

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Messen von Vegetationsschäden am natürlichen Standort
Interpretationsschlüssel für die Auswertung von CIR-Luftbildern zur Kronenzustandserfassung von Nadel- und Laubgehölzen
Fichte, Buche, Eiche und Kiefer
On-site determination of vegetational injuries
Interpretation keys to evaluate aerial CIR-photographs for the assessment of crown conditions of coniferous and deciduous trees
Spruce, beech, oak and pine

VDI 3793
Blatt 2 / Part 2

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Der Entwurf dieser Richtlinie wurde mit Ankündigung im Bundesanzeiger einem öffentlichen Einspruchsverfahren unterworfen.

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The draft of this standard has been subject to public scrutiny after announcement in the Bundesanzeiger (Federal Gazette).

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite
Vorbemerkung	2
Einleitung	2
1 Anwendungsbereich	4
2 Allgemeine Kriterien für Interpretationsschlüssel	5
2.1 Anforderungen	5
2.2 Anwendbarkeit	5
3 Aufbau der Interpretationsschlüssel	6
3.1 Hauptgliederungskriterien	6
3.2 Verlichtungsmerkmale	7
3.3 Chlorosemerkmale	8
3.4 Sondermerkmale	9
4 Interpretationsschlüssel	10
4.1 Fichte	10
4.2 Buche	18
4.3 Eiche	25
4.4 Kiefer	30
5 Hinweise zur Anwendung der Interpretationsschlüssel	41
5.1 Verifizierung und Anpassung	41
5.2 Zusammenführung getrennt erhobener Kronenmerkmale	42
Glossar	42
Schrifttum	44

Contents	Page
Preliminary note	2
Introduction	2
1 Scope	4
2 General criteria for interpretation keys	5
2.1 Requirements	5
2.2 Applicability	5
3 Structure of interpretation keys	6
3.1 Main criteria of organisation	6
3.2 Crown thinning characteristics	7
3.3 Chlorosis characteristics	8
3.4 Special characteristics	9
4 Interpretation keys	10
4.1 Spruce	10
4.2 Beech	18
4.3 Oak	25
4.4 Pine	30
5 Notes on the application of interpretation keys	41
5.1 Verification and adjustment	41
5.2 Combination of separately recorded crown characteristics	42
Glossary	42
Bibliography	44

VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss
Fachbereich Umweltqualität

VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1a: Maximale Immissions-Werte

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi.de/richtlinien), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/3793.

Einleitung

Dieser Richtlinie liegt eine Veröffentlichung der Arbeitsgruppe Forstlicher Luftbildinterpreten (AFL) zugrunde [1]. Der Weißdruck von 1993 wurde 2020 aufgrund neuer technischer Entwicklungen angepasst.

Die vorgestellten Schlüssel zur Kronenzustandserfassung weisen, analog zur terrestrischen Inventurpraxis, fünf Stufen aus. Sie bauen sowohl auf Gestalts- als auch auf Farbmerkmalen auf. Eine konkrete Beschreibung der im Luftbild sichtbaren Zustandsmerkmale, einschließlich Bildbeispielen, sowie ein Gliederungsschema und vereinheitlichte Begriffe sind in der Richtlinie enthalten. Damit soll erreicht werden, dass Interpretationsergebnisse aus regional und/oder zeitlich unterschiedlichen Erhebungen miteinander verglichen werden können. Im Gegensatz zu früheren Interpretationsschlüsseln, die an die speziellen Bedingungen des jeweiligen Bildflugs geknüpft waren, hat diese Richtlinie weitgehende Allgemeingültigkeit.

Möglichkeiten zur Erkennung und Abgrenzung von Vegetationsschäden, insbesondere die Kronenzustandserfassung an Einzelbäumen in Farbinfrarot-Luftbildern (CIR-Luftbilder; CIR = Colour-Infrarot), werden in Europa seit Ende der 1960er-Jahre untersucht. Seit Anfang der 1970er-Jahre wurden die entwickelten Auswertungsverfahren als praxisreif empfohlen und in zahlreichen Fällen auch angewendet [2 bis 12].

Für die Erarbeitung der Richtlinie wurden 1993 methodische Vorarbeiten und regionale Erfahrungen aus zahlreichen damaligen Institutionen zusammengetragen:

Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions (www.vdi.de/richtlinien) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

A catalogue of all available parts of this series of standards can be accessed on the Internet at www.vdi.de/3793.

Introduction

This standard is based on a publication by the Arbeitsgruppe Forstlicher Luftbildinterpreten (AFL) [1]. The final version of the standard published in 1993 has been adapted in 2020 due to new technical developments.

The interpretation keys for crown conditions given below are analogous to terrestrial inventories in distinguishing five levels of tree damage. These levels have been established on basis of shape and colour characteristics. The standard uses a detailed description of such indications of crown conditions which are visible on aerial photographs, including typical photos, a uniform structure and standard terms. This is to ensure that results of the interpretation of those inventories, which were taken in different regions and/or at different times, can be compared. In contrast to earlier interpretation keys, which were developed individually for the specific conditions of each photo flight mission, this standard offers a validity which is almost universal.

In Europe, research on methods for the identification and differentiation of vegetational damages was started in the late 1960s, particularly on inventorying the crown condition of individual trees with the help of colour-infrared photographs (CIR). The methods developed have not only been recommended for practical use from the early 1970s onwards, they have actually been applied in a number of cases [2 to 12].

For this standard, a compilation of methodical work and regional experience from various former institutions was made in 1993:

- aus der Bundesrepublik Deutschland (siehe Richtlinie VDI 3793 Blatt 1, Tabelle 2):
 - Abteilung Luftbildmessung und Fernerkundung der Universität Freiburg
 - DLR, Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt, Oberpfaffenhofen
 - Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Freiburg
 - Bayerische Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt, München
 - Forstliche Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz, Trippstadt
 - Hessische Forstliche Versuchsanstalt, Hann. Münden
 - Landesanstalt für Ökologie (LÖLF) Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen
 - Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt, Göttingen
 - Niehaus-Umwelt-Consulting, Hann. Münden
 - Institut für Landschafts- und Freiraumplanung, Technische Universität, Berlin
 - Technische Universität, Dresden
- aus Italien:
 - Biologisches Landeslabor der Provinz Bozen, Leifers
- aus Österreich:
 - Forstliche Bundesversuchsanstalt, Wien
 - Österreichisches Umweltbundesamt, Wien
 - Umweltdata, Wien
- aus der Schweiz:
 - Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf
- from the Federal Republic of Germany (see standard VDI 3793 Part 1, Table 2):
 - Abteilung Luftbildmessung und Fernerkundung der Universität, Freiburg
 - DLR, Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt, Oberpfaffenhofen
 - Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Freiburg
 - Bayerische Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt, München
 - Forstliche Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz, Trippstadt
 - Hessische Forstliche Versuchsanstalt, Hann. Münden
 - Landesanstalt für Ökologie (LÖLF) Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen
 - Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt, Göttingen
 - Niehaus-Umwelt-Consulting, Hann. Münden
 - Institut für Landschafts- und Freiraumplanung, Technische Universität, Berlin
 - Technische Universität, Dresden
- from Italy:
 - Biologisches Landeslabor der Provinz Bozen, Leifers
- from Austria:
 - Forstliche Bundesversuchsanstalt, Wien
 - Österreichisches Umweltbundesamt, Wien
 - Umweltdata, Wien
- from Switzerland:
 - Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf

Als entscheidendes Differenzierungsmerkmal der im analogen Luftbild sichtbaren Schäden an Einzelbäumen galt lange Zeit vor allem die Farbwiedergabe der Baumkronen im Luftbild. Diese konnte aber von Bildflug zu Bildflug variieren, woraus sich Standardisierungsprobleme ergaben. Solange es sich um einmalige Auswertungen kleiner isolierter Untersuchungsgebiete mit bekannten, klar differenzierten Schädigungsmerkmalen handelte, konnte damit erfolgreich gearbeitet werden. Anfang der 1980er-Jahre wurden jedoch großräumig bis dahin in diesem Ausmaß unbekannte und meist unspezifische Schadsymptome an vielen Baumarten auffällig. Daraus ergab sich die Notwendigkeit, den Zustand des Walds auf großen Flächen laufend zu überwachen, periodisch zu dokumentieren und zu analysieren. Dies hatte eine beträchtliche Zunahme

The reproduction of crown colour on analogous aerial photographs was long considered the decisive factor to distinguish between damage of individual trees. However, the colour of crowns tended to vary from survey flight to survey flight, as a result of which standardization problems occurred. The method provided satisfactory results only in the case of single studies of small, isolated areas with well-known, clearly distinguishable damage symptoms. The early 1980s however saw an unprecedented increase of unknown and generally unspecific damage, which affected many tree species over vast territories. As a result of this the need arose to continually monitor, document and analyse the condition of forests over large areas. It was met by a considerable increase in the number of studies based on aerial photography and in the number of their users.

nicht nur der Anzahl von Luftbilderhebungen, sondern auch der Anzahl von Anwendern zur Folge.

Hinsichtlich der Verwertung des analogen CIR-Luftbildmaterials ergaben sich damit Probleme bei der Abstimmung der Interpretationen in Bezug auf die anzuwendenden Beurteilungskriterien und die Vergleichbarkeit ihrer Ergebnisse.

Unterschiedliche Nomenklatur für Schadsymptome, Farben und methodische Details von Inventursystemen, aber auch unterschiedliche Wertungen und Gewichtungen durch die Anwender führten teilweise zu nicht vergleichbaren und vielfach stark differierenden Befunden. Zur Lösung dieser Probleme ergab sich die Notwendigkeit, die Qualität der Luftbildfilme zu standardisieren und die Interpretationsschlüssel zu harmonisieren.

Eine vollkommene Standardisierung der Bildqualität war jedoch aus fabrikationstechnischen Gründen über einheitliches Filmmaterial nicht zu realisieren [13]. Deshalb wurde versucht, die Bedeutung der Farbe als Differenzierungsmerkmal zu relativieren und Merkmale der Kronengestalt bei der Luftbildinterpretation stärker zu berücksichtigen.

Diese Entwicklung wurde begünstigt durch

- detailliertere Kenntnisse von schädigungsbedingten Veränderungen der Kronenmorphologie, deren Merkmale auch im Luftbild gut zu erkennen sind [14 bis 18] und
- den Einsatz von speziellen Stereoskopen mit hochwertiger Zoom-Optik. Dadurch war eine fein differenzierte Ansprache von Gestaltsmerkmalen möglich.

Die Interpretation von analogen Luftbildern mit Stereoskopen ist mittlerweile eine seltene Ausnahme, kommt aber bei der Nutzung von Archivbildern noch vor. Zwischen 2005 und 2008 fand eine fast vollständige Umstellung auf Bildflüge mit digitaler Luftbildkamera statt, siehe VDI 3793 Blatt 3 und [19]. Für die stereoskopische Auswertung digitaler und digitalisierter analoger Luftbilder können, sofern die entsprechenden Voraussetzungen erfüllt sind (siehe Abschnitt 2.2), die Interpretationsschlüssel der vorliegenden Richtlinie weiterhin verwendet werden.

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie stellt Interpretationsschlüssel zur Kronenzustandserfassung aus analogen und digitalen Luftbildern für die Baumarten Fichte, Buche, Eiche und Kiefer bereit. Die Schlüssel bieten eine einheitliche Nomenklatur und Struktur sowie harmonisierte Bewertungen und Gewichtungen der einzelnen Interpretationsmerkmale. Aufbauend auf Farb- und Struk-

The exploitation of analogous CIR-photographs was limited by problems in finding common assessment criteria, which would ensure the comparability of the individual results.

Differences in nomenclature for damage symptoms, colours and methodical details of inventory systems, as well as varying interpretations and evaluations by their users often produced incomparable and extremely incongruous results. In order to solve these problems new efforts were necessary to standardise the quality of films for aerial photographs and to harmonise the various interpretation keys.

However, a complete standardisation of the quality of the aerial photographs by standardised film material was not possible due to manufacturing reasons [13]. New steps had to be taken to minimise the relevance of colour as a differentiation factor in the analysis of aerial photographs and to place more emphasis on crown shapes.

This development was favoured by

- detailed knowledge of those changes in the morphology of crowns which are due to damages and which are also visible in aerial photographs [14 to 18], and
- the application of special stereoscopes with high-quality zoom lenses because this permitted a much more differentiated assessment of shape characteristics.

By now, the interpretation of analogous aerial photographs with stereoscopes is a rare exception. However, it is applied when photographs out of archives are used. Between 2005 and 2008, an almost complete conversion to survey flights with digital cameras took place, see VDI 3793 Part 3 and [19]. The interpretation keys of the present standard can still be applied for the stereoscopic assessment of digital and digitalised analogous aerial photographs, if the respective requirement is fulfilled (see Section 2.2).

1 Scope

This standard provides the interpretation keys for the assessment of crown conditions based on analogous and digital aerial photographs for the tree species spruce, beech, oak and pine. The keys offer a uniform nomenclature and structure as well as harmonised assessment and weight of the individual interpretation characteristics. Based on colour and

turmerkmalen erlauben die Interpretationsschlüssel eine objektive Ansprache des Kronenzustands von Einzelbäumen. Sie ermöglichen hierdurch auch multitemporale Auswertungen.

Die Richtlinie wendet sich an Experten, die Erfahrungen bei der Luftbildinterpretation und auch forstliche Kenntnisse besitzen. Sie findet Anwendung in öffentlichen wie privaten Forstverwaltungen, Umwelt- und Planungsbehörden sowie bei Dienstleistern im Forst- und Umweltbereich.

structure characteristics, the interpretation keys allow for an objective designation of the crown condition of individual trees. Thus, they also enable multi-temporal evaluation.

This standard is intended for experts with experience in the interpretation of aerial photographs and also with knowledge of forestry. It is applied in public and private forest management and by environmental and planning authorities as well as by service providers in the areas forest and environment.