

Entscheidungsbäume und andere Bäume in Android Apps

Offline Bildanalyse-Apps zur Unterstützung der Waldzustandserhebung

Arbeitskreis Umweltinformationssysteme

Workshop Umweltbundesamt Dessau

Christine Müller www.inforst.de

mueller@inforst.de



Waldzustandserhebung - Motivation

International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP- Forests)

<http://icp-forests.net/>

Wald als wichtige Ressource in Europa:

- Holznutzung
- Holznebenprodukte
- Erholungsraum
- CO₂-Bindung
- Schadstofffilter

Gefährdungen Waldgesundheit

Früher:

- Autoabgase ohne Katalysator
- Saurer Regen
- Abgase aus Industrieanlage

Heute:

- Klimaerwärmung
- Stickstoffeinträge
- Ozon

Waldzustandserhebung Kosten/ Nutzen

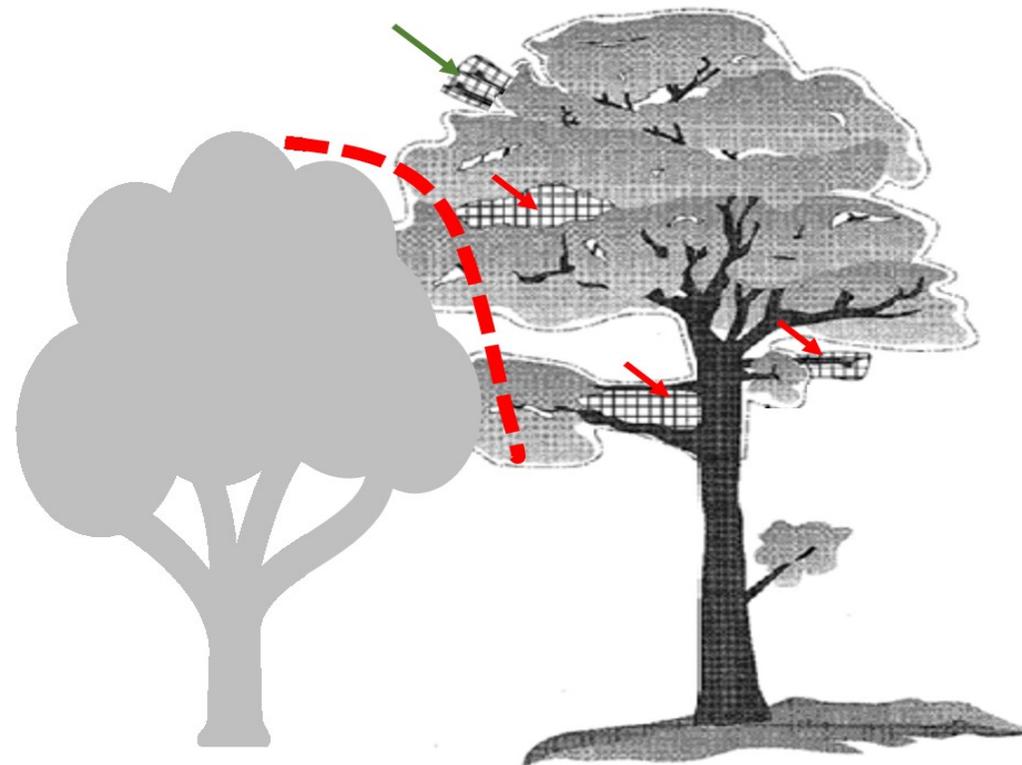
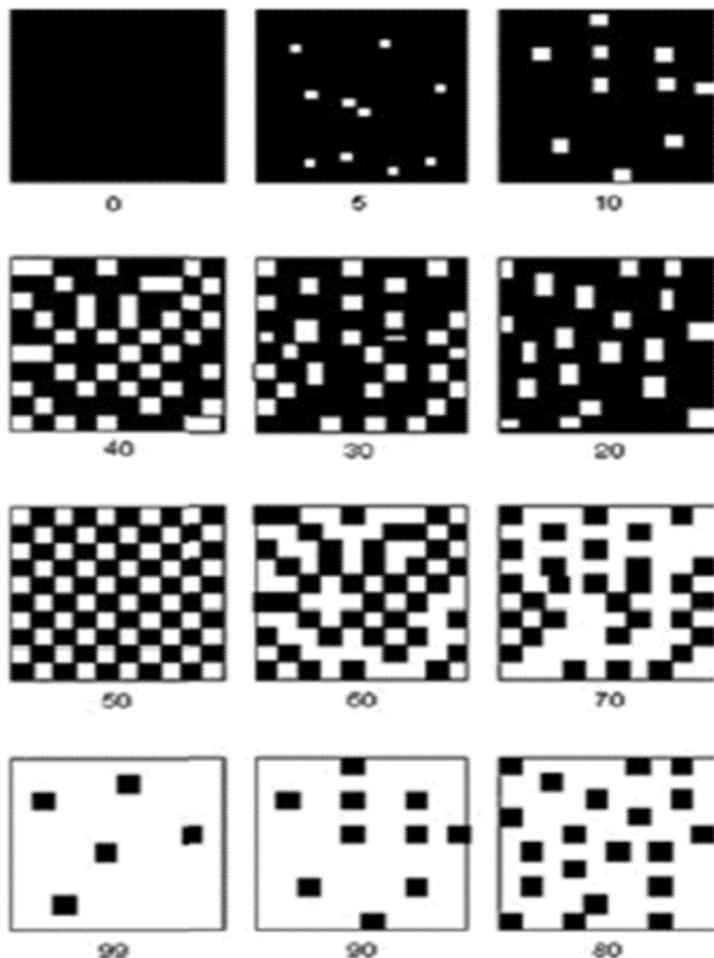
Aufwand

- Jährliches Monitoring
- In allen Flächenbundesländern
- Raster 4x4 km, 8x8 km oder 16 x 16 km (Brandenburg)
- Erhebung durch Forstfachkräfte (gehobener / höherer Dienst)

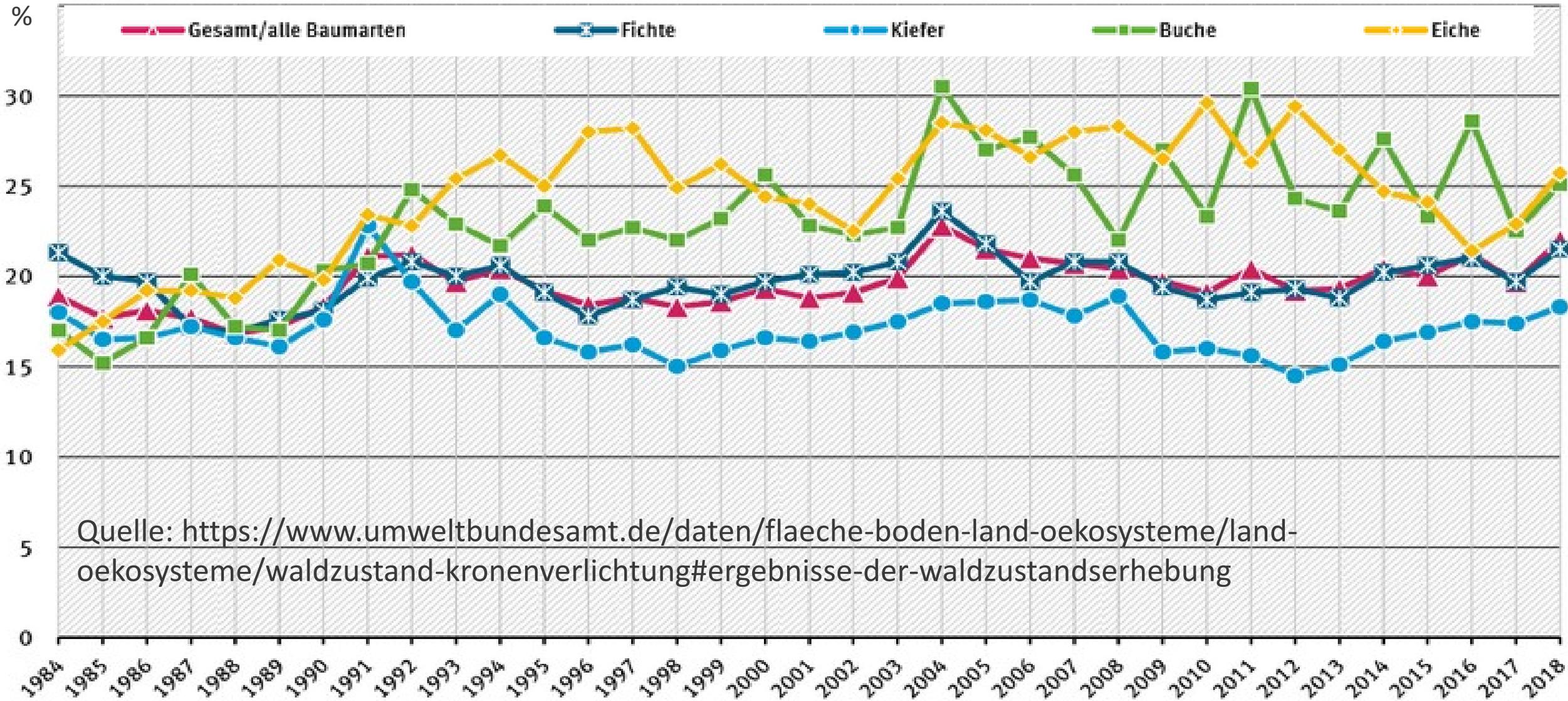
Nutzen

- Ergebnisse werden an die EU gemeldet
- Datenreihe seit 1986
- Langzeitmonitoring
- Fundierte Datengrundlage für Entscheidungen

Waldzustandserhebung - Methodik



Nach [Tallent-Halsell 1994], angepasst aufgrund von Leitfaden und Dokumentation zur Waldzustandserhebung Abb. IV-1: Definition des Boniturbereichs (Urheber: Frank Körver, Hessische Forstliche Versuchsanstalt, heute NW-FVA)

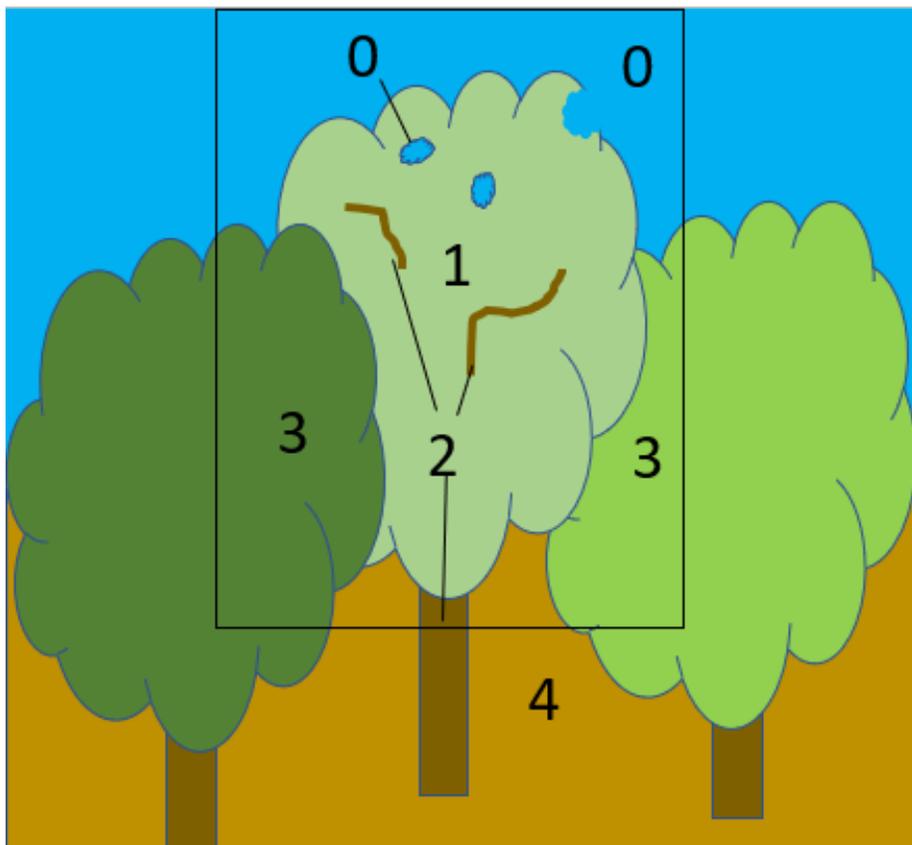


Quelle: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/flaeche-boden-land-oekosysteme/land-oekosysteme/waldzustand-kronenverlichtung#ergebnisse-der-waldzustandserhebung>

Maschinelles Sehen auf Android Apps

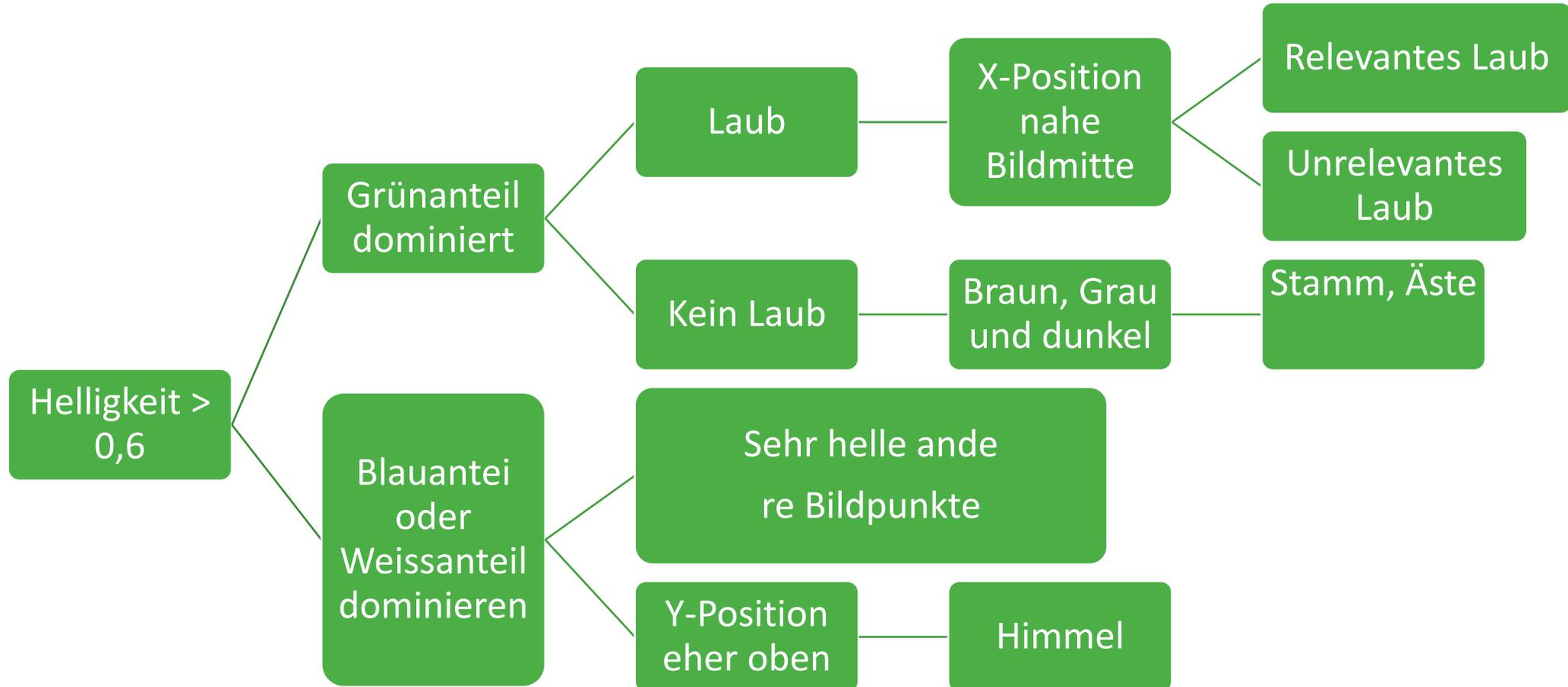
- Bildanalyse auf Android-Gerät
- Offline lauffähig – liefert Ergebnisse im Feld
- Herausforderung: Speicherplatz und Rechenkapazität
- Bisher vorhandene Lösungen: Server-basiert oder mit OpenCV-Library
- Eigene Implementierung in Java mit Nutzen der Systemschnittstellen
- Idee: Objektivierung und Reproduzierbarkeit der erhobenen Daten
- Fotodatenbank auf Server – Datenaustausch wenn wieder online

Bildsegmentation – ein Klassifikationsproblem



| Klasse | Klassenname | Helligkeit | Kontrast | Farbe | Position |
|--------|---------------------|--------------|----------|-------------------------|-------------------|
| 0 | Himmel | hoch | gering | überwiegend blau, weiß | Oben |
| 1 | Laub, relevant | meist mittel | hoch | überwiegend grün | Mitte und Oben |
| 2 | Stamm, Äste | meist gering | gering | überwiegend braun, grau | Mitte und Unten |
| 3 | Laub, irrelevant | meist mittel | mittel | überwiegend grün | Rechts oder Links |
| 4 | Anderes, irrelevant | meist gering | ? | ? | unten |

Intuitiver Entscheidungsbaum



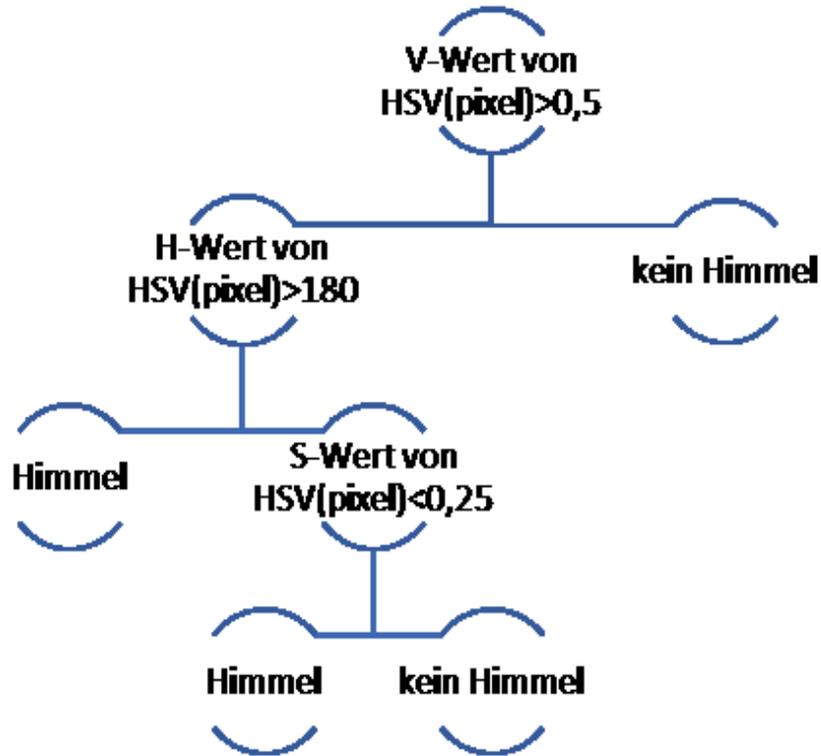
Entscheidungsbäume auf Testdatenbasis

- Wenn man Testdaten für eine Entscheidung gesammelt hat, wie entscheidet man, welche Attribute man für die Aufspaltung im Entscheidungsbaum wählt?
- Informationsgewinn [Quinlan 1991]
- Wie reduziert die Aufspaltung von Testdaten anhand eines bestimmten Attributs die Gesamtentropie?

$$IG (Attr.) = H(D) - H_{Attr.}(D)$$

- Bei kontinuierlichen Attributen: Bestimmung eines Spaltwerts anhand des Informationsgewinns
- Weitere Kennzahlen:
 - Gewinnverhältnis: Informationsgehalt/Spaltentropie
 - Gini-Index [Breiman et al. 1984] – betrachtet die Verteilung der verschiedenen Ausprägungen der Attribute über die verschiedenen Klassen

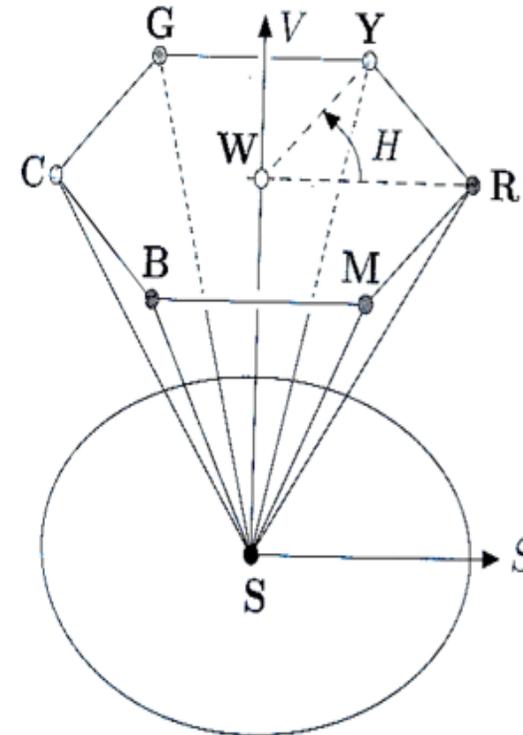
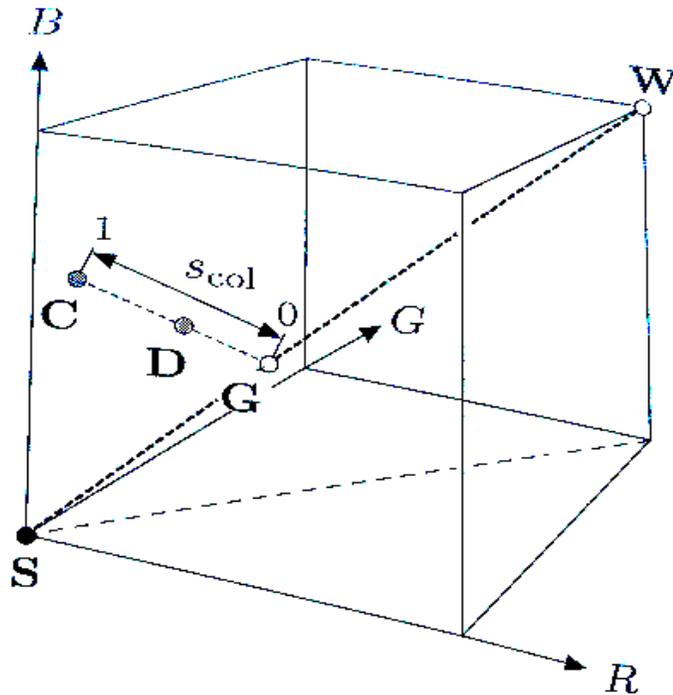
Ableitung einer regelbasierten Klassifikation aus Entscheidungsbäumen



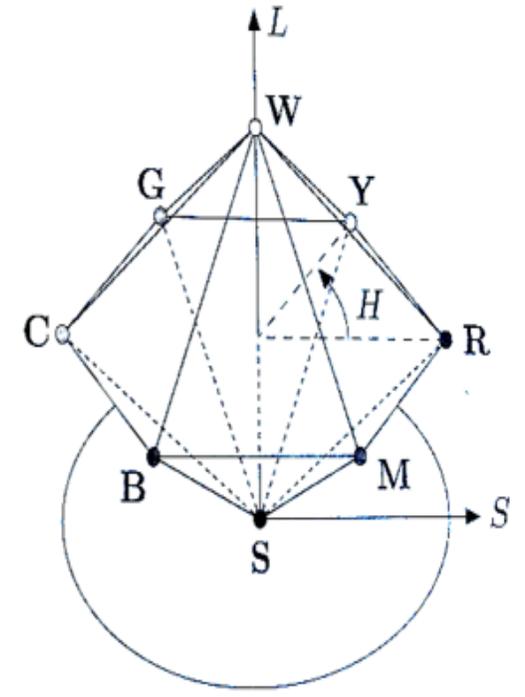
- Wenn (V-Wert von HSV(pixel) > 0,5) und (H-Wert von HSV(pixel) > 180), dann gehört das Pixel zur Klasse Himmel.
- Wenn (V-Wert von HSV(pixel) > 0,5) und (H-Wert von HSV(pixel) > 180) und (S-Wert von HSV(pixel) < 0,25), dann gehört das Pixel zur Klasse Himmel.

Pixel und Farbräume

Bitmap = Matrix von Ganzzahlen



(a) HSV



(b) HSL

Quelle: [Burger und Burge 2006]

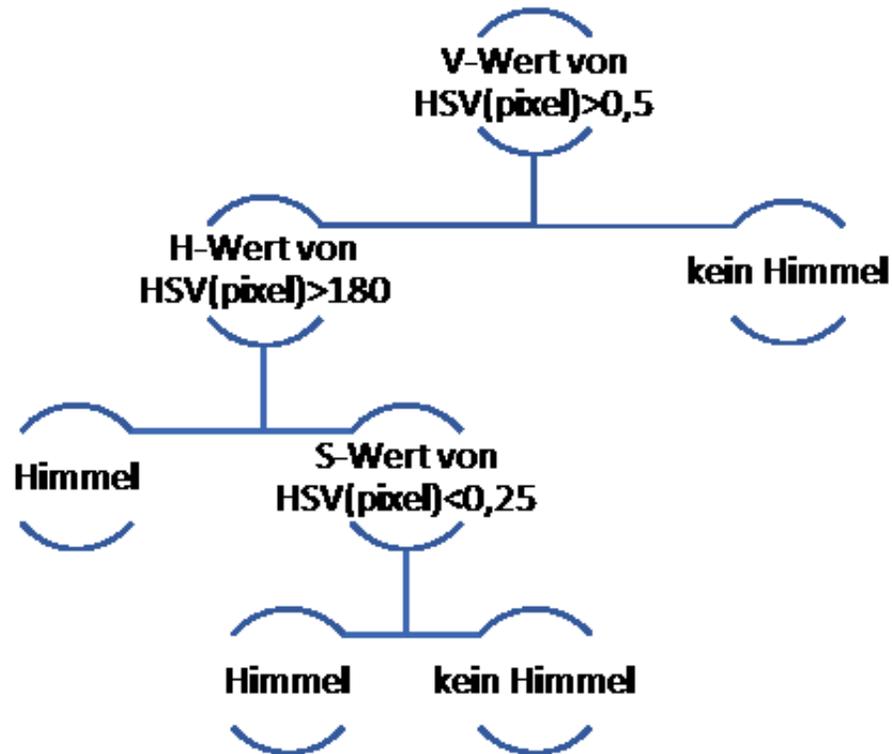
Arbeitskreis Umweltinformationssysteme Workshop
Umweltbundesamt Dessau

| Name | Typ | Bedeutung |
|---------|---------|---|
| R | Integer | R-Wert des Pixels |
| G | Integer | G-Wert des Pixels |
| B | Integer | B-Wert des Pixels |
| cHi | Integer | Wert des höchsten der Werte R, G,B |
| GminusB | Integer | G-Wert des Pixels minus B-Wert des Pixels |
| GminusR | Integer | G-Wert des Pixels minus R-Wert des Pixels |
| RminusB | Integer | R-Wert des Pixels minus B-Wert des Pixels |
| cHiname | String | Name des höchsten der Werte „R“, „G“ oder „B“ |
| hValue | float | H-Wert des Pixels (nach HSV) |
| sValue | float | S-Wert des Pixels (nach HSV) |
| vValue | float | V-Wert des Pixels (nach HSV) |

Testdatensatz

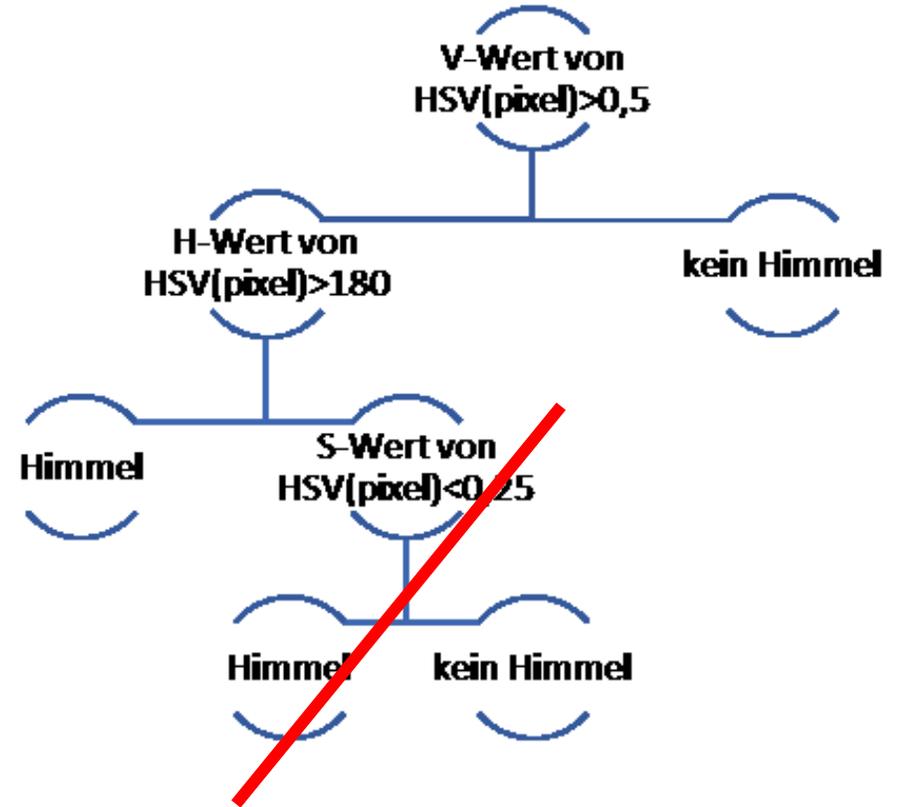
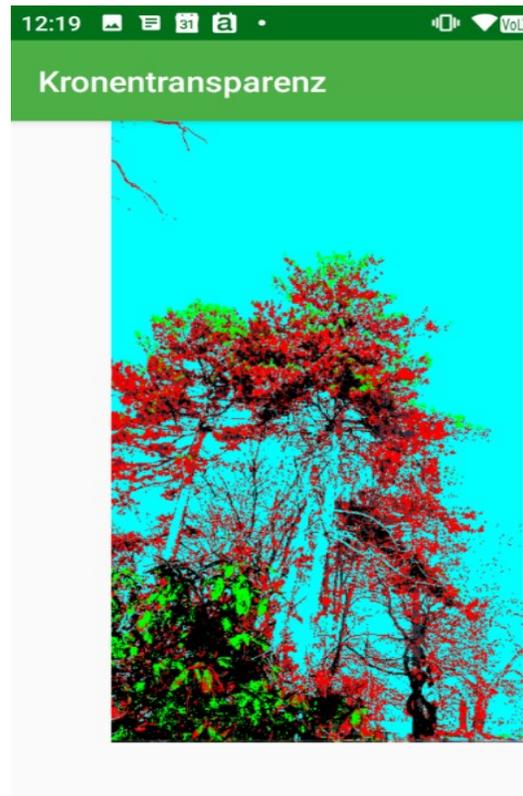
- Pixel mit Attributen bei denen die Klassenzugehörigkeit bekannt ist
- Schwellwerte für kontinuierliche Attribute finden
- Attribut mit dem höchsten Gewinn-Index (niedrigster GINI-Differenz) bestimmen – dieses in den Wurzelknoten setzen
- Verfahren für die verbleibenden Daten rekursiv durchführen
- Ergebnis: Testdatenbasierter Entscheidungsbaum
- Ableitung der Regeln für regelbasierte Klassifikation aus Entscheidungsbaum

Regelbasierte Klassifikation

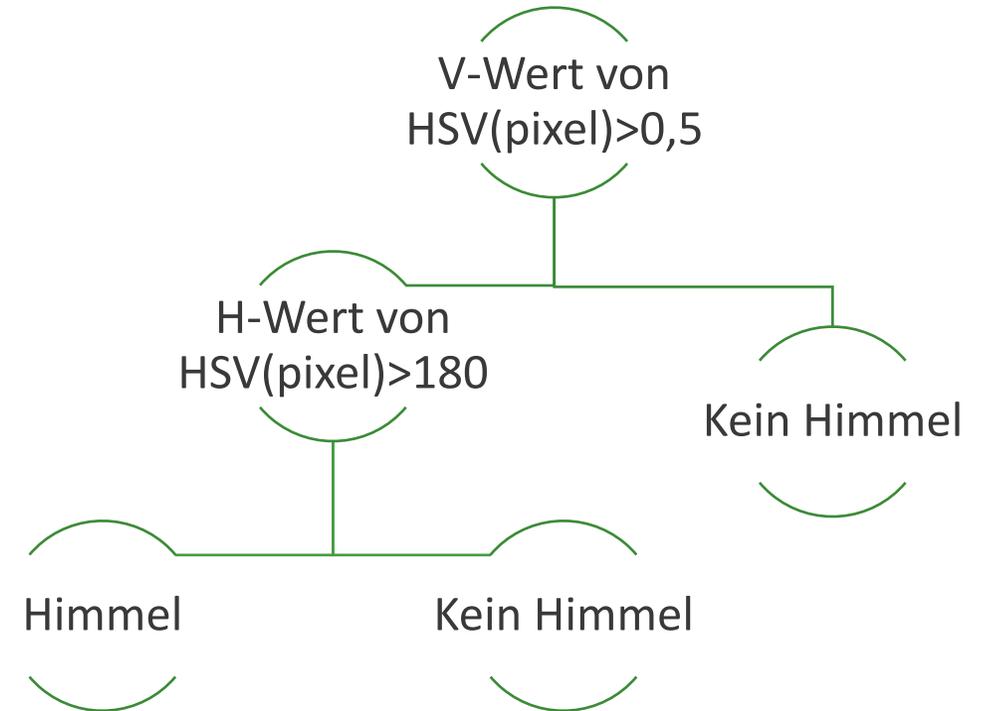


| num | name | Atrr. | oper. | value | rulest oAdd | num Rules | root |
|-----|------|--------|-------|-------|----------------|--------------|-------|
| 1 | Sky | vValue | > | 0.5 | 2 | 2 | true |
| 2 | Sky | hValue | > | 180 | -1 | 2 | false |
| 3 | Sky | vValue | > | 0.5 | 4 | 3 | true |
| 4 | Sky | hValue | < | 180 | 5 | 3 | false |
| 5 | Sky | sValue | < | 0.25 | -1 | 3 | false |

Probleme - Overfitting



Beschneidung des Entscheidungsbaumes



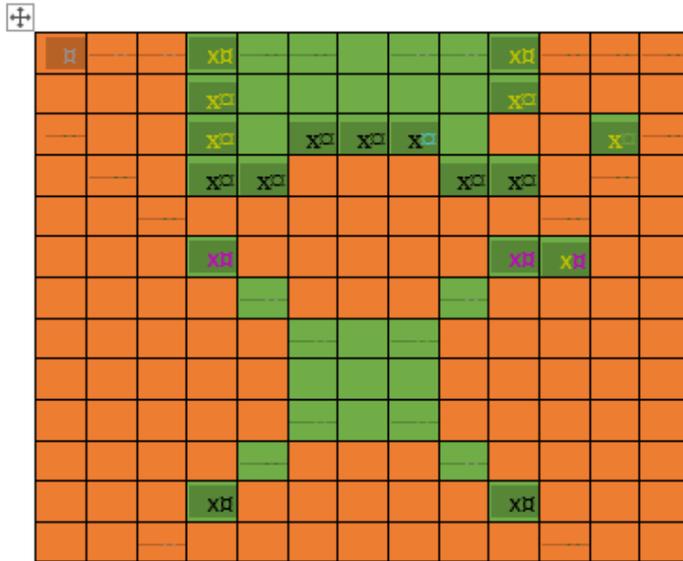
Integration neuer Entscheidungsbäume in die App

- Neue Entscheidungsbäume – basierend auf den beschriebenen Attributen können in die App integriert werden
- Dadurch kann die Klassifikation kontinuierlich verbessert werden
- Bisher geringe Datenbasis, kann ausgebaut werden

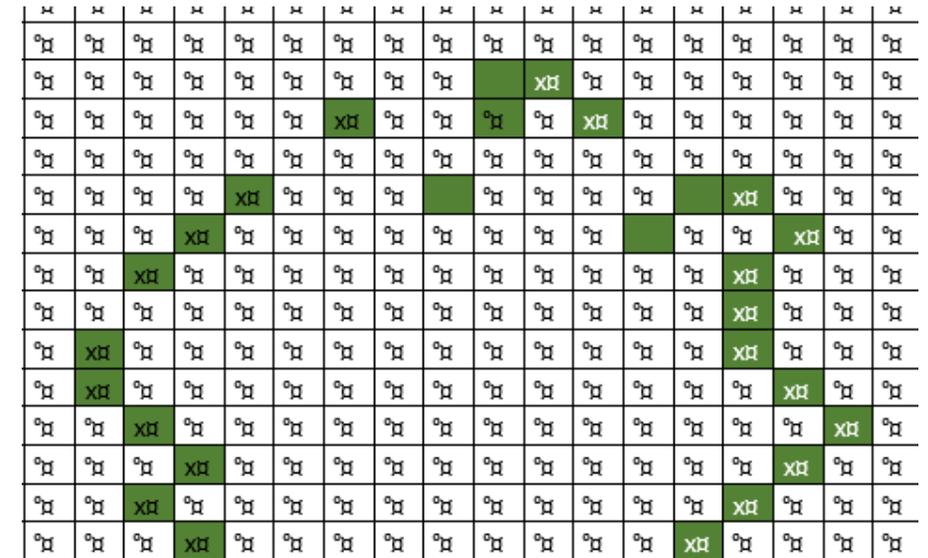
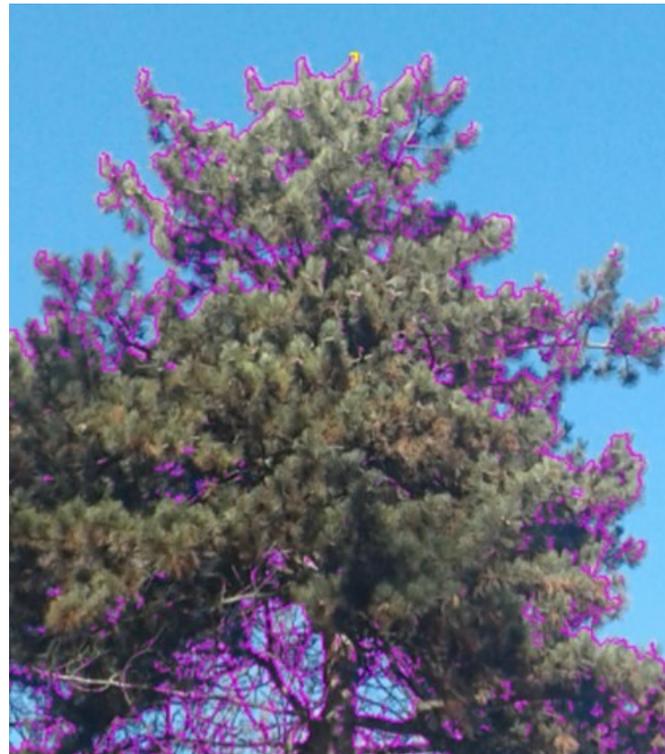
Vektorisierung - Klassengrenzen als Linien und Polygone

- ICP-Forest-Manuel – Handbuch zur Erstellung der Kronenzustandsanalyse:
 - „einen gedanklichen zweidimensionalen Kronenumriss finden“
- Kronenumriss ist Klassengrenze zwischen Himmel und Laub
- Als Polygon finden und abspeichern
- Methode: Ein – und Austrittspunkte in den Bereich der Klasse speichern

Klassengrenzen finden

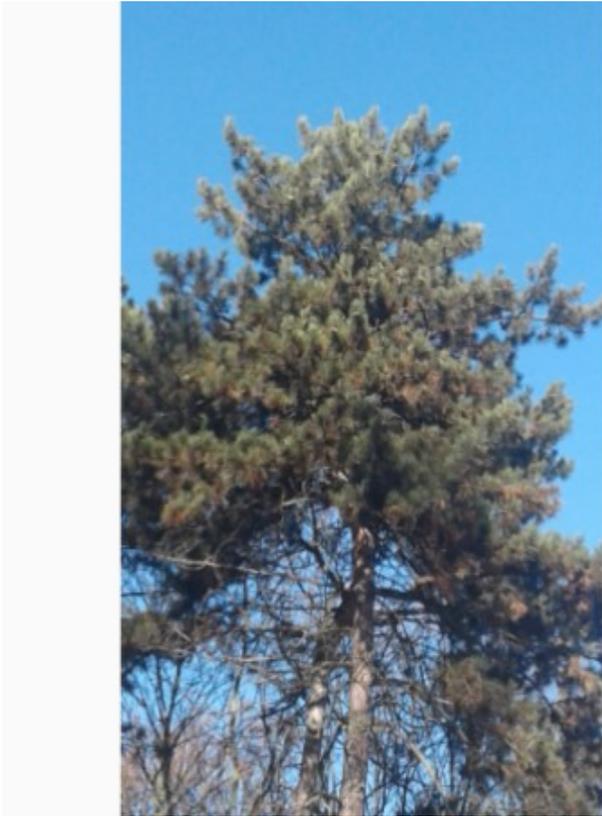


- Eintritt in und Austritt aus gesuchtem Segment

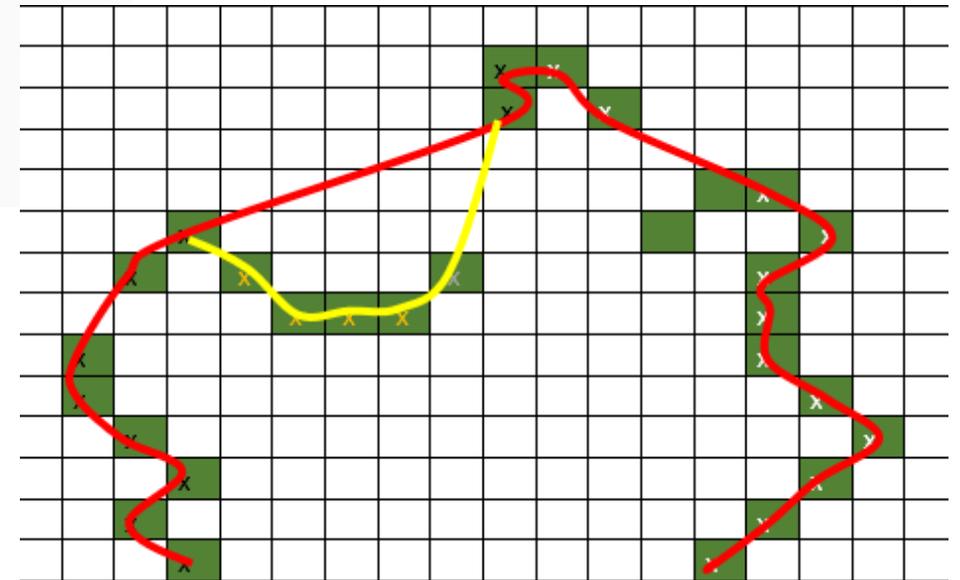


- Äußeren Kronenumriss finden

Einbuchtungen von oben



- Einbuchtungen von oben berücksichtigen
- Diese Funktion kann in der App an und ausgeschaltet werden

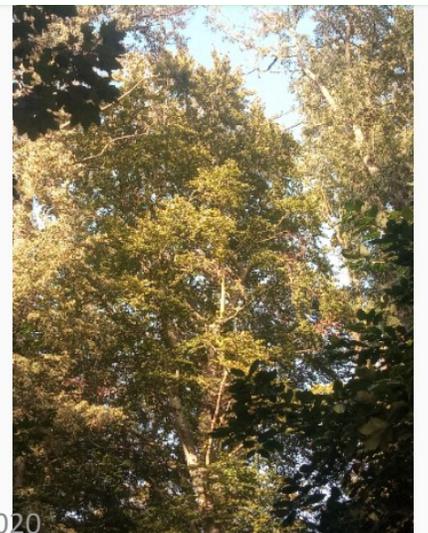


Kronentransparenz-App

Anwendung Buche



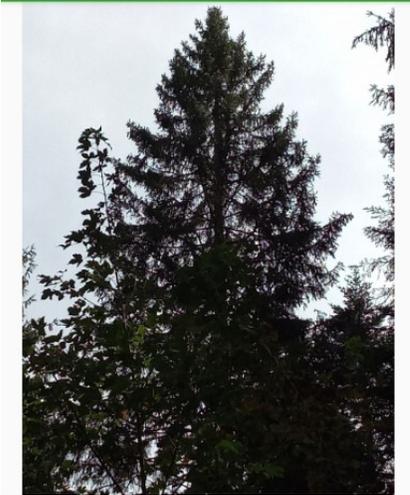
Kronentransparenz: 8,2
rel. Kronentransparenz: 2,5
Schadstufe 0 / 0



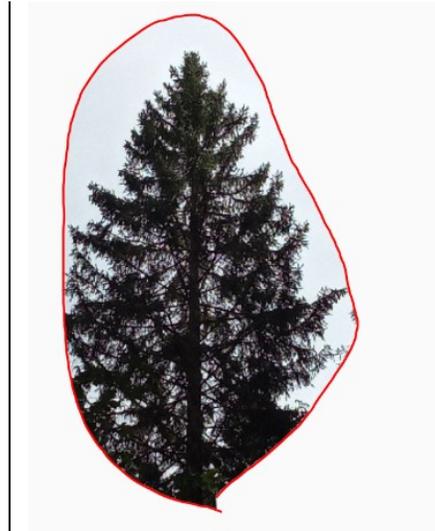
Kronentransparenz: 15,6
rel. Kronentransparenz: 9,9
Schadstufe 1 / 1

- **Möglichkeit der Speicherung eines Referenzbaumes und Berechnung der relativen Kronentransparenz**

Kronentransparenz-App Anwendung Fichte



Kronentransparenz: 17,8
Schadstufe 2

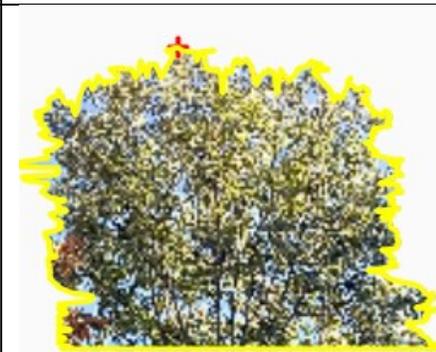
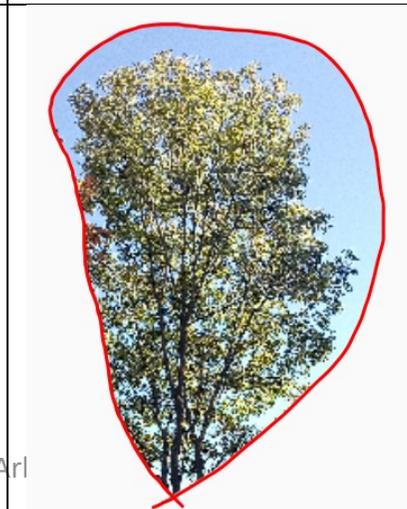


Kronentransparenz: 19,4
Schadstufe 2

Kronentransparenz-App Anwendung Eiche/Esche



Kronentransparenz: 33,8
Schadstufe 3 real 4



Kronentransparenz: 26,2
Schadstufe 2

- Prototyp für App zur Beurteilung der Kronentransparenz entwickelt
- Abgrenzung des Kronenraums durch regelbasierte Klassifikation auf Grundlage von Entscheidungsbäumen
- Verbesserung durch Import neuer Entscheidungsbäume möglich
- Vergleich mit lokalen Referenzbäumen möglich
- Andere Anwendungsgebiete:
 - Landwirtschaft
 - Medizin
 - Autonomes Fahren

Quellen

- Computer Vision Java:
 - Burger, W.; Burge, M. J. (2006): *Digitale Bildverarbeitung – Eine Einführung mit Java und ImageJ*; Berlin: Springer Verlag
- Waldzustandserhebung:
 - [ICP Forest Manual] 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 05.10.2019).
 - Wellbrock, N.; Eickenscheidt, N.; Hilbrig, L.; Dühnelt, P.; Holzhausen, M.; Bauer, A.; Dammann, I; S Strich,S; Engels, F; Wauer, A;(2018) Thünen Working Paper 84: Leitfaden und Dokumentation zur Waldzustandserhebung in Deutschland, Thünen-Institut für Waldökosysteme, Braunschweig/Germany
- Entscheidungsbäume:
 - Quinlan; J. R. (1986): *Induction of Decision Trees*, Centre for Advanced Computing Sciences, New South Wales Institute of Technology, Sydney 2007, Australia (Received August 1, 1985)
 - Quinlan; J. R. (1991): *Generating Production Rules From Decision Trees*, Artificial Intelligence Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge MA 02139 USA
 - Breiman, L., J. Friedman, R. Olshen, and C. Stone (1984). *Classification and Regression Trees*. NewYork: Chapman and Hall

Danke für Ihre
Aufmerksamkeit !

