

Beitrag L: Christine Müller

Unterstützung der Waldzustandserhebung mit Apps

Christine Müller

Inforst UG, mueller@inforst.de

Abstract

This essay describes the advantages of using mobile apps in forest monitoring. Android-Apps that run offline on rugged smartphones or tablets are the best choice for this domain. By using mobile apps time can be saved when collecting the data and especially when evaluating it and inserting it into the data bank. Mistakes and missing data can be detected by plausibility checks. In some cases the data can also be made more objective. Especially the visual assessment of crown transparency as described in the ICP Forest Manual can be supported by picture analysis within the app. It was possible to observe the influence of certain factors that may make an automatic evaluation possible. A first prototype of an app is presented and a field study shows first impressions of possible evaluation methods.

Zusammenfassung

In diesem Bericht wird dargestellt, in welcher Form der Einsatz mobile Anwendungen bei der Waldzustandserfassung Vorteile bringen kann. Auf Grund der Anforderungen im Wald eignen sich am besten offline lauffähige Android-Apps, die auf robusten Smartphones und Tablets eingesetzt werden. Durch den Einsatz der Apps kann bei der Aufnahme der Daten und insbesondere bei der Übertragung in die Datenbank viel Zeit gespart werden. Insbesondere können Fehler oder fehlende Angaben durch Plausibilitätschecks vermieden werden. Eine Objektivierung der Aufnahmedaten kann dadurch auch erreicht werden. Insbesondere im Bereich der visuellen Einschätzung des Kronenzustands ist der Einsatz der Bildanalyse innerhalb der App möglich. Es konnten einige Faktoren bestimmt werden, die eine automatische Auswertung ermöglichen können. Eine erste Prototyp-App und Stichproben zum Einsatz werden vorgestellt.

1 Die Waldzustandserfassung

Im Jahre 1985 wurde mit dem internationalen Kooperationsprogramm »Luftverunreinigungen und Wälder« (ICP Forests) begonnen (http://www.icp-forests.org/pdf/30_Years_Anniversary_Report.pdf). Ab 1992 wird auch das intensive

forstliche Umweltmonitoring als Level II – Programm regelmäßig durchgeführt. Die Waldzustandserhebung (WZE) ist Teil des forstlichen Umweltmonitorings. [SMUL 2016]. Die Waldzustandserhebung wird in den Ländern der EU und zahlreichen anderen Ländern jährlich durchgeführt. Die Ergebnisse werden von den Bundesländern an den Bund und an die EU gemeldet. Für die Erhebung werden in einem Raster von 16 x 16 km (in einigen Bundesländern aus 8 x 8 km bzw. 4 x 4 km Aufnahmeplots aufgesucht, an denen bestimmte Probebäume untersucht werden.

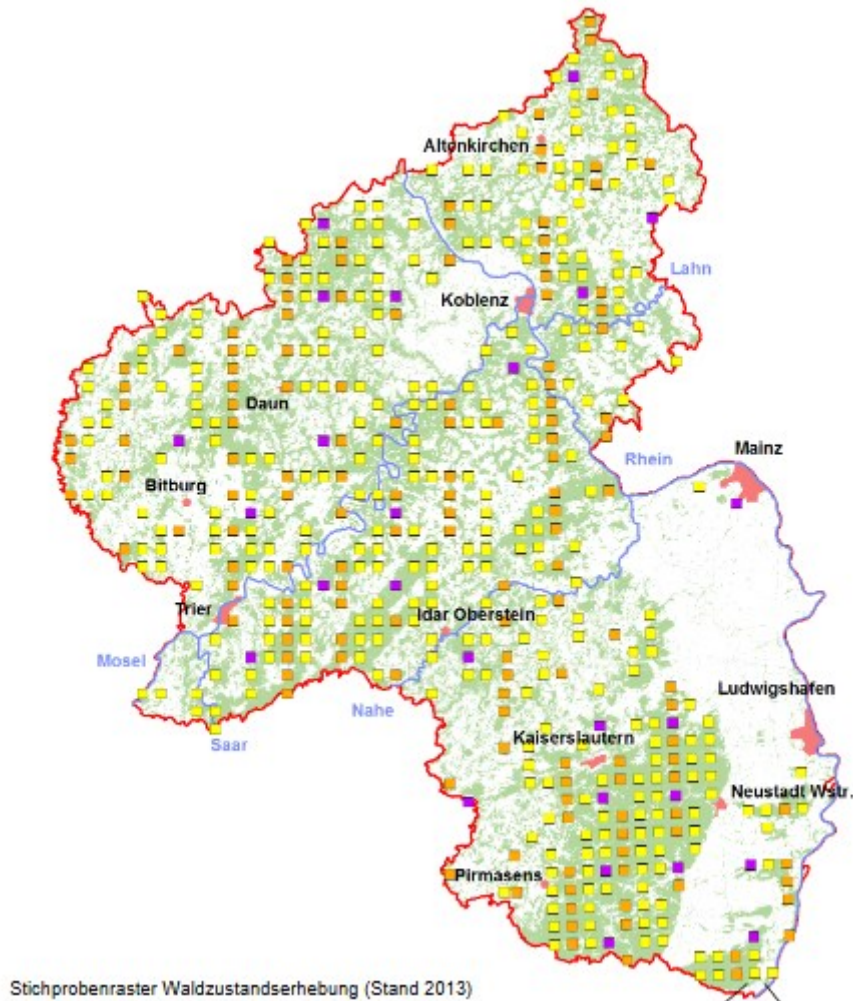


Abbildung 1: Stichprobenraster zur Waldzustandserhebung in Rheinland-Pfalz aus [Engels et al, 2013]

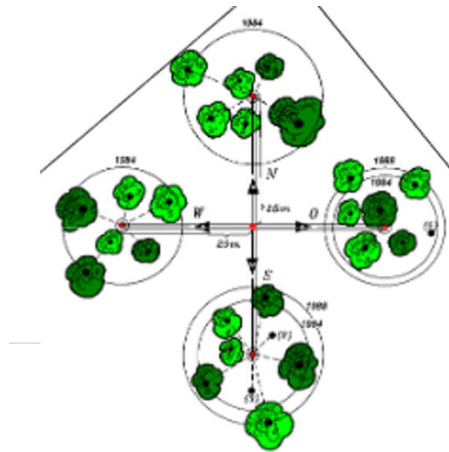


Abbildung 2: Details Aufnahmeplot Waldzustandserhebung in Rheinland-Pfalz aus [Engels et al, 2013]

1.1 Eine einzigartige Zeitreihe

Durch die Waldzustandserfassung entstand eine einzigartige Zeitreihe, bei der einzelne Pflanzenindividuen im jährlichen Abstand über 30 (alte Bundesländer) bzw. 20 Jahre hinweg beobachtet wurden. Dies ist von großem Wert für die Ökosystemforschung. Bei Bemühungen zur Verbesserung des Verfahrens, sollte bedacht werden, dass der Wert der Daten durch die Kontinuität entsteht. Wird das Verfahren zu stark verändert, verlieren die Daten den Zusammenhang und Datenreihen über einen längeren Zeitraum können nicht mehr ausgewertet werden. Langfristige Beobachtungen sind insbesondere bei Bäumen aufgrund der langen Lebensdauer notwendig.

1.2 Erhobene Daten und ihre Strukturierung

Für jeden Aufnahmepunkt werden zahlreiche Daten erhoben, die mit Schlüsseln versehen sind um so in der Datenbank später leichter auswertbar zu sein. Insbesondere die Erkennung von Schadorganismen und abiotischen Schadfaktoren ist aufgrund der Vielzahl der auftretenden Phänomäne nicht einfach und erfordert zum Teil den Vergleich mit Fotos wie im „FarbatlasWaldschäden“ [Hartmann et al, 2007]. In der Praxis müssen dafür zahlreiche Tabellen nach den richtigen Codes durchsucht werden. Ausserdem gibt es viele Daten, die obwohl sie in der gesamten Datenbank schon bekannt sind, für diesen Aufnahmepunkt erneut aufgeschrieben werden müssen, wie zum Beispiel die Angaben zum Aufnahmetrupp.

1.3 Die visuelle Beurteilung des Kronenzustands

Die visuelle Beurteilung des Kronenzustands erfolgt anhand einer Einschätzung, bis zu welchem Prozentsatz der Probebaum Blätter oder Nadeln verloren hat. Dafür wird der Baum mit Referenzfotos [Meining et al, 2007] verglichen. Durch gemeinsame Trainingsveranstaltungen werden die Aufnehmer entsprechend geschult, so dass annähernd gleiche Beurteilungen der Bäume durch die teilnehmenden Experten erreicht werden. Bei der Beurteilung des Entlaubungsgrades ist es wichtig, die natürliche Wuchsform zu beachten und natürlich auftretende Lücken innerhalb der Krone nicht fälschlich als Blattverlust einzuordnen, siehe Abbildung 02.

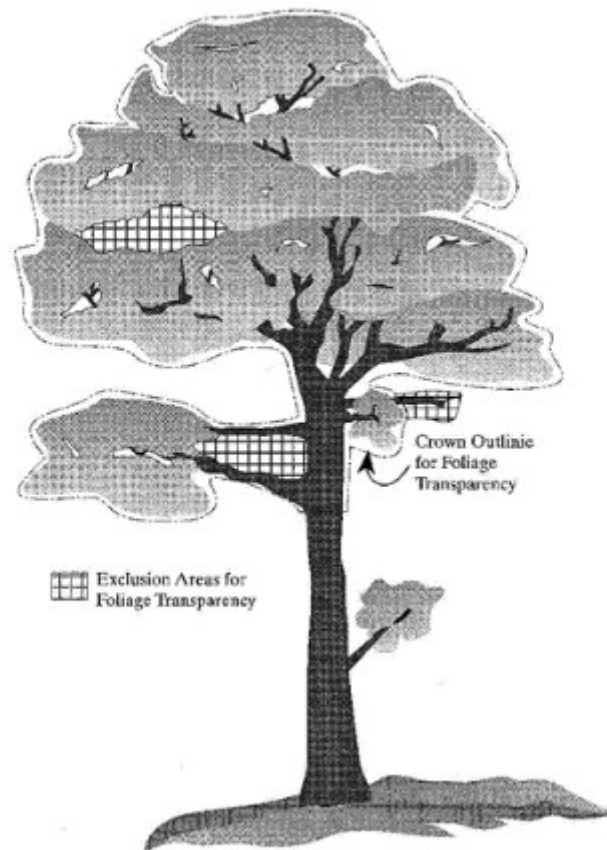


Abbildung 3: Die schraffierten Bereiche dürfen nicht zur Beurteilung des Kronenzustandes herangezogen werden. Quelle: ICP Forest Manual 2016, Guide to estimating transparency (derived from Tallent-Halsell, 1994).

Der Vorteil dieser Methode ist, dass das Fachwissen der Aufnehmenden in die Beurteilung des Kronenzustandes mit einfließen kann. Der Nachteil ist eine bleibende Unsicherheit in der Einschätzung. Die Möglichkeit auf den Trainingsveranstaltungen die Aufnehmenden in Richtung einer gewollten Einschätzung der Kronen zu

beeinflussen, ist gegeben. Auch ist die Nachvollziehbarkeit der Beurteilung im Nachhinein schwer möglich.

2 Mögliche Optimierung durch den Einsatz von Apps

2.1 Vorteile von digitalen Formularen

Durch den Einsatz von digitalen Formularen innerhalb einer App kann dem Aufnahmetrupp die Arbeit erleichtert werden. Es können anhand der bereits eingegebenen Daten die weiteren Auswahlmöglichkeiten auf die plausiblen Eingabemöglichkeiten beschränkt werden (z.B. mögliche Schädlinge an Fichte). Die ICP-Ids können innerhalb der Datenbank zugewiesen werden, so dass der Anwender nur mit für ihn verständlichen Begriffen umgehen muss. Mit Hilfe von Plausibilitätschecks und der Überprüfung auf Vollständigkeit können Eingabefehler vermieden werden. Daten wie Geokordinaten, Id des Aufnehmenden und gleichbleibende Grunddaten können von der App zugewiesen werden und müssen nicht eingegeben werden.

2.2 Datenübertragung

Die Datenübertragung kann auf elektronischem Wege erfolgen. Die Daten können als xml-Datei oder als json-Pakete an eine Webanwendung geschickt werden. Dort können sie aufgerufen und nach einer zweiten Prüfung (Vier-Augen-Prinzip) direkt in die lokale Datenbank und auch in die Formulare der ICP-Forest-Datenbank eingespielt werden. Hier ist die größte Zeitersparnis möglich, weil auch heute noch viele Aufnahmebögen noch einmal abgetippt werden.

2.3 Einsatz von Fotos

Die Speicherung dieser Informationen innerhalb der App erleichtert die Ansprache der auftretenden Befunde. Die Vergleichsfotos können direkt in der App gespeichert werden und bei Bedarf entsprechen sortiert (z.B. nach Häufigkeit des Auftretens) angezeigt werden. Es können auch Fotos von dem WZE-Plot gemacht werden, die dann automatisiert unter diesem Plot abgelegt werden und eine später Nachbearbeitung oder Überprüfung ermöglichen. Eine weitere Möglichkeit ist der Einsatz von Bildanalyse durch die App zum Beispiel bei der Einschätzung des Kronenzustandes.

3 Bildanalyse zur Einschätzung des Kronenzustands

Um der Frage nachzugehen, ob es möglich ist, die Einschätzung des Kronenzustands mit Hilfe automatischer Bildverarbeitung zu objektivieren hat Inforst einen Prototyp entwickelt. Das Ziel war, Faktoren zu identifizieren, die zur Beurteilung des Kronenzustands geeignet sind.

3.1 Ein erster Prototyp

Die Prototyp-App „KronenLicht“ bietet die Möglichkeit, Kronen zu fotografieren, das Bild auf einen bestimmten, für die Analyse geeigneten Ausschnitt zuzuschneiden und verschiedene Auswertungen durchzuführen.

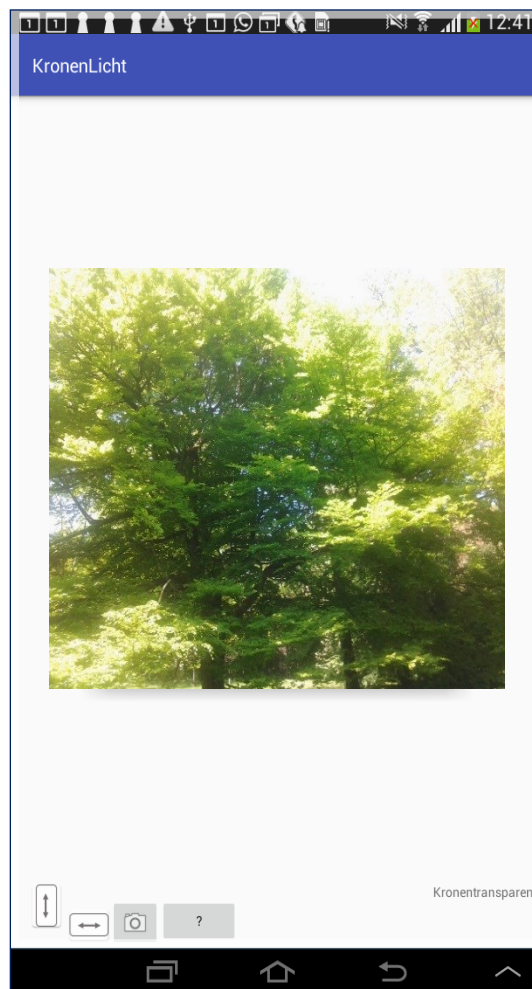


Abbildung 4: Screenshot Prototyp App mit Bildauswertung

3.2 Mögliche Auswertungsfaktoren

Digitale Bilder sind bestehen aus Pixeln. Bei hier untersuchten farbigen Bildern hat jedes Pixel einen RGB-Wert, also einen Wert für seinen roten, einen für seinen blauen und einen für seinen grünen Anteil. Diese Werte können in das HSL-Modell

umgerechnet werden. Dabei werden Farbton (H), Helligkeit (L) und Sättigung (S) ermittelt [Burger & Burge 2006].

3.2.1 Helligkeit

Die Helligkeit ist das erste Kriterium, das sich zur Beurteilung der Kronentransparenz anbietet. Eine dicht belaubte Krone produziert offensichtlich ein dunkleres Bild, als eine mit starker Verlichtung. Wie Abbildung XY zeigt, sind diese Gedanken zur Analyse der Kronentransparenz schon von Beginn an bei der Entwicklung der Methode berücksichtigt worden. Erschwert wird dieser Ansatz dadurch, dass Äste und Stammabschnitt genau wie Blätter deutlich dunkler als ein Himmel im Hintergrund sind, aber für die Beurteilung nicht berücksichtigt werden sollen. Ungeeignet ist der Ansatz, wenn im Hintergrund weitere Bäume stehen. Innerhalb der App wurde die Helligkeit der einzelnen Pixel berechnet. Pixel mit einer Helligkeit von über 0,5 wurden als hell eingestuft. Als Ergebnis wurde das Verhältnis der hellen Pixel zu allen Pixeln des Bildes in Prozent ausgegeben.

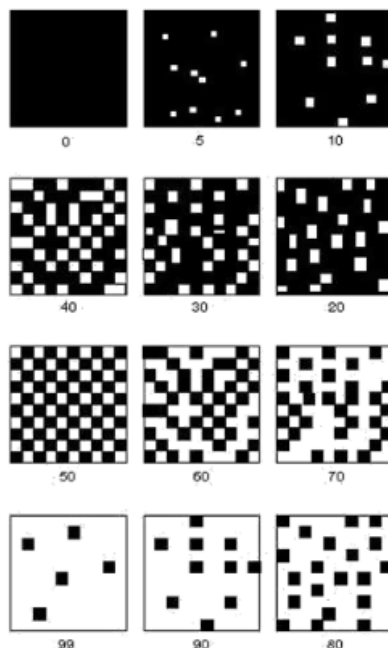


Abbildung 5: Quelle ICP Forest Manual 2016, Guide to estimating transparency (derived from Tallent-Halsell, 1994).

3.2.2 Grünanteil

Ein weiteres Auswertungsziel ist die Bestimmung des Grünanteils. Hier kann im Gegensatz zur Helligkeit unterschieden werden, ob es sich um Blätter oder Stämme bzw. Äste handelt. Zur Bestimmung des Grünanteils wird das Verhältnis der grünen

Pixel zu allen Pixeln innerhalb des Bildes berechnet. Ein Pixel wird dann als grün eingestuft, wenn sein G-Anteil dem Maximum aus (R,G,B) entspricht. Dabei muss bei einer nah aneinanderliegenden Verteilung der R,G,B-Werte eine Differenzierung zu Braun/Grautönen erfolgen, welche hier mit Hilfe von Farbkarten empirisch ermittelt wurde.

3.2.3 Kontrastindex

Ein weiterer Hinweis auf den Zustand der fotografierten Kronen bietet der Kontrast des Bildes. Es ist zu vermuten, dass Bilder mit stark verlichteten Kronen kontrastreicher sind, als Bilder dichter Baumkronen. Für die Auswertung wird die Helligkeit der Pixel mit der Helligkeit der Nachbarpixel verglichen. Liegt die Differenz über einem empirisch ermittelten Wert so wird das als Kontrast gewertet. Als Kontrastindex wird Anzahl der auftretenden Kontraste im Verhältnis zur Anzahl der Pixel wiedergegeben. Angegeben wird also nicht der Kontrast als Differenz zwischen den dunkelsten und den hellsten Pixeln, sondern ein Indikator für die Häufigkeit des Auftretens von Kontrasten.

3.3 Ergebnisse einer ersten Stichprobe

Die Prototyp-App wurde einer ersten Stichprobe entzogen, um zu prüfen, ob zwischen den gewählten Faktoren und die Einschätzungen der Fachleute ein Zusammenhang besteht. Um die Ergebnisse der Bildanalyse mit dem bisherigen Verfahren zu vergleichen und einen ersten Eindruck von der Eignung der gewählten Faktoren zu erhalten wurden als erstes Referenzfotos abfotografiert. Dabei konnte auch getestet werden, in wie fern sich solche Fotos für die „Eichung“ der Software eignen. Im Gegensatz zu den Außenaufnahmen fehlt der Faktor Licht völlig, was die Beurteilung der erhaltenen Daten erschwert.

Vergleich mit Referenzfotos	Foto	Grünanteil	Helligkeit
Buche ohne Blattverlust	1	44%	59%
	2	37%	59%
	3	40%	61%
Buche 20% Blattverlust	1	21%	54%
	2	19%	53%
	3	23%	49%
Buche 65% Blattverlust	1	6%	52%
	2	4%	54%
	3	6%	49%

Tabelle 01: Ergebnis der abfotografierten Bilder aus [BMVL 2007] als Referenz



Abbildung 6: Abfotografierten Bilder aus [BMVL 2007] als Referenz in der Reihenfolge Buche ohne Blattverlust, Buche 20% Blattverlust, Buche 65% Blattverlust, Bild 1: Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz, Bild 2 und 3 : Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

Helligkeit und Kontrastindex sind hier vom Umgebungslicht abhängig, aber es zeigt sich schon, dass der Grünanteil eine Rolle spielt. Überraschend ist der vergleichsweise geringe Grünanteil, der in der geringen Qualität der Fotos durch das nochmalige Abfotografieren begründet sein kann.

In einer Stichprobe wurden nun Außenaufnahmen durchgeführt, die zeigen, dass Grünanteil und Helligkeit geeignete Faktoren sein könnten. Der Einfluss des Kontrastindex konnte noch nicht ermittelt werden. Der Grünanteil scheint aber bei Laubbäumen ein möglicher Indikator für eine automatische Beurteilung des Kronenzustands zu sein.

Außenaufnahmen	Foto	Grünanteil	Helligkeit	Kontrastindex
Buche ohne Blattverlust	1	78%	46%	1,6
	2	67%	47%	1,36
	3	67%	42%	1,39
Bergahorn, 75% weniger Laub	1	15%	75%	5,28
	2	13%	73%	5,71
	3	10%	81%	5,16
Feldahorn ohne Blattverlust	1	75%	26%	5,11
	2	62%	27%	4,03
	3	71%	29%	1,83

Tabelle 02: Ergebnis der Außenaufnahmen

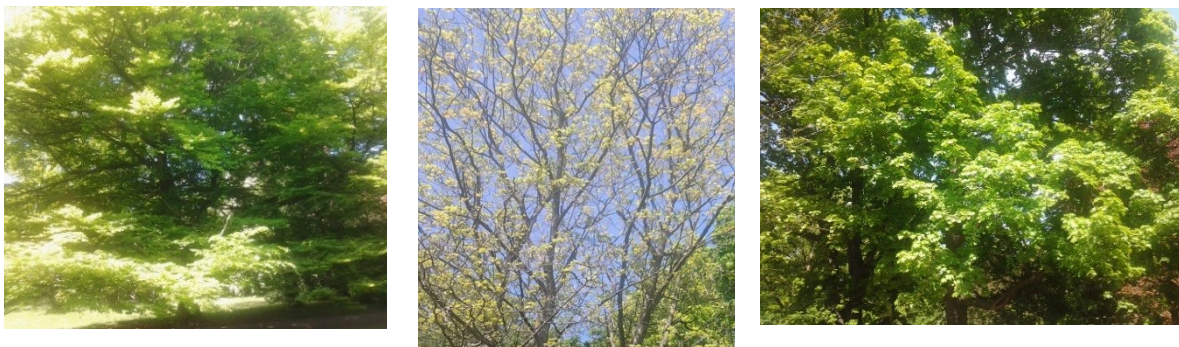


Abbildung 7: Bilder aus der App KronenLicht – Außenaufnahmen, inforst Mai 2017 in der Reihenfolge Buche ohne Blattverlust, Bergahorn 75% weniger Laub, Feldahorn ohne Blattverlust

3.4 Ausblick

Die Strichprobe gibt einen ersten Eindruck davon, wie Bildanalyse innerhalb von Apps dazu genutzt werden kann, die Beurteilung des Kronenzustands zu unterstützen. Um den Einfluss der verschiedenen Faktoren näher zu bestimmen, sind weitere Untersuchungen möglich. In den nächsten Schritten wird die App so erweitert, dass die Bilder innerhalb der App kegelförmig zugeschnitten werden können, um eine genauere Bestimmung des relevanten Bildausschnittes zu ermöglichen. Der genaue Einfluss unterschiedlicher Auswertungsdaten bietet ein interessantes Forschungsthema für die forstliche und die bildanalytische Forschung. Möglicherweise müssen für Laub- und Nadelbäume unterschiedliche Verfahren angewendet werden. Die Einflußfaktoren von Aufnahmewinkel, Witterung und verschiedenen Kameras sollten ebenfalls untersucht werden. Durch eine Objektivierung des Aufnahmeverfahrens mit Hilfe der Bildauswertung kann eine bessere Vergleichbarkeit der Daten erreicht werden. Die Beurteilung kann später leichter nachvollzogen werden. Dennoch würde sich ein solches Verfahren in die bisherige Datenaufnahme

einreihen. Es ist denkbar, neue automatisierte Auswertungsmethoden zu entwickeln, die möglicherweise objektiver sind. Zum Beispiel kann man den Kronenzustand von unten fotografieren und diese Bilder auswerten [Winn; Araman 2010]. Eine solche Methode würde sich jedoch nicht in die existierende Datenreihe einfügen.

4 Literaturverzeichnis

- Burger, W.; Burge, M. J. (2006): *Digitale Bildverarbeitung – Eine Einführung mit Java und ImageJ*; Berlin: Springer Verlag
- Burger, W.; Burge, M. J. (2009): *Principles of Digital Image Processing – Fundamental Techniques*; London Springer Verlag
- Eichhorn, J.; Roskams, P.; Ferretti, M.; Mues, V.; Szepesi, A.; Durrant, D.; Potočić, N.; Timmermann, V.; Ferretti, M.; Seletković, I.; Schröck; H.-W., Nevalainen S.; Bussotti F.; Garcia, P.; Wulff, S.; 2016: *Part IV: Visual Assessment of Crown Condition and Damaging Agents*. In: UNECE ICP Forests Programme Coordinating Centre (ed.): *Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests*. Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, Germany, 54 p. <http://www.icp-forests.org/Manual.htm> (aufgerufen am 05.05.2017).
- Engels, F.; Block, J.; Wunn, U.; (2013): *Methodenbeschreibung Terrestrische Waldzustandserhebung WZE in Rheinland-Pfalz* <https://waldrlp.de/fileadmin/website/fawfseiten/fawf/FUM/umweltmonitoring/methoden.pdf> (aufgerufen am 05.05.2017).
- Hartmann, G.; Nienhaus, F.; Butin, H. (2007): *Farbatlas Waldschäden – Diagnose von Baumkrankheiten*; Stuttgart: Eugen Ulmer KG
- Klein, E. (2008): *Das war das Waldsterben !*; Freiburg i.Br: Rombach Verlag KG
- Meining, S.; Bauer, A; Damann, I.; Gawehn, P.; Schröck, H.W.; Wendland, J.; Ziegler, Ch. (2007): *Waldbäume – Bilderserie zur Einschätzung von Kronenverlichtungen bei Waldbäumen*; Bonn: BMELV
- Prien, S.(Hrsg.) (2016): *Ökologischer Waldschutz für eine biozidfreie Waldwirtschaft; Bildnachweis: Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz*
- Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft SMUL (2016): *Waldzustandsbericht 2016* Dresden: Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft.
- Winn, F., Araman, P.:(2010): *A tool to determine crown and canopy transparency for forest inventory and analysis using digital photographs*; Joint Meeting of the Forest Inventory and Analysis (FIA) Symposium and the Southern Mensurationists https://www.srs.fs.fed.us/pubs/gtr/gtr_srs157/gtr_srs157_217.pdf (aufgerufen am 05.05.2017).