mit angeschlossenem Kleinrechner NOVA 2. Das Arbeitsprinzip und die Meßmöglichkeiten des Densitometers ist bei Tzschupke 1974 oder Cagirici 1978 und das des Microdensitometers bei Akca 1970 beschrieben.

Um die beiden Geräte zu vergleichen, wurde für das Microdensitometer an dem NOVA 2-Rechner ein Programm geschrieben, das von gemessenen Dichtewerten über drei Farbfilter (rot "Kodak 92" grün "Kodak 93", blau "Kodak 94") die jeweilige Transmissionswerte ermittelt. Anschließend werden durch dieses Programm aus diesen Transmissionswerten die prozentualen Farbanteile ($r\%$, $g\%$, $b\%$) berechnet und graphisch dargestellt. Bei der Densitometermessung (MACBETH TD-102) wurde die kleinste kreisförmige Meßblende von 0,5 mm gewählt und die Messungen linienweise in Abständen von je 0,5 mm durchgeführt. Auch die gleiche Blendenöffnung und Schrittbreite war für die Microdensitometermessungen erforderlich. Außerdem wurde für die NOVA 2 noch ein zusätzliches Programm ausgearbeitet, das die manuell ermittelten Densitometermessergebnisse (Transmissionswerte) in prozentuale Farbanteile ($r\%$, $g\%$, $b\%$) umrechnet und graphisch dargestellt.

Um die Anfangs- und Endpunkte für die einzelnen Meßlinien immer wieder zu finden, wurden sie in Luftbildern mit einer Lochmarke fixiert.

Ergebnisse

Die Ergebnisse dieser Untersuchung werden in Form von Abbildungen vorgelegt und im folgenden zusammengefaßt:

- a) Nach der Betrachtung von Abb. 1 und 2 kann man feststellen, daß die Farbmessungen beider Meßgeräte an gleichen Objekten im selben Bildmaterial fast identisch sind.

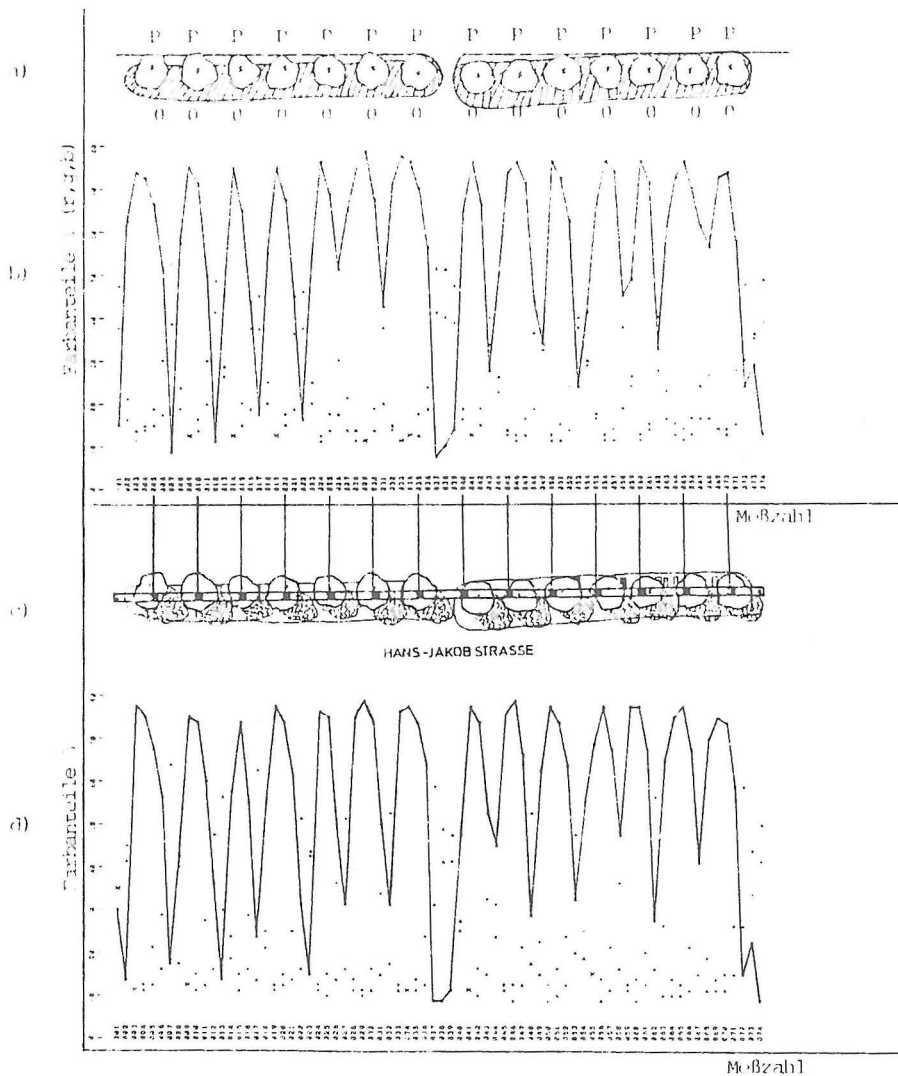


Abb.1 : Vergleichende Darstellung der Macro- und Microdensitometernmessungen

a) Baumarten und Ergebnis der visuellen Luftbildschadinterpretation

P: Platanus hispanica

0= Vital 1= Geschädigt, 2= Absterbend-Tot

b) Densitometer-Meßergebnis

c) Die Lage der Meßlinie im Luftbild

d) Microdensitometer-Meßergebnis

LEGENDE:	
(2)	= Baumkrone
⊙	= Schatten
⊠	= farbige Autos
—	= Meßlinie
■	= Farbanteile in ? "rot"
▲	= Farbanteile in ? "grün"
△	= Farbanteile in ? "blau"
X	= gleich große Farbanteile

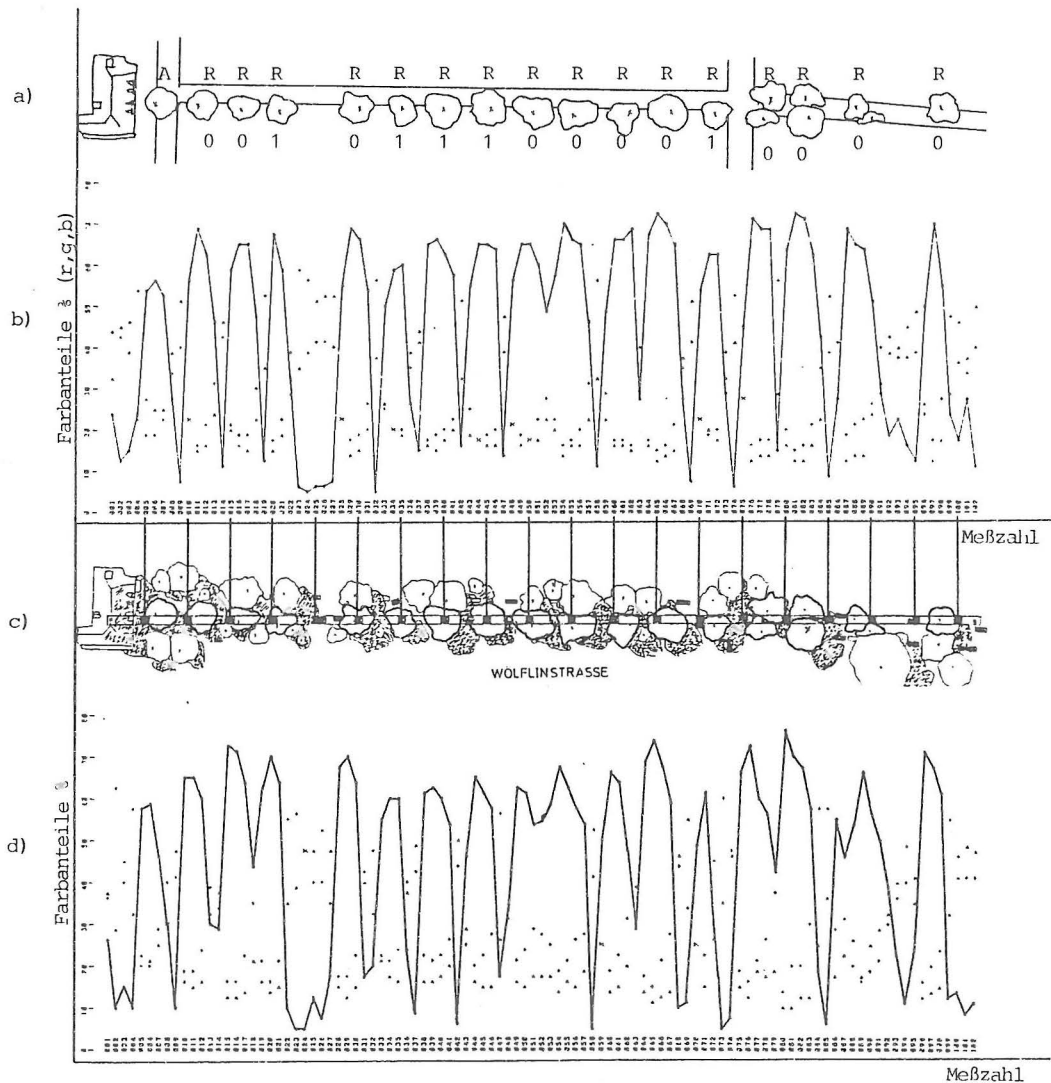


Abb. 2: Vergleichende Darstellung der Macro- und Microdensitometer

a) Baumarten und Ergebnis der visuellen Luftbildschadinterpretation

A=Aesculus hippocastanum, R=Robinia pseudoacacia
0= Vital, 1=Geschädigt, 2=Absterbend-Tot

b) Densitometer-Meßergebnis

c) Die Lage der Meßlinie im Luftbild

d) Microdensitometer-Meßergebnis

LEGENDE:

	= Baumkrone
	= Schatten
	= Parkende Autos
	= Meßlinie
	= Farbanteile in % "rot"
	= Farbanteile in % "grün"
	= Farbanteile in % "blau"
	= gleich große Farbanteile

Bei genauer Betrachtung der Abb. 1+2 zeigt sich, daß bei den Rotfarbanteilen die Microdensitometermessungen 2-3 % höher liegen als bei der Densitometermessung. Dazu kann man zwei Gründe anführen: 1.) der Photomultiplier des Microdensitometer ist empfindlicher als der des Densitometers. 2.) In der Originalausstattung des Densitometers (MACBETH TD-102) ist die kleinste Meßblende 1 mm. Da diese Blendenöffnung für das Microdensitometer zu groß war, wurde für diese Untersuchung beim Densitometer eine Meßblende von 0,5 mm eingelegt, die bereits bei früheren Untersuchungen erfolgreich eingesetzt worden war,

(Schade 1976, Rohde 1977, Cagirici 1978).

b) Man kann anhand der mit beiden Geräten ermittelten Meßergebnisse drei Schadstufen (vital, geschädigt, absterbend, tot) bei Straßenbäume (s. Abb. 1,2,3,5) und zwei Schadstufen (lebend-tot) bei Waldbeständen (s. Abb. 4) abgrenzen.

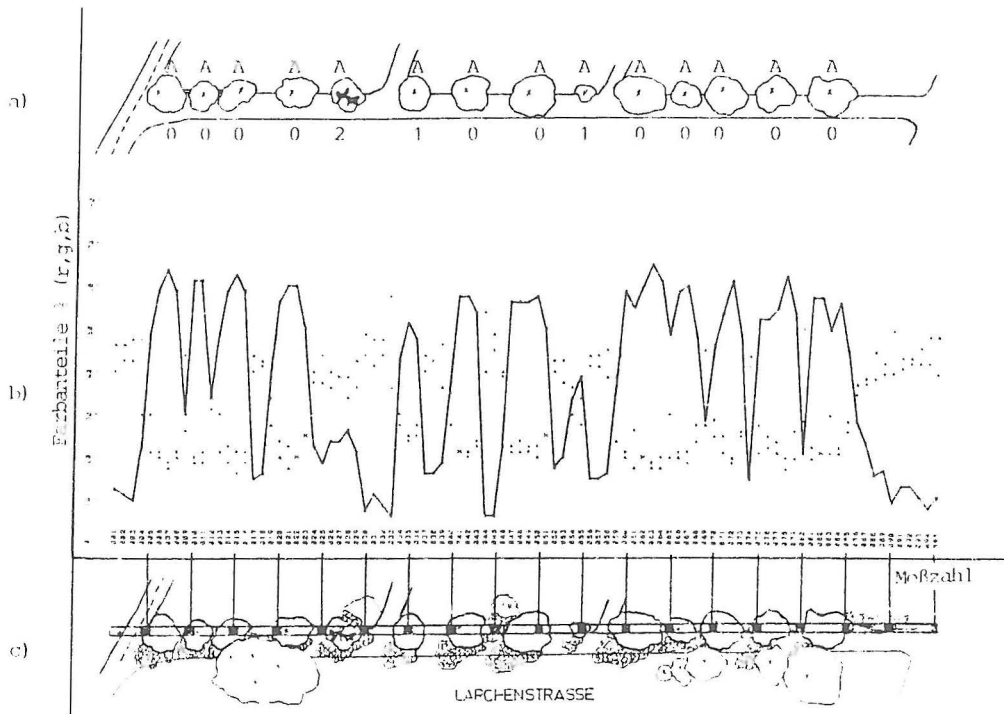


Abb. 3: Schadinterpretationsergebnis aus Microdensitometromessung
 a) Baumarten und Ergebnis der visuellen Luftbildinterpretation
 A *Aesculus corna*
 0 Vital, 1 Geschädigt, 2 Absterbend-Tot
 b) Microdensitometer-Meßergebnis
 c) Die Lage der Meßlinie im Luftbild

LEGENDE:	
	- Baumart
	- Schatten
	- Parkierte Autos
	- Meßlinie
	- Farbanteile in % "rot"
	- Farbanteile in % "grün"
	- Farbanteile in % "blau"
	- gleich große Farbanteile

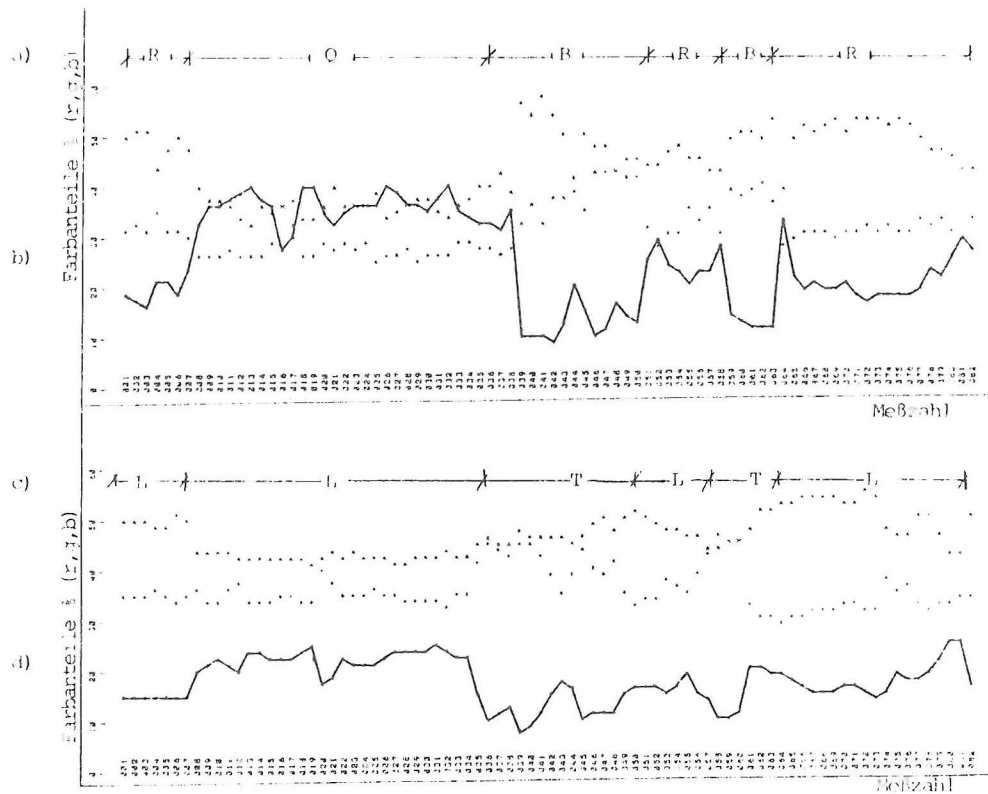


Abb. 4: Schadinterpretationsergebnis aus Microdensitometermessung von einem Waldbestand in IR Luftbildern unterschiedlichen Maßstabes.

a) Baumarten

R=Robinia pseudoacacie, Q=Quercus spec., B=Betula spec.

b) Microdensitometer-Meßergebnis im Luftbildern im Maßstab ca. 1:5000

c) Schadinventurergebnis

L=Lebend, T=Tot

d) Microdensitometer-Meßergebnis vom Luftbildern im Maßstab ca. 1:2000

LEGENDE:

- ← = Farbanteile in % "rot"
- + = Farbanteile in % "grün"
- ▲ = Farbanteile in % "blau"
- x = gleich große Farbanteile

Bei der Schadabgrenzung von Straßenbäumen muß man selbstverständlich gleiche Baumarten miteinander vergleichen (s. Abb. 5). Wie bei der klassisch-stereoskopischen Schadinterpretation muß der Interpret gleich nach dem Erhalt der Luftbilder einen spezifischen Interpretationsschlüssel (Kenneweg 1970, Cagirici 1978, Hildebrandt 1980) für die jeweilige Bildbefliegung erarbeiten.

Dazu soll für eine densitometrische Auswertung und Digitalisierung folgendes ermittelt werden;

- Spezifische Farbanteile (r%, g%, b%) einzelner vitaler Baumarten (z.B. vitale Robinia, Platane, Ahorn, Linde usw.), soweit feststellbar, sogar einzelne Unterarten (z.B. Aesculus hippocastanum oder A. cerna usw.).
- die Farbanteile der geschädigten Bäume nach Baumarten getrennt.
- die Farbanteile der Straßen, Schatten, toter Bäume, Autos usw.

Die Abgrenzung von Waldbeständen nach lebenden und toten Bäumen soll und kann in gleicher Weise durchgeführt werden. Die Erstellung des Interpretationsschlüssels wird hier jedoch durch die i.d.R. geringe Zahl auftretender Baumarten erleichtert.

c) Die Meßergebnisse zeigen, daß die Baumarten eine bestimmte Kombination der Farbanteile (r%,g%,b%) aufweisen können. In Abb. 4 gilt das z.B. für die Robinien (R) und die Eichen (Q)

Dies ermöglicht es in bestimmten Fällen - ggf.zusätzlich in Verbindung mit der Kronengröße - einzelne Baumarten zu identifizieren oder auf Baumartenunterschiede im Bestand bzw. in einer Baumreihe aufmerksam zu werden. Hierzu kann Abb. 5 als Beispiel dienen: Die Straßenbäume der "Maximilianstraße" sind *Prunus pissardii*. Von der Meßlinie wurden aber auch einige z.B. in Vorgärten stehende Bäume anderer Arten erfaßt. Das Densitogramm ermöglicht aufgrund von Kronengrößen und Farbanteilen eine Trennung von *Prunus* und den anderen Baumarten. Ist eine solche Trennung erfolgt, können in diesem Fall die *Prunus*-Bäume auf ihren Vitalitätszustand hin anhand der Meßergebnisse geprüft werden.

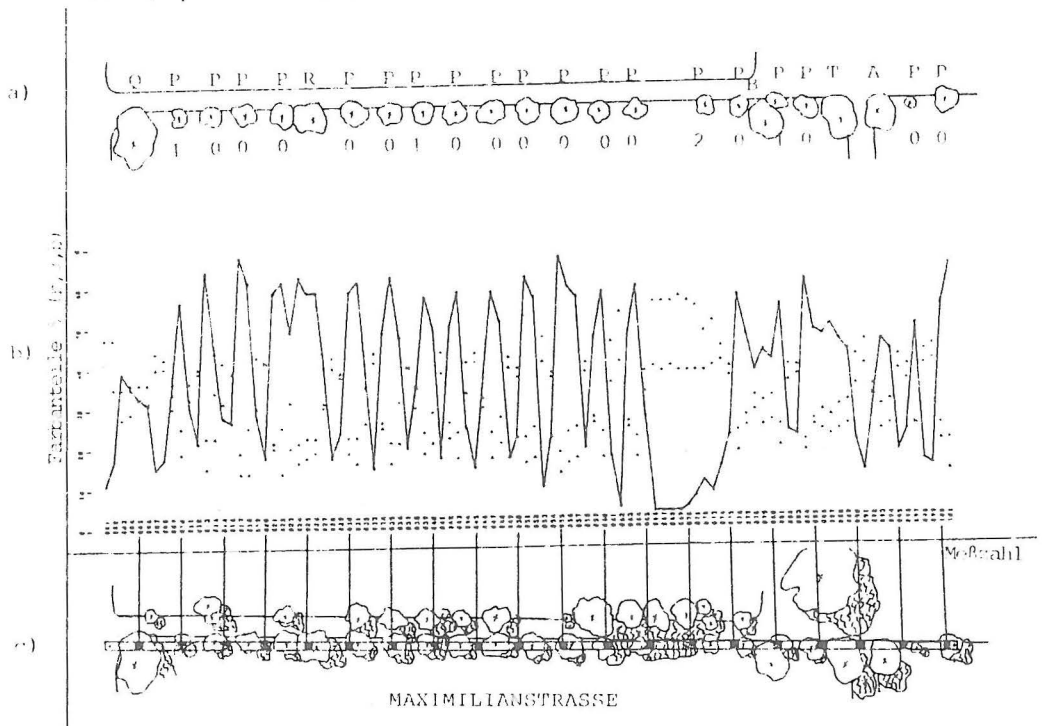


Abb. 5: Schadinterpretationsergebnis und Unterscheidung von verschiedenen Baumarten aus Mikrodensitometermessung

a) Baumarten und Ergebnis der visuellen Luftbildinterpretation
 Q=Quercus robur, P=Prunus pissardii, R=Robinia pseudoacacia,
 B=Betula spec., T=Tilia cordata, A=Acer platanoides

0-Vital, 1-Geschädigt, 2-Alsterbend-Rot

b) Mikrodensitometer-Meßergebnis

c) Die Lage der Meßlinie im Luftbild

LEGENDE:

(○)	= Baumkrone
(□)	= Schatten
(■)	= Parkende Autos
(—)	= Meßlinie
(—)	= Farbanteile in % "rot"
(—)	= Farbanteile in % "grün"
(—)	= Farbanteile in % "blau"
(X)	= gleich große Farbanteile

Literatur

- Akca, A.: Eine Untersuchung zur Unterscheidung und Identifizierung einiger Objekte auf Schwarz-Weiss-Luftbildern durch qualitative Beschreibung der photographischen Textur. Dissertation, Freiburg 1970
- Anonymous: Inventur des städtischen Grüns und Ermittlung seines Vitalitätszustandes mit dem Infrarot-Farbluftbild-ein Leitfaden-. Herausg. Hess. Min. f. Landw. und Umwelt und Magistrat der Landeshauptstadt Wiesbaden 49 S., 14 Anlagen; Wiesbaden 1978
- Cagirici, M.: Untersuchungen zur Frage der Erkennung, Klassifizierung und Inventarisierung von kranken und abgestorbenen Kiefern in IR-Farbluftbildern. Diss. Freiburg 1978
- Cagirici, M., Hildebrandt, G.: Die Beobachtung der Entwicklung von chronischen Waldschäden durch Interpretation von IR-Farbluftbildern. Proc. Int. Symp. Rem. Sens. Observ. Inv. Earth Resources End. Env., ISP + IUFRO, Freiburg 1978, S 2045-2057.
- Fuhrer, J.: Ein System für die Unterscheidung verschiedener Arten und Vitalitäten von Bäumen auf falschfarbigen Luftbildern der Stadt Bern 1977
- Gartenamt Karlsruhe: Straßenbäume in Karlsruhe- Bedeutung der Bäume - Vitalitätszustand-Baumschäden. Mitteilungen des Baudezernat Stadt Karlsruhe 1977, Landschaftsplanung LP 3
- Hildebrandt, G.: Voraussetzungen und Praxis der Inventur von Vegetationsschäden durch Fernerkundung. Technische Akademie Wuppertal 1979 (Veröff. vorgesehen).
- Kadro, A., Kenneweg, H.: Das Baumsterben auf den Farb-Infrarotbildern. Das Gartenamt. Sonderdruck aus Heft 3, 1973, S. 149-157.
- Kenneweg, H.: Die Verwendung von Farb- und Infrarot-Luftbildern für Zwecke der forstl. Photo-Interpretation unter besonderer Berücksichtigung der Erkennung und Abgrenzung von Kronenschäden in Fichtenbeständen. Diss., Freiburg, 1972
- Kilchenmann, A.: Klassifikation von landwirtschaftlichen Kulturen auf Pankromatischen- Farb- und "Falsch-Color" Luftbildern mit Hilfe von Densitometermessungen und Computer. Mitt. aus dem Geograph. Institut der Universität Zürich, Dezember 1965
- Maurer, H.: Untersuchungen zur Unterscheidbarkeit landwirtschaftlicher Kulturen im farbigen Luftbild. Diss. Philosoph. Fak. II, der Universität Zürich, 1965
- Rohe, H.: Untersuchungen zur Erkennung von Vitalitätsunterschieden an Kiefern durch digitale Auswertungen von Infrarot-Farbluftbildern. Diss. Freiburg 1977

- Schade J.,: Untersuchung der Abhängigkeit verschiedener durch digitale Auswertung von IR-Farbluftbildern gewonnenen Texturparameter von Bildort und Relief. Diplomarbeit, Freiburg 1976, (unveröffentlicht)
- Tzschupke,W.: Untersuchungen zur automatischen Identifizierung forstlich bedeutsamer Bildgestalten durch digitale Auswertung von an Infrarot-Farbluftbildern gemessenen Farb- und Texturparametern. Diss. Freiburg 1974