

---

ZÜRCHER HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN  
DEPARTMENT LIFE SCIENCES UND FACILITY MANAGEMENT  
INSTITUT IUNR

---



---

## **Habitatparameter für Wildtieranalysen im Sihlwald und Umgebung**

---

Semesterarbeit 2

von

**Claudia Gerber**

Bachelorstudiengang 2012

Abgabedatum: 12. Februar 2015

Studienrichtung Umweltingenieurwesen

Fachkorrektoren:

Bächtiger Martina, Dr. Signer Claudio

Forschungsgruppe Wildtiermanagement

ZHAW LSFM IUNR

Grüntal, Postfach

CH - 8820 Wädenswil

---

## Impressum

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW)

Life Sciences und Facility Management (LSFM)

Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen (IUNR)

Grüental, Postfach

CH – 8022 Wädenswil

Titelbild by Claudia Gerber

*Keywords:* cover availability, habitat parameter, vegetation parameter, habitat modelling, wild ungulates, roe deer (*Capreolus capreolus*), wildlife management

*Schlagworte:* Deckungsangebot, Habitatparameter, Vegetationsparameter, Habitatmodellierung, Wildhuftiere, Reh (*Capreolus capreolus*), Wildtiermanagement

### *Zitiervorschlag:*

Gerber, C. (2015). *Habitatparameter für Wildtieranalysen im Sihlwald und Umgebung*. Wädenswil: Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen (IUNR). Departement für Life Sciences und Facility Management (LSFM). Zürcher Fachhochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW). Semesterarbeit.

## Abstract

Wild ungulates increasingly face disturbance and habitat fragmentation due to human activity. Therefore, the knowledge of species specific needs, such as cover in its habitat is essential to conduct a sustainable wildlife management. However, habitat models that describe the cover availability itself can hardly be found. Thus, this study analyses the correlations between LIDAR data, field based data on cover and forage availability, as well as GIS forestry data derived from airborne inventory mapping of the area Sihlwald and its surrounding close to Zürich. Based on regression analysis and model selection following AIC and BIC validation in R, models for cover availability for bedded (CA\_BEDDED) and standing (CA\_STANDING) roe deer have been generated and implemented in GIS. Both of the final models contained the parameters LIDAR, degree of composition and forage availability in winter, yet CA\_STANDING was supplemented with the forage availability in Summer. Corresponding to the comparison of field and model based data of cover availability, CA\_BEDDED calculated more reliable but slightly underestimated results. The study area Sihlwald and surrounding showed generally high cover availability, while CA\_BEDDED was constantly better than CA\_STANDING. Among the vegetation parameters, the ratio of coniferous trees (degree of composition) and the forage availability in winter, canopy cover and degree of development, as well as degree of development and LIDAR showed the most significant correlations. In future, waveform-recording based LIDAR data could most likely improve these model results.

## Zusammenfassung

Wildhuftiere stehen zunehmend unter dem Druck menschlicher Störungen und genereller Habitatfragmentierung. Deshalb ist die Kenntnis artspezifischer Habitatpräferenzen, wie der Deckung unabdingbar für ein nachhaltiges Wildtiermanagement. Bisher gibt es jedoch kaum Habitatmodelle, welche das Deckungsangebot selbst beschreiben. Aus diesem Grund untersuchte die vorliegende Arbeit die Korrelationen zwischen LIDAR-Daten, Feldaufnahmen zu Äsung und Deckung, sowie Forstparameter aus der Luftbild-Bestandeskartierung für den agglomerationsnahen Grossraum Sihlwald (ZH). Basierend auf Regressionsanalyse und Modellselektion nach AIC und BIC in R wurden Deckungsangebotsmodelle für das liegende (CA\_BEDDED) und stehende (CA\_STANDING) Reh generiert und in GIS umgesetzt. Die Endmodelle enthielten beide die Parameter LIDAR, Mischungsgrad und Winteräsungsangebot; CA\_STANDING zusätzlich das Sommeräsungsangebot. Gemäss dem Vergleich der im Feld erhobenen und den modellierten Deckungswerten, berechnet CA\_BEDDED bei leichter Unterschätzung die verlässlicheren Werte. Der Grossraum Sihlwald zeigte generell ein gutes Deckungsangebot, wobei CA\_BEDDED ausnahmslos besser ausfiel als CA\_STANDING. Unter den Vegetationsparametern wiesen insbesondere der Nadelholzanteil (Mischungsgrad) und das Winteräsungsangebot, der Deckungsgrad und die Entwicklungsstufe, sowie die LIDAR-Daten und die Entwicklungsstufe signifikante Korrelationen auf. Differenziertere, Waveform-recording basierte LIDAR-Daten könnten die Modelle in Zukunft mit hoher Wahrscheinlichkeit noch verbessern.

## Abkürzungsverzeichnis

AIC	Akaike's An Information Criterion – Statistische Formel und Verfahren zur Beurteilung der Güte bei einer Modellselektion
BIC	Bayesian Information Criterion – Statistische Formel und Verfahren zur Beurteilung der Güte bei einer Modellselektion
LIDAR	Light Detection and Ranging – Methode zur optischen Abstands- und Geschwindigkeitsmessung
GIS	Geoinformationssystem
WILMA	Fachstelle für Wildtiermanagement an der Zürcher Fachhochschule für Angewandte Wissenschaften, ZHAW, Standort Wädenswil

## Abkürzungen der Parameter

CA_BEDDED	Deckungsangebot für ein liegendes Reh
CA_STANDING	Deckungsangebot für ein stehendes Reh
DEG_COMP	Mischungsgrad des Waldes – Nadelholzanteil
DEG_COVE	Deckungsgrad der Waldvegetation
FAIS	Index für das Rehäsungsangebot im Sommer
FAIW	Index für das Rehäsungsangebot im Winter
LEV_DEVE	Entwicklungsstufe des Waldes
LIDAR	Rehvegetation (0-3 Meter Höhe) aus dem LIDAR-Datensatz

→ Detailbeschrieb siehe Tab 4.

## Inhaltsverzeichnis

Impressum .....	1
Abstract.....	2
Zusammenfassung.....	3
Abkürzungsverzeichnis.....	4
Inhaltsverzeichnis.....	5
1 Einleitung .....	7
1.1 Hintergrund.....	7
1.2 Hypothese .....	8
2 Material und Methoden.....	9
2.1 Untersuchungsgebiet.....	9
2.2 Feldaufnahmen.....	11
2.3 Literaturrecherche.....	12
2.4 GIS und Statistikprogramm R .....	13
2.4.1 Grundlagendaten .....	13
2.4.2 Modellgenese.....	13
3 Resultate .....	18
3.1 Modellparameter.....	18
3.1.1 Linearität der Parameterbeziehungen .....	19
3.1.2 Deckungsangebot in Abhängigkeit der Vegetationsparameter .....	19
3.1.3 Weitere Korrelationen .....	21
3.2 Habitatmodell des Deckungsangebotes.....	23
3.2.1 Modellgenese.....	23
3.2.2 Modellgüte .....	25
3.3 Deckungsangebot für Rehe im Grossraum Sihlwald .....	26

4	Diskussion.....	30
4.1	Beurteilung der Modellparameter.....	30
4.1.1	Das Deckungsangebot und seine Abhängigkeit .....	30
4.1.2	Beurteilung der Beziehungen zwischen den Vegetationsparametern .....	31
4.2	Fazit .....	32
5	Literaturverzeichnis .....	33
6	Abbildungsverzeichnis.....	36
7	Tabellenverzeichnis.....	37
8	Anhang.....	38

# 1 Einleitung

## 1.1 Hintergrund

Menschen beeinflussen massgeblich den Lebensraum von Wildtieren, erst recht in der kleinräumigen Schweiz. Mit zunehmender Besiedlung und Fragmentation der Lebensräume sind zwangsläufig vermehrt Einwirkungen auf das Verhalten von Wildtieren zu erwarten (Jayakody, SevvandiSibbald, Angela M.Gordon, Iain J.Lambin, 2008; Stankowich, 2008). Für eine bessere Beurteilung der Auswirkung menschlicher Tätigkeiten auf Wildtiere, ist die Kenntnis der artspezifischen Präferenzen innerhalb eines Habitats und der einzelnen Habitatelemente zentral. Diese gilt es durch bestehende Umweltparameter auszudrücken, um Aussagen über die Habitateignung machen zu können. Aussagekräftige Habitatparameter und die entsprechende Habitatmodellierung sind daher unabdingbare Instrumente für die Umsetzung eines zeitgemässen und nachhaltigen Wildtiermanagements. Insbesondere für Wildhuftiere, wie Reh oder Rothirsch wurden bereits zahlreiche Habitatmodelle, unter anderem zur Bewertung von Lebensräumen und potentiellen Verbreitungen von Populationen entwickelt (Borkowski & Ukalska, 2008; Vospernik, Bokalo, Reimoser, & Sterba, 2007).

Neben der Aussagekraft der Habitatparameter bedeutet die Reduktion auf die wenigen, relevantesten Parameter auch eine effizientere und zielführendere Datenbeschaffung und Analyse. Bei den meisten Modellen der Habitateignung ist neben verschiedensten abiotischen Faktoren oft die begrenzte Anzahl der klassischen Forstparameter anzutreffen. Es sind dies vor allem die Kronendeckung und deren Nadelbaumanteil, der Mischungsgrad zwischen Nadel- und Laubholz, sowie die Entwicklungsstufen und deren einzelne Wachstumsstadien (Reimoser, Partl, Reimoser, & Vospernik, 2009; Vospernik et al., 2007). In jüngerer Zeit wurden vermehrt auf moderne Aufnahmemethoden basierende Habitatparameter in die Habitatmodellierung integriert. Insbesondere die bald landesweit zugänglichen LIDAR-Daten haben sich in ersten Modellen bei der Datenextraktion, sowie als aussagekräftiger Habitatparameter bewährt (Ewald, Dupke, Heurich, Müller, & Reineking, 2014); (Graf, Mathys, & Bollmann, 2009). Gesucht sind jene Habitatparameter, welche in signifikanter Relation zum ausgewählten artspezifischen Lebensraumanspruch, wie Äsung oder Deckung stehen. Das primär vegetationsabhängige Deckungsangebot wird bei Habitatmodellierungen oftmals nicht als eigenständiger Parameter verwendet, sondern höchstens passiv über die Vegetationsparameter abgedeckt. Ist dies dennoch der Fall, handelt es sich um Daten aus Feldaufnahmen (Borkowski & Ukalska, 2008; Reimoser et al., 2009; Vospernik et al., 2007; Vospernik & Reimoser, 2008). Interessant wäre deshalb zur Beurteilung eines Habitats betreffend Deckung für eine bestimmte Art, das Deckungsangebot

durch bestehende Vegetationsparameter ausdrücken zu können. Im Rahmen dieser Arbeit wurden jedoch keine derartige Modelle gefunden.

## 1.2 Hypothese

In einem agglomerationsnahen Naherholungsraum ist Ruhe, bzw. Deckung für eine Spezies von hohem Interesse. Deshalb fokussiert sich die vorliegende Semesterarbeit auf das Deckungsangebot. Die Wahl der Art fiel auf das Reh, als im Schweizer Mittelland häufigstes Wildhuftier (Bundesamt für Umwelt (BAFU), 2014). Der stadtnahe Grossraum Sihlwald im Kanton Zürich diente als Untersuchungsgebiet.

Ziel ist ein vegetationsabhängiges GIS-Modell zur Beurteilung des Deckungsangebotes für Rehe zu generieren. Das Modell baut auf der bestehenden forstlichen Luftbild-Bestandeskartierung, LIDAR-Daten des Gebietes und punktuellen Feldaufnahmen auf. Bestehende wissenschaftliche Erkenntnisse über die Deckungspräferenzen von Wildhuftieren fliessen in die Klassifizierung des Deckungsangebotes ein. Die vorliegende Semesterarbeit will:

- 1 die für das Deckungsangebot relevanten Vegetationsparameter und ihre gegenseitigen Beziehungen identifizieren.
- 2 das Deckungsangebot für das Reh mit dem generierten Modell im Untersuchungsgebiet Grossraum Sihlwald mittels GIS visualisieren.
- 3 Hinweise betreffend die Übertragbarkeit des Modells auf andere Untersuchungsgebiete abgeben.

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Untersuchungsgebiet

Die gesamte Untersuchung fand innerhalb der Koordinaten 680'000 / 240'500 Nordwest und 688'000 / 230'000 Südost statt (gemäss Karte Abb 1). Die Plotstandorte erstreckten sich über eine Fläche von 3'000 ha, wovon in der vorliegenden Arbeit 1'700 ha effektiv bewertet wurden (3.2 Habitatmodell des Deckungsangebotes). Die Analyse beschränkte sich auf die mehrheitlich zusammenhängenden Waldgebiete des Sihltals und seiner unmittelbarer Umgebung südlich der Stadt Zürich.

Die betroffene Waldfläche wird zu 55% von schwachen bis starken Baumholzbeständen dominiert. 10% fallen unter Stangenholz bis BHD 30 cm und Höhe 21 m. Die Anteile an Jungwuchs und stufigen, ungleichaltrigen Beständen sind mit knapp 3%, respektive 6% vergleichsweise klein. Das Gebiet ist hauptsächlich gegen Norden (26%) und Osten (37%), teilweise gegen Westen (24%), hingegen wenig gegen Süden (13%) exponiert. Der Perimeter reicht von 450 bis 910 M.ü.M. und ist auf knapp 6% seiner Fläche steiler als 30°. (Amt für Wald ZH, 2010) Die nahe gelegene zentrale Wetterstation Zürich Fluntern mass für 2014 eine Jahresmitteltemperatur und einen mittleren Jahresniederschlag von 10.6°C, bzw. 1076.4mm . Aufgrund von Exposition, Vegetation und Geomorphologie ist im Sihlwald von einer geringerer Jahresmitteltemperatur auszugehen. (Meteoschweiz, 2015)

Der agglomerationsnahe Naturerlebnispark Sihlwald macht mit 1'200 ha ein Grossteil des Untersuchungsgebietes aus. Die Waldgebiete sind sehr gut erschlossen und werden rege durch individuellen Langsamverkehr Erholungssuchender, wie Wanderer, Reiter und Biker genutzt. (Schweizer Pärke, 2015)

## Plotstandorte im Untersuchungsgebiet Grossraum Sihlwald (ZH)

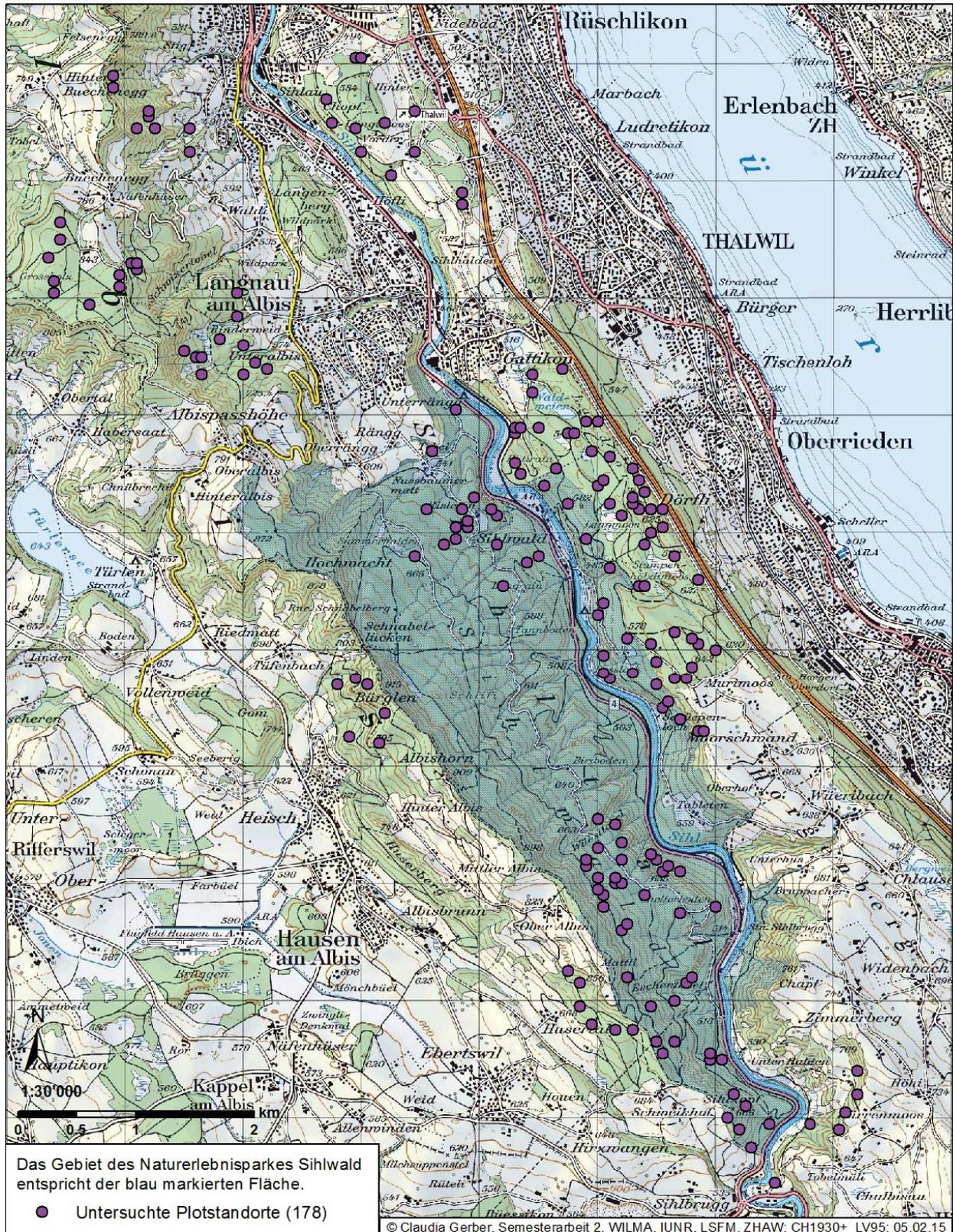


Abb 1: Untersuchungsgebiet Grossraum Sihlwald und die 178 untersuchten Plotstandorte

## 2.2 Feldaufnahmen

### Methoden

Wir erhoben einerseits das Äsungsangebot **(1)** und andererseits das Deckungsangebot **(2)**. Die Untersuchungsstandorte wurden aus einem Punkteraster von 50x50 Metern nach dem Zufallsprinzip generiert. Dabei wurde berücksichtigt, dass jeder Waldbestandestyp mindestens einmal vorkommt (Tab 2). Der Waldbestandestyp ist ein dreistelliger Code, generiert aus den drei Forstparametern Entwicklungsstufe, Deckungsgrad und Mischungsgrad aus der Luftbild-Bestandeskartierung des Zürcher Waldes nach Ineichen (2015). Die generierten Standortkoordinaten dienten im Feld als Plotmittelpunkte und wurden mit einem Vermessungsstab markiert. Dieser war exklusive Einsteckspitze von zwei Meter Länge und in jeweils 10 cm hohen Bändern abwechselnd rot/weiss gestreift. Die Halbmeterabschnitte erhielten zusätzlich ein auffälliges Erkennungsmerkmal. Alle Vegetationsdaten haben wir gemäss Aufnahmeprotokoll (Anhang A. Protokoll Feldaufnahmen) der Masterarbeit von Priska Ineichen aufgenommen. (Ineichen, 2015) Das Deckungsangebot hätten wir mittels Zylindermethode (Ordiz, Støen, Langebro, Brunberg, & Swenson, 2009) aufnehmen können. Jedoch stellte sich die oft verwendete Cover Pole Methode (Gallina, Bello, Verteramo, & Delfin, 2010; Jiang, Ma, Zhang, & Stott, 2010) nach Griffith (1988), zudem auf das Reh angepasst, als die geeignetste Methode heraus.

**(1)** Ein Abstand von 12.5 m in die vier mittels Kompass bestimmten Himmelsrichtungen definierte die quadratische Plotgrösse (310m<sup>2</sup>) für die Vegetationsaufnahmen des Äsungsangebots. Entsprechend der Art und deren Beschirmungsgrad errechneten wir den Forage Availability Index (Äsungsangebotsindex) für Sommer und Winter. **(2)** Ebenfalls aus den vier Himmelsrichtungen nahmen wir aus jeweils 15 m Entfernung die Deckung auf. Die Aufnahme erfolgte stets von Augenhöhe bei geöffnetem rechtem Auge und Stand auf dem Endpunkt der Distanzmessung. Für jeden Halbmeter notierten wir die Anzahl der 0 bis 5 roten bzw. weissen Bänder, welche zu nicht mehr als 25% verdeckt waren. Davon liessen sich jeweils pro Himmelsrichtung und Halbmeterkategorie Sichtbarkeitsmittelwerte berechnen. Diese multiplizierten wir mit den von Griffith eruierten Werten der pro Halbmeterkategorie prozentual sichtbaren Anteilen des liegenden, bzw. stehenden Rehkörpers (Tab 1). Die Subtraktion des so erhaltenen, zwischen 0 und 5 liegenden Sichtbarkeitswertes von 5 ergab den gesuchten Deckungswert. (Griffith & Youtie, 1988)

Tab 1: Potentiell sichtbarer Anteil des liegenden und stehenden Rehkörpers und Sichthöhe (Griffith & Youtie, 1988) – Faktoren für die Berechnung des Deckungsangebotes

Position Reh	Sichtbarer Körperanteil pro Höhe			
	0 – 0.5 m	0.5 – 1.0 m	1.0 – 1.5 m	1.5 – 2.0 m
liegend	0.83	0.17	0.0	0.0
stehend	0.0	0.73	0.23	0.4

## Aufnahmezeitpunkt und Realisation ursprüngliche Planung

Von den geplanten 279 Standorten konnten wir 178 untersuchen. Die Aufnahme des Deckungs- und Äsungsangebotes musste zwingend während der Vegetationszeit stattfinden. Bedingt durch die Terminpläne der beiden Arbeiten erfolgten rund 80% der Aufnahmen im September, die übrigen 20% im Oktober. Weitere Aufnahmen waren aufgrund des fortgeschrittenen Laubfalls nicht mehr möglich. Mit Ausnahme zweier Waldbestandestypen haben wir alle Typen weitestgehend berücksichtigt (Tab 2).

Tab 2: Übersicht über die erhobenen Plots in Relation zu den ursprünglich ausgewählten Plotstandorten

Ausgewählte Plots		Erhoben	Erhoben	Farbcode
Waldbestandestyp	Anzahl	Anzahl	%	
113	4	1	25%	0%
121	1	1	100%	1 - 33%
123	1	1	100%	34 - 66%
131	2	1	50%	67 -100%
132	1	1	100%	
133	2	1	50%	
211	1	0	0%	
222	2	0	0%	
231	9	9	100%	
232	32	27	84%	
233	21	12	57%	
242	9	6	67%	
243	10	5	50%	
321	3	1	33%	
322	12	4	33%	
323	20	14	70%	
331	27	21	78%	
332	42	29	69%	
333	59	31	53%	
342	14	9	64%	
343	7	5	71%	
<b>TOTAL</b>	<b>279</b>	<b>179</b>	<b>64%</b>	

## 2.3 Literaturrecherche

Primärer Ausgangspunkt war die von EBSCO Information Services betriebene Datenbank über *Wildlife & Ecology Studies Worldwide*, worin am erfolgreichsten Artikel über Habitatmodellierung, Wildhuftiere in Agglomerationsnähe und deren Deckungsansprüche zu finden waren.

## 2.4 GIS und Statistikprogramm R

### 2.4.1 Grundlagendaten

Tab 3: Details zu den verwendeten GIS-Grundlagen

Name	Beschrieb	Format & Koordinatensystem	Datenherr	Datenqualität & -haltung
<b>Luftbild – Bestandeskartierung</b> ALN_WALD. LUFTBILDBE STAND_F	Forstdatensatz Kanton ZH; verwendete Attribute: - Deckungsgrad (DG) - Mischungsgrad (MG) - Entwicklungsstufe (ESCODE)	SDE, ESRI polygone shapefile  CH1903_LV03	Kanton ZH, ALN, Abteilung Wald	Jährliche komplette Nachführung, benutzte Version vom 16.04.2010
<b>LIDAR</b> WPZ_TOPO.C HM_2006081 7_HEIGHT_1 M	LIDAR-Aufnahmen vom Grossraum Sihlwald - zeigt die Oberflächen- bedeckung über Erdboden	Rasterdatei CH1903_+LV95	GIS Wildnispark Zürich	Vorläufig einmalige Aufnahme vom April 2004
<b>Hintergrundkarten</b> LK 1:25'000	Schweizer Landeskarte	ESRI Rasterdatei (TIF) CH1903_LV03	Swisstopo©	6-jähriger Nachführungs- zyklus, Version 2007

### 2.4.2 Modellgenese

Ausgangslage war die Extraktion von Grundlagendaten zu Vegetation und Deckung aus Feldaufnahmen, bestehenden GIS-Daten aus der kantonalen Luftbild – Bestandeskartierung des Waldes und LIDAR-Daten. Ich ergänzte die Plotstandorte der Feldaufnahmen darauf mittels räumlicher Bezüge in einer GIS-Analyse mit den Vegetationsdaten aus LIDAR und der Luftbild-Bestandeskartierung. **(1)** Die dabei entstandene Datentabelle (Anhang B.d.Tabelle Grundlagendaten) diente in der Folge als Grundlage für die Analyse mit R Console 2.15.1. **(2)** Die signifikantesten Korrelationen bestimmten die Bewertung und die Auswahl der Parameter zur Erstellung des Habitatmodells mittels einer zweiten GIS-Analyse. **(3)** In einem letzten Schritt prüfte ich die Modellgüte mit dem Vergleich der plotspezifischen Deckungsangebotswerte aus Feldaufnahmen und Modell. **(4)**

#### (1) Extraktion der Grundlagendaten in GIS

Ich realisierte die gesamte Extraktion im ArgGis Modelbuilder (detailliertes Arbeitsprotokoll im Anhang B.a.Modell ReheSA2a).

In der Luftbild-Bestandeskartierung (Tab 3) erachtete ich die Forstparameter Deckungsgrad (DEG\_COVE), Entwicklungsstufe (DEV\_LEVE) und Mischungsgrad (DEG\_COMP) als wichtigste Einflussgrössen für das Deckungsangebot. Aus dem LIDAR-Datensatz extrahierte ich zudem eine Rehvegetation von 0 – 3m. Die 3m sind als Sammelkategorie zur Repräsentation der LIDAR-Daten zu verstehen, da ich diese hier entgegen anderer Studien (Ewald et al., 2014) nur in Form eines Parameters behandle. Ich generierte daraus mit einer Flächenanalyse (Tool *Block Statistics*) über den Anteil Rehvegetation im jeweils umgebenden Quadrat von 20x20 m einen Rehvegetationsparameter (LIDAR). Dies ist eine Annäherung an die Plotgrösse der Feldaufnahmen des Äsungsangebotes (siehe A.Protokoll Feldaufnahmen). Ich reklassifizierte die vier Parameter für die weitere Analyse (Tab 4). Die abschliessende Datenzusammenführung erfolgte über eine pro Parameter wiederholte, räumlich basierte Zuweisung der jeweiligen Werte zu den einzelnen Datensätzen der zuvor als Excel-Dokument importierten Grundlagentabelle (Tool *Spatial Join*). Diese enthielt dabei bereits die vier übrigen, im Feld erhobenen Parameter Winteräsungsangebot (FAIW), Sommeräsungsangebot (FAIS) und Deckungsangebot für das liegende (CA\_BEDDED), sowie für das stehende (CA\_STANDING) Reh (2.2 Feldaufnahmen). Für die einzelnen Schritte waren teilweise Formatänderungen (Tools Clip, Polygon to Raster und Raster to Polygon) nötig. Zuletzt exportierte und bereinigte ich die vollständige Tabelle der Grundlagentabellen in ein Excel-Dokument (Anhang B.d.Tabelle Grundlagentabellen).

Tab 4: Beschrieb und reklassifizierte Kategorien der Parameter für die Grundlagentabelle Matrix\_Rohdaten\_ReheSA2

Parameter	Beschrieb	Kategorisierung (neue Kategorien in <b>Fettdruck</b> )
LIDAR	<b>Flächenanteil</b> der <b>Rehvegetation</b> (0-3m) im 400m <sup>2</sup> grossen Quadrat (20x20m) um den Plotmittelpunkt	<b>1</b> = 0-25% Rehvegetation <b>2</b> = 25-50% <b>3</b> = 50-75% <b>4</b> = 57-100% <b>0</b> => NA (22 Datensätze ohne Wert, da die Plotkoordinaten (Plots Feldaufnahme > target feature) beim <i>Spatial Join</i> ausserhalb der LIDAR-Daten (join feature) lagen
DEG_COVE	<b>Deckungsgrad</b> ; Anteil der Gesamtüberschirmung an der Bestandesfläche in 10% Stufen	<b>10</b> = 0-33% <b>20</b> = 33-66% <b>30</b> = 66-100%
DEG_COMP	<b>Mischungsgrad</b> ; Nadelholzanteil (bezüglich Deckungsgrad) der am Aufbau des Bestandes beteiligten Baumarten	<b>100</b> = 0-10% <b>200</b> = 10-50% <b>300</b> = 50-90% <b>400</b> = 90-100% <b>0</b> => NA (33 Datensätze ohne Wert, da die Plotkoordinaten (Plots Feldaufnahme > target feature) beim <i>Spatial Join</i> ausserhalb der DEG_COMP-Daten (join feature) lagen

DEV_LEVE	<b>Entwicklungsstufen</b> (BH = $\emptyset$ Bestandeshöhe) 10 = Jungwuchs/Dickung <12cm, BH $\leq$ 8m 20 = Stangenholz 12-30cm, 8m < BH $\leq$ 21m 30 = Schwaches Baumholz 30-40cm, 21m < BH $\leq$ 28m 40 = Mittleres Baumholz 40-50cm, 28m < BH $\leq$ 35m 50 = Starkes Baumholz >50cm, BH $\geq$ 35 m 60 = stufige, ungleichaltrige Bestände -2 = dauernde Blösse (Rutsch, usw.)	<b>1000*</b> = dauernde Blösse (Rutsch u.ä.) <b>2000</b> = Stangenholz (BHD < 12-30cm, Bestandeshöhe (8-21m)) <b>3000</b> = schwaches bis starkes Baumholz (BHD > 30cm, Bestandeshöhe >21m) & stufige, ungleichaltrige Bestände) <b>4000</b> = Jungwuchs/Dickung (BHD < 12cm, Bestandeshöhe < 8m)  *Diese Kategorie wurde hier aufgeführt, da sich Rehe bei Störung erfahrungsgemäss auch an steile Stellen (Rutsche, etc.) zurückziehen und flache Gebiete meiden (Ineichen, 2015).
> Alle Werte aus den drei Parametern des Forstdatensatzes, welche für undefinierte oder nicht erhobene Flächen standen wurden im vorliegenden Beschrieb nicht aufgeführt. Sie wurden in den Reklassifizierungen mit NoData bezeichnet und somit in nachfolgenden Analyseschritten nicht mehr behandelt.		
FAIW	Forage Availability Index in Winter; <b>Äsungsangebot im Winter</b>	<b>5, 4, 3, 2, 1</b> ; geringes (5) bis sehr gutes (1) Äsungsangebot (Details siehe Anhang A. Protokoll Feldaufnahmen, Beiblatt)
FAIS	Forage Availability Index in Summer; <b>Äsungsangebot im Sommer</b>	<b>5, 4, 3, 2, 1</b> ; geringes (5) bis sehr gutes (1) Äsungsangebot (Details siehe Anhang A. Protokoll Feldaufnahmen, Beiblatt)
CA_BEDDED	<b>Deckungsangebot</b> für ein <b>liegendes</b> Reh	<b>0, 1, 2, 3, 4, 5</b> ; kein (0) bis sehr gutes (5) Deckungsangebot (Details siehe 2.1 Feldaufnahmen)
CA_STANDING	<b>Deckungsangebot</b> für ein <b>stehendes</b> Reh	<b>0, 1, 2, 3, 4, 5</b> ; kein (0) bis sehr gutes (5) Deckungsangebot (Details siehe 2.1 Feldaufnahmen)

## (2) Korrelationsanalyse im Statistikprogramm R Console (V 2.15.1)

Während der gesamten Analyse in R galt der korrekten Verrechnung der Datensätze mit fehlenden, im Text-Dokument als NA deklarierten Werten ein besonderes Augenmerk. Dies betraf insgesamt 50 Datensätze und deren jeweilige Korrelationen mit beiden oder einem der Attribute LIDAR (22 NA-Werte) oder DEG\_COMP (33 NA-Werte), da diese Plots ausserhalb der entsprechenden Datenflächen lagen (Anhang B.c. Erklärungen Tabelle Grundlegendaten).

Um einen ersten Überblick über die Parameterbeziehungen zu erhalten, stellte ich die Korrelationswerte nach Pearson (R-values) mit den entsprechenden Signifikanzwerten (P-values) in einer *corrplot* Matrix dar (Abb 2). Da bei den Parametern mit linearen Beziehungen zu rechnen ist, verwendete ich die Methode Pearson. Weil die bestehenden Attribute lediglich drei bis fünf Kategorien enthielten, wählte ich nicht den multiplen Scatterplot zur ersten Beurteilung der Korrelationen. Dieser hätte unter anderem aufgrund der zahlreichen übereinanderliegenden Daten (wiederholte Wertkombinationen des gleichen Parameterpaars) aussagekräftige Vergleiche unter den Parameterbeziehungen verunmöglicht.

Im zweiten Schritt kamen sowohl die Methode Pearson, als auch diejenige von Spearman mit dem Befehl *rcorr()* zum Einsatz. Ich extrahierte die erhaltenen Korrelations- und Signifikanzwerte und nutzte sie zur Beurteilung der Wichtigkeit einzelner Parameter und der Signifikanz, Linearität oder nicht-Linearität der Parameterbeziehungen. Wichtige duale Parameterbeziehungen konnten so erkannt, in einzelnen Scatterplots dargestellt und interpretiert werden (3.1 Modellparameter).

Des Weiteren floss die Signifikanzbeurteilung der Parameter in die manuelle Modellauswahl mit Hilfe des Befehls für lineare Modelle *lm()* ein. Ich berücksichtigte hierbei Erkenntnisse über die Linearität und allfällige Interaktionen zwischen den Parametern. Das Auswahlkriterium war die Güte der einzelnen Modelle. Diese bestimmte ich jeweils mit den Werten des AIC (Akaike's An Information Criterion) und des BIC (Bayesian Information Criterion) im relativen Vergleich, wobei der BIC eher Modelle mit weniger Parametern bevorzugt. Beide Werte nehmen aber grundsätzlich mit zunehmender Güte parallel ab. ( (Sakamoto, Ishiguro, & Kitagawa, 1988) in (R-core))

Ich verzichtete auf eine automatische Modellselektion mittels eines R-Programms, da diese oftmals Probleme mit NA-Datensätzen haben, vergleichsweise nicht unbedingt zu besseren Resultaten führen und bei manueller Auswahl die Selektion einfacher mit dem realen Hintergrund zu überprüfen ist (Merlot, 2015). Die Ausgangslage bestand aus zwei Modellserien zur Erklärung des Deckungsangebotes für das liegende, bzw. für das stehende Reh. Erstens erstellte ich pro Deckungsangebot das Startmodell mit den sechs Vegetationsparametern LIDAR, DEG\_COVE, DEV\_LEVE, DEG\_COMP, FAIW, FAIS. Zweitens prüfte ich die sechs Varianten pro Deckungsangebot, bei welchen jeweils ein Vegetationsparameter weggelassen wird. Das hieraus beste Modell reduzierte ich weiter um den ausgeschlossenen Vegetationsparameter im, nach AIC und BIC, zweitbesten Modells der obigen sechs Varianten. Zum überprüfenden Vergleich generierte ich auf jeder Reduktionsstufe zusätzlich die Modelle unter Weglassen der nächsten, leicht signifikanteren Parameter (entsprechend dem drittbesten, viertbesten, usw. Modell der vorgängigen Reduktionsstufe). Das gesuchte Zielmodell hatte über alle Modelle, sowie innerhalb seiner eigenen Reduktionsstufe die kleinsten AIC- und BIC-Werte aufzuweisen (Anhang C.c. Modellselektion)

Für die detaillierten R-Codes siehe Anhang D. R-Scripte.

### **(3) Umsetzung Habitatmodell mit GIS**

Die bei der Modellselektion eruierten Parameter dienten als Grundlage für je eine Karte der Deckungsangebote des liegenden und stehenden Rehs. Dies, um allfällige Unterschiede erkennen zu können. Die Modelle benötigten die zwei Parameter FAIW und FAIS, welche als Feldaufnahmen im GIS erst punktuell bestanden. Um Flächendaten für die Äsungsangebote zu generieren, benutzte ich wiederum das nach AIC und BIC beste Modell (Tab 8). Die Modellselektion führte ich nach denselben Kriterien wie bei der Modellsuche für CA\_BEDDED und CA\_STANDING durch (oben). Die Startmodelle enthielten dementsprechend jene Vegetationsparameter mit bestehenden Flächendaten im GIS (LIDAR, DEG\_COVE, DEV\_LEVE, DEG\_COMP). Nach einer Rasterberechnung (Tool *Raster calculator*) gemäss der ermittelten Zielmodelle (Tab 8), reklassifizierte (Tool *Reclassify*) ich die Äsungsangebote auf ihre ganzzahligen Klassen 1, 2, 3, 4 oder 5 (Anhang B.c. Erklärungen Tabelle Grundlagendaten). Da es sich beim Zielmodell um das Beste, aber nicht perfekte Modell handelt, können bei der Modellumsetzung im GIS für das FAIW, bzw. FAIS Werte ausserhalb des Zielwertbereichs 0.5 bis 5.5 entstehen (Tab 8). Diese schloss ich aus und teilte die übrigen Werte (1.5 – 5.5) nach algebraischer Rundungsregel den Klassen zu.

Ich wiederholte das Vorgehen für die beiden Deckungsangebote. Einzig die Reklassifizierung erhielt gemäss CA\_BEDDED und CA\_STANDING die Klassen 0, 1, 2, 3, 4 oder 5 (B.c. Erklärungen Tabelle Grundlagendaten). Der Zielwertbereich lag somit zwischen -0.5 und 5.5. In einem letzten Schritt vereinte ich CA\_BEDDED und CA\_STANDING in einer Karte des Deckungsangebotes (Tool *Plus*). CA\_STANDING erhielt zu Unterscheidungszwecken vorgängig zweistellige Kategorien (10 statt 1, 20 statt 2, etc.) Die hierfür problematische Kategorie 0 kam in keinem der beiden Deckungsparameter vor.

### **(4) Überprüfung der Modellgüte**

Ich extrahierte aus den modellbasierten GIS-Layern der beiden Deckungsangebote die Werte für die im Feld untersuchten Plotstandorte und verglich sie mit den Werten der Feldaufnahmen. Um die Plotgrösse zu simulieren, berücksichtigte ich jeweils den Mittelwert des, den Plotstandort umgebenden Quadrates von 20x20 m (Tool *Block Statistics*). Ich transformierte (Tool *Raster to Polygon*) die neu kalkulierten Layer, ergänzte die GIS-Datentabelle der Feldaufnahme mittels räumlichen Bezügen (Tool *Spatial Join*) mit den neuen plotspezifischen Werten und exportierte die Daten zur Analyse in eine Excel-Tabelle.

### 3 Resultate

#### 3.1 Modellparameter

Eine erste allgemeine Gegenüberstellung der Parameter zeigte relativ wenige starke Korrelationen und 32% signifikante Werte bei einem Signifikanzlevel von 0.05 (Abb 2). Bei einer Erhöhung des Signifikanzlevels auf 0.01 verminderte sich der Anteil signifikanter Werte lediglich um das Parameterpaar DEG\_COVE~DEG\_LEVE auf 29%.

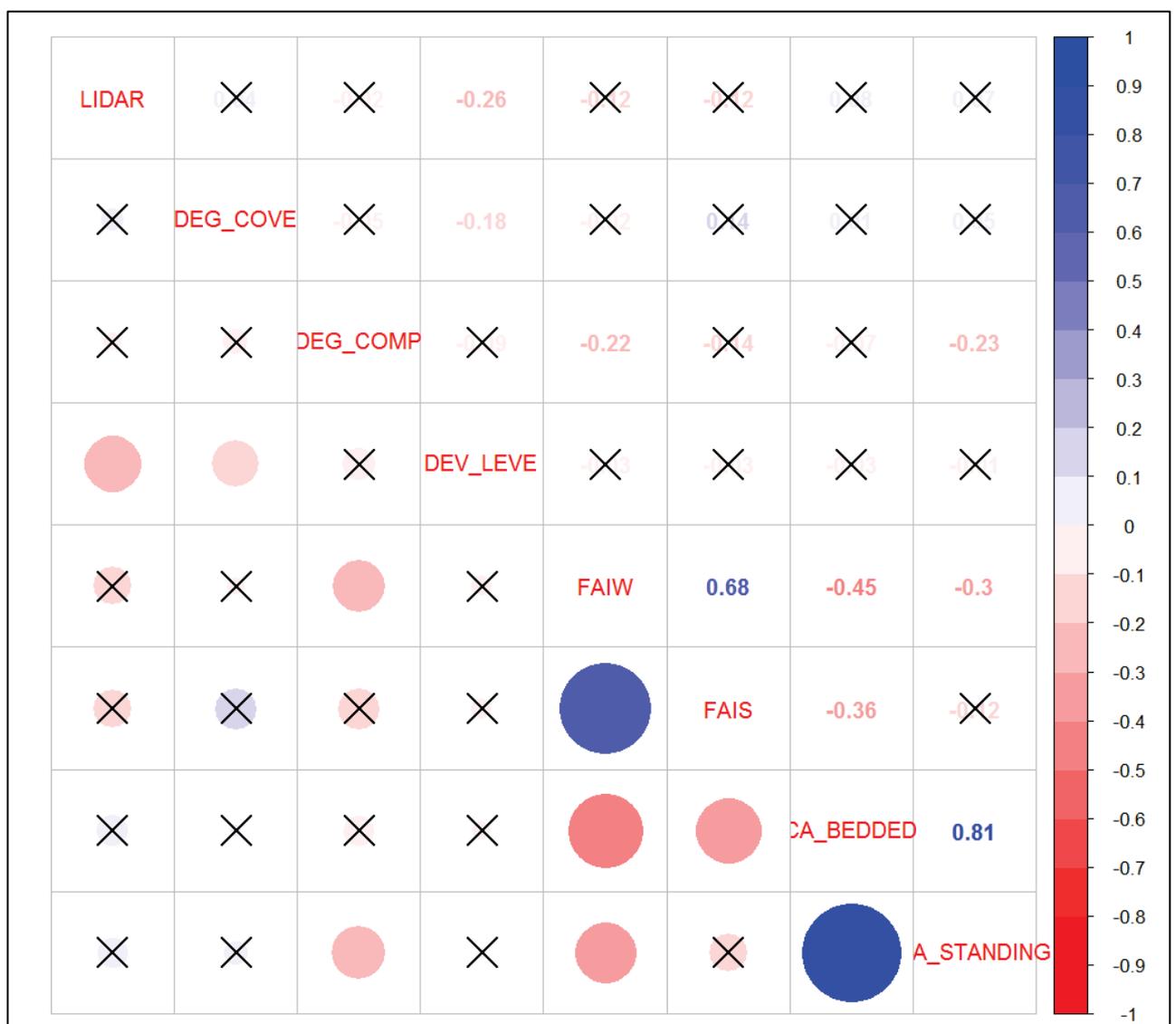


Abb 2: Korrelationsmatrix mit Korrelationswerten (R-value) nach Pearson und integriertem Signifikanzlevel (P-values) von 95%, dargestellt mit ausgekreuzten Werten falls P < 95%. Rote Kreise stellen negative, blaue Kreise positive Korrelationen analog zu den Korrelationswerten oberhalb der Diagonalen dar. Je intensiver die Farbe und je grösser der Kreis, umso stärker die Korrelation.

### 3.1.1 Linearität der Parameterbeziehungen

Die acht verwendeten Parameter sind alle als direkte oder indirekte Beschreibung der Vegetation zu betrachten und unterscheiden sich primär in der Erhebungsmethode. Deshalb ist zwar mit ähnlichen Einflüssen durch externe Faktoren auf die Parameter und deren korrelierende Reaktion, jedoch nicht mit Interaktionen zwischen den Parametern zu rechnen. Auch der Vergleich der Korrelationswerte von Pearson und Spearman ergab nur bei 5 von den 28 möglichen Parameterbeziehungen das Ergebnis  $R_{\text{Spearman}} > R_{\text{Pearson}}$ , wobei die Differenz verschwindend klein ausfiel (Tab 5). Dies wäre ein statistischer Hinweis auf eine nicht-lineare Beziehung (Dr. rer. nat. Müller, 2013).

Tab 5: Parameterbeziehungen mit Korrelationswerten (R-values) von Spearman > Pearson

Parameterbeziehung	R-Wert Pearson	R-Wert Spearman	Differenz R-Werte Spearman und Pearson
LIDAR~FAIS	-0.12	-0.20	0.08
DEG_COVE~DEV_LEVE	-0.18	-0.20	0.02
DEG_COVE~FAIW	-0.02	-0.06	0.04
DEG_COVE~CA_BEDDED	0.01	0.03	0.02
DEV_LEVE~FAIW	-0.03	-0.04	0.01

### 3.1.2 Deckungsangebot in Abhängigkeit der Vegetationsparameter

Das Deckungsangebot des liegenden Rehs (CA\_BEDDED) korrelierte weder mit den LIDAR-Daten, noch mit den Parametern aus der forstlichen Luftbild-Bestandeskartierung. Diese Parameterpaare ergaben auffällig kleine Korrelationswerte ( $-0.7 \leq R \leq 0.8$ ) bei geringer Signifikanz ( $0.30 \leq P \leq 0.89$ ). Mit dem Äsungsangebot im Sommer, sowie im Winter zeigte sich eine mittelstarke negative Korrelation ( $R_{\text{FAIS}} = -0.36$  und  $R_{\text{FAIW}} = -0.45$ ), jedoch beide Male mit einer Signifikanz von  $P = 0.00$ . Ebenso zeigen beide eine geringe Streuung und wenige Ausreisser. (Abb 3) Entsprechend den Parameterkategorien (Tab 4) nimmt mit steigendem Äsungsangebot also das Deckungsangebot für das liegende Reh zu. Für die komplette Übersicht der Korrelationen für das Deckungsangebot des liegenden Rehs siehe Anhang C.a. CA\_BEDDED und Vegetationsparameter.

Beim Deckungsangebot für das stehende Reh (CA\_STANDING) fielen die Parameterbeziehungen leicht anders aus. Ähnlich wie bei CA\_BEDDED waren die GIS basierten Parameter LIDAR, DEG\_COVE UND DEV\_LEVE bei geringer Signifikanz ( $0.37 \leq P \leq 0.90$ ) kaum korreliert ( $-0.01 \leq R \leq 0.07$ ). Eine Ausnahme ist der Mischungsgrad (DEG\_COMP) der eine mit  $P = 0.005$  signifikante, obgleich eher schwache negative Korrelation aufwies ( $R = -0.23$ ) (Abb 4).

Analog zum liegenden Reh bestanden auch bei CA\_STANDING negativ korrelierte Parameterbeziehungen mit dem sommerlichen und winterlichen Äsungsangebot.  $R_{FAIW}$  fällt mit -0.30 jedoch etwas geringer aus, macht dies aber mit einer Signifikanz von  $P = 0.00$  wieder wett.  $R_{FAIS}$  hingegen war mit -0.12 deutlich kleiner, zeigte auch einen geringeren P-Wert ( $P = 0.11$ ) und wurde daher als nicht signifikant betrachtet. Ebenso fiel die Streuung der Werte bei der Parameterpaarung mit FAIS vergleichsweise sehr hoch aus. (Abb 5) Die komplette Übersicht der Korrelationen für das Deckungsangebot des stehenden Rehs befindet sich im Anhang C.b. CA\_STANDING und Vegetationsparameter.

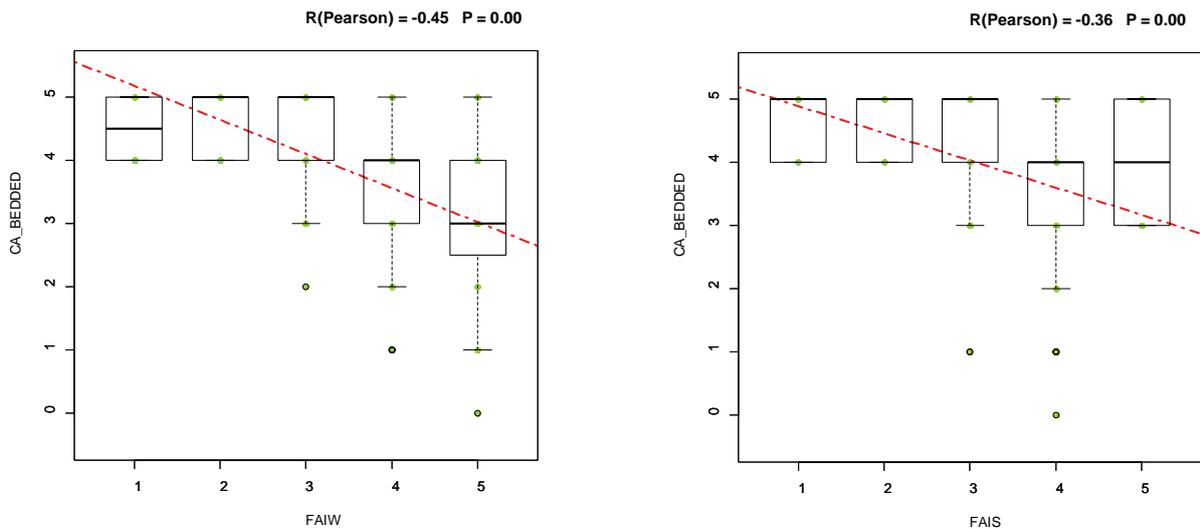


Abb 3: Scatterplots des Deckungsangebotes für das liegende Reh (CA\_BEDDED) in Abhängigkeit des Äsungsangebotes im Winter (FAIW) und Sommer (FAIS) mit den zugehörigen Korrelations- ( $R_{Pearson}$ ) und Signifikanzwerten (P). Die Boxplots zeigen die Datenstreuung und Ausreisser.

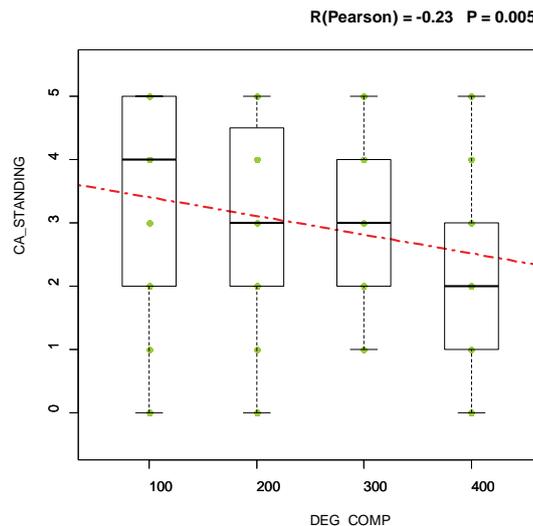


Abb 4: Scatterplot des Deckungsangebotes für das stehende Reh (CA\_STANDING) in Abhängigkeit des Mischungsgrades (DEG\_COMP) mit den zugehörigen Korrelations- ( $R_{Pearson}$ ) und Signifikanzwerten (P). Die Boxplots zeigen die Datenstreuung und Ausreisser.

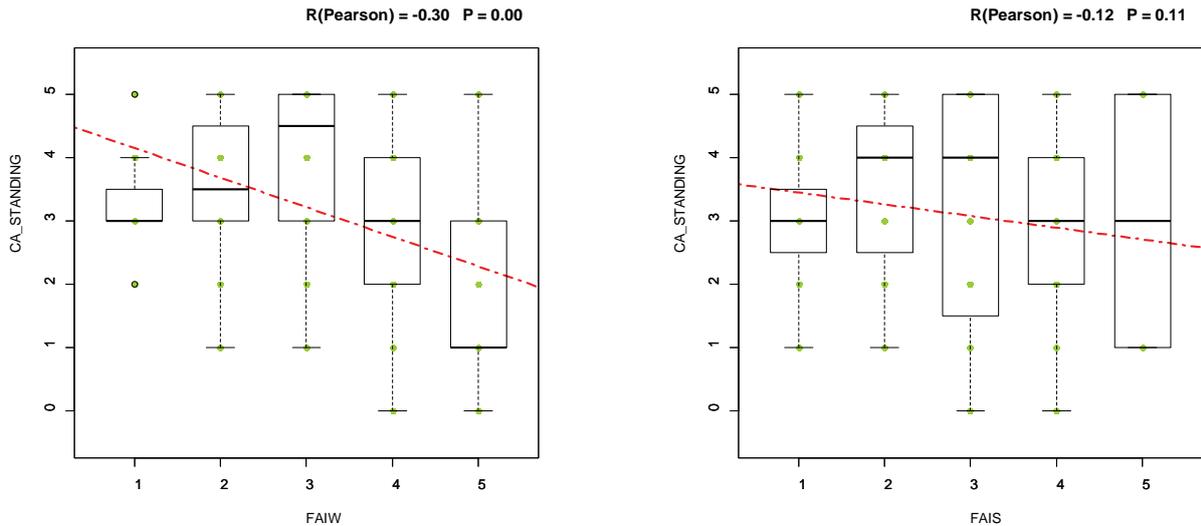


Abb 5: Scatterplots des Deckungsangebotes für das stehende Reh (CA\_STANDING) in Abhängigkeit des Äsungsangebotes im Winter (FAIW) und Sommer (FAIS) mit den zugehörigen Korrelations- ( $R_{\text{Pearson}}$ ) und Signifikanzwerten (P). Die Boxplots zeigen die Datenstreuung und Ausreisser.

### 3.1.3 Weitere Korrelationen

Die stärksten Korrelationen ergaben sich nicht allzu überraschend innerhalb der Parameterpaare des Deckungs- (CA\_BEDDED~CA\_STANDING) und des Äsungsangebotes (FAIS~FAIW) (Abb 6) Demzufolge weist ein Standort mit einer guten Deckung für ein liegendes Reh auch eine gute Deckung für ein stehendes Reh auf. Ebenfalls ist laut diesen Resultaten an Orten mit reicher Winterräsung auch eine reiche Sommerräsung zu finden und umgekehrt.

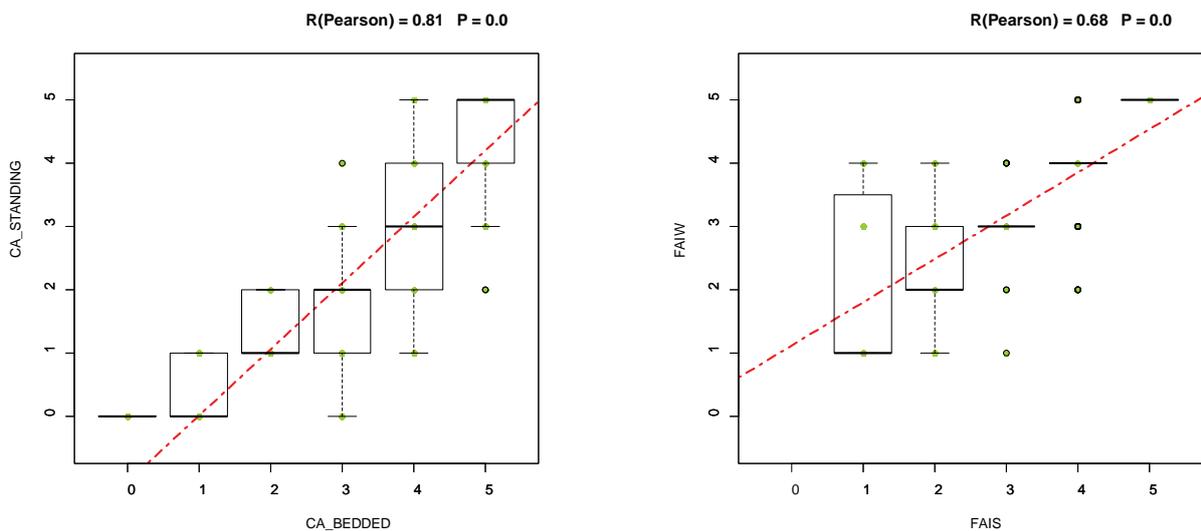


Abb 6: Scatterplots der Parameterpaare des Deckungsangebotes (CA\_BEDDED und CA\_STANDING) und des Äsungsangebotes (FAIW und FAIS) mit den zugehörigen Korrelations- ( $R_{\text{Pearson}}$ ) und Signifikanzwerten (P). Die Boxplots zeigen die Datenstreuung und Ausreisser.

Des Weiteren haben sich in der Analyse die nachfolgenden drei Parameterpaare als signifikant ( $0.001 \leq P \leq 0.02$ ) negativ korreliert ( $-0.18 \leq R \leq -0.26$ ) erwiesen (Abb 7). Entsprechend den Korrelations- und Signifikanzwerten der Kombination DEV\_LEVE~LIDAR kommt die aus den LIDAR-Daten extrahierte Rehvegetation am häufigsten in Beständen mit Stangenholz, seltener in solchen mit Baumholz oder unterschiedlichen Altern und Baumhöhen und am wenigsten in den mit Jungwuchs geprägten Beständen vor. Ebenso verläuft eine Zunahme des Mischungsgrades (DEG\_COMP), bzw. des Nadelholzanteils parallel zu einer Erhöhung des Äsungsangebotes im Winter (FAIW). Auch weisen Standorte mit hohem Deckungsgrad (DEG\_COVE) entsprechend des hohen Beschirmungsgrades bei älteren Baumbeständen eher auf die Entwicklungsstufe (DEV\_LEVE) Stangen- und Baumholz hin, während er in Dickungen und im Jungwuchs eher gering ausfällt (Tab 4).

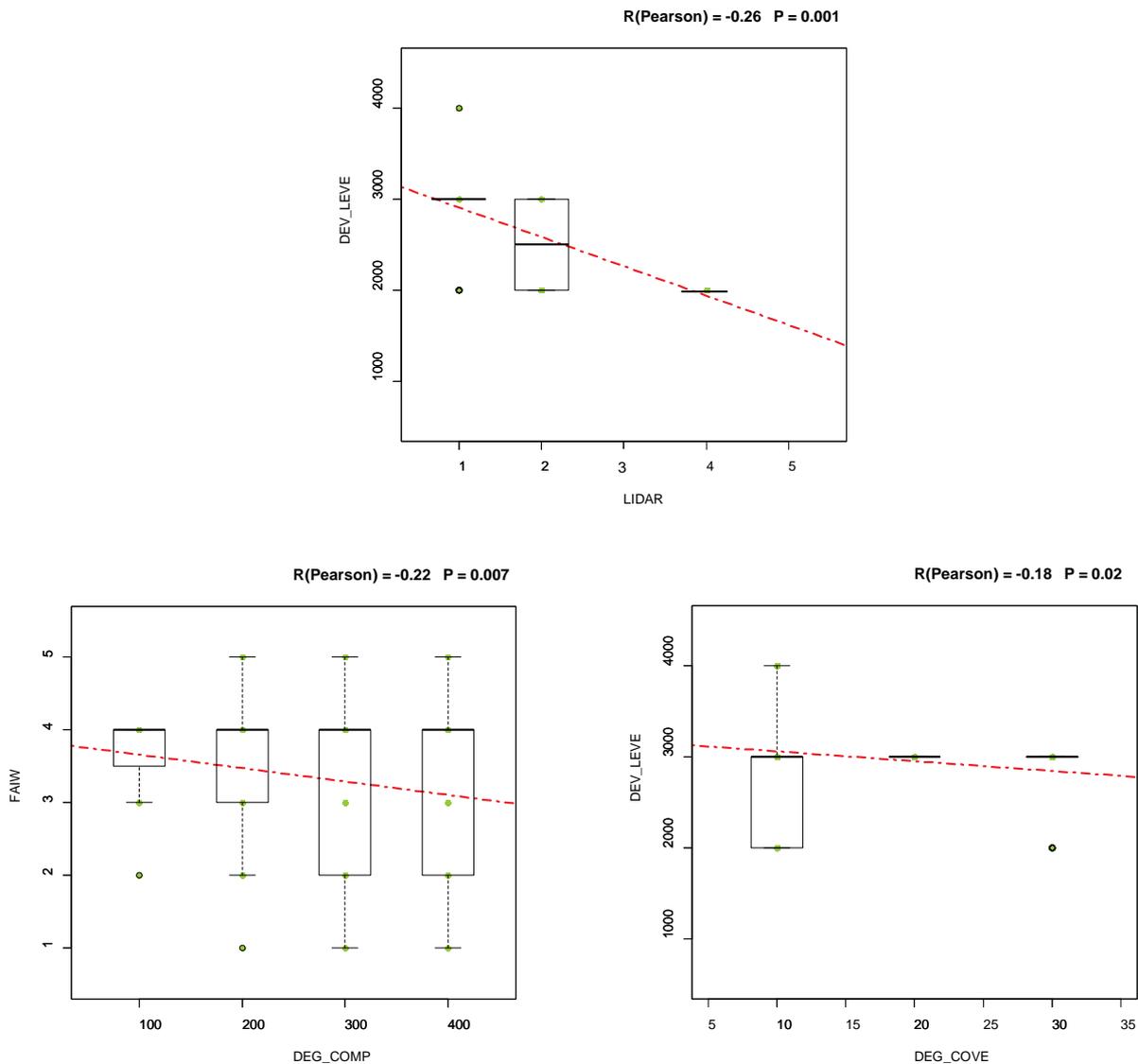


Abb 7: Scatterplots der Parameterbeziehungen DEV\_LEVE~LIDAR, FAIW~DEG\_COMP und DEG\_COVE~DEV\_LEVE mit den zugehörigen Korrelations- ( $R_{\text{Pearson}}$ ) und Signifikanzwerten (P). Die Boxplots zeigen die Datenstreuung und Ausreisser.

## 3.2 Habitatmodell des Deckungsangebotes

### 3.2.1 Modellgenese

Beide Deckungsangebote konnten nahezu durch die selbe Parameterauswahl am besten beschrieben werden (siehe Tab 6). Das Endmodell des Deckungsangebotes für das liegende Reh kombinierte das winterliche Äsungsangebot (FAIW) als hochsignifikanten Parameter ( $P \cong 0$ ) mit dem Mischungsgrad (DEG\_COMP) und den LIDAR-Daten (LIDAR). Letztere Parameter wurden als nicht signifikant ( $P < 0.1$ ) bewertet. Dieses Modell wies zudem einen hochsignifikanten ( $P \cong 0$ ) Y-Achsenabschnitt von 4.7 auf. Das beste Modell für das Deckungsangebot des stehenden Rehs beinhaltete dagegen zusätzlich das signifikante sommerliche Äsungsangebot (FAIS) ( $P \cong 0.001$ ) und hatte einen weniger signifikanten Y-Achsenabschnitt ( $P \cong 0.1$ ). (Anhang C.d. Summaries wichtiger Modelle)

Die Signifikanz der Modelle selbst fiel beide Male sehr hoch aus. CA\_BEDDED zeigte dabei einen verschwindend geringeren P-Wert als CA\_STANDING (siehe Tab 6).

Tab 6: Endmodelle für das Deckungsangebot des liegenden, bzw. stehenden Rehs, ihre Signifikanzwerte und Anteil der Flächeneinheiten im GIS-GRID mit Werten ausserhalb des Zielwertbereichs -0.5 bis 5.5. Für Modelldetails aus der R-Analyse siehe Anhang C.d. Summaries wichtiger Modelle.

<b>Modell liegendes Reh</b> (mB.sFAIS.sDEG_COVE.sDEV_LEVE)
$CA\_BEDDED = 4.6854 + 1.4568 * LIDAR - 0.0013 * DEG\_COMP - 0.5847 * FAIW$
P-Value = $2.503 * e^{-07}$
Anteil Werte ausserhalb des Zielwertbereichs = 0.0%
<b>Modell stehendes Reh</b> (mS.sDEG_COVE.sDEVE_LEVE)
$CA\_STANDING = 2.9223 + 1.7293 * LIDAR - 0.0028 * DEG\_COMP - 0.8371 * FAIW + 0.5178 * FAIS$
P-Value = $5.758 * e^{-05}$
Anteil Werte ausserhalb des Zielwertbereichs = 0.7%

Die Hierarchie der Modellserien schloss bereits anfänglich sowohl beim liegenden, als auch beim stehenden Reh die Parameter Deckungsgrad (DEG\_COVE) und Entwicklungsstufe (DEV\_LEVE) aus. Gleichzeitig bewerteten beide Serien der fünfparametrischen Modelle den Mischungsgrad (DEG\_COMP), die LIDAR-Daten (LIDAR) und das winterliche Äsungsangebot (FAIW) als grundsätzlich wichtig. Auffallend ist das sommerliche Äsungsangebot (FAIS), dass bei CA\_BEDDED als erste Wahl ausgeschlossen wurde. Hingegen ist FAIS bei CA\_STANDING Bestandteil des Zielmodells (Tab 6). Die Modellversionen mit allen sechs Vegetationsparametern (mB und mS) kamen aufgrund ihrer Gütewerte nicht als Zielmodelle in Frage. Die Modellhierarchien der beiden Gütewerte des AIC und BIC stimmten ausnahmslos überein. (Tab 7)

Tab 7: Modellserien des Deckungsangebotes des liegenden (mB), bzw. stehenden (mS) Rehs und ihre AIC- und BIC-Werte. Sofern ein Vegetationsparameter im Modell ausgeschlossen wurde, ist er nach mB. bzw. mS. als s\*\*\* aufgeführt. Die beiden Modellserien sind in sich hierarchisch nach AIC, bzw. BIC aufsteigend aufgelistet.

y-Variable	Modell	AIC	BIC
CA_BEDED	mB.sFAIS	374.62	394.58
	mB.sDEG_COVE	375.00	394.97
	mB.sDEV_LEVE	376.00	395.96
	mB	376.62	399.43
	mB.sFAIW	393.70	413.67
	mB.sLIDAR	423.38	444.22
	mB.sDEG_COMP	460.22	481.57
CA_STANDING	mS.sDEG_COVE	438.14	458.11
	mS.sDEV_LEVE	439.41	459.38
	mS	439.72	462.53
	mS.sFAIS	446.15	466.12
	mS.sFAIW	460.41	480.37
	mS.sLIDAR	495.87	516.70
	mS.sDEG_COMP	553.34	574.69

Für die Umsetzung der Deckungsangebotsmodelle in GIS waren Flächendaten der in den Modellen enthaltenen (Tab 6) Parameter der Äsungsangebote nötig. Die dazu ermittelten Zielmodelle (Tab 8) zeigten deutlich geringere, aber immer noch gute Signifikanzwerte (beide P-Werte < 0.00). Ausserdem lagen aufgrund mathematischer Ungenauigkeiten bei der Modellselektion keine (FAIW) oder verschwindend wenige (FAIS) Werte ausserhalb des nach algebraischen Rundungsregeln definierten Zielwertbereichs 0.5 bis 5.5.

Tab 8: Zielmodelle für das winterliche und sommerliche Äsungsangebot, ihre Signifikanzwerte und Anteil der Flächeneinheiten im GIS-GRID mit Werten ausserhalb des Zielwertbereichs 0.5 bis 5.5. Für Modelldetails aus der R-Analyse siehe Anhang C.d. Summaries wichtiger Modelle.

<b>Modell winterliches Äsungsangebot</b> (R-Modellcode = layer.FAIWb3)
FAIW = 4.9089 + 0.2176*LIDAR -0.0406*DEG_COVE -0.0027*DEG_COMP
P-Value = 0.0003086
Anteil Werte ausserhalb des Zielwertbereichs = 0.0%
<b>Modell sommerliches Äsungsangebot</b> (R-Modellcode = layer.FAISC2a)
FAIS = 6.4923 -2.5571*LIDAR -0.0019*DEG_COMP
P-Value = 0.001015
Anteil Werte ausserhalb des Zielwertbereichs = 0.7%

In einem Kontrollversuch wurde zudem das Startmodell des FAIS mit dem in der Folge neu in Flächendaten zur Verfügung stehenden FAIW ergänzt (Anhang D.c. *Model Selection* (Parameterauswahl für Habitatmodellierung)). Die AIC- und BIC-Werte des erhaltenen Zielmodells fielen aufgrund der hohen Korrelation zwischen FAIS und FAIW besser aus als bei der Modellselektion für das FAIS ohne das FAIW. Bei der Modellselektion mit FAIW lagen mit 1.3% jedoch mehr Werte ausserhalb des Zielwertebereichs 0.5 bis 5.5. Deshalb wurden die obigen, rein auf den originalen GIS-Flächenparametern (LIDAR, DEG\_COVE, DEV\_LEVE, DEG\_COMP) basierten Zielmodelle verwendet. Auf diese Weise sollten sich mögliche qualitative oder quantitative Datenverluste bei der Modellanwendung minimal auf die Endresultate auswirken.

### 3.2.2 Modellgüte

Die Modellwerte für das Deckungsangebot des stehenden Rehs stimmten lediglich zu 6% mit jenen der Feldaufnahmen überein (Abb 8). Das Modell hat die Werte tendenziell weniger überschätzt (40%) als unterschätzt (54%) und resultierte in einer ausgeprägt breiten Streuung.

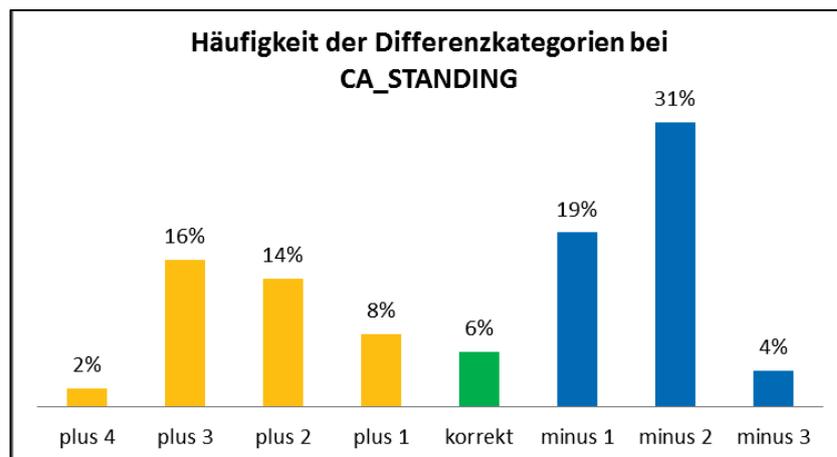


Abb 8: Vergleich der Feld- und Modelldaten des Deckungsangebotes für das stehende Reh. Abweichung als Kategoriendifferenz und deren Häufigkeit von 134 Datensätzen. Farbcode: gelb = überschätzt, grün = korrekt, blau = unterschätzt.

Beim Deckungsangebot des liegenden Rehs wurden 58% der Plotstandorte unterbewertet (Abb 9). Über die Hälfte der Werte (52%) lagen um lediglich eine Kategorie zu tief. Im Gegensatz zur flachen Verteilung bei CA\_STANDING (Abb 8), scheint das Modell CA\_BEDDED das reale Deckungsangebot für das liegende Reh konstant leicht zu unterschätzen. Zudem wurden 15% der Kategorien korrekt berechnet und vergleichsweise nur 29% überschätzt.

Grundsätzlich besteht eine hohe Diskrepanz der Modellwerte zu den im Feld punktuell erhobenen Deckungsangebote.

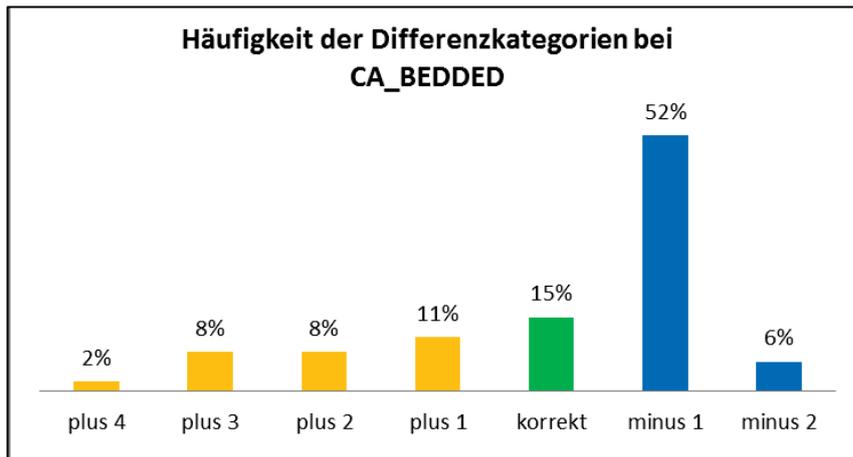


Abb 9: Vergleich der Feld- und Modelldaten des Deckungsangebotes für das liegende Reh. Abweichung als Kategoriendifferenz und deren Häufigkeit von 134 Datensätzen. Farbcode: gelb = überschätzt, grün = korrekt, blau = unterschätzt.

### 3.3 Deckungsangebot für Rehe im Grossraum Sihlwald

Das Deckungsangebot für das liegende Reh fiel grundsätzlich besser aus als jenes für das stehende Reh. Nach einigen Datenverlusten durch die verschiedenen Arbeitsschritte belief sich die bewertete Gesamtfläche auf 16.86 km<sup>2</sup>. Beim liegenden Reh (Abb 10) fielen 37.99 ha (2.3%) unter Kategorie 5 (Tab 9). Mit 1607.69 ha (95.3%) entsprach die meiste Fläche Kategorie 4 und die übrigen 40.49 ha (2.4%) der Kategorie 3. Das Modell errechnete keine schlechten Deckungsangebote der Kategorien 0, 1 oder 2. Beim Deckungsangebot für das stehende Reh (Abb 11) bewegten sich die Werte im Mittelfeld. 423.12 ha (25.1%) wiesen Kategorie 4, ganze 1221.57 ha (72.4%) Kategorie 3 und eine kleine Restfläche von 41.48 ha (2.5%) Kategorie 2 auf. Gemäss Modell bestehen im Untersuchungsgebiet keine Flächen der Kategorien 5, 1 oder 0.

Tab 9: Bedeutung der Kategorien der Deckungsangebote

Deckungsangebot (DA)	Kategorie	Bedeutung
	0	kein DA
	1	sehr gering
	2	gering
	3	mittel
	4	gut
5	sehr gut	

Die total analysierte Fläche der beiden Deckungsangebote stimmte überein, wodurch bei der vergleichenden Analyse nur Flächen mit Werten beider Parameter entstanden (Abb 12). Dies, weil die kleinste gemeinsame Datenfläche der pro Modellverwendeten Parameter (Tab 6) identisch war. Bei dieser Gegenüberstellung zeigte ein Viertel (419.54 ha = 24.9%) der Gesamtfläche bei beiden Deckungsangeboten Kategorie 4 (Tab 9). Der mit 1'232.22 ha (73.1%) grösste Flächenanteil hatte ein, um jeweils eine Kategorie schlechteres Deckungsangebot für das stehende als für das liegende Reh. Auf 33.43 ha (2.0%) unterschieden sich die Deckungsangebote um zwei und bei lediglich 0.98 ha (0.1%) sogar um drei Kategorien. Das Deckungsangebot für das stehende Reh war stets schlechter oder gleich dem des liegenden Rehs, aber niemals besser.

## Deckungsangebot für das liegende Reh im Grossraum Sihlwald (ZH)

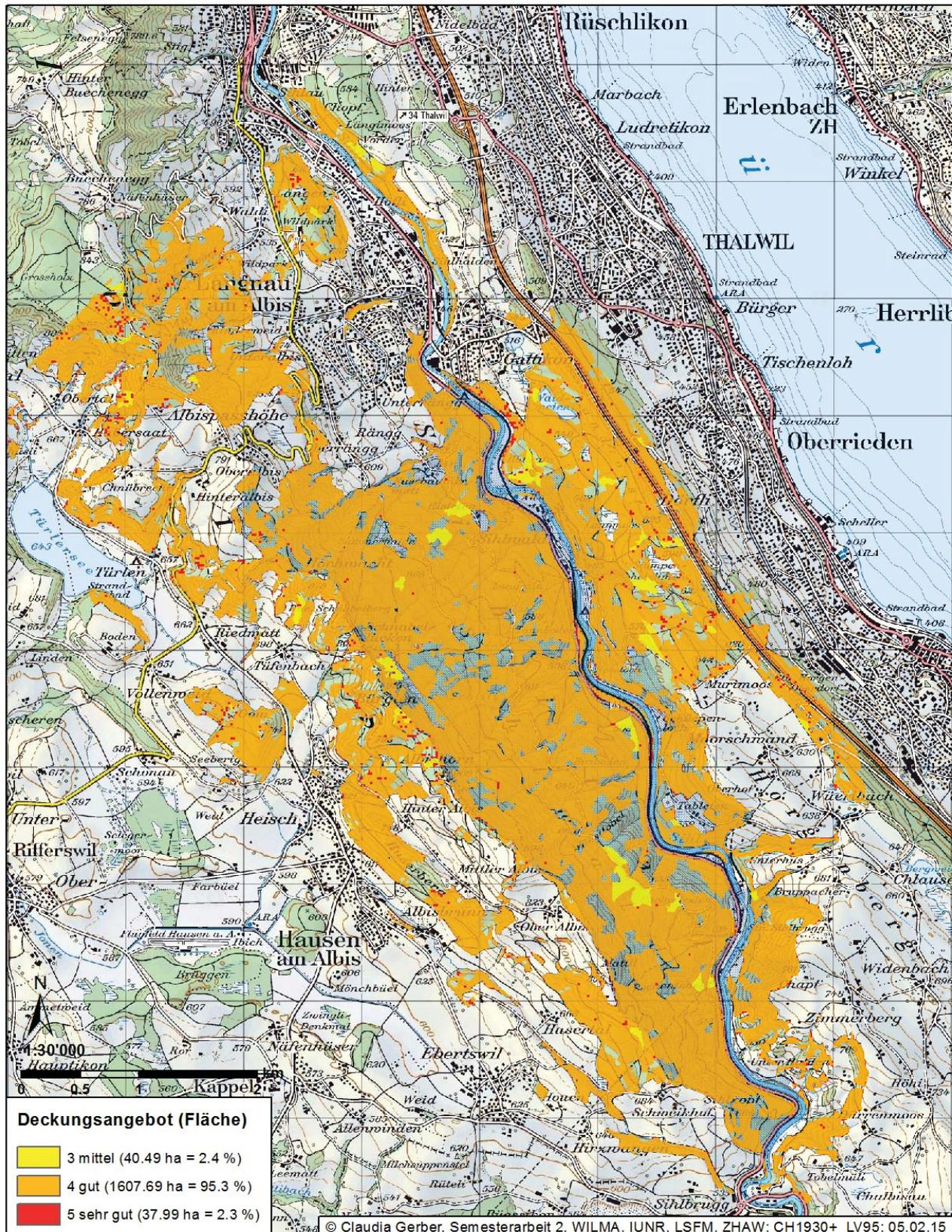


Abb 10: Karte des Deckungsangebotes für das liegende Reh im Grossraum Sihlwald (ZH).

## Deckungsangebot für das stehende Reh im Grossraum Sihlwald (ZH)

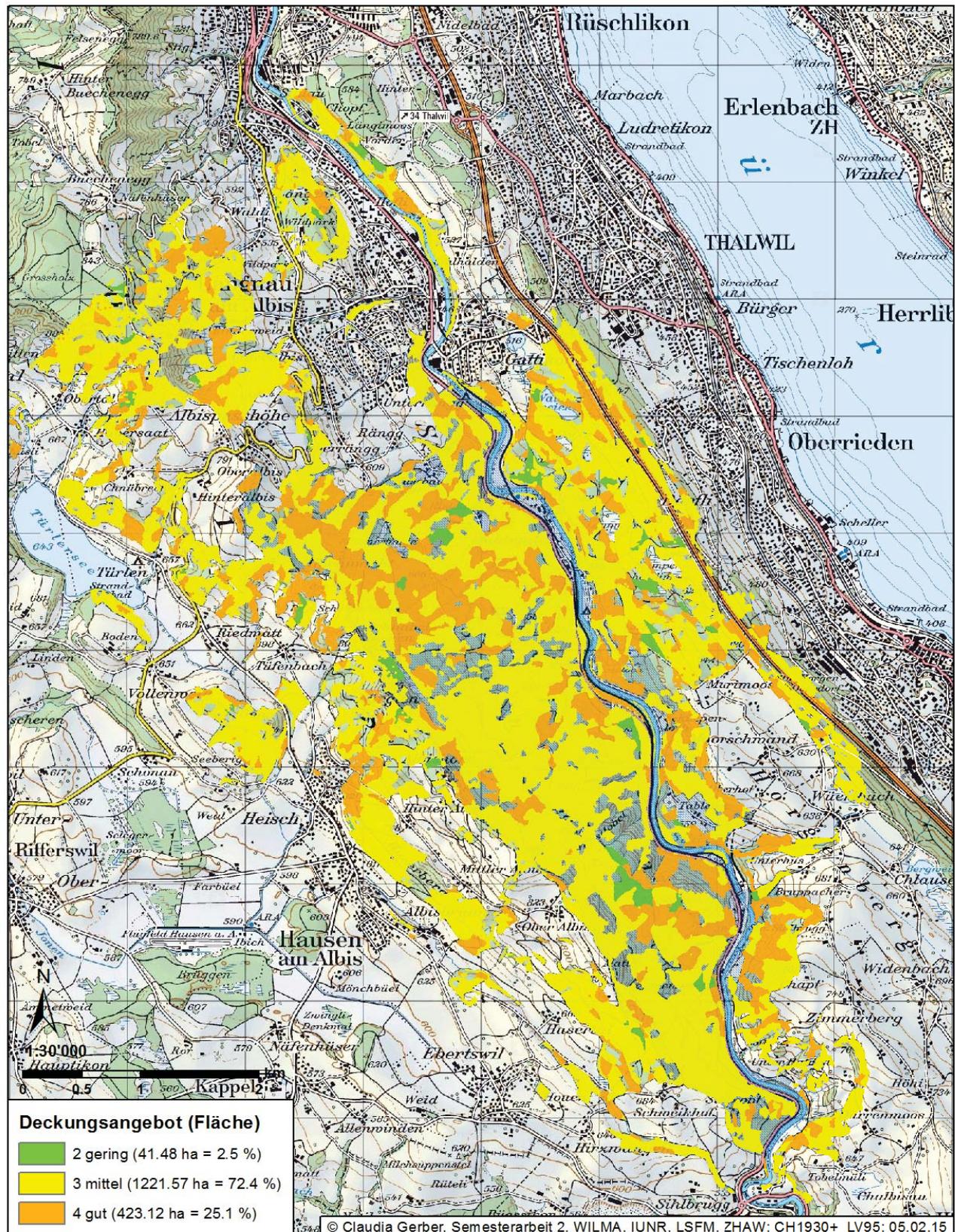


Abb 11: Karte des Deckungsangebotes für das stehende Reh im Grossraum Sihlwald (ZH).

## Diskrepanz zwischen den Deckungsangeboten für das liegende und stehende Reh im Grossraum Sihlwald (ZH)

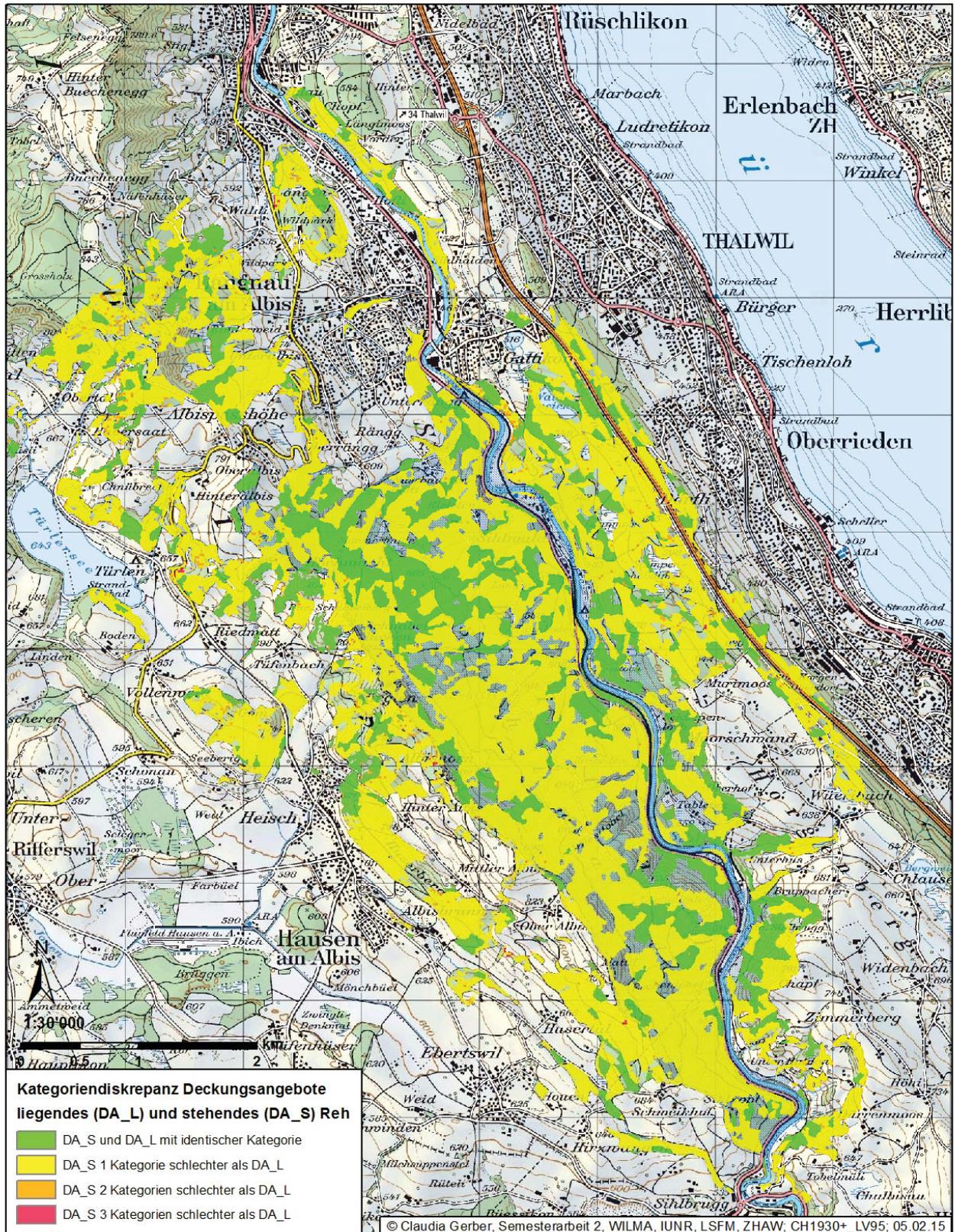


Abb 12: Karte der Diskrepanz zwischen den Deckungsangeboten für das liegende und stehende Reh im Grossraum Sihlwald (ZH).

## 4 Diskussion

### 4.1 Beurteilung der Modellparameter

#### 4.1.1 Das Deckungsangebot und seine Abhängigkeit

Die relativ starke und vor allem signifikante Korrelation des Deckungsgrades (CA\_BEDDED und CA\_STANDING) mit dem Äsungsangebot (FAIW und FAIS) war zu erwarten. Dies, weil sich die Feldaufnahmen für die Äsung auf eine Höhe bis 1.20 m beschränkten (siehe Anhang, A. Protokoll Feldaufnahmen), was praktisch dem nach Griffith für den Deckungsgrad relevanten Bereich des liegenden, sowie stehenden Rehes von 0 bis 1.50 m entspricht (Tab 1). Die Begebenheit, dass gerade die Parameter FAIS und CA\_STANDING als knapp nicht mehr signifikant ( $P = 0.11$ ) nur gering korrelieren ( $R = -0.12$ ) ist nicht eindeutig (Abb 5). Dies könnte an der für den Parameter jeweils relevantesten Höhe liegen. Während für das sommerliche Äsungsangebot im Vergleich zum FAIW die Krautschicht im Bodenbereich (circa 0-0.5 m) stark ins Gewicht fällt, befindet sich der potentiell sichtbare Rehkörper beim stehenden Reh komplett über 0.5 m (Tab 1).

Die Abhängigkeit des CA\_STANDING vom Mischungsgrad (DEG\_COMP) ist folgendermassen zu erklären. Bestände mit höherem Nadelholzanteil beschatten den Untergrund tendenziell stärker als Laubholz geprägte Waldstandorte und hemmen so eher das Aufkommen eines Deckung spendenden Unterwuchses. Demzufolge müsste man annehmen, das Deckungsangebot des liegenden Rehs müsse auf ähnliche Weise mit dem Mischungsgrad korrelieren. Diese Parameterbeziehung weist jedoch eine schwächere, obschon ebenfalls negative Korrelation auf ( $R = -0.07$ ) und dies bei einer Signifikanz von lediglich 0.37. Dennoch ist der Mischungsgrad unmittelbar nach LIDAR der aussagekräftigste Forstparameter der Luftbild-Bestandeskartierung für CA\_STANDING. (Anhang C.b. CA\_STANDING und Vegetationsparameter) Dies überrascht insofern, da in zahlreichen vergleichbaren Habitatmodellierungen andere Vegetationsparameter, vorzugsweise der Deckungsgrad, Anwendung finden (Reimoser et al., 2009; Vospernik et al., 2007; Vospernik & Reimoser, 2008).

Die mit  $R = 0.81$  stärkste und hochsignifikante ( $P = 0.00$ ) Korrelation innerhalb des Deckungsangebots (Abb 6) für ein liegendes, bzw. stehendes Reh war insofern zu erwarten, da sich die durchschnittliche Vegetation innerhalb den verwendeten 0.5 m Höhenabschnitten (gesamthaft 0 bis 2 m) pro einzeltem Standort nicht sonderlich unterscheidet. Dies gilt solange die untersuchte Waldfläche nicht von einem Standorttyp mit markant unterschiedlicher Vegetationsdichte innerhalb der bodennahen zwei Meter dominiert wird. Dies wäre beispielsweise eine homogen angepflanzte Fläche im Anwuchs (bis ~40 cm) oder einem Aufwuchsstadium (bis

BHD 12 cm). In natürlichen, obschon bewirtschafteten Beständen ist dies in der Schweiz jedoch kaum ein Thema, höchstens auf ehemaligen Pionierflächen im Zuge der Sukzession.

#### 4.1.2 Beurteilung der Beziehungen zwischen den Vegetationsparametern

Die starken und signifikanten Korrelationen zwischen den Parameterpaaren Deckungs- und Äsungsangebot der Feldaufnahme (Abb 6) waren absehbar. Unter anderem aufgrund der Bestimmung der Werte am punktgenau gleichen Standort zum gleichen Zeitpunkt erhielten vier Parameter pro Datensatz die identische zeitliche und inhaltliche Qualität. Im Unterschied zur Kombination CA\_BEDDED~CA\_STANDING (0

Deckungsangebot in Abhängigkeit der Vegetationsparameter) wird die Parameterbeziehung FAIS~FAIW in einem anderen Untersuchungsgebiet nicht zwangsläufig eine ebenso stark signifikante Korrelation aufweisen. Die, vor allem auf der Albisnordseite, sehr geringen Durchschnittswerte für FAIW (4.1) und FAIS (3.9) haben eventuell den hohen R-Wert und die Signifikanz begünstigt ( $\emptyset$  FAIS und FAIW Region 1 aus Rohdaten; CD-Rom: *Aufnahmepunkte\_compl\_bearb150101*). Je besser das eine oder andere Äsungsangebot, umso mehr würden sie sich widersprechen; Einerseits bewirken hohe Anteile an Nadelholz, vor allem auch in der Aufwuchsphase (Äsungshöhe Reh bis 1.20 Meter, siehe Anhang A. Protokoll Feldaufnahmen, Beiblatt Forage Availability Index), einen hohen FAIW-Wert, aber auch Krautschicht hemmenden Schatten. Dagegen führen vermehrt lichte Waldpartien zu einer üppigeren Krautschicht und damit zu besseren FAIS-Werten.

Die LIDAR-Daten scheinen Stangenholz noch vor Baumholzbeständen als Vegetation zwischen 0 bis 3 m zu erkennen und stufen Dickungen und Jungwuchs als am wenigsten geeignetes Habitat ein (Abb 7). Die Definition der Rehvegetation als Anteil der Vegetation zwischen 0 und 3 m auf der umliegenden 400 m<sup>2</sup> grossen Fläche reicht für die Art und Genauigkeit der LIDAR-Daten offensichtlich nicht aus, um die von Rehen präferierten Entwicklungsstufen zu beschreiben. So scheint eine optische Aufnahme nach LIDAR-Methode die Rehvegetation am häufigsten in Stangenholzbeständen, etwas weniger in Baumholzbeständen und am wenigsten in Dickungen oder Jungwuchsflächen zu erkennen. In Realität ist es jedoch eher unwahrscheinlich, dass das Reh das Deckungsangebot von Stangenholz (BHD 12-30 cm, Baumhöhe zwischen 8 und 21 Metern) oder Baumholz (BHD > 30cm, Baumhöhe >21 Meter) gegenüber jenem einer Dickung bevorzugen würde (Tab 4). Probleme mit der genauen Differenzierung dieser Vertikalen Vegetationsstrukturen bei First and Last Impulse LIDAR-Daten traten bereits in der Habitatmodellierung anderer Arten auf (Graf, Mathys, & Bollmann, 2009). Verbesserung verspricht das LIDAR mit Waveform-recording, wobei die zeitabhängige Intensität der zurückgestrahlten Energie detailliertere Unterschiede auch unterhalb der Baumkronen erkennen lässt (Gwenzi & Lefsky, 2014; Lefsky, Cohen, Parker, & Harding, 2002).

Das obige Resultat könnte jedoch auch durch die eher kargen Standortbedingungen begünstigt worden sein. Diese Standortbegebenheit liegt einerseits in den Erfahrungen der Feldaufnahmen und andererseits in den LIDAR-Daten bestätigt. Letztere enthalten in 153 von 156 Datensätzen (ohne NA) lediglich 0 - 25% Rehvegetation (Anhang B.d. Tabelle Grundlagendaten). Das Phänomen dieser Parameterbeziehung müsste in einem Untersuchungsgebiet mit einer grösseren Variation im Höhenbereich der Rehvegetation erneut geprüft werden, um sich ein besseres Urteil über die gegenseitigen Abhängigkeiten machen zu können. Im selben Rahmen müsste bei einer Wiederholung der Analyse die Kategorisierung der Entwicklungsstufe überprüft und eventuell angepasst werden, was ihre nominale Struktur erschwert (Tab 4). Die dauernden Blösse (Kategorie 1000) sollten weggelassen werden, sofern ihr Vorkommen im betreffenden Untersuchungsgebiet als verschwindend gering beurteilt werden kann. Damit würden Korrelationsresultate nicht künstlich abgeschwächt.

## 4.2 Fazit

Die relativ guten Deckungsangebote weisen trotz signifikanten, aber dennoch schwachen Korrelationen (Abb 3 & Abb 5) nicht zwangsläufig auf gute Äsungsangebote hin. Dies bestätigen die fehlenden Qualitätsunterschiede zwischen dem Deckungsangebot der, hinsichtlich Untersuchungsgebiet, nordexponierten Albiskette und dem südexponierten Zimmerberg (Abb 10 & Abb 11), analog zu den örtlichen Unterschieden der Äsungsangebote (4.1.2 Beurteilung der Beziehungen zwischen den Vegetationsparametern). Das Deckungsangebot des liegenden Rehs ist grundsätzlich mindestens in derselben Qualität wie jenes des stehenden Rehs zu erwarten (Abb 12). Die relevantesten Parameter für die Deckungsangebote sind LIDAR, der Mischungsgrad DEG\_COMP und die Äsungsangebote, insbesondere jenes des Winters. Die Bedeutung der Entwicklungsstufe müsste nach modifizierter Kategorisierung erneut geprüft werden. Der Deckungsgrad hingegen ist für die Deckungsangebote nahezu irrelevant (Anhang C.a. und C.b. CA\_BEDDED, respektive CA\_STANDING und Vegetationsparameter; Tab 7). Die LIDAR-Daten haben zudem zusätzliches Potential, vor allem durch künftig differenziertere, Waveform-recording basierte Rohdaten (4.1.2 Beurteilung der Beziehungen zwischen den Vegetationsparametern). Mit gesteigerter Präzision würden mit hoher Wahrscheinlichkeit die Modelle sowie spezifische Korrelationen, namentlich mit der Entwicklungsstufe DEV\_LEVE (Abb 7) verbessert. Letzterer Parameter würde bei einer Anpassung der Kategorisierung vermutlich ebenfalls relevantere Resultate in paarweisen Korrelationen und als Modellparameter ermöglichen (Abb 2 & Abb 7).

## 5 Literaturverzeichnis

- Amt für Wald ZH. (2010). *Luftbild-Bestandeskartierung. GEO-Lion Dokumentation*. Zürich: Amt für Landschaft und Natur (ALN).
- Borkowski, J., & Ukalska, J. (2008). Winter habitat use by red and roe deer in pine-dominated forest. *Forest Ecology and Management*, 255(3-4), 468–475.  
doi:10.1016/j.foreco.2007.09.013
- Bundesamt für Umwelt (BAFU). (2014). *Eidgenössische Jagdstatistik*. Abgerufen am 30. 01 2015 von <http://www.wild.uzh.ch/jagdst/index.php>
- Dr. rer. nat. Müller, S.-M. (21. 09 2013). *Statistik Stuttgart*. Von Beziehung dieser beiden Korrelationskoeffizienten (KK) zueinander: <http://statistik-stuttgart.de/spearman-versus-pearson-korrelation/> abgerufen
- Ewald, M., Dupke, C., Heurich, M., Müller, J., & Reineking, B. (2014). LiDAR Remote Sensing of Forest Structure and GPS Telemetry Data Provide Insights on Winter Habitat Selection of European Roe Deer. *Forests*, 5(6), 1374–1390. doi:10.3390/f5061374
- Gallina, S., Bello, J., Verteramo, C., & Delfin, C. (2010). Daytime bedsite selection pa the texan white-tailed deer in xerophyllous brushland, North-eastern Mexico. *Journal of Arid Environments*, 74, S. 373-377.
- Graf, R. F., Mathys, L., & Bollmann, K. (2009). Habitat assessment for forest dwelling species usin LIDAR remote sensing: Capercaillie in the Alps. *Forest Ecology and Management*, 257, S. 160-167.
- Griffith, B., & Youtie, B. A. (1988). Two Devices for Estimating Foliage Density and Deer Hiding Cover. *Wildlife Society*, S. 206-210.
- Gwenzi, D., & Lefsky, M. A. (2014). Modeling canopy height in a savanna ecosystem using spaceborne lidar waveforms. *Remote Sensing of Environment*, 154, 338–344.  
doi:10.1016/j.rse.2013.11.024
- Ineichen, P. (2015). *Habitat selection of roe deer (Capreolus capreolus) in a landscape of fear shaped by human recreation*. Zürich: Department of Environmental Systems Science (D-USYS), Swiss Federal Institute of Technology (ETH). Master thesis.
- Jayakody, SevandiSibbald, Angela M.Gordon, Iain J.Lambin, X. (2008). Red deer Cervus elephus elaphus vigilance behaviour differs with habitat and type of human disturbance. *Wildlife Biology*, 14, 81–91.

- Jiang, G., Ma, J., Zhang, M., & Stott, P. (2010). Multi-Scale Foraging Habitat Use and Interactions by Sympatric Cervids in Northeastern China. (T. W. Society, Hrsg.) *Journal of Wildlife Management*, 74(4), S. 678-689.
- Lefsky, M. A., Cohen, W. B., Parker, G. G., & Harding, D. J. (2002). Lidar Remote Sensing for Ecosystem Studies. *BioScience*, 52(1), 19. doi:10.1641/0006-3568(2002)052[0019:LRSFES]2.0.CO;2
- Merlot, O. (15. 01 2015). Statistikberatung, IAS (Institut für Angewandte Statistik), ZHAW. (C. Gerber, Interviewer) Wädenswil.
- Meteoschweiz. (31. 01 2015). *Klimaverlauf Messstation Zürich Fluntern*. Abgerufen am 09. 02 2015 von <http://www.meteoschweiz.admin.ch/home/klima/gegenwart/klimaverlauf.html#2014;2014>
- Ordiz, A., Støen, O.-G., Langebro, L., Brunberg, S., & Swenson, J. (2009). A practical method for measuring horizontal cover. (I. A. Management, Hrsg.) *Ursus*, 20(2), S. 109-113.
- R-core. (2008). *Akaike's An Information Criterion - R-Documentation*. Abgerufen am 11. 01 2015 von <http://127.0.0.1:17689/library/stats/html/AIC.html>
- Reimoser, S., Partl, E., Reimoser, F., & Vospernik, S. (2009). Roe-deer habitat suitability and predisposition of forest to browsing damage in its dependence on forest growth—Model sensitivity in an alpine forest region. *Ecological Modelling*, 220(18), 2231–2243. doi:10.1016/j.ecolmodel.2009.05.022
- Sakamoto, Y., Ishiguro, M., & Kitagawa, G. (1988). Akaike Information Criterion Statistics. *Journal of the American Statistical Association*, 83.
- Schweizer Pärke. (2015). *Portrait Wildnispark Zürich Sihlwald*. Abgerufen am 09. 02 2015 von [http://www.paerke.ch/de/pdf/portrait/wildnispark\\_portrt\\_de.pdf](http://www.paerke.ch/de/pdf/portrait/wildnispark_portrt_de.pdf)
- Stankowich, T. (2008). Ungulate flight responses to human disturbance: A review and meta-analysis. *Biological Conservation*, 141(9), 2159–2173. doi:10.1016/j.biocon.2008.06.026
- Van Laar, V. R. N. (n.d.). De zoogdierfauna van het Stadspark Schothorst te Amersfoort, met bijzondere aandacht voor de populatieontwikkelingen van haas (*Lepus europaeus*) en konijn (*Oryctolagus cuniculus*). [The mammalian fauna of a city park, with emphasis on population development.
- Vospernik, S., Bokalo, M., Reimoser, F., & Sterba, H. (2007). Evaluation of a vegetation simulator for roe deer habitat predictions. *Ecological Modelling*, 202(3-4), 265–280. doi:10.1016/j.ecolmodel.2006.10.022

Vospernik, S., & Reimoser, S. (2008). Modelling changes in roe deer habitat in response to forest management. *Forest Ecology and Management*, 255(3-4), 530–545.  
doi:10.1016/j.foreco.2007.09.036

## 6 Abbildungsverzeichnis

ABB 1: UNTERSUCHUNGSGEBIET GROSSRAUM SIHLWALD UND DIE 178 UNTERSUCHTEN PLOTSTANDORTE .....	10
ABB 2: KORRELATIONSMATRIX MIT KORRELATIONSWERTEN (R-VALUE) NACH PEARSON UND INTEGRIERTEM SIGNIFIKANZLEVEL (P-VALUES) VON 95%, DARGESTELLT MIT AUSGEKREUZTEN WERTEN FALLS $P < 95\%$ . ROTE KREISE STELLEN NEGATIVE, BLAUE KREISE POSITIVE KORRELATIONEN ANALOG ZU DEN KORRELATIONSWERTEN OBERHALB DER DIAGONALEN DAR. JE INTENSIVER DIE FARBE UND JE GRÖßER DER KREIS, UMSO STÄRKER DIE KORRELATION. ....	18
ABB 3: SCATTERPLOTS DES DECKUNGSANGEBOTES FÜR DAS LIEGENDE REH (CA_BEDDED) IN ABHÄNGIGKEIT DES ÄSUNGSANGEBOTES IM WINTER (FAIW) UND SOMMER (FAIS) MIT DEN ZUGEHÖRIGEN KORRELATIONS- ( $R_{PEARSON}$ ) UND SIGNIFIKANZWERTEN (P). DIE BOXPLOTS ZEIGEN DIE DATENSTREUUNG UND AUSREISSER. ....	20
ABB 4: SCATTERPLOT DES DECKUNGSANGEBOTES FÜR DAS STEHENDE REH (CA_STANDING) IN ABHÄNGIGKEIT DES MISCHUNGSGRADES (DEG_COMP) MIT DEN ZUGEHÖRIGEN KORRELATIONS- ( $R_{PEARSON}$ ) UND SIGNIFIKANZWERTEN (P). DIE BOXPLOTS ZEIGEN DIE DATENSTREUUNG UND AUSREISSER. ....	20
ABB 5: SCATTERPLOTS DES DECKUNGSANGEBOTES FÜR DAS STEHENDE REH (CA_STANDING) IN ABHÄNGIGKEIT DES ÄSUNGSANGEBOTES IM WINTER (FAIW) UND SOMMER (FAIS) MIT DEN ZUGEHÖRIGEN KORRELATIONS- ( $R_{PEARSON}$ ) UND SIGNIFIKANZWERTEN (P). DIE BOXPLOTS ZEIGEN DIE DATENSTREUUNG UND AUSREISSER. ....	21
ABB 6: SCATTERPLOTS DER PARAMETERPAARE DES DECKUNGSANGEBOTES (CA_BEDDED UND CA_STANDING) UND DES ÄSUNGSANGEBOTES (FAIW UND FAIS) MIT DEN ZUGEHÖRIGEN KORRELATIONS- ( $R_{PEARSON}$ ) UND SIGNIFIKANZWERTEN (P). DIE BOXPLOTS ZEIGEN DIE DATENSTREUUNG UND AUSREISSER. ....	21
ABB 7: SCATTERPLOTS DER PARAMETERBEZIEHUNGEN DEV_LEVE~LIDAR, FAIW~DEG_COMP UND DEG_COVE~DEV_LEVE MIT DEN ZUGEHÖRIGEN KORRELATIONS- ( $R_{PEARSON}$ ) UND SIGNIFIKANZWERTEN (P). DIE BOXPLOTS ZEIGEN DIE DATENSTREUUNG UND AUSREISSER. ....	22
ABB 8: VERGLEICH DER FELD- UND MODELLDATEN DES DECKUNGSANGEBOTES FÜR DAS STEHENDE REH. ABWEICHUNG ALS KATEGORIENDIFFERENZ UND DEREN HÄUFIGKEIT VON 134 DATENSÄTZEN. FARBCODE: GELB = ÜBERSCHÄTZT, GRÜN = KORREKT, BLAU = UNTERSCHÄTZT. ....	25
ABB 9: VERGLEICH DER FELD- UND MODELLDATEN DES DECKUNGSANGEBOTES FÜR DAS LIEGENDE REH. ABWEICHUNG ALS KATEGORIENDIFFERENZ UND DEREN HÄUFIGKEIT VON 134 DATENSÄTZEN. FARBCODE: GELB = ÜBERSCHÄTZT, GRÜN = KORREKT, BLAU = UNTERSCHÄTZT. ....	26
ABB 10: KARTE DES DECKUNGSANGEBOTES FÜR DAS LIEGENDE REH IM GROSSRAUM SIHLWALD (ZH). ....	27
ABB 11: KARTE DES DECKUNGSANGEBOTES FÜR DAS STEHENDE REH IM GROSSRAUM SIHLWALD (ZH). ....	28
ABB 12: KARTE DER DISKREPANZ ZWISCHEN DEN DECKUNGSANGEBOTEN FÜR DAS LIEGENDE UND STEHENDE REH IM GROSSRAUM SIHLWALD (ZH). ....	29

## 7 Tabellenverzeichnis

TAB 1: POTENTIELL SICHTBARER ANTEIL DES LIEGENDEN UND STEHENDEN REHKÖRPERS UND SICHTHÖHE (GRIFFITH & YOUTIE, 1988) – FAKTOREN FÜR DIE BERECHNUNG DES DECKUNGSANGEBOTES.....	11
TAB 2: ÜBERSICHT ÜBER DIE ERHOBENEN PLOTS IN RELATION ZU DEN URSPRÜNGLICH AUSGEWÄHLTEN PLOTSTANDORTEN.....	12
TAB 3: DETAILS ZU DEN VERWENDETEN GIS-GRUNDLAGEN.....	13
TAB 4: BESCHRIEB UND REKLASSIFIZIERTE KATEGORIEN DER PARAMETER FÜR DIE GRUNDLAGENTABELLE MATRIX_ROHDATEN_REHESA2.....	14
TAB 5: PARAMETERBEZIEHUNGEN MIT KORRELATIONSWERTEN (R-VALUES) VON SPEARMAN > PEARSON.....	19
TAB 6: ENDMODELLE FÜR DAS DECKUNGSANGEBOT DES LIEGENDEN, BZW. STEHENDEN REHS, IHRE SIGNIFIKANZWERTE UND ANTEIL DER FLÄCHENEINHEITEN IM GIS-GRID MIT WERTEN AUSSERHALB DES ZIELWERTBEREICHS -0.5 BIS 5.5. FÜR MODELLEDETAILS AUS DER R- ANALYSE SIEHE ANHANG C.E. SUMMARIES WICHTIGER MODELLE. ....	23
TAB 7: MODELLSERIEN DES DECKUNGSANGEBOTES DES LIEGENDEN (MB), BZW. STEHENDEN (MS) REHS UND IHRE AIC- UND BIC- WERTE. SOFERN EIN VEGETATIONSPARAMETER IM MODELL AUSGESCHLOSSEN WURDE, IST ER NACH MB. BZW. MS. ALS S*** AUFGEFÜHRT. DIE BEIDEN MODELLSERIEN SIND IN SICH HIERARCHISCH NACH AIC, BZW. BIC AUFSTEIGEND AUFGEListET. ....	24
TAB 8: ZIELMODELLE FÜR DAS WINTERLICHE UND SOMMERLICHE ÄSUNGSANGEBOT, IHRE SIGNIFIKANZWERTE UND ANTEIL DER FLÄCHENEINHEITEN IM GIS-GRID MIT WERTEN AUSSERHALB DES ZIELWERTBEREICHS 0.5 BIS 5.5. FÜR MODELLEDETAILS AUS DER R- ANALYSE SIEHE ANHANG C.E. SUMMARIES WICHTIGER MODELLE. ....	24
TAB 9: BEDEUTUNG DER KATEGORIEN DER DECKUNGSANGEBOTE.....	26

## 8 Anhang

A.	Protokoll Feldaufnahmen .....	39
B.	Extraktion Grundlagendaten .....	42
a.	Modell ReheSA2a.....	42
b.	Detailliertes Arbeitsprotokoll zum Modell ReheSA2a .....	43
c.	Erklärungen Tabelle Grundlagendaten .....	44
d.	Tabelle Grundlagendaten .....	45
C.	Detaillierte Resultate aus R .....	52
a.	CA_BEDDED und Vegetationsparameter .....	52
b.	CA_STANDING und Vegetationsparameter.....	53
c.	Modellselektion.....	54
d.	Summaries wichtiger Modelle .....	56
D.	R – Scripte.....	58
a.	<i>Plotting P Values</i> (Visualisierung Matrix Signifikanzwerte).....	58
b.	<i>Plotting Pairs Scatterplot</i> (Scatterplot-Visualisierung ausgewählter Parameterpaare mit R- und P-Werten nach Pearson und Spearman) .....	59
c.	<i>Model Selection</i> (Parameterauswahl für Habitatmodellierung) .....	63
E.	Modell Deckungsangebot in GIS - Modell ReheSA2b .....	70

## A. Protokoll Feldaufnahmen

Version 2.4

MA P. Ineichen; Projekt Wildtiere im Naherholungsraum

## Aufnahmeprotokoll Äsungs- und Deckungsangebot für das Reh

Datum: \_\_\_\_\_ Person: \_\_\_\_\_  
 Koordinaten: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_ ID Aufnahmepunkt: \_\_\_\_\_

**Beschirmungsgrad (BG)**

Aufnahmefläche: 310m<sup>2</sup> (entspricht einer halben Diagonalen von 12.5m)

Mögliche Werte für BG: 0%, 5%, 10%, 20%, ..., 100%; gezählt werden Pflanzenteile < 1.20m

Die Summe der BG verschiedener Pflanzengruppen / Arten kann > 100% betragen. Für die Beschreibung der Pflanzengruppen / Arten siehe Beiblatt „Beschreibung Pflanzengruppen & Arten“.

BG 1 bis BG 4 stehen für den Beschirmungsgrad von Teilflächen der gesamten Aufnahmefläche.

Pflanzengruppe / Art	BG 1 [%]	BG 2 [%]	BG 3 [%]	BG 4 [%]	BG [%]
Laubholz					
Sträucher					
bevorzugte Nadelhölzer					
restliche Nadelhölzer					
Brombeere					
Himbeere					
Heidelbeere					
Grosskräuter					
Kleinkräuter					
Horstgräser					
Süssgräser					

**Äsungsangebot** (= Forage Availability Index, sh. Beiblatt)

Forage Availability Index <b>Winter</b>	
Forage Availability Index <b>Sommer</b>	

**Deckungsangebot** (= Hiding Cover Index)

Distanz zum Cover Pole: 15 m

Himmelsrichtung	Anzahl 10 cm - Bänder, welche weniger als 25% verdeckt sind			
	0 - 50 cm	50 - 100 cm	100 - 150 cm	150 - 200 cm
Norden				
Osten				
Süden				
Westen				

Bemerkungen

Version 2.4

MA P. Ineichen; Projekt Wildtiere im Naherholungsraum

## Beiblatt Aufnahmeprotokoll Äsungs- und Deckungsangebot für das Reh

## Forage Availability Index

Forage Availability Index Winter			
Index	Kategorisierung	Merkmale Winter	BG [%]
1	Sehr grosses Angebot	bevorzugte Nadelhölzer	> 25
		Brombeere ( <i>Rubus sectio Rubus</i> )	> 50
2	Grosses Angebot	bevorzugte Nadelhölzer	10 - 25
		Brombeere ( <i>Rubus sectio Rubus</i> )	25 - 50
		Laubholz und / oder Sträucher	> 25
3	Mittleres Angebot	bevorzugte Nadelhölzer	5
		Brombeere ( <i>Rubus sectio Rubus</i> )	10 - 20
		Laubholz und / oder Sträucher	10 - 25
4	Schlechtes Angebot	bevorzugte Nadelhölzer vorhanden	< 5
		Brombeere ( <i>Rubus sectio Rubus</i> ) vorhanden	< 10
		Laubholz und / oder Sträucher vorhanden	< 10
5	Kein Angebot	Keine in dieser Tabelle aufgeführten Nahrungspflanzen im Bereich 0m – 1.2m verfügbar	

Forage Availability Index Sommer			
Index	Kategorisierung	Merkmale Sommer	BG [%]
1	Sehr grosses Angebot	Brombeere und / oder Himbeere ( <i>Rubus sp.</i> )	> 50
		Laubholz und / oder Sträucher	> 50
		Kräuter und / oder Gräser	> 75
2	Grosses Angebot	Brombeere und / oder Himbeere ( <i>Rubus sp.</i> )	25 - 50
		Laubholz und / oder Sträucher	25 - 50
		Kräuter und / oder Gräser	50 - 75
3	Mittleres Angebot	bevorzugte Nadelhölzer	> 25
		Brombeere und / oder Himbeere ( <i>Rubus sp.</i> )	10 - 20
		Laubholz und / oder Sträucher	10 - 20
		Kräuter und / oder Gräser	25 - 45
4	Schlechtes Angebot	bevorzugte Nadelhölzer vorhanden	< 25
		Brombeere und / oder Himbeere ( <i>Rubus sp.</i> ) vorhanden	< 10
		Laubholz und / oder Sträucher vorhanden	< 10
		Kräuter und / oder Gräser vorhanden	< 25
5	Kein Angebot	Keine in dieser Tabelle aufgeführten Nahrungspflanzen im Bereich 0m – 1.2m verfügbar	

Version 2.4

MA P. Ineichen; Projekt Wildtiere im Naherholungsraum

## Beiblatt Aufnahmeprotokoll Äsungs- und Deckungsangebot für das Reh

## Beschreibung Pflanzengruppen &amp; Arten

Pflanzengruppe / Art	Beschreibung
Laubholz	Ah, Es, Bu, VBe, HBU, Weide, TKI, Ei, Robinie
Sträucher	Hartriegel, Holunder, Gewöhnlicher Schneeball, Weissdorn, Geissblatt, Schwarzdorn, Wildrosen, Kreuzdorn, Hasel, Liguster, Pfaffenhütchen
bevorzugte Nadelhölzer	WTa, Douglasie, Eibe
restliche Nadelhölzer	Fi, Lä, WFö
Brombeere	verholzte Stängel, kräftiges Laub
Himbeere	feine Stacheln, weiches Laub
Heidelbeere	
Grosskräuter	Hochstauden, Farne, Brennsessel, Mädesüss, Springkraut etc. (keine Disteln & Sumpfschachtelhalme)
Kleinkräuter	Restliche Kräuter, Efeu, Waldrebe
Horstgräser	Horstgräser wie Draht-Schmiele, Schaf-Schwinge, Hainsimsen, Seggen
Süssgräser	Restliche Gräser



**b. Detailliertes Arbeitsprotokoll zum Modell ReheSA2a**

Als erste Quelle diente der LIDAR Datensatz, aus welchem ich mittels Reklassifikation (Tool Reclassify) den als Rehvegetation (Äsung und Deckung) betrachteten Bereich zwischen 0 und 3 m extrahierte. Die nachfolgende Kalkulation mit dem Tool Block Statistics und deren erneute Reklassifikation ergab eine Aussage über den Anteil an Rehvegetation auf einem Quadrat von 20 x 20 m um den Plotmittelpunkt (Koordinaten). In der zweiten Quelle, der Luftbild-Bestandeskartierung des Zürcher Waldes (siehe 2.3.1 Grundlagendaten), erachtete ich die drei Parameter Deckungsgrad (DEG\_COVE), Entwicklungsstufe (DEV\_LEVE) und Mischungsgrad (DEG\_COMP) als wichtige Einflussgrößen für das Deckungsangebot. Nach der räumlichen Reduktion dieses Forstdatensatzes auf das Untersuchungsgebiet (Tool Clip) war eine Transformation in Rasterdaten (Tool Polygon to Raster) nötig, jeweils unter Berücksichtigung des Zielparameters DG (Deckungsgrad), ESCODE (Entwicklungsstufe), bzw. MG (Mischungsgrad) im value field. Die drei im Rasterformat, abhängig von der ursprünglichen Codierung, klassifizierten Parameter, sowie der reklassifizierte LIDAR-Raster der Block Statistics Kalkulation musste ich für die abschliessende Datenzusammenführung zurücktransformierten (Tool Raster to Polygon). Letztere erfolgte über eine pro Parameter wiederholte, räumlich basierte Zuweisung der jeweiligen Werte zu den einzelnen Datensätzen der Grundlagentabelle (Feldaufnahmen) mit dem Tool Spatial Join. Die Grundlagentabelle habe ich zuvor als Excel-Dokument importiert und ihre Datensätze (Plots) zur Sichtung über die bestehenden X/Y-Werte visualisiert. Sie enthielt dabei bereits die vier letzten, im Feld erhobenen Parameter Winteräsungsangebot (FAIW), Sommeräsungsangebot (FAIS) und Deckungsangebot für das liegende (CA\_BEDDED), sowie für das stehende (CA\_STANDING) Reh (siehe 2.1 Feldaufnahmen). Diese vierstufige Anwendung des Spatial Join Tool fügte die Werte der vier GIS basierten Parameter unter dem jeweils unterschiedlich nummerierten Attributnamen GRIDCODE in die einzelnen Datensätze ein. Um eine Herkunftsverwechslung der Werte auszuschliessen, wählte ich bei der Reklassifikation für jeden Parameter eine andere Anzahl Ziffern (siehe Tab 4, Kategorisierung). Nun konnte ich die vollständige Tabelle der Grundlagendaten in ein Excel-Dokument (Anhang B.d. Tabelle Grundlagendaten) extrahieren und bereinigen.

c. Erklärungen Tabelle Grundlagendaten

VALUE	EXPLANATION	CATEGORIES	ORIGIN
ID	Numerical plot ID of total 50x50m plot raster overlaying the entire study area	none	extract of field data
X	X plot coordinate	none	extract of field data
Y	Y plot coordinate	none	extract of field data
LIDAR	Vegetation available between 0-3 Meters within a range of 400 sqm around plot center (Grid of 20x20), 4 categories of vegetation availability in percentage of the surrounding area.	1 = 0-25%, 2 = 25-50%, 3 = 50-75%, 4 = 57-100% => 0 = NoData because target feature data plot external to join feature data (22 items)	extract of LIDAR data via GIS Modell ReheSA2a
DEG_COVE	Degree of vegetational cover - 3 categories in percentage.	10 = 0-33%, 20 = 33-66%, 30 = 66-100%	extract of the forestry database
DEG_COMP	Degree of composition - percentage of coniferous trees relative to total stand in 4 categories.	100 = 0-10%, 200 = 10-50%, 300 = 50-90%, 400 = 90-100% => 0 = NoData because target feature data plot external to join feature data (33 items)	extract of the forestry database
DEV_LEVE	Level of development of forestry stand - nominal categories transferred in 4 categories.	1000 = dauernde Blösse (Rutsch u.ä.), 2000 = Stangenholz, 3000 = schwaches bis starkes Baumholz (Bestandeshöhe >21m) & stufige, ungleichaltrige Bestände), 4000 = Jungwuchs/Dickung (BHD < 12cm, < 8m)	extract of the forestry database
FAIW	Forage availability index in winter	very bad (1) to very good (5); (for details see Anhang, Beiblatt Aufnahmeprotokoll, Forage Availability Index)	extract of field data
FAIS	Forage availability index in summer	very bad (1) to very good (5); (for details see Anhang, Beiblatt Aufnahmeprotokoll, Forage Availability Index)	extract of field data
CA_BEDDED	Cover availability index for roe deer while BEDDED (Method Griffith)	from no (0) to total (5) coverage; (for details see 2.2 Feldaufnahmen)	extract of field data (data P.Ineichen original attribute name: w_conc_bedded)
CA_STANDING	Cover availability index for roe deer while STANDING (Method Griffith)	from no (0) to total (5) coverage; (for details see 2.2 Feldaufnahmen)	extract of field data (data P.Ineichen original attribute name: w_conc_standing)

d. Tabelle Grundlagendaten

ID	X	Y	LIDAR	DEG_COVE	DEG_COMP	DEV_LEVE	FAIW	FAIS	CA_BEDDED	CA_STANDING
1	686500	230450	1	30	NA	3000	3	2	5	4
7	686300	230750	1	20	100	3000	4	4	5	5
20	686200	230900	1	30	100	3000	4	4	4	2
24	687050	230900	1	30	100	3000	4	4	5	5
27	686450	230950	1	30	NA	3000	5	4	3	2
28	686800	230950	1	30	200	3000	3	4	4	3
29	686100	231000	1	20	100	3000	4	4	4	2
34	687100	231050	1	30	100	3000	4	4	5	5
38	686250	231100	1	30	400	3000	4	4	3	1
45	686150	231200	1	30	100	3000	4	4	3	2
48	687200	231200	1	30	100	3000	3	3	5	5
81	687200	231400	1	30	NA	3000	3	3	5	5
96	685950	231500	1	20	100	3000	4	4	4	3
97	686050	231500	1	30	100	3000	4	4	3	1
103	685550	231550	1	20	100	3000	4	4	3	2
108	685950	231550	1	20	100	3000	4	4	3	2
120	685500	231650	1	20	100	3000	4	4	3	3
122	685650	231650	1	30	100	3000	4	4	4	3
143	685150	231750	1	30	100	3000	4	4	4	3
145	685300	231750	1	20	300	3000	4	4	5	4
153	684950	231800	1	30	100	2000	3	2	4	2
191	684850	231950	1	30	100	3000	4	4	3	2
193	685450	231950	1	30	100	3000	4	4	3	3
210	685650	232000	1	30	100	3000	4	4	4	4

WILMA, IUNR, LSFM, ZHAW; SA2, 2015, Claudia Gerber

235	684850	232150	1	20	100	3000	4	4	3	4	4
239	685750	232150	1	20	100	3000	4	4	5	4	4
249	685250	232200	1	30	NA	3000	4	4	2	1	
254	685800	232200	1	20	400	3000	4	4	4	4	4
259	684750	232250	1	30	NA	3000	4	4	4	4	4
350	685200	232600	1	30	100	3000	4	4	3	2	
367	685250	232650	1	30	100	3000	4	4	3	1	
404	685700	232750	1	30	200	3000	4	4	3	2	
415	685050	232800	1	30	NA	3000	4	4	2	1	
420	686000	232800	1	30	100	3000	4	4	2	2	
454	685050	232900	1	20	200	3000	4	4	4	2	
459	685400	232900	1	20	300	3000	4	4	3	2	
473	685000	232950	1	20	200	3000	5	4	4	3	
491	685150	233000	1	20	300	3000	4	4	3	3	
492	685200	233000	1	20	300	3000	4	4	4	2	
509	685150	233050	1	30	NA	2000	5	4	4	3	
532	685550	233100	1	30	200	3000	4	4	4	2	
534	685700	233100	1	30	NA	3000	4	4	2	2	
547	684900	233150	1	20	200	3000	5	4	3	1	
557	685600	233150	1	30	200	3000	5	4	2	1	
568	684900	233200	1	20	200	3000	4	4	3	3	
572	685200	233200	1	20	300	3000	5	4	3	1	
574	685500	233200	1	30	NA	2000	4	4	3	1	
586	685450	233250	1	30	NA	2000	4	4	4	3	
596	685000	233300	1	20	200	3000	5	4	0	0	
619	685200	233350	1	30	NA	3000	5	4	1	0	

WILMA, IUNR, LSFM, ZHAW; SA2, 2015, Claudia Gerber

659	685150	233500	1	30	NA	3000	5	4	4	3
666	685000	233550	1	30	100	3000	4	4	4	4
904	683150	234200	1	30	400	3000	1	1	5	2
924	682900	234250	1	20	200	3000	4	4	5	4
967	685850	234300	1	20	200	3000	4	3	3	1
968	685900	234300	1	20	200	3000	3	3	4	1
1008	685700	234400	1	30	200	3000	4	4	3	1
1012	683200	234450	1	30	NA	2000	4	4	5	5
1048	685550	234500	1	30	100	3000	4	4	5	5
1075	685600	234550	1	30	NA	3000	3	4	4	3
1113	682800	234700	1	30	100	3000	4	4	3	3
1115	683050	234700	1	30	NA	2000	4	4	5	4
1130	685500	234700	1	30	NA	2000	2	3	5	3
1137	682950	234750	1	30	NA	2000	4	4	4	3
1147	685100	234750	1	30	200	3000	4	4	4	4
1152	685750	234750	1	30	300	3000	2	2	4	2
1153	685650	234750	1	30	200	3000	2	4	5	5
1174	685050	234800	1	30	200	3000	4	4	4	3
1177	685300	234800	1	30	NA	2000	3	2	5	5
1195	685800	234850	1	30	400	3000	1	1	5	3
1214	685500	234900	4	30	NA	2000	2	3	5	5
1228	685050	234950	1	30	200	3000	4	4	4	4
1248	686000	235000	1	30	200	3000	2	2	5	3
1264	685450	235050	1	20	300	3000	4	4	3	2
1266	685850	235050	1	30	300	3000	1	1	5	3
1288	685250	235100	1	30	300	3000	3	4	2	1

WILMA, IUNR, LFSM, ZHAW; SA2, 2015, Claudia Gerber

1290	685800	235100	1	30	300	3000	2	2	5	2
1309	685650	235150	1	30	400	3000	4	4	1	0
1368	685000	235300	1	30	200	3000	2	4	5	5
1416	685050	235400	1	30	200	3000	3	4	5	5
1473	684200	235550	1	30	100	3000	4	4	1	0
1480	685350	235550	1	20	300	3000	4	4	5	5
1481	685400	235550	1	20	300	3000	4	4	5	5
1503	685850	235600	1	30	400	3000	4	4	4	3
1547	685100	235700	1	20	200	3000	2	4	5	5
1568	684400	235750	1	30	200	3000	4	4	4	3
1582	683450	235800	1	30	100	3000	4	4	1	1
1590	684500	235800	1	10	NA	4000	4	3	3	0
1594	685650	235800	1	30	400	3000	3	3	4	3
1617	683700	235900	1	20	300	3000	4	4	3	2
1620	684150	235900	1	30	300	3000	4	4	4	3
1624	685400	235900	1	30	100	3000	2	4	5	4
1634	683800	235950	1	30	400	3000	4	4	4	2
1642	684900	235950	1	20	200	3000	3	4	5	5
1661	685450	236000	1	30	300	3000	5	5	5	5
1671	683800	236050	1	20	400	3000	4	4	2	1
1672	683900	236050	1	20	400	3000	4	4	3	1
1677	685550	236050	1	20	400	3000	2	2	5	4
1687	683900	236100	1	20	400	3000	4	4	3	2
1703	684150	236150	1	20	100	3000	4	4	4	4
1706	685200	236150	1	30	400	3000	3	4	5	5
1720	683550	236200	1	30	200	3000	4	4	4	3

WILMA, IUNR, LFSM, ZHAW; SA2, 2015, Claudia Gerber

1723	683850	236200	1	20	300	3000	4	4	3	3
1724	684100	236200	1	20	100	3000	4	4	3	2
1729	685350	236200	1	30	400	3000	2	4	5	4
1730	685450	236200	1	30	400	3000	3	3	5	5
1731	685550	236200	1	30	NA	2000	4	4	4	5
1746	684750	236250	1	30	400	3000	4	4	1	1
1750	685100	236250	1	30	200	3000	3	3	5	5
1753	685300	236250	1	20	400	3000	4	4	2	1
1769	683950	236300	1	30	100	3000	4	4	1	1
1776	685300	236300	1	20	400	3000	4	3	1	0
1790	685400	236350	1	20	400	3000	2	2	4	1
1797	684550	236400	1	30	300	3000	4	4	3	2
1798	685000	236400	1	30	NA	2000	4	4	5	5
1809	685050	236450	1	10	400	2000	4	4	2	1
1810	685350	236450	1	30	400	3000	2	4	4	3
1813	684350	236500	1	20	300	3000	1	3	5	5
1822	684650	236550	1	30	400	3000	4	4	3	2
1823	685300	236550	1	30	400	3000	4	4	5	4
1826	684300	236600	1	30	400	3000	3	3	4	3
1837	685100	236650	1	30	400	3000	3	3	4	2
1839	683600	236700	1	20	100	3000	4	4	5	5
1841	684950	236700	1	20	100	3000	3	3	5	4
1859	684300	236850	1	30	200	3000	4	4	4	3
1863	684750	236850	1	30	400	3000	1	2	4	3
1864	684800	236850	1	30	400	3000	1	1	4	4
1871	684300	236900	2	20	200	3000	4	1	5	3

WILMA, IUNR, LSFM, ZHAW; SA2, 2015, Claudia Gerber

1872	684350	236900	1	30	200	3000	3	1	5	4	4
1874	684500	236900	1	30	200	3000	2	2	5	4	4
1888	684900	236950	1	30	300	3000	2	2	5	4	4
1889	685000	236950	1	30	400	3000	4	4	5	5	5
1900	683800	237050	1	30	200	3000	4	4	3	2	2
1934	684450	237200	1	20	300	3000	4	4	5	5	5
1966	681650	237350	1	10	200	3000	3	2	5	4	4
1968	682000	237350	1	30	100	3000	4	4	2	2	2
1977	684450	237350	1	30	200	3000	1	1	4	3	3
1982	682200	237400	1	30	100	3000	4	4	4	4	4
1984	684700	237400	1	30	400	3000	2	2	5	3	3
1993	682100	237450	1	30	100	3000	4	4	5	4	4
2003	681600	237500	1	20	200	3000	4	1	4	2	2
2004	681650	237500	1	20	200	3000	4	1	4	1	1
2016	681500	237550	1	20	NA	3000	4	2	5	4	4
2024	682000	237600	1	10	NA	3000	3	1	5	5	5
2029	681800	237650	1	30	200	3000	3	3	5	5	5
2047	681950	237850	1	30	100	3000	4	4	4	3	3
2061	680700	237950	1	30	300	3000	2	2	4	3	3
2072	680400	238050	NA	30	400	3000	4	3	1	0	0
2079	681950	238050	1	20	100	3000	4	4	4	5	5
2080	680950	238100	1	20	300	3000	2	2	5	3	3
2086	680400	238150	NA	10	NA	2000	1	1	4	3	3
2094	680950	238200	2	30	NA	2000	3	3	3	1	1
2101	681100	238250	1	30	NA	2000	4	4	4	2	2
2104	681050	238300	1	30	NA	2000	4	4	4	4	4

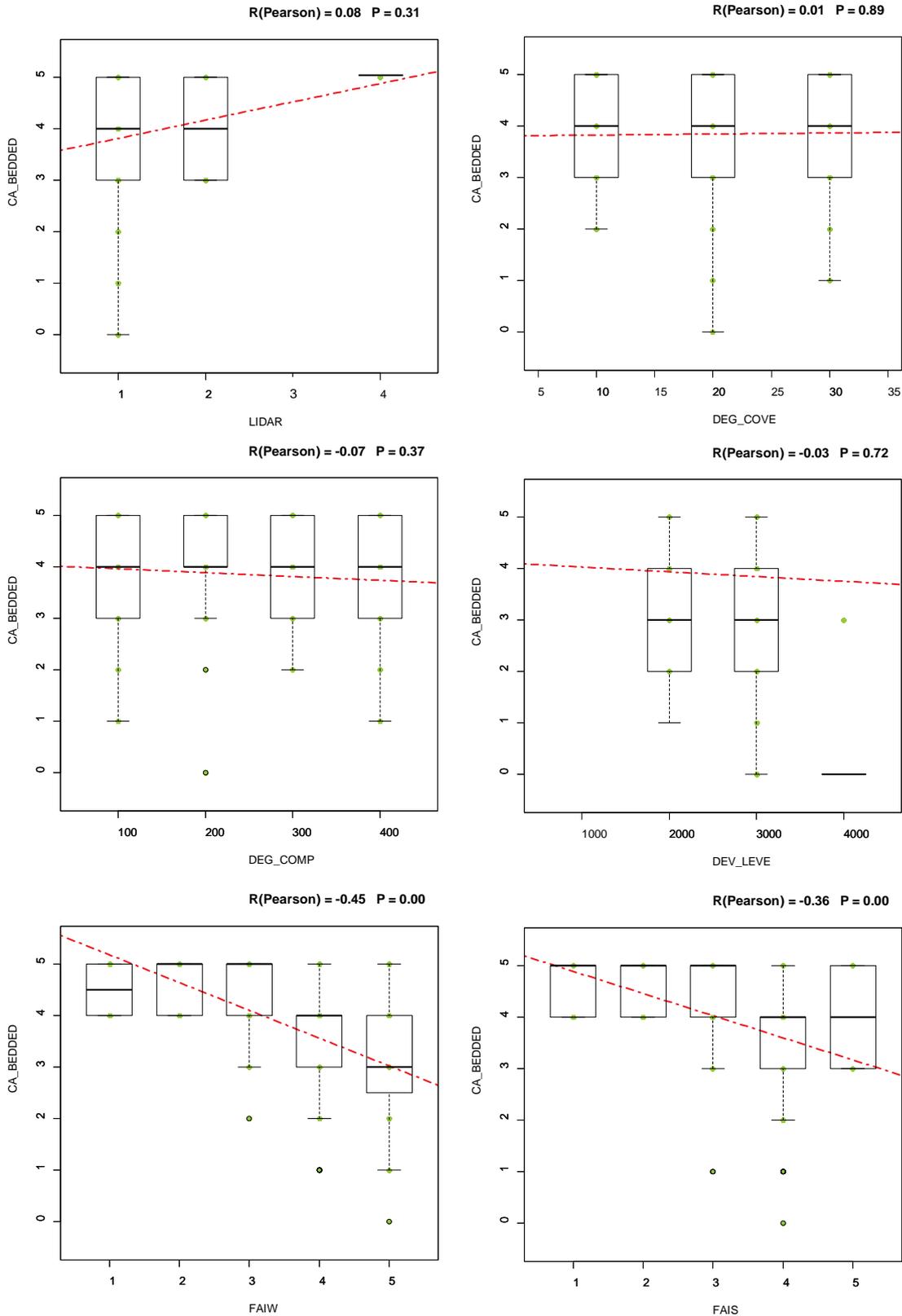
WILMA, IUNR, LSFM, ZHAW; SA2, 2015, Claudia Gerber

2105	681100	238300	1	30	NA	2000	4	4	2	2
2113	680350	238350	NA	10	400	3000	2	2	4	2
2136	680450	238500	NA	20	NA	3000	2	2	4	2
2152	680450	238650	NA	30	400	2000	5	5	3	1
2177	683850	238800	NA	20	400	3000	4	4	4	3
2192	683850	238900	NA	30	NA	2000	3	3	3	2
2213	683250	239050	1	30	200	3000	2	2	5	5
2229	681550	239250	NA	30	100	3000	3	3	5	5
2230	683000	239250	1	20	300	3000	2	4	4	3
2231	683450	239250	NA	30	300	3000	3	3	5	4
2239	681100	239450	NA	20	100	3000	3	2	5	5
2240	681250	239450	NA	30	100	3000	3	2	5	5
2241	681550	239450	NA	30	100	3000	3	3	5	5
2242	682950	239450	NA	30	100	3000	3	4	5	5
2248	682750	239500	1	20	100	3000	3	3	4	4
2252	683200	239500	NA	20	NA	3000	3	3	4	4
2257	681200	239550	NA	20	100	3000	3	2	5	5
2264	681200	239600	NA	20	100	3000	3	3	5	5
2271	683450	239600	NA	30	300	3000	4	4	2	2
2282	682700	239700	NA	20	200	3000	3	4	3	3
2297	680900	239800	NA	30	NA	2000	4	3	4	1
2311	680900	239900	NA	20	200	3000	2	2	4	4
2320	682950	240050	NA	30	200	3000	3	3	5	5
2321	683000	240050	NA	30	200	3000	2	2	5	5

C. Detaillierte Resultate aus R

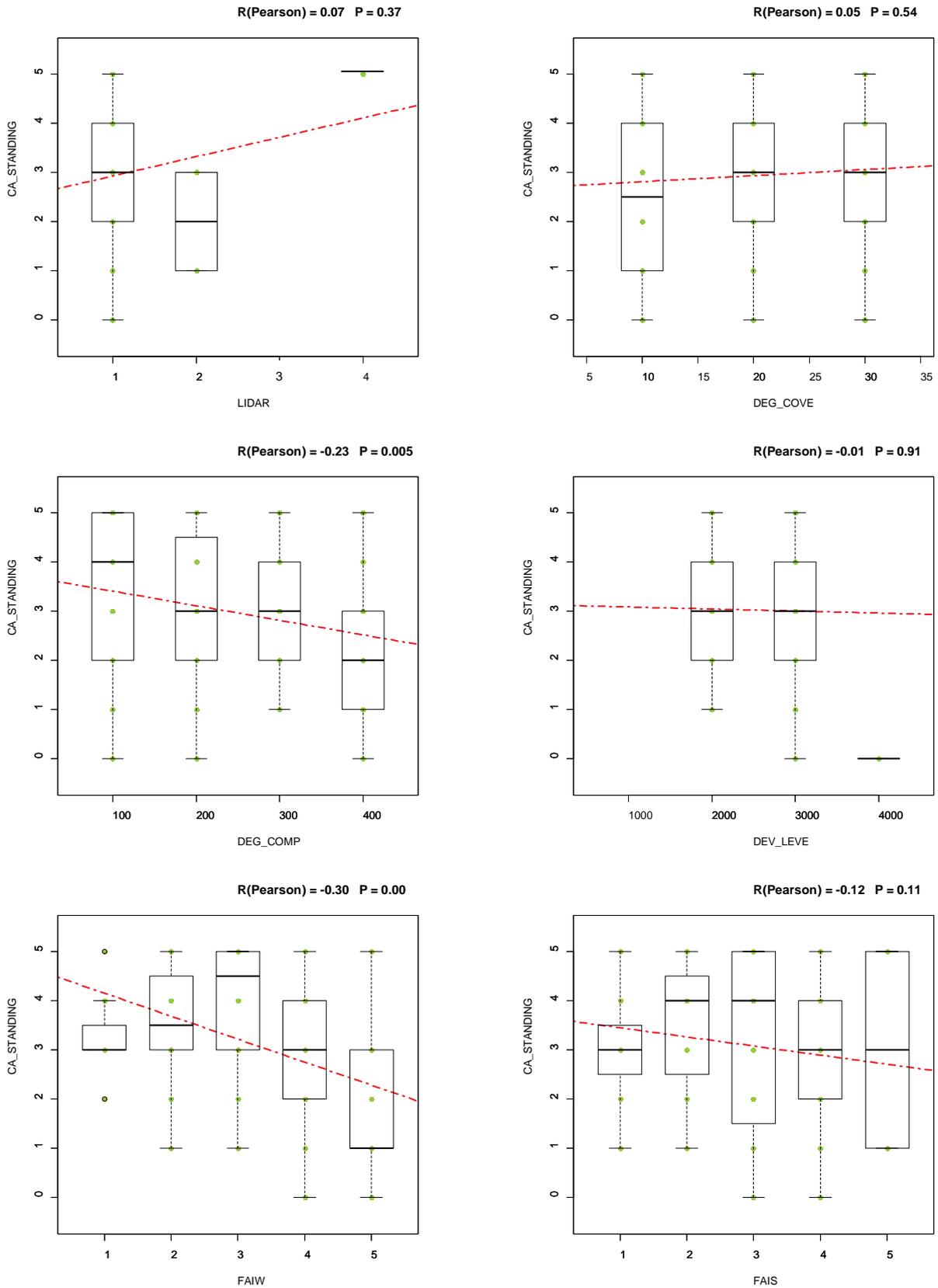
a. CA\_BEDDED und Vegetationsparameter

Visualisierungen des Deckungsangebotes für das **liegende Reh** in Abhängigkeit der sechs Vegetationsparameter LIDAR, Deckungsgrad (DEG\_COVE), Mischungsgrad (DEG\_COMP), Entwicklungsstufe (DEV\_LEVE), Äsungsangebot im Winter (FAIW) und Sommer (FAIS) mit den zugehörigen Korrelations- ( $R_{\text{Pearson}}$ ) und Signifikanzwerten (P).



## b. CA\_STANDING und Vegetationsparameter

Visualisierungen des Deckungsangebotes für das **stehende Reh** in Abhängigkeit der sechs Vegetationsparameter LIDAR, Deckungsgrad (DEG\_COVE), Mischungsgrad (DEG\_COMP), Entwicklungsstufe (DEV\_LEVE), Äsungsangebot im Winter (FAIW) und Sommer (FAIS) mit den zugehörigen Korrelations- ( $R_{\text{Pearson}}$ ) und Signifikanzwerten (P).



**c. Modellselektion**

- > Die Modelle sind pro zusammenhängender Block (=Reduktionsstufe) nach aufsteigenden AIC/BIC-Werten hierarchisch geordnet.
- > Die beiden Zielmodelle der Deckungsangebote (mB = CA\_BEDDED und mS = CA\_STANDING) sind grün hinterlegt.

Deckungsangebot des liegenden (mB), bzw. stehenden (mS) Rehs - Mit allen Ausschlussvarianten jeweils eines Vegetationsparameters (.s\*\*\*\*)

Modellname	AIC	BIC	Modellcode
mB.sFAIS	374.62	394.58	lm(CA_BEDDED ~ LIDAR + DEG_COMP + DEG_COVE + DEV_LEVE + FAIW, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
mB.sDEG_COVE	375.00	394.97	lm(CA_BEDDED ~ LIDAR + DEG_COMP + DEV_LEVE + FAIW + FAIS, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
mB.sDEV_LEVE	376.00	395.96	lm(CA_BEDDED ~ LIDAR + DEG_COMP + DEG_COVE + FAIW + FAIS, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
mB	376.62	399.43	lm(CA_BEDDED ~ LIDAR + DEG_COMP + DEG_COVE + DEV_LEVE + FAIW + FAIS, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
mB.sFAIW	393.70	413.67	lm(CA_BEDDED ~ LIDAR + DEG_COMP + DEG_COVE + FAIW + FAIS, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
mB.sLIDAR	423.38	444.22	lm(CA_BEDDED ~ DEG_COMP + DEG_COVE + DEV_LEVE + FAIW + FAIS, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
mS.sDEG_COVE	438.14	458.11	lm(CA_STANDING ~ LIDAR + DEG_COMP + DEV_LEVE + FAIW + FAIS, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
mS.sDEV_LEVE	439.41	459.38	lm(CA_STANDING ~ LIDAR + DEG_COMP + DEG_COVE + FAIW + FAIS, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
mS	439.72	462.53	lm(CA_STANDING ~ LIDAR + DEG_COMP + DEG_COVE + DEV_LEVE + FAIW + FAIS, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
mS.sFAIS	446.15	466.12	lm(CA_STANDING ~ LIDAR + DEG_COMP + DEG_COVE + FAIW + FAIS, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
mB.sDEG_COMP	460.22	481.57	lm(CA_BEDDED ~ LIDAR + DEG_COMP + DEV_LEVE + FAIW + FAIS, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
mS.sFAIW	460.41	480.37	lm(CA_STANDING ~ LIDAR + DEG_COMP + DEG_COVE + DEV_LEVE + FAIW + FAIS, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
mS.sLIDAR	495.87	516.70	lm(CA_STANDING ~ DEG_COMP + DEG_COVE + DEV_LEVE + FAIW + FAIS, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
mS.sDEG_COMP	553.34	574.69	lm(CA_STANDING ~ LIDAR + DEG_COVE + DEV_LEVE + FAIW + FAIS, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)

Modellname	AIC	BIC	Modellcode
<b>mB.Reduction.I</b>	Inklusive Vergleich der nächstsignifikanteren Parameter		
mB.sFAIS.sDEG_COVE	373.00	390.12	lm(CA_BEDDED ~ LIDAR + DEG_COMP + DEV_LEVE + FAIW, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
mB.sFAIS.sDEV_LEVE	374.02	391.13	lm(CA_BEDDED ~ LIDAR + DEG_COMP + DEG_COVE + FAIW, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
mB.sDEG_COVE.sDEV_LEVE	374.21	391.33	lm(CA_BEDDED ~ LIDAR + DEG_COMP + FAIW + FAIS, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)

<b>mB.Reduction.II</b>	Inklusive Vergleich der Reduktion der nächstsignifikanteren Parameter	
mB.sFAIS.sDEG_COVE.sDEV_LEVE	372.23	386.49
mB.sFAIS.sDEG_COVE.sFAIW	404.49	418.75
mB.sFAIS.sDEG_COVE.sLIDAR	419.88	434.77
mB.sFAIS.sDEG_COVE.sDEG_COMP	457.55	472.80
<b>mB.Reduction.III</b>	Inklusive Vergleich der Reduktion der nächstsignifikanteren Parameter	
mB.sFAIS.sDEG_COVE.sDEV_LEVE.sLIDAR	418.35	430.25
mB.sFAIS.sDEG_COVE.sDEV_LEVE.sDEG_COMP	456.70	468.90
mB.sFAIS.sDEG_COVE.sDEV_LEVE.sFAIW	403.57	414.97
<b>mS.Reduction.I</b>	Inklusive Vergleich der Reduktion der nächstsignifikanteren Parameter	
mS.sDEG_COVE.sDEVE_LEVE	437.64	454.75
mS.sDEG_COVE.sFAIS	444.29	461.40
mS.sDEVE_LEVE.sFAIS	446.43	463.54
<b>mS.Reduction.II</b>	Inklusive Vergleich der Reduktion der nächstsignifikanteren Parameter	
mS.sDEG_COVE.sDEVE_LEVE.sFAIS	444.46	458.72
mS.sDEG_COVE.sDEVE_LEVE.sFAIW	458.79	473.05
mS.sDEG_COVE.sDEVE_LEVE.sLIDAR	494.15	509.03
mS.sDEG_COVE.sDEVE_LEVE.sDEG_COMP	550.82	566.07

d. Summaries wichtiger Modelle

summary() der Startmodelle mit allen sechs Vegetationsparametern für CA\_BEDDED und CA\_STANDING

```
Call:
lm(formula = CA_BEDDED ~ LIDAR + DEG_COMP + DEG_COVE + DEV_LEVE +
FAIW + FAIS, data = RehesA2, na.action = na.exclude)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-3.0138 -0.5743  0.2142  0.5585  2.2209

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  2.5437069   2.4766639   1.027   0.306
LIDAR        1.4076358   1.0985081   1.281   0.203
DEG_COMP     -0.0013346   0.0008345  -1.599   0.112
DEG_COVE     -0.0109307   0.0180236  -0.606   0.545
DEV_LEVE     0.0008430   0.0007361   1.145   0.254
FAIW        -0.6026203   0.1366052  -4.411  2.24e-05 ***
FAIS         0.0080274   0.1380568   0.058   0.954
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.018 on 121 degrees of freedom
(50 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared:  0.2456,    Adjusted R-squared:  0.2082
F-statistic: 6.566 on 6 and 121 DF,  p-value: 5.036e-06
```

```
Call:
lm(formula = CA_STANDING ~ LIDAR + DEG_COMP + DEG_COVE + DEV_LEVE +
FAIW + FAIS, data = RehesA2, na.action = na.exclude)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-3.05399 -1.05399 -0.05399  0.93123  2.84570

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -0.0591007   3.1689495  -0.019  0.98515
LIDAR        1.6012236   1.4055669   1.139  0.25687
DEG_COMP     -0.0028006   0.0010677  -2.623  0.00984 **
DEG_COVE     -0.0146564   0.0230617  -0.636  0.52628
DEV_LEVE     0.0011966   0.0009418   1.271  0.20632
FAIW        -0.8467981   0.1747896  -4.845  3.8e-06 ***
FAIS         0.5072380   0.1766469   2.871  0.00482 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.303 on 121 degrees of freedom
(50 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared:  0.1929,    Adjusted R-squared:  0.1529
F-statistic: 4.821 on 6 and 121 DF,  p-value: 0.0001912
```

summary() der Zielmodelle für CA\_BEDDED und CA\_STANDING

```
Call:
lm(formula = CA_BEDDED ~ LIDAR + DEG_COMP + FAIW, data = RehesA2,
na.action = na.exclude)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.9585 -0.5531  0.2295  0.5474  2.1716

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  4.6854208   1.1042359   4.243  4.28e-05 ***
LIDAR        1.4568093   1.0172114   1.432   0.155
DEG_COMP     -0.0013005   0.0008242  -1.578   0.117
FAIW        -0.5847357   0.0962675  -6.074  1.41e-08 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.012 on 124 degrees of freedom
(50 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared:  0.2361,    Adjusted R-squared:  0.2176
F-statistic: 12.77 on 3 and 124 DF,  p-value: 2.503e-07
```

```
Call:
lm(formula = CA_STANDING ~ LIDAR + DEG_COMP + FAIW + FAIS, data = RehesA2,
na.action = na.exclude)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-3.09944 -1.09944 -0.09944  0.90056  2.77032

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  2.922287   1.592067   1.836  0.06884 .
LIDAR        1.729338   1.400884   1.234  0.21938
DEG_COMP     -0.002753   0.001061  -2.595  0.01060 *
FAIW        -0.837066   0.169521  -4.938  2.52e-06 ***
FAIS         0.517837   0.174887   2.961  0.00368 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.302 on 123 degrees of freedom
(50 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared:  0.1807,    Adjusted R-squared:  0.154
F-statistic: 6.782 on 4 and 123 DF,  p-value: 5.758e-05
```

**summary()** der Zielmodelle für FAIW und FAIS auf Basis der flächigen Vegetationsparameter

```
Call:
lm(formula = FAIW ~ LIDAR + DEG_COVE + DEG_COMP, data = RehesA2,
na.action = na.exclude)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.5168 -0.4425  0.3583  0.5184  1.8896

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  4.9088975  1.0780063  4.554 1.24e-05 ***
LIDAR         0.2175613  0.9278226  0.234 0.814995
DEG_COVE     -0.0406391  0.0156169  -2.602 0.010389 *
DEG_COMP     -0.0026562  0.0007146  -3.717 0.000304 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.9192 on 124 degrees of freedom
(50 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared:  0.1398,    Adjusted R-squared:  0.119
F-statistic: 6.717 on 3 and 124 DF,  p-value: 0.0003086
```

```
Call:
lm(formula = FAIS ~ LIDAR + DEG_COMP, data = RehesA2, na.action = na.exclude)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.5571 -0.1790  0.2539  0.6320  1.6320

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  6.4923048  0.9443617  6.875 2.63e-10 ***
LIDAR       -2.5570967  0.9152315  -2.794 0.00603 **
DEG_COMP    -0.0018906  0.0007079  -2.671 0.00857 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.9114 on 125 degrees of freedom
(50 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared:  0.1044,    Adjusted R-squared:  0.0901
F-statistic: 7.288 on 2 and 125 DF,  p-value: 0.001015
```

## D. R – Skripte

### a. Plotting P Values (Visualisierung Matrix Signifikanzwerte)

```
#### plotting R-Values incl. significance (p-values)
(install.packages("corrplot"))
library(Hmisc)
library(corrplot)

#read data in a matrix (or dataframe)
datafilename="C:/Users/Claudia Gerber/Documents/aa_educaziun-professiun/scolaziun zhaw/2
semesteroppgaveHS14/ReheSA2_gis/Matrix_Rohdaten_ReheSA2.txt"
data =read.table(datafilename,header=TRUE)
summary(data)
data

#name the datamatrix correctly
matrix <- as.matrix(data)

# with significance levels:
cor.mtest <- function(mat, conf.level = 0.99) {
  mat <- as.matrix(mat)
  n <- ncol(mat)
  p.mat <- lowCI.mat <- uppCI.mat <- matrix(NA, n, n)
  diag(p.mat) <- 0
  diag(lowCI.mat) <- diag(uppCI.mat) <- 1
  for (i in 1:(n - 1)) {
    for (j in (i + 1):n) {
      tmp <- cor.test(mat[, i], mat[, j], conf.level = conf.level)
      p.mat[i, j] <- p.mat[j, i] <- tmp$p.value
      lowCI.mat[i, j] <- lowCI.mat[j, i] <- tmp$conf.int[1]
      uppCI.mat[i, j] <- uppCI.mat[j, i] <- tmp$conf.int[2]
    }
  }
  return(list(p.mat, lowCI.mat, uppCI.mat))
}
cm <- cor(matrix,method="pearson",use="pairwise.complete.obs")
rcorr(matrix)

corrplot(cm,method="ellipse",bg=91) # simpel, just with ellipses
corrplot(cm,method="ellipse")

res1 <- cor.mtest(matrix, 0.99) # crosses out the insignificant value according to the significance level

#Colour definitions:
col1 <- colorRampPalette(c("#7F0000", "red", "#FF7F00", "yellow", "white", "cyan",
"#007FFF", "blue", "#00007F"))
col2 <- colorRampPalette(c("#67001F", "#B2182B", "#D6604D", "#F4A582", "#FDDBC7",
"#FFFFFF", "#D1E5F0", "#92C5DE", "#4393C3", "#2166AC", "#053061"))
col3 <- colorRampPalette(c("red", "white", "blue"))
col4 <- colorRampPalette(c("#7F0000", "red", "#FF7F00", "yellow", "#7FFF7F",
"cyan", "#007FFF", "blue", "#00007F"))

corrplot.mixed(cm, p.mat = res1[[1]], sig.level = 0.01,lower="circle",upper="number",order="original")
#for stronger colour:
corrplot.mixed(cm, p.mat = res1[[1]], sig.level = 0.01,lower="circle",upper="number",order="original",col=col3(20))
```

## b. *Plotting Pairs Scatterplot* (Scatterplot-Visualisierung ausgewählter Parameterpaare mit R- und P-Werten nach Pearson und Spearman)

```
##### single parameter pairs Scatterplots

datafilename="C:/Users/ClaudiaGerber/Documents/aa_educaziun-professiun/scolaziunzhaw/2
semesteroppgaveHS14/ReheSA2_gis/Matrix_Rohdaten_ReheSA2.txt"
data =read.table(datafilename,header=TRUE)
summary(data)

# PAIR SCATTERPLOTS WITH CA_BEDDED AND CA_STANDING
plot(data$LIDAR,data$CA_BEDDED,
      col="yellowgreen",
      pch=16,
      cex=1,
      type = "p",
      na.action=na.exclude,
      xlab = "LIDAR", ylab = "CA_BEDDED",
      xlim = c(0.5,4.5), ylim = c(-0.5,5.5))
abline(lm(data$CA_BEDDED~data$LIDAR),col=2,lwd=3,lty=4)
title("R(Pearson) = 0.08 P = 0.31", cex=1)
boxplot(data$CA_BEDDED~data$LIDAR,
        boxwex=0.5,
        add=TRUE,
        at=1:3)

plot(data$DEG_COVE,data$CA_BEDDED,
      col="yellowgreen",
      pch=16,
      cex=1,
      type = "p",
      na.action=na.exclude,
      xlab = "DEG_COVE", ylab = "CA_BEDDED",
      xlim = c(5,35), ylim = c(-0.5,5.5))
abline(lm(data$CA_BEDDED~data$DEG_COVE),col=2,lwd=3,lty=4)
title("R(Pearson) = 0.01 P = 0.89", cex=1)
boxplot(data$CA_BEDDED~data$DEG_COVE,
        boxwex= 3.75,
        add=TRUE,
        at=1:3 *10)

plot(data$DEG_COMP,data$CA_BEDDED,
      col="yellowgreen",
      pch=16,
      cex=1,
      type = "p",
      na.action=na.exclude,
      xlab = "DEG_COMP", ylab = "CA_BEDDED",
      xlim = c(50,450), ylim = c(-0.5,5.5))
abline(lm(data$CA_BEDDED~data$DEG_COMP),col=2,lwd=3,lty=4)
title("R(Pearson) = -0.07 P = 0.37", cex=1)
boxplot(data$CA_BEDDED~data$DEG_COMP,
        boxwex = 50,
        add=TRUE,
        at=1:4 * 100)

plot(data$DEV_LEVE,data$CA_BEDDED,
```

```

    col="yellowgreen",
    pch=16,
    cex=1,
    type = "p",
    na.action=na.exclude,
    xlab = "DEV_LEVE", ylab = "CA_BEDDED",
    xlim = c(500,4500), ylim = c(-0.5,5.5))
abline(lm(data$CA_BEDDED~data$DEV_LEVE),col=2,lwd=3,lty=4)
title("R(Pearson) = -0.03  P = 0.72", cex=1)
boxplot(data$CA_STANDING~data$DEV_LEVE,
        boxwex= 500,
        add=TRUE,
        at=1:3 *1000 + 1000)

plot(data$FAIW,data$CA_BEDDED,
     col="yellowgreen",
     pch=16,
     cex=1,
     type = "p",
     na.action=na.exclude,
     xlab = "FAIW", ylab = "CA_BEDDED",
     xlim = c(0.5,5.5), ylim = c(-0.5,5.5))
abline(lm(data$CA_BEDDED~data$FAIW),col=2,lwd=3,lty=4)
title("R(Pearson) = -0.45  P = 0.00", cex=1)
boxplot(data$CA_BEDDED~data$FAIW,
        add=TRUE,
        boxwex = 0.65,
        at=1:5 )

plot(data$FAIS,data$CA_BEDDED,
     col="yellowgreen",
     pch=16,
     cex=1,
     type = "p",
     na.action=na.exclude,
     xlab = "FAIS", ylab = "CA_BEDDED",
     xlim = c(0.5,5.5), ylim = c(-0.5,5.5))
abline(lm(data$CA_BEDDED~data$FAIS),col=2,lwd=3,lty=4)
title("R(Pearson) = -0.36  P = 0.00", cex=1)
boxplot(data$CA_BEDDED~data$FAIS,
        add=TRUE,
        boxwex = 0.65,
        at=1:5 )

plot(data$LIDAR,data$CA_STANDING,
     col="yellowgreen",
     pch=16,
     cex=1,
     type = "p",
     na.action=na.exclude,
     xlab = "LIDAR", ylab = "CA_STANDING",
     xlim = c(0.5,4.5), ylim = c(-0.5,5.5))
abline(lm(data$CA_STANDING~data$LIDAR),col=2,lwd=3,lty=4)
title("R(Pearson) = 0.07  P = 0.37", cex=1)
boxplot(data$CA_STANDING~data$LIDAR,
        add=TRUE,
        boxwex = 0.5,

```

```

    at=1:3 )

plot(data$DEG_COVE,data$CA_STANDING,
     col="yellowgreen",
     pch=16,
     cex=1,
     type = "p",
     na.action=na.exclude,
     xlab = "DEG_COVE", ylab = "CA_STANDING",
     xlim = c(5,35), ylim = c(-0.5,5.5))
abline(lm(data$CA_STANDING~data$DEG_COVE),col=2,lwd=3,lty=4)
title("R(Pearson) = 0.05  P = 0.54", cex=1)
boxplot(data$CA_STANDING~data$DEG_COVE,
        boxwex= 3.75,
        add=TRUE,
        at=1:3 *10)

plot(data$DEG_COMP,data$CA_STANDING,
     col="yellowgreen",
     pch=16,
     cex=1,
     type = "p",
     na.action=na.exclude,
     xlab = "DEG_COMP", ylab = "CA_STANDING",
     xlim = c(50,450), ylim = c(-0.5,5.5))
abline(lm(data$CA_STANDING~data$DEG_COMP),col=2,lwd=3,lty=4)
title("R(Pearson) = -0.23  P = 0.005", cex=1)
boxplot(data$CA_STANDING~data$DEG_COMP,
        boxwex= 50,
        add=TRUE,
        at=1:4 *100)

plot(data$DEV_LEVE,data$CA_STANDING,
     col="yellowgreen",
     pch=16,
     cex=1,
     type = "p",
     na.action=na.exclude,
     xlab = "DEV_LEVE", ylab = "CA_STANDING",
     xlim = c(500,4500), ylim = c(-0.5,5.5))
abline(lm(data$CA_STANDING~data$DEV_LEVE),col=2,lwd=3,lty=4)
title("R(Pearson) = -0.01  P = 0.91", cex=1)
boxplot(data$CA_STANDING~data$DEV_LEVE,
        boxwex= 500,
        add=TRUE,
        at=1:3 *1000 + 1000)

plot(data$FAIW,data$CA_STANDING,
     col="yellowgreen",
     pch=16,
     cex=1,
     type = "p",
     na.action=na.exclude,
     xlab = "FAIW", ylab = "CA_STANDING",
     xlim = c(0.5,5.5), ylim = c(-0.5,5.5))
abline(lm(data$CA_STANDING~data$FAIW),col=2,lwd=3,lty=4)
title("R(Pearson) = -0.30  P = 0.00", cex=1)

```

```

boxplot(data$CA_STANDING~data$FAIW,
        add=TRUE,
        boxwex = 0.65,
        at=1:5 )

plot(data$FAIS,data$CA_STANDING,
     col="yellowgreen",
     pch=16,
     cex=1,
     type = "p",
     na.action=na.exclude,
     xlab = "FAIS", ylab = "CA_STANDING",
     xlim = c(0.5,5.5), ylim = c(-0.5,5.5))
abline(lm(data$CA_STANDING~data$FAIS),col=2,lwd=3,lty=4)
title("R(Pearson) = -0.12 P = 0.11", cex=1)
boxplot(data$CA_STANDING~data$FAIS,
        add=TRUE,
        boxwex = 0.65,
        at=1:5 )

# IMPORTANT PARAMETER CORRELATIONS

plot(data$CA_BEDDED,data$CA_STANDING,
     col="yellowgreen",
     pch=16,
     cex=1,
     type = "p",
     na.action=na.exclude,
     xlab = "CA_BEDDED", ylab = "CA_STANDING",
     xlim = c(-0.5,5.5), ylim = c(-0.5,5.5))
abline(lm(data$CA_STANDING~data$CA_BEDDED),col=2,lwd=3,lty=4)
title("R(Pearson) = 0.81 P = 0.0", cex=1)
boxplot(data$CA_STANDING~data$CA_BEDDED,
        add=TRUE,
        at=1:6 - 1)

plot(data$FAIS,data$FAIW,
     col="yellowgreen",
     pch=16,
     cex=1,
     type = "p",
     na.action=na.exclude,
     xlab = "FAIS", ylab = "FAIW",
     xlim = c(-0.5,5.5), ylim = c(-0.5,5.5))
abline(lm(data$FAIW~data$FAIS),col=2,lwd=3,lty=4)
title("R(Pearson) = 0.68 P = 0.0", cex=1)
boxplot(data$FAIW~data$FAIS,
        add=TRUE,
        at=1:5)

plot(data$LIDAR,data$DEV_LEVE,
     col="yellowgreen",
     pch=16,
     cex=1,
     type = "p",
     na.action=na.exclude,
     xlab = "LIDAR", ylab = "DEV_LEVE",

```

```

        xlim = c(0.5,5.5), ylim = c(500,4500))
abline(lm(data$DEV_LEVE~data$LIDAR),col=2,lwd=3,lty=4)
title("R(Pearson) = -0.26 P = 0.001", cex=1)
boxplot(data$DEV_LEVE~data$LIDAR,
        add=TRUE,
        boxwex = 0.65,
        at=1:3 )

plot(data$DEG_COVE,data$DEV_LEVE,
      col="yellowgreen",
      pch=16,
      cex=1,
      type = "p",
      na.action=na.exclude,
      xlab = "DEG_COVE", ylab = "DEV_LEVE",
      xlim = c(5,35), ylim = c(500,4500))
abline(lm(data$DEV_LEVE~data$DEG_COVE),col=2,lwd=3,lty=4)
title("R(Pearson) = -0.18 P = 0.02", cex=1)
boxplot(data$DEV_LEVE~data$DEG_COVE,
        add=TRUE,
        boxwex = 3.75,
        at=1:3 * 10)

plot(data$DEG_COMP,data$FAIW,
      col="yellowgreen",
      pch=16,
      cex=1,
      type = "p",
      na.action=na.exclude,
      xlab = "DEG_COMP", ylab = "FAIW",
      xlim = c(50,450), ylim = c(0.5,5.5))
abline(lm(data$FAIW~data$DEG_COMP),col=2,lwd=3,lty=4)
title("R(Pearson) = -0.22 P = 0.007", cex=1)
boxplot(data$FAIW~data$DEG_COMP,
        add=TRUE,
        boxwex= 50,
        at=1:4 * 100)

```

### c. Model Selection (Parameterauswahl für Habitatmodellierung)

```

#####Model Selection with roe deer cover parameter

datafilename="C:/Users/ClaudiaGerber/Documents/aa_educaziun-professiun/scolaziunzhaw/2
semesteroppgaveHS14/ReheSA2_gis/Matrix_Rohdaten_ReheSA2.txt"
ReheSA2 =read.table(datafilename,header=TRUE)
summary(ReheSA2)
str(ReheSA2)

library(leaps)
library(stats)

na.exclude(ReheSA2)#Check ob NA Werte richtig behandelt!!
#glm (generalized linear model) with same output!

#Model selection for y = CA_BEDDED

```

```
mB.cCA_STANDING <- lm(CA_BEDDED ~ ., data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
summary(mB.cCA_STANDING)
AIC(mB.cCA_STANDING)
BIC(mB.cCA_STANDING)

mB <- lm(CA_BEDDED ~ LIDAR + DEG_COMP + DEG_COVE + DEV_LEVE + FAIW + FAIS, data = ReheSA2, na.action =
na.exclude)
summary(mB)
AIC(mB)
BIC(mB)

mB.sLIDAR <- lm(CA_BEDDED ~ DEG_COMP + DEG_COVE + DEV_LEVE + FAIW + FAIS, data = ReheSA2, na.action =
na.exclude)
summary(mB.sLIDAR)
AIC(mB.sLIDAR)
BIC(mB.sLIDAR)

mB.sDEG_COMP <- lm(CA_BEDDED ~ LIDAR + DEG_COVE + DEV_LEVE + FAIW + FAIS, data = ReheSA2, na.action =
na.exclude)
summary(mB.sDEG_COMP)
AIC(mB.sDEG_COMP)
BIC(mB.sDEG_COMP)

mB.sDEG_COVE <- lm(CA_BEDDED ~ LIDAR + DEG_COMP + DEV_LEVE + FAIW + FAIS, data = ReheSA2, na.action =
na.exclude)
summary(mB.sDEG_COVE)
AIC(mB.sDEG_COVE)
BIC(mB.sDEG_COVE)

mB.sDEV_LEVE <- lm(CA_BEDDED ~ LIDAR + DEG_COMP + DEG_COVE + FAIW + FAIS, data = ReheSA2, na.action =
na.exclude)
summary(mB.sDEV_LEVE)
AIC(mB.sDEV_LEVE)
BIC(mB.sDEV_LEVE)

mB.sFAIW <- lm(CA_BEDDED ~ LIDAR + DEG_COMP + DEG_COVE + DEV_LEVE + FAIS, data = ReheSA2, na.action =
na.exclude)
summary(mB.sFAIW)
AIC(mB.sFAIW)
BIC(mB.sFAIW)

mB.sFAIS <- lm(CA_BEDDED ~ LIDAR + DEG_COMP + DEG_COVE + DEV_LEVE + FAIW, data = ReheSA2, na.action =
na.exclude)
summary(mB.sFAIS)
AIC(mB.sFAIS)
BIC(mB.sFAIS)

##y = CA_BEDDED # further reduction of parameter variety I

mB.sFAIS.sDEG_COVE <- lm(CA_BEDDED ~ LIDAR + DEG_COMP + DEV_LEVE + FAIW, data = ReheSA2, na.action =
na.exclude)
summary(mB.sFAIS.sDEG_COVE)
AIC(mB.sFAIS.sDEG_COVE)
BIC(mB.sFAIS.sDEG_COVE)

#testwise parallel parameter reduction - succesfully confirmed
```

```

mB.sFAIS.sDEV_LEVE <- lm(CA_BEDDED ~ LIDAR + DEG_COMP + DEG_COVE + FAIW, data = ReheSA2, na.action =
na.exclude)
summary(mB.sFAIS.sDEV_LEVE)
AIC(mB.sFAIS.sDEV_LEVE)
BIC(mB.sFAIS.sDEV_LEVE)

mB.sDEV_LEVE.sDEG_COVE <- lm(CA_BEDDED ~ LIDAR + DEG_COMP + FAIW + FAIS, data = ReheSA2, na.action =
na.exclude)
summary(mB.sDEV_LEVE.sDEG_COVE)
AIC(mB.sDEV_LEVE.sDEG_COVE)
BIC(mB.sDEV_LEVE.sDEG_COVE)

##y = CA_BEDDED # further reduction of parameter variety II

mB.sFAIS.sDEG_COVE.sDEV_LEVE <- lm(CA_BEDDED ~ LIDAR + DEG_COMP + FAIW, data = ReheSA2, na.action =
na.exclude)
summary(mB.sFAIS.sDEG_COVE.sDEV_LEVE)
AIC(mB.sFAIS.sDEG_COVE.sDEV_LEVE)
BIC(mB.sFAIS.sDEG_COVE.sDEV_LEVE)

#testwise parallel parameter reduction - succesfully confirmed

mB.sFAIS.sDEG_COVE.sLIDAR <- lm(CA_BEDDED ~ DEG_COMP + DEV_LEVE + FAIW, data = ReheSA2, na.action =
na.exclude)
summary(mB.sFAIS.sDEG_COVE.sLIDAR)
AIC(mB.sFAIS.sDEG_COVE.sLIDAR)
BIC(mB.sFAIS.sDEG_COVE.sLIDAR)

mB.sFAIS.sDEG_COVE.sDEG_COMP <- lm(CA_BEDDED ~ LIDAR + DEV_LEVE + FAIW, data = ReheSA2, na.action =
na.exclude)
summary(mB.sFAIS.sDEG_COVE.sDEG_COMP)
AIC(mB.sFAIS.sDEG_COVE.sDEG_COMP)
BIC(mB.sFAIS.sDEG_COVE.sDEG_COMP)

mB.sFAIS.sDEG_COVE.sFAIW <- lm(CA_BEDDED ~ LIDAR + DEG_COMP + DEV_LEVE, data = ReheSA2, na.action =
na.exclude)
summary(mB.sFAIS.sDEG_COVE.sFAIW)
AIC(mB.sFAIS.sDEG_COVE.sFAIW)
BIC(mB.sFAIS.sDEG_COVE.sFAIW)

##y = CA_BEDDED # further reduction of parameter variety III

mB.sFAIS.sDEG_COVE.sDEV_LEVE.sLIDAR <- lm(CA_BEDDED ~ DEG_COMP + FAIW, data = ReheSA2, na.action =
na.exclude)
summary(mB.sFAIS.sDEG_COVE.sDEV_LEVE.sLIDAR)
AIC(mB.sFAIS.sDEG_COVE.sDEV_LEVE.sLIDAR)
BIC(mB.sFAIS.sDEG_COVE.sDEV_LEVE.sLIDAR)

mB.sFAIS.sDEG_COVE.sDEV_LEVE.sDEG_COMP <- lm(CA_BEDDED ~ LIDAR + FAIW, data = ReheSA2, na.action =
na.exclude)
summary(mB.sFAIS.sDEG_COVE.sDEV_LEVE.sDEG_COMP)
AIC(mB.sFAIS.sDEG_COVE.sDEV_LEVE.sDEG_COMP)
BIC(mB.sFAIS.sDEG_COVE.sDEV_LEVE.sDEG_COMP)

mB.sFAIS.sDEG_COVE.sDEV_LEVE.sFAIW <- lm(CA_BEDDED ~ LIDAR + DEG_COMP, data = ReheSA2, na.action =
na.exclude)
summary(mB.sFAIS.sDEG_COVE.sDEV_LEVE.sFAIW)

```

```

AIC(mB.sFAIS.sDEG_COVE.sDEV_LEVE.sFAIW)
BIC(mB.sFAIS.sDEG_COVE.sDEV_LEVE.sFAIW)

#Model selection for y = CA_STANDING

mS.cCA_BEDDED <- lm(CA_STANDING ~ ., data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
summary(mS.cCA_BEDDED)
AIC(mS.cCA_BEDDED)
BIC(mS.cCA_BEDDED)

mS <- lm(CA_STANDING ~ LIDAR + DEG_COMP + DEG_COVE + DEV_LEVE + FAIW + FAIS, data = ReheSA2, na.action =
na.exclude)
summary(mS)
AIC(mS)
BIC(mS)

mS.sLIDAR <- lm(CA_STANDING ~ DEG_COMP + DEG_COVE + DEV_LEVE + FAIW + FAIS, data = ReheSA2, na.action =
na.exclude)
summary(mS.sLIDAR)
AIC(mS.sLIDAR)
BIC(mS.sLIDAR)

mS.sDEG_COMP <- lm(CA_STANDING ~ LIDAR + DEG_COVE + DEV_LEVE + FAIW + FAIS, data = ReheSA2, na.action =
na.exclude)
summary(mS.sDEG_COMP)
AIC(mS.sDEG_COMP)
BIC(mS.sDEG_COMP)

mS.sDEG_COVE <- lm(CA_STANDING ~ LIDAR + DEG_COMP + DEV_LEVE + FAIW + FAIS, data = ReheSA2, na.action =
na.exclude)
summary(mS.sDEG_COVE)
AIC(mS.sDEG_COVE)
BIC(mS.sDEG_COVE)

mS.sDEV_LEVE <- lm(CA_STANDING ~ LIDAR + DEG_COMP + DEG_COVE + FAIW + FAIS, data = ReheSA2, na.action =
na.exclude)
summary(mS.sDEV_LEVE)
AIC(mS.sDEV_LEVE)
BIC(mS.sDEV_LEVE)

mS.sFAIW <- lm(CA_STANDING ~ LIDAR + DEG_COMP + DEG_COVE + DEV_LEVE + FAIS, data = ReheSA2, na.action =
na.exclude)
summary(mS.sFAIW)
AIC(mS.sFAIW)
BIC(mS.sFAIW)

mS.sFAIS <- lm(CA_STANDING ~ LIDAR + DEG_COMP + DEG_COVE + DEV_LEVE + FAIW, data = ReheSA2, na.action =
na.exclude)
summary(mS.sFAIS)
AIC(mS.sFAIS)
BIC(mS.sFAIS)

##y = CA_STANDING # further reduction of parameter variety I

mS.sDEG_COVE.sDEVE_LEVE <- lm(CA_STANDING ~ LIDAR + DEG_COMP + FAIW + FAIS, data = ReheSA2, na.action =
na.exclude)
summary(mS.sDEG_COVE.sDEVE_LEVE)

```

```

AIC(mS.sDEG_COVE.sDEVE_LEVE)
BIC(mS.sDEG_COVE.sDEVE_LEVE)

#testwise parallel parameter reduction - succesfully confirmed

mS.sDEG_COVE.sFAIS <- lm(CA_STANDING ~ LIDAR + DEG_COMP + DEV_LEVE + FAIW, data = ReheSA2, na.action =
na.exclude)
summary(mS.sDEG_COVE.sFAIS)
AIC(mS.sDEG_COVE.sFAIS)
BIC(mS.sDEG_COVE.sFAIS)

mS.sDEVE_LEVE.sFAIS <- lm(CA_STANDING ~ LIDAR + DEG_COVE + DEG_COMP + FAIW, data = ReheSA2, na.action =
na.exclude)
summary(mS.sDEVE_LEVE.sFAIS)
AIC(mS.sDEVE_LEVE.sFAIS)
BIC(mS.sDEVE_LEVE.sFAIS)

##y = CA_STANDING # further reduction of parameter variety II

mS.sDEG_COVE.sDEVE_LEVE.sFAIS <- lm(CA_STANDING ~ LIDAR + DEG_COMP + FAIW, data = ReheSA2, na.action =
na.exclude)
summary(mS.sDEG_COVE.sDEVE_LEVE.sFAIS)
AIC(mS.sDEG_COVE.sDEVE_LEVE.sFAIS)
BIC(mS.sDEG_COVE.sDEVE_LEVE.sFAIS)

#testwise parallel parameter reduction - succesfully confirmed

mS.sDEG_COVE.sDEVE_LEVE.sFAIW <- lm(CA_STANDING ~ LIDAR + DEG_COMP + FAIS, data = ReheSA2, na.action =
na.exclude)
summary(mS.sDEG_COVE.sDEVE_LEVE.sFAIW)
AIC(mS.sDEG_COVE.sDEVE_LEVE.sFAIW)
BIC(mS.sDEG_COVE.sDEVE_LEVE.sFAIW)

mS.sDEG_COVE.sDEVE_LEVE.sLIDAR <- lm(CA_STANDING ~ DEG_COMP + FAIW + FAIS, data = ReheSA2, na.action =
na.exclude)
summary(mS.sDEG_COVE.sDEVE_LEVE.sLIDAR)
AIC(mS.sDEG_COVE.sDEVE_LEVE.sLIDAR)
BIC(mS.sDEG_COVE.sDEVE_LEVE.sLIDAR)

mS.sDEG_COVE.sDEVE_LEVE.sDEG_COMP <- lm(CA_STANDING ~ LIDAR + FAIW + FAIS, data = ReheSA2, na.action =
na.exclude)
summary(mS.sDEG_COVE.sDEVE_LEVE.sDEG_COMP)
AIC(mS.sDEG_COVE.sDEVE_LEVE.sDEG_COMP)
BIC(mS.sDEG_COVE.sDEVE_LEVE.sDEG_COMP)

##chosen best models for CA_BEDDED and CA_STANDING:
mB.sFAIS.sDEG_COVE.sDEV_LEVE <- lm(CA_BEDDED ~ LIDAR + DEG_COMP + FAIW, data = ReheSA2, na.action =
na.exclude)
summary(mB.sFAIS.sDEG_COVE.sDEV_LEVE)
AIC(mB.sFAIS.sDEG_COVE.sDEV_LEVE)
BIC(mB.sFAIS.sDEG_COVE.sDEV_LEVE)

mS.sDEG_COVE.sDEVE_LEVE <- lm(CA_STANDING ~ LIDAR + DEG_COMP + FAIW + FAIS, data = ReheSA2, na.action =
na.exclude)
summary(mS.sDEG_COVE.sDEVE_LEVE)
AIC(mS.sDEG_COVE.sDEVE_LEVE)
BIC(mS.sDEG_COVE.sDEVE_LEVE)

```

---

```
##model selection for data expression of FAIW and FAIS
```

```
# Startmodell a und Reduktionsstufe b mit y=FAIW
```

```
layer.FAIWa <- lm(FAIW ~ LIDAR + DEG_COVE + DEV_LEVE + DEG_COMP, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
```

```
summary(layer.FAIWa)
```

```
AIC(layer.FAIWa)
```

```
BIC(layer.FAIWa)
```

```
layer.FAIWb1 <- lm(FAIW ~ DEG_COVE + DEV_LEVE + DEG_COMP, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
```

```
summary(layer.FAIWb1)
```

```
AIC(layer.FAIWb1)
```

```
BIC(layer.FAIWb1)
```

```
layer.FAIWb2 <- lm(FAIW ~ LIDAR + DEV_LEVE + DEG_COMP, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
```

```
summary(layer.FAIWb2)
```

```
AIC(layer.FAIWb2)
```

```
BIC(layer.FAIWb2)
```

```
layer.FAIWb3 <- lm(FAIW ~ LIDAR + DEG_COVE + DEG_COMP, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
```

```
summary(layer.FAIWb3)
```

```
AIC(layer.FAIWb3)
```

```
BIC(layer.FAIWb3)
```

```
layer.FAIWb4 <- lm(FAIW ~ LIDAR + DEG_COVE + DEV_LEVE, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
```

```
summary(layer.FAIWb4)
```

```
AIC(layer.FAIWb4)
```

```
BIC(layer.FAIWb4)
```

```
## Reduktionsstufe c aus layer.FAIWb3 (zur Kontrolle)
```

```
layer.FAIWc1 <- lm(FAIW ~ DEG_COVE + DEG_COMP, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
```

```
summary(layer.FAIWc1)
```

```
AIC(layer.FAIWc1)
```

```
BIC(layer.FAIWc1)
```

```
layer.FAIWc2 <- lm(FAIW ~ LIDAR + DEG_COMP, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
```

```
summary(layer.FAIWc2)
```

```
AIC(layer.FAIWc2)
```

```
BIC(layer.FAIWc2)
```

```
layer.FAIWc3 <- lm(FAIW ~ LIDAR + DEG_COVE, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
```

```
summary(layer.FAIWc3)
```

```
AIC(layer.FAIWc3)
```

```
BIC(layer.FAIWc3)
```

```
## Reduktionsstufe d aus layer.FAIWc2 (zur doppelten Kontrolle)
```

```
layer.FAIWd1 <- lm(FAIW ~ DEG_COMP, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
```

```
summary(layer.FAIWd1)
```

```
AIC(layer.FAIWd1)
```

```
BIC(layer.FAIWd1)
```

```
layer.FAIWd2 <- lm(FAIW ~ LIDAR, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
```

```
summary(layer.FAIWd2)
```

```
AIC(layer.FAIWd2)
```

```
BIC(layer.FAIWd2)
```

```
# Startmodell a und Reduktionsstufe b mit y=FAIS

layer.FAISa <- lm(FAIS ~ LIDAR + DEG_COVE + DEV_LEVE + DEG_COMP, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
summary(layer.FAISa)
AIC(layer.FAISa)
BIC(layer.FAISa)

layer.FAISb1 <- lm(FAIS ~ DEG_COVE + DEV_LEVE + DEG_COMP, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
summary(layer.FAISb1)
AIC(layer.FAISb1)
BIC(layer.FAISb1)

layer.FAISb2 <- lm(FAIS ~ LIDAR + DEV_LEVE + DEG_COMP, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
summary(layer.FAISb2)
AIC(layer.FAISb2)
BIC(layer.FAISb2)

layer.FAISb3 <- lm(FAIS ~ LIDAR + DEG_COVE + DEG_COMP, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
summary(layer.FAISb3)
AIC(layer.FAISb3)
BIC(layer.FAISb3)

layer.FAISb4 <- lm(FAIS ~ LIDAR + DEG_COVE + DEV_LEVE, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
summary(layer.FAISb4)
AIC(layer.FAISb4)
BIC(layer.FAISb4)

### Reduktionsstufe c aus layer.FAISb3 (a) und layer.FAISb3 (b) (zur Kontrolle)

layer.FAISc1a <- lm(FAIS ~ DEG_COVE + DEG_COMP, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
summary(layer.FAISc1a)
AIC(layer.FAISc1a)
BIC(layer.FAISc1a)

layer.FAISc2a <- lm(FAIS ~ LIDAR + DEG_COMP, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
summary(layer.FAISc2a)
AIC(layer.FAISc2a)
BIC(layer.FAISc2a)

layer.FAISc3a <- lm(FAIS ~ LIDAR + DEG_COVE, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
summary(layer.FAISc3a)
AIC(layer.FAISc3a)
BIC(layer.FAISc3a)

layer.FAISc1b <- lm(FAIS ~ DEV_LEVE + DEG_COMP, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
summary(layer.FAISc1b)
AIC(layer.FAISc1b)
BIC(layer.FAISc1b)

layer.FAISc2b <- lm(FAIS ~ LIDAR + DEG_COMP, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
summary(layer.FAISc2b)
AIC(layer.FAISc2b)
BIC(layer.FAISc2b)

layer.FAISc3b <- lm(FAIS ~ LIDAR + DEV_LEVE, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
summary(layer.FAISc3b)
AIC(layer.FAISc3b)
```

```
BIC(layer.FAISC3b)
```

```
## Reduktionsstufe d aus layer.FAIWc2 (zur doppelten Kontrolle)
```

```
layer.FAISd1 <- lm(FAIS ~ DEG_COMP, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
```

```
summary(layer.FAISd1)
```

```
AIC(layer.FAISd1)
```

```
BIC(layer.FAISd1)
```

```
layer.FAISd2 <- lm(FAIS ~ LIDAR, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
```

```
summary(layer.FAISd2)
```

```
AIC(layer.FAISd2)
```

```
BIC(layer.FAISd2)
```

```
#####chosen best models for FAIW and FAIS:
```

```
layer.FAIWb3 <- lm(FAIW ~ LIDAR + DEG_COVE + DEG_COMP, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
```

```
summary(layer.FAIWb3)
```

```
AIC(layer.FAIWb3)
```

```
BIC(layer.FAIWb3)
```

```
layer.FAISC2a <- lm(FAIS ~ LIDAR + DEG_COMP, data = ReheSA2, na.action = na.exclude)
```

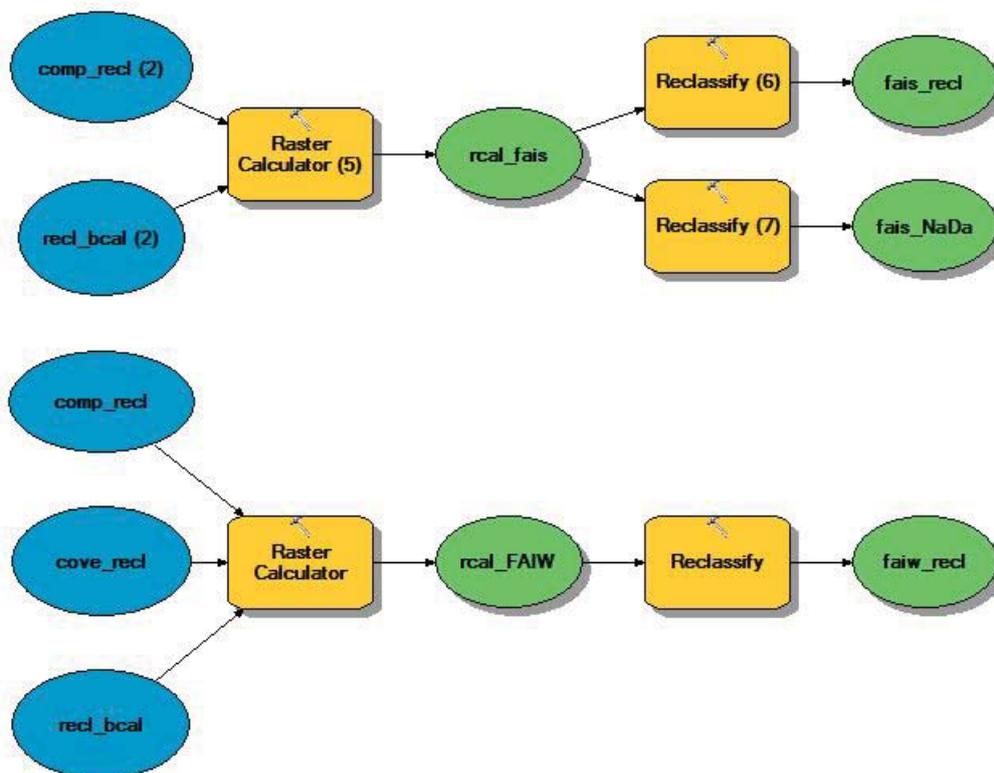
```
summary(layer.FAISC2a)
```

```
AIC(layer.FAISC2a)
```

```
BIC(layer.FAISC2a)
```

## E. Modell Deckungsangebot in GIS - Modell ReheSA2b

Teilmodelle für FAIW und FAIS mit Parameter Mischungsgrad (*comp\_recl*), LIDAR (*recl\_bcal*) und Deckungsgrad (*cove\_recl*). (*fais\_NaDa* wurde generiert um Werteanteil ausserhalb Wertebereich 0.5 – 5.5 zu bestimmen > Modellgüte)



Hauptmodell ReheSA2b für das Deckungsangebot des stehenden (*ca\_s\_rec*) und liegenden (*ca\_b\_rec*) Rehs, sowie der Diskrepanz zwischen den beiden Deckungsangeboten (*ca\_totrec*). Der blau beschattete Modellteil diente der Modellvalidation (3.2.2 Modellgüte). *ca\_b\_NaDa* wurde generiert um den Wertenteil ausserhalb des Wertebereichs von *CA\_BEDEDED* (-0.5 – 5.5) zu bestimmen => Modellgüte.

