

Meining, Stefan; Morgenstern, Yvonne; Wellbrock, Nicole; Eickenscheidt, Nadine

**Working Paper**

## Ergebnisse des Foto-Vergleichstests im Rahmen der Qualitätssicherung zur Waldzustandserhebung in Deutschland 2015

Thünen Working Paper, No. 60

**Provided in Cooperation with:**

Johann Heinrich von Thünen Institute, Federal Research Institute for Rural Areas, Forestry and Fisheries

*Suggested Citation:* Meining, Stefan; Morgenstern, Yvonne; Wellbrock, Nicole; Eickenscheidt, Nadine (2016) : Ergebnisse des Foto-Vergleichstests im Rahmen der Qualitätssicherung zur Waldzustandserhebung in Deutschland 2015, Thünen Working Paper, No. 60, Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig,  
<https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:253-201607-dn056993-2>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/144757>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

# Ergebnisse des Foto-Vergleichstests im Rahmen der Qualitätssicherung zur Waldzustandserhebung in Deutschland 2015

Stefan Meining, Yvonne Morgenstern, Nicole Wellbrock, Nadine Eickenscheidt

Thünen Working Paper 60

Stefan Meining  
Dr. Yvonne Morgenstern  
Büro für Umweltüberwachung Freiburg  
Email: mail@stefanmeining.de

Nicole Wellbrock und Nadine Eickenscheidt  
Thünen-Institut für Waldökosysteme  
Alfred-Möller-Str. 1  
16225 Eberswalde (Germany)

Telefon: 033343820304  
Fax:033343820365  
E-Mail: nicole.wellbrock@thuenen.de,  
nadine.eickenscheidt@thuenen.de

Stefan Meining, Yvonne Morgenstern, Nicole Wellbrock, Nadine Eickenscheidt

**Thünen Working Paper 60**

Eberswalde/Germany, 28.07.2016

# **Ergebnisse des Foto-Vergleichstests im Rahmen der Qualitätssicherung zur Waldzustandserhebung in Deutschland 2015**

**Stefan Meining**

**Dr. Yvonne Morgenstern**

Büro für Umweltüberwachung Freiburg

Email: [mail@stefanmeining.de](mailto:mail@stefanmeining.de)

**Dr. Nicole Wellbrock**

**Dr. Nadine Eickenscheidt**

Thünen Institut für Waldökosysteme

## Kurzfassung

Der Foto-Test 2015 wurde im Rahmen des europäischen Foto-Vergleichskurses (Photo-ICC 2015) im Zeitraum vom 23.06. bis 15.09.2015 für die Hauptbaumarten Fichte, Kiefer, Buche und Eiche (Stiel- und Traubeneiche) durchgeführt. Für jede Baumart wurden 30 Bilder hinsichtlich des Nadel-/Blattverlust der Bäume bewertet. Fünfzehn der 30 Bilder einer Baumart waren dabei Wiederholungsbilder des Foto-Tests aus dem Jahr 2010. Insgesamt haben 41 Teams aus 13 Bundesländern am Foto-Test 2015 teilgenommen.

Die Ergebnisse des Foto-Tests 2015 zeigen eine sehr große Homogenität der Kronenzustandsansprache innerhalb Deutschlands. Bei allen vier Baumarten liegen die mittleren Nadel-/Blattverlustwerte aller Teams sehr eng zusammen. Bei der Kiefer ist die Streuung der Einzelwerte aller Bundesländer um den Mittelwert mit maximal 5% am geringsten. Die Bilder der Baumart Eiche wurden lediglich von einem Bundesland mit einer Abweichung von über 5% vom Mittelwert aller Länder bonitiert. Bei Fichte und Buche sind es zwei einzelne Länder. Alle anderen Bundesländer befinden sich bei den vier untersuchten Baumarten im  $\pm 5\%$ -Bereich zum Mittelwert. Die überwiegende Mehrzahl der Teams weist zudem bei allen vier Baumarten keine oder nur eine geringe Anzahl von Ausreißern auf. Lediglich neun der insgesamt 41 Teams zeigen bei einer oder mehreren Baumarten eine erhöhte Anzahl an Ausreißern. Die Richtung der Ausreißer ergibt über alle Baumarten hinweg ein weitgehend ausgeglichenes Bild von Über- bzw. Unterschätzungen.

Durch die Auswertung der 15 Wiederholungsbilder aus dem Foto-Test 2010 konnte die Schätzkontinuität der Kronenansprache zwischen den beiden Foto-Tests überprüft werden. Während für die Baumarten Fichte und Kiefer keine statistisch signifikanten Unterschiede in der Bewertung zwischen den beiden Foto-Tests feststellbar sind, zeigt sich in der Bewertung der gleichen Bilder von Buche und Eiche eine Erhöhung bei der Einschätzung der Blattverluste. Veränderungen in der Schätzkontinuität bei Foto-Tests können verschiedene Ursachen haben. Dabei spielt eine vergleichbare Bildqualität, kontinuierliche Ansprachekriterien, einer gleichbleibenden Festlegung des Boniturbereichs sowie die Erfahrung der jeweils teilnehmenden Teams eine entscheidende Rolle.

Die Ergebnisse des Foto-Tests 2015 unterstreichen die Notwendigkeit, Foto-Tests als regelmäßige Qualitätssicherungsmaßnahme in der Kronenzustandsaufnahme durchzuführen. Foto-Tests sind durch die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse, durch die Überprüfung der Schätzkontinuität und durch die hohe Erreichbarkeit teilnehmender Aufnahmeteams in Ergänzung zu den Schulungen auf Landes- und Bundesebene eine sinnvolle Ergänzung zur Sicherung der Datenqualität in der Waldzustandserhebung.

## Abstract

The photo course 2015 was carried out from June 23<sup>rd</sup> to September 29<sup>th</sup> in the context of the pan-European Photo International Cross-comparison Course (Photo ICC 2015) for the tree species *Picea abies* (Norway spruce), *Pinus sylvestris* (Scots pine), *Fagus sylvatica* (European beech) and *Quercus robur* / *Quercus petraea* (Sessile oak / Pendunculate oak). For each tree species 30 pictures were assessed for defoliation. Fifteen of the 30 pictures were already used in the Photo ICC 2010. In total, 41 teams from 13 federal states of Germany (Bundesländer) participated in the Photo ICC 2015.

The results show a good homogeneity of the assessment of defoliation within Germany. For the four tree species the median of defoliation of all teams shows a low deviation. The team's medians of pine show a maximum deviation of 5% which was the observed minor variation of defoliation. For the oak species only one federal state showed a deviation greater than 5% and for spruce and beech only two federal states. The median of all other federal states was between minus and plus 5% to the median of all data. In addition, most teams have none or just a small number of outliers regarding all four tree species. Only nine of 41 teams show a higher number of outliers for one or more tree species. For all tree species combined, the direction of the outliers compensates for positive and negative outliers.

Using the 15 pictures already collected in the Photo ICC 2010, it was possible to evaluate the continuity of the tree assessments. For spruce and pine no significant change in the assessment of defoliation occurred. However, for beech and oak the results of the continuity evaluation show a significant increase in defoliation. This can be caused by many different factors, e.g. quality of the pictures, noncontinuous assessment criteria, changing definition of assessable crown and experience of the teams.

The results of the Photo ICC 2015 underline the need to carry out photo courses as regular quality assurance in the crown condition survey. The reproducibility of the study results supports regular tree assessment for improved continuity. The photo course is a useful addition to regular field course to ensure data quality in the crown condition survey. Participation of a large number of teams will enhance and maintain data quality.

# Inhaltsverzeichnis

|        |                                            |    |
|--------|--------------------------------------------|----|
| 1      | Einführung .....                           | 1  |
| 2      | Methoden .....                             | 2  |
| 2.1    | Bilddatenbank .....                        | 3  |
| 2.2    | Teilnehmende Länder/Teams .....            | 3  |
| 2.3    | Auswertung der Daten .....                 | 4  |
| 3      | Ergebnisse .....                           | 5  |
| 3.1    | Mittelwerte der einzelnen Bilder .....     | 5  |
| 3.2    | Bewertung der Bilder nach Bundesland ..... | 6  |
| 3.3    | Ausreißer .....                            | 9  |
| 3.2.1  | Ausreißer nach Baumarten .....             | 9  |
| 3.2.1  | Ausreißer nach Teams und Baumarten .....   | 11 |
| 3.3    | EU-Methode vs. Nationale Methode .....     | 14 |
| 3.4    | Kontinuität der Ansprache .....            | 16 |
| 4.     | Diskussion .....                           | 20 |
| 5.     | Literaturverzeichnis .....                 | 22 |
| 6.     | Danksagung .....                           | 23 |
| Anhang | .....                                      | 24 |

# 1 Einführung

Die Waldzustandserhebung (WZE) wird seit Beginn der 1980er Jahre bundesweit in Deutschland durchgeführt und stellt neben der Bodenzustandserhebung (BZE) und dem Intensiv-Monitoring (Level 2) die wesentliche Größe des Forstlichen Umweltmonitorings dar. Hauptaufnahmeparameter der WZE ist der Nadel-/Blattverlust, der in 5%-Stufen an den Probestäumen eingeschätzt wird. Dabei stellt 0% eine völlig vitale und 100% eine abgestorbene Baumkrone dar.

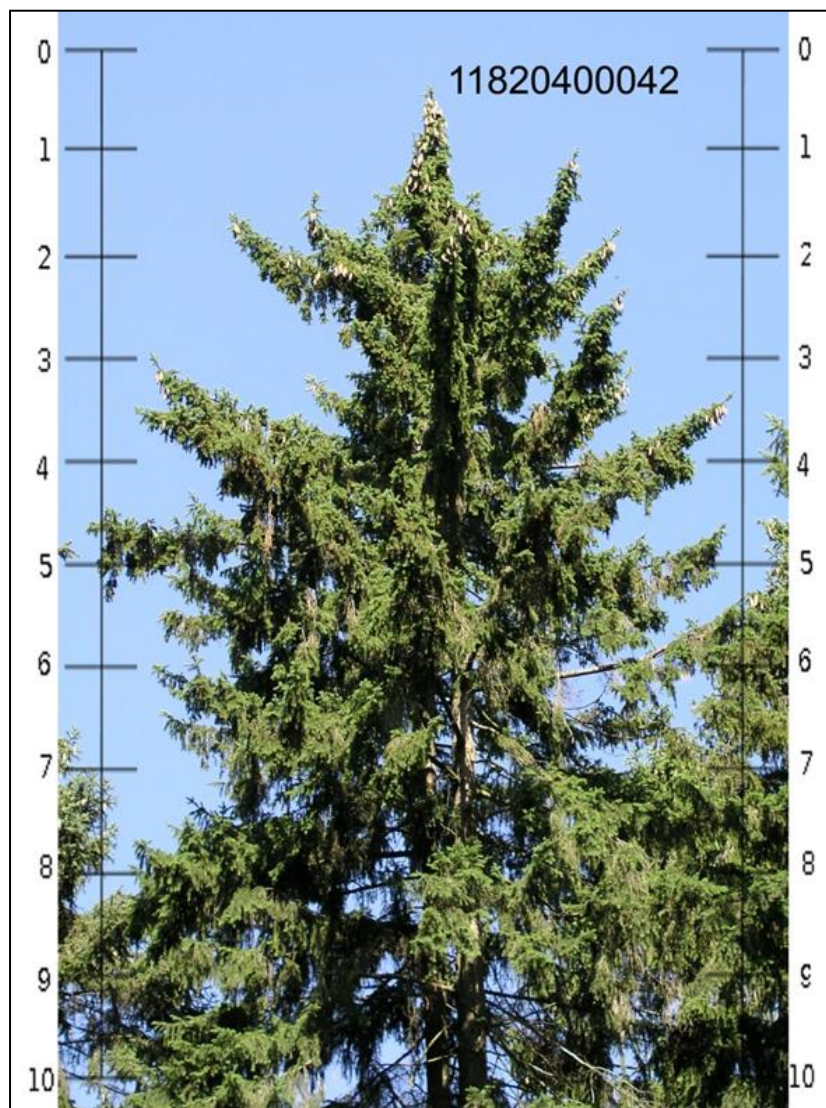
Die Aufnahmen zur Waldzustandserhebung unterliegen seit Jahren hohen Qualitätsstandards, die durch verschiedene Maßnahmen gesichert werden. Hierzu zählen unter anderem jährliche Bundes-Inventurleiterschulungen, Landesschulungen der Aufnahmeteams sowie regelmäßig durchgeführte europäische Vergleichskurse. Eine zusätzliche Qualitätssicherungsmaßnahme stellen Foto-Tests dar, die gezielt Unterschiede in der Bewertung des Nadel-/Blattverlusts aufzeigen. Wesentliche Vorteile des Foto-Tests sind hierbei geringe Kosten, reproduzierbare Daten und eine hohe Erreichbarkeit der Aufnahmeteams. Nachteilig ist dagegen, dass Bilder nur einen zweidimensionalen Ausschnitt der Wirklichkeit zeigen und somit u.a. die Bewertung von biotischen bzw. abiotischen Schäden oder die Auswirkung einer starken Fruktifikation auf die Belaubung nicht immer sicher möglich ist. Zudem ist eine Einbindung der Schätzung in die örtlichen Verhältnisse (lokale Referenz) nicht gegeben.

Der Foto-Test 2015 ist als Qualitätssicherungsmaßnahme zur Waldzustandserhebung in einer Reihe mit dem Foto-Test 2010 anzusehen (EICHORN ET AL. 2010A). Gemeinsame Basis ist eine umfassende Bilddatenbank und eigens entwickelte Auswertungsroutinen.

Foto-Tests stellen eine wichtige Qualitätssicherungsmaßnahme dar, die zur Sicherstellung einer hohen Datenqualität beiträgt. Durch unterschiedliche Verfahrensweisen ist es jedoch nicht möglich, die Ergebnisse im vollen Umfang auf die Waldzustandserhebung zu übertragen. Dagegen kann der Foto-Test wichtige Hinweise auf mögliche Tendenzen einzelner Länder/Teams geben, welche während der üblichen Schulung zur Waldzustandserhebung im Wald überprüft und ggf. korrigiert werden können.

## 2 Methoden

Der Foto-Test 2015 für Deutschland wurde im Rahmen des europäischen Foto-Vergleichskurses (Photo ICC 2015) im Zeitraum vom 23.06. bis 15.09.2015 durchgeführt. Hierzu wurden für die vier Hauptbaumarten Gemeine Fichte (*Picea abies*), Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*), Rotbuche (*Fagus sylvatica*) und Eiche (Stiel- und Traubeneiche, *Quercus robur*/*Quercus petraea*) jeweils 30 Bilder (Bilderserie) von den teilnehmenden Aufnahmeteams hinsichtlich des Nadel-/Blattverlusts bewertet. Bei der Auswahl der Bilder wurde darauf geachtet, dass sowohl Bilder mit geringen als auch mit hohen Nadel-/Blattverlusten vertreten sind, wobei der Schwerpunkt den mittleren Verluststufen galt. Jedes Bild wurde mit einer zweiseitigen Skala von 1 bis 10 zur Festlegung des Boniturbereichs versehen, der ebenfalls abgefragt wurde (Abb. 1). Im Rahmen der europäischen Durchführung des Tests wurde jeweils pro Bild die Bewertung nach EU-Verfahren gem. ICP-Manual (EICHORN ET AL. 2010A) und nach nationalem Verfahren abgefragt. Zur Beurteilung der Schätzkontinuität wurden insgesamt 15 der 30 Bilder pro Baumart als Wiederholungsbilder des Foto-Tests aus dem Jahr 2010 ausgewählt.



**Abb. 1:** Foto des Foto-Tests 2015, hier: Fichte.

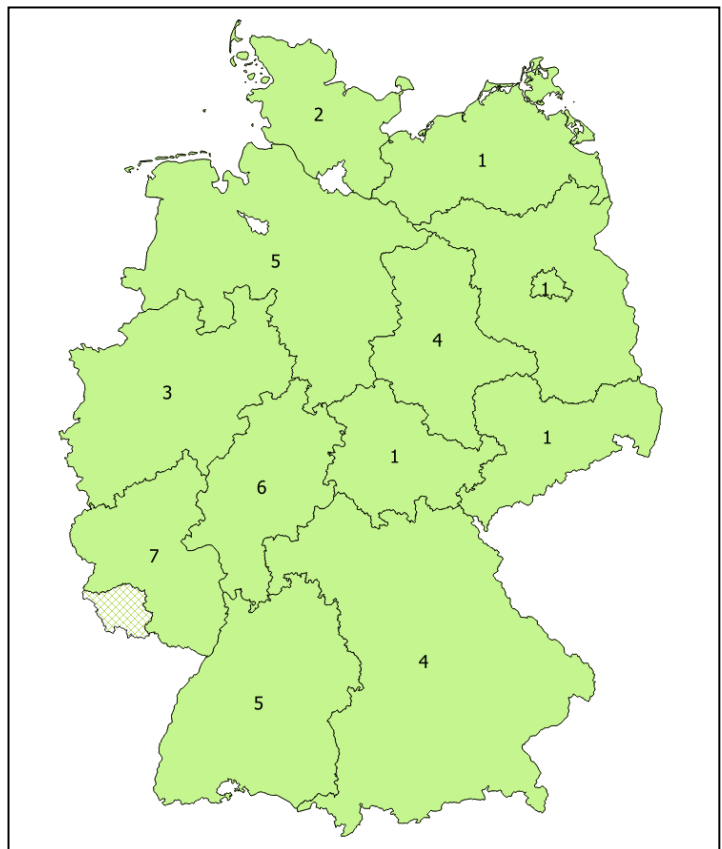
## 2.1 Bilddatenbank

Zur Vorbereitung des Foto-Tests konnte auf die bereits für den Photo ICC 2010 angelegte Bilddatenbank der Nordwestdeutschen Versuchsanstalt (NW-FVA) zurückgegriffen werden. Die vorhandene Bilddatenbank wurde im Rahmen des aktuellen Foto-Tests gezielt mit weiteren Bildern ergänzt und die Ergebnisse 2015 dort dokumentiert. Damit steht nun eine umfangreiche Bilddatenbank als Grundlage für zukünftige Foto-Vergleichskurse zur Verfügung. Um eine einheitliche Bewertung zu ermöglichen, wurden die Bilder mittels Digitaldruck im Papierformat angefertigt und den Ländern zur Verfügung gestellt. Dabei wurde wie bereits bei der Bildauswahl auf eine hohe Qualität des Bildmaterials geachtet. Der Rücklauf der Bewertungen erfolgte überwiegend in digitaler Form (xls-Datei).

## 2.2 Teilnehmende Länder/Teams

Insgesamt nahmen 13 Bundesländer mit eigenständigen Teams an dem Foto-Test 2015 teil. Lediglich die Stadtstaaten Bremen und Hamburg sowie das Saarland, welche bei der Waldzustandserhebung 2015 durch andere Bundesländer unterstützt wurden, stellten keine eigenen Aufnahmeteams (Abb. 2).

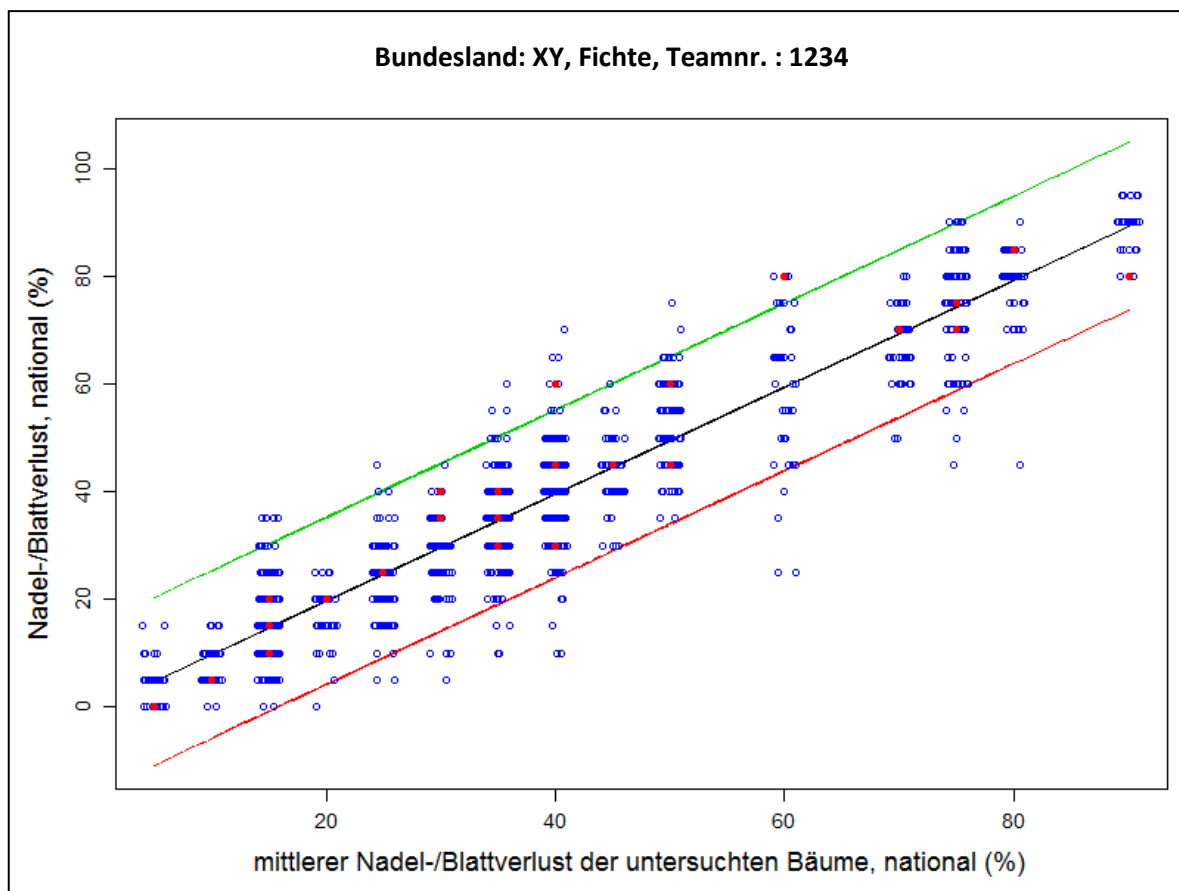
Die Anzahl der Teams pro Bundesland variiert von sieben Teams aus Rheinland-Pfalz bis zu einem Team aus Thüringen, Sachsen, Berlin bzw. Mecklenburg-Vorpommern. Insgesamt nahmen 41 Teams aus Deutschland am Foto-Test 2015 teil.



**Abb. 2: Anzahl der teilnehmenden Teams pro Bundesland.**

### 2.3 Auswertung der Daten

Die Auswertungen der Daten des Foto-Tests 2015 erfolgten mit dem Statistik-Programm R, Version 3.2.0 (R Development Core Team). Für die Herleitung von Ausreißern wurden Auswertungsroutinen des Foto-Tests 2010 verwendet und weiterentwickelt (EICHORN ET AL. 2010b). Zur Bestimmung der Ausreißer, wird die Bewertung jedes einzelnen Teams mit den Bewertungen aller anderen Teams in einem linearen Modell miteinander verglichen. Dies erfolgt für jede Baumart und jedes Bild einzeln. Als Ausreißer werden Bewertungen definiert, die außerhalb des 95%-Intervalls aller Beobachtungen liegen (Abb. 3).



**Abb. 3: Bestimmung der Ausreißer pro Team und Baumart. Grüne und rote Line= 95% Konfidenzintervall, blaue Punkte: Bewertungen aller Teams, rote Punkte= Bewertungen des betrachteten Teams.**

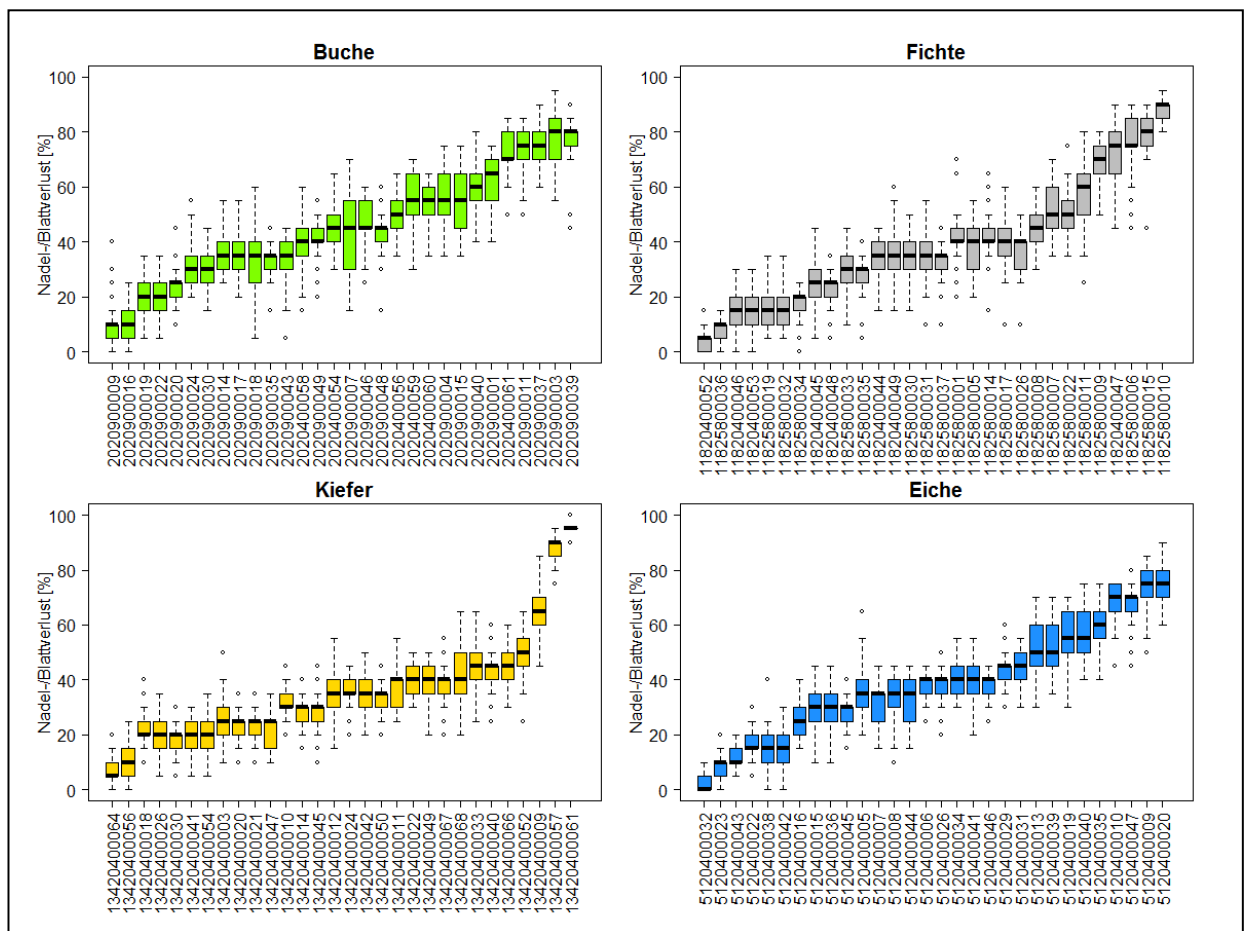
In dem vorliegenden Bericht werden die Hauptergebnisse zumeist auf Landesebene dargestellt und diskutiert. Weiterführende Auswertungen auf Teamebene gehen den Bundesländern zur internen Bewertung gesondert zu.

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Mittelwerte der einzelnen Bilder

In der Bewertung der einzelnen Bilder für die Baumarten Fichte, Kiefer, Buche und Eiche wird die Spreitung der Schätzungen der Teams und Verteilung der eingeschätzten Nadel-/Blattverluste sichtbar (Abb. 4). Bei allen Baumarten sind Fotos der mittleren Verluststufen zwischen 20% und 60% am häufigsten vertreten. Insbesondere bei der Baumart Kiefer sind höhere Verluststufen in der Bilderserie nur gering vorhanden.

Die Kästen in Abb. 4 geben den Bereich an, in dem die mittleren 50% der Nadel-/Blattverluste der einzelnen Bilder liegen. Die meisten Bilder weisen eine Spreitung von  $\pm 5\%$  auf. Lediglich bei einzelnen Fotos ist eine höhere Spreitung innerhalb der mittleren 50% der vergebenen Verluststufen zu erkennen. Die Länge der Whisker (gestrichelte Linie) zeigt maximal das 1,5-fache des Interquartilsabstandes (Länge der Kästen) an, die Kreise weisen zudem auf Extremwerte außerhalb des so belegten Wertebereichs hin.



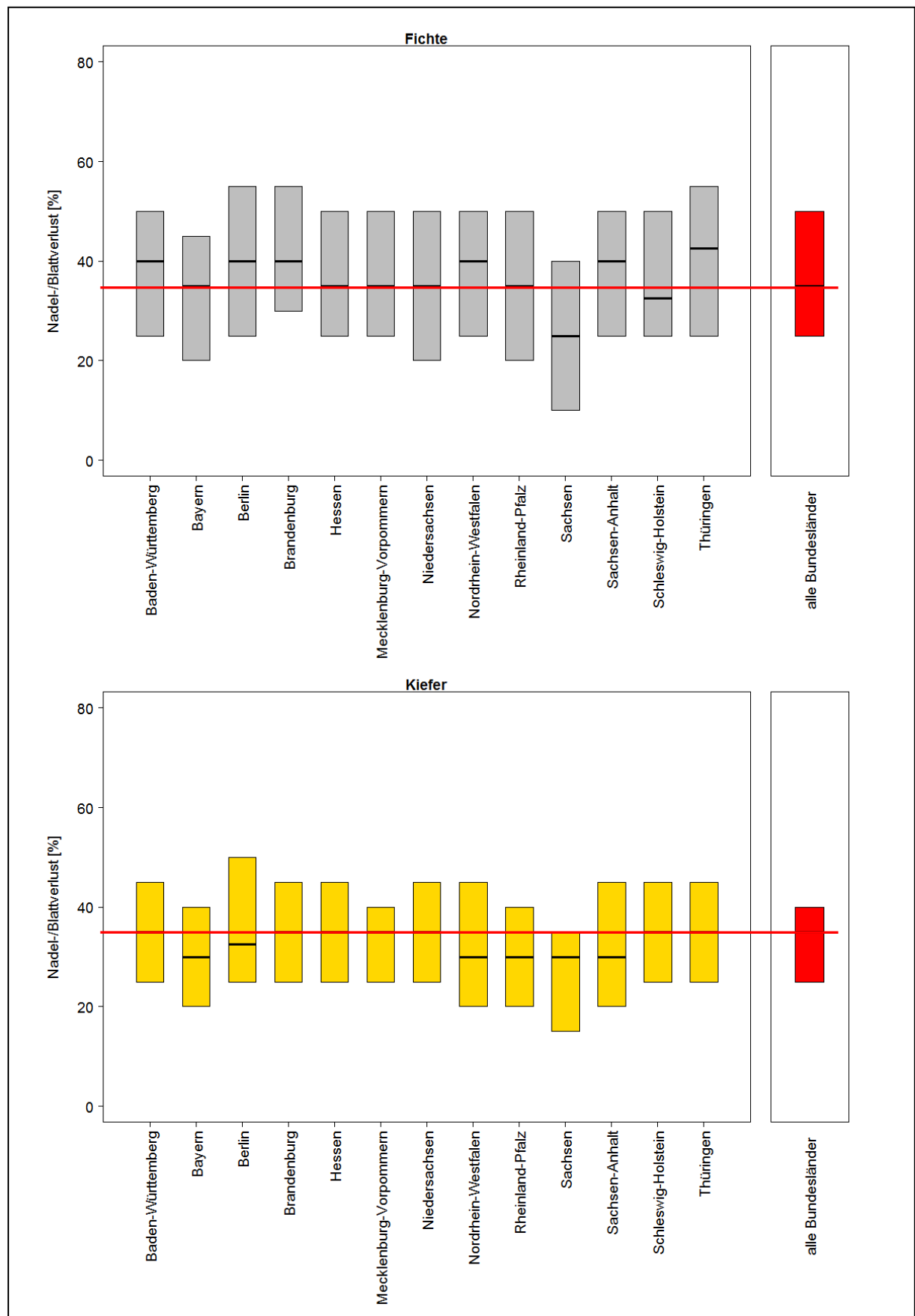
**Abb. 4:** Einschätzungen der einzelnen Bilder (Bildnummern nach aufsteigendem Median sortiert).

Insgesamt sind bei der Baumart Buche am häufigsten Bilder mit größerer Spreitung der Blattverluste zu erkennen. Dagegen finden sich bei der Baumart Kiefer die geringste Anzahl an Bildern mit größerer Spreitung der eingeschätzten Nadelverluste.

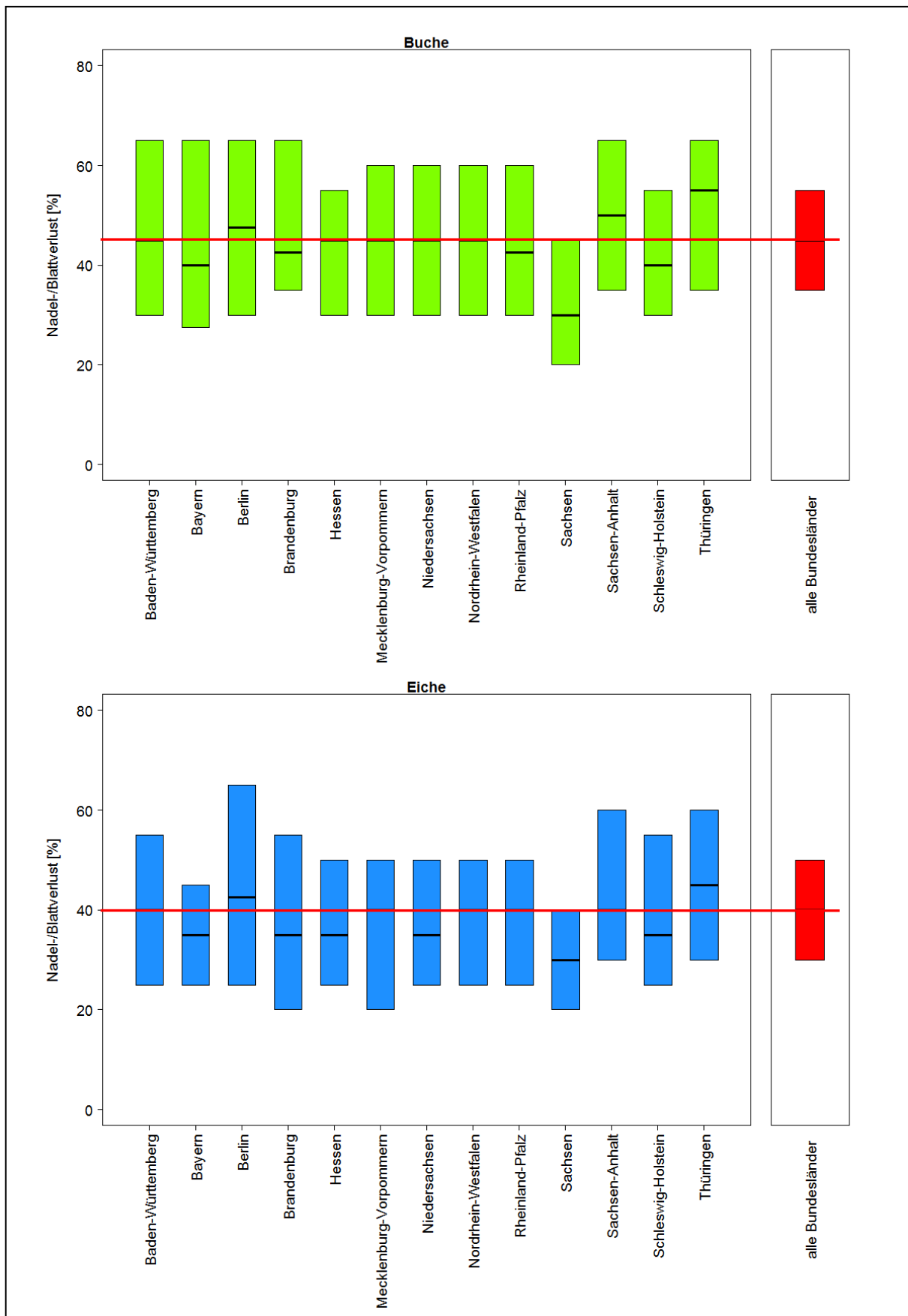
### **3.2 Bewertung der Bilder nach Bundesland**

Im Durchschnitt aller Bundesländer wurden die 30 Bilder der Baumarten Fichte und Kiefer mit jeweils einem Median von 35% bewertet (Abb. 5). Dagegen liegt der Median der Eichen bei 40% und der der Buchen bei 45% (Abb. 6).

Die Mittelwerte der einzelnen Bundesländer liegen bei allen vier Baumarten sehr eng zusammen. Bei der Baumart Kiefer ist die Streuung der Einzelwerte der Bundesländer um den Mittelwert am geringsten. Alle Mittelwerte der 13 teilnehmenden Bundesländer liegen für die Kiefer nur maximal 5% voneinander entfernt. Für die Baumart Eiche liegt nur Sachsen mit 10% unterhalb des Mittelwerts. Bei Fichte und Buche ist wiederum Sachsen mit 10 bzw. 15% unterhalb des Mittelwerts aller Bundesländer zu finden. Thüringen liegt bei diesen beiden Baumarten mit je 10% oberhalb des Mittelwerts. Alle anderen Bundesländer befinden sich bei den vier untersuchten Baumarten im  $\pm 5\%$ -Bereich zum Mittelwert.



**Abb. 5: Verteilung der Nadelverluste nach Bundesland für Fichte (oben) und Kiefer (unten). Schwarzer Balken=Median, Kasten=Grenzen des oberen und unteren Quartils.**



**Abb. 6: Verteilung der Blattverluste nach Bundesland für Buche (oben) und Eiche (unten). Schwarzer Balken=Median, Kasten=Grenzen des oberen und unteren Quartils.**

### 3.3 Ausreißer

Als Ausreißer gilt eine Bildbewertung, die im Vergleich zu allen anderen Bewertungen des gleichen Bildes außerhalb des 95%-Intervalls liegt. Die Klassifizierung der Ausreißer ist in Tab. 1 dargestellt.

**Tab. 1: Klassifizierung der Ausreißer.**

|                  |                            |                      |
|------------------|----------------------------|----------------------|
| <b>Klasse 1:</b> | <b>0 Ausreißer</b>         | <b>sehr gut</b>      |
| <b>Klasse 2:</b> | <b>1 bis 5 Ausreißer</b>   | <b>gut</b>           |
| <b>Klasse 3:</b> | <b>6 bis 10 Ausreißer</b>  | <b>mittel</b>        |
| <b>Klasse 4:</b> | <b>11 bis 15 Ausreißer</b> | <b>schlecht</b>      |
| <b>Klasse 5:</b> | <b>&gt; 16 Ausreißer</b>   | <b>sehr schlecht</b> |

#### 3.2.1 Ausreißer nach Baumarten

Der Anteil der Ausreißer ist für die einzelnen Baumarten nach der oben genannten Klassifizierung in Abb. 7 dargestellt. Für die einzelnen Baumarten ergeben sich z.T. deutliche Unterschiede.

##### Fichte:

Verglichen mit den übrigen Baumarten ist der Anteil der Teams ohne Ausreißer bei der Fichte mit 56% am größten. Damit werden über die Hälfte aller Teams bei der Fichte bezüglich der Ausreißer als „sehr gut“ eingestuft. Zudem sind 39% der Teams mit „gut“ bewertet. Lediglich 2% – dies entspricht einem Team – entfallen bei der Fichte jeweils auf „mittel“ bzw. „sehr schlecht“.

##### Kiefer:

Bei der Baumart Kiefer ist der Anteil der Teams mit „sehr gut“, d.h. ohne Ausreißer, mit 22% am geringsten. Dagegen sind 66% der Teams mit „gut“ eingestuft. Zehn Prozent der Teams weisen bei der Kiefer bis zu zehn Ausreißer auf und erlangen daher nur die Bewertung „mittel“. Bei 2% ist die Bewertung sogar „sehr schlecht“ (>16 Ausreißer).

##### Buche:

Insgesamt 34% der Teams sind bei der Buche mit „sehr gut“ bewertet, 56% als „gut“. Sieben Prozent entfallen mit sechs bis zehn Ausreißern auf die Klassifizierung „mittel“ und 2% auf „schlecht“. Teams mit mehr als 16 Ausreißer („sehr schlecht“) kommen bei der Buche nicht vor.

##### Eiche:

Bei der Baumart Eiche sind 29% aller Teams mit „sehr gut“ eingestuft. Mehr als die Hälfte aller Teams nämlich 59% erhält mit bis zu fünf Ausreißern ein „gut“. Sieben Prozent werden mit „mittel“ und jeweils 2% mit „schlecht“ bzw. „sehr schlecht“ bewertet.

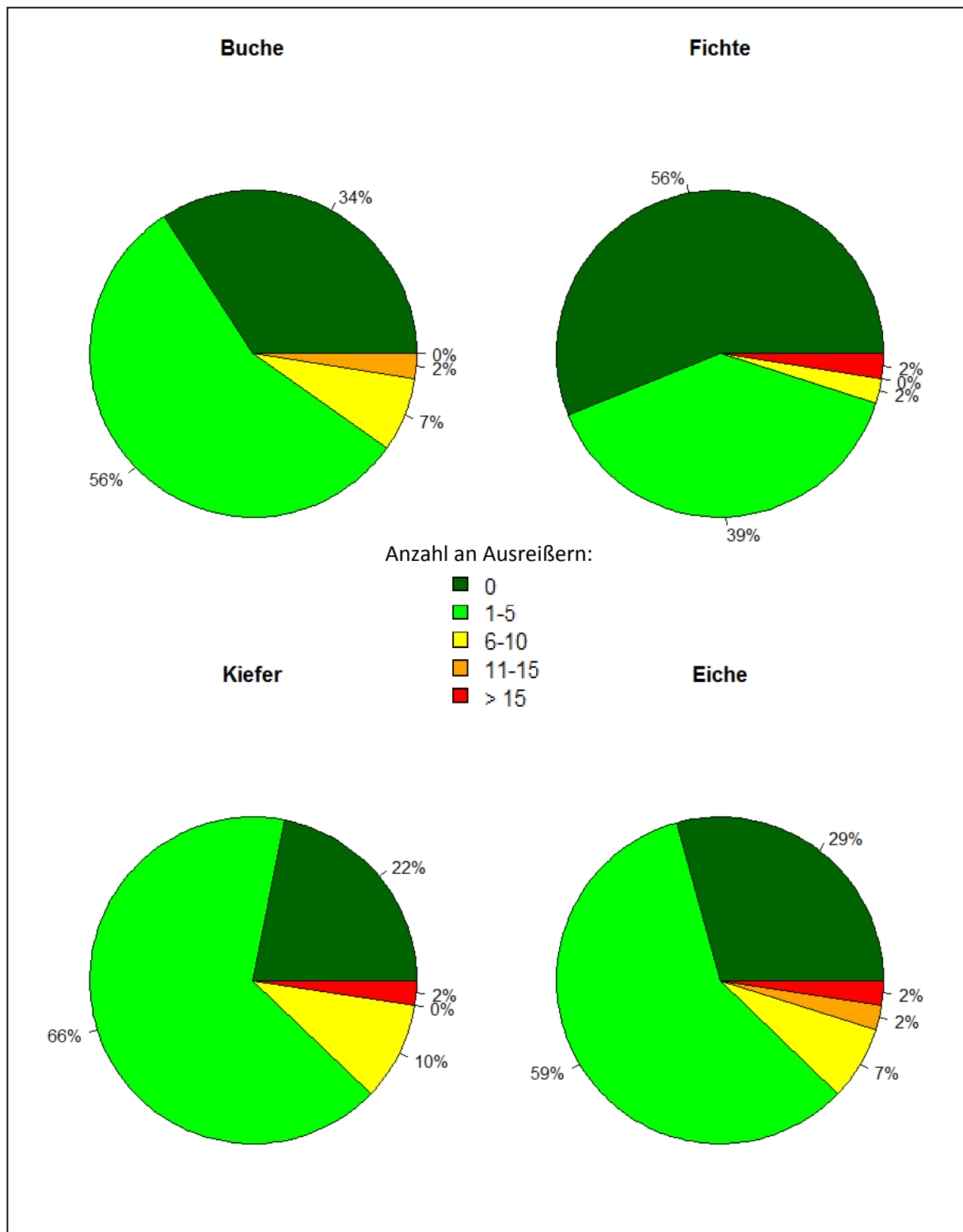


Abb. 7: Verteilung der Ausreißerstufen je Baumart.

### 3.2.1 Ausreißer nach Teams und Baumarten

Die überwiegende Mehrzahl der Teams weist bei allen vier Baumarten keine oder nur eine geringe Anzahl von Ausreißern (bis fünf Ausreißer) auf (Abb. 8, siehe auch Anhang 1). Ein Team aus Bayern weist sogar als einziges Team bei allen vier Baumarten keine Ausreißer auf.

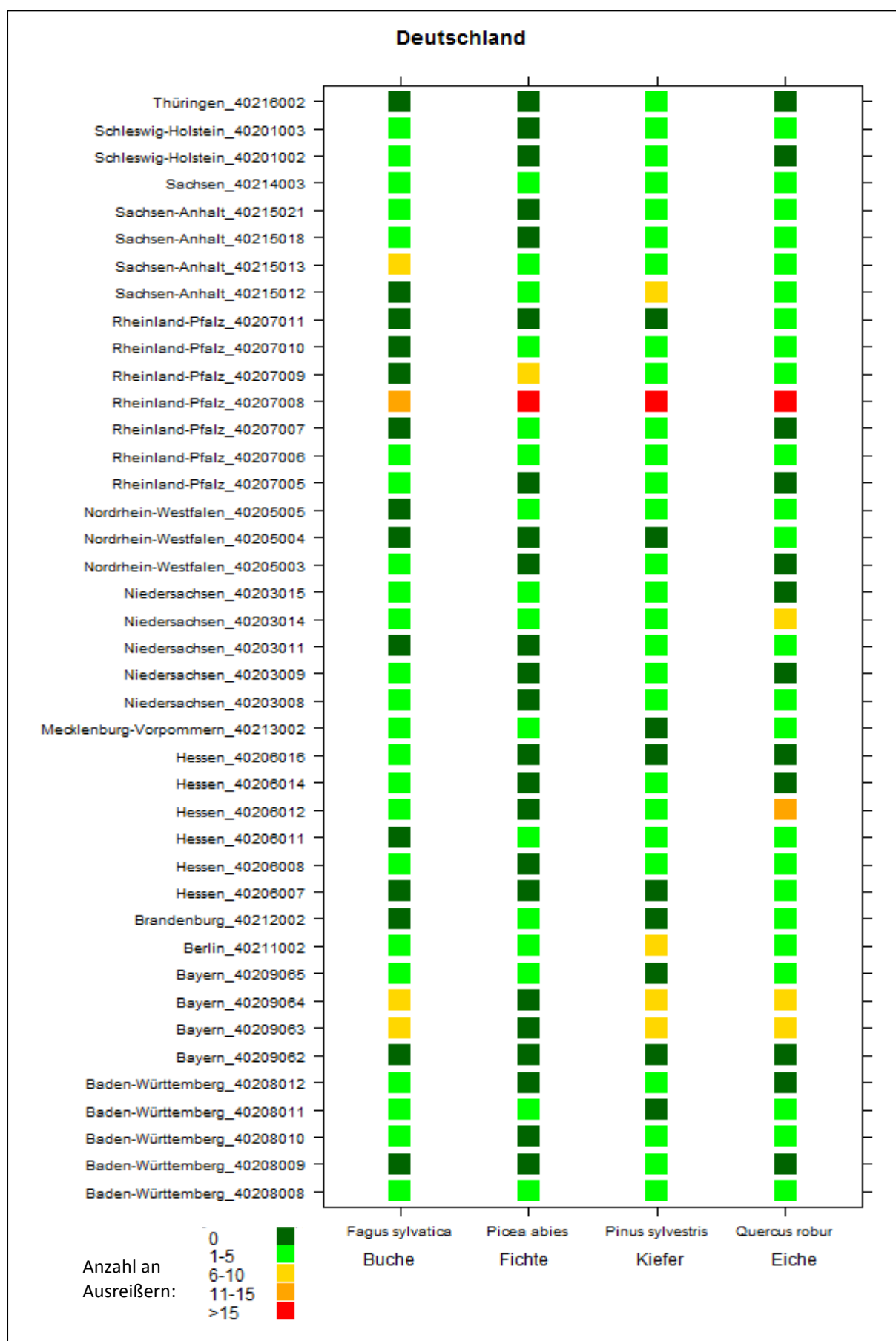
Lediglich neun der insgesamt 41 Teams Deutschlands zeigen bei einer oder mehreren Baumarten mehr wie fünf Ausreißer. Davon ist es nur ein Team aus Rheinland-Pfalz, das bei allen vier bewerteten Baumarten mehr als fünf Ausreißer aufweist und zwei Teams aus Bayern, die bei drei Baumarten mehr wie fünf Ausreißer aufweisen. Die restlichen Teams mit einer Ausreißeranzahl größer fünf zeigen diese nur bei einer einzigen Baumart. Alle übrigen 32 Teams haben keine Ausreißer bzw. weisen nur bis zu fünf Ausreißer pro Baumart auf.

Bemerkenswert ist, dass die Bundesländer Thüringen und Sachsen, bei denen im Mittelwertvergleich bei einigen Baumarten größere Abweichungen zu den anderen Ländern festgestellt wurden, vergleichsweise wenig Ausreißer produzieren. Bei der Bewertung der Bäume ist für diese Bundesländer im Durchschnitt zwar eine Abweichung erkennbar, ohne dass dabei viele Extremwerte auftreten, die als Ausreißer sichtbar würden.

Neben der reinen Anzahl an Ausreißern ist es für die Länder, respektive für die Teams entscheidend, in welcher Richtung die Ausreißer in Bezug auf den Mittelwert liegen, d.h. ob die Teams im Vergleich zu den anderen unter- oder überschätzen. In Abb. 9 sind die Ausreißer gewichtet nach der Anzahl der Teams pro Bundesland und deren Richtung dargestellt. Für die Baumarten Kiefer, Eiche und Buche ist die Anzahl der Bundesländer, die Ausreißer nach oben bzw. unten aufweisen relativ ausgeglichen. Nur bei der Fichte ist die Anzahl der Länder, die einzelne Werte deutlich überschätzen größer. Über alle Baumarten hinweg ergibt sich aber ein sehr ausgeglichenes Bild von Ausreißern nach oben bzw. nach unten.

Die überwiegende Mehrzahl der Bundesländer zeigt Ausreißer sowohl als Überschätzung als auch als Unterschätzung. Die Richtung und die Anzahl der Ausreißer können dabei anhand der Baumart variieren. Sachsen ist das einzige Bundesland, welches bei allen vier Baumarten nur Ausreißer als Unterschätzung aufweist. Dieser Befund passt gut zu den bereits festgestellten niedrigeren Mittelwerten Sachsens im Vergleich zu allen anderen Bundesländern. Eine tendenziell häufigere Anzahl an Ausreißern als Unterschätzung bei einzelnen Baumarten zeigen außerdem die Bundesländer Rheinland-Pfalz und Bayern. Dagegen kann für Berlin und Sachsen-Anhalt bei einigen Baumarten eine höhere Anzahl an Ausreißern als Überschätzung festgestellt werden.

Weiterführende Ergebnisse bezüglich der einzelnen Teams der Bundesländer und deren Verteilung der Ausreißer je Baumart werden den Bundesländern zur internen Interpretation der Ergebnisse separat zur Verfügung gestellt.



**Abb. 8: Anzahl der Ausreißer nach Bundesland und Team (gröbere Einteilung).**

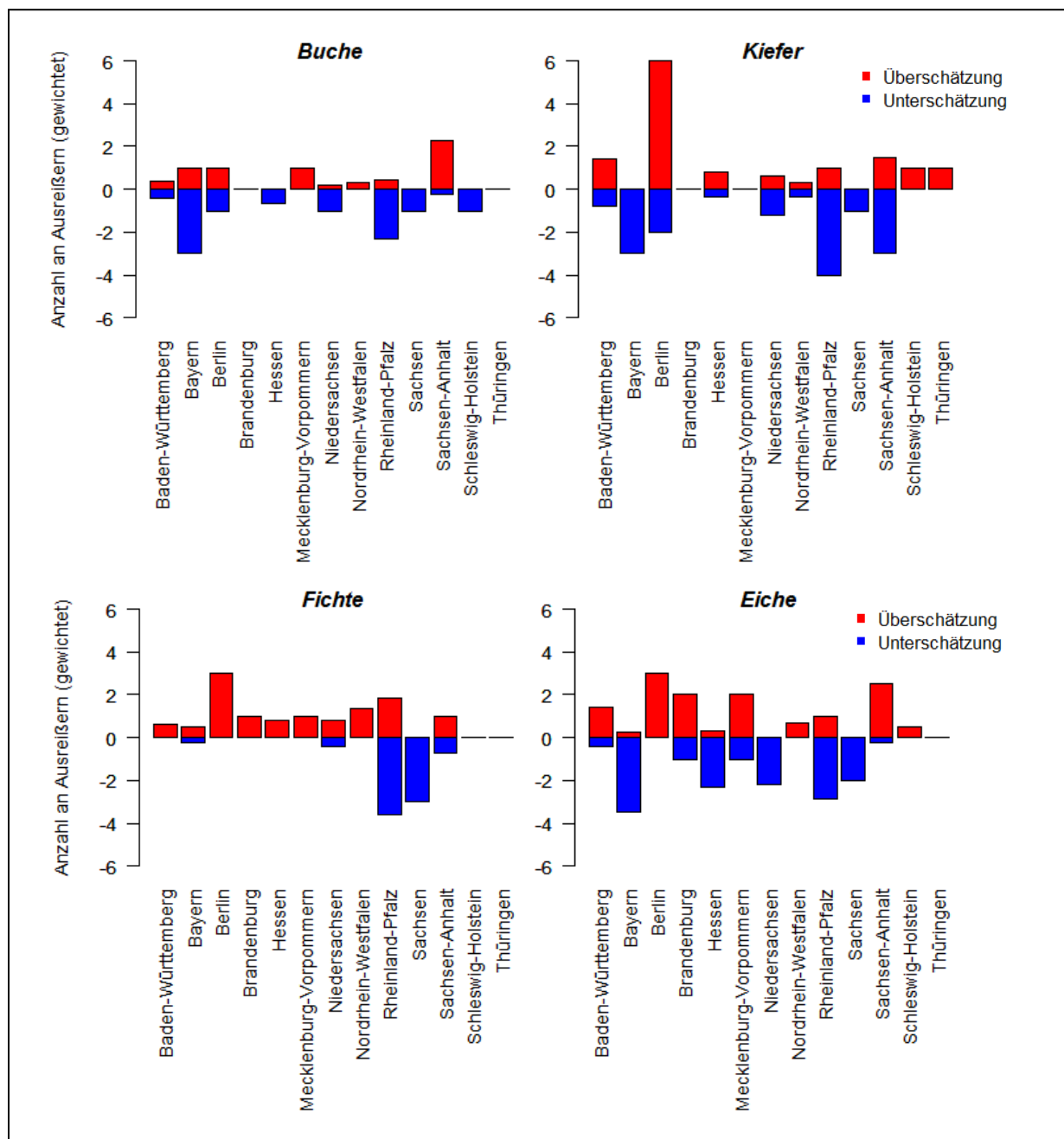
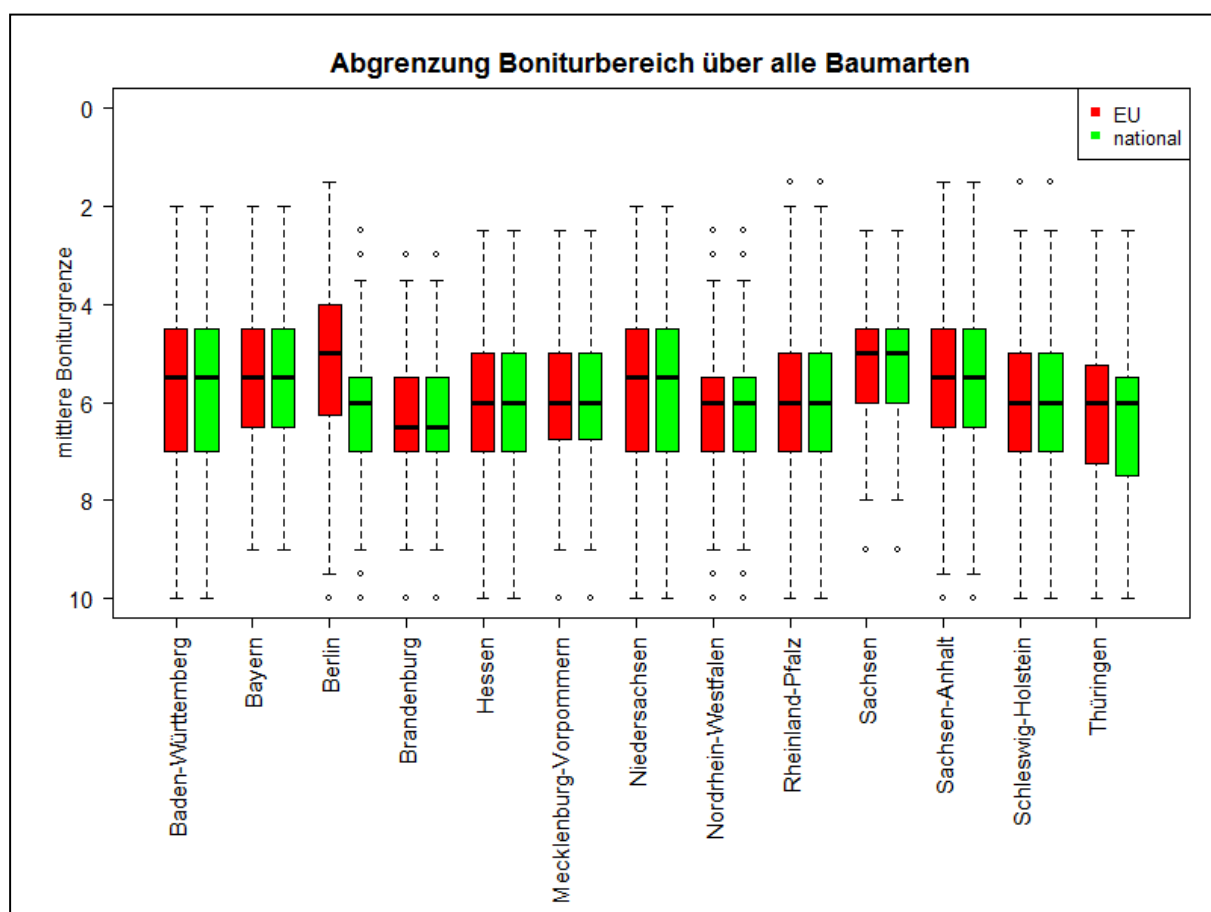


Abb. 9: Anzahl und Richtung der Ausreißer pro Bundesland.

### 3.3 EU-Methode vs. Nationale Methode

Eine häufige Ursache für eine hohe Spreitung des Nadel-/Blattverlusts ist eine unterschiedliche Festlegung des Boniturbereichs. Daher wird bei internationalen Foto-Tests die Abgrenzung des Boniturbereichs sowie der Nadel-/Blattverluste standardmäßig nach zwei unterschiedlichen Methoden abgefragt. Zum einen nach der sogenannten EU-Methode, die sich streng an den Vorgaben des ICP-Manuals hält, in dem wesentliche Aussagen über den festzulegenden Boniturbereich beschrieben sind. Zum anderen sollen die Teams den zu bonitierenden Kronenbereich der Bäume nach der jeweiligen nationalen Methode festlegen und dementsprechend die Krone bewerten.

Abb. 10 zeigt die Abgrenzung des Boniturbereichs der Bundesländer in Zusammenfassung aller Fotos des Vergleichskurses für beide abgefragten Methoden (EU und national). Wie erwartet ergeben sich zwischen beiden Methoden kaum Unterschiede, da das deutsche Verfahren weitgehend mit den Vorgaben des EU-Manuals übereinstimmt. Nur einzelne Länder wie Berlin oder Thüringen ziehen den Boniturbereich der Bäume in der nationalen Methode im Durchschnitt etwas herunter, was eventuell durch die erst im Sommer 2015 bundesweit festgelegte Erweiterung des Boniturbereichs für Bäume mit vitaler Unterkrone erklärt werden kann.

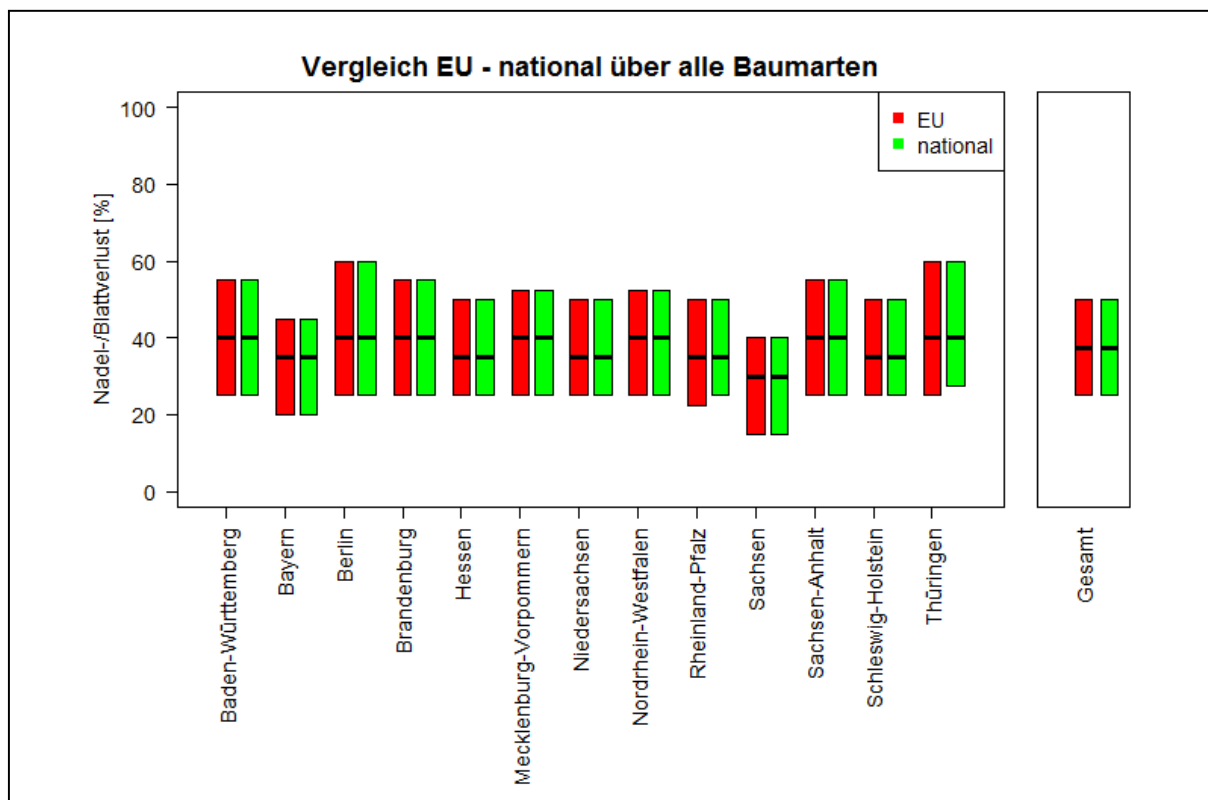


**Abb. 10: Abgrenzung des Boniturbereichs pro Bundesland (EU- und nationale Methode).**

Bezogen auf die nationale Festlegung des Boniturbereichs pendeln die durchschnittlichen Grenzwerte der Bundesländer dicht beieinander zwischen 5,0 und 6,5. Und auch in der Betrachtung der einzelnen Baumarten liegen die betrachteten Boniturbereiche zwischen den Bundesländern sehr eng zusammen (Anhang 2).

Aufgrund der geringen Unterschiede in der Abgrenzung des Boniturbereichs zwischen EU- und nationaler Methode ergeben sich in der Bewertung des Nadel-/Blattverlust zwischen den beiden Verfahren auch kaum sichtbare Differenzen (Abb. 11). Selbst bei den beiden Ländern (Berlin und Thüringen), die offensichtlich den Boniturbereich national im Durchschnitt etwas weiter nach unten gelegt haben, sind im Mittel nur geringe Unterschiede in der Bewertung des Nadel-/Blattverlusts der Bäume erkennbar.

Welchen großen Einfluss die Festlegung des Boniturbereichs auf die Bewertung der Baumkronen hat, wird am Beispiel Sachsens deutlich. Im Durchschnitt grenzt Sachsen den Boniturbereich bei den Bildern im Vergleich zu den anderen Ländern weiter oben ab (Abb. 10), also in einem Bereich, der bei den meisten Bäumen vitaler erscheint. Dementsprechend ist der durchschnittliche Nadel-/Blattverlust der bewerteten Bäume für Sachsen vergleichsweise niedrig (Abb. 11).

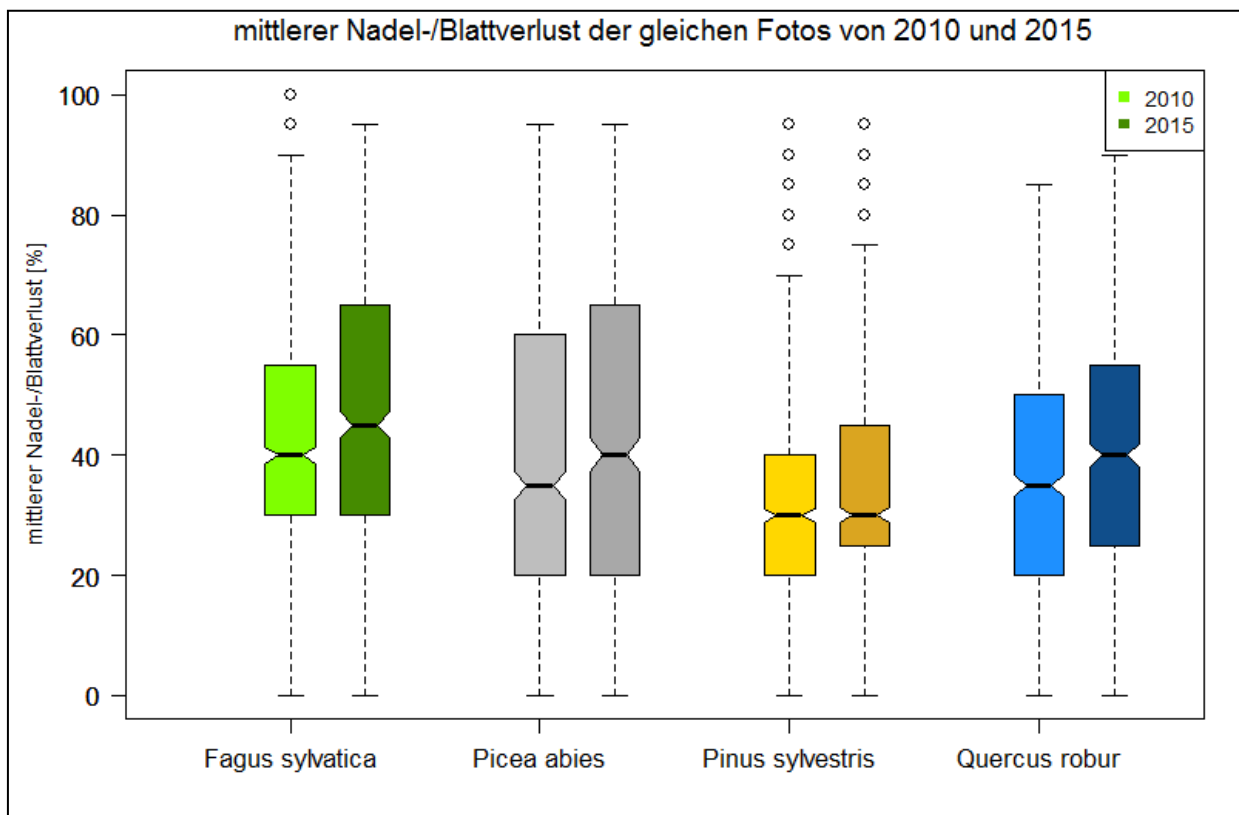


**Abb. 11: Mittlerer Nadel-/Blattverlust pro Bundesland (EU- und nationale Methode).**

### 3.4 Kontinuität der Ansprache

Für den aktuellen Foto-Test 2015 wurden für jede der vier Baumarten 15 Bilder des letzten Foto-Tests aus dem Jahr 2010 verwendet, um die Kontinuität in der Baumansprache aufzuzeigen. Dabei ist natürlich zu beachten, dass es zwischen den beiden Erhebungen personelle Änderungen gibt und nicht immer die gleichen Teams wie 2010 die Bewertung der Bilder durchführte.

Der Bewertungsvergleich der gleichen Bilder zwischen den Jahren 2010 und 2015 zeigt für die Baumarten Buche und Eiche eine signifikante Erhöhung der Blattverlustwerte (Abb. 12). Die Bewertung der Bilder erhöht sich bei beiden Baumarten im Durchschnitt um etwa 5%. Bei den Baumarten Fichte und Kiefer ist keine signifikante Veränderung zwischen den beiden Erhebungen von 2010 und 2015 zu erkennen, die Veränderungen bleiben innerhalb des Fehlerrahmens der Stichprobe.

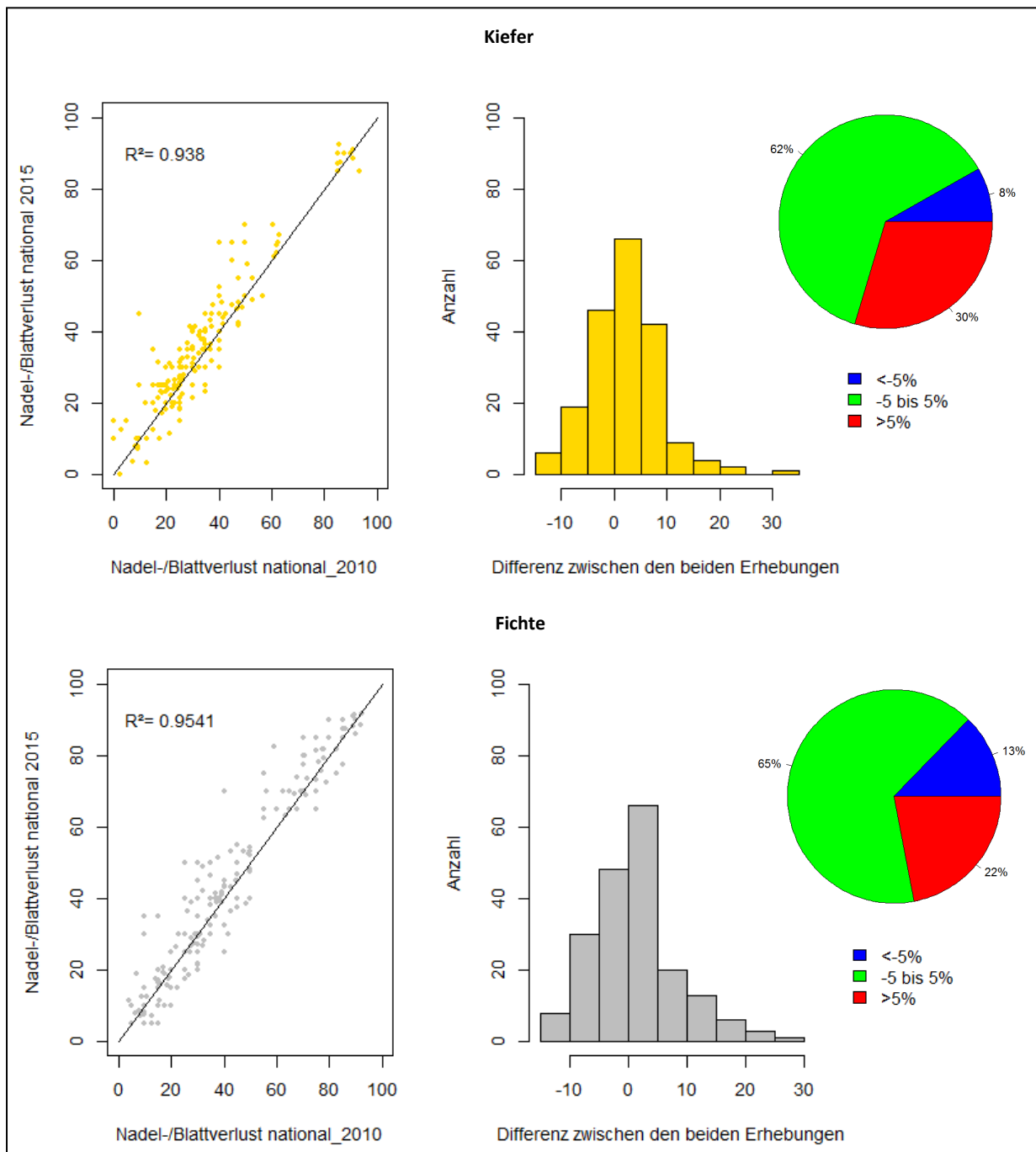


**Abb. 12: Mittlerer Nadel-/Blattverlust der gleichen Fotos von 2010 und 2015 über alle Bundesländer nach Baumarten. Die Einkerbung stellt etwa das 95%-Konfidenzintervall dar.**

tungen des Jahres 2015 zeigen eine geringe Abweichung mit  $\pm 5\%$  zur Vorbewertung aus dem Jahr 2010 (Abb. 13, oben). Lediglich 22% der Bewertungen liegen mit größer als 5% über und nur 13% mit kleiner als  $-5\%$  unterhalb der Bewertung der Voraufnahme. Das Bestimmtheitsmaß ( $R^2$ ) der beiden Aufnahmen liegt bei der Fichte bei 0,95.

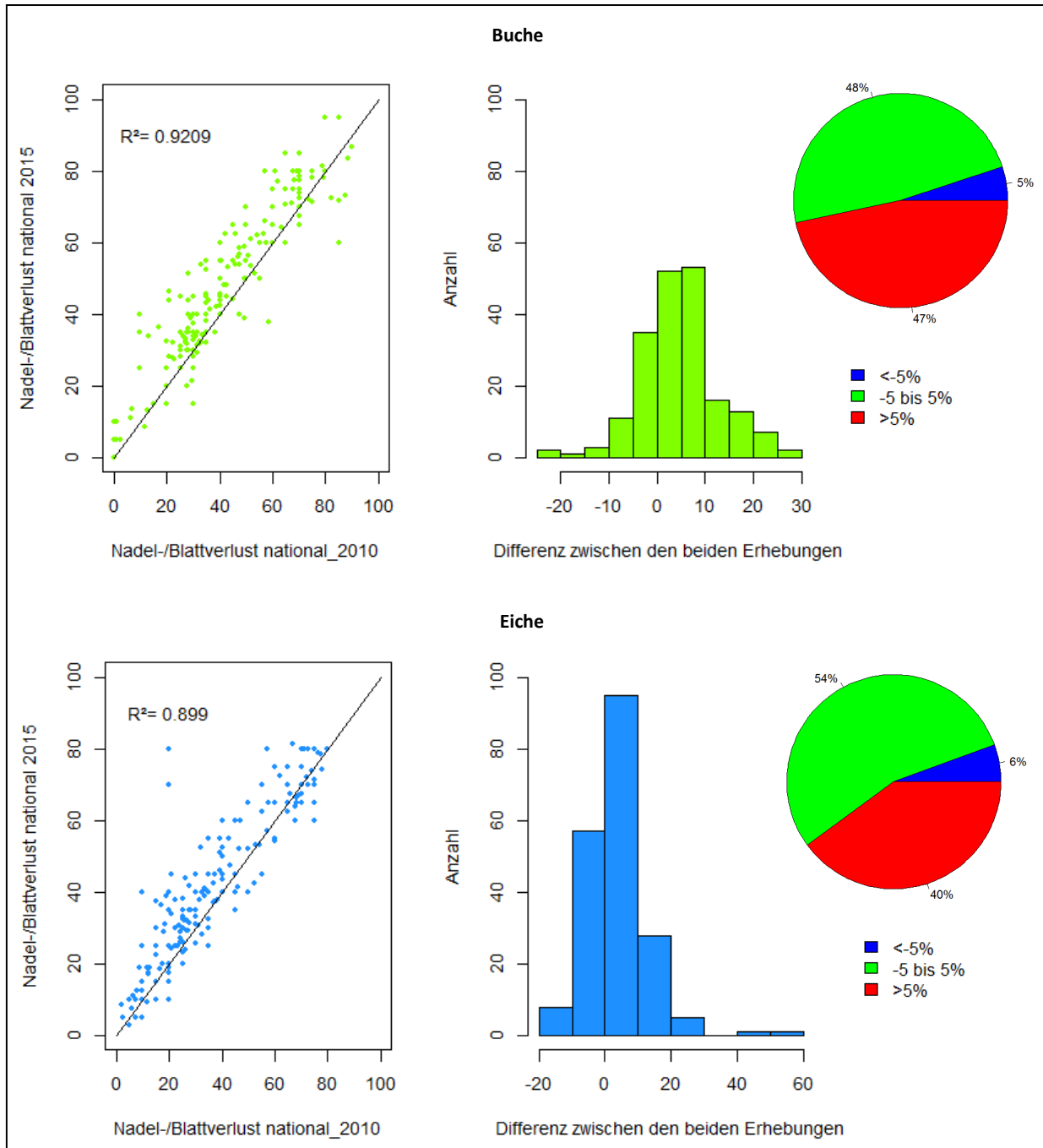
Die beste Kontinuität der Fotoansprache wurde bei der Baumart Fichte erreicht. Insgesamt 65% aller Bewertungen

Bei der Kiefer sind 62% der Bewertungen mit  $\pm 5\%$  im Vergleich zur Voraufnahme zu verzeichnen (Abb. 13, unten). Dreißig Prozent der Bewertungen bei der Kiefer liegen mit größer als 5% vergleichsweise zu hoch, 8% mit kleiner als  $-5\%$  zu niedrig. Das  $R^2$  der beiden Aufnahmen beträgt für die Kiefer 0,94.



**Abb. 13: Bewertung der gleichen Bilder von 2010 und 2015 für Fichte (oben) und Kiefer (unten). Links: Lineare Regression mit 1:1 Linie; Mitte: Häufigkeitsverteilung der Differenzen; Rechts: Kreisdiagramm mit Differenzstufen.**

Für die Eiche sind nur noch 54% der Bewertungen mit einer  $\pm 5\%$ -Abweichung gegenüber der Voraufnahme zu verzeichnen (Abb. 14, unten). Vierzig Prozent der Bewertungen liegen mit größer als 5% über der Schätzung der Voraufnahme und nur 6% mit kleiner als  $-5\%$  darunter. Das  $R^2$  für die Eiche beträgt 0,90.



**Abb. 14: Bewertung der gleichen Bilder von 2010 und 2015 für Buche (oben) und Eiche (unten). Links: Lineare Regression mit 1:1 Linie; Mitte: Häufigkeitsverteilung der Differenzen; Rechts: Kreisdiagramm mit Differenzstufen.**

Die größte Erhöhung der Nadel-/Blattverluste der 15 Bilder zwischen den Aufnahmen 2010 und 2015 ist bei der Buche festzustellen (Abb. 14, oben). Lediglich 48% der Bewertungen im Jahr 2015 liegen  $\pm 5\%$  von der Voraufnahme 2010 entfernt. Dagegen wurden bei 47% der Bewertungen eine Erhöhung des Blattverlusts von größer als 5% geschätzt. Nur 5% der Bewertungen liegen mit kleiner als  $-5\%$  unter dem Wert von 2010. Das  $R^2$  der beiden Aufnahmen für die Buche beträgt 0,92.

Die Schätzkontinuität wird neben anderen Faktoren, wie z.B. einer vergleichbaren Bildqualität, einer gleichbleibenden Festlegung des Boniturbereichs und kontinuierlicher Ansprachekriterien, maßgeblich von der Erfahrung der Aufnahmeteams beeinflusst. Der Erfahrungsstand der teilnehmenden Teams bezüglich Kronenansprache im Rahmen der Waldzustandserhebung (WZE) ist in den einzelnen Bundesländern sehr unterschiedlich, wodurch die Ergebnisse einer gewissen Streuung unterliegen. Die ausführlichen Ergebnisse der einzelnen Bundesländer zur Ansprache der gleichen Bilder der Jahre 2010 und 2015 sind in Anhang 3 dargestellt.

## 4. Diskussion

Die Ergebnisse des Foto-Tests 2015 unterstreichen die hohe Homogenität der Kronenzustandsansprache innerhalb Deutschlands. Sie kann als Erfolg der intensiven Abstimmung der Bundesländer in den letzten Jahrzehnten gewertet werden.

Eine Übertragung der Bildbewertung auf die Ergebnisse der Waldzustandserhebung (WZE) ist aufgrund der großen Unterschiede dieser beiden Verfahren dennoch nur schwer möglich, da wesentliche Teile der WZE, wie z.B. die Ansprache von biotischen und abiotischen Schäden bei einer zweidimensionalen Bildbewertung nicht eindeutig möglich sind. Zudem lassen sich anhand der Bilder keine Informationen des Bestandes und des Standortes ableiten, so dass der Bezug zur lokalen Referenz im Gegensatz zur WZE nicht gegeben ist.

Dennoch hat der Foto-Test, als ergänzende Qualitätssicherungsmaßnahme, eindeutige Vorteile. Zu nennen ist neben der deutlichen Kostenersparnis im Vergleich zu anderen Verfahren, die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse, die maßgeblich zur Sicherung des Schätzniveaus im Laufe der Zeit beitragen kann. Zum anderen ist es bei einem Foto-Test möglich deutlich mehr Teams in die Qualitätssicherungsmaßnahme zu integrieren.

Die Ergebnisse des Foto-Tests dienen vor allen Dingen dazu, das Schätzniveau der Aufnahmeteams aufzuzeigen und ggf. Abweichungen zu anderen Teams zu dokumentieren. Somit besteht für die Länder die Möglichkeit diese Ergebnisse teamscharf zu interpretieren und ggf. darauf in der nächsten Abstimmungsrunde korrigierend einzuwirken. Die Anzahl der am Foto-Test 2015 teilnehmenden Teams pro Bundesland ist allerdings sehr unterschiedlich. Bei einigen Ländern haben alle WZE-Aufnahmeteams der Erhebung 2015 am Foto-Test teilgenommen, so dass für sie nun die Chance besteht die Ergebnisse aller Teams zu interpretieren und für die nächste Aufnahmeperiode zu nutzen. Zu beachten ist, dass eine höhere Anzahl an Aufnahmeteams zu einer höheren Spreitung der Nadel-/Blattverluste führen kann und eventuell mehr Teams mit einer erhöhten Anzahl an Ausreißern auftreten, als dies beispielsweise bei Ländern der Fall ist, bei denen nur die WZE-Inventurleitung am Foto-Test teilgenommen hat.

Trotz der unterschiedlichen Anzahl und damit unterschiedlicher Erfahrung der Aufnahmeteams pro Bundesland liegen die mittleren Nadel-/Blattverluste der bewerteten Bilderserien aller vier Baumarten von Fichte, Kiefer, Buche und Eiche sehr eng zusammen. Zudem weisen nur wenige Teams Ausreißer bei einzelnen Baumarten auf. Der überwiegende Teil der Teams bewertet die Bilder sehr homogen. Die Auswertungen des Foto-Tests 2015 zeigen, dass sowohl der Vergleich der Mittelwerte als auch die Bestimmung der Ausreißer zur Interpretation der Ergebnisse wichtig sind. Während der Mittelwertvergleich insgesamt das Schätzniveau der Bundesländer pro Baumart beschreibt, zeigt die Bestimmung der Ausreißer die Anzahl und die Richtung der Extremwerte auf, die bei einzelnen Teams pro Baumart auftreten. Zudem belegen die Ergebnisse, dass ein eindeutig definierter Boniturbereich die Grundvoraussetzung für eine homogene Ansprache des Nadel-/Blattverlustes darstellt.

Um die Schätzkontinuität der Kronenansprache bei Bildern zu überprüfen, wurden beim Foto-Test 2015 erstmals Wiederholungsbilder der Voruntersuchung aus dem Jahr 2010 ausgewählt. Die Ergebnisse der 15 Wiederholungsbilder je Baumart zeigen eine signifikante Erhöhung in der Bewertung der Blattverluste für Buche und Eiche zwischen den Aufnahmen 2010 und 2015. Für die Baumarten Fichte und Kiefer konnte keine statistisch belegbare Veränderung festgestellt werden. Eine Änderung in der Bewertung der Bilder kann viele verschiedene Ursachen haben. Neben einer vergleichbaren

Bildqualität, kontinuierlichen Ansprachekriterien und einer gleichbleibenden Festlegung des Boniturbereichs ist die Erfahrung der teilnehmenden Teams von besonderer Bedeutung.

Die Entwicklung der Schätzkontinuität sollte unbedingt in regelmäßigen Abständen überprüft werden, um einem Abdriften vom ursprünglichen Bewertungsniveau zu vermeiden. Hierzu ist es ratsam, Qualitätssicherungsmaßnahmen wie den Foto-Test in Ergänzung zu den jährlichen Inventurleiterkursen zur Waldzustandserhebung, in kürzeren Abständen durchzuführen, um auf festgestellte Veränderungen in der Einschätzungen schneller reagieren zu können und diese ggf. bei der Schulung der WZE-Teams zu überprüfen.

## 5. Literaturverzeichnis

Eichhorn, J., Roskams, P., Ferretti, M., Mues, V., Szepesi, A., & Durrant, D. (2010A). Visual Assessment of Crown Condition and Damaging Agents. In UNECE (Ed.), Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Hamburg, Germany: UNECE, ICP Forests Programme Co-ordinating Centre. 49 S.

Eichhorn, J., Bauer, A., Bohacova, L., Dammann, I., Garcia, P., Weymar, J., Wulff, S. (2010B). Photo Intercalibration Course (Photo ICC), exercise in 2010. Further Development and Implementation of an EU-Level Forest Monitoring System - FUTMON

R Development Core Team. (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org>.

## **6. Danksagung**

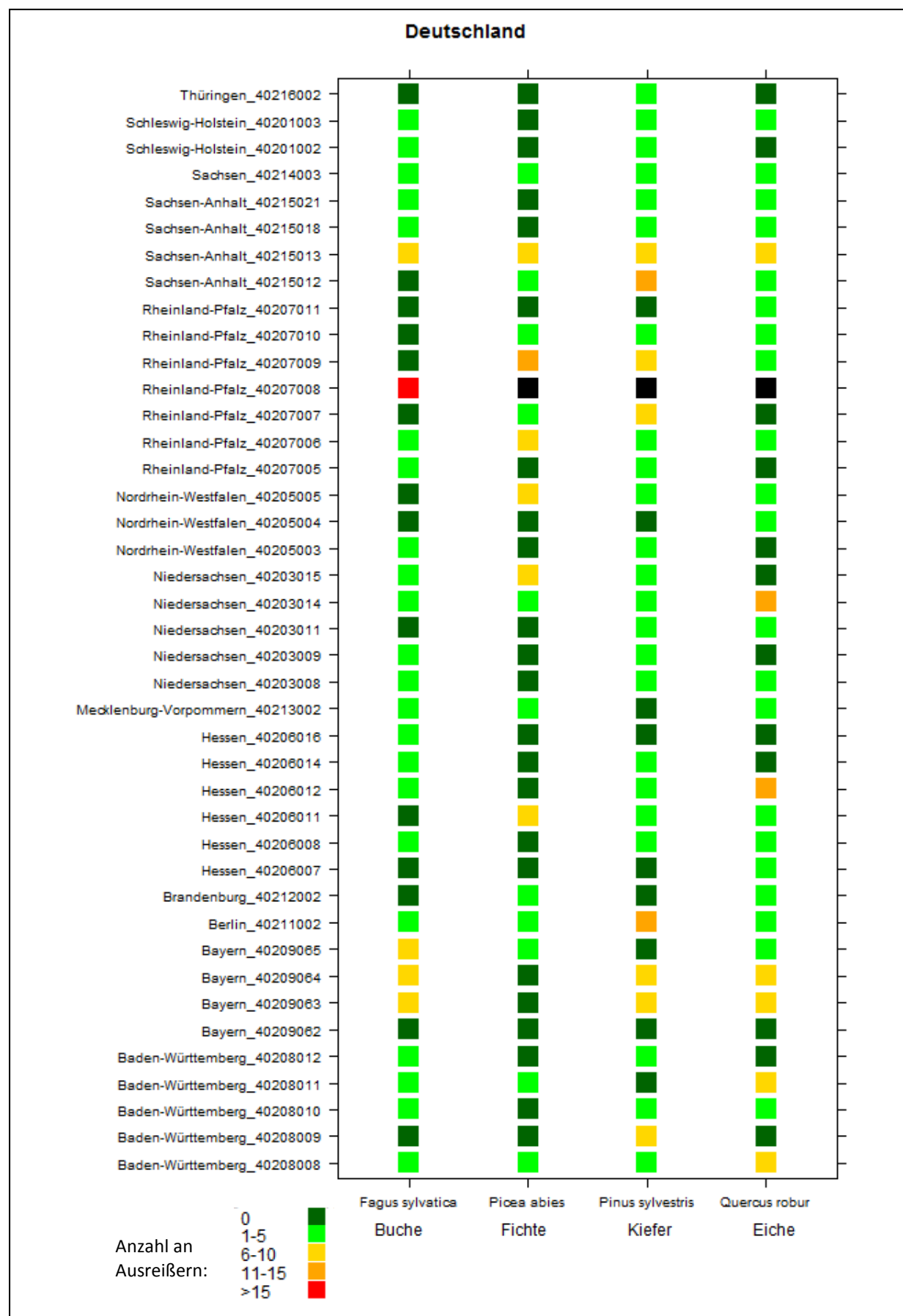
Allen Kolleginnen und Kollegen für die bereitwillige Teilnahme am Foto-Test und fristgerechte, weitgehend digitalisierte Abgabe der Unterlagen.

Allen Kolleginnen und Kollegen, die in den letzten Jahren – und speziell sehr kurzfristig im Jahr 2015 – zur Ergänzung der Bilddatenbank beigetragen haben.

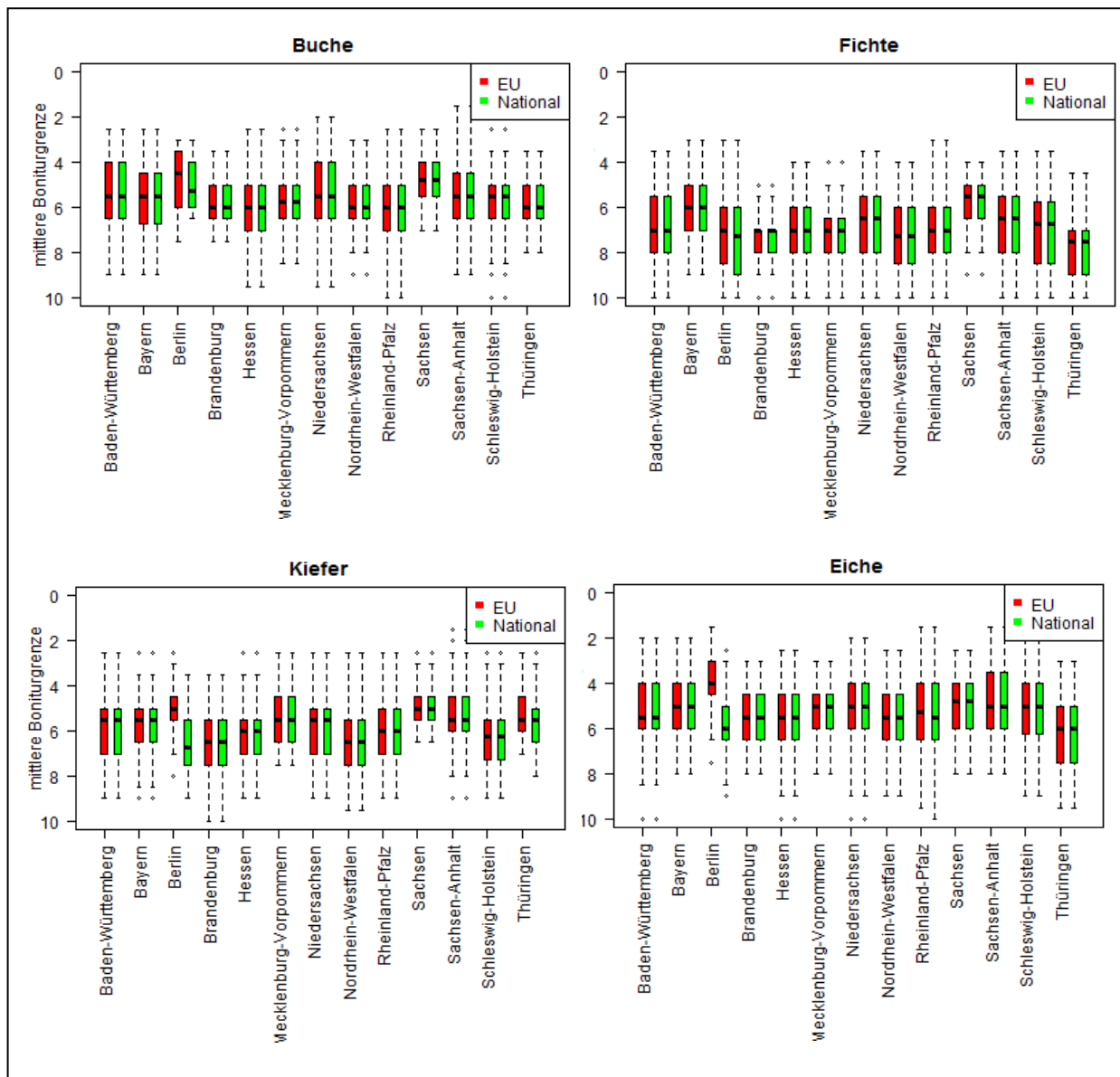
Der Nordwestdeutschen Versuchsanstalt (NWD) für die Bereitstellung der Bilddatenbank von 2010 und der Auswertungsroutinen zur Bestimmung der Ausreißer.

**Anhang**

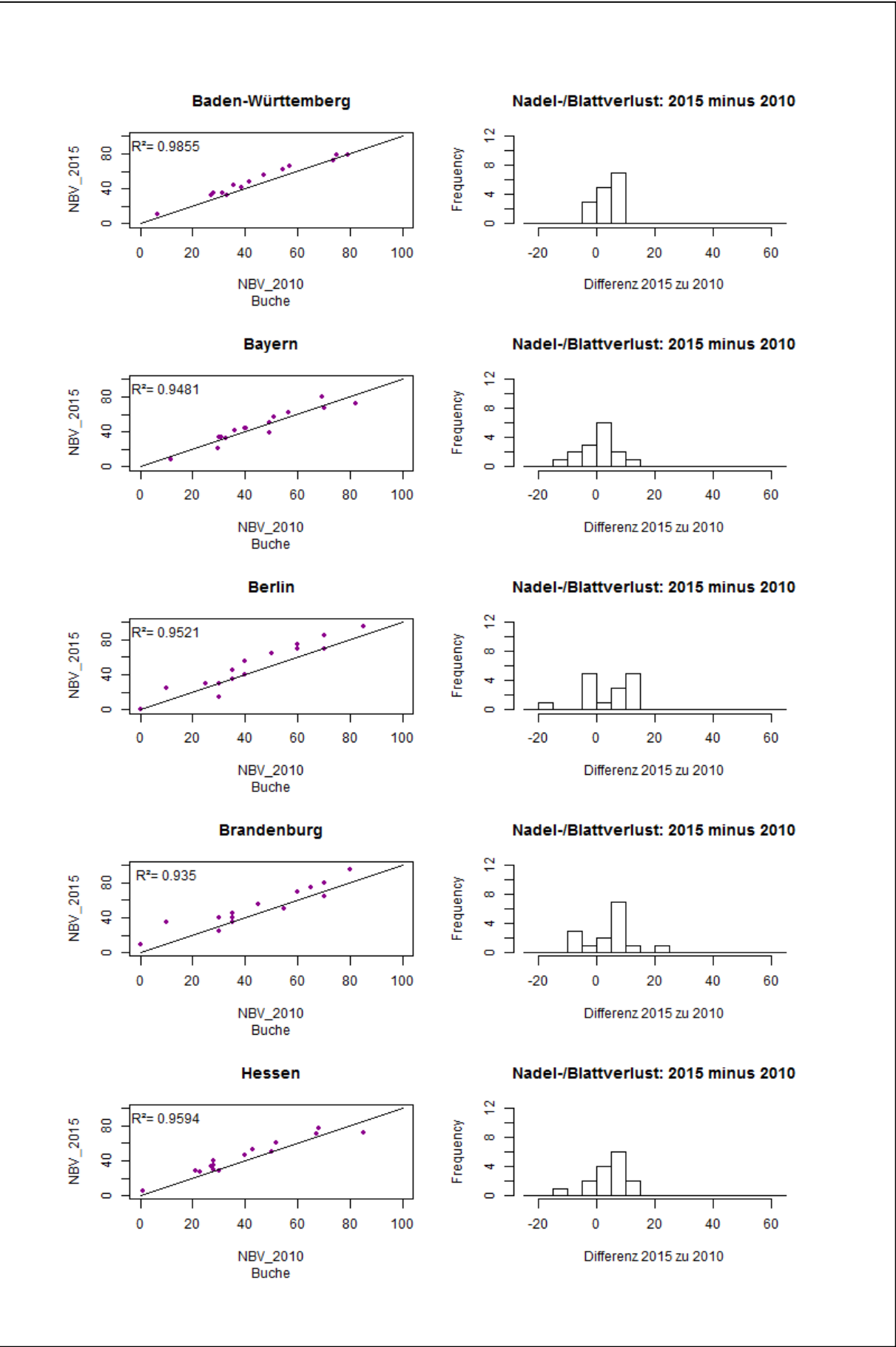
**Anhang 1: Anzahl der Ausreißer nach Bundesland und Teamnummer  
(Klasseneinteilung in 3-Stufen).**

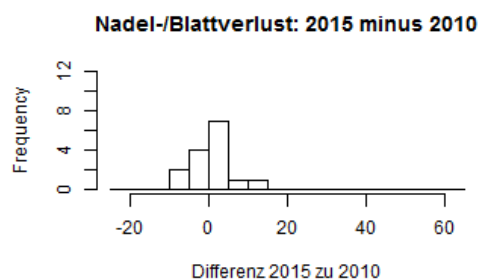
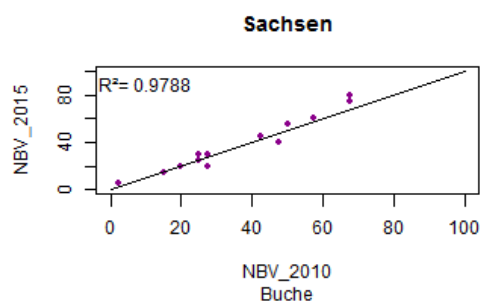
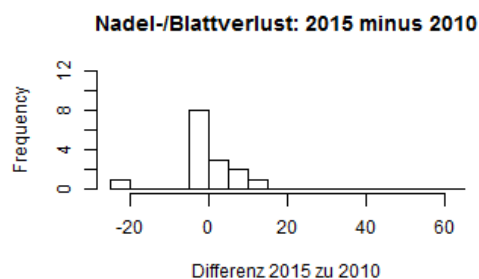
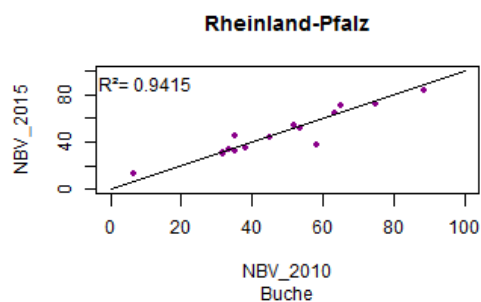
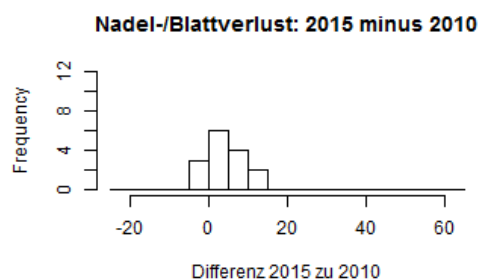
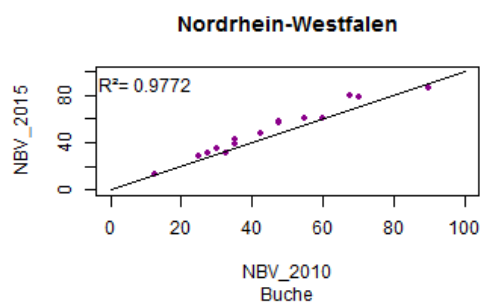
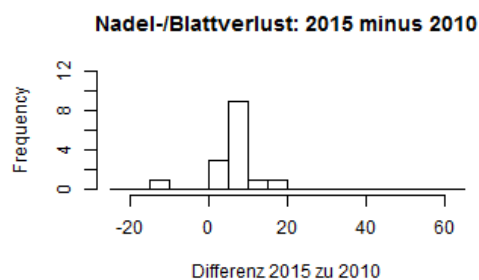
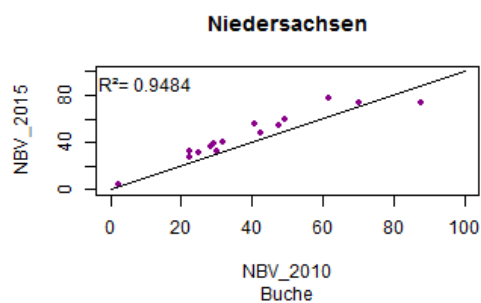
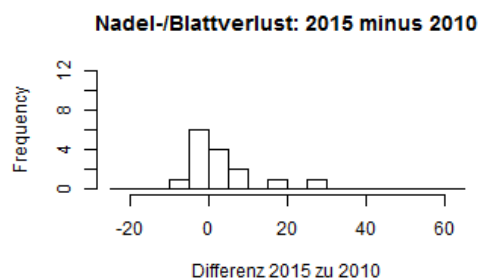
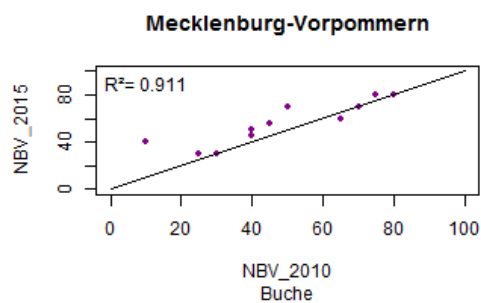


## Anhang 2: Abgrenzung des Boniturbereichs pro Bundesland und Baumart.

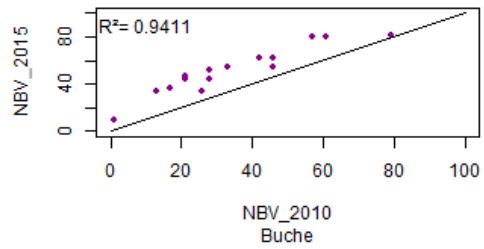


Anhang 3: Bewertung der gleichen Bilder 2010 und 2015 nach Bundesland.

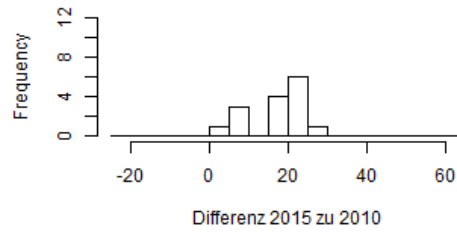




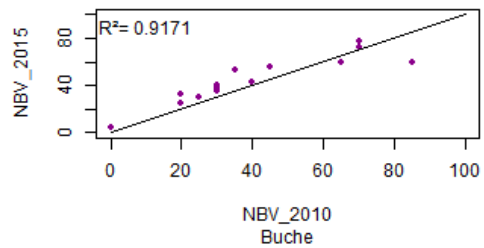
### Sachsen-Anhalt



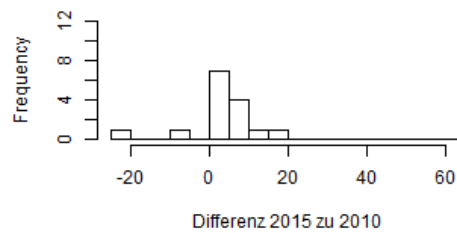
### Nadel-/Blattverlust: 2015 minus 2010



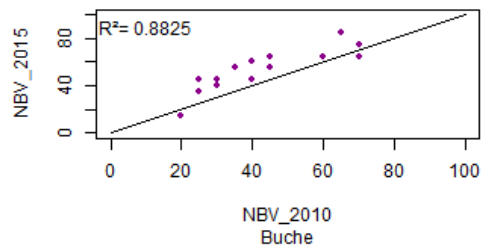
### Schleswig-Holstein



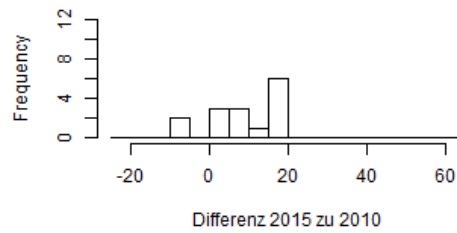
### Nadel-/Blattverlust: 2015 minus 2010

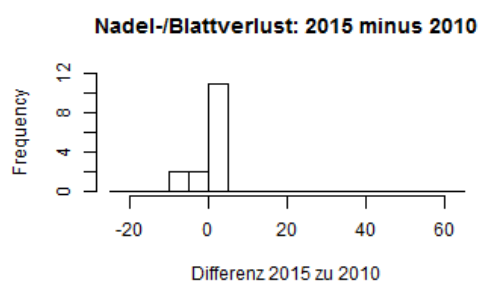
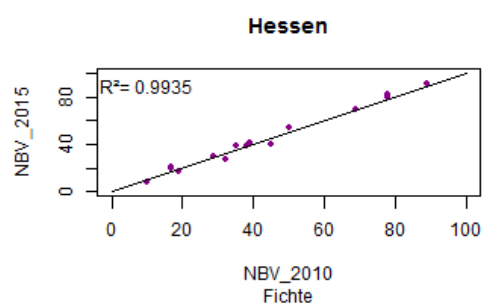
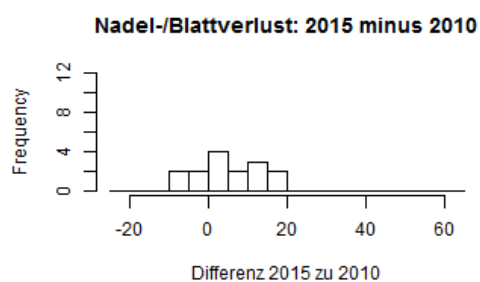
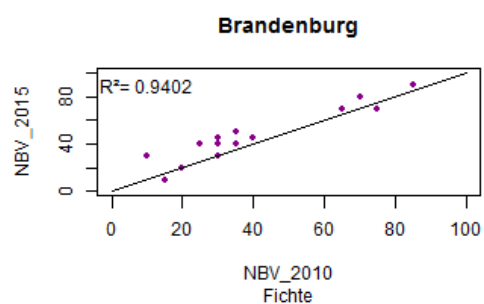
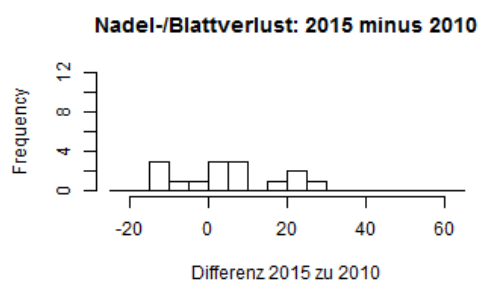
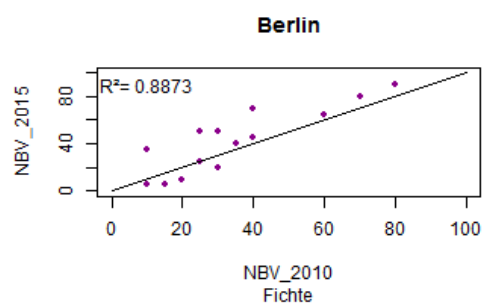
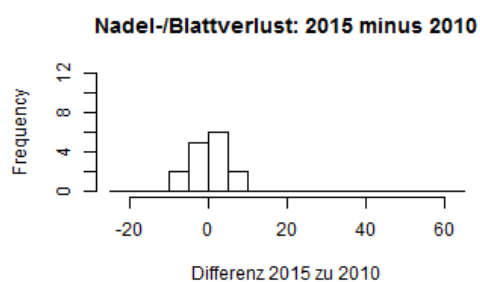
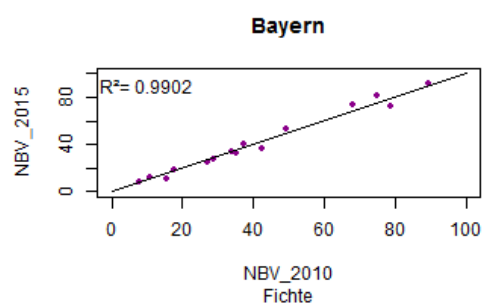
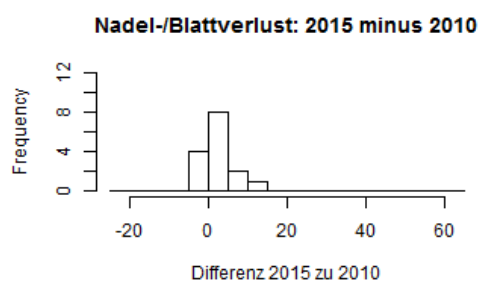
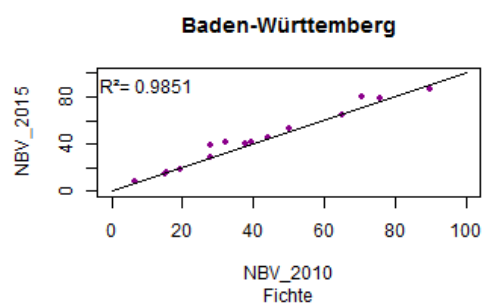


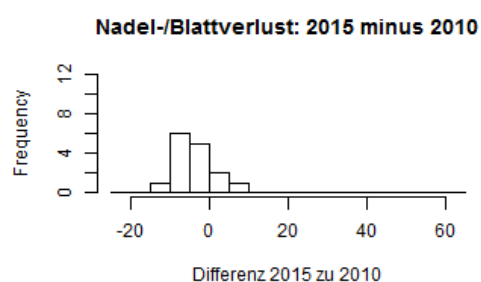
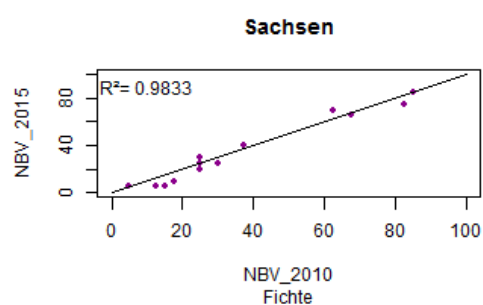
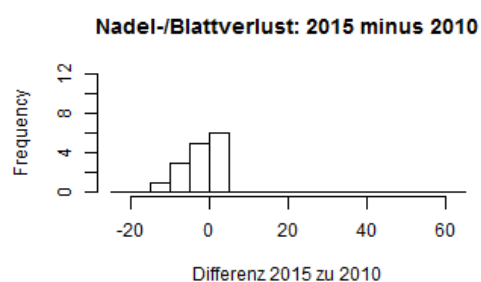
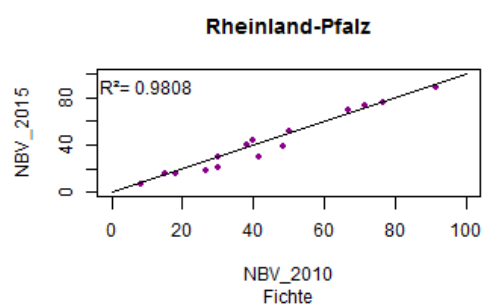
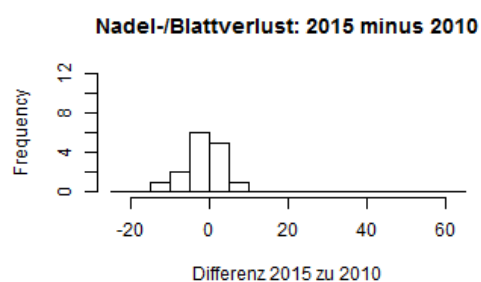
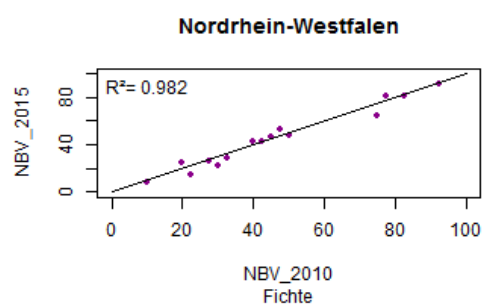
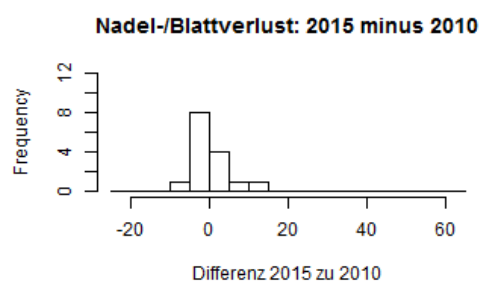
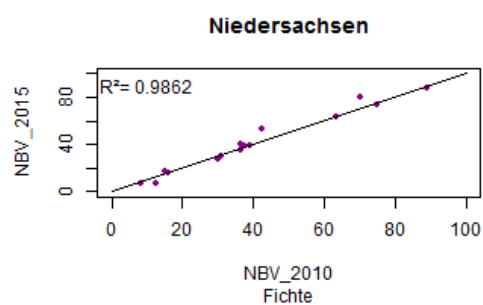
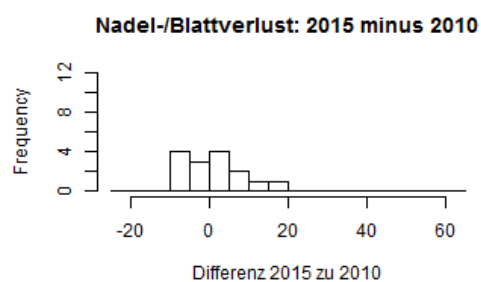
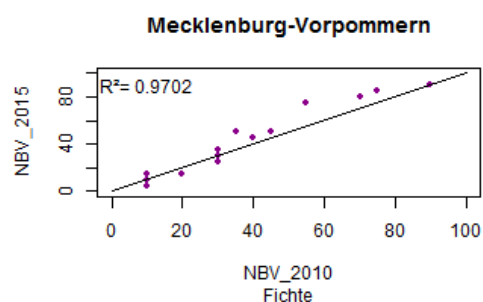
### Thüringen



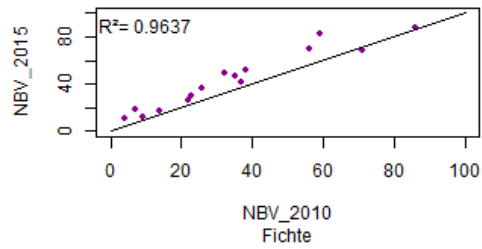
### Nadel-/Blattverlust: 2015 minus 2010



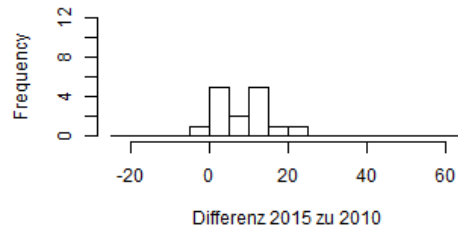




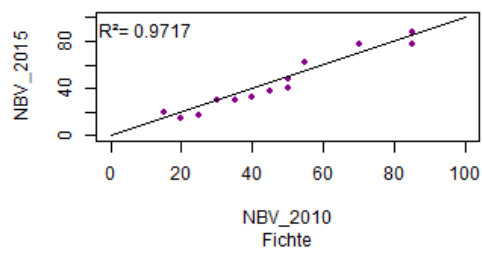
### Sachsen-Anhalt



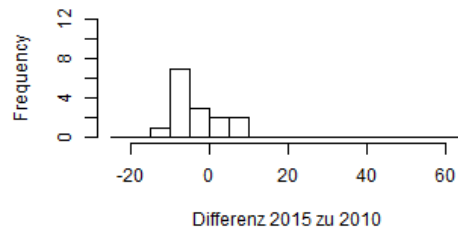
### Nadel-/Blattverlust: 2015 minus 2010



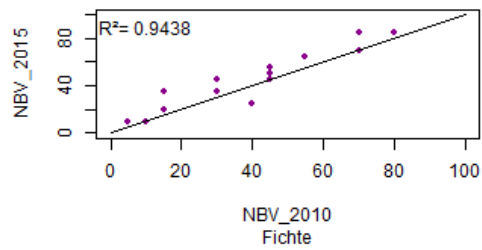
### Schleswig-Holstein



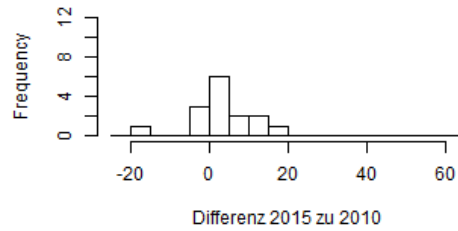
### Nadel-/Blattverlust: 2015 minus 2010



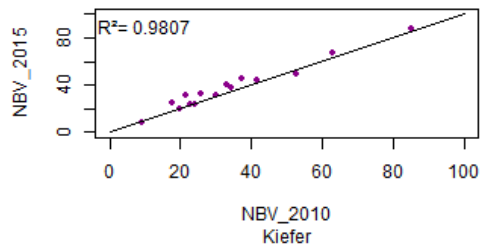
### Thüringen



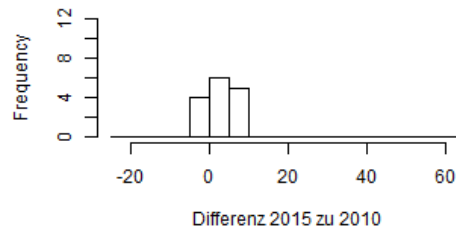
### Nadel-/Blattverlust: 2015 minus 2010



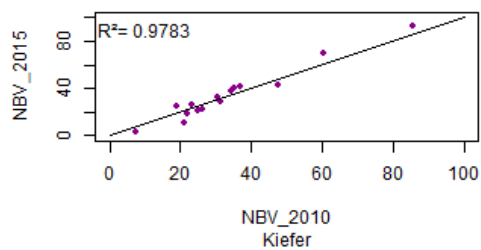
### Baden-Württemberg



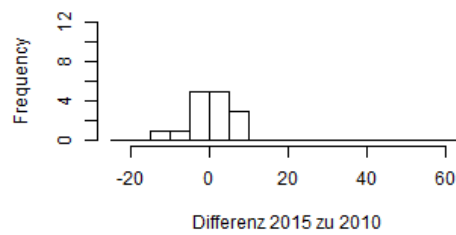
### Nadel-/Blattverlust: 2015 minus 2010



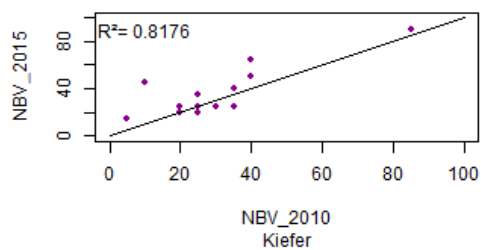
### Bayern



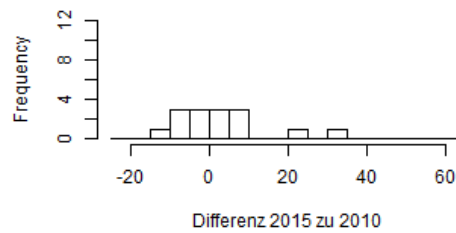
### Nadel-/Blattverlust: 2015 minus 2010



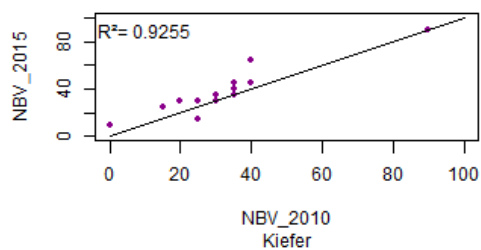
### Berlin



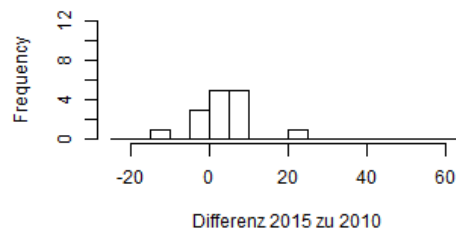
### Nadel-/Blattverlust: 2015 minus 2010



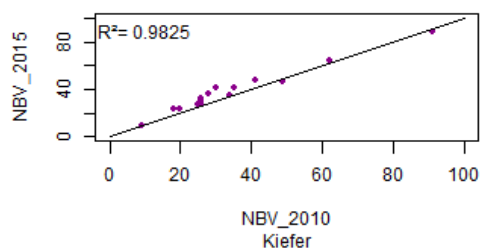
### Brandenburg



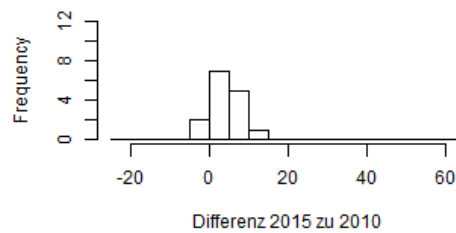
### Nadel-/Blattverlust: 2015 minus 2010

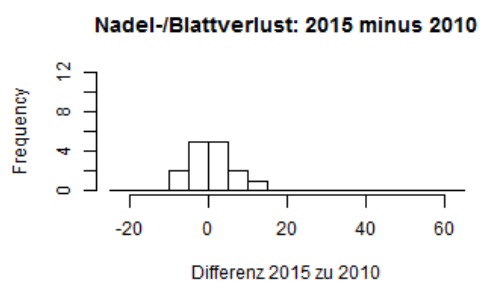
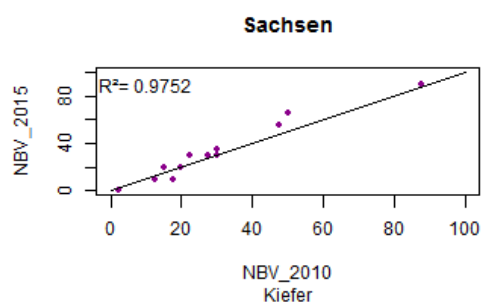
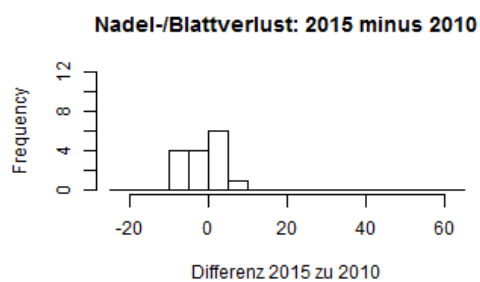
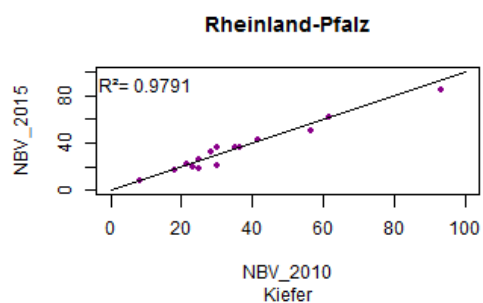
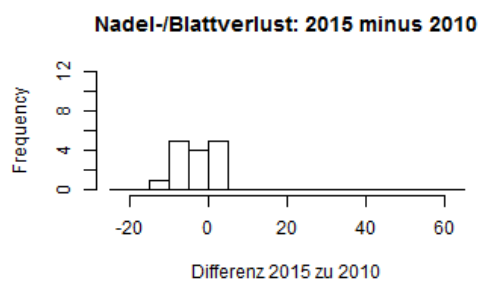
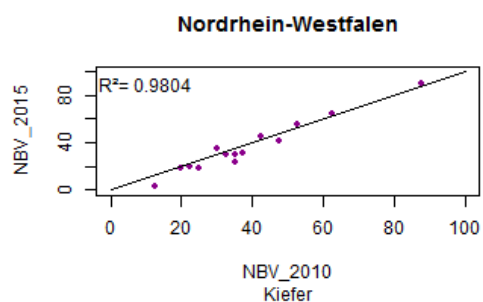
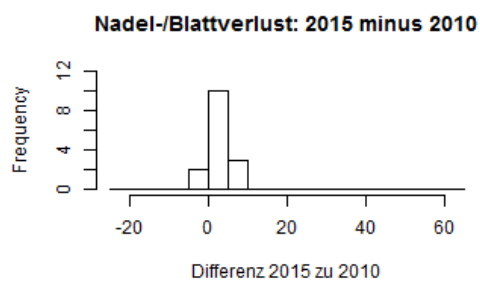
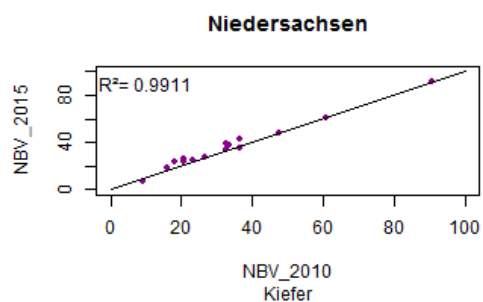
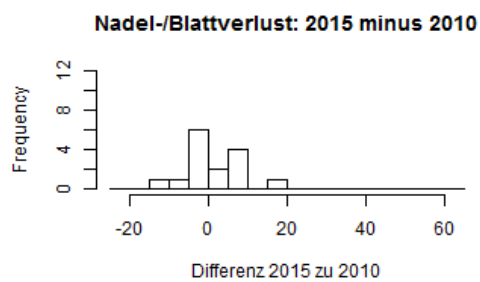
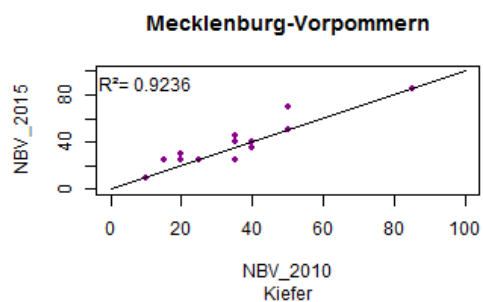


### Hessen

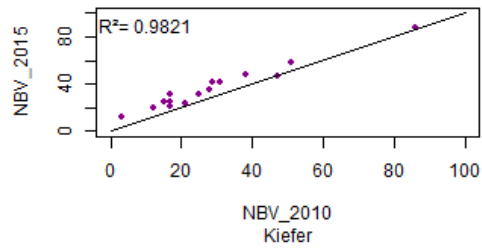


### Nadel-/Blattverlust: 2015 minus 2010

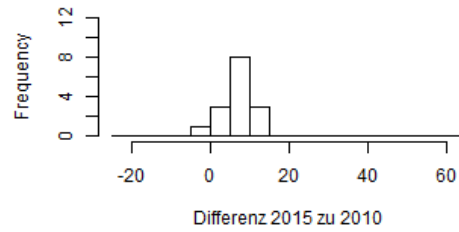




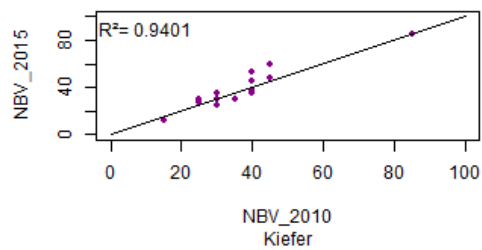
### Sachsen-Anhalt



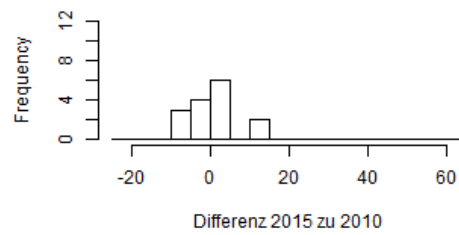
### Nadel-/Blattverlust: 2015 minus 2010



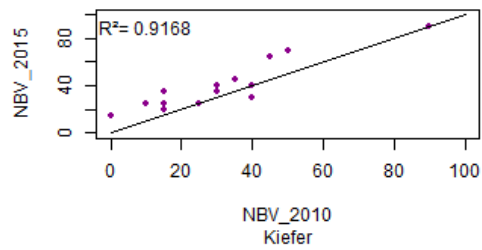
### Schleswig-Holstein



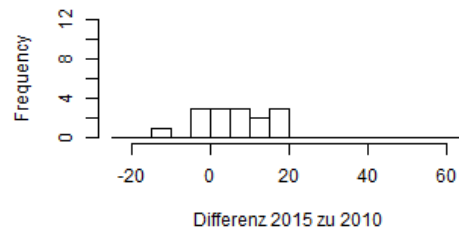
### Nadel-/Blattverlust: 2015 minus 2010

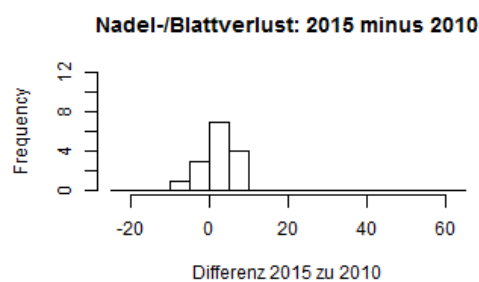
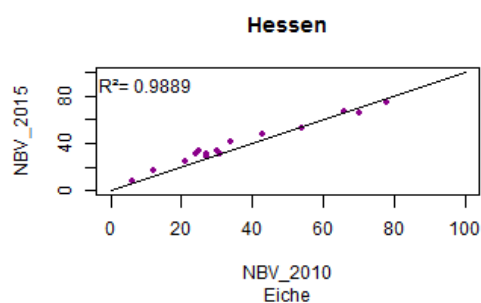
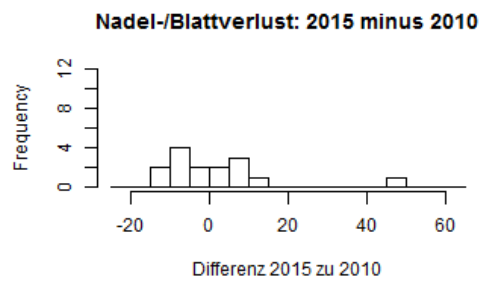
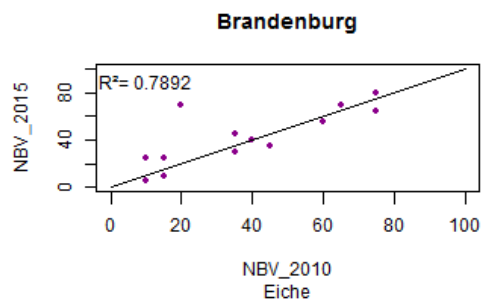
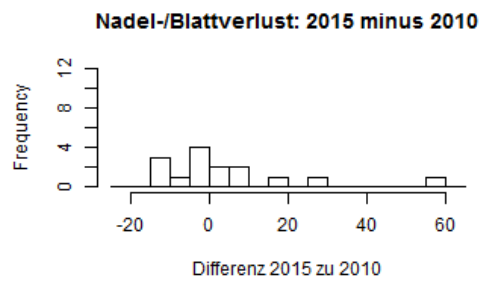
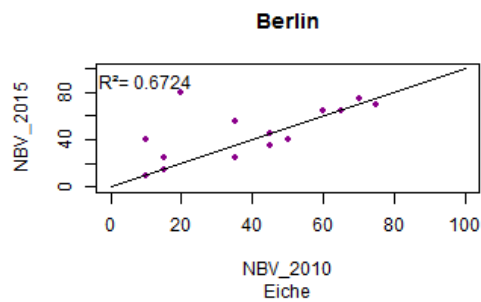
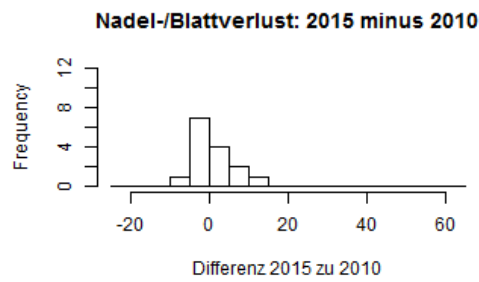
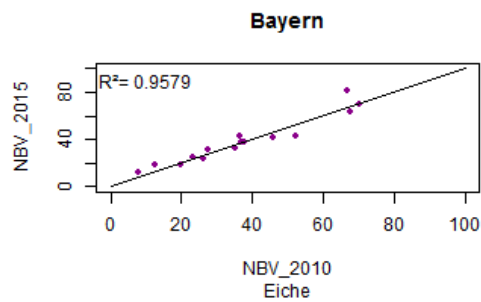
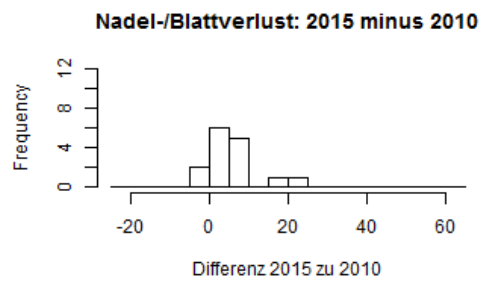
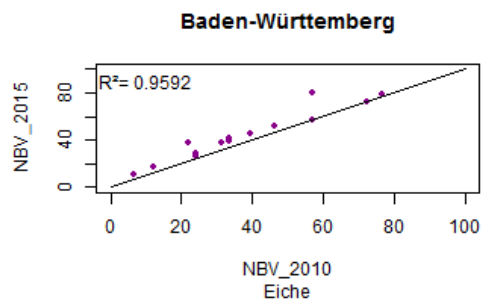


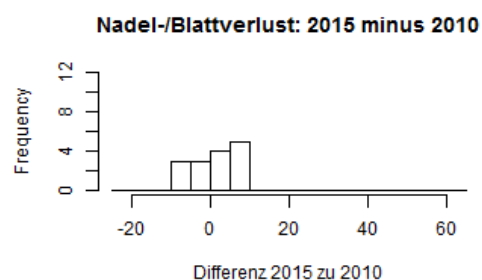
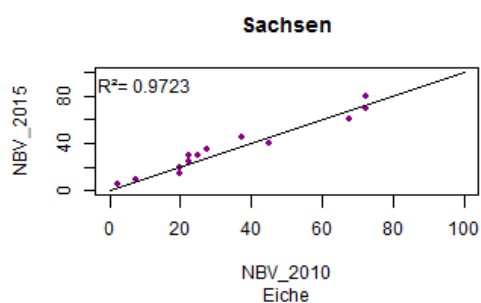
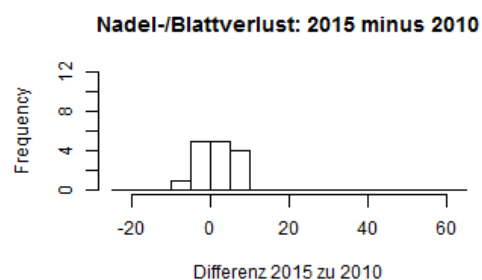
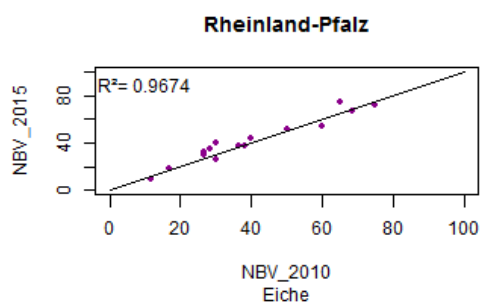
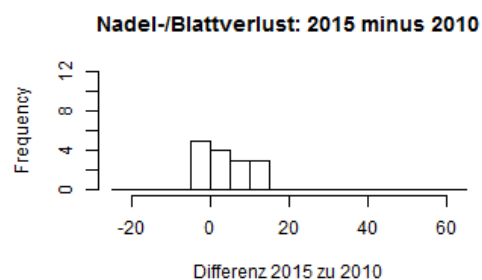
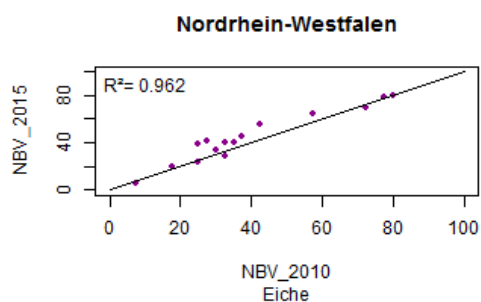
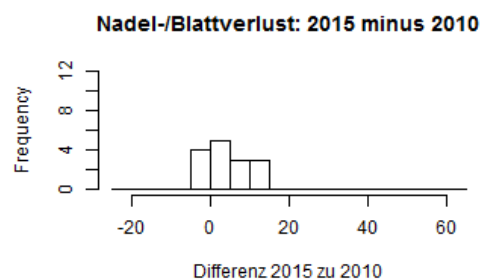
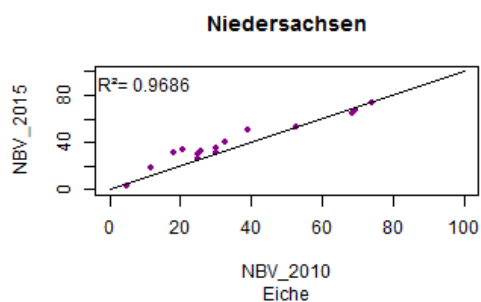
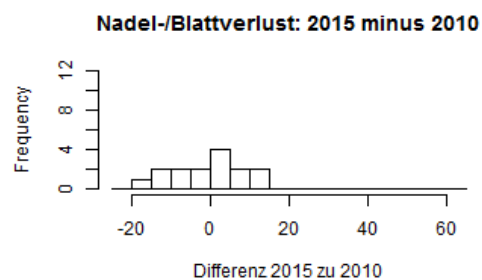
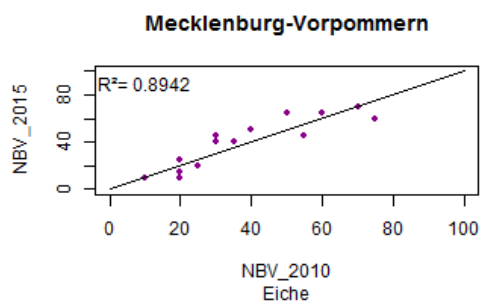
### Thüringen



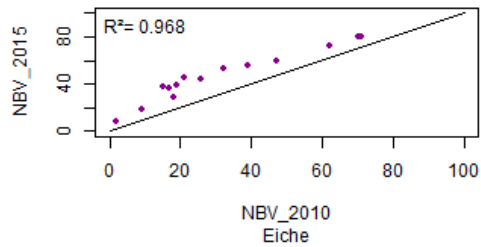
### Nadel-/Blattverlust: 2015 minus 2010



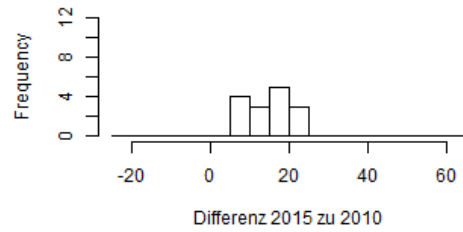




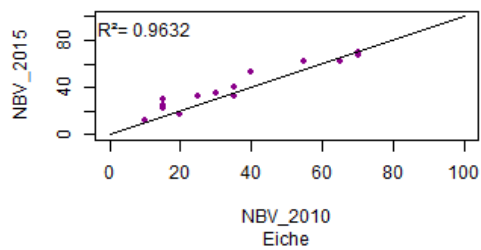
### Sachsen-Anhalt



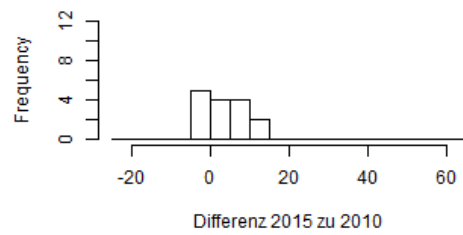
### Nadel-/Blattverlust: 2015 minus 2010



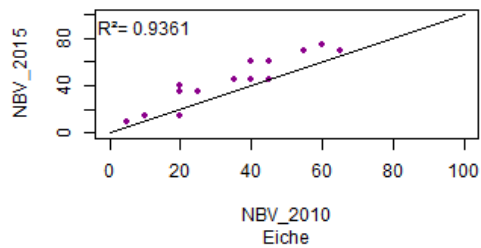
### Schleswig-Holstein



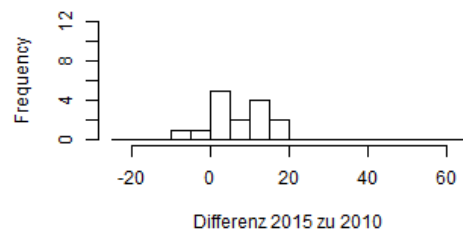
### Nadel-/Blattverlust: 2015 minus 2010



### Thüringen



### Nadel-/Blattverlust: 2015 minus 2010



**Bibliografische Information:**  
Die Deutsche Nationalbibliothek  
verzeichnet diese Publikationen  
in der Deutschen National-  
bibliografie; detaillierte  
bibliografische Daten sind im  
Internet unter  
[www.dnb.de](http://www.dnb.de) abrufbar.

*Bibliographic information:*  
*The Deutsche Nationalbibliothek*  
*(German National Library) lists*  
*this publication in the German*  
*National Bibliographie; detailed*  
*bibliographic data is available on*  
*the Internet at [www.dnb.de](http://www.dnb.de)*

Bereits in dieser Reihe erschie-  
nene Bände finden Sie im Inter-  
net unter [www.thuenen.de](http://www.thuenen.de)

*Volumes already published in*  
*this series are available on the*  
*Internet at [www.thuenen.de](http://www.thuenen.de)*

**Zitationsvorschlag – Suggested source citation:**  
**Meining S, Morgenstern Y, Wellbrock N, Nadine Eickenscheidt N**  
(2016) Ergebnisse des Foto-Vergleichstests im Rahmen der  
Qualitätssicherung zur Waldzustandserhebung in Deutschland  
2015. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 45 p,  
Thünen Working Paper 60, DOI:10.3220/WP 1469607556000

Die Verantwortung für die  
Inhalte liegt bei den jeweiligen  
Verfassern bzw. Verfasserinnen.

*The respective authors are*  
*responsible for the content of*  
*their publications.*



## Thünen Working Paper 60

Herausgeber/Redaktionsanschrift – *Editor/address*  
Johann Heinrich von Thünen-Institut  
Bundesallee 50  
38116 Braunschweig  
Germany

[thuenen-working-paper@thuenen.de](mailto:thuenen-working-paper@thuenen.de)  
[www.thuenen.de](http://www.thuenen.de)

DOI:10.3220/WP1469607556000  
urn:nbn:de:gbv:253-201607-dn056993-2