Dokumentation Bestandesauswertung BZE 3

## Waldränder/ Bestandesgrenzen

### Koordiantenberechnung

QUELLE:

<http://www.markusbaumi.ch/schule/formel/azimut.pdf>

<https://juliaw86.files.wordpress.com/2009/01/kreisgleichung.pdf>

Für alle Bäume sowie auf zwei bzw. drei Punkten des Bestandesrandes (falls Bestandesrand mit Knick) werden der Azimut und die Entfernung zum Probekreismittelpunkt (0|0) erfasst.

Hierraus lassen sich mittels der folgenden Formel die X und Y Koordinaten des jeweiligen Punktes bestimmen:



Da es sich hierbei bei um Koordianten mit der x-Achse als gitter Nord und y-Achse um Gitter Ost handelt, müssten X und Y eigentlich genau umgekehrt zum üblichen Koordinatensystem zugewiesen werden. Um jedoch mit Gleichungssystemen und Verkoren rechnen zu können, wurden X Korrdinaten y genannt und auf der üblichen (senkrechten) Achse des Koordiantensystems verortet, und Y Koordinaten x genannt und auf der üblchen (wagerechten) Achse des Koordiantensystems verortet.



#### Azimut

Dementsprechend konnte problemlos weitergerechnet werden. Lediglich die Funktion um den Azimut zu berechnen musste umgestellt werden von:

⬄ 

Zu:

ß = tan-1 ( ( XB - XA ) / ( YB -YA ) )

Die Korrektur des Azimutes, abhängig von dem Quadranten in dem der Punkt sich befindet, musste ebenfalls angepasst werden von :



Zu:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Bereich | ß = tan-1((XB-XA)/ (YB-YA)) | Azimut |
|  |  |  |  |
| + Δx  + Δy | 0g < Azimut < 100g | Positiv | ß |
| + Δx  - Δy | 100g < Azimut < 200g | Negativ | 200g + (-ß) |
| - Δx  - Δy | 200g < Azimut < 300g | Positiv | 200g + ß |
| - Δx  + Δy | 300g < Azimut < 400g | negativ | 400g + (-ß) |

#### Distanz

Die Distanz eines Punktes zu einem anderem Punkt mit gegebnen X und Y Koordianten wurde weiterhin durch die nachfolgende Formel berechnet, da es die Addition zu keinen Unterschieden in der Reihenfolge erfordert:



### Schnittpunkte des Waldrandes mit (äußerstem) Probekreis

Für Waldränder ohne Knickpunkt wurde mittels der Koordinaten der zwei Punkte A und B, welche auf der Geraden liegen, die den Probekreis als Bestandesgrenze schneidet, eine Geradengleichung mit

y = b0 + b1 \* x

aufgestellt.

Für Waldrändern mit Knickpunkt wird eine Geradengleichung für die Linie zwischen den Punkten A und T (Turning Point = Knickpunkt) und eine für die Linie zwischen den Punkten B und T bestimmt.

Hierzu wurde zunächst die Steigung (ß1) der Geraden berechnet:

b1 = ( YB -YA ) / ( XB - XA )

und nachfolgend der Y-Achsenabschnitt b0 durch einsetzen eines bekannten Punktes in die Geradengleichung mit der nun berechneten Steigung:

b0 = y - b1 \* x

Anschließend die lage der Geraden zum 17.84m Kreis der Probekreise und gegebenenfalls die Schnittpunkte der Geraden mit dem Probekreis berechnet. Hierfür wird die Geradengleichung anstelle von y in die allgemeine Kreisgleichung eingesetzt:

Allgemeine Kreisgleichung:



X und Y sind Koordinaten eines Punktes;

XM und YM sind die Koordinaten des Mittelpunktes des Kreises;

r ist der Radius des Kreises

Einsetzen der Geradengleichung in die Kreisgleichung:

(X – XM) + ( (b1 \* X + b0) – YM )2 = r2

Umstellen zu quadratischer Gleichung:

1. Auflösen der Klammern mit binomischen Formeln 1 & 2 :

(a - b) 2 = a2+ 2\*a\*b + b2 ; (a + b) 2 = a2 + 2\*a\*b + b2

*r2 = 1\*X2 - 2\*XM + XM2 + b12\*X2  - 2\*(b1\*X)\*(b0 - YM) + (b0 - YM)2*

1. Ordnen und zusammenfassen:

*r2 = 1\*X2 + b12\*X2  - 2\*XM - 2\*((b1\*X)\*(b0 - YM)) + (b0 - YM)2 + XM2*

*r2 = (1+b12)\*X2 - (2\*XM - 2\*b1\*(b0 - YM))\*X + (b0 - YM)2 + XM2*

1. r2 auf die andere Seite bringen:

*0 = (1+b12)\*X2 - (2\*XM - 2\*b1\*(b0 - YM))\*X + (b0 - YM)2 + XM2 - r2*

1. Quadratische Ergänzung: a \* X2 + b \* X + c

*0 = ((1+b12)\*X2) / (1+b12) - ((2\*XM - 2\*b1\*(b0 - YM))/ (1+b12) )\*X + ((b0 - YM)2 + XM2 - r2) / (1+b12))*

1. P/Q-Formel:

p = b, Zahl vor X = - ((2\*XM - 2\*b1\*(b0 - YM))/ (1+b12) )

q = c, Zahl am Ende der Quadratischen Gleichung = *((b0 - YM)2 + XM2 - r2) / (1+b12))*

1. Einsetzen in P/Q-Formel und ausrechnen von x1 und x2 & zuweisen des Schnittpunkt Status (intersection\_status)

* Hat die Gerade g zwei Schnittpunkte mit dem Kreis so haben x1 und x2 unterschiedliche Ergebnisse und erhalten den Status „zwei Schnittpunkte“ (two I):

x1 != x2 🡪 intersection\_status == two I

* Hat die Gerade g nur einen Schnittpunkt mit dem Kreis so hat nur x1 oder x2 ein Ergebnis, bzw. das Ergebnis von x1 und x2 ist identisch und die Gerade erhält den Status „ein Schnittpunkt“ (one I)

x1 == x2 🡪 intersection\_status == one I

* Hat die Gerade g keinen Schnittpunkt mit dem Kreis so haben weder x1 noch x2 ein Ergebnis, sodass der Schnittpunkt Status „keine Schnittpunkte“ zugeweisen wird:

Is.na(x1) & is.na(x2) 🡪 intersection\_status == no I



1. Einsetzen der X Werte in Geradengleichung um zugehörigen Y Wert zu bestimmen:

Y1 = b0 + b1 \* X1

Y2 = b0 + b1 \* X2



### Aufstellen der Polygone

Da eine reine if-statment coordinierte Berechnung der Flächen mittels Kreissegment und Kerisbogen Funktionen zu komplex und Fehlerbehaftet war, wird die Flächenberechnung der Bestände, sowie das sortieren der Einzelbäume in ihre Bestände mittles Polygonen über das R package „st“ umgesetzt.

Die Flächenberechnung und Bestandeszuweisung findet nur statt, wenn:

* Der Waldrand keinen Knick hat (Waldrandform 1, e\_form == 1) und die Line AB den Probekreis an 2 Punkten scheidet (inter\_status\_AB\_17 == „two I“)
* Der Waldrand einen Knick hat (Waldrandform 2, e\_form == 2) und mindestens eine der beiden Linien den (AT oder BT) den Probekreis an 2 Punkten scheidet (inter\_status\_AT\_17 == „two I“ | inter\_status\_BT\_17 == „two I“ )

Sollte dies

#### Waldrandform 1

* Idmetifizieren der kürzeren seite bei Überschneidung der AB Linie mit 60m Kreis um Probekreismittelpunkt
  + mittelpunkt der Linie zu ittelpunkt des Kreisses linie aufstellen
  + Intersections mit äußerstem Kreis finden
  + Distanz zwischen inter\_MC\_1 und mittelpunkunkt der AB Linie vs. Distanz zwischen inter\_MC\_2 und mittelpunkunkt der AB Linie
  + Auswählen des inter\_MCs mit geringerer Distanz um kürzere Seite des Kreises zu identifizieren
* Dreickiges polyon aufstellen mit AB inter 1, AB\_inter\_2 und inter\_MC\_shorter side

#### Waldrandform 2

Verfügt eine der Geraden AT und BT über 2 Schnittpunkte mit dem Kreis, muss das Polygon Dreieck in die Richtung aufgespannt werden, in der auch die Punkte A und B im Verhältniss zum Knickpunkt liegen. Denn bei dem Schnittpunkten der AT und BT Linie handelt es sich nur um eine Verpängerung/ Anpassung der Strecke AT oder BT zum Rand des Kreises.

Somit gilt es von den jeweils 2 Schnittpunkten pro Line, den jeweils mit A oder B gleichgericheteten zu finden. Hierfür wird der Azimut von T zu A mit dem Azimut von T zu Schnittpunkt 1 von AT und dem Azimut von Schnittpunkt 2 von AT verglichen. Es werden die Koordinaten des Schnittpunktes für das Dreieck verwendet, dessen Azimut identisch zu dem von T zu A ist. Selbiges wird für die BT Linie durchgeführt.

Da bei einem Dreieck durch die direkten Schnittpunkte mit dem äußersten Probekreis ein Stück des Kreisbogens über die Gegenkathere (Linie zwischen Schnittpunkt A und Schnittpunkt B) „herrausragen“ würde, wird der Schnittpunkt in der zuvor bestimmten Richtung Schnittpunkt 1 oder Schnittpunkt 2 der Gerade mit dem Kreis) auf einem 60m Radius Kreis gelegt, um sicher sein zu können, alle Bäume innerhalb des Kreisbogens miteinbezogen zu haben.

### Zuweisung Bestand gemäß Fläche

Nchfolgend wird mittels eines R for-loops (Schleife)

### Zuweisen der Bäume in Bestände

Folgend wird die Lage der Bäume zur Gerade bestimmt indem die Geradengleichung nach 0 umgestellt und die Koordianten des Baumes (XT | YT) für X und Y in die Geradengleichung eingesetzt:

0 = b0 + b1 \* XM - YM

* Wenn das Ergebnis der impliziten Gleichung < 0 ist, liegt der Baum „innerhalb“ des Bestandes und erhält die Gruppe C
* Wenn das Ergebnis der impliziten Gleichung = 0 ist, liegt der Baum genau auf der Bestandesgrenze und erhält die „on the line“
* Wenn das Ergebnis der impliziten Gleichung > 0 ist, liegt der Baum „außerhalb“ des Bestandes und erhält die Gruppe D

 

1. Zuweisen des abschließenden tree\_status:

* Um den Bäumen die korrekte Fläche, gemäß ihres Baumstatus
* Nachfolgend wird der Gruppe mit den meisten Bäumen die Gruppe „main“ zugewiesen, um sie als Hauptbestand auszuweisen, während der Gruppe mit weniger Bäumen die Gruppe „side“ zugewiesen wird um sie als Nebenbestand zu kennzeichnen.

## Überarbeitung der Bestandes Zuordnung und Probekreisflächenberechnung

Da sich die Auswertung rein über functionen die auf if-statements über den die Schnittpunkte mit dem 17.84m Kreis beruhen nicht fehlerfrei umsetzen ließen wurde die Methodik zu Flächen- und Bestandesbestimmung leicht angepasst.

Grundlage der Berechnung stellen weiterhin nur Plots dar, die über mindestens eine Line mit zwei Überschneidung mit dem äußersten der Konzentrischen Probekreise verfügen.

Somit werden zunächst die Schnittpunkte des jeweiligen Waldrandes mit

## Stickstoffgehalte in Blattmasse

### Stickstoffgehalte in Blattmasse aus BZE Blatt- & Nadelproben

Im Zuge der BZE werden von jeder am Plot präsenten Baumart im Altbestand Blatt- und Nadelproben genoimmen welche dann auf ihre Nährelementgehalte hin ausgewertet werden.

Somit stehen für die Berechnung des Stickstoffgehaltes in der Blattmasse des Altbestandes Bestandes an BZE Probepunkten Plot- und Baumartspezifische Nährelementgehalte zur Verfügung.

Da jedoch in der Verjüngung zu Waldbaumarten auftreten können, die nicht im Oberstand vertreten sind, für welche demnach keine Plot-Art-spezifischen Stickstoffwerte verfügbar sind, müssen hierfür sinnvolle alternative Datenquellen ausgewählt werden. Folgende Optionen stehen hierfür zur Auswahl:

1. Standortgruppen-Art-spezifische-N-Werte: N-Werte in Blatt oder Nadel für nicht am Plot verfügbare Baumarten werden durch standort-art-spezifische N-Mittelwerte ersetzt:
   1. N-Gehalten in Nadel und Blatt werden nach Baumart und Standortgruppe gruppiert und gemittelt
   2. hierfür müsste man dem jeweiligen BZE BE Punkt einer standtortgruppe zuweisen
   3. und für diese Standortgruppe über mittlere N-Werte in Blatt-/ Nadelmasse aller möglichen Baumarten verfügen
   4. hierfür müssten zudem signifikante Unterscheide zwischen den Stickstoffgehalten in der Blattmasse in Anhängigkeit ihrer Standortgruppe bestehen.
      1. Diese Annahme wird durch die BZE2 Auswertung unterstützt „Die Fichten auf Böden aus basenarmem Festgestein (6) und auf Böden der Alpen (7) haben geringere N-Nadelgehalte als die Fichten auf anderen Bodensubstratgruppen (Abb. I-8-1a). Die N-Nadelgehalte sind an Punkten mit Moder- und Rohhumusform signifikant geringer als an Punkten mit Mull, mullartigem Moder und rohhumusartigem Moder (Abb. I-8-1b). Die N-Nadelgehalte unterscheiden sich je nach Grad der Bodenversauerung; die Unterschiede sind allerdings nicht kausal erklärbar.“

QUELLE: Dynamik und räumliche Muster forstlicher Standorte in Deutschland Ergebnisse der Bodenzustandserhebung im Wald 2006 bis 2008, Nicole Wellbrock, Andreas Bolte, Heinz Flessa (eds), Thünen Report 43

1. Baumart-spezifische-N-Werte:
   1. N-Gehalten in Nadel und Blatt werden nach Baumart gruppiert und gemittelt
   2. Diese Option greift wenn:
      1. Sollten keine signifikanten Unterschiede in den N-Gehalten in der Blattmasse über die verschiedenen Standortgruppen bestehen oder
      2. eine Baumart weder im plot-Art-spezifischen noch dem Baumart-Standortgruppe-Spezifischen Datensatz über einen entsprechenden N-Gehalt verfügen
2. Baumartengruppe-spezifische Werte:
   1. N-Gehalte in der Blattmasse werden nur noch nach „Laubholz“ und „Nadelholz“ gruppiert und gemittelt
   2. Diese Option greift wenn:
      1. zu einer Baumart gar keine N-Werte verfügbar sein
      2. es signifikante unterscheide in den N-Gehalten in der Blattmasse zwischen den Gruppen Laub- bzw. Nadelholz gibt

Hieraus resultiert, dass wir von der BZE einen Datensatz in der folgenden Struktur brauchen:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Plot\_ID/ Bfn\_nr | Standortgruppe | Baumart | N-Gehalt |
| 1 |  |  |  |
| … |  |  |  |
| n |  |  |  |

Um eine möglichst sinnvolle Kette aus „wenn für Gruppe X kein N-Gehalt verfügbar ist, dann wähle Wert Y aus Gruppe Y eines übergeordneten Organisations- / Gruppierungslevel“-Statements aufstellen zu können, sollten sich die gebildeten Starten und Level der Gruppierung an den Variablen orientieren die den Größten Unterschied in den N-Gehalten verursachen, also den größten Einfluss auf Varianz in den N-Gehalten haben.

Hierfür würde es sich anbieten den N-Gehalt in Abhängigkeit der Baumart und Standortsgruppe zu modellieren und auf Zusammenhänge bzw. die Stärke des Zusammenhanges zu untersuchen.

Verjüngung

## Kompartimentierung Verjüngung unter 1.3m Höhe

Über 1.3m : Vergleich TapeS vs. Wolff

unter 1.3m : Vergleich Wolff vs. TGH & Poorter

NOTIZEN

### Waldränder mit Knickpunkt (Waldrandform 2)

#### Lage von Bäumen und Bestandesgrenze zueinander Bestimmen

Zunächst wird genauso vorgegangen wie unter 1.1.2.1., wobei jedoch zwei Geraden aufgestellt werden (1) von Knickpunkt T zu Bestandesgrenzenpunkt A und (2) von Knickpunkt T zu Bestandesgrenzenpunkt B.

Folgend wird überprüft, ob die Koordianten des jeweiligen Baumes innerhalb des Dreiecks liegen, was zwiaschen dem Knickpunkt und den Schnittpunkten mit dem Probekreis gebildet wird.

Der Geraden wird, wie bei den geraden Waldrändern ein Schnittpunkt Status zugewiesen.

Hierbei gilt es folgendes zu beachten:

Baum Lage Waldrandform == 2, T < 17.84m, AT\_inter\_status == „two I“ & BT\_inter\_status == „two I“

Liegt der Knickpunkt innerhalb des Kreises (ist also die Distanzt zwischen T und dem Mittelpunkt geringer als 17.84 m) und die Geraden AT und BT verfügen über 2 Schnittpunkte mit dem Kreis, so ist davon auszugehen, dass beide Schenkel des Dreiecks aus dem Kreis herraus ragen. Demensprechend muss das Dreieck in die Richtung aufgespannt werden, in der auch die Punkte A und B im Verhältniss zum Knickpunkt liegen. Denn bei dem Schnittpunkten der AT und BT Linie handelt es sich nur um eine Verpängerung/ Anpassung der Strecke AT oder BT zum Rand des Kreises.

Somit gilt es von den jeweils 2 Schnittpunkten pro Line, den jeweils mit A oder B gleichgericheteten zu finden. Hierfür wird der Azimut von T zu A mit dem Azimut von T zu Schnittpunkt 1 von AT und dem Azimut von Schnittpunkt 2 von AT verglichen. Es werden die Koordinaten des Schnittpunktes für das Dreieck verwendet, dessen Azimut identisch zu dem von T zu A ist. Selbiges wird für die BT Linie durchgeführt.

Da bei einem Dreieck durch die direkten Schnittpunkte mit dem äußersten Probekreis ein Stück des Kreisbogens über die Gegenkathere (Linie zwischen Schnittpunkt A und Schnittpunkt B) „herrausragen“ würde, wird der Schnittpunkt in der zuvor bestimmten Richtung Schnittpunkt 1 oder Schnittpunkt 2 der Gerade mit dem Kreis) auf einem 60m Radius Kreis gelegt, um sicher sein zu können, alle Bäume innerhalb des Kreisbogens miteinbezogen zu haben.

Wenn



Nachfolgend werden die Koordinaten des Baumes in die folgende Funtkion eingesetzt, welche das so aufgespannte Dreieck im Raum verortet und somit erlaubt zu identifizieren, ob der Baum innerhalb oder außerhalb des Dreiecks liegt:



<https://www.chegg.com/homework-help/questions-and-answers/2-points-barycentric-coordinates-let-mathbf-p-1-left-x-1-y-1-z-1-right-t-mathbf-p-2-left-x-q101952449>

Flächeninhalt Waldrandform == 2, T < 17.84m, AT\_inter\_status == „two I“ & BT\_inter\_status == „two I“

Für den Flächeninhalt wird in diesem Fall der Schnittwinkel zwischen der Geraden von AT und BT im Punkt T bestimmt. Dieser wird dann genutzt um den Flächeninhalt des zwischen ABT aufgespannten Kreisbogens zu berechnen

Flächeninhalt Waldrandform == 2, T < 17.84m, AT\_inter\_status != „two I“ & BT\_inter\_status == „two I“ oder: Flächeninhalt Waldrandform == 2, T < 17.84m, AT\_inter\_status == „two I“ & BT\_inter\_status != „two I“

Für den unwahrscheinlichen Fall, dass T innerhalb des Kreises liegt, aber nur ein Schenkel des Dreiecks 2 Schnittpunkte mit dem Kreis hat, dann wird die Gerade welche die Schnittpunkte mit dem Kreis hat (AT oder BT) wie ein Waldrand der Form 1 behandelt. Somit werden diese Schnittpunkte (S1, S2) genutzt um zunächst den Flächeninhalt des Kreisbogens zu mit dem Schnittwinkel von S1 und S2 im Mittelpunkt des Kreisses zu berechnen. Hiervon wird dann der Flächeninhalt des Dreieck zwischen S1, S2 und dem Mittelpunkt des Kreises abgezogen.

Flächeninhalt Waldrandform == 2, T < 17.84m, AT\_inter\_status != „two I“ & BT\_inter\_status != „two I“

Haben beide Schenkel keine oder nur eine Schnittstelle mit dem Kreis, wird kein Teil des Kreises durch die Geraden abgerennt und somit gelten Alle Bäume als Teil des Bestandes und es wird keine Teilfl#äche brechnet.

Flächeninhalt Waldrandform == 2, T > 17.84m, AT\_inter\_status == „two I“ & BT\_inter\_status == „two I“

Liegt der Knisckpunkt außerhalb des Kreises, und beide Schenkel ragen in den Kreis hinein und schneiden diesen zweimal, so werden 2 Dreiecke und 2 Kreissegmente berechnet. Zwischen den Schnittpunkten der Gerade AT und dem Mittelpunkt des Kreises und den SChnittpuntkend er Gerade BT und dem Mittelpunkt des Kreises. Zieht man den Flächeninhalt des Dreiecks von dem des Kreisegmentes ab, erhält man die Abschnitte des Kreises die durch die Hineinragenden Schenkel des Dreieckes abgeschnitten werden.

Flächeninhalt Waldrandform == 2, T > 17.84m, AT\_inter\_status != „two I“ & BT\_inter\_status == „two I“ oder: Flächeninhalt Waldrandform == 2, T > 17.84m, AT\_inter\_status == „two I“ & BT\_inter\_status != „two I“

Liegt T außerhalb des Kreises und nur eine der Geraden (AT oder BT) 2 Schnittpunkte mit dem Kreis hat, dann wird die Gerade welche die Schnittpunkte mit dem Kreis hat (AT oder BT) wie ein Waldrand der Form 1 behandelt. Somit werden diese Schnittpunkte (S1, S2) genutzt um zunächst den Flächeninhalt des Kreisbogens zu mit dem Schnittwinkel von S1 und S2 im Mittelpunkt des Kreisses zu berechnen. Hiervon wird dann der Flächeninhalt des Dreieck zwischen S1, S2 und dem Mittelpunkt des Kreises abgezogen.

Flächeninhalt Waldrandform == 2, T > 17.84m, AT\_inter\_status != „two I“ & BT\_inter\_status != „two I“

Haben beide Schenkel keine oder nur eine Schnittstelle mit dem Kreis, wird kein Teil des Kreises durch die Geraden abgetrennt und somit gelten Alle Bäume als Teil des Bestandes und es wird keine Teilflfäche berechnet.