

**Sebastian König**

# **Innovative Vermessungsverfahren für die Waldflurbereinigung**

**Bachelorarbeit**

zur Erlangung des akademischen Grades Bachelor of Science im  
Studiengang Geoinformatik und Vermessung

Hochschule Mainz

Fachbereich Technik

Lehrinheit Geoinformatik und Vermessung

Betreuer: Ministerialrat a.D. Prof. Axel Lorig

Bearbeitungszeitraum: 21.Mai 2018 bis 30.Juli 2018

**Standnummer: B0261**

Mainz

Juli 2018

Vermerk über die fristgerechte und vollständige Abgabe der Abschlussarbeit

Abgegeben bei:

.....

(Name)

Schriftlicher Teil	<input type="checkbox"/> analog	<input type="checkbox"/> digital
Poster	<input type="checkbox"/> analog	<input type="checkbox"/> digital
Internet-Präsentation		<input type="checkbox"/> digital
Erfassungsbogen	<input type="checkbox"/> analog	<input type="checkbox"/> digital
Datenträger (CD/DVD)		<input type="checkbox"/>

Dateiname: Bachelorarbeit\_Innovative Vermessungsverfahren für die  
Waldflurbereinigung.docx

Anzahl Zeichen: 168072

Anzahl Wörter: 24556

Anzahl Seiten: 130

Arbeit angenommen:

Mainz, den

.....

(Datum)

.....

(Unterschrift)

Hochschule Mainz  
Fachbereich Technik  
Lehreinheit Geoinformatik und Vermessung  
Lehrbeauftragter: Ministerialrat a.D. Prof. Axel Lorig

## **Aufgabe für die Bachelorarbeit für Herrn Sebastian König (Matrikel-Nr.: 913662)**

**Thema: Innovative Vermessungsverfahren für die Waldflurbereinigung**

**Sachverhalt:**

Das am besten geeignete Instrument, um die Voraussetzung zu schaffen, den Wald mit seinen vielfältigen Funktionen zu sichern und wiederherzustellen, ist nach [KÖNIG (1985)] die Waldflurbereinigung. Sie hat zur Aufgabe die im Laufe der Zeit entstandenen strukturellen Mängel und Probleme zu beheben.

Konkret bedeutet das die Zusammenlegung sowie Neuordnung von Flurstücken und daraus resultierend die Schaffung von größeren Bewirtschaftungseinheiten. Auch werden unwirtschaftlich geformte Grundstückszuschnitte neugestaltet. Hinzu kommt, dass klare Rechts- und Eigentumsverhältnisse geschaffen werden müssen, damit eine sinnvolle Neugestaltung der Flurstücke überhaupt möglich ist. Ein weiteres überwiegendes Problem im Wald ist die schlechte Infrastruktur, die eine ertragsbringende Forstwirtschaft oft nicht zulässt.

Ziel der Waldflurbereinigung ist es daher diese schlechte Infrastruktur so zu verbessern, dass Wege ganzjährig befahrbar sind. Zusätzlich sollten diese an das übergeordnete Wegenetz angeschlossen sein, damit das Holz ohne Schwierigkeiten abtransportiert werden kann. Mit einer guten Infrastruktur sind die Waldflächen auch in Katastrophenfällen besser erreichbar. Die „Rettungskette Forst“ sollte im Zuge des Wegeausbaus und Anschluss an das übergeordnete Wegenetz nach Möglichkeit mit einbezogen werden. Bei der Schaffung eines neuen Wegenetzes ist es wichtig, dass die Wegeführung und -dichte an die Topographie und die wirtschaftlichen Erfordernisse angepasst werden. Zusätzlich sollte ausreichend Platz für Holzaufarbeitungs- und Holzlagermöglichkeiten sein. Dadurch werden die Produktions- und Arbeitsbedingungen in der Forstwirtschaft verbessert und das Ziel, die Holzproduktion zu steigern sowie die Produktionskosten zu senken erreicht. Aufgabe der Waldflurbereinigung ist es außerdem noch, die Anliegen des Natur- und Landschaftsschutzes zu berücksichtigen und entsprechende Maßnahmen durchzuführen. Ebenso sollte die ökologische Ausgleichsfunktion und die Erholungsfunktion des Waldes stärker beachtet werden, indem neue Erholungseinrichtungen geschaffen werden.

Verschiedene wissenschaftliche Untersuchungen wie auch der bundesweite Leistungsvergleich nach Artikel 91d Grundgesetz belegen eindrucksvoll die volkswirtschaftlichen Effekte der Waldflurbereinigung. Aus den auch methodisch unterschiedlichen Berechnungen seien folgende Werte beispielhaft genannt, um die Größenordnungen des Wertschöpfungspotenzials von Waldflurbereinigungen zu verdeutlichen: Mit 53.000 Euro/ha kann nach Berechnungen von [Hinz (2012)] der umfassende Nutzen einer Waldneuordnung bei durchschnittlichen Ausgangsverhältnissen bewertet werden. Günzelmann berechnete 2011 für den Kleinstprivatwald in Unterfranken eine jährliche nachhaltige Gesamtwertschöpfung von 2.200 Euro/Jahr/ha. Kapitalisiert man diesen Jahreswert mit 2,5 %, resultiert ein Vergleichswert zu den Kosten von 88.000 Euro/ha.

Die Herstellung der Grenzsicherheit ist nach [Hinz (2012)] neben der Erschließung die bedeutendste Verbesserung der Arbeits- und Produktionsbedingungen im Privatwald. Für die hiermit verbundenen Vermessungsarbeiten können unterschiedliche Methoden der terrestrischen Vermessung, der Punktfestlegung im Stereomodell und des Laserscanings eingesetzt werden.

In dieser Bachelorarbeit soll der theoretische und praktische Einsatz aller derzeit verfügbaren Vermessungstechniken in Deutschland untersucht und gegenübergestellt werden. Anhand des Pilotverfahrens „Unteres Trauntal“ in Rheinland-

Pfalz soll daraus ein Vorschlag für ein innovatives Vermessungsverfahren der Waldflurbereinigung in Rheinland-Pfalz abgeleitet werden.

### **Aufgabe:**

1. Der Stand der Forschung zur „Waldflurbereinigung (mit Schwerpunkt innovative Vermessungsverfahren für die Waldflurbereinigung)“ ist knapp darzustellen. Daraus sind konkrete Forschungsfragen für diese Arbeit abzuleiten.
2. Die Aufgaben und Verfahrensweisen der Waldflurbereinigung sind allgemein aus der Sicht der Forstwirtschaft und der Landentwicklung darzustellen.
3. Die in den Bundesländern Rheinland-Pfalz, Thüringen und Nordrhein-Westfalen eingesetzten sehr unterschiedlichen Vermessungsverfahren für alle in Frage kommenden vermessungstechnischen Aufgaben einer Waldflurbereinigung sind eingehend zu erläutern, synoptisch gegenüberzustellen und zu vergleichen.
4. Durch die Fortschritte der Technik ergeben sich ständig neue Ansätze der Lasertechnologie, die an dem Waldflurbereinigungsverfahren „Unteres Traental“ in geeigneter Weise vor Ort erprobt und diskutiert werden sollen. Hier soll der Schwerpunkt der Bachelorarbeit liegen.
5. In die Gesamtuntersuchung sind in geeigneter Weise die Vorschläge des Leitfadens zu Waldneuordnung „Waldneuordnung 2020“ [Redmann (2016)] einzubeziehen.
6. Aus der Erprobung und dem Vergleich der Vermessungstechnik und den weiteren eigenen Untersuchungsergebnissen sind Antworten auf die nach 1. gestellten Forschungsfragen zu formulieren und eigene Vorschläge zu innovativen Vermessungsverfahren für die Waldflurbereinigung abzuleiten.



Prof. Axel Lorig

Zeitpunkt der Ausgabe der Arbeit: 21. Mai 2018

Zeitpunkt der Abgabe der Arbeit: 30. Juli 2018

## **Kurzfassung**

Gegenstand dieser Bachelorarbeit ist, die innovativen Vermessungsverfahren für die Waldflurbereinigung herauszuarbeiten.

Zunächst werden die Aufgaben und Verfahrensweisen der Waldflurbereinigung aus der Sicht der Forstwirtschaft und der Landentwicklung allgemein dargestellt.

Danach werden die unterschiedlichen Vermessungsarbeiten in den Bundesländern Rheinland-Pfalz, Thüringen und Nordrhein-Westfalen erläutert, gegenübergestellt und verglichen.

In dem vereinfachten Flurbereinigungsverfahren Unteres Trauntal werden innovative Vermessungsverfahren vor Ort untersucht und diskutiert. Zum einen werden mit DGM1-Daten aus Laserscanningbefliegungen Schummerungen abgeleitet und weiterverarbeitet. Zum anderen wird mit einer Drohnenbefliegung und einer Wegebefahrung eine weitere Möglichkeit der Auswertung untersucht.

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass die Waldflurbereinigung als Instrument eine wichtige Rolle bei der Landentwicklung spielt und die innovativen Vermessungsverfahren sind der richtige Schritt in der Entwicklung der Flurbereinigung. Mit dem Fortschritt der Technik ergeben sich neue Chancen, die Kosten der Waldflurbereinigung zu senken und den Arbeitsaufwand zu minimieren.

**Schlagwörter:** Bachelorarbeit, Waldflurbereinigung, innovative Vermessungsverfahren, Laserscanning, Schummerung, Drohne, Videobefahrung

## **Abstract**

This bachelor thesis describes the innovative surveying methods for forest land consolidation.

At the beginning, the tasks and procedures of forest land consolidation from the perspective of forestry and land development are generally presented.

Then the different surveying work in the federal states of Rhineland-Palatinate, Thuringia and North Rhine-Westphalia are explained, faced and compared.

In the simplified land consolidation procedure Unteres Trauntal, innovative surveying methods are examined and discussed on site. On the one hand, hillshades are derived and further processed with DGM1 data from laser scanning arial surveys. On the other hand, further possibilities of evaluation are examined with a drone flight and a track inspection.

Basically, it should be noted that forest land consolidation as an instrument plays an important role in land development. The innovative surveying methods are the right step in the development of land consolidation. With the advancement of technology, new opportunities arise to reduce the costs and to minimize the amount of work of forest land consolidation.

**Keywords:** bachelor thesis, forest land consolidation, innovative surveying, laser scanning, hillshading, drone, video inspection

## Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit

Innovative Vermessungsverfahren für die Waldflurbereinigung

selbständig ohne fremde Hilfe angefertigt habe. Ich habe nur die in der Arbeit ausdrücklich benannten Quellen und Hilfsmittel benutzt. Wörtlich oder sinngemäß übernommenes Gedankengut habe ich als solches kenntlich gemacht.

---

Ort, Datum

---

Unterschrift

## Vorwort

Die gesamte Fläche Europas besteht anteilsweise aus 45 % Waldfläche. Die deutschen Wälder gehören, obwohl nur etwa 32% Gesamtfläche Deutschlands mit Wäldern bedeckt sind, zu den größten in Europa. Trotz einer intensiven wirtschaftlichen Nutzung hat die Waldfläche, dank einer nachhaltigen Bewirtschaftung, seit dem 2. Weltkrieg stetig zugenommen. Eine Grundlage für die Entwicklung der letzten 50 Jahre ist das Bundeswaldgesetz.

Zum einen besteht die Chance, im eigenen Land den Holzbedarf für die meisten Produktgruppen zu decken. Zum anderen aber auch die Verpflichtung, dies möglichst umweltfreundlich zu tun. Begonnen in der Waldwirtschaft, über die Betriebe der Holz-, Säge-, Papierindustrie bis hin zu zahlreichen Tischler- und Schreinerbetrieben, dem Holzbau oder auch in der Bioenergie wird heute vielen Menschen ein teilweise moderner und zukunftsfähiger Arbeitsplatz geboten.

Zur Spitze gehören die deutschen Wälder jedenfalls europaweit im Bereich der Kohlenstoffvorräte. Dieser hohe Wert kommt in Deutschland durch die höheren Erntealter im Vergleich mit anderen Wirtschaftswäldern in Europa zu Stande. Jedes Holzprodukt speichert über seine gesamte Lebensdauer den Kohlenstoff des Treibhausgases Kohlendioxid. So bindet ein Dachstuhl beispielsweise mehrere hundert Jahre das klimaschädliche CO<sub>2</sub>.

Durch die nachhaltige und naturnahe Bewirtschaftung in unseren Wäldern ist die Artenvielfalt viel größer als in nicht bewirtschafteten Wäldern. So finden sich in den sonst dunklen Wäldern durch die Waldpflege auch stellenweise belichtete Flächen, die ökologische Nischen und vielfältige Strukturen schaffen.

Vorbildlich zeigt die Holzindustrie, dass scheinbare Abfallprodukte auch anderweitig verwendet werden können. Als Nebenprodukt produzieren Unternehmen einen erheblichen Anteil des Ökostroms aus fester Biomasse, beispielsweise aus der überschüssigen Baumrinde.

Der Wald bietet nicht nur Lebensraum für Flora und Fauna, sondern auch für den Menschen. Er bietet allerdings auch noch viele weitere Funktionen, wie beispielsweise Entspannung und Ruhe für Menschen aus naturarmen Regionen. Erlebnis- und Lernraum bietet der Wald nicht nur für Kinder, sondern auch für Erwachsene. So laden auch un-



endliche Waldwege Millionen Menschen zum täglichen Besuch im Wald ein. Mountainbiker, Wanderer und andere Freizeitaktivisten vergnügen sich tagtäglich im Bereich der Wälder.

Um diese Vielzahl von Funktionen, die auf der gleichen Fläche Wald wahrgenommen werden können, auf Dauer in Zusammenhang mit unserer Landeskultur zu schützen und zu pflegen, müssen die Funktionen des Waldes aufeinander abgestimmt und Mängel beseitigt werden. Nur auf diese Weise kann das System weiter gelingen. Um dies in die Tat umsetzen zu können, werden Verfahren benötigt, die zweckmäßig und zielorientiert den Wald in seinen Funktionen sichern, wiederherstellen und weiterentwickeln.

# Inhaltsverzeichnis

Aufgabenstellung .....	II
Kurzfassung.....	IV
Abstract .....	V
Eidesstattliche Erklärung .....	VI
Vorwort.....	VII
Inhaltsverzeichnis .....	IX
Abkürzungsverzeichnis.....	XI
Abbildungsverzeichnis.....	XIV
Tabellenverzeichnis .....	XVIII
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1 Problemstellung .....	1
1.2 Stand der Forschung.....	1
1.3 Forschungsfragen .....	2
<b>2 Allgemeine Sicht der Forstwirtschaft und Landentwicklung zu Aufgaben     und Verfahrensweisen der Waldflurbereinigung .....</b>	<b>3</b>
2.1 Forstwirtschaft .....	3
2.2 Landentwicklung.....	10
<b>3 Vergleich der eingesetzten Verfahren in Rheinland-Pfalz, Thüringen und     Nordrhein-Westfalen .....</b>	<b>16</b>
3.1 Rheinland-Pfalz .....	16
3.1.1 Verfahrensarten.....	16
3.1.2 Innovative Verfahren .....	18

3.2	Thüringen.....	37
3.2.1	Verfahrensarten.....	37
3.2.2	Innovative Verfahren .....	38
3.3	Nordrhein-Westfalen .....	41
3.3.1	Verfahrensarten.....	41
3.3.2	Innovative Verfahren .....	41
3.4	Gegenüberstellung .....	50
3.4.1	Verfahrensarten.....	50
3.4.2	Innovative Verfahren .....	50
<b>4</b>	<b>Waldflurbereinigungsverfahren „Unteres Traental“ .....</b>	<b>52</b>
4.1	Verfahrensdaten .....	52
4.2	Leitfaden zur Waldneuordnung .....	60
4.3	Innovative Vermessungsverfahren .....	70
4.3.1	Grundlagen .....	71
4.3.2	Verarbeitungsmöglichkeiten Laserdaten .....	75
4.3.3	Drohnenbefliegung.....	87
4.3.4	Wegebefahrung.....	92
4.3.5	Beurteilung.....	97
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>99</b>
<b>6</b>	<b>Fazit.....</b>	<b>102</b>
<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>103</b>

## Abkürzungsverzeichnis

ALB	Automatisierten Liegenschaftsbuch
ALF	Amt für Landentwicklung und Flurneuordnung
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
ALKIS-OK DGM	ALKIS-Objektartenkatalog für digitale Geländemodelle
ALS	Airborne Laser Scanning
AP	Aufnahmepunkt
ATKIS	Amtlichen Topografischen-Kartografischen Informationssystem
BWaldG	Bundeswaldgesetz
BWI	Bundeswaldinventur
DaBaG	Datenbankgrundbuch
DAVID	Digitalisierung, Aufbereitung und Verbesserung inhomogener Daten
DGM	Digitales Geländemodell
DGM1	Digitales Geländemodell - Rasterweite 1m
DGM5	Digitales Geländemodell - Rasterweite 5m
DLR	Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum
DOM	Digitales Oberflächenmodell
DVOzVermKatG NRW	Verordnung zur Durchführung des Gesetzes über die Landesvermessung und das Liegenschaftskataster
FlurbG	Flurbereinigungsgesetz
FNR	Fachagentur Nachwachsender Rohstoffe
GeoInfoDok	Modellierung der Geoinformationen
GNSS	Globales Navigationssatellitensystem
GRIBS	GRaphische Informations- und BearbeitungsSystem
GST	Genauigkeitsstufe

ha	Hektar
ibR	Ingenieurbüro Riemer
INS	inertiales Navigationssystem
IR	Infrarot
LDL	Landesweite Dienstleistungen im Liegenschaftskataster
LEFIS	Landentwicklungsfachinformationssystem
LIDAR	Light Detection and Ranging
Lkw	Lastkraftwagen
LPG	Laserpunkte Gelände
LPO	Laserpunkte Objekte
LVerGeo	Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation
LWaldG	Landeswaldgesetz Rheinland-Pfalz
MLS	Mobile Laser Scanning
MULEF	Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung und Forsten
NAS	Normbasierte Austauschschnittstelle
NHN	Normalhöhenull
ÖbVI	Öffentlich bestellter Vermessungsingenieur
PU	Projektbezogene Untersuchung
PuDig	Punktfestlegung durch Digitalisierung
QGIS	Quantum GIS
RLW	Richtlinie zum ländlichen Wegebau
SAPOS	Satellitenpositionierungsdienst der deutschen Landesvermessung
SL	Standardabweichung Lage
ThürWaldG	Thüringer Waldgesetz
TZ	Technische Zentralstelle

UAV	unmanned aerial vehicle
VermKA	Vermessungs- und Katasteramt
VermKV	Vermessungs- und Katasterverwaltung
WFS	WebFeatureService
ZS	zulässige Streckenabweichung
ZusArbErl FlurbG	Zusammenarbeitserlass Flurbereinigung
ZusVermFlurb	Zusammenarbeit der Vermessungs- und Katasterbehörden und der Flurbereinigungsbehörden in Bodenordnungsverfahren

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-1: Bsp. 1 unklare Eigentumsstruktur und Auffindbarkeit der Katastergrenze in der Örtlichkeit aus dem Verfahren Hinterhausen - Budesheim (Schumann, 2017).....	4
Abb. 2-2: Bsp. 2 unklare Eigentumsstruktur und Auffindbarkeit der Katastergrenze in der Örtlichkeit aus dem Verfahren Hinterhausen - Budesheim (Schumann, 2017).....	5
Abb. 2-3: Bsp. 3 unklare Eigentumsstruktur und Auffindbarkeit der Katastergrenze in der Örtlichkeit aus dem Verfahren Hinterhausen - Budesheim (Hack, Vicktorius, 2016).....	5
Abb. 2-4: Kartenauszug der neuen Zufahrt (Vicktorius, 2009).....	6
Abb. 2-5 und Abb. 2-6: Bilder der neuen Zufahrt und des Gefahrenpunktes (Vicktorius, 2009).....	6
Abb. 2-7 und Abb. 2-8: Zustand vor und nach dem Verfahren Irrhausen (MLWF, 1988/89).....	7
Abb. 2-9 und Abb. 2-10: Beispiel Waldorf-Gönnersdorf vorher und nachher (Stumpf, 1989).....	11
Abb. 2-11: Erkundung der Wegetrasse vor dem Ausbau (Baadte, 2017).....	12
Abb. 2-12: Weg im Ausbau Juli 2011 (Baadte, 2017).....	12
Abb. 2-13: Weg nach Fertigstellung Herbst 2011 (Baadte, 2017).....	12
Abb. 3-1 und Abb. 3-2: Grundstückssituation vor und nach der Waldflurbereinigung Daleiden (MLWF, 1988/89).....	17
Abb. 3-3: Skizze für die Abgrenzung eines Verfahrensgebietes (Bottler, 2002).....	20
Abb. 3-4: Skizze für die Abgrenzung des Verfahrensgebietes (Schmitt, 2002).....	21
Abb. 3-5: Skizze für die zweckmäßige Abgrenzung des Verfahrensgebietes an einem Wirtschaftsweg (Lorig, 2004).....	21
Abb. 3-6: Skizze für die die zweckmäßige Abgrenzung des Verfahrensgebietes durch die Sonderung einer Waldfläche (Lorig, 2004).....	22
Abb. 3-7: Skizze für die zweckmäßige Abgrenzung des Verfahrensgebietes an einer Eisenbahnstrecke (Lorig, 2004).....	22

Abb. 3-8: Skizze für die zweckmäßige Abgrenzung des Verfahrensgebietes entlang eines Gewässers (Lorig, 2004).....	23
Abb. 3-9: Trennung von Flurbereinigungs- und Neumessungsgebiet (Dresen, 2014).....	25
Abb. 3-10: Legende aus der Karte zum Vermessungskonzept.....	26
Abb. 3-11: Signalisierungsmodell der geplanten Befliegung, sowie unvermarktete und abgemarkte Grenzen der Waldflurbereinigung Thalfröschen (Baadte, 2014).....	27
Abb. 3-12: Signale und Aufnahmepunkte mit temporären Sicherungspunkten (Baadte, 2014).....	28
Abb. 3-13: PuDig in der Örtlichkeit (Baadte 2014).....	29
Abb. 3-14: PuDig in der Örtlichkeit – Draufsicht (Baadte 2017).....	29
Abb. 3-15: Auszug aus der Karte mit der Grenzen und der Blockgrenzen (Schumacher, 1998).....	32
Abb. 3-16: Auszug aus der Karte mit den tatsächlich abgemarkten Grenzen (Schumacher, 1998).....	32
Abb. 3-17: Waldbilder aus der Legende zur Wertklassenkarte (Bromma, 2009).....	34
Abb. 3-18: Wertklassenkarte des Pilotverfahrens Mühlhausen 3 (Ausschnitt) (Bromma, 2009).....	34
Abb. 3-19: Orthophoto (Harnischfeger, 2016).....	40
Abb. 3-20: Auswertung der Wege in der Schummerung (Harnischfeger, 2016).....	40
Abb. 3-21: terrestrische Kontrollmessung (Harnischfeger, 2016).....	40
Abb. 3-22: Vergleich der Auswertung in der Schummerung und der terrestrischen Kontrollmessung (Harnischfeger, 2016).....	40
Abb. 3-23: Weitestgehender Verzicht auf Abmarkung (Pawig, 2008).....	43
Abb. 3-24: Auswertergebnis MLS von TopScan Gesellschaft zu Erfassung topografischer Informationen Rheine (Heitze, Malzer, Willmes, 2016).....	45
Abb. 3-25: Örtliche Befahrung MLS (Heitze, Malzer, Willmes, 2016).....	46
Abb. 3-26: Darstellung von Kontroll- und Passpunkten in der Punktwolke von TopScan Gesellschaft zu Erfassung topografischer Informationen Rheine (Heitze, Malzer, Willmes, 2016).....	46
Abb. 3-27: Vergleichsbestimmung Wegeabschnitte (Heitze, Malzer, Willmes, 2016).....	47
Abb. 3-28: Überprüfung markanter Punkte (Heitze, Malzer, Willmes, 2016).....	47
Abb. 3-29: 2,5D Darstellung aus MLS-Daten am Beispiel Wegekreuz (Heitze, Malzer, Willmes, 2016).....	48



Abb. 3-30: Zusammengeführte ALS- und MLS-Daten am Beispiel Wegekrenz (Heitze, Malzer, Willmes, 2016).....	48
Abb. 4-1: Verfahrensgebietskarte "Unteres Trauntal" .....	52
Abb. 4-2: Karte zum Vermessungskonzept Unteres Trauntal.....	54
Abb. 4-3: Zersplitterung der Eigentumsverhältnisse im Waldflurbereinigungsverfahren „Unteres Trauntal" .....	56
Abb. 4-4: signalisierte Grenzpunkte.....	57
Abb. 4-5: Polygonzugmessung.....	58
Abb. 4-6: Übersichtskarte mit ländlichem Verbindungswegenetz.....	59
Abb. 4-7: Plan über die gemeinschaftlichen und öffentlichen Anlagen.....	60
Abb. 4-8: Bodeninformation vom geologischen Landesamt (Redmann et al., 2016) ....	63
Abb. 4-9: Himmelsrichtung (Redmann et al., 2016).....	63
Abb. 4-10: Hangneigung (Redmann et al., 2016).....	63
Abb. 4-11: Geländebehang (Redmann et al., 2016).....	63
Abb. 4-12: Ortstermin Wertermittlung .....	63
Abb. 4-13: Beispiel Visualisierung "Waldneuordnung 2020" (Redmann, Wippel, 2012).....	66
Abb. 4-14: Katasterkarte mit Aufnahmen aus der Kreuzbefliegung.....	70
Abb. 4-15: Katasterkarte mit Aufnahmen aus der Kreuzbefliegung als Grundlage für den Wege- und Gewässerplan.....	70
Abb. 4-16: Katasterkarte mit Schummerungskarte des LVermGeo .....	70
Abb. 4-17: Feinklassifizierung der LIDAR-Daten (Schürer, 2016).....	72
Abb. 4-18: Aufspaltung First Pulse - Last Pulse (Schürer, 2016).....	74
Abb. 4-19: Berechnungen der Schummerung mit unterschiedlicher Stellung der Lichtquelle.....	76
Abb. 4-20: Schummerung mit Beleuchtung aus 0° .....	77
Abb. 4-21: Schummerung mit Beleuchtung aus 90° .....	77
Abb. 4-22: Schummerung mit Beleuchtung aus 180° .....	77
Abb. 4-23: Schummerung mit Beleuchtung aus 270° .....	77
Abb. 4-24: Schummerung mit Beleuchtung aus 100° .....	78
Abb. 4-25: Schummerung mit Beleuchtung aus 200° .....	78
Abb. 4-26: Schummerung mit Beleuchtung aus 300° .....	78
Abb. 4-27: Schummerung mit Beleuchtung aus 45° .....	79
Abb. 4-28: Schummerung mit Beleuchtung aus 135° .....	79

Abb. 4-29: Kontur des Geländemodells in 0,5 m Höhenlinien.....	80
Abb. 4-30: Kontur des Geländemodells in 0,25 m Höhenlinien.....	80
Abb. 4-31: Kontur des Geländemodells in 0,1 m Höhenlinien.....	80
Abb. 4-32: Höhenpunkte mit Schummerungskarte .....	81
Abb. 4-33: Höhenpunkte mit Grenzziehung aus Höhenlinien .....	81
Abb. 4-34: Digitalisierung auf Grundlage der Höhenlinien in QGIS mit den Daten aus GRIBS mit Bildern der Wegebefahrung aus Süden.....	82
Abb. 4-35: Charakterisierung der Höhenlinien.....	83
Abb. 4-36 und Abb. 4-37: Steillichtschummerung 135° bzw. 45°.....	84
Abb. 4-38 und Abb. 4-39: Böschungsschummerung 135° bzw. 45° .....	84
Abb. 4-40: Geländeanalyse Neigung.....	85
Abb. 4-41: Geländeanalyse Perspektive .....	85
Abb. 4-42: Geländeanalyse Relief.....	85
Abb. 4-43: Geländeanalyse Rauigkeitsindex.....	85
Abb. 4-44: Luftbildaufnahme im südlichen Wegebereich.....	88
Abb. 4-45 und Abb. 4-46: Luftbildaufnahme des Weges mit dichtem Bewuchs.....	88
Abb. 4-47: Luftbildaufnahme am nördlichen Abschluss des Weges .....	88
Abb. 4-48: Aufnahme vor dem Vorwegausbau .....	89
Abb. 4-49: georeferenzierte Aufnahme .....	89
Abb. 4-50: Position der Drohne.....	92
Abb. 4-51: Befestigung der Drohne.....	92
Abb. 4-52: Ausweichsituation vor Ort.....	93
Abb. 4-53: Ausweichbewegung im GPS-Tracker .....	93
Abb. 4-54 und Abb. 4-55: Bestimmung von Sollkoordinaten mit 20 % bzw. 40 % zur Wegemitte (Pawig, 2008).....	94
Abb. 4-56: Übertragung der Kartensituation in die Örtlichkeit.....	96
Abb. 4-57: Vergleichssituation örtliche Vermessung mit Digitalisierung in Schummerungskarte .....	96

## Tabellenverzeichnis

Tab. 3-1 Meilensteine der Entwicklung in der Photogrammetrie.....	26
Tab. 3-2: Beschreibung und Quadratmeterpreis (Boden mit Bestand) der Wertklassen im Verfahren Mühlhausen 3 (Günzelmann, 2009) .....	35
Tab. 3-3: Gegenüberstellung der Verfahrensarten.....	50
Tab. 3-4: Gegenüberstellung der Innovativen Verfahren.....	51
Tab. 4-1: Information zur Genauigkeitsstufe der Punkte (GST) (LVermGeo Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz, 2018a).....	55
Tab. 4-2: Wegeklassen in der NavLog Unterteilung (Redmann et al., 2016).....	64
Tab. 4-3: Grundlagen, Anforderungen und Umsetzung der Waldbewertung (Redmann, Zehfuß, Meier, Kehayova, 2016).....	68
Tab. 4-4: Parameter der ESRI World-File für die Affintransformation (ESRI, 2018) .	90

# 1 Einleitung

## 1.1 Problemstellung

Die Klimadiskussion schreitet immer weiter voran und macht auch am Wald als Kohlenstoffsenke nicht halt. Durch Sturmschäden und Schadinsektenbefälle, die zunehmend in Waldgebieten auftraten, wird die Aufmerksamkeit immer wieder auf den Wald gelenkt. Am Holz und Clusterforst als standortgebundener Wirtschaftszweig hängen dauerhafte Arbeitsplätze im ländlichen Raum. Nicht zuletzt auch weil jeder Bundesbürger den Wald als Erholungsstätte schätzt. In seinen Beständen wird der Wald fortschreitend durch den Klimawandel bedroht und im Privatwald wird die Bewirtschaftung durch die Strukturmängel massiv behindert.

Das wirksamste Instrument um hier entgegenzuwirken ist die Waldflurbereinigung. Jedoch ist aus Kostengründen bei allen involvierten Flurbereinigungsbehörden ein Bemühen zu beobachten, die Außendienstkosten durch den Einsatz von neuer Technologie und die Arbeitsabläufe etwa durch vorgezogenen Wegebau zu minimieren. (Thomas, 2012).

## 1.2 Stand der Forschung

Nick (2008) zeigte neue Ansätze der Waldflurbereinigung mit einem zweiten Modell, in dem der Wegebau vorgezogen und die Neugestaltung nachgezogen wird.

Pawig (2009) stellt Überlegungen zu Kosteneinsparungen in der Waldflurbereinigung an, die durch Optimierung der Verfahrensschritte, Vereinfachungen in der Vermessung und Veränderungen des Boden- und Bestandesbewertungsverfahrens erreicht werden kann.

Harnischfeger (2014) zeigte zum einen die Wirkung der gemeinsamen Waldbewirtschaftung und zum anderen die Anwendung der Analyse von klassifizierten Laserscandaten zur Identifizierung von Waldwegen.

Baadte (2014) zeigt die Vorgehensweise von PuDig in der Örtlichkeit in einem Waldflurbereinigungsverfahren und zudem mittels eines Signalisierungsmodells die Möglichkeit von vermarkten und unvermarkten Grenzpunkten.

Heitze, Malzer, Willmes (2016) berichten über den Einsatz von moderner Technologie in der Flurbereinigung zur Lagebestimmung der Wege, Gewässer, Nutzungsarten und Topographie.

### **1.3 Forschungsfragen**

Diese Arbeit beschäftigt sich im Wesentlichen mit den folgenden vier Forschungsfragen:

- Was sind die Unterschiede und Gemeinsamkeiten der innovativen Vermessungsverfahren für die Waldflurbereinigung?
- Welche Potentiale bieten die innovativen Vermessungsverfahren für die Waldflurbereinigung, in punkto Kosten, Personaleinsatz und Zeitfaktor?
- Kann eine terrestrische Messung durch innovative Verfahren, wie Laserscanning, Drohnenbefliegung etc. wirtschaftlicher erfolgen?
- Sind dauerhafte Abmarkungen, Schlagsteine oder Granitsteine zweckmäßig, im Hinblick auf Auffindbarkeit, Erhalt und Wirtschaftlichkeit beim Einbringen in der Waldflurbereinigung?

## **2 Allgemeine Sicht der Forstwirtschaft und Landentwicklung zu Aufgaben und Verfahrensweisen der Waldflurbereinigung**

Hinz (2012) fragte im Februar 2011 in den 13 Flächenländern die Flurbereinigungsverwaltungen um Einschätzung aus der Sicht der Ministerien zur Waldflurbereinigung im jeweiligen Bundesland ab. Diese Ergebnisse verglich sie mit den Ergebnissen einer Studienarbeit zum Thema „Umfang und Bedeutung der Waldflurbereinigung in Deutschland“ (Lünenschloß 2008). Sie kam zu dem Ergebnis, dass sich zwischen 2008 und 2011 die Bedeutung der Waldflurbereinigung in den Bundesländern nicht verändert hat.

Die Schriftenreihe des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten zeigt mit dem Sonderheft Waldflurbereinigung, dass ein Zusammenwirken der Flurbereinigungsbehörde mit anderen Behörden, insbesondere der Forstbehörde, der forstwirtschaftlichen Berufsvertretung und den forstlichen Sachverständigen unabdingbar ist (Arbeitsgemeinschaft Flurbereinigung (ArgeFlurb), 1985).

Aus Sicht der Landesforstverwaltung und der Landentwicklung wird die Bedeutung der Neuordnung von Waldflächen in Rheinland-Pfalz als sehr hoch angesehen.

### **2.1 Forstwirtschaft**

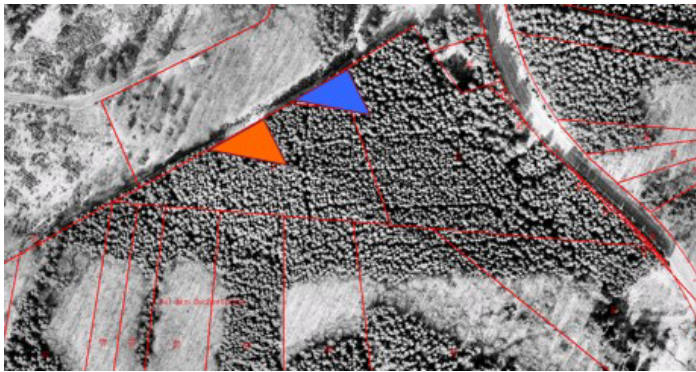
Um die allgemeine Sicht der Forstwirtschaft in Bezug auf die Aufgaben und Verfahrensweisen in der Waldflurbereinigung zu erfahren, wurde mit den Forstamtsleitern der Forstämter Birkenfeld Herr Graf von Plettenberg und Kusel Frau Kleinhempel das Gespräch gesucht. Im Forstamt Kusel war bei diesem Gespräch der Büroleiter Herr Pfaff ebenfalls anwesend.

Die Forstämter haben nach § 31 Landeswaldgesetz Rheinland-Pfalz (LWaldG) den Privatwald und die forstwirtschaftlichen Zusammenschlüsse durch kostenfreie Beratung zu fördern. Eine fallweise oder ständige Mitwirkung des Forstamtes bei der Waldbewirtschaftung ist allerdings gebührenpflichtig.

Grundsätzlich ist zu sagen, dass das wichtigste die Infrastruktur, sowohl im Wald aber auch im Anschluss ist. Um die strukturellen Nachteile zu beheben, werden befestigte Wege benötigt, die einen ganzjährigen Holzabtransport durch Lkw gewährleisten, da

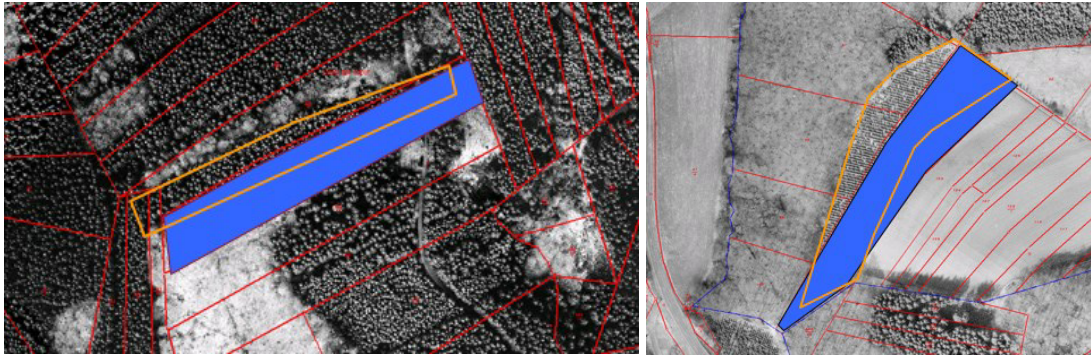
die kleinste Verkaufseinheit ein Lkw ist. Weitere Struktur­mängel, die im Wald zu beheben sind, sind beispielsweise die Zusammenlegung des Grundbesitzes und die Formverbesserung der Flurstücke. Auf diese Minderung der Struktur­nachteile und für die Schaffung von Voraussetzungen für eine Produktionssteigerung wies bereits Schwaiger (Bayrisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 1982) auf einer Tagung zum Thema Waldflurbereinigung in Ansbach hin.

Ein weiteres Problem stellt sich in der teilweise unklaren Eigentumsstruktur und auch bei der Auffindbarkeit der Katastergrenze in der Örtlichkeit. Diese Gegebenheiten sind in den nachfolgenden drei Beispielen aus dem Verfahren Hinterhausen – Budesheim von Schumann (2017) beim Fachbezogenen Verwaltungsseminar vorgestellt worden.



- = Lage des Flurstücks gemäß Katasternachweis
- = Lage der tatsächlich genutzten Fläche

Abb. 2-1: Bsp. 1 unklare Eigentumsstruktur und Auffindbarkeit der Katastergrenze in der Örtlichkeit aus dem Verfahren Hinterhausen - Budesheim (Schumann, 2017)



- = Lage des Flurstücks gemäß Katasternachweis
- = Lage der tatsächlich genutzten Fläche

Abb. 2-2: Bsp. 2 unklare Eigentumsstruktur und Auffindbarkeit der Katastergrenze in der Örtlichkeit aus dem Verfahren Hinterhausen - Budesheim (Schumann, 2017)

Abb. 2-3: Bsp. 3 unklare Eigentumsstruktur und Auffindbarkeit der Katastergrenze in der Örtlichkeit aus dem Verfahren Hinterhausen - Budesheim (Hack, Viktorius, 2016)

In der Waldflurbereinigung würde ein enorm hohes Potential liegen, was auch aus der Bundeswaldinventur hervorgeht, die im Privatwald 1,5 Millionen m<sup>3</sup> Holz inklusive Nadelholz festgestellt hat. Allerdings ist dies auch abhängig von vorhandenen Bewirtschaftern im Privatwald und dem Interesse der Bewirtschafter. Die Mobilisierung von Holz sollte nur da umgesetzt werden, wo es Sinn macht.

Die dritte Bundeswaldinventur (BWI) ((MULEF , 2014a) zeigt, dass sich Rheinland-Pfalz mit 42,3 Prozent bewaldeter Fläche im Bundesgebiet weiterhin an der Spitze befindet. Die BWI präsentiert weiterhin, dass sich der Wald mit einem Anteil von 46,1 Prozent überwiegend in kommunaler Hand befindet (26,7 % Privatwald, 25,6 % Staatswald, 1,6 % Staatswald des Bundes). Die BWI ist eine gesetzlich vorgeschriebene Stichprobeninventur über alle Waldeigentumsarten.

Aktuell zeigt sich auch ein Fichtenrückgang; dieser führt einen Waldumbau voran, hin zu naturnahen und klimastabilen Mischwäldern. Dies wurde noch beschleunigt durch die Orkanshäden von Kyrill (2007) und Xynthia (2010). Somit entstehen seit der letzten BWI mehr Mischwälder, in 89 % der Wälder mit mehreren Baumarten nebeneinander (+ 2 %) und in 69 % der Wälder mit mehreren Waldstockwerken übereinander (+ 31 %).



Der Wald dient durch die CO<sub>2</sub>-Speicherung in Bäumen und Holzprodukten auch als Klimaschützer. So sind beispielsweise in der oberirdischen Baumbiomasse 274 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> gebunden. Diesem steht ein jährlicher CO<sub>2</sub>-Ausstoß in Rheinland-Pfalz von 39 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> gegenüber. (MULEF, 2014b)

Da die Belegung der Waldflurbereinigung nur mit der Unterstützung von Landesforsten möglich ist, wird für die Wegebauförderung jährlich ein Zuwendungsvolumen von rund 700.000 Euro beigesteuert.

So konnten, wie von Vicktorius (2009) berichtet, in dem Verfahren Gerolstein-Lissing 3.670 laufende meter Wege befestigt werden und mit Zuwendungen von Finanzmitteln der Forstverwaltung in Höhe von 134.000 Euro bewilligt werden. Durch den Wegebau in der Waldflurbereinigung hat der Wald in Lissing eine ganz neue Bedeutung. Zudem konnte im Waldbereich mit der Enschärfung eines Gefahrenpunktes auch für den außerörtlichen Verkehr eine Verbesserung herbeigeführt werden.



Abb. 2-4: Kartenauszug der neuen Zufahrt (Vicktorius, 2009)

Abb. 2-5 und Abb. 2-6: Bilder der neuen Zufahrt und des Gefahrenpunktes (Vicktorius, 2009)

Mit der Unterstützung der strukturschwachen Regionen hat sich in diesem Bereich nach Vicktorius das Instrument Waldflurbereinigung zum Guten entwickelt und den wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Stellenwert stark gesteigert.

Zusätzlich unterstützt das jeweilige Forstamt bei der Entwicklung eines Wegekonzeptes im Flurbereinigungsverfahren. Der Anschluss an das öffentliche Verkehrsnetz stellt im Wald die Erschließungsstufe 1 der Walderschließung dar. In der Erschließungsstufe 2 wird durch die Basiserschließung das Verkehrsnetz im Wald benannt und in der Erschließungsstufe 3, der Feinerschließung, geht es um den

ressourcenschonenden Zugang zu den Waldflächen, die Nutzung des Holzes und den Transport aus dem Bestand.

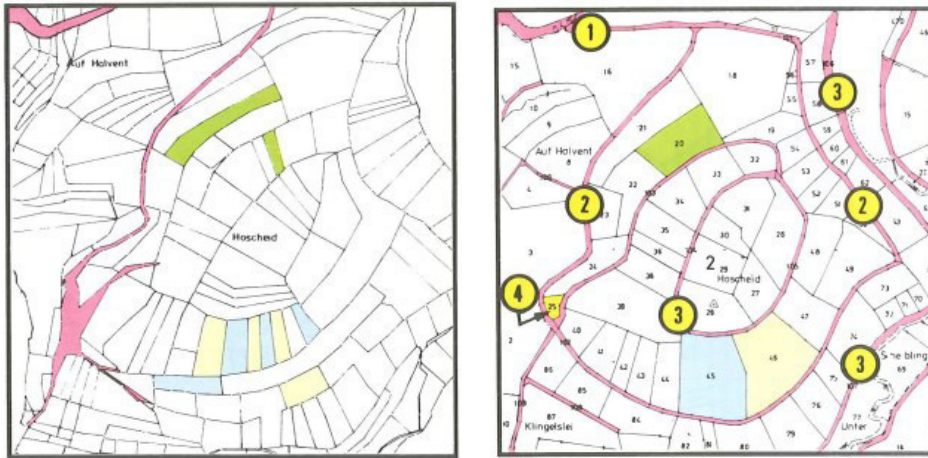


Abb. 2-7 und Abb. 2-8: Zustand vor und nach dem Verfahren Irrhausen (MLWF, 1988/89)

Schon in dem Verfahren Irrhausen (MLWF, 1988/89), das in den vorgehenden beiden Karten zu sehen ist, ist die Bedeutung des neuen Wegenetzes für die Waldbauern ersichtlich, die mit modernen Verfahren ihre zusammengelegten Waldgrundstücke bewirtschaften können. Hier wurde auch schon der Holzabfuhrweg an die Straße angeschlossen (1), ein Hauptabfuhrweg (2) ausgebaut und ein verdichtetes Wegenetz (3) als Basis für die forstlichen Arbeiten, für den Brandschutz und zum Erreichen der einzelnen Flurstücke, sowie ein Holzlagerplatz (4) geschaffen.

Aus der Sicht der Landesforst- und Landeskulturverwaltung zeigte Rumpf (1989) bereits Notwendigkeit und 10 Ziele der Waldflurbereinigung auf. Detaillierter ging er auf 2 konkrete Maßnahmen ein, „Wegemäßige Erschließung des Waldes“ und „Zusammenlegung und Formverbesserung der Waldgrundstücke“. Diese beiden wichtigsten Ziele von vor fast 30 Jahren stimmen mit den heutigen Zielen immernoch überein.

Zudem nannte Rumpf noch weitere Aspekte für die Fortsetzung der Waldflurbereinigung auf Grundlage damaliger Ergebnisse. Da die Waldflurbereinigung als Existenzsicherung für die zumeist land- und forstwirtschaftlichen Betriebe mit

Waldbesitz dienen kann, müsste die Waldflurbereinigung beschleunigt und vereinfacht werden.

Als weitere wichtige Maßnahme nannte Rumpf, das Schaffen von Anreizen für die Aufforstung von aus der landwirtschaftlichen Nutzung ausscheidenden Flächen. So könnten Beihilfen für die Aufforstung dieser Flächen oder Zahlungen von Ausgleichszulagen eine Aufforstung zur Alternative machen.

In der Flurbereinigung Vinxtbachtal sollte das Instrument Waldflurbereinigung in übergreifender Zusammenarbeit mit der Forstverwaltung gezeigt werden (Löhr, 2014). Die Beseitigung der strukturellen Mängel im Verfahrensgebiet sollte zur Nutzbarmachung der Ressource Holz mit ganzjährig nutzbaren Hauptwirtschaftswegen und einer unbefestigten inneren Erschließung führen. Landespflegerisch sollten Entfichtungen in Bachnähe durchgeführt werden und ökologisch wertvolles Land in kommunales Eigentum überführt werden. Die erhebliche Bereinigung der öffentlichen Bücher und damit der Aktualisierung des Grundbuchs, Liegenschaftskatasters und der Datenbanken geschah als Nebeneffekt.

Anzumerken ist, dass der Ausbaustandard einzuhalten ist, um aus der bindenden Förderrichtlinie die Fördermittel der Forstverwaltung zu erhalten. Eventuelle Interpretationsmöglichkeiten der Förderrichtlinie sind mit der Forstverwaltung abzustimmen.

In seiner Festrede zum 50 jährigen Jubiläum des Waldbauvereins Birkenfeld, die auch im Heimatkalender des Landkreises Birkenfeld veröffentlicht wurde (Graf von Plettenberg, 2012), zitierte Graf von Plettenberg aus der Rede von Staatsminister Meyer vom 2. Mai 1983:

„Zum Thema Flurbereinigung:

„... In der landwirtschaftlichen Flurbereinigung konnten Sie – gerade in Ihrem Bereich – bedeutende Erfolge verzeichnen; in der Waldflurbereinigung sind wir noch nicht ganz so weit. Deshalb habe ich vor etwas mehr als 3 Jahren – erstmalig im Bundesgebiet – die flurbereinigungsbedürftigen Waldflächen erfassen lassen.

In Zusammenarbeit zwischen der Landesforstverwaltung und der Landeskulturverwaltung wurde damals festgestellt, dass in Rheinland-Pfalz nach der Flurbereinigung von 16.000 ha noch weitere 89.000 ha für die Waldflurbereinigung anstehen; in der Zwischenzeit sind fast 5.000 ha Privatwald zum Besitzübergang

gebracht und weitere 7.000 ha stehen vor der Übertragung. Die Ergebnisse dieser erstmaligen Erfassung im Bundesgebiet haben mich veranlasst, den beiden betroffenen Abteilungen meines Hauses den Auftrag zu erteilen, ein Konzept für eine an der Forstpolitik des Landes orientierte zielstrebige Waldflurbereinigung zu erarbeiten ...“

Daraufhin versucht Graf von Plettenberg mehrere Gründe zu finden, warum das so lange gedauert hat.

Diese sieht er zum einen darin, dass landwirtschaftliche Flächen in der Flurbereinigung Vorrang hatten und die knappen Ressourcen gebunden haben. Des Weiteren nannte er lokale Widerstände bei den Waldbauern, die fürchteten Teile ihrer gepflegten Bestände in einem Verfahren zu verlieren. Der Rohstoff Holz war noch nicht groß genug in der finanziellen Wertschätzung. Der letzte Punkt waren die Waldbesitzer, die mit ihren „Minischleppern“ ihre Parzelle selbst bewirtschaften konnten, obwohl diese mit ihrem Zuschnitt nicht am Gefälle orientiert war.

Mit dem Wegfall der meisten Gründe oder deren starker Relativierung und einer fortschreitenden Mechanisierung der Holzernte durch Harvester und Forwarder, welche zwingend einen Zuschnitt mit einer Orientierung am stärksten Gefälle erfordern, sieht er zuversichtlich die Waldflurbereinigung in seinem Zuständigkeitsgebiet auf einem guten Weg, wenn alle beteiligten Stellen und Personen weiter durchhalten .

Durch die Flurbereinigung können mit der Zusammenlegung von Eigentumsflächen auch Eigenjagdbezirke gebildet werden, wenn eine zusammenhängende Fläche von mindestens 75 ha erreicht wird. Dass diese Situation bekannt ist, sieht man auch schon an der Schriftenreihe des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, die ein Sonderheft zum Thema Flurbereinigung und Wild veröffentlichte (Arbeitsgemeinschaft Flurbereinigung (ArgeFlurb), 1983). So wiesen beide Forstämter auch auf die Gegebenheiten hin, den Erfordernissen des Jagdwesens Rechnung zu tragen.

## 2.2 Landentwicklung

Die Leitlinien Landentwicklung und Ländliche Bodenordnung (MWVLW Ministerium für Wirtschaft Verkehr und Weinbau Rheinland-Pfalz, 2006) legen bereits die Grundlage Waldflächen zu ordnen, zu erschließen und nachhaltig zu entwickeln. Die Leitlinien geben die Neuordnung von Privatwaldflächen 15% im Zusammenhang mit dem Gesamtvolumen von eingeleiteten Flurbereinigungsverfahren vor. Im Zuge der Waldflurbereinigung soll für den Bereich der Eifel und der Westpfalz die Erstbereinigung der (Privat-) Waldflächen die regionale Energieerzeugung und Rohstoffproduktion unterstützen.

Dies betont auch Thiemann (2016) damit, dass die Waldflurbereinigung als ein Baustein der Energiewende anzusehen ist. Seine Aussagen unterstreicht er mit Prognosen bzw. Szenarien, wonach Holz im Endausbauzustand in den 2050-er Jahren einen Anteil von 5 % an der Strom- und 20 % an der Wärmeerzeugung haben soll. Durch die Reaktivierung der Waldflurbereinigung seit etwa 10 Jahren wird dies umgesetzt.

In der Fortschreibung der Leitlinien von der Arge Landentwicklung von 1997 (Bund - Länder - Arbeitsgemeinschaft Nachhaltige Landentwicklung, 2011) ist weiterhin festgeschrieben, die Forstwirtschaft zu unterstützen, Waldflächen zu ordnen und zu erschließen. Diese Fortschreibung hebt das Instrument der Waldflurbereinigung hervor, da dieses Instrument am wirkvollsten geeignet ist, um eine nachhaltige Waldwirtschaft mit bedarfsgerechter Erschließung, geordneter Eigentumsstruktur und die Auflösung von vorhandenen Nutzungskonflikten zu gewährleisten.

Diese Gegebenheiten zeigen sich auch schon in den Besitzstands- und Erschließungsbeispielen der Waldflurbereinigung Waldorf-Gönnersdorf (Stumpf, 1989). Hier zeigen uns die Beispiele, dass in der Waldflurbereinigung die bestmögliche Lösung bei der Grundstücksform, Entflechtung, Arrondierung und Erschließung erzielt wurde.

Durch Begradigung der Grenzen sind die Flurstücke für die Besitzer besser auffindbar. Mit der Arrondierung zu weniger Besitzstücken und der einhergehenden Entflechtung der Staats-, Körperschafts- und Privatwaldflächen konnten gute Ergebnisse erzielt werden.

So konnte durch die Herstellung von Wegen und der Verbreiterung des Hauptwirtschaftsweges ein wirtschaftlicher Maschineneinsatz gewährleistet werden, infolge dessen sich die Bringungskosten verringern.

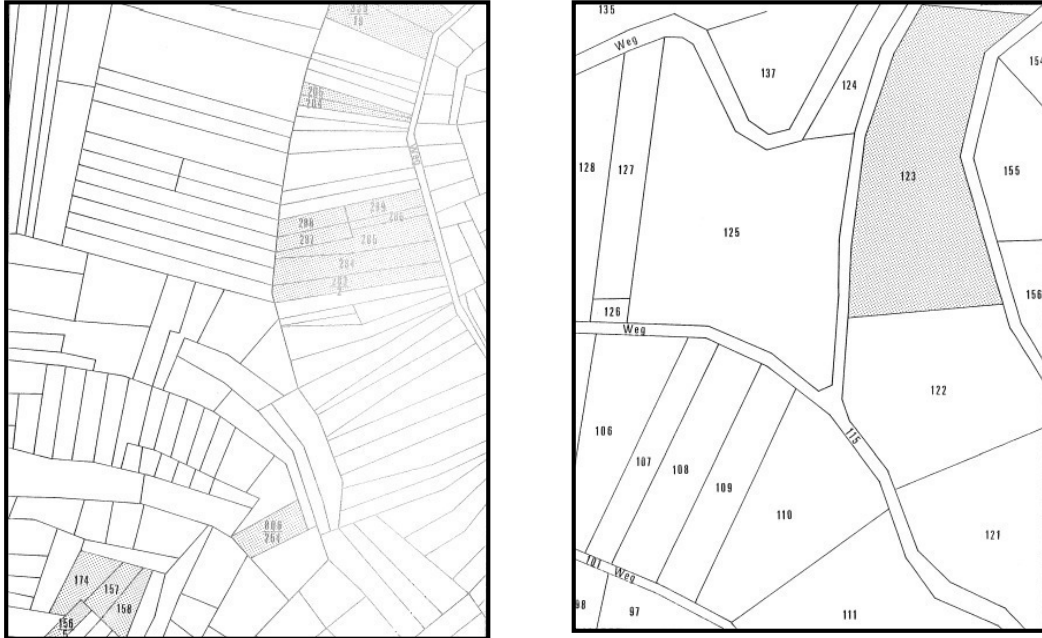


Abb. 2-9 und Abb. 2-10: Beispiel Waldorf-Gönnersdorf vorher und nachher (Stumpf, 1989)

Welche Bandbreite die Waldflurbereitigung hat, sieht man auch in der weiteren Auflistung. Die Auflösung von Nutzungskonkurrenzen zwischen Ökonomie und Ökologie im Wald zu gewährleisten. Durch Ausweisen von Ausgleichsflächen im Bereich des Waldrandes zum Waldrandaufbau können Flächen geschaffen werden, die sich in Zukunft als Ökokontoflächen anrechnen lassen. Eine wirtschaftliche Nutzung ist durch Erschließungsmaßnahmen möglich und in der Waldflurbereinigung können wirtschaftlichere und besser nutzbare Grundstücksformen entstehen. Die Einsparung von Arbeitszeit bei der Pflege, Durchforstung und Umtrieb der Bestände werden durch neue Rücke- und Fahrwege sowie Holzlagerplätze ermöglicht.

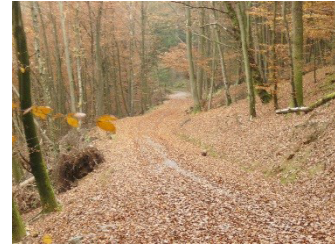


Abb. 2-11: Erkundung der Wegetrasse vor dem Ausbau (Baadte, 2017)

Abb. 2-12: Weg im Ausbau Juli 2011 (Baadte, 2017)

Abb. 2-13: Weg nach Fertigstellung Herbst 2011 (Baadte, 2017)

Durch diese Maßnahmen wird durch die Waldflurbereinigung, der Waldumbau unterstützt und gewährleistet mit der Entnahme von Holz die Verjüngung des Waldes und die weitere Kohlenstoffbildung. Dass Waldwege mit ihrer Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktion nicht nur zur Leistung des Waldes beitragen, sondern auch einen eigenen Lebensraum bieten, zeigte schon der Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten auf (AID, 1997).

Schumann (2011) beschreibt mit seinem Vortrag zum Thema „Waldflurbereinigung als Voraussetzung für eine klimawirksame Waldbewirtschaftung im Privatwald“ die Probleme der Holznutzung im Privatwald, mit fehlenden Holzlagerplätzen, Erschließungswegen und Lkw-fähigen Holzabfuhrwegen, sowie der Zersplitterung, nicht vorhandener Eigentumssicherheit und unzureichenden Flächen für die Waldbewirtschaftung. Als mögliche Lösungsansätze bietet er die Bodenordnung nach dem Flurbereinigungsgesetz und die Bildung forstwirtschaftlicher Zusammenschlüsse an.

Als Besonderheiten aus der Praxis, nach § 85 FlurG, der Waldflurbereinigung nennt Schumann, dass es bei Eigentumswechsel von Waldflurstücken soweit möglich Abfindung in Holzwerten für das aufstehende Holz geben soll. Eine Veränderung von geschlossenen Waldflächen die mehr als 3 ha betragen, bedarf der Zustimmung des Eigentümers oder der Forstaufsichtsbehörde. Genehmigt werden müssen jegliche Holzeinschläge während des Flurbereinigungsverfahrens. Die Grundsätze der Waldwertrechnung sind für die Holzbestandswertermittlung anzuwenden.

Für die Verfahrensbearbeitung nennt Schumann weitere Besonderheiten. Zum einen dass der Bodenwert keine große Bedeutung hat, zum anderen dass der Wegeausbau für die Holzabfuhrwege möglichst frühzeitig stattfinden soll. Desweiteren gibt er den

Hinweis, dass wenn Bestände nicht hiebreif sind, die Rückewege nicht zum endgültigen Zustand ausgebaut werden müssen, dennoch sollte eine Trassenfreistellung und Herstellung im Erdbau wegen der Pflegearbeiten erfolgen.

In Forstwirtschaftlichen Zusammenschlüssen nach § 15 Bundeswaldgesetz (BWaldG) sieht Schumann eine weitere Möglichkeit für die Waldeigentümer und zeigt dafür die drei gesetzlichen Möglichkeiten auf. Zum einen als Forstbetriebsgemeinschaft nach §16 BWaldG, die privatrechtliche Zusammenschlüsse von Grundbesitzern darstellen. Zum anderen Forstbetriebsverbände nach § 21 BWaldG, die als Körperschaft des öffentlichen Rechts die gleichen Ziele von § 16 BWaldG verfolgen. Die dritte Möglichkeit ist ein Zusammenschluss der ersten beiden Möglichkeiten zu einer Forstlichen Vereinigung nach § 37 BWaldG, mit den Zielen der Beratung, Aufbereitung und Vermarktung.

Zu diesen Zusammenschlüssen äußerte sich Bont (2011), bezugnehmend auf die immer größer werdenden Erbgemeinschaften und die Unübersichtlichkeit bei Eigentumsengeschäften im Waldbereich und sprach gar von „Erbgemeinschaften von Erbgemeinschaften“, für die eine Lösung gefunden werden muss. Ein Vorschlag aus seiner Sicht ist die „Zusammenlegung zur gemeinsamen Bewirtschaftung“. Wobei diese flächendeckende Gründung schon bei 50% der Fläche gegründet werden sollte und die Nichtstimmer zu den Ja-Stimmern zählen sollten. Durch diese Maßnahme würde seiner Ansicht nach eine Wegeerschließung in Etappen ermöglicht und die Vermessungs- und Neuzuteilungskosten wären minimierbar.

Da die Flurbereinigungsverfahren in bewaldeten Flächen durch den Aufwuchs und die unterschiedlichen Eigentumsverhältnisse aufwendiger sind als Flurbereinigungsverfahren in der offenen Feldlage, gibt es bereits seit Jahren Bestrebungen, die Waldflurbereinigung zu vereinfachen. Friedrich (1987) lieferte hierzu schon einen Diskussionsbeitrag zum Thema Waldflurbereinigung und sprach von damaligen 54 % Privatwaldflächen oder rd. 89.000 ha die bereinigungsbedürftig sind. Weiter stellte er erste Verbesserungsvorschläge für die einzelnen Arbeitsschritte eines Waldflurbereinigungsverfahrens vor.

In seinen Verbesserungsvorschlägen von der Wertermittlung des Waldbodens oder der Holzbestände, dem Wegenetz sowie der Freistellung und dem Ausbau, dem Planwunsch bis zum Flurbereinigungsplan und der Finanzierung wird deutlich, dass nur mit einem Zusammenwirken der Forst- und Flurbereinigungsverwaltung eine Verbesserung erreicht werden kann.



Schlussendlich sieht Friedrich aber auch ein Ziel in einer Erfolgskontrolle nach Abschluss der Flurbereinigung. Einfach dürften die finanziellen Unterstützungen nachzuweisen sein. Schwierig hingegen könnte hier werden, den Erfolg der Beratung nachzuweisen.

Bezug nehmend auf den Holzbestandsbeitrag in Waldflurbereinigungen äußert sich Wagner (1988) kritisch zum Beitrag von Friedrich. Auf Grund fehlender gesetzlicher Grundlage für den entschädigungslosen Wertabzug vom eingebrachten Aufwuchswert. Dennoch sieht er die angewandte Methode in Bezug auf den Landabzug als sinnvoll.

Staab (1990) stimmte Friedrich bezüglich seiner Verbesserungen der einzelnen Arbeitsabschnitte einer Waldflurbereinigung zu. Lediglich dem von Friedrich und Wagner in Betracht gezogenen entschädigungslosen „Holzbestandsbeitrag“ kann er nicht folgen, da dies aus seiner Sicht aus Kostengründen bei einer Waldflurbereinigung nicht mehr vertretbar wäre. Diese Stellung untermauert er anhand des Flurbereinigungsgesetzes und sieht abschließend den vorgeschlagenen entschädigungslosen „Holzbestandsbeitrag“ nicht im Einklang mit dem FlurbG und dem Sonderheft Waldflurbereinigung (Arbeitsgemeinschaft Flurbereinigung (ArgeFlurb), 1985).

Eine weitere Problemstellung stellte Schröder (2007) in der Waldzuteilung heraus. Zum einen sind die meisten Bürger für eine Einbeziehung des Waldes, wollen ihre alten Flurstücke allerdings behalten und nur neu vermessen haben. Gegen den Flurbereinigungsplan wurden ca. 90 Widersprüche eingelegt, indes richteten sich diese nicht gegen die Zusammenlegung, wie aus den Planwünschen, die größtenteils nur in alter Lage abgefunden werden wollten, zu vermuten wäre, sondern überwiegend gegen die Holzbewertung, welche für Laien unter Angaben des Bestockungsgrades und Ertragsklasse oft nur schwer nachvollziehbar war.

Diesbezüglich müsste eine Holzbewertung für die Eigentümer verständlicher sein.

Dass die Waldflurbereinigung eine hohe Wertschöpfung hat, zeigen die Bodenordnungsverfahren Hinterhausen/Büdesheim und Lissing (Hack, Vicktorius, 2016). So wurden nicht nur die Hauptziele mit der Strukturverbesserung der Land- und Forstwirtschaft, der Dorfinnerentwicklung und der Verbesserung der Gewässersituation im Verfahren Lissing erreicht, sondern auch Naturschutzziele im Naturschutzgebiet „Hundsachtal“ und dem Natura 2000-Gebiet „Gerolsteiner Kalkeifel konnten erreicht werden.

Mit der neuen Wertschätzung konnte ein Verfahren Hinterhausen/Büdesheim eingeleitet werden, was nur in Büdesheim in den 50-er Jahren noch gescheitert war. Hier konnte mit 47,4 km ausgebauten / neu angelegten Wegen wieder ein leistungsstarkes Wegenetz geschaffen werden, bei dem durch die Zusammenlegung der Flächen die Ziele der Holzmobilisierung, Senkung der Produktionskosten und Verbesserung der Arbeitssicherheit im Wald erreicht werden konnten. Zusätzlich konnte auch wieder Rechtssicherheit bei den Eigentumsgrenzen durch Abmarkung und dadurch Übereinstimmung von Koordinatenkatasternachweis und Örtlichkeit geschaffen werden.

Erste Schritte für Verbesserungen in Waldflurbereinigungsverfahren zeigen schon die bisherigen Entwicklungen, die bei dem Vergleich der drei Bundesländer unter Nummer 3 aufgezeigt werden.

### **3 Vergleich der eingesetzten Verfahren in Rheinland-Pfalz, Thüringen und Nordrhein-Westfalen**

Hinz (2012) schrieb, dass nur wenn die rechtlichen, planerischen und technischen Abläufe der Flurbereinigung so gut wie möglich auf einander abgestimmt sind, die höchst mögliche Wertschöpfung durch Flurbereinigung erreicht werden kann.

Rechtlich beginnt dies bereits bei der richtigen Wahl des Flurbereinigungsverfahrens nach dem Flurbereinigungs-gesetz, über die von Nick (2008) vorgestellte Zerlegung des Verfahrens zur Belebung der Waldflurbereinigung in einen vorgezogenen Wegeausbau und eine nachgezogene Neugestaltung (Modell 2). Bis hin zur richtigen Vermessungstechnischen Bearbeitung, durch frühzeitige Regelungen der kostenverursachenden Vermessung im Vermessungskonzept, sollen nach Schumann (2002) Regelungen für die Behandlung der Gebiets- und Neuvermessungsgrenze, des Vermessungstechnischen Raumbezuges, der Neuvermessung des Verfahrensgebietes und Absteckung der neuen Flurstücksgrenzen getroffen werden.

#### **3.1 Rheinland-Pfalz**

##### **3.1.1 Verfahrensarten**

Die bewährten Verfahren für die Waldflurbereinigung in Rheinland-Pfalz sind zum einen das klassische Flurbereinigungsverfahren nach § 1 FlurbG, oder was die Regel ist, das vereinfachte Verfahren nach § 86 Abs. 3 FlurbG, wenn man Henkes (1991 und 2006) folgen kann. Wobei Henkes (2013) ergänzt, dass „Reine“ Waldflurbereinigungsverfahren eher selten im Dienstbezirk des Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) Eifel durchgeführt wurden, jedoch über Freiwilligen Landtausch in Einzelfällen auch gute Ergebnisse erzielt wurden.

Zur „reinen Waldflurbereinigung“ äußerte sich allerdings auch schon Eixenberger und Reger bei einer Tagung zum Thema Waldflurbereinigung in Ansbach (Bayrisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 1982). Eixenberger sagte, dass die Waldflurbereinigung nur eine Flurbereinigung in einer Kulturart sei, ähnlich wie bei den Sonderkulturen Hopfen und Wein. Hier wurde herausgestellt, dass ein kombiniertes Verfahren zwischen Feld und Wald wohl eher der Idealfall ist, da hier

zusätzlich Ausgleichsmöglichkeiten für die Abfindungsansprüche in Feld und Wald geschaffen werden können.



Abb. 3-1 und Abb. 3-2: Grundstückssituation vor und nach der Waldflurbereinigung Daleiden (MLWF, 1988/89)

Bezug nehmend auf den Ablauf gibt es kaum einen Unterschied zu einem Flurbereinigungsverfahren im landwirtschaftlichen Bereich. Geregelt werden, durch die Einbeziehung der §§ 84 und 85 FlurbG, die den Besonderheiten der Waldflurbereinigung Rechnung tragen, die Anwendung der Waldwertrechnung und die Einbeziehung der Forstbehörde.

Mauerhof (2009) kam bei seinen neuen Kooperationsansätzen zwischen Waldentwicklung und Waldflurbereinigung nicht nur auf Waldbesitzverteilung und Holznutzungspotentiale zu sprechen, sondern ging auch auf die Bedeutung der Waldflurbereinigung ein. In diesem Zusammenhang nannte er auch den freiwilligen Landtausch nach § 103 a FlurbG als ein Instrument zur Eigentumsarrondierung, was derzeit noch zu selten im Wald Verwendung findet. Hierzu zeigte er ein Beispiel aus dem Freiwilligen Landtausch Ahrweiler. Des Weiteren nannte er noch das Verfahren Modell 2, das für den besonderen Zweck zur „Walderschließung im Rahmen der Waldflurbereinigung“, primär nach Verfahrensanordnung ein Erschließungskonzept entwickeln und Baurecht nach § 41 FlurbG durch Plangenehmigung oder Planfeststellung zu schaffen hat.

Die Einführung von Modell 2 in der Waldflurbereinigung kam nach Lorig (2015) davon, neue Nischen zu finden. Diese offenbarten sich dadurch, dass die Forstverwaltung viele

Millionen für Wegebau geben konnte und eine schnellere Lösung gefunden werden musste, um dieses Geld zu verausgaben.

Der von Mauerhof vorgestellte freiwillige Landtausch Ahrweiler wurde vom Forstamt Ahrweiler begleitet. Die Hinzuziehung eines sogenannten Tauschhelfers und mit der Einbeziehung größerer Waldbesitzer, konnte dem Kauf- und Tauschinteresse wesentlichen Antrieb verliehen werden. Durch die Bemühungen möglichst viele Waldbesitzer anzusprechen und mit einzubeziehen und das generell geweckte Interesse, wurde der Entschluss gefasst, die Aktion in ein beschleunigtes Zusammenlegungsverfahren gemäß § 91 FlurbG einmünden zu lassen (Schmitz, 2012).

Umgesetzt werden konnte zudem, zur Verbesserung der Strukturängel im Kleinstprivatwald, die erste Neugründung einer Waldgemeinschaft auf Basis von §1008 BGB im Flurbereinigungsverfahren Kell am See. Das Flurbereinigungsverfahren Kell am See ist als vereinfachtes Flurbereinigungsverfahren nach § 86 Abs. 1 angeordnet und umfasst die gesamte Gemarkung mit Ortslage.

Ein innovatives Projekt für die Waldflurbereinigung stellt die Bildung von Waldgemeinschaften auf Basis von § 1008 BGB dar, wenn die klassische Waldflurbereinigung an ihre Grenzen stößt. (Thiemann, Mock, Schumann, 2016)

### **3.1.2 Innovative Verfahren**

Vor der Aufstellung des Flurbereinigungsplanes, hat nach § 56 FlurbG die Flurbereinigungsbehörde, soweit erforderlich, die Errichtung fester Grenzzeichen an der Grenze des Flurbereinigungsgebiets sicherzustellen. Aus dem Zweck der Flurbereinigung mit der Kenntlichmachung der Landabfindung und dem Abmarkungsrecht der Bundesländer ergibt sich das Erfordernis zur Errichtung fester Grenzzeichen. Nach § 10 Nr. 2 FlurbG sind die außerhalb am Flurbereinigungsverfahren angrenzenden Eigentümer Nebenbeteiligte am Flurbereinigungsverfahren.

Auf Grundlage des Katasternachweises wird die Verfahrensgrenze traditionell hergestellt. Das Zahlen und Kartenmaterial wird hierfür von der Vermessungs- und Katasterverwaltung übernommen. Die Herstellung der Katastergrenze ist sehr aufwendig. Da die Feststellung der Verfahrensgrenze nur durch die Vermessungs- und Katasterverwaltung (VermKV) oder einen Öffentlich bestellten Vermessungsingenieur (ÖbVI) und nur eine Wiederherstellung einer Verfahrensgrenze durch das DLR, die VermKV

oder einen ÖbVI durchgeführt werden darf, entstehen hier hohe Gebühren. Diese Gebühren sind in Rheinland-Pfalz seit 2016 noch einmal auf 355 € für eine Grenzfeststellung angestiegen, multipliziert mit einem bodenwertabhängigen Faktor von 0,8 für Flurstücke bei einem Bodenwert über 0 bis 3000 €, also 284 € (Landesverordnung über die Gebühren der Vermessungs- und Katasterbehörden und der Gutachterausschüsse (Besonderes Gebührenverzeichnis) 2016). Je nach Topographie können noch Zuschläge hinzukommen.

Da für ein Flurbereinigungsgebiet von mehreren Hektar Größe und einem Verfahrensumring von mehreren Kilometern Länge, mit unzähligen Grenzpunkten immer ein erheblicher Kostenaufwand für das Flurbereinigungsgebiet entsteht, von der keine belegbaren Vorteile hervorgehen, hat man in Rheinland-Pfalz Verbesserungsmöglichkeiten gesucht. Mit dem sogenannten „Verzicht auf Grenzfeststellung durch optimale Gebietsabgrenzung“, der eingeführt wurde und auf dem Prinzip beruht, dass die Neuvermessungsgrenze nicht identisch mit der Gebietsgrenze ist.

Allerdings ist bei der Unterlassung der Grenzermittlung an gemeinschaftlichen oder öffentlichen Anlagen zu prüfen ob, eine sichtbare Verlagerung in der Örtlichkeit nicht stattgefunden hat.

## Verzicht auf Grenzfeststellung

### Optimale Gebietsabgrenzung

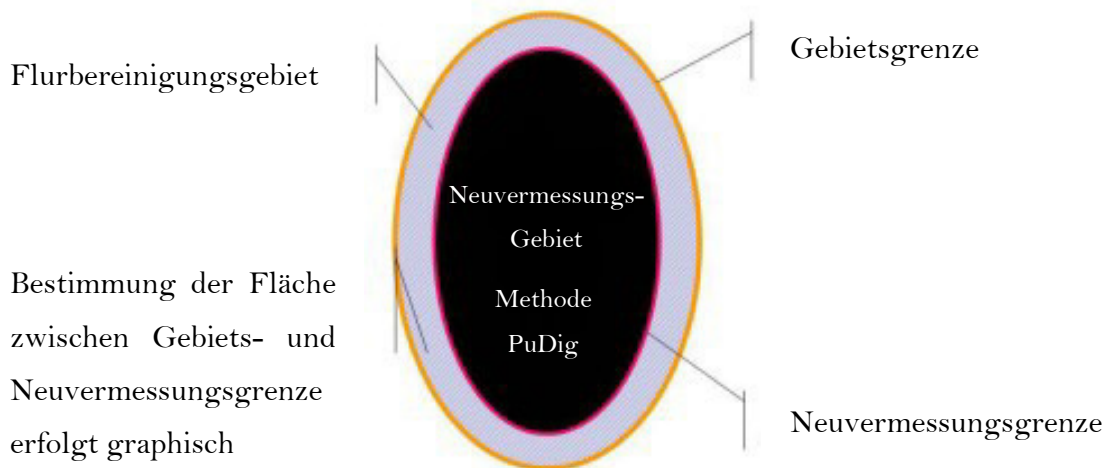


Abb. 3-3: Skizze für die Abgrenzung eines Verfahrensgebietes (Bottler, 2002)

Schmitt (2002) beschreibt in seiner Aufgabenstellung schon durch den Titel der Abfassung sehr umfassend: „Verzicht auf die vermessungstechnische Feststellung oder Wiederherstellung der Grenze des Flurbereinigungsgebietes, soweit sie zugleich Grenze einer gemeinschaftlichen oder öffentlichen Anlage ist, die zum Flurbereinigungsgebiet gehört“. Der Liegenschaftsnachweis bleibt für die Gebietsgrenze unverändert bestehen, während die Neuermessungsgrenze sachgerecht neu bestimmt wird. Die dazwischenliegenden Flurstücke, in der Regel eine gemeinschaftliche oder öffentliche Anlage, werden auf der Grundlage des bestehenden und neu bestimmten Liegenschaftsnachweises errechnet, somit ist diese Fläche der neuen Flurstücke in diesem Zwischenbereich von Verfahrensgrenze und Neuermessungsgrenze ggf. als graphische Bestimmung einzuordnen.

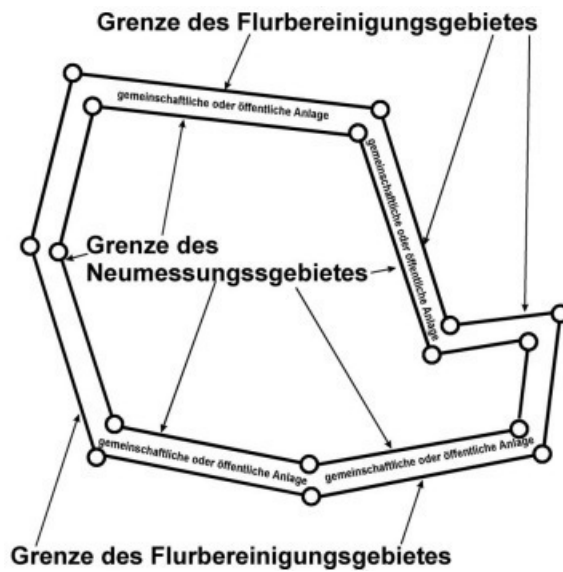


Abb. 3-4: Skizze für die Abgrenzung des Verfahrensgebietes (Schmitt, 2002)

In der Folge ist an unterschiedlichen Beispielen zu sehen, wie ein Verfahrensgebiet sinnvoll und kostensparend abgegrenzt werden kann. Dockweiler (2016) beschreibt diese Möglichkeit im nachhinein noch einmal und hebt hervor, dass in Rheinland-Pfalz in den letzten 10 Jahren die Verfahrenskosten im Bereich der Herstellung der Verfahrensgrenze um ca. 90 % auf ca. 14 € pro ha Verfahrensfläche reduziert werden konnten.

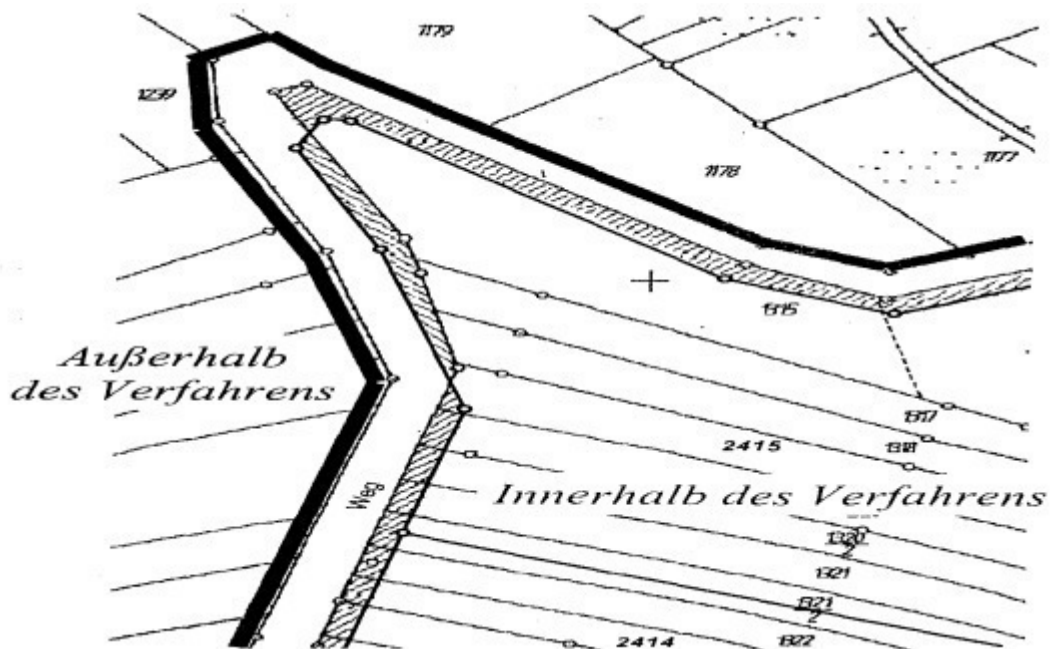


Abb. 3-5: Skizze für die zweckmäßige Abgrenzung des Verfahrensgebietes an einem Wirtschaftsweg (Lorig, 2004)



**Beispiel an einem Wald:**

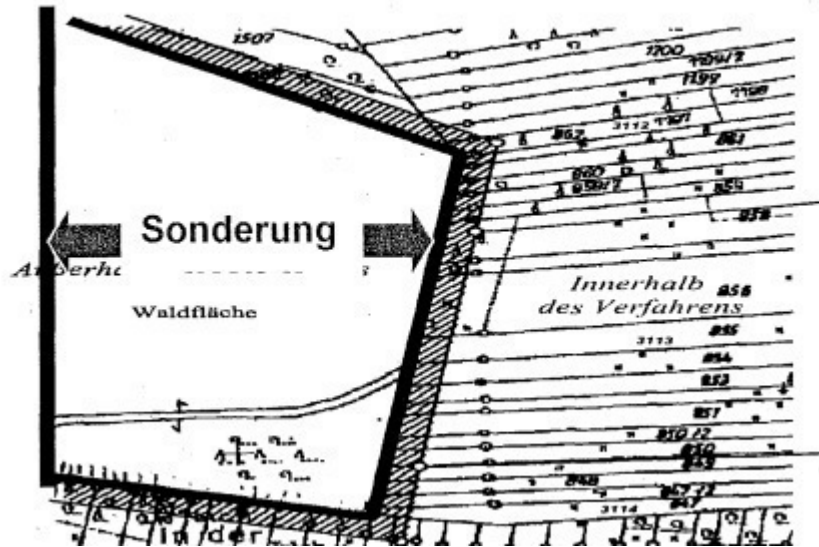


Abb. 3-6: Skizze für die zweckmäßige Abgrenzung des Verfahrensgebietes durch die Sonderung einer Waldfläche (Lorig, 2004)

Für die Abgrenzung entlang eines Waldgrundstückes bietet sich die sogenannte „Sonderung“ des Waldgrundstückes an, die das Waldflurstück vorübergehend in zwei Teile zerlegt. Dadurch kann auf eine vermessungstechnische Feststellung oder Wiederherstellung der Verfahrensgrenze in diesem Bereich verzichtet werden.

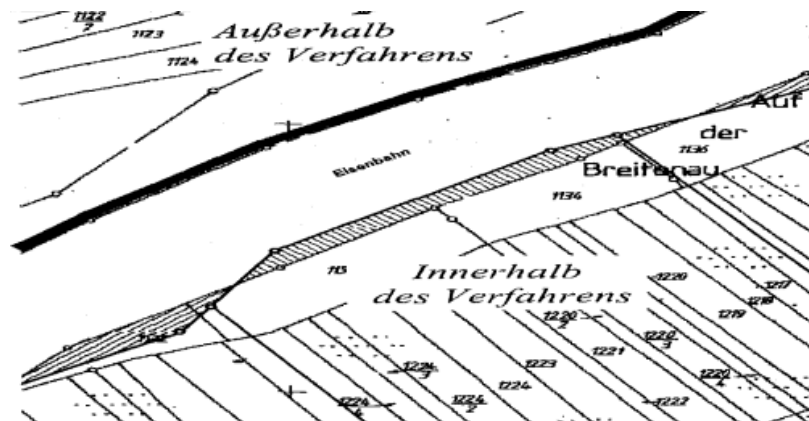


Abb. 3-7: Skizze für die zweckmäßige Abgrenzung des Verfahrensgebietes an einer Eisenbahnstrecke (Lorig, 2004)

### Beispiel an einem Gewässer:

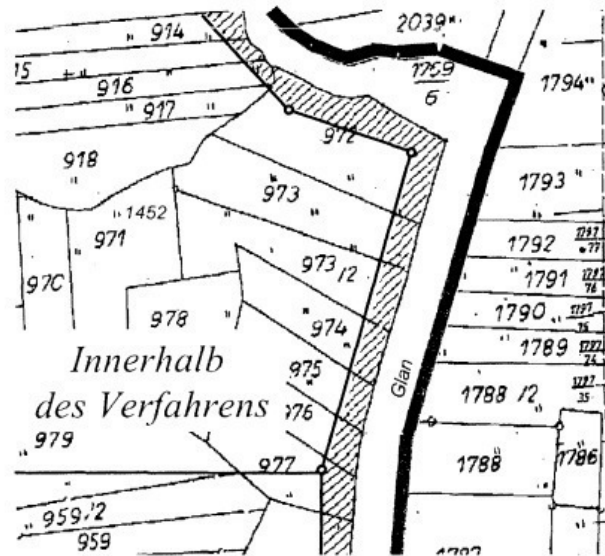


Abb. 3-8: Skizze für die zweckmäßige Abgrenzung des Verfahrensgebietes entlang eines Gewässers (Lorig, 2004)

Mit den Nachbarbundesländern Nordrhein-Westfalen und Saarland hat sich Rheinland-Pfalz laut Hinz (2012) inzwischen über diese Vorgehensweise ausgetauscht.

Die Kosteneinsparungen sind nicht nur bei den DLR, sondern auch bei dem zuständigen Vermessungs- und Katasteramt (VermKA) zu spüren. Hier fallen nicht nur die Arbeiten zur Vorbereitung und Durchführung der Grenzfeststellung bzw. Grenzwiederherstellung weg, sondern auch die Prüf- und Übernahmearbeiten werden weniger.

Geregelt ist die Zusammenarbeit zwischen DLR und VermKÄ grundsätzlich in dem Rundschreiben (Zusammenarbeit der Vermessungs- und Katasterbehörden und der Flurbereinigungsbehörden in Bodenordnungsverfahren (ZusVermFlurb)) aus dem Jahr 2004.

Konkretisiert wurde die Zusammenarbeit im E-Brief vom 20.01.2016, der die Zusammenarbeit der Vermessungs- und Katasterverwaltung und der Flurbereinigungsverwaltung in Bodenordnungsverfahren nach dem FlurbG regelt. Dieser löste aufgrund der Abschaltung des Automatisierten Liegenschaftsbuchs der Vermessungs- und Katasterverwaltung und der Abstimmung zur Datenübermittlung den E-Brief aus 2014 ab.

Als technische Schnittstellengruppen fungieren die Gruppe Landesweite Dienstleistungen im Liegenschaftskataster (LDL) und die Technische Zentralstelle (TZ) bei sämtlichen Flurbereinigungsverfahren zwischen den VermKÄ und den DLR. Für den Datenaustausch zwischen DLR und LDL wird eine Kommunikationsplattform genutzt.

Für das geplante Zusammenwirken der Programmsysteme Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS) und Landentwicklungsfachinformationssystem (LEFIS) der Vermessungs- und Flurbereinigungsverwaltung Rheinland-Pfalz ging Kurpjuhn (2014) auf 17 Schritte für die Übernahme von Flurbereinigungsverfahren ein, in denen die Verfahrensgrenze eine wichtige Rolle einnimmt. Zudem ist davon auszugehen, dass mit der Einführung von LEFIS mögliche Vereinfachungen im Vergleich zum heutigen Aufwand zum Tragen kommen. So werden beispielsweise die Schritte der Migration und Rückmigration durch die Normbasierte Austauschschnittstelle (NAS) nicht mehr benötigt.

Kurpjuhn und Ludwig (2016) beschrieben noch einmal die „Prozessoptimierung bei der Übernahme“ die mit der neusten Entwicklung heute ausschließlich im NAS-Format stattfindet. Mit der Abschaltung des Automatisierten Liegenschaftsbuch (ALB) werden seit 2015 alle Produkte aus ALKIS an die Finanz-, Grundbuch und Flurbereinigungsverwaltung in Rheinland-Pfalz geliefert. Ein weiterer Schritt in der Prozessverbesserung ist die Zusammenführung der 19 Datenhaltungskomponenten bei den Amtsbezirken der früheren VermKa vor der Verwaltungsreform zu einer Datenbank (Serverfarm) bei Landesbetrieb Daten und Information. Des Weiteren gingen die beiden auf die künftige Nutzung von WebFeatureService (WFS) ein, mit dem künftig Daten im Verfahren tagesaktuell nachgeladen werden können.

Indes sieht Dresen (2014) die Entwicklung der Zusammenarbeit mit der VermKV noch nicht am Ende. Dennoch stehen aus seiner Sicht der Aufwand und die Kosten für eine Grenzfeststellung im Urkataster nicht im Verhältnis des Nutzens für die Beteiligten. Deswegen sieht er auch eine sorgsame Planung der Bestimmung und Abmarkung der Verfahrensgrenze und drängt dazu alle Möglichkeiten zur Kostenminimierung nutzen. Dies zeigt auch die nachfolgende Abbildung, die noch einmal auf den Unterschied von Neumessungsgrenze und Verfahrensgrenze abzielt, wobei im nördlichen Bereich eine Wiederherstellung eines Grenzzuges (grün) dargestellt ist.

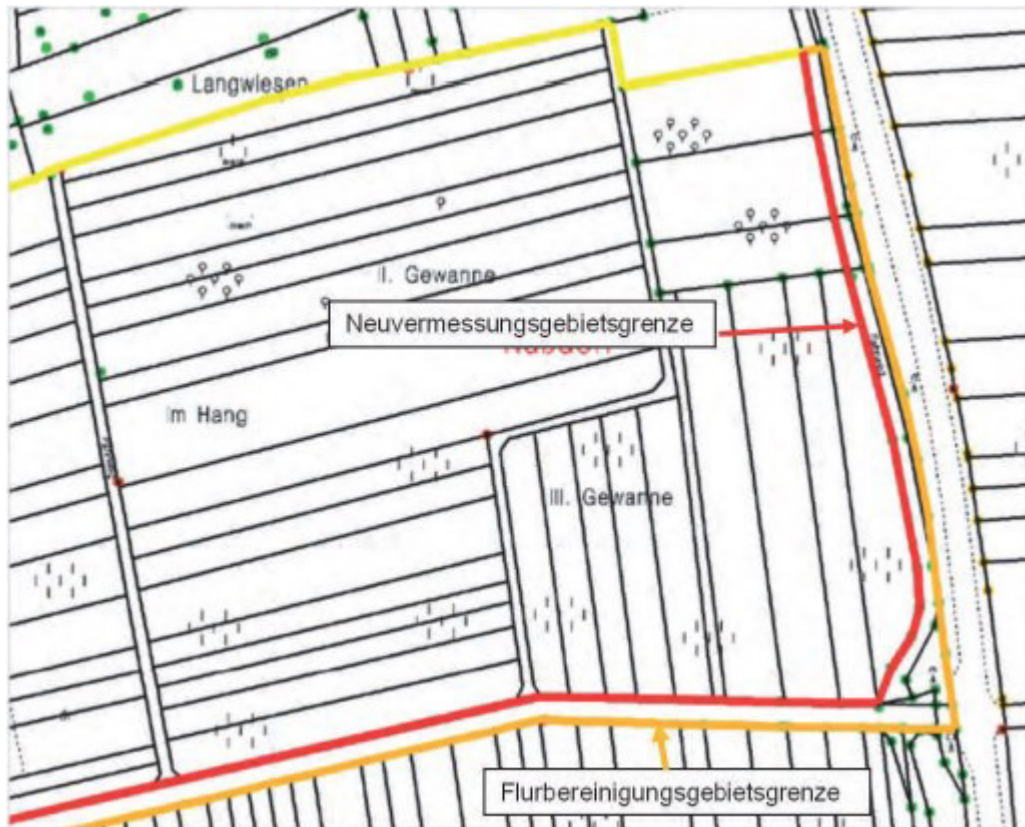


Abb. 3-9: Trennung von Flurbereinigungs- und Neumessungsgebiet (Dresen, 2014)

Diese Abbildung stammt aus einer Karte zu einem Vermessungskonzept, in dem schon die unterschiedlichen Herangehensweisen an der Verfahrensgrenze mit dem zuständigen VermKA abgestimmt werden müssen. In diesen Karten zum Vermessungskonzept ist dann zu unterscheiden, ob eine Fortführung (Sonderung), Genzfeststellung durch VermKA oder ÖbVI, Wiederherstellung durch VermKA, ÖbVI oder Flurbereinigungsbehörde durchzuführen ist, ein Flurbereinigungsverfahren angrenzt oder eine Neuvermessungsgrenze entsteht. Die genaue Darstellung wird in der folgenden Legende zum Vermessungskonzept wiedergegeben.



Abb. 3-10: Legende aus der Karte zum Vermessungskonzept

Ein weiterer wichtiger Schritt in Bezug auf innovative Vermessungsverfahren, ist die Photogrammetrie in der Flurbereinigung, die Durben (2014) in Form der folgenden Tabelle aufschlüsselte und die verschiedenen Meilensteine der Entwicklung darstellte.

Tab. 3-1 Meilensteine der Entwicklung in der Photogrammetrie

Katasterphotogrammetrie	Planungsgrundlagen
Graphische Auswertung (1954)	Luftbildvergrößerungen
Triangulation (1962)	Orthophotos (1967)
Analytische Photogrammetrie (1980)	DGM (80er – Jahre)
Digitale Photogrammetrie (1998)	3-D – Visualisierung (2009)
Digitale Aufnahme (2008)	

Erfolgreich getestet in dem Flurbereinigungsverfahren Bergen im Jahr 1954, wurde der Einsatz der Photogrammetrie und danach als Standardmessmethode eingeführt.

Zurzeit wird mit einer Längsüberdeckung von 60% und einer Querüberdeckung von 40% als Vorgabe befliegen.

Um die benötigte Blockstabilität zu erhalten und um den Punktausfall in Waldgebieten zu minimieren, werden in Waldgebieten Kreuzbefliegungen durchgeführt. Dies bestätigte Theisen (2016), die herausstellte, dass die Bestimmung von Neupunkten im Wald durch die Kreuzbefliegung mit einer hohen Genauigkeit durchgeführt werden kann.

Die Kreuzbefliegung wird seit 2005 erprobt und hat sich in den Waldflurbereinigungsverfahren Vinxbachtal und Rinnthal bewährt. Ein digitales Geländemodell für das Waldflurbereinigungsverfahren und Raumbezug der temporären Festpunkte waren Voraussetzung für die PuDig-Auswertung und die damit verbundene Digitalisierung in hochgenauen Orthophotos, da in herkömmlichen Orthophotos durch den Bewuchs und die unzureichende Bodensicht eine PuDig-Vermessung nur schwer durchführbar ist.

Die Wichtigkeit der Luftbildvermessung zeigt sich alleine schon in der Mehrfachnutzung, so zum einen durch die Herstellung digitaler Orthophotos als Digitalisierungs- und Planungsgrundlage oder zur Koordinierung von Neupunkten mit einer Genauigkeit von 2 cm. Des Weiteren zur Punktfestlegung im Stereomodell, zusammen mit dem Bearbeiter des Projektes, was zeitaufwendige terrestrische Messungen einspart. Zur Erzeugung digitaler Geländemodelle für den bautechnischen Bereich und die Planung, was aber nur in Bereichen ohne störende Vegetation und nicht im Wald möglich ist. Mit diesen Geländemodellen können dann auch 3D Visualisierungen erzeugt werden. Der wichtigste Aspekt ist allerdings für die Punktfestlegung durch Digitalisierung, die Voraussetzungen zu schaffen.



Abb. 3-11: Signalisierungsmodell der geplanten Befliegung, sowie unvermarkte und abgemarkte Grenzen der Waldflurbereinigung Thalfröschen (Baadte, 2014)

An dem vorstehenden Beispiel des vereinfachten Flurbereinigungsverfahrens Thalfröschchen (Baadte, 2014) wird zum einen die Verteilung der Passpunkte in der Wegemitte für die Kreuzbefliegung dargestellt. Das Bild zeigt zudem, dass nur abgehende Grenzen vermarktet wird, für die Wegeknicke wird nur die Koordinate bestimmt. Somit zeigt das Bild in welchen Fällen vermarktet werden soll und wann auf die Vermarktung verzichtet werden kann. Für die in diesem Verfahren durchgeführte Kreuzbefliegung wurden je Aufnahmepunkt (AP) drei Sicherungspunkte temporär signalisiert, was auf der nächsten Abbildung erkennbar ist. Dieses Vorgehen deckt sich auch mit dem Merkblatt zur PUDIG-Befliegung (Theisen 2018).



Abb. 3-12: Signale und Aufnahmepunkte mit temporären Sicherungspunkten (Baadte, 2014)



Abb. 3-13: PuDig in der Örtlichkeit (Baadte 2014)

Abb. 3-14: PuDig in der Örtlichkeit – Draufsicht (Baadte 2017)

Durben (1996) beschreibt erstmals die Punktfestlegung durch Digitalisierung (PuDig) und das wichtigste Ziel der Methode, dass auf Grundlage des Planes nach §41 FlurbG die Koordinaten der neu geplanten Grenzpunkte für die Wege- und Gewässergrenzen in der Regel ohne vorherige Abmarkung im Gelände in ihrer Solllage zu bestimmen. Für die neuen Flurstücksgrenzen gilt das gleiche vorgehen, auf der Grundlage der vorher digitalisierten geplanten Grenzpunkte der gemeinschaftlichen und öffentlichen Anlagen, sowie der geplanten bedingten Grenzpunkte.

Die Methode PuDig wurde als Standardmethode in Rheinland-Pfalz eingeführt. Anhand von Praxisbeispielen zeigt Dockweiler (1998) die vielfältigen Methoden auf: „Die Bestimmung der Sollkoordinaten kann vorgenommen werden

- durch Digitalisierung
  - im Stereomodell
  - in Plänen Dritter
  - in Orthophotos - in der Regel im Maßstab 1 : 1 000
- durch Berechnungen z.B.
  - Berechnung der 2. Wegeseite
  - Parallitätsbedingungen
  - Kehrenmaßbestimmungen



➤ u. a. Zwangsbedingungen

Jede Kombination der v. g. Bestimmungsarten ist möglich.“

Diese Aufstellung wird im Skript der Vorlesung an der Hochschule Mainz von Lorig (2004) mit dem Punkt Digitalisierung in der Örtlichkeit erweitert. Baadte (2014) zeigt erstmals grafisch das Vorgehen dieser Methode PuDig in der Örtlichkeit im Wald, da die vorgesehene Festlegung der neuen Wegegrenzen sowohl im Orthophoto als auch im Stereomodell nicht möglich war. Aufgrund der AP aus der Kreuzbefliegung war die topografische Aufmessung der Wegegrenzen schnell, einfach und problemlos möglich.

Ein weiterer Punkt der zur Kosten-, Zeit- und Personaleinsparung beiträgt, ist der Verzicht auf Abmarkung von Grenzen. Nach FlurbG ist den Eigentümern zur Bekanntgabe des Flurbereinigungsplans, die neue Feldeinteilung auf Wunsch an Ort und Stelle anzuzeigen. Jedoch wurde in den Ländern bezüglich der Abmarkung der Grenzen Ausnahmen festgelegt. So bietet das Landesgesetz über die Vermessung in Rheinland-Pfalz sowohl Ausnahmeregelungen für die Eigentümer, als auch für die Behörde. Auf Antrag eines Eigentümers oder Erbbauberechtigten kann die Abmarkung der Grenze unterbleiben. Eine Behörde kann aus Gründen der Zweckmäßigkeit die Abmarkung unterlassen, dieses Vorgehen trifft dann auch auf die Flurbereinigungsbehörde zu.

Bei landwirtschaftlich, weinbaulich, forstwirtschaftlich oder landespflegerisch genutzten Grundstücken ist eine Abmarkung zweckmäßigerweise zu unterlassen, wenn diese dauerhaft zusammen bewirtschaftet oder stillgelegt sind.

So wurde in der Abbildung 3-11 im Verfahren Thalfröschen aufgezeigt, welche Punkte man aus vermessungstechnischer Sicht unterlassen kann, denn hier wurden die Punkte abgemarkt die zweckmäßig sind, wo Grundstücke unterschiedlicher Nutzer oder Bewirtschafter gegeneinander angrenzen. In diesen Fällen wird zumeist auch eine Abmarkung durch die Eigentümer oder Erbbauberechtigten gewünscht.

Im Zuge ihrer Dissertation zum Thema „Ganzheitliches Wertschöpfungsmodell der Waldflurbereinigung und deren Effizienzsteigerung“ stellt Hinz (2012) heraus, dass die Grenzsicherheit an erster Stelle der Verbesserungen vor dem Wegebau und der Zusammenlegung der Grundstücke steht. In (2013a) stellt Hinz klar, dass neben der Erschließung die bedeutendste Verbesserung die Herstellung der Grenzsicherheit ist. Das ist nachvollziehbar, da die vorherige Grenze zumeist aus dem Urkataster stammt.

Um eine Waldparzelle abzugrenzen, würden bei einer Flurstücksgröße von 1 ha zwei Grenzpunkte genügen, bei kleineren Parzellen von 0,33 ha, 0,2 ha bzw. 0,11 ha würden nach Hinz (2013b) 6, 10 bzw. 20 Grenzpunkte je ha benötigt. Wobei dies wegen des Geländes und der unförmigen Grundstücke nur grobe Annahmen sind.

Schumacher (1998) untersuchte diese Frage der Abmarkung erstmals für das Flurbereinigungsverfahren Schönecken in Rheinland-Pfalz, wovon 381 ha der 1.261 ha Verfahrensflächen auf Waldflächen entfallen. Durch die Überlegungen, welche Kosten in einem ca. 200 ha großen geschlossenen Waldgebiet, auch in schwierigem Gebiet mit einer Querneigung von 30 bis 50 % und einer nicht vorhandenen Erschließung eingespart werden können.

Schumacher sparte durch den Verzicht, jede Wegeausrundung durch einen Stein abzumarkieren, in dem Verfahren Schönecken ca. 1000 Steine an Abmarkungsmaterial ein. Zu dieser Zeit kalkulierte er die Verfahrens- und Ausführungskosten mit 50 DM/Stein, wodurch eine Einsparung von 50.000 DM zustande kam. Zusätzlich würden pro Stein nach seinen Aussagen auch noch die Vermessungskontrollen als Kosten entfallen.

Da die Rechtsgrundlage für den Abmarkungsverzicht im Jahr 1998 bei Schumacher noch nicht vorlag, musste noch mit jedem Eigentümer über die entfallende Abmarkung verhandelt werden. Mit der Vermarkung der abgehenden Eigentumsgrenzen an Wegen mit Grenzsteinen, traf Schumacher auf breite Zustimmung auf die Wegeknickepunkte zu verzichten.

In zwei Kartendarstellungen ist ersichtlich, in welchen Situationen, aufgrund unterschiedlicher Eigentumsstrukturen, eine Vermarkung vorgenommen werden musste.

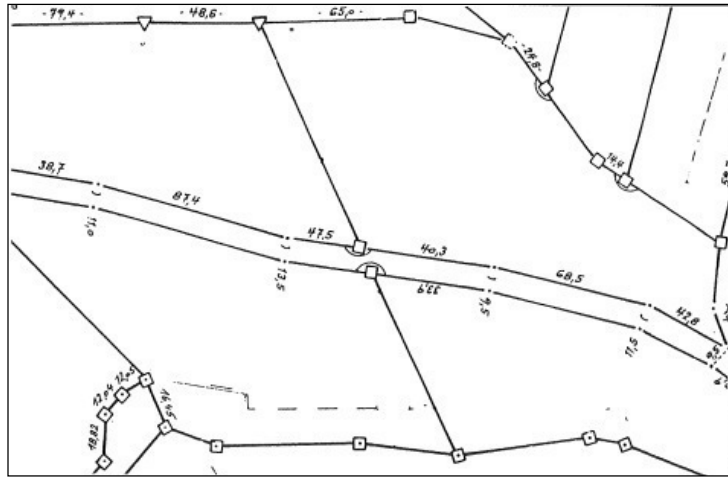


Abb. 3-15: Auszug aus der Karte mit der Grenzen und der Blockgrenzen (Schumacher, 1998)

In der zweiten Darstellung konnte fast komplett auf die Abmarkung verzichtet werden, da wie Schumacher schreibt zum einen eine Vermarkung zwischen gemeinschaftlichen und öffentlichen Flächen entfallen kann und zum anderen mit der kompletten Umschließung der einen Fläche durch den Weg hier auch keine Abmarkung benötigt wird.

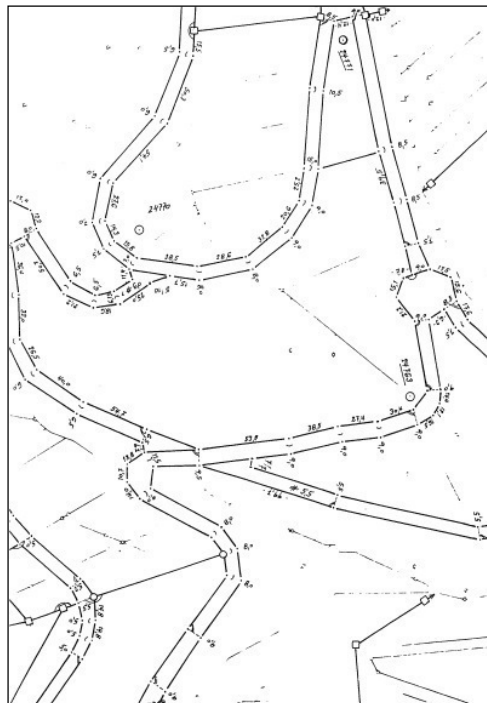


Abb. 3-16: Auszug aus der Karte mit den tatsächlich abgemarkten Grenzen (Schumacher, 1998)

Ein weiterer Ansatz im Bereich von innovativen Verfahren ist die Reduzierung des Aufwandes bei der Bewertung der Holzbestände.

Die Bewertung von Waldboden erfolgt nach Flurbereinigungsgesetz (§ 27 bis § 33). Dabei ist der Wert eines Grundstückes im Verhältnis zu dem Wert aller Grundstücke des Flurbereinigungsgebietes zu bestimmen, da die Bodenwertermittlung nach anderen Eigenschaften als die Waldbewertung erfolgt und an der nachhaltigen Ertragsfähigkeit des Bodens ausgerichtet wird.

In Rheinland-Pfalz gibt es zwei Methoden der Waldbewertung. Zum einen erhalten die Waldbewerter des Landes Katasterauszüge und Orthophotos und scheidet auf dieser Grundlage voraussichtlich wertgleiche Waldbestände aus (Delinierung). Durch einen Geländebehang werden die Grenzen wertgleicher Bestände verändert oder bestätigt. Die Daten für die Waldbewertung werden innerhalb der Grenzen erhoben. Aus dem anschließenden EDV-gestützten „Verschnitt“ der wertgleichen Bestände mit den Katastergrenzen entstehen dann die Werte pro Flurstück.

Der Unterschied zur ersten Methode liegt darin, nur einzelne Flurstücke aufzusuchen und die wertbestimmenden Merkmale zu inventarisieren. Somit wird nach der Vorbereitung nur der Behang der vorgesehenen Flächen durchgeführt, die Grenze bestimmt und im Anschluss die wertbestimmenden Daten aufgenommen.

Bromma (2009) stellte eine weitere Methode vor und wich mit dieser von den Bewertungen der Holzbestände nach der Waldwertrichtlinie 2000 ab, die einen zu hohen Aufwand für die Bestandserfassung hat. Da für Laien die entstehenden Werte und Zahlen nur schwer nachvollziehbar und ihnen auch nur schwer durch Sachverständige zu vermitteln sind, soll in einem Pilotverfahren, unter umfassender Einbindung und intensiven Beratungsgesprächen mit den Teilnehmern am Prozess der Wertfindung, eine kostengünstige und aufwandsorientierte Lösung mithilfe einer Generalisierung und Vereinfachung der Bestandsaufnahme erarbeitet werden.

Ein forstlicher Sachverständiger gliedert nach Bromma das Verfahrensgebiet über die Analyse der vorkommenden Bestände in wertgleiche / -ähnliche Bestände und stellt diese über einfache Zeichnungen als Waldbilder dar.

Mit den Strichzeichnungen wurden den Eigentümern die Waldbilder im Wald anhand des Bestandes erläutert und die Nutzungsmöglichkeiten und Besonderheiten erklärt. Die Eigentümer sollten prüfen, ob alle im Bestand vorkommenden Waldbilder erfasst

wurden. Im nächsten Schritt wurden die Waldbilder den Wertermittlungsklassen zugeordnet.



Abb. 3-17: Waldbilder aus der Legende zur Wertklassenkarte (Bromma, 2009)

Wertklassen werden im Gelände Waldorten zugeordnet, die Grenzen zwischen den Wertklassen können mit GPS-Unterstützung festgelegt werden. Die Ermittlung der Quadratmeterpreise pro Wertklasse erfolgt abschließend über eine anonyme Befragung, wobei Ausreißer nach Absprache bei der Mittelwertbildung unbeachtet bleiben können. Die Werte können durch den Vorstand der Teilnehmergeinschaft geglättet werden, bevor diese festgesetzt werden.

In einem Pilotverfahren in Mühlhausen, das nachfolgend in einem Ausschnitt des Verfahrens dargestellt ist, wurde dieses Vorgehen praktiziert.



Abb. 3-18: Wertklassenkarte des Pilotverfahrens Mühlhausen 3 (Ausschnitt) (Bromma, 2009)

Da die Standortverhältnisse nach Günzelmann (2009) in dem Verfahren Mühlhausen sehr einheitlich sind, konnte auf die Bildung mehrerer Bodenklassen verzichtet werden. Mit 0,40 €/m<sup>2</sup> wurde ein einheitlicher Bodenwert festgelegt, was bei der Betrachtung der angefügten Tabelle dazu führt, dass in der sechsten Klasse ein negativer Bestandswert von -0,10 €/m<sup>2</sup> vorliegt. Diese Bestände sind erst durch Investitionen in die Räumung der Fläche wieder nutzbar.

Tab. 3-2: Beschreibung und Quadratmeterpreis (Boden mit Bestand) der Wertklassen im Verfahren Mühlhausen 3 (Günzelmann, 2009)

Wert- klasse	Nutzungsmöglichkeit	Investitionsbedarf	€/m <sup>2</sup>
<b>I</b>	Auch stärkeres Stammholz, gutes Brennholz	Naturverjüngung auf „Mostflecken“ und Unterpflanzung mit (Hain-) Buche	1,60
<b>II</b>	Schwaches Stammholz, gutes Brennholz		1,30
<b>III</b>	gutes Brennholz		0,95
<b>IV</b>	Geringes Brennholz (Aspe, Hasel)	Gute Stangen vorsichtig frei hauen, Aspe ausdünnen, Fehlstellen auspflanzen, Zaunbau	0,75
<b>V</b>	Bestenfalls geringes Brennholz	Nachbesserung wo nötig, Sträucher zurück nehmen, Zaunabbau	0,55
<b>VI</b>	Dörnernocken	Zaunbau und komplette Neukultur (Förderung)	0,30

Hingegen berichteten Backmann (2012) und Osen (2012) von der Flurbereinigung in Schweden und Norwegen, in denen zusätzlich zu den Fotointerpretationen und örtlichen Kontrollen auch Laserscanningdaten für die Waldbewertung benutzt werden. So konnte die Produktivität gesteigert werden. Bei der Genauigkeit ist eine rein manuelle Verkehrswertermittlung präziser, jedoch ist bei einem Gebiet mit 8.000 ha Wald diese Methode nachvollziehbar und kann gegenüber den Eigentümern verteidigt werden.

In Rheinland-Pfalz soll in dem Pilotverfahren Unteres Trauntal die Methode der Waldneuordnung 2020 erprobt werden, die in 4.2 genauer beschrieben wird.

Zudem wurden durch die TZ (Staeck, 2013, 2014) im November 2013 in Zusammenarbeit mit dem DLR Eifel und Mai 2014 mit dem DLR Rheinpfalz im Zuge einer GPS Neubeschaffung, Untersuchungen bezüglich GPS-Empfang im Wald getätigt. Bei dieser Untersuchung wurden gleichzeitig Außendiensttablets mit GPS-Empfänger getestet. Bei diesen Tests wurden von den jeweiligen DLR in unterschiedlich bewaldeten Bereichen Passpunkte mit bekannten Koordinaten aufgezeigt, um die ermittelte Position vergleichen zu können.

Während die beiden GPS Geräte, zum einen ein Gerät der Firma Topcon im Bereich des DLR Eifel und zum anderen ein Gerät der Firma Leica aus der Zeno GIS Serie im Bereich des DLR Rheinpfalz getestet wurden, nicht den damaligen Ansprüchen genügten, konnten nur die Außendiensttablets überzeugen.

Die getesteten Außendiensttablets Panasonic Toughbook CF-H2 und Getac F110 wurden zum einen über den Passpunkt gehalten, um mittels Koordinatenvergleich eine Aussage über die Genauigkeit treffen zu können, dabei wurde erkannt, dass beide Tablets selbst in stark belaubtem Wald lediglich eine Abweichung im 3m – 5m Bereich aufzeigten. In Verknüpfung zu der ermittelten Position wurden auf dem Rechner das Orthophoto und die Katasterkarte hinterlegt. In Zusammenwirken dieser drei Informationen ist es sehr gut möglich, die aktuelle Position im Wald festzustellen.

Damit wurde von der TZ befürwortet, dass alle zukünftig anzuschaffenden Feldrechner ein GPS-Modul enthalten sollen, da hierdurch die Arbeit beim Feldvergleich, der Wertermittlung, den Wege- und Gewässerplan mit landespflegerischem Begleitplan nach § 41 FlurbG oder landespflegerischer Bestandsaufnahme verbessert wird.

## **3.2 Thüringen**

### **3.2.1 Verfahrensarten**

Wiesner (2010) zeigt effiziente Lösungsmöglichkeiten für die kostenintensiven Waldflurbereinigungsverfahren in Thüringen auf. Für diese Effizienzsteigerung der Flurbereinigungsverfahren nennt er zuerst die Zusammenarbeit zwischen Forst- und Flurbereinigungsverwaltung. Zum einen die Mitarbeiter der Forstverwaltung die der Flurbereinigungsverwaltung wertvolle Hilfestellungen bei der Anordnung und Durchführung der Flurbereinigungsverfahren geben können, wobei der Forst kein Erfüllungsgehilfe sein sollte. Zum anderen könnte auch eine finanzielle Unterstützung der Forstverwaltung oder z.B. der Wasserwirtschaft als Dritte gezahlt werden.

Von Seiten der Flurbereinigungsverwaltung sollte nicht auf eine gut durchdachte Öffentlichkeitsarbeit verzichtet werden. Schlussendlich soll das einfachste Verfahren gewählt werden, um die klar definierten Ziele zu erreichen. Waldnutzungskonflikte sollten beachtet und beseitigt werden. Zu diesen Konflikten können Unklarheiten über den Verfahrensablauf zählen, die durch eine gezielte Aufklärungspolitik beseitigt werden können.

In der Präsentation von Rodig (2015) wird herausgestellt, dass zu den Ursprünglichen Aufgaben der Flurbereinigung Thüringen zur Verbesserung der Agrarstruktur und Verkehrsinfrastruktur, später Naturschutzgroßprojekte und Dorfentwicklung hinzukamen und heute neben dem Gewässerschutz, Hochwasserschutz auch die Privatwaldmobilisierung in der Ausrichtung der Flurbereinigung, ihren Platz gefunden hat.

In seinen Ausführungen geht Rodig auch darauf ein, dass die Waldflurbereinigung im Entwicklungsprogramm ländlicher Räume Thüringen aufgenommen wurde und im Bundesvergleich einen steigenden Stellenwert hat.

Zudem wird die zeitliche Entwicklung aufgezeigt mit Verfahren nach § 86 FlurbG und freiwilligen Landtausch nach § 103 a FlurbG um das Jahr 2000 und im Jahr 2009 eine beschleunigte Zusammenlegung als Pilotprojekt für die Verbindung von Waldflurbereinigung und Bildung von Waldgenossenschaften. Im Jahr 2015 waren dann fünf beschleunigte Zusammenlegungsverfahren auf Grundlage des Rahmenvertrages zwischen der Anstalt öffentlichen Rechts ThüringenForst, dem Ver-



band für Landentwicklung und Flurneuordnung Thüringen und dem Amt für Landentwicklung und Flurneuordnung Meiningen über die Vergabe von Dienstleistungen in Waldflurbereinigungsverfahren in Bearbeitung.

Das Amt für Landentwicklung und Flurneuordnung (ALF) in Meiningen arbeitet mit einer Kombination aus Bodenordnung nach dem FlurbG und Gründungsverfahren einer Waldgenossenschaft nach dem Thüringer Waldgesetz (ThürWaldG). Dies ist nach Harnischfeger (2014b) eine sehr nachhaltige und effiziente Möglichkeit zur Erschließung des Kleinstprivatwalds und der ungenutzten Holzvorräte. Das Ziel der „Bildung gemeinschaftlichen Eigentums“ setzt für eine erfolgreiche Umsetzung, die Zustimmung eines überwiegenden Teils der voraussichtlichen Beteiligten voraus.

Zudem zeigte Harnischfeger (2015) das beschleunigte Zusammenlegungsverfahren nach § 91 FlurbG in Verbindung mit der Bildung einer Waldgenossenschaft als „Der Thüringer Weg“ auf.

Dass die Gründung einer Waldgenossenschaft auch in Verbindung mit einem freiwilligen Landtausch nach § 103 a FlurbG umgesetzt werden kann, zeigte Löffler (2015) anhand eines Beispiels von Gerterode. Da durch den Verzicht auf Vermessungen auch keine Ausführungskosten entstanden, ist die Kombination aus Bodenordnung und Genossenschaftsgründung eine kostengünstige Lösung.

### **3.2.2 Innovative Verfahren**

Eine weitere Möglichkeit beschreibt Harnischfeger (2014 a) mit der Identifizierung von Waldwegen, durch die Analyse von klassifizierten Laserscandaten. Diese Möglichkeit soll eine günstige Alternative zu den anderen Messmöglichkeiten darstellen. Im Verhältnis zu einem agrarstrukturverbessernden Verfahren im Offenland ist der Vermessungsaufwand deutlich höher. Aufgrund der nicht ausreichenden Satellitensignale ist eine GNSS-Messung nur bedingt möglich, dies wird durch die Lücken im Mobilfunknetz noch beeinflusst, wodurch keine SAPOS-Korrekturdaten in ausreichendem Maße empfangen werden können.

Den Einsatz von Orthophotos, die im offenen Gelände genutzt werden, ist in dichten Laub- und Nadelwaldbeständen zur Festlegung der Grenzpunkte durch Digitalisierung ausgeschlossen, was bei dem folgenden Vergleich ersichtlich wird. So bleibt meist nur die polare Aufmessung oder polare Absteckung um Grenzpunkte festzulegen, wobei

diese bei starkem Bewuchs, der zu Sichtbehinderungen führt, auch nicht immer optimal genutzt werden kann.

So hat das ALF Meiningen den Versuch gestartet, Aufwand und Nutzen in ein möglichst günstiges Verhältnis zu bringen. Dieser Versuch wurde in der Waldflurbereinigung Wölfershausen, durch Analyse von klassifizierten Laserscandaten zur Identifikation durchgeführt. Auslöser für diesen Versuch war die Masterarbeit von Kersten Lange mit dem Thema „Die Analyse von Rasterdaten zur Unterstützung der Bearbeitung von Flurbereinigungsverfahren“.

Durch die Bestimmung, der Wege im Scan und Festlegung der Knickpunkte als Sollkoordinaten, werden anderweitige Aufmessungen der Knickpunkte ersetzt.

Diesbezüglich ist festzustellen, dass die DGM 5 und DGM 2 für eine Festlegung der neuen Grenzen wegen ihrem Rasterabstand von 5 m bzw. 2 m ungeeignet sind, da mit diesen die erforderliche Genauigkeit nicht erzielt werden kann. Aus diesem Grund erfolgt eine direkte Auswertung, der als Bodenpunkte klassifizierten Laserscandaten durch Interpolation der Punktwolken auf ein gleichmäßiges Raster von 20 cm. Bodenauflösung. Diese Bodenauflösung wird anschließend als Schummerungsgrafik mit einer Beleuchtung von jeweils  $0^\circ$  und  $270^\circ$  dargestellt. Bei dieser Auflösung entsteht für 1 km<sup>2</sup> eine Punktwolke von 5-10 Millionen Punkten.

Die Form des Geländes ist in den Airborne Laserscandaten erkennbar, da selbst im Wald eine für die Auswertung ausreichende Anzahl an Laserpunkten den Boden erreicht. So sind systematische Geländeunebenheiten ab einer Höhendifferenz von 5 bis 10 cm darstellbar. Nach Harnischfeger sind die Bodenabdrücke der Forstmaschinen in Rückegassen in der Regel ausreichend, um in den in der Längsachse aufgeworfenen Wall oder die Reifenabdrücke zu erkennen.

Für die Abgrenzung der Wegetrasse können dann verschiedene Beleuchtungen verwendet werden, um in den Grafiken Böschungen, Gräben und Fahrspuren zu erkennen. Eine weitere Möglichkeit bietet die Rauigkeit der Oberfläche die für die Abgrenzung genutzt werden kann.

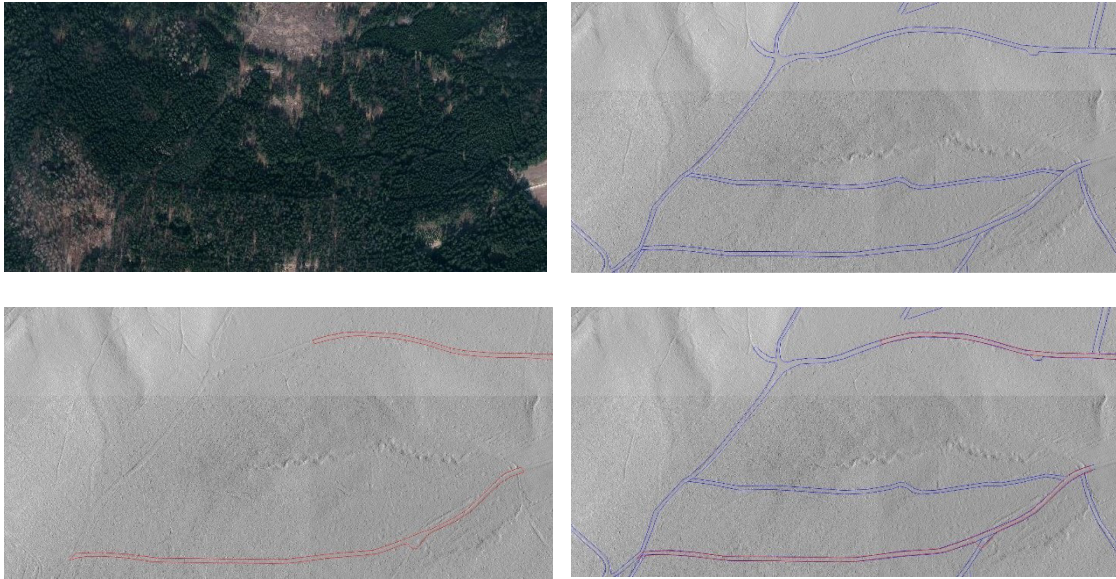


Abb. 3-19: Orthophoto (Harnischfeger, 2016)

Abb. 3-20: Auswertung der Wege in der Schummerung (Harnischfeger, 2016)

Abb. 3-21: terrestrische Kontrollmessung (Harnischfeger, 2016)

Abb. 3-22: Vergleich der Auswertung in der Schummerung und der terrestrischen Kontrollmessung (Harnischfeger, 2016)

Bei dem Vergleich der terrestrischen Messung zur grafischen Auswertung ergab sich eine weitestgehende Übereinstimmung. Hauptsächlich sind die Punktabstände in Kurven und subjektive Entscheidungen des Bearbeiters, an welcher Stelle der Wegekörper endet.

Das Landesamt für Vermessung und Geoinformation Thüringen gibt die Lagegenauigkeit der Laserscandaten mit ca. 0,5 m an, somit kann mit diesen Daten bei der Klassifizierung der Laserscandaten eine Punktgenauigkeit von 0,5 bis 1,0 m erzielt werden.

Von der Bestellung der Daten, über die Erzeugung der Grafik bis hin zum Endprodukt entstand ein zeitlicher Aufwand von zwei Arbeitstagen, was zur örtlichen Vermessung eine erhebliche Arbeitszeiteinsparung bedeutet.

Bezug nehmend auf das anfangs angesprochene Verhältnis zwischen Arbeitsaufwand und Punktgenauigkeit ist das ALF Meiningen der Auffassung, dass bei einem Bodenpreis von unter 0,5 €/m<sup>2</sup>, dies für eine Analyse der Laserdaten spricht.

### **3.3 Nordrhein-Westfalen**

#### **3.3.1 Verfahrensarten**

Eine große Bedeutung haben nach Hinz (2012) die Waldflurbereinigungsverfahren in Nordrhein-Westfalen, insbesondere in der Eifel, in den Mittelgebirgsregionen des Sieger- und Sauerlandes und im Oberbergischen Kreis.

Angeordnet werden hier vorwiegend vereinfachte Flurbereinigungsverfahren nach § 86 FlurbG, aber auch Verfahren nach § 1 FlurbG wurden hier schon für die Waldflurbereinigung verwendet.

Zudem wird in Nordrhein-Westfalen durch das Gemeinschaftswaldgesetz die Bildung von forstwirtschaftlichen Zusammenschlüssen in der Bodenordnung ermöglicht. So können durch die zusammengeschlossenen Waldbesitze, bessere Ergebnisse bei der Waldbewirtschaftung als mit den geringen Waldbesitzgrößen erwirtschaftet werden. (Zerhau, 2009)

#### **3.3.2 Innovative Verfahren**

In Nordrhein-Westfalen hat man sich laut Hinz (2012) mittlerweile mit Rheinland-Pfalz bezüglich der Vorgehensweise mit dem Verzicht auf Grenzfeststellung ausgetauscht. Das zeigt auch der neue Erlass für die Zusammenarbeit der Katasterbehörden, der Grundbuchämter und der Finanzämter mit den Flurbereinigungsbehörden anlässlich von Bodenordnungsverfahren nach dem Flurbereinigungsgesetz (Zusammenarbeitserlass Flurbereinigung - ZusArbErl FlurbG) vom 14.05.2018.

Diese enge Zusammenarbeit zwischen Flurbereinigungsbehörde und Katasterverwaltung gibt auch Wizesarsky (2016) wieder und geht auf eine Vertiefung der Zusammenarbeit im Zusammenhang mit LEFIS ein. So müssen für die Datenübernahmen die Schnittstellen optimiert werden, hierzu zählt auch die Schnittstelle zum zukünftigen Datenbankgrundbuch (DaBaG). So ist die Entwicklung der Zusammenarbeit in den Programmen ALKIS und LEFIS ersichtlich und die Fortschritte in der Datenverarbeitung sind vollständig zu nutzen. Dies betrifft auch eine redundante Datenerfassung und Datenhaltung abzubauen und die Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens (GeoInfoDok) in beiden Systemen zu nutzen und zu synchronisieren.

In Bezug auf die Abmarkung neuer Grenzen werden ähnliche Regelungen zu Rheinland-Pfalz in der Verordnung zur Durchführung des Gesetzes über die Landesvermessung und das Liegenschaftskataster (DVOzVermKatG NRW) getroffen. So können unter bestimmten Bedingungen in Bodenordnungsverfahren nach dem Flurbereinigungsgesetz Abmarkungen der Grenzen land- und forstwirtschaftlich genutzter Grundstücke unterbleiben.

Dies geht auch aus den Beschreibungen von Pawig (2009) hervor, in denen er verschiedene Optimierungsansätze der Verfahrensschritte beschreibt. Diese beginnen bei der Einleitung überschaubarer Waldbereiche mit einfacher Administration, die sich aus einem Forstamt, einer Ortslage und einer Forstbetriebsgemeinschaft zusammensetzt.

In einem zweiten Schritt ist eine einfache öffentlich-rechtliche Regelung des neuen forstlichen Wegenetzes anzustreben. Neben dem klassischen Weg über § 41 FlurbG sollten dabei Genehmigungsmöglichkeiten z.B. nach § 4 Landschaftsgesetz NRW oder § 6b Landesforstgesetz NRW geprüft werden.

Im dritten Schritt erfolgt die Trassenfreistellung der forstlichen Wegeachse, im Idealfall durch die Forstbetriebsgemeinschaft, für den Ausbau der vor der Besitzeinweisung erfolgen soll. Eine überzeugende Öffentlichkeitsarbeit ist Voraussetzung, um dies durchzusetzen ohne administrativ aufwendige Bauerlaubnisverhandlungen oder Anordnungen nach § 36 FlurbG.

Eine Aufmessung der Wege und prägnanten Bestandsgrenzen ist in minimalem Aufwand im vierten Schritt durchzuführen. So können durch diese Aufmessungen, geometrische Grundlagen für die neuen Eigentumsgrenzen geschaffen werden.

Eine konsequente Vereinfachung der Wertermittlung für den Boden und die Bestandswertermittlung ist als fünfter Schritt vor dem Dialog mit den Waldeigentümern durchzuführen. Für die Bodenbewertungen sind die Standortkartierungen des Geologischen Landesamtes zu verwenden, um auf die zeit- und kostenaufwendige örtliche Entnahme von Bodenproben zu verzichten.

Bei der Bestandsbewertung sieht Pawig die größte Veränderung darin, dass bisher Einzelbewertungen nach den einschlägigen Waldbewertungsrichtlinien nach der Neuordnung durchgeführt wurden und zukünftig alle Bodenordnungsflächen vor der Zuteilung zu bewerten sind, da hier die meisten Einwendungen bei der Zuteilung wegen der Un-

gewissheit über die Festsetzung der späteren Holzausgleiche zurückzuführen war. Jedoch setzt der Aufbau eines flächendeckenden Geoinformationssystems für die Bestände eine Modifizierung bei der Durchführung der Bestandsbewertung voraus. Hier gilt es, die richtige Vorgehensweise für das jeweilige Flurbereinigungsgebiet zu finden. Denkbar sind sogar große Vereinfachungsmöglichkeiten bei homogenen oder geringwertigen Waldbeständen.

So sollen nun große Flurbereinigungsgebiete durch die Auswertung von Waldinventuren, aktuellen Luftbildern, den Datenbanken der zuständigen Forstbetriebsgemeinschaft und der Ortskenntnis der Vorstandsmitglieder in gleiche Bestände zerlegt werden. Mit diesen Eingangsparametern werden Erwartungswerte in Euro/Ar berechnet und daraus über einen Korrekturfaktor, der mit dem Vorstand der Teilnehmergemeinschaft abgestimmt wird, der Tauschwert im Flurbereinigungsverfahren in Euro/Ar ermittelt.

Anschließend geht Pawig auf die Ansatzmöglichkeiten für die Vereinfachung der Vermessung ein und sieht bei der Überprüfung und Festlegung der Verfahrensgrenze erste Möglichkeiten, die mit der Katasterverwaltung im Einvernehmen abgestimmt werden sollen. Im nachfolgenden Beispiel zeigt Pawig ähnlich wie Baadte in Rheinland-Pfalz, den weitestgehenden Verzicht der Abmarkung der neuen Grundstücksgrenzen. Diese Entscheidungen haben ihre gesetzliche Grundlage in § 17(5) DVO zum VermKatG NRW.

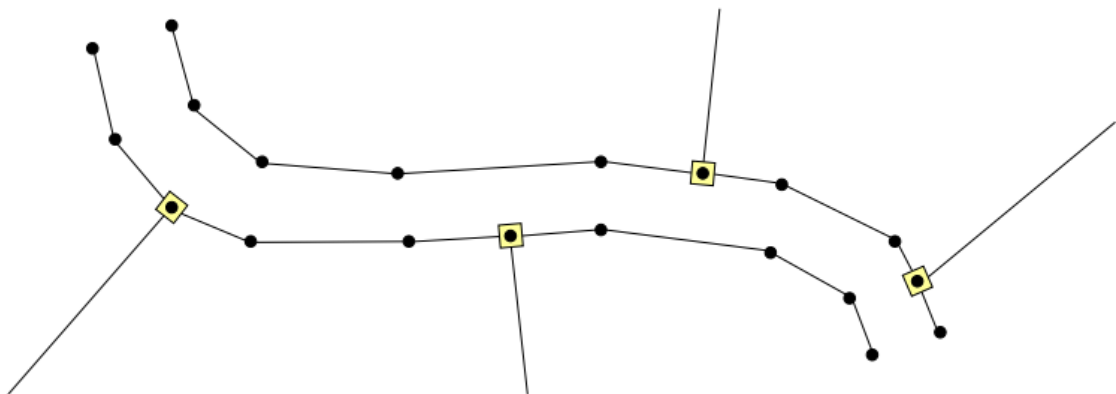


Abb. 3-23: Weitestgehender Verzicht auf Abmarkung (Pawig, 2008)

Um wie davor beschrieben die Vermessung zu minimieren, werden die Knickpunkte mit GPS oder terrestrischem Messverfahren als Sollkoordinaten bestimmt.

Die Knickpunkte bleiben unvermarkt und werden in Absprache der Grundsätze mit dem Vorstand der Teilnehmergemeinschaft durch den Vermessungsingenieur an der Unter- und Oberkante in Sachgerechtem erlauben festgelegt. Die später vorzunehmende Abmarkung beschränkt sich auf die abgehenden Grenzpunkte der Eigentums-, noch besser Besitzstandsgrenzen.

In einem Bericht zum „Einsatz von moderner Technologie in der Flurbereinigung zur Lagebestimmung der Wege, Gewässer, Nutzungsarten und Topographie“ wurde sehr detailliert eingegangen (Heitze, Malzer, Willmes, 2016). Hier werden noch einmal die wichtigsten Aspekte hervorgehoben.

So wird aufgezeigt, dass die ZusArbErl FlurbG die Vermessungsarbeiten in der ländlichen Bodenordnung in Bezug auf die Neumessungsgrenze und das Vermessungs- und Katastergesetz Nordrhein-Westfalen den Verzicht auf Abmarkung in land- und forstwirtschaftlichen Flächen regelt.

Für die Festlegung von Grenzen liegen unterschiedliche Genauigkeitsanforderungen vor. Die Bestimmung von vermarkten Grenzpunkten und Gebäudepunkten mit Koordinatenkatasterqualität kann nur mit Hilfe terrestrischer oder satellitengeodätischer Vermessung in der Örtlichkeit erreicht werden. Im Gegensatz dazu wird für die unvermarkten Grenzpunkte lediglich eine Festsetzung von Sollkoordinaten im Flurbereinigungsplan benötigt, diese kann durch Berechnungen, Luftbilder oder neuerdings aus Punktwolken erzeugt werden. Die Flurbereinigungsbehörde hat lediglich durch geeignete Kontrollmaßnahmen sicherzustellen, dass die Grenze tatsächlich den örtlichen Grenzverlauf wiedergibt und nicht durch Berechnungsfehler die Örtlichkeit nicht mit dem Liegenschaftskataster übereinstimmt.

Die in der Flurbereinigung benutzen Vermessungsverfahren und Einsatzmöglichkeiten moderner Technologien werden aufgezeigt. So wird zum Erfüllen der Genauigkeitsansprüche für das Koordinatenkataster weiterhin die klassische terrestrische Einzelpunktbestimmung benötigt, wobei diese auch mit den satellitengeodätischen Möglichkeiten abgedeckt werden, wenn möglich.

Eine weitere Möglichkeit bietet das luftbildgestützte Verfahren, wobei hier die Punkte zu signalisieren sind und je nach Auswertemethode und Aufwand, Genauigkeiten im halben Dezimeter Bereich möglich sind. Ebenfalls signalisierte Punkte werden für die mobile terrestrische Bildverarbeitung benötigt, da hier die zu bestimmenden Punkte in

Bildpaaren sicher erkannt werden müssen. Für Genauigkeitsangaben in land- und forstwirtschaftlichem Gelände lagen keine zuverlässigen Angaben vor.

Die neueste hier untersuchte Methode ist das Laser Scanning, sowohl das Airborn Laser Scanning (ALS) und das Mobile Laser Scanning (MLS). Je nach Qualität der Punktwolke ist bei einer ALS Auswertung eine linienhafte Bestimmung von Punkten im Dezimeterbereich möglich. Allerdings ist eine Einzelpunktbestimmung in der Regel nicht möglich. Für MLS ist die Auswertung von Einzelpunkten möglich, sofern diese signalisiert wurden. Linienhafte Objekte sind hingegen immer bestimmbar.

Für die Genauigkeitsprüfung wurden drei mobile Bestimmungsverfahren auf einer 2,2 km langen Teststrecke überprüft. Für den vorgesehenen Einsatz eignet sich auf Grund des sehr hohen Aufwandes mit den zu signalisierenden Punkten das Verfahren der terrestrischen Bildverarbeitung nicht, da nur eine Punktgenauigkeit der Kontrollpunkte von 45 cm im Mittel erreicht werden konnte. Die Ergebnisse einer Videoerfassung lieferten einen hohen Informationsgehalt bezüglich des Weges, allerdings nur eine Genauigkeit im Meterbereich, was für Messungen mit geodätischem Bezug nicht ausreicht.

Die besten Ergebnisse lieferte das MLS, welche bei den Kontrollpunkten eine Punktgenauigkeit von 17 cm erreichte und wo eine Erfassung des Wegekörpers sehr gut möglich war, was das nachfolgende Auswertergebnis aufzeigt. Die Wegeabgrenzung ist in Rot und der Fahrweg in Gelb dargestellt und in der Punktwolke haben die nichtbodenpunkte eine grüne und die Bodenpunkte eine braune Einfärbung.

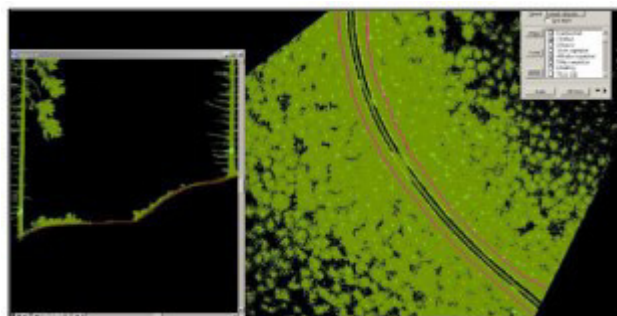


Abb. 3-24: Auswertergebnis MLS von TopScan Gesellschaft zu Erfassung topografischer Informationen Rheine (Heitze, Malzer, Willmes, 2016)

Im ersten der nachfolgenden beiden Bilder ist sowohl das Fahrzeug mit dem MLS als auch ein signalisierter Passpunkt zu erkennen. Im zweiten nachfolgenden Bild ist in der



Auswertesoftware in der Punktwolke der signalisierte Punkt erkennbar. Die Bestimmung von Fest, Pass- und Kontrollpunkten ist zu Beginn unabdingbar, da nachfolgend nur noch eine Festlegung von Sollpunktkoordinaten stattfinden soll. Die Festlegung der Passpunkte dient zur Stabilisierung der Wegeabschnitte, bei denen im MLS keine GNSS Positionierung vorhanden ist und die Kontrollpunkte werden zur Genauigkeitsüberprüfung benötigt.

Die Arbeiten wurden nicht von der Flurbereinigungsverwaltung durchgeführt, sondern an ein Ingenieurbüro vergeben, welches die Wege mittels MLS erfasst, die Aufnahmeortstandorte und Aufnahmeorientierung durch RGB-Bild dokumentiert und die georeferenzierte Punktwolke erstellt, sowie Wegefahrbahn und Wegeränder objektdigitalisiert liefern sollte.

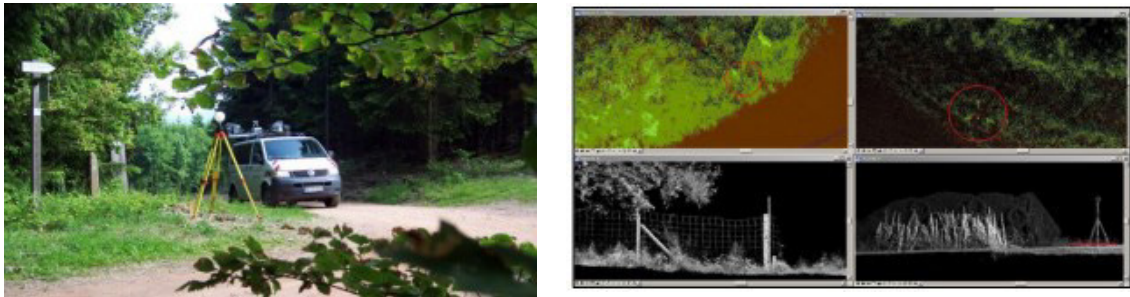


Abb. 3-25: Örtliche Befahrung MLS (Heitze, Malzer, Willmes, 2016)

Abb. 3-26: Darstellung von Kontroll- und Passpunkten in der Punktwolke von TopScan Gesellschaft zu Erfassung topografischer Informationen Rheine (Heitze, Malzer, Willmes, 2016).

Ein Koordinatenvergleich bei der Abnahme der Leistung von neun Kontrollpunkten zeigte eine mittlere Punktgenauigkeit von 15 cm. Eine große Übereinstimmung zeigte der Vergleich mit vorher terrestrisch bestimmten Punkten in der Grafik der Vergleichsbestimmung, in der die Grenzen der Wegebestimmung in grün, die Abgrenzung der Fahrbahn in rot und die vorab terrestrisch bestimmten Wegeabschnitte in blau dargestellt sind. Markante Punkte wurden in der 3D Punktwolke überprüft. Hier wurde ein Zaunpfahl bestimmt, der zwischen digitalisierter Koordinate und der Örtlichkeit eine Differenz von unter 8 cm aufwies.

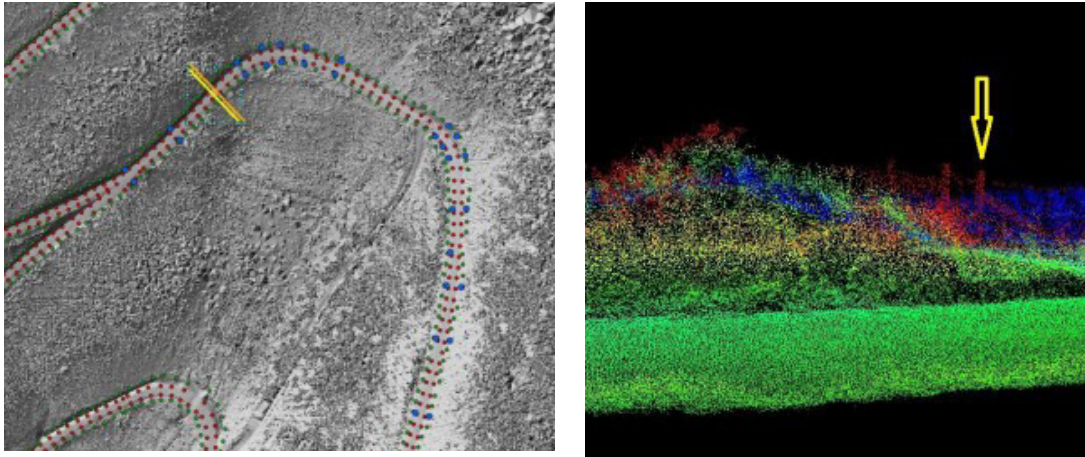


Abb. 3-27: Vergleichsbestimmung Wegeabschnitte (Heitze, Malzer, Willmes, 2016)

Abb. 3-28: Überprüfung markanter Punkte (Heitze, Malzer, Willmes, 2016)

Mit den Daten aus der MLS Befahrung wurde ein 2,5D Geländemodell im Bereich der Wege erstellt. Da die Daten des 2,5D Geländemodells sehr aussichtsreich waren, wurde das komplette Verfahren mittels ALS mit 20 Punkten pro Quadratmeter vervollständigt, um für das komplette Flurbereinigungsgebiet ein hochgenaues Geländemodell ableiten zu können. Dies wird nachfolgend am Beispiel Wegekrenz ersichtlich mit dem Unterschied aus MLS-Daten und aus ALS-und MLS-Daten generierten 2,5D Geländemodellen.

Die Auswertung der Daten und Festsetzung der neuen Grenzen mit Sollkoordinaten wird von der Flurbereinigungsbehörde durchgeführt, da im Gegensatz zu den beschriebenen Erhebungen der Geobasisdaten, die der Sollkoordinaten eine hoheitliche Vermessung für das Liegenschaftskataster darstellt und diese nur befugte Vermessungsstellen ausführen dürfen.

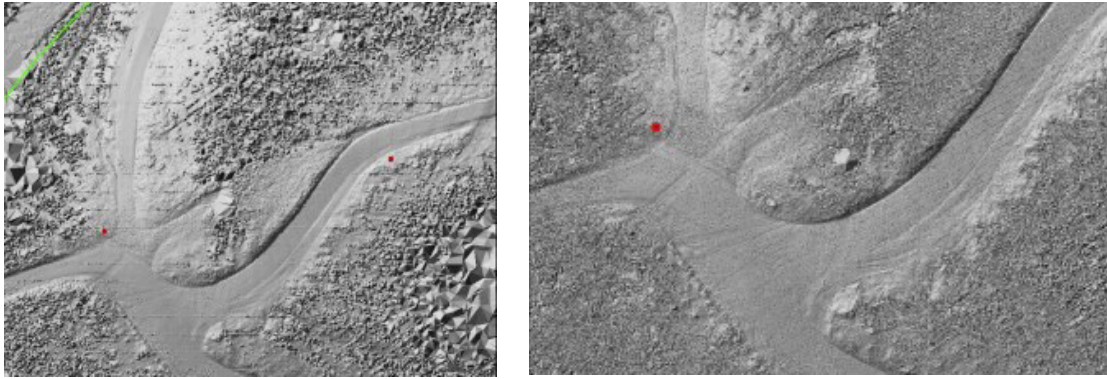


Abb. 3-29: 2,5D Darstellung aus MLS-Daten am Beispiel Wegekreuz (Heitze, Malzer, Willmes, 2016)

Abb. 3-30: Zusammengeführte ALS- und MLS-Daten am Beispiel Wegekreuz (Heitze, Malzer, Willmes, 2016)

Das Zusammenspiel der Daten bringt für das komplette Verfahren Vorteile in den Bereichen der Wege mit den MLS-Daten in Verbindung mit der RGB-Bilder und im restlichen Verfahrensgebiet mit den ALS-Daten. Wobei nur mit ALS-Daten die Orientierung teilweise verloren geht, was aber unter Zuhilfenahme von Orthophotos korrigiert werden kann.

Wizesarsky (2014) ging auf die Technik und Automation in der Landentwicklung in Deutschland mit Bezug auf Nordrhein-Westfalen ein. Hierbei ging es ihm um den aktuellen Stand und Visionen, wobei dies auch den technischen Stand im Alltag umfasste. Dort haben sich Smartphones oder Tablet-Computer mit GPS-Navigation und fast unbegrenztem Internetzugang als fester Bestandteil des Lebens etabliert und nun steigen die Erwartungen an die beruflich genutzte Technologie. Früher wurde mit Notizblöcken, Feldbuchrahmen mit analogen Kartengrundlagen und zur Erfassung örtlicher Eindrücke in einer Fotokamera zur Bestandsaufnahme gearbeitet, diese technischen Komponenten können heute mit Tablet-PCs gelöst werden. Weitere vermessungstechnische Veränderungen werden im Bereich der Photogrammetrie, sowie durch die mobile Datenerfassung mit Drohnen und mittels mobilem Laserscanner gebracht, um die technischen Trends für die Landentwicklung zu adaptieren.

Thomas (2014) nannte noch einmal die Bedeutung von Technik und Automation für die Landentwicklung in Deutschland und derer Entwicklungslinien. Machbar wäre das aber

nicht nach seiner Aussage ohne die noch vorhandene Experimentierfreudigkeit, basierend auf solidem Ingenieurwissen, sowie der Neugier und dem Einfallsreichtum der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. In der Entwicklungslinie stand zu Beginn die Triangulation bzw. Polygonierung und das Orthogonal- bzw. Einbindeverfahren, das dann durch die Polarvermessung mit der freien Stationierung verbessert wurde. Ein nächster Schritt in der Entwicklungslinie war die Photogrammetrie und die GPS-Technologie in Verbindung mit dem SAPOS®-Dienst. Über das Dilemma, dass für die GPS und Photogrammetrie Luftsichtbarkeit vorhanden sein muss, was in Waldgebieten nicht oder nur stark eingeschränkt vorkommt, entwickelte sich die jüngste Technologie. Hinsichtlich örtlicher Vermessung ist die Eagle-Eye-Technologie mit kinematischer Vermessungsmethode unter Verwendung hybrider Multi-Sensor-Erfassungssysteme zur Bestandsdatenerfassung von Verkehrsanlagen nun etabliert. Über GPS und ein hochgenaues inertiales Navigationssystem (INS) und odometrische Sensoren für die Messung der Weglänge erfolgt die Positionsbestimmung. Mit den Positionsdaten werden die Bilder der Messkameras georeferenziert.

### 3.4 Gegenüberstellung

#### 3.4.1 Verfahrensarten

Zusammenfassend ist zu sagen, dass in allen verglichenen Bundesländern Verfahren nach dem Flurbereinigungsgesetz angewendet werden. In einigen Fällen werden die Verfahren in verschiedenster Weise mit der Gründung von Waldgenossenschaften oder Waldgemeinschaften umgesetzt.

Tab. 3-3: Gegenüberstellung der Verfahrensarten

Rheinland-Pfalz	Thüringen	Nordrhein-Westfalen
§ 1 FlurbG		§ 1 FlurbG
§ 86 FlurbG	§ 86 FlurbG	§ 86 FlurbG
§ 91 FlurbG	§ 91 FlurbG	
§ 103 a FlurbG	§ 103 a FlurbG	

#### 3.4.2 Innovative Verfahren

In der Gegenüberstellung kann zusammenfassend gesagt werden, dass bereits viele innovative Vermessungsverfahren untereinander ausgetauscht wurden. Jedoch sind einige Vermessungsverfahren verfeinert worden, wie zum Beispiel die Photogrammetrie mit der Kreuzbefliegung, die sich im Wald auszahlt. Hier wird sich ein weiterer Informationsaustausch für alle Beteiligten bezahlt machen.

Die Erkenntnisse im Bereich der Feldrechner und Außendiensttablets mit GPS-Modul sind ebenfalls für alle Verwaltungen von großem Belang, da diese auch in anderen Flurbereinigungsverfahren gut eingesetzt werden können und sich nicht nur in Waldflurbereinigungsverfahren auszahlen.

Die Ergebnisse neuer Technologien, wie zum Beispiel die Ergebnisse mit Laserscanningdaten aus ALS sowie MLS sollten weiterhin ausgetauscht werden, da hier aktuell der größte Gewinn im Bereich der Waldflurbereinigung zu erwarten ist.

Tab. 3-4: Gegenüberstellung der Innovativen Verfahren

Rheinland-Pfalz	Thüringen	Nordrhein-Westfalen
Verzicht auf Grenzfeststellung durch optimale Gebietsabgrenzung	Verzicht auf Grenzfeststellung durch optimale Gebietsabgrenzung	Verzicht auf Grenzfeststellung durch optimale Gebietsabgrenzung
Photogrammetrie	Photogrammetrie	Photogrammetrie
Kreuzbefliegung		
PuDig	PuDig	PuDig
Verzicht auf Abmarkung	Verzicht auf Abmarkung	Verzicht auf Abmarkung
Feldrechner / Außendiensttablets mit GPS-Modul		Feldrechner / Außendiensttablets mit GPS-Modul
Bestandsbewertung aus Luftbildern		Bestandsbewertung aus Luftbildern und Datenbanken
	Analyse von klassifizierten Laserscandaten	
		Punktwolken aus ALS und MLS
		Videoerfassung
GNSS	GNSS	GNSS
terrestrische Vermessung	terrestrische Vermessung	terrestrische Vermessung

## 4 Waldflurbereinigungsverfahren „Unteres Traantal“

### 4.1 Verfahrensdaten

Das Waldflurbereinigungsverfahren „Unteres Traantal“ wurde als Vereinfachtes Flurbereinigungsverfahren nach § 86 Abs. 1 Nr. 1 FlurbG mit Flurbereinigungsbeschluss vom 10.03.2014 eingeleitet. Das Vereinfachte Flurbereinigungsverfahren „Unteres Traantal“ wird vom DLR Rheinhessen-Nahe-Hunsrück von der Dienststelle Simmern durchgeführt. Die Gesamtfläche von 1030 ha des Flurbereinigungsgebiets in den Gemarkungen Ellweiler, Dambach, Traunen, Meckenbach und Hoppstädten beinhaltet überwiegend Privatwaldflächen. Der Staatswald mit 39 ha und Kommunalwald mit 41 ha sind im Verfahrensgebiet von untergeordneter Wichtigkeit. Auf Grundlage einer Projektbezogenen Untersuchung (PU) erfolgte die Anordnung des Flurbereinigungsverfahrens Unteres Traantal.

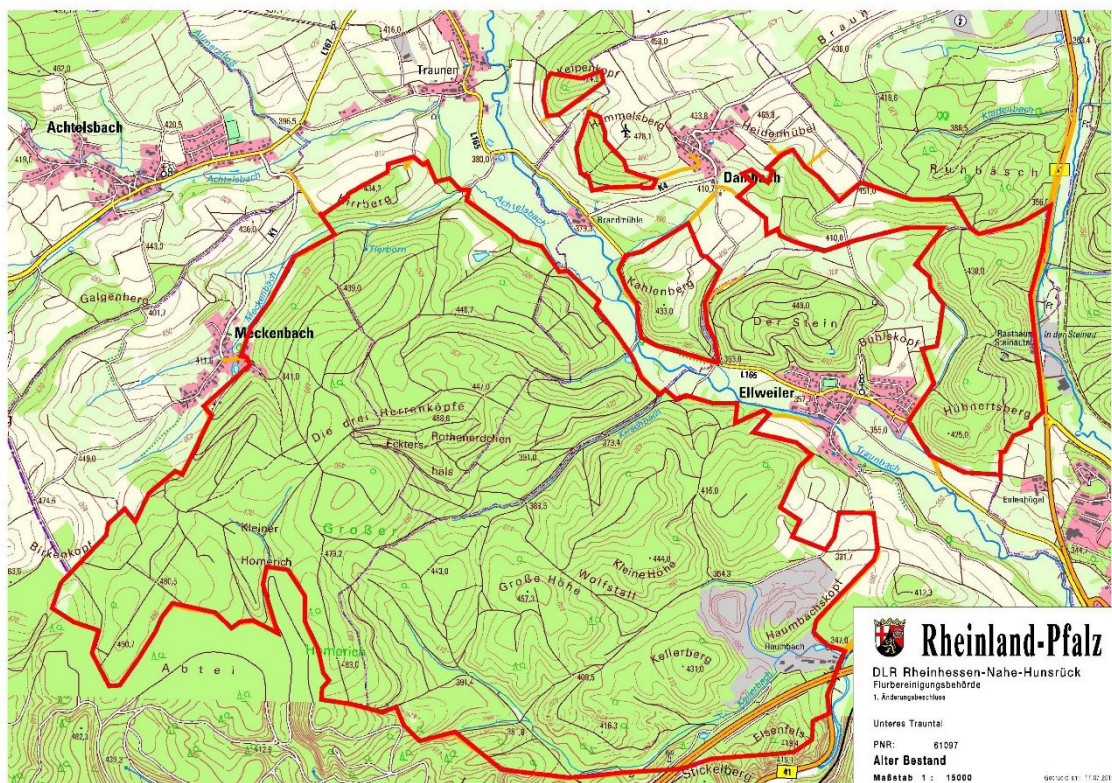


Abb. 4-1: Verfahrensgebietskarte "Unteres Traantal"

Die Karte über das Verfahrensgebiet „Unteres Trauntal“ zeigt die fünf Teilgebiete des Verfahrens zum Stand des 1. Änderungsbeschlusses. Mittlerweile wurde der 2. Änderungsbeschluss erlassen und ein 3. Änderungsbeschluss ist noch für die Zuziehung der Flächen für den Ausbau des Weges 151 zu erlassen.

In der nachfolgenden Abbildung ist die Karte zum Vermessungskonzept zu sehen, in der versucht wurde auf die Herstellung der Verfahrensgrenze zu verzichten. Dieses Unterfangen war jedoch an manchen Stellen nicht möglich und musste durch Sonderregelungen ergänzt werden. Im südlichen Bereich des Verfahrens, an dem die Verfahrensgrenze auf der Landesgrenze von Rheinland-Pfalz / Saarland verläuft. Die Landesgrenze zum Saarland wird in Abstimmung mit dem zuständigen saarländischen Landesamt vom LVermGeo in Koblenz anhand einer ca. 20 Jahre zurückliegenden Messung koordiniert und gilt damit ohne erneute örtliche Vermessung als wiederhergestellt.

Eine Grenzfeststellung wird für die blau gekennzeichneten Grenzabschnitte durchgeführt, wobei folgende Ausnahmeregelungen greifen. Solche Grenzabschnitte, an denen die Abweichungen zwischen der Örtlichkeit und den Katastergrenzen markant ist und ein befestigter Weg über die Verfahrensgrenze hinausragt und somit teilweise über eine außerhalb liegende, der Land- oder Forstwirtschaft dienenden Parzelle führt, werden gesondert behandelt. Hier macht das VermKA eine Fortführungsmessung und teilt die außerhalb des Verfahrens liegende Parzelle in eine kleine Wegeparzelle, eine sogenannte Splitterparzelle und in den Rest. Anschließend wird die Splitterparzelle dem Flurbereinigungsverfahren zugezogen.

Für die Bereiche in denen die Neumessungsgrenze, in rot, nicht identisch mit der Gebietsgrenze, orange, ist wird nach der Methode Neumessungsgebiet vorgegangen.

Die Verfahrensgrenze misst eine Länge von ca. 30 km und umfasst 1814 Grenzpunkte.





Abb. 4-2: Karte zum Vermessungskonzept Unteres Trauntal

In den ca. 1030 ha Verfahrensfläche sind im alten Bestand, der in der Karte zum Vermessungskonzept erkennbar ist, 8221 Flurstücke. Diese wurden bei der Legitimation der 1016 Grundbuchblätter zu 1119 Eigentümern legitimiert, die sich auf 686 Ordnungsnummern für das Flurbereinigungsverfahren aufteilen.

Außerdem wird bei der vorgehenden Kartendarstellung auch ersichtlich, dass nur in wenigen Bereichen des Flurbereinigungsverfahrens vorher Vermessungsarbeiten durchgeführt wurden. Die Katastergrundlage stammt aus dem Jahr 1840 und ist weitestgehend aus der Urvermessung. Die Genauigkeitsstufe (GST) liegt aktuell über 3000. Die GST ist die Angabe zur Genauigkeit der Georeferenzierung in ALKIS. Der Wert der GST beschreibt den größten zu erwartenden Widerspruch zwischen einer gemessenen und einer aus Koordinaten gerechneten Strecke von einem neu bestimmten Punkt zu den jeweiligen Bezugspunkten des Koordinatenreferenzsystems, was die folgende Tabelle wiedergibt. Als Bezugspunkte des amtlichen Koordinatenreferenzsystems ETRS89\_UTM32 gelten die Geodätischen Grundnetzpunkte (GGP), sowie die davon abgeleiteten übergeordneten Lagefestpunkte (ÜFP) und SAPOS®-Referenzstationspunkte (RSP).

Tab. 4-1: Information zur Genauigkeitsstufe der Punkte (GST) (LVerGeo Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz, 2018a)

GST	Zu erwartender Widerspruch
2000	SL ≤ 0,02 m; ZS = 0,04 m
2100	SL ≤ 0,03 m; ZS = 0,06 m
2200	SL ≤ 0,06 m; ZS = 0,10 m
2300	SL ≤ 0,10 m; ZS = 0,20 m
3000	SL ≤ 0,30 m; ZS = 0,60 m
3100	SL ≤ 0,60 m; ZS = 1,20 m
3200	SL ≤ 1,00 m; ZS = 2,00 m
3300	SL ≤ 5,00 m; ZS = 10,00 m
5000	SL ≤ 5,00 m; ZS = 10,00 m
nicht Belegt	nach Quellenlage nicht zu spezifizieren / nicht untersucht
SL = Standardabweichung Lage, entspricht der max. zu erwartenden Abweichung mit einer statistischen Wahrscheinlichkeit von 68,3 %	
ZS = zulässige Streckenabweichung	

Die GST trifft jedoch keine Aussage bezüglich der Genauigkeit von benachbarten Grenz- oder Gebäudepunkten zueinander, die Ausnahme stellt hier die GST 2000 dar. Bei dieser GST wird in Abhängigkeit der zugrunde liegenden Messwerte der Liegenschaftsvermessungen regelmäßig höher liegen.

Für Punkte, die bei der Digitalisierung der analogen Liegenschaftskarten entstanden sind, wurde pauschal die GST 5000 vergeben. Untersucht wurde die Genauigkeit dieser Punkte nicht, sodass keine gesicherte Aussage über die Genauigkeit der Punkte gemacht werden kann.

Eine komplette Neuvermessung des Flurbereinigungsgebietes ist nicht nur aus der Sicht auf die GST im Verfahrensgebiet und die nicht ausreichende Dichte des vermessungstechnischen Raumbezuges ersichtlich, sondern auch durch die Zersplitterung der Eigentumsverhältnisse, die der Forstamtsleiter des Forstamtes Birkenfeld Graf von Plettenberg schon genannt hatte und im folgenden Kartenbeispiel auch ersichtlich wird.

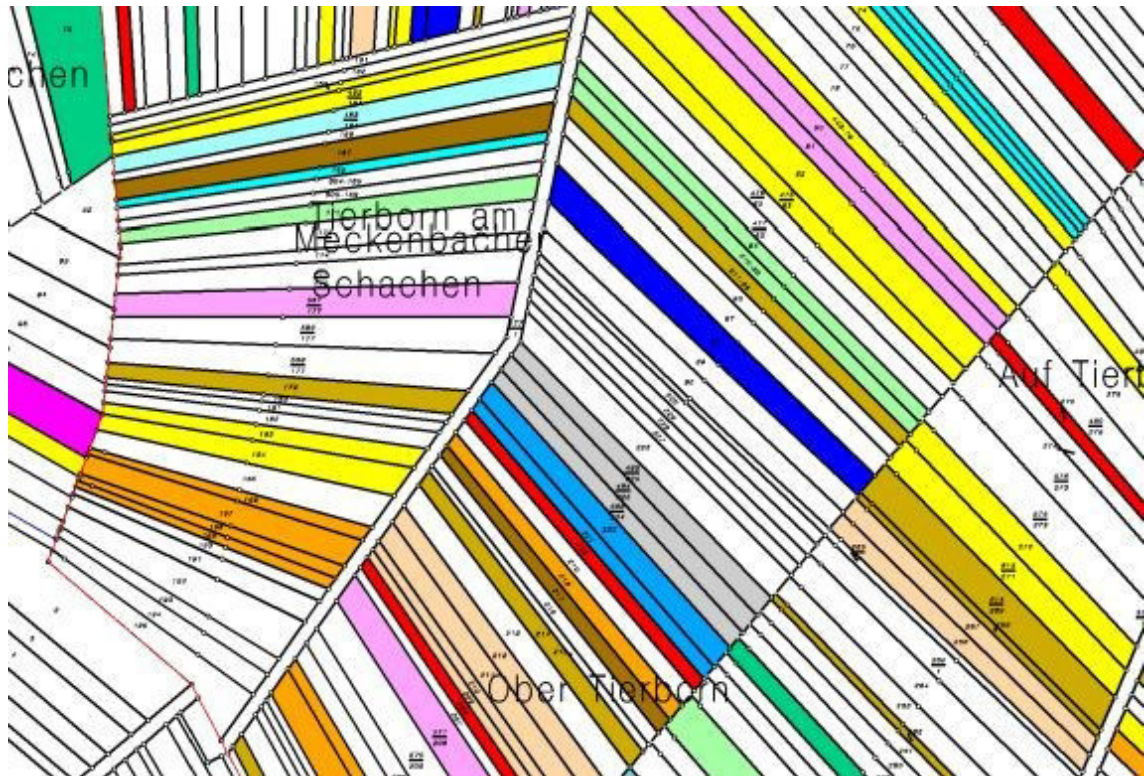


Abb. 4-3: Zersplitterung der Eigentumsverhältnisse im Waldflurbereinigungsverfahren „Unteres Trauntal“

An dem vorstehenden Kartenauszug einer Besitzstandskarte des Alten Bestandes ist die Zersplitterung der Eigentumsverhältnisse im Waldflurbereinigungsverfahren Unteres Trauntal zu erkennen. Diese erheblichen Bewirtschaftungsnachteile durch fehlende oder unzureichende Erschließung, Kleinparzellierung und ungünstige Grundstücksformen sollen durch die Flurbereinigung behoben werden.

Ein charakteristisches Flurstück ist zurzeit in diesem Bereich 200 m lang und 5 m breit und hat keine oder nur eine einseitige Wegeerschließung. Auch bei Kenntnis der Grundstücksgrenzen ist die Bewirtschaftung äußerst schwierig, da nach einem Eintritt in eine derart schmale Waldparzelle der weitere Grenzverlauf schon nach wenigen Metern nur noch schwer auffindbar ist. Das gilt insbesondere in homogenen Laubwäldern. Mit der

Arrondierung und Verbesserung der Erschließung entstehen Besitzstrukturen, die eine effiziente Bewirtschaftung des Waldes ermöglichen.

Zur Verdichtung des vermessungstechnischen Raumbezuges werden Aufnahmepunkte (AP) bzw. temporäre Aufnahmepunkte (tAP) mithilfe der PuDig-Befliegung, GNSS und Polaraufnahme erzeugt.

Für die PuDig-Befliegung, die als Kreuzbefliegung mit 23 Flugsteifen in West-Ost- und Nord-Süd-Richtung durchgeführt wurde, wurden 32 Passpunkte durch GNSS Messung bestimmt, um die 349 Bilder mit einer Pixelgröße von 7 cm auswerten zu können. Bei der Signalisierung der zu überfliegenden Fläche von ca. 1110 ha wurden 832 Punkte zur Verdichtung des vermessungstechnischen Raumbezuges im Frühjahr 2015 signalisiert. Bei der Auswertung der Luftbilder ist aufgefallen, dass lediglich 8 AP ausgefallen waren und nicht ausgewertet werden konnten.

Für die Messung der Passpunkte und die Signalisierung der luftsichtbaren AP waren insgesamt 29 Außendiensttage nötig, 24 Tage für die Signalisierung und 5 Tage für die Kontrollmessung und das Abräumen der Signale. Die große Anzahl an signalisierten Punkten ist daher zu erklären, dass der Verfahrensbearbeiter, die signalisierten Punkte so gelegt hat, dass ca. die Hälfte später auch gleichzeitig als Grenzpunkte der Wege des neuen Bestandes verwendet werden, was die nachfolgende Abbildung zeigt. In dem vergrößerten Ausschnitt sind zwei signalisierte Punkte mit Signalen und Streifen für die Identifizierung zu erkennen, die später als Grenzpunkte genutzt werden.

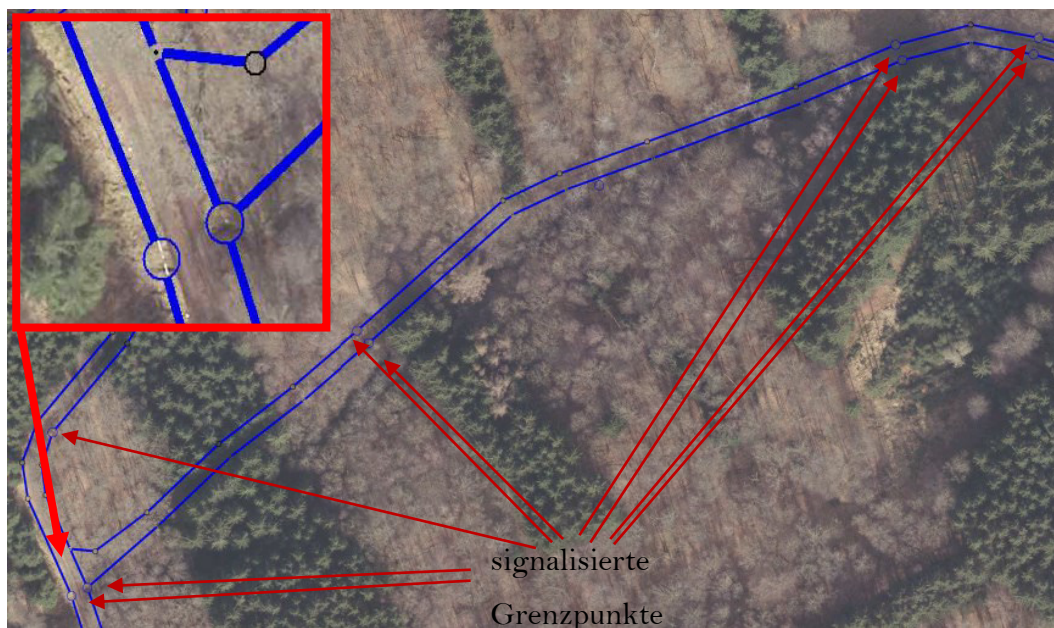


Abb. 4-4: signalisierte Grenzpunkte

Das AP-Netz muss an vielen Stellen noch durch Polygonzugmessung verdichtet werden. In diesem Zusammenhang wird gleichzeitig die Abmarkung und Aufmessung der vorhandenen Wegetrassen erledigt. In den Jahren 2015 bis 2017 wurden durch die Bearbeiter des DLR an ca. 100 Außendiensttagen Vermessungsarbeiten durchgeführt und 1978 Grenzsteine bis Ende August 2017 abgemarkt. Diese erhebliche Anzahl an Außendiensttagen ist aufgrund der hohen Walddichte in dem Flurbereinigungsverfahren zurückzuführen. Durch den Wald ist auf den Luftbildern nach Auskunft der Bearbeiter eine Messung mit PuDig im Orthophoto nicht immer einfach durchzuführen und muss durch Polygonzüge, Freie Stationierung und PuDig in der Örtlichkeit ausgeführt werden.



Abb. 4-5: Polygonzugmessung

Im vorgehenden Beispiel wurde ein Wegeabschnitt durch einen Polygonzug verdichtet. Die Polygonpunkte wurden so gewählt, dass diese anschließend als Grenzpunkte genutzt werden können. Die weiteren vermarkten Grenzpunkte wurden, wie die Polygonpunkte mit Schlagsteinen vermarktet. Die Bestimmung der vier Grenzpunkte erfolgte über zwei unabhängige freie Stationierungen im Anschluss an die Polygonzugmessung. Da die Waldwege nach Hinz (2012) in der Wertschöpfung der Waldflurbereinigung mit die größte Rolle spielen wurde betrachtet, in wie fern das ländliche Verbindungswege-netz berücksichtigt wurde. Die nachfolgende Karte zeigt, dass das ländliche Verbindungswege-netz das Flurbereinigungsverfahren Unteres Trauntal nur temporär in der Gemarkung Dambach berührt. Die ländlichen Verbindungswege bilden nach Pascher

(2016) die Lebensadern des ländlichen Raums und zu diesen zählen auch die Holzabfuhrwege. An einer tragfähigen Lösung zur Schaffung und Sicherung funktionstüchtiger ländlicher Wege für die Land- und Forstwirtschaft muss gearbeitet werden.

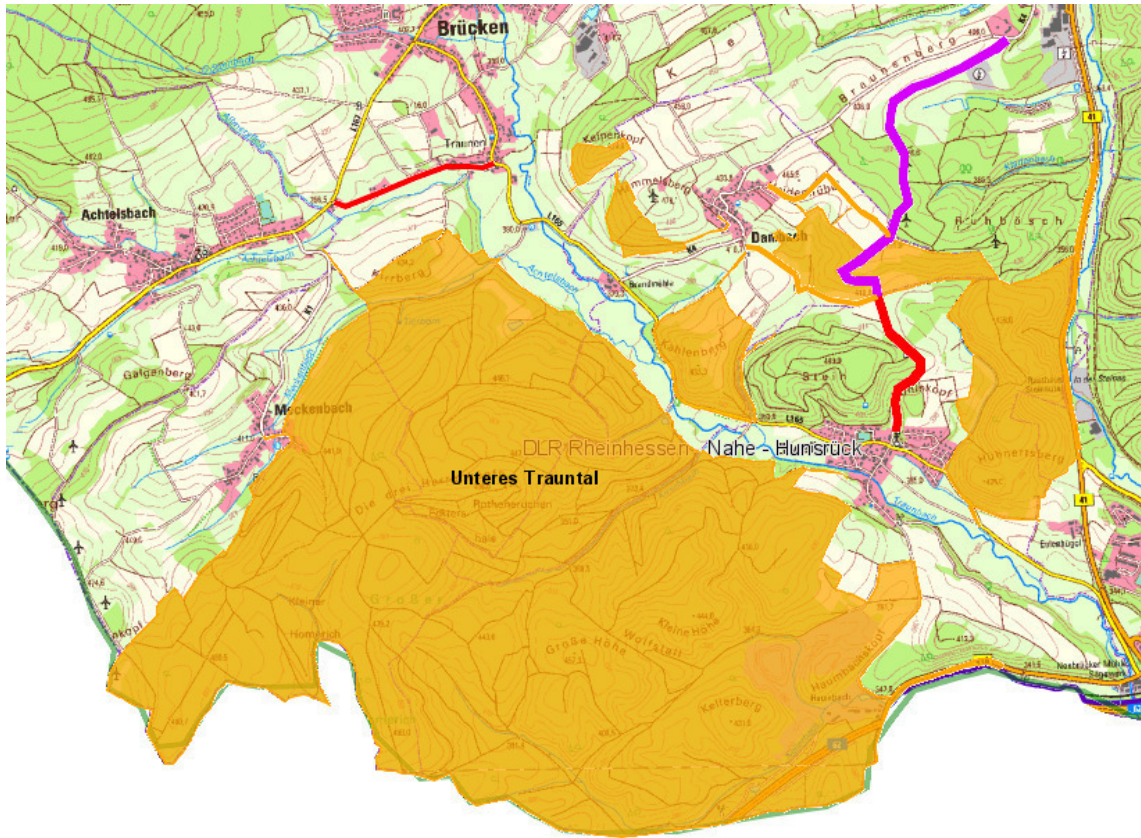


Abb. 4-6: Übersichtskarte mit ländlichem Verbindungswegenetz

Für das Flurbereinigungsverfahren sind 5,7 km vorhandene Bitumenwege festgestellt worden, 26 km vorhandene Schotterwege und 27,5 km vorhandene Erdwege. Das 600 m lange Teilstück des ländlichen Verbindungswegenetzes von Birkenfeld nach Ellweiler, im Flurbereinigungsverfahren auf der Gemarkung Dambach wurde als vorhandener Schotterweg aufgenommen, der nicht weiter ausgebaut wird.

Im Flurbereinigungsverfahren sind zu den vorhandenen Wegen auch Wegebaumaßnahmen geplant, 9,6 km Schotterwege und 22 km Erdwege sollen ausgebaut werden. Bei den Erdwegen handelt es sich um 11 km vorhandene Erdwege, die aufgrund von Unebenheiten, Seitenneigung und geringer Breite neu profiliert werden müssen und um 11 km, die durch vorhandene Holzbestände neu gebaut werden müssen.

Mit dem zusätzlichen Ausbau beträgt die Gesamtlänge der Holzabfuhrwege im Verfahrensgebiet rd. 37 km, das entspricht einer Erschließungsdichte von 36 lfm/ha.

An geeigneten Stellen entlang der vorhandenen oder neu ausgebauten, leicht befestigten Wege werden Holzlagerplätze ausgewiesen. Diese werden mit einer Abmessung von ca. 25 m x 6 m in der Regel im Erdbau angelegt.

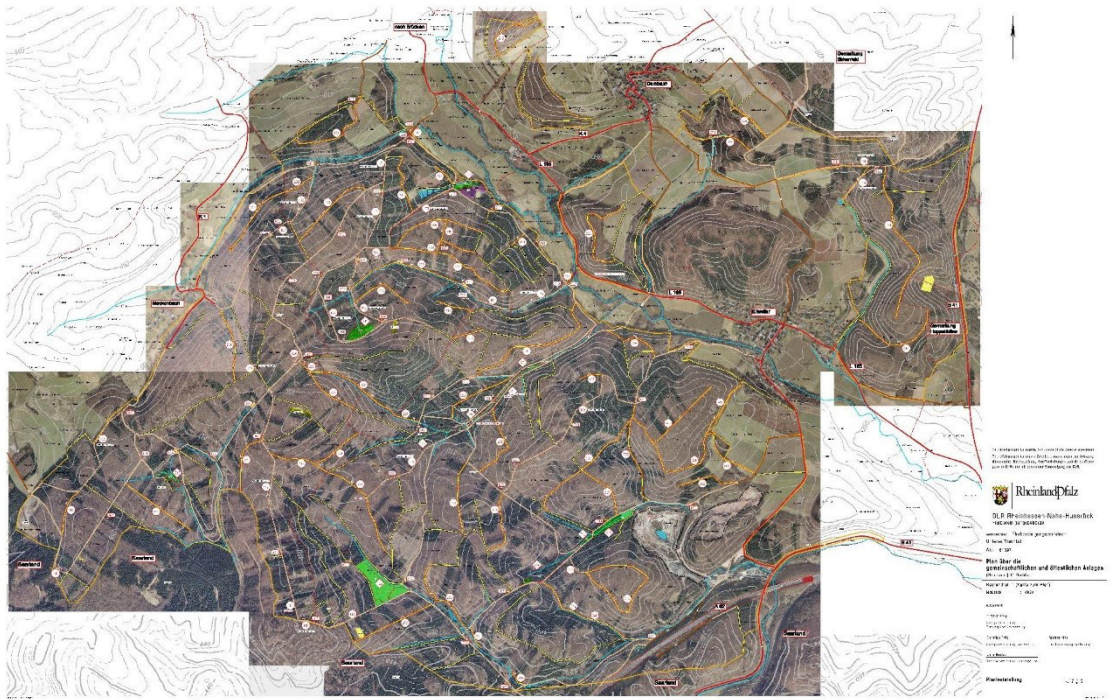


Abb. 4-7: Plan über die gemeinschaftlichen und öffentlichen Anlagen

## 4.2 Leitfaden zur Waldneuordnung

Hintergrund des Leitfadens zur Waldneuordnung ist, dass die Bewirtschaftung von kleinem Privatwald durch impulsgebende Förderung und Verbesserungen der Waldstrukturen, sowie entsprechende Fachgespräche verbessert wird (Redmann et al., 2016). Mit einer nachhaltigen Bewirtschaftung der Kleinprivatwälder und der daraus entstehenden höheren Holzbereitstellung sollen positive regionalökonomische, volkswirtschaftliche und klimawirksame Effekte als Ziel dieser Unterstützung erreicht werden.

Der volkswirtschaftliche Effekt der Waldneuordnung wird durch verschiedene wissenschaftliche Untersuchungen, sowie den bundesweiten Leistungsvergleich nach Artikel 91d Grundgesetz eindrucksvoll belegt.

Durch die Berechnungen von Hinz (2012) kann ein umfassender Nutzen der Waldneuordnung mit 53.000 Euro/ha bei durchschnittlichen Ausgangsverhältnissen berechnet werden. In Unterfranken berechnete Günzelmann 2011 für den Kleinprivatwald eine nachhaltige jährliche Wertschöpfung von 2.200 €/Jahr/ha. BMS Consulting ermittelte im Jahr 2007 bei einem Waldflurbereinigungsverfahren, das 2.200 €/ha kostete, einen Gesamtnutzen von 7.700 €/ha.

Um diese ganzen Berechnungen in einen Konsens mit dem Kleinprivatwald und dem Potential im Rohholz zu setzen und in einem volkswirtschaftlichen Kontext in den verschiedenen Branchen des Cluster Forst und Holz umzusetzen wurde die Waldneuordnung 2020 als Projekt entwickelt. Dieses Projekt Waldneuordnung 2020 wurde durch die Fachagentur Nachwachsender Rohstoffe (FNR) unterstützt. Finanziert wurde das Projekt durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Das Freiburger Beratungsunternehmen UNIQUE forestry and land use setzte das Projekt in dem Vereinfachten Flurbereinigungsverfahren Unteres Traantal um.

Grundsätzlich gliedert sich der Leitfaden in verschiedene Punkte, von den Befragungstechniken in Flurbereinigungsverfahren, über technische Ansätze zur Effizienzsteigerung und Möglichkeiten bei der Wertermittlung, bis hin zur Erschließung die bedarfsgerecht und kostenoptimiert sein soll. Des Weiteren werden die Fachthemen im Rahmen des Pilotprojekts „Unteres Traantal“ aufgegriffen und weiterführende Informationen zu den Themen eigentumsübergreifende Bewirtschaftung von Wald, Waldpacht und Erbgemeinschaften in Exkursform aufbereitet.

Im ersten Schritt stellen Fragen keine Neuheiten dar, allerdings in dieser gezielten Form, um das Verfahren in seinen Abläufen besser steuern zu können und auch die Akzeptanz zu einem solch frühen Stadium des Verfahrens zu steigern. Die Bildung von Arbeitskreisen der Teilnehmer kann einen weiteren Nutzen bringen, so können dadurch auch die Fragen der Eigentümer mit aufgegriffen werden und nicht nur die Fragen der Flurbereinigungsbehörde. Die Durchführung kann sowohl durch Fragebogen mit Zusendung und Rücksendung durch die Teilnehmer geschehen, aber auch in einer örtlichen direkten Befragung der Teilnehmer in einem Gespräch vor Ort. Der Zeitpunkt der Befragung hängt von den Zielsetzungen ab, welche mit den Fragen erreicht werden sollen. Je nach Befragung und Ergebnis können anschließend die Arbeitsplanungen an die Zielsetzungen der Teilnehmer angepasst werden und das Budget für das Verfahren jahresweise aufgeteilt werden.



Zu den technischen Ansätzen zur Effizienzsteigerung lässt sich sagen, dass diese unter Nr. 3 im Vergleich der drei Bundesländer mit den Kosteneinsparungen in der Vermessung sowohl an der Verfahrensgrenze als auch in der Methode PuDig, der Abmarkungspflicht, die es nach dem FlurbG nicht gibt und in den Ländern unterschiedlich geregelt ist, schon größtenteils beschrieben wurden.

Neben den unter Nr. 3 genannten Nutzungen von Laserscanningdaten können diese auch für die Vorab-Delinierung der Waldbestände benutzt werden und ein weiterer Punkt ist die digitale Datenerfassung, die zu Zeiteinsparungen, Verbesserung in der Datenqualität und Fehlervermeidung mit robusten Notebooks oder Außendiensttablets führen soll.

Bei der Wertermittlung sind weitere Möglichkeiten unter Nr. 3 in Rheinland-Pfalz und vom Bromma 2009 aufgezeigt worden. Diese sollen in dem Pilotverfahren Unteres Trauntal mit der Waldneuordnung 2020 weiterentwickelt werden. Hierbei sollen typische wertgleiche Bestände des Waldflurbereinigungsgebietes repräsentativ, gebietsweise gebildet werden und vor Ort im Gelände auf Plausibilität überprüft und gegebenenfalls angepasst werden. Die Ergebnisse dieser Bestandseinheiten erfolgen sehr intensiv und werden danach auf das komplette Waldflurbereinigungsverfahren übertragen.

Für die Bodenbewertung ist es gut, wenn forstliche Standortkartierungen vorliegen, die allerdings unterschiedliche Qualität haben können. Eine weitere Möglichkeit ist die Ermittlung von Vergleichswerten, oder in kleinen Verfahren mit homogenen Verhältnissen nur eine Bodenklasse zu bilden. Die nachfolgenden Bilder zeigen die Bodenbewertung anhand von digitalen Daten aus Boden- und Geländemodellen, die eine weitere Möglichkeit der Bodenbewertung darstellen.

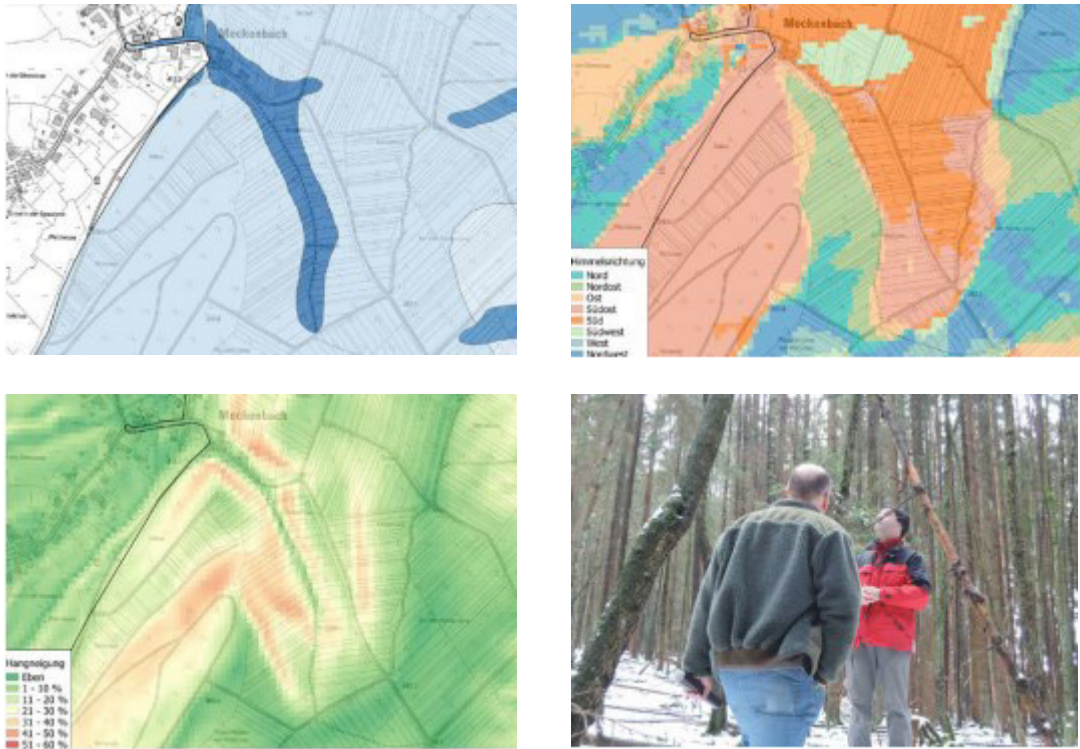


Abb. 4-8: Bodeninformation vom geologischen Landesamt (Redmann et al., 2016)

Abb. 4-9: Himmelsrichtung (Redmann et al., 2016)

Abb. 4-10: Hangneigung (Redmann et al., 2016)

Abb. 4-11: Geländebegehung (Redmann et al., 2016)

Die Wichtigkeit der Wertermittlung zeigt auch das nachfolgende Bild, in dem ersichtlich ist, wie groß das Interesse der Beteiligten am Ergebnis der Wertermittlung ist.



Abb. 4-12: Ortstermin Wertermittlung

Die bedeutendsten baulichen Maßnahmen sind die Waldwege, die schon wie unter 2.1 beschrieben, in drei verschiedene Erschließungsstufen unterteilt sind. In den Leitlinien zur Waldneuordnung 2020 wird dies noch weiter unterteilt in NavLog-Klassen der NavLog GmbH.

Tab. 4-2: Wegeklassen in der NavLog Unterteilung (Redmann et al., 2016)

NavLog-Klassen	RLW-Kategorie	Funktion	Wegcharakteristik
1	Hauptweg	mit betrieblicher Lenkungsfunktion	Standard LKW-Weg: technisch gut ausgebaut, betrieblich als Holzabfuhrweg gewollt
2	Hauptweg	mit betrieblicher Lenkungsfunktion	Sonstiger LKW-Weg: technisch nicht 1, betrieblich zur Holzabfuhr bevorzugt zu nutzen
3	Zubringerweg	ohne betriebliche Lenkungs-funktion	Sonstiger LKW-Weg: technisch nicht 1, betrieblich zur Holzabfuhr nicht bevorzugt zu nutzen
4	Rückeweg	ohne betriebliche Lenkungs-funktion	Wege ohne Eignung für LKW und PKW (z. B. Maschinenwege, Pfade, Steige, Treppen). Nicht Routing-fähig
5	Keiner RWL-Kategorie zuordnungsbar	ohne betriebliche Lenkungs-funktion	Sonstige routingfähige Wege (optional): mit forsttauglichen PKW befahrbar, aber nicht zur Holzabfuhr geeignet (nicht LKW-fähig)
9	Hauptweg	erforderliche Verbindung zwischen Klasse 1 / 2 / 3 und LKW-zulässigem Straßennetz	Wege / Straßen, die LKW-Restriktionen aufweisen, jedoch als An- und Abfahrrouten benötigt werden

Die Klassen 1, 2, 3 und 9 sind grundsätzlich von LKW befahrbar, allerdings hat die Flurbereinigung darauf zu achten, dass die Waldwege, nach der Richtlinie zum ländlichen Wegebau (RLW) gemäß ihrer Beanspruchung und Funktion zu bauen sind. So ist zu sagen, dass nach Redmann (2016) der Standard LKW-Weg (NavLog Klasse1) weitestgehend mit dem Standardprofil nach RLW übereinstimmt.

Nach der Flurbereinigung müssen die unterschiedlichen Waldwegekategorien das komplette Flurbereinigungsverfahren abdecken, da die Abfindungsflurstücke zugänglich gemacht werden müssen, da die Erschließung der Flurstücke zur Holzernte zu gewährleisten ist und die optimale Dichte der LKW-befahrbaren Waldwege vorliegt.

Abzuwarten bleibt, ob der folgende visualisierte Projektansatz innerhalb eines angeordneten Waldflurbereinigungsverfahrens planerisch, rechtlich und technisch tatsächlich umsetzbar ist.

Nach dem graphischen Beispiel könnte in kompletten Bereichen auf die Erschließung verzichtet werden. Die Neuordnung des Eigentums müsste nur teilweise vor Ort angezeigt werden und nicht jede einzelne Grenze.

Durch dieses Vorgehen würden komplett neue Kostenrechnungen aufgestellt, da dies von dem bisherigen Vorgehen doch sehr abweicht.



A = Flächen für 25 Jahre verpachtet anstatt veräußert. Eigentumsübertragung der Waldbesitzer, die Waldbesitz behalten, aber nicht selber bewirtschaften wollen, hat hierhin (nach A) stattgefunden. Die Flächen werden nachhaltig durch den Pächter bewirtschaftet

B = Eigentum wurde zusammengelegt, eine gemeinsame Bewirtschaftung, z. B. durch Waldgenossenschaft oder mehrere Familien erfolgt. Es ist nur eine Grenzfindung und -markierung für die Gesamtfläche, nicht für die einzelnen, ideellen Anteile erforderlich.

C = „Vereinfachtes Waldflurbereinigungs-Verfahren“

D = Neuaufforstung mit Kurzumtriebsplantagen oder Walderwartungsland, Nutzung für regenerative Dorfenergie. Nah am Dorf, kurze Wege = günstige Energie.

E = Intensivierte, nachhaltige Forstwirtschaft durch Eigentümer, die Holzgewerbe betreiben. Zusammengelegte, gekaufte Flächenanteile.

F = Flächenzuteilung für Unentschlossene, die trotz Aufklärungen und Beratungen nicht zu einer Zielfindung kamen.

G = Vorrangfläche für regenerative Energiequellen, z. B. Windkraftanlagen.

O = Vorrangfläche Naturschutz, keine Erschließung. „Urbane“ Waldeigentümer werden hierhin zusammengelegt. Größere Entfernung von Dorf sorgt für geringere Störungen, wird der geringeren Wirtschaftsintensität gerecht.

Abb. 4-13: Beispiel Visualisierung "Waldneuordnung 2020" (Redmann, Wippel, 2012)

Ansatzpunkte der Waldneuordnung 2020 im Pilotverfahren Unteres Trauntal ist die stärkere Einbeziehung der Eigentümerzielsetzungen und die Verbesserung der anerkannten Verfahrensabläufe in der Wertermittlung. So konnten unter den Ergebnissen der Waldbesitzerbefragung, die Zielvorstellungen für den Wald ermittelt werden, die als wichtig bzw. sehr wichtig eingestuft wurden. Die drei wichtigsten Antworten der Waldbesitzer, waren die Produktion des Stammholzes und des Brennholzes zu betreiben, aber auch die Vermögenswerte im Wald zu erhalten (Ossig, Mayer-Rachner, Redmann, 2014). Durch den Rücklauf der Fragebögen könne 702 ha der Waldfläche repräsentiert werden.

Bei dem Verbesserungsbedarf wird ersichtlich, dass ca. 50% die Grenz- und Lagefeststellung das wichtigste Kriterium ist, gefolgt von der Arrondierung und Zusammenlegung. Die Kriterien der besseren Befahrbarkeit und Verbesserung der Wegequalität sind für 40 % wichtig. Um zukünftig das Holz nutzen zu können, sieht ein Drittel der Befragten keinen Verbesserungsbedarf.

Der zweite Ansatzpunkt mit der effizienten und anerkannten Wertermittlung besteht aus fünf Schritten. Hierbei werden nach Turck (2016) gerade im Bereich der Wertermittlung innovative Ansätze in der Waldflurbereinigung angestrebt.




Im ersten Schritt werden die Bodenklassenkarten erstellt und die Bestände abgegrenzt. Für die Abgrenzung werden die Orthophotos des LVermGeo Rheinland-Pfalz genutzt, da diese während der Vegetationszeit befliegen werden und sowohl als RGB- und IR-Aufnahme vorliegen. Die Luftbilder der DLR, die im Winter aufgenommen werden, werden ergänzend für die Bestandsdelinierung benutzt.

Für den Geländebehang, der im zweiten Schritt so effizient wie möglich durchgeführt werden soll, werden Schätzrahmen für die Datenaufnahme benutzt, die später in einer Matrix mit wertrelevanten Merkmalen verglichen werden. Durch dieses Vorgehen soll es zu einer Zeit- und Kosteneinsparung im Vergleich zu anderen Waldbewertungsverfahren führen.

Die Informationen werden durch die Nutzung von Tablet-PC mit GPS und georeferenzierten Karten im dritten Schritt direkt in der Örtlichkeit aktualisiert. Die Festlegung einer Leerparzelle kann nur durch tatsächliche Begehung vor Ort geschehen, da sich die Leerparzelle im Luftbild nur unwesentlich von Beständen mit geringem Bestockungsgrad unterscheiden.

Die Berechnung der Erwartungswerte erfolgt im vierten Schritt nach der Aufnahme aller relevanten Daten der Bestandswerte. Zur Veranschaulichung dient auch die folgende Tabelle aus den Leitlinien zur Waldneuordnung 2020.

Tab. 4-3: Grundlagen, Anforderungen und Umsetzung der Waldbewertung (Redmann, Zehfuß, Meier, Kehayova, 2016)

 GRUNDLAGEN	 ANFORDERUNGEN	 UMSETZUNG
-Flurbereinigungsgesetz (FlurbG) -Richtlinien für die Waldbewertung Rheinland-Pfalz (WBR 87) -Ergänzend: Waldbewertungsrichtlinie Deutschland (WaldR2000)	-Ermittlung des Wertes der alten Grundstücke (§ 27 FlurbG) -Gegendübliche Preise und Kosten: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Holzpreise</li> <li>▪ Holzerntekosten</li> <li>▪ Kulturkosten</li> <li>▪ ...</li> </ul>	-Abfragen Revierleiter, Eigentümer und Preis-/Kostendatenbank -Ermittlung von Qualitäten und Verkaufssorten in der Region -Feststellen von gegenüblichen Verfahren und Besonderheiten

Nach § 27 FlurbG müssen in der Wertermittlung die Werte eines Grundstücks im Verhältnis zu dem Wert aller Grundstücke im Flurbereinigungsgebiet bestimmt werden. Somit werden in der Flurbereinigung keine Ertragswerte, sondern Tauschwerte ermittelt. Im § 85 FlurbG wird festgelegt, dass die Grundsätze der Waldwertrechnung angewendet werden müssen. Im Pilotgebiet ist die Waldwertrechnung wiederum in der Richtlinie zur Waldbewertung der Landesforstverwaltung Rheinland-Pfalz (WBR RLP) detailliert.

Der Verschnitt der Bestandsgrenzen mit den Katastergrenzen wird durch das DLR durchgeführt und stellt den fünften Schritt dar.

Die Bodenbewertung erfolgt über Bodenklassenkarten aus digitalen Geländemodellen, Bodenübersichtskarten, Luftbildern und topografischen Karten. Die Hangneigung und

Exposition sind beispielsweise Faktoren, die die Bodengüte bestimmen. Jedoch wird als der entscheidende Faktor die Wasserversorgung für das Baumwachstum angesehen.

Zwischen dem ersten und zweiten Schritt, oder als erster Schritt der Bestandsabgrenzung, wäre auch denkbar für die Aktualität die Befliegungen mit unbemannten Luftfahrzeugen UAVs durchzuführen. Hier wäre ebenfalls eine Auswertung mit RGB und multispektralen Bilddaten möglich. So wurde bereits aufgezeigt, dass Einzelbaumerkennungen, Kronenfläche, Baumarten Segmentierung, Stratifizierung und Schädlingsfrüherkennung so durchgeführt werden kann. Je nach Gebiet, Einsatzzweck und Größe kann zwischen Multikopter und Starrflügler als UAV gewählt werden (von Ruffer, Mondry, 2018).



### 4.3 Innovative Vermessungsverfahren

In diesem Abschnitt wird auf innovative Vermessungsverfahren eingegangen, die in dem Flurbereinigungsverfahren Unteres Trauntal erprobt werden konnten. Hierzu wurde in einem Bereich des Verfahrens ein Wegebereich ausgewählt, der vor der Flurbereinigung privat angelegt wurde und nach der Flurbereinigung herausgetrennt werden soll. Somit konnte anhand der vorhandenen Flurstücksstruktur keine neue Grenzführung abgeleitet werden. Die Zuhilfenahme der Luftbilder des LVermGeo Rheinland-Pfalz, die in einem Turnus von zwei Jahren während der Vegetationszeit aufgenommen werden, brachte keine weiteren Erkenntnisse. Hingegen konnte aus den Orthophotos der Kreuzbefliegung erste Erkenntnisse gezogen werden und der Wege- und Gewässerplan damit ausgearbeitet werden.



Abb. 4-14: Katasterkarte mit Aufnahmen aus der Kreuzbefliegung

Abb. 4-15: Katasterkarte mit Aufnahmen aus der Kreuzbefliegung als Grundlage für den Wege- und Gewässerplan

Abb. 4-16: Katasterkarte mit Schummerungskarte des LVermGeo

Erste innovative Untersuchungen konnten durch die Schummerungsdaten des LVermGeo abgearbeitet werden, die aber eher einen plastischen Eindruck hinterlassen. Da diese aber nicht als ausreichend angesehen werden, wurde, wie in den nächsten Abschnitten beschrieben, zum einen mit diesen Daten gearbeitet, Daten aus dem Digitalen Geländemodell abgeleitet, Daten aus einer Drohnenbefliegung ausgearbeitet und mit Daten aus einer örtlichen Kamerabefahrung ausgewertet.

Diese Richtung offenbarte Mitschang (2016) in Bezug auf die technischen Visionen. Explizit im Bereich Technik und Planung sollten Innovationen auch durch exotische Experimente abseits des Kerngeschäfts gewagt werden.

#### **4.3.1 Grundlagen**

Als Datengrundlage für die Ausarbeitung in dieser Bachelorarbeit dienen die Daten aus dem Digitalen Geländemodell (DGM), das eine räumliche Form der Erdoberfläche beschreibt. In einem DGM werden im Gegensatz zum Digitalen Oberflächenmodell (DOM) keine Objekte wie z.B. Häuser, Bäume oder Brücken dargestellt. Um eine möglichst genaue Bearbeitung gewährleisten zu können, wird mit den Daten des Digitalen Geländemodells mit einer Rasterweite von 1m (DGM1) gearbeitet und nicht mit dem Digitalen Geländemodell mit einer Rasterweite von 5m (DGM5).

Das DGM beschreibt die Geländestruktur bzw. die Oberfläche durch eine Vielzahl von regelmäßig und unregelmäßig verteilten Punkten in einem Gitternetz. Des Weiteren ist das DGM ein Modell innerhalb des Amtlichen Topografischen-Kartografischen Informationssystems (ATKIS) und ist die einheitliche Beschreibung des Reliefs in Deutschland.

Die Struktur des Geländes wird durch in räumlicher Form mit regelmäßig und unregelmäßig verteilten Punkten dargestellt. Diese Punkte sind Punkte sind in ihrer Position und Höhe bekannt. Die Höhe bezieht sich auf die Normalhöhennull (NHN) Durch die dreidimensionale Koordinierung der Punkte entsteht ein dreidimensionales Gitternetz.

Aus der großen Anzahl von Punkten können Geländedaten, Höhenlinien und Schummerungen perspektivisch dargestellt werden. Diese Produkte können vor allem bei der Planung von Verkehrsanlagen oder in Verbindung mit der Telekommunikation verwendet werden, aber auch zur Veranschaulichung der 3D Visualisierung.

Das DGM1 wird abgeleitet aus den Bodenpunkten der Laserscanbefliegung. Die Produktbeschreibung (LVermGeo Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz, 2016a) sagt bei einer Gitterweite von 1 m für flaches und wenig geneigtes Gelände mit keinem bis geringem Bewuchs eine Höhengenaugkeit von ca. 15 cm aus. Für die Bereiche mit geringem Bewuchs und starker Geländeneigung ist die Höhengenaugkeit ca. 30 cm. Für Waldflächen oder Flächen mit starkem Bewuchs wird

keine Aussage getroffen. Bedingung für diese engmaschige Berechnung des DGM1, war eine landesweite Feinklassifizierung der LIDAR-Daten. Light Detection and Ranging (LIDAR) ist eine Technik der optischen Fernerkundung, um hochgenaue X-, Y- und Z-Messwerte durch Abtasten der Erdoberfläche mittels Laserlicht zu erhalten. Bei der Feinklassifizierung wird nach Objektarten klassifiziert, so wird nach Punktarten wie Brückenpunkte, Leitungspunkte oder Vegetationspunkte unterschieden.

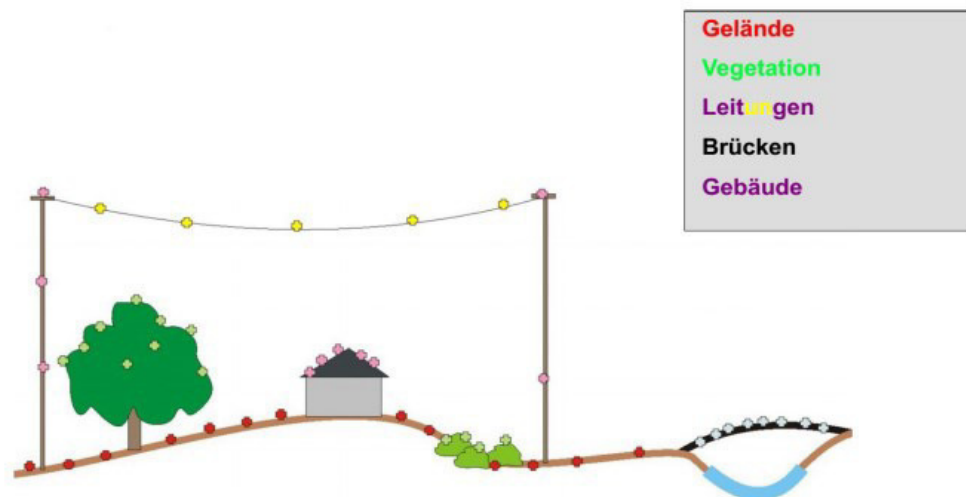


Abb. 4-17: Feinklassifizierung der LIDAR-Daten (Schürer, 2016)

Bei der Feinklassifizierung des DGM1 fallen kleine Fehler sehr deutlich auf, da die Punktdichte sehr hoch ist. Fehlerquellen können beispielsweise sein, dass ein Punkt unter einem Gebäude liegt. Ursachen hierfür sind Kellereingänge, die die Interpolation verfälschen.

Wie bei jedem automatisierten Vorgang, kommt es auch bei der automatischen Klassifizierung zu Fehlern. Fehlereinflüsse sind unter anderem bei starkem Bewuchs in Waldgebieten der Fall, da es dort fragwürdig ist, ob der Punkt ein tatsächlicher Bodenpunkt ist oder nicht. Aber nicht nur in Waldgebieten sondern auch bei Bauwerken wie beispielsweise Brücken. Hierbei stellt sich die Frage, wo genau die Brücke auf dem festen Erdboden aufliegt. Wird dies falsch klassifiziert, schwebt die Brücke im Modell.

Wenn nun die Punkte alle korrekt feinklassifiziert sind, müssen diese auch in einer gewissen Form abgebildet werden. Definition und Beschreibungen befinden sich im ALKIS-Objektartenkatalog für digitale Geländemodelle (ALKIS-OK DGM).

In diesem Katalog wird auch der Punktabstand definiert. Bundesweit müssen alle Länder das DGM 10, 25, 50, 250 und 1000 flächendeckend führen. Länderspezifisch können auch DGM's mit kleineren Punktabständen geführt werden. In Rheinland-Pfalz werden zusätzlich DGM mit Gitterweiten von 1 m, 2 m und 5 m optional geführt.

Die verschiedenen DGM werden natürlich nicht alle einzeln durch Erfassung des Geländes erstellt, sondern teilweise errechnet. So können logischerweise sehr genaue Modelle mit hoher Punktdichte als Grundlage für breiter verteilte Punktmodelle dienen. Dies wird unter anderem gemacht, um die Angebotspalette für den Nutzer zu erhöhen und gleichzeitig nicht viele teure Überfliegungen vornehmen zu müssen.

Abschließend ist festzuhalten, dass die Erhebung und Führung des DGM hoch komplex ist. Mit dem Modell können viele Anwendungen vereinfacht werden und der Arbeitsaufwand minimiert werden. Die Genauigkeit des DGM wird aufgrund des technischen Fortschritts in Zukunft weiter zunehmen und weiter Anwendungsbereiche erschließen.

Beim Laserscanning werden vom Laserscanner Lichtimpulse ausgesendet, die von Objekten reflektiert werden. Durch Lage und Position des Flugzeugs beim Airborne Laser Scanning und der Signallaufzeit der Reflexion kann der Geländeverlauf bestimmt werden. Da beim Laserscanning nur geringe Anforderungen an die Wetterbedingungen gelegt und enorme Möglichkeiten für die Punktbestimmung in unzugänglichem Gelände geschaffen werden, ist dies ein Verfahren, um viele Punkte im Gelände auf einmal zu erzeugen. Mit dem Resultat gute Höhenergebnisse erreichen zu können, liegt hier der enorme Vorteil beim Laserscanning. Bei der Laserbefliegung fallen dann Punkte zum Teil auf die Erdoberfläche (Last Pulse) und zum Teil auf die darauf befindlichen Objekte (First Pulse). Deswegen wird bei den Laserpunkten dann unterschieden zwischen Laserpunkte Gelände (LPG) (LVerGeo Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz, 2016b), die an den Objekten vorbei den Boden berühren. Mit der daraus entstehenden Punktwolke Gelände, lässt sich das DGM erstellen.

Laserpunkte Objekte (LPO) (LVerGeo Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz, 2016c) nennt man die Laserpunkte, die nicht auf den Boden, sprich auf das Gelände auftreffen, sondern auf die Objekte, die auf dem Gelände vorhanden sind. Hierrunter fallen neben der Vegetation auch Gebäude und

sonstige Bauwerke. Aus den Daten der Laserpunktwolke Oberfläche, entsteht das DOM.

Bei der Auswertung der Messung werden die empfangenen Signale aufgespalten, was in der nächsten Grafik erkennbar ist. Die Last-Pulse-Geländepunkte werden aus den Daten der Laserscanbefliegung automatisch generiert. Durch die First Pulse Objektdaten die aus den Laserscandaten automatisch selektiert werden und mit Zunahme von aktuellen Luftbildern, durch eine Bildkorrelation zu den Oberflächenpunkten als Ergebnis führen.

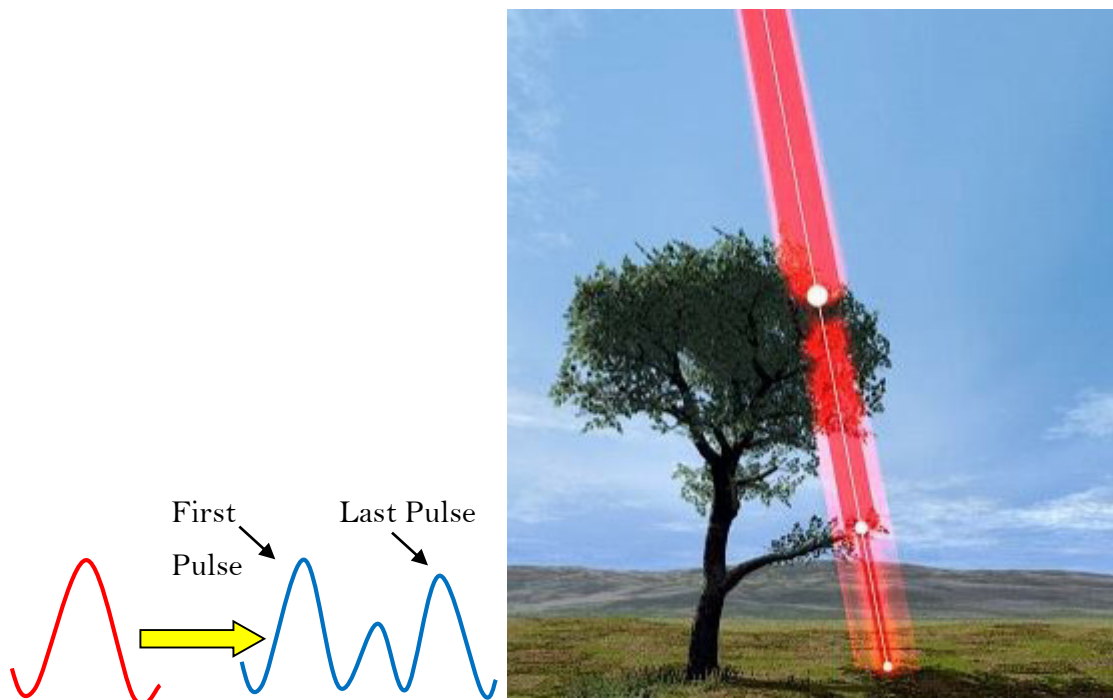


Abb. 4-18: Aufspaltung First Pulse - Last Pulse (Schürer, 2016)

Die Punktarten liegen im ASCII-Format vor, das sind dreidimensionale Koordinaten. Ihre Klassifikation erfolgt voll automatisch und deckt grobe Fehler auf. Dennoch ist eine manuelle Nachbearbeitung teilweise nötig, vor allem Laserstrahlen, die von Wolken zurückgeworfen werden, müssen manuell klassifiziert werden.

Da die Strahlen in sehr geringem Abstand auf dem Boden auftreffen, kann es passieren, dass die Strahlen auch in Kellerschächte oder in Kamine treffen. Im Modell werden diese Punkte dann unter dem Gelände dargestellt. In der Nachbearbeitung müssen solche Punkte vom Bearbeiter manuell klassifiziert oder gelöscht werden.

Die Punktdichte wird aktuell mit ca. vier Punkte/m<sup>2</sup> angegeben, ist regional unterschiedlich, da die Daten aus verschiedenen Jahren stammen. Seit 2015 wird das DGM auf acht Punkte/m<sup>2</sup> erweitert, um eine höhere Genauigkeit erzielen zu können.

Durch die gegenseitige Ergänzung von LPG und LPO wird die natürliche Geländeform der Erdoberfläche mit den darauf befindlichen Objekten im Gesamten dargestellt.

Der Bereich in dem sich das Flurbereinigungsverfahren Unteres Trauntal befindet, wurde im Jahr 2015 nach Stand der Digitalen Geländemodell (DGM) – Aktualitätsübersicht der Laserbefliegungen (LVerGeo Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz, 2016d) aktualisiert. Somit befinden sich die für die Auswertung benutzten Ausgangsdaten grundsätzlich auf einem aktuellen Stand mit einer höheren Punktdichte im Gegensatz zu früheren DGM.

#### **4.3.2 Verarbeitungsmöglichkeiten Laserdaten**

Zum einen stehen der TZ und somit den DLR die Daten des DGM1 in einem 1\*1 km Raster zur Verfügung, zum anderen können auch Schummerungskarten in einem 10\*10 km Raster des Landesamtes für Vermessung und Geobasisinformation (LVerGeo) Rheinland-Pfalz über die TZ für Flurbereinigungsverfahren bezogen und zur Verfahrensbearbeitung verwendet werden.

Diese Schummerungskarten bzw. Schummerungen entstehen auf Basis des Digitalen Geländemodells mit einer Gitterweite von 1 Meter (DGM1) und visualisieren die Strukturen im Gelände anhand der Reflexion einer imaginären Lichtquelle. Erhebungen zur Lichtquelle erscheinen hell, Ebenen mittel und abgewandte Seiten dunkel.

Schummerungen können dazu genutzt werden, in schwer durch Luftbilder einsehbaren Gebieten topographische Strukturen wie bspw. Wege, Gewässer oder Bruchkanten zu interpretieren und bieten somit eine Arbeitserleichterung bei der Grobaufnahme relevanter Geländeformen und der Planung weitergehender Untersuchungsmethoden, die eine höhere Genauigkeit liefern. So bietet die Schummerung gerade für Waldflurbereinigungen ein enormes Potential bei der Verfahrensbearbeitung.

Da Schummerungen aus dem DGM abgeleitet werden, enthalten diese auch all dessen Ungenauigkeiten. Die Genauigkeit in der Höhe für das DGM1 wird mit einer Stan-

dardabweichung von 15 cm angegeben, kann aber grade im Wald und in hängigem Gelände deutlich darüber liegen. Die Auflösung in der Lage beträgt 1 Meter und ist ebenfalls mit einer gewissen Unsicherheit behaftet.

Die Erkennbarkeit von Kanten des Geländemodells in der Schummerung richtet sich nach dem eingestellten Ort der virtuellen Lichtquelle. Liegt eine Kante in Längsrichtung zur Belichtung, ist diese nicht sichtbar.

Die Schummerungskarte des LVerGeo, die als Rasterdatei gespeichert ist, wird als TiFF-Bilddatei zusammen mit einer .tfw-Datei geliefert. Diese .tfw-Datei ist eine World-File, die von dem Unternehmen ESRI entwickelt wurde und der Bilddatei durch ihre Eigenschaft als kleine Textdatei die Georeferenzierung für die gleichnamige Bilddatei liefert.

Allerdings gibt es auch Bildformate wie z.B. GeoTiff oder Grids, die im Header der Bilddatei die Information zur Georeferenzierung speichern.

Da sich bei dieser Arbeit die eine Berechnung der Schummerung des LVerGeo als nicht hinreichend erweisen könnte, wurde für den Bereich des Verfahrens die DGM1 Daten aus unterschiedlichen Himmelsrichtungen mit der virtuellen Lichtquelle bestrahlt.

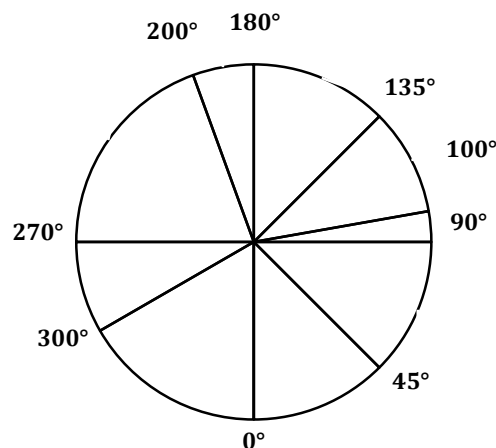


Abb. 4-19: Berechnungen der Schummerung mit unterschiedlicher Stellung der Lichtquelle

Dieser Arbeitsschritt erfolgte mit dem Programm Quantum GIS (QGIS), welches seit Juli 2002 ein plattformunabhängiges Geoinformationssystem zum Betrachten, Bearbeiten und Erfassen von Raster-, Vektor- und Datenbankformaten ist. Quantum GIS unterstützt alle gängigen Raster- und Vektordatenformate. Außerdem werden räumliche Datenbanken, wie PostGIS und SpatiLite unterstützt.

Die Programmarchitektur baut größtenteils auf Erweiterungen auf. So können zum Beispiel über Erweiterungen WMS-Dienste oder die Schummerungsfunktion eingebunden werden.

Die Schummerung ist in Quantum GIS nur mit projizierten Daten möglich. Deshalb müssen die importierten Daten zunächst projiziert werden.

Als importierte Daten dienen zur Erzeugung der Schummerung die Laserscandaten aus dem DGM1. Diese DGM1 Daten werden als .xyz-Datei bereitgestellt und sind durch die darin befindlichen Koordinaten direkt georeferenziert.

Zuerst wird untersucht, wie sich der Schummerungseffekt bei den vier Himmelsrichtungen Süd, Ost, Nord und West auswirkt. Zu beachten ist, dass bei der Funktion Geländeanalyse / Schummerung der Wert 0 im Süden liegt, was an der obigen Grafik auch erkennbar ist. Somit wird die Berechnung der Schummerung mit den Werten Süden =  $0^\circ$ , Osten =  $90^\circ$ , Norden =  $180^\circ$  und Westen =  $270^\circ$  durchgeführt.

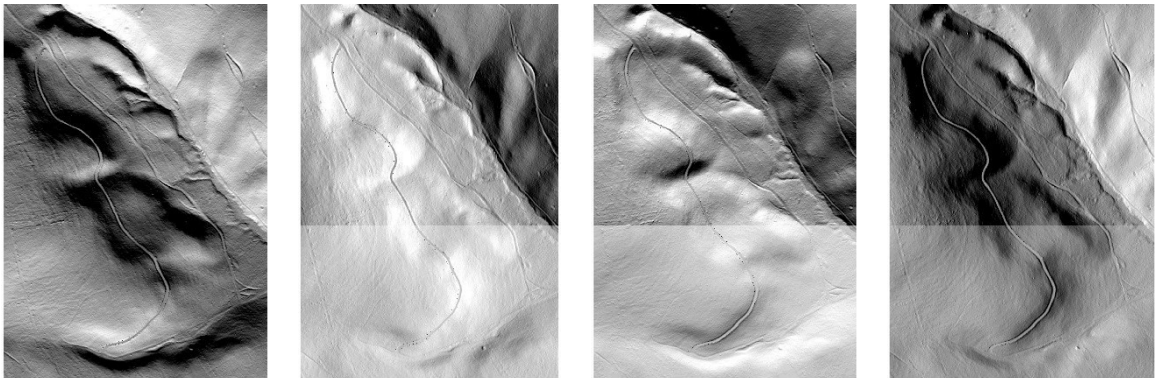


Abb. 4-20: Schummerung mit Beleuchtung aus  $0^\circ$

Abb. 4-21: Schummerung mit Beleuchtung aus  $90^\circ$

Abb. 4-22: Schummerung mit Beleuchtung aus  $180^\circ$

Abb. 4-23: Schummerung mit Beleuchtung aus  $270^\circ$



Zu erkennen ist, dass bis auf die aus Osten mit dem Wert  $90^\circ$  beleuchtete Schummerung in jeder anderen, Schatten in dem untersuchten Bereich projiziert wurden, die sich für die weitere Bearbeitung als schlecht herausstellten.

Die Höhe der Lichtquelle kann dabei auch noch eingestellt werden. Hier hat sich ein vertikaler Winkel von  $40^\circ$  als gut herausgestellt. Bei kleineren Werten wird die Schummerung heller und bei größeren Werten wird die Schummerung dunkler. Bei flacherem oder steilerem Gelände müssen hier anderen Werte eingestellt werden, um das optimale Beleuchtungsergebnis zu finden.

Dies wurde auch schon von Gertloff (2011) bei der „Detektion von Bodendenkmälern im Wald mit einem hochauflösenden Geländemodell aus Laserscannerdaten“ beschrieben, der in den dortigen Beispielen jedoch mit einer  $30^\circ$  Höhe über Horizont und einer zweifachen Überhöhung arbeitete, da sich die Daten für das dortige Untersuchungsgebiet als geeignet herausgestellt hatten.

Des Weiteren wird untersucht, welche Auswirkung eine geringe Verschiebung der Lichtquelle hat. So wird auch für die Werte  $100^\circ$ ,  $200^\circ$  und  $300^\circ$  eine Auswertung der Schummerung durchgeführt.

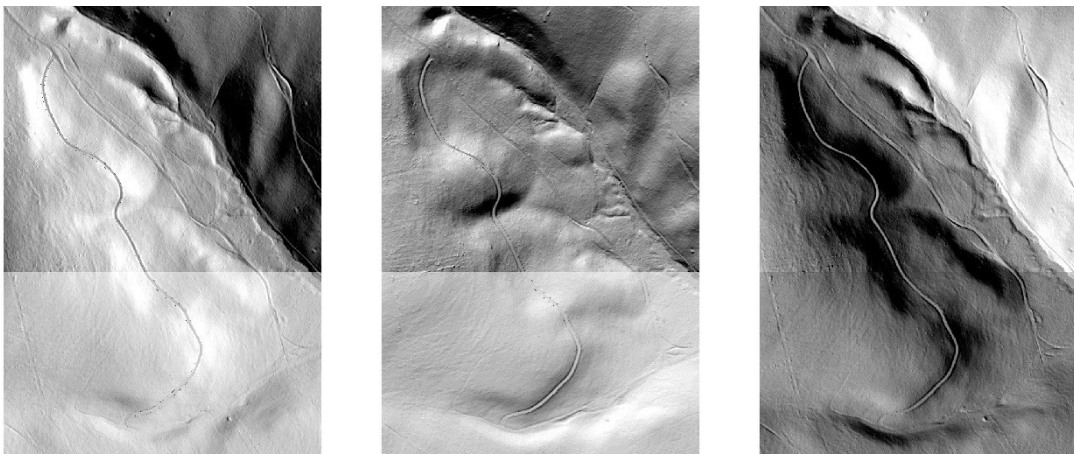


Abb. 4-24: Schummerung mit Beleuchtung aus  $100^\circ$

Abb. 4-25: Schummerung mit Beleuchtung aus  $200^\circ$

Abb. 4-26: Schummerung mit Beleuchtung aus  $300^\circ$

Diese Veränderungen zeigten bereits auf, dass geringe Veränderungen der Lichtquelle schon zu einem besseren Ergebnis führen können. So entstanden in der  $100^\circ$  Beleuchtung bereits bessere Konturen der Wegefläche zu der vorher als einzig guten Beleuchtung  $90^\circ$ .

Für den ehemaligen Privatweg der in den Katasterunterlagen noch nicht vorhanden ist, wird versucht die bestmögliche Schummerungseinstellung zu finden, um das optimale Ergebnis herauszuholen. Aus diesem Grund wird für diesen Bereich die Beleuchtungsquelle auf Südost =  $45^\circ$  und Nordost =  $135^\circ$  eingestellt, um das Gelände von der gegenüberliegenden Seite direkt anzustrahlen.

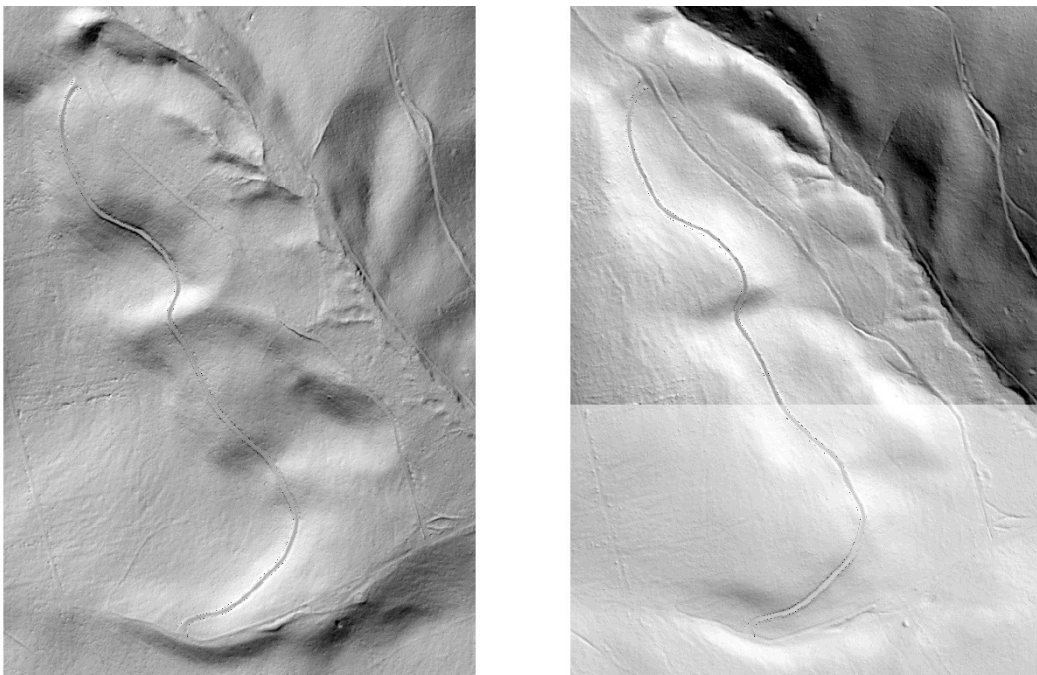


Abb. 4-27: Schummerung mit Beleuchtung aus  $45^\circ$

Abb. 4-28: Schummerung mit Beleuchtung aus  $135^\circ$

Des Weiteren kann anhand in der Schummerung vermeintlich erkennbarer Kanten bzw. ebenen Flächen, ohne die Hinzuziehung weiterer Informationen nicht zwingend darauf geschlossen werden, dass in der Realität tatsächlich topographische Grenzen in gleicher Weise vorliegen.

Um die Kanten noch besser herauszustellen, werden aus der Schummerung verschiedene Höhenlinienmodelle abgeleitet. In diesen Höhenlinienmodellen, die mit der QGIS Funktion Kontur abgeleitet werden, werden aus dem Raster Konturlinien extrahiert.

Diese Konturlinien liegen dann in einem Vektorlayer vor und können für jegliche Abstände berechnet werden. Für das berechnete Gebiet ist erkennbar, dass bei Höhenlinien von 0,50 m und 0,25 m der Weg gut erkennbar ist. Die Ableitung der Höhenlinien in einem Abstand von 0,10 m ist für die direkte Erkennbarkeit zu feinmaschig, um hier eine Wegefläche direkt zu erkennen. Jedoch kommt bei genauerer Betrachtung auch in den Höhenlinien mit einem Abstand von 0,10 m die Wegetrasse heraus.

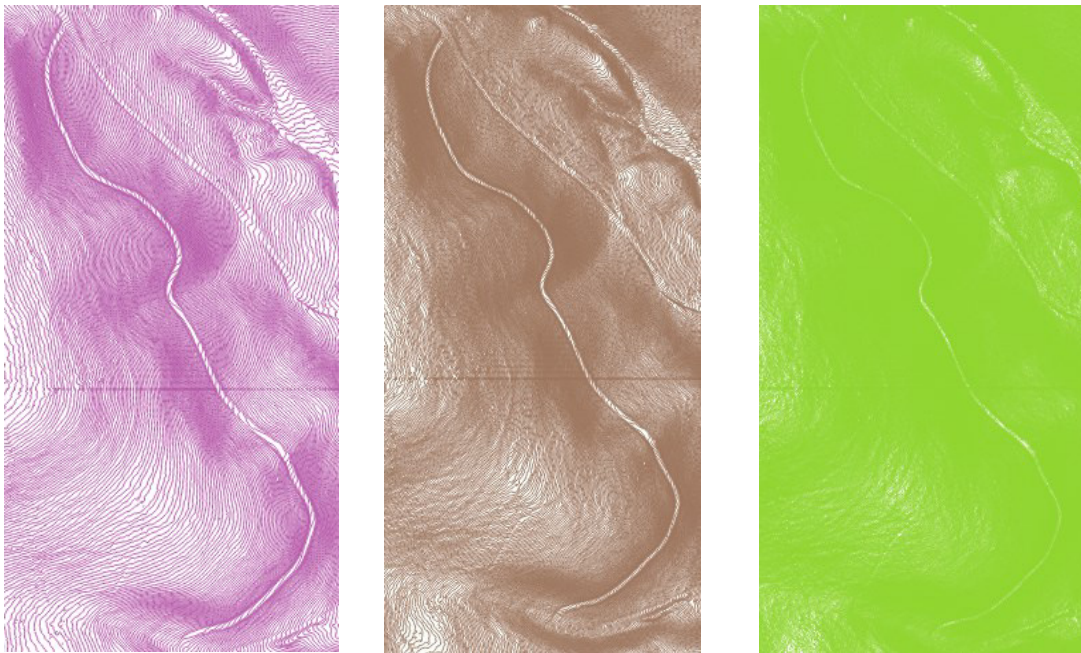


Abb. 4-29: Kontur des Geländemodells in 0,5 m Höhenlinien

Abb. 4-30: Kontur des Geländemodells in 0,25 m Höhenlinien

Abb. 4-31: Kontur des Geländemodells in 0,1 m Höhenlinien

Somit ist durch die Verschneidung der erzeugten Höhenlinien mit der Schummerung eine bessere Auswertung möglich, da die Bruchkanten, die sich seitlich am Weg zur Böschung hin befinden, jetzt noch besser erkennbar und zu digitalisieren sind.

Hierzu wurden die Höhenlinien über eine Shapedatei aus QGIS ausgegeben und in GRIBS eingelesen.

Die Fachschale GRIBS bezeichnet bei den DLR das GRaphische Informations- und BearbeitungsSystem, in dem eine spezielle Anwenderschale für fachspezifische Anforderungen der Agrarverwaltung Rheinland-Pfalz geschaffen wurde, welches auf dem benutzerorientierten Geoinformationssystem DAVID (Digitalisierung, Aufbereitung und Verbesserung inhomogener Daten) des Ingenieurbüros Riemer (ibR) aufgebaut ist.

Anzumerken ist, dass in GRIBS beim Einlesen automatisch eine andere Farbe gewählt wird und das Einlesen hier im Gegensatz zum Einlesen in QGIS einige Zeit in Anspruch nimmt.

Jedoch konnte in GRIBS keine weitere Verbesserung an den bereits digitalisierten Wegegrenzen in diesem Bereich erreicht werden. Durch die erneute Digitalisierung entstehen neue Sollpunkte, die zu den vorherigen aber nur geringe Verschiebungen darstellen. Durch die kleinen Verschiebungen in manchen Bereichen wäre nur erkennbar, dass sich durch eine andere Linienführung die Grenzen unwesentlich verändern würden. Die grundsätzliche Grenzführung an den Bruchkanten entlang würde weiter durchgeführt werden.

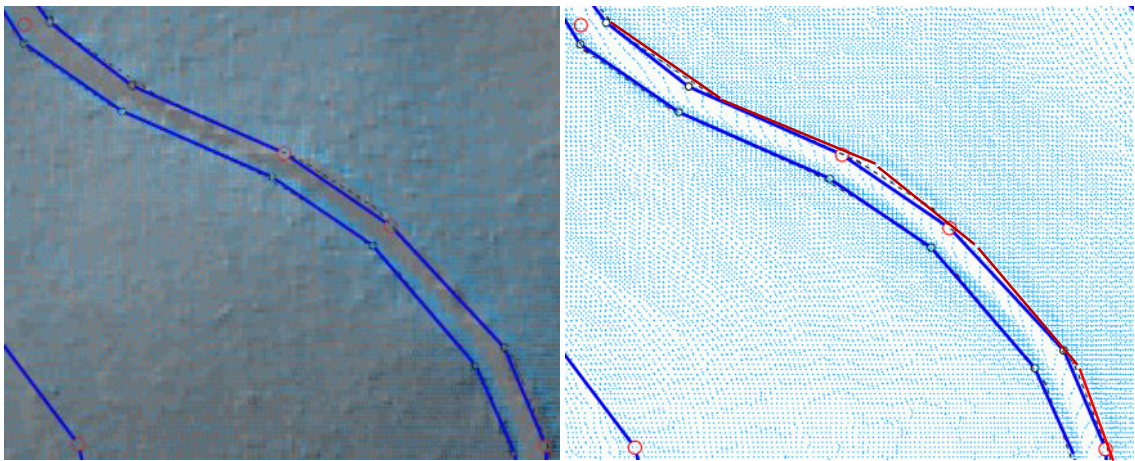


Abb. 4-32: Höhenpunkte mit Schummerungskarte

Abb. 4-33: Höhenpunkte mit Grenzziehung aus Höhenlinien

Zur besseren Veranschaulichung wurden die beiden vorgehenden Grafiken, die in dem Bereich, der in Abb. 4-57 ebenfalls dargestellt ist und mit der Wegebefahrung untersucht wird, dargestellt. Was in den vorgehenden Bildern ersichtlich ist, dass bei der Schummerung durchaus auch eine Böschung direkt mit erkennbar und digitalisierbar ist, hingegen ist in GRIBS die Darstellung der punktierten Höhenlinien nicht ganz optimal. Eine Ergänzung mit Linienobjekten bei den Höhenlinien, die dann nur dicker dargestellt sind, überfrachtet die Darstellung zudem noch mehr.

Die Digitalisierung der östlichen Wegeböschung zum Tal hin, kann digitalisiert werden und ist in der Grafik in Rot dargestellt. Jedoch ist nicht wie in der Schummerung, in der

ein Farbverlauf ersichtlich ist, ein Unterschied der Höhenlinien erkennbar. Um den Bereich nach der Wegeböschung im Westen zu den Flurstücken hin zu digitalisieren, müsste diese Abgrenzung erkennbar sein.

Dennoch bleibt anzumerken, dass sich durch diese Digitalisierungsmöglichkeit in den Höhenlinien, die Vektordaten sind, zu den Schummerungsdaten als Rasterdaten eine weitere Möglichkeit ergibt, die in der Waldflurbereinigung genutzt werden kann. Demzufolge wäre auch bei einem Weg, der komplett auf einer Höhenlinie liegt, die Höhenlinie direkt weiter nutzbar. Unter Umständen sind die Knickpunkte zu generalisieren, hingegen müsste in der Schummerungskarte dort ebenfalls digitalisiert werden.

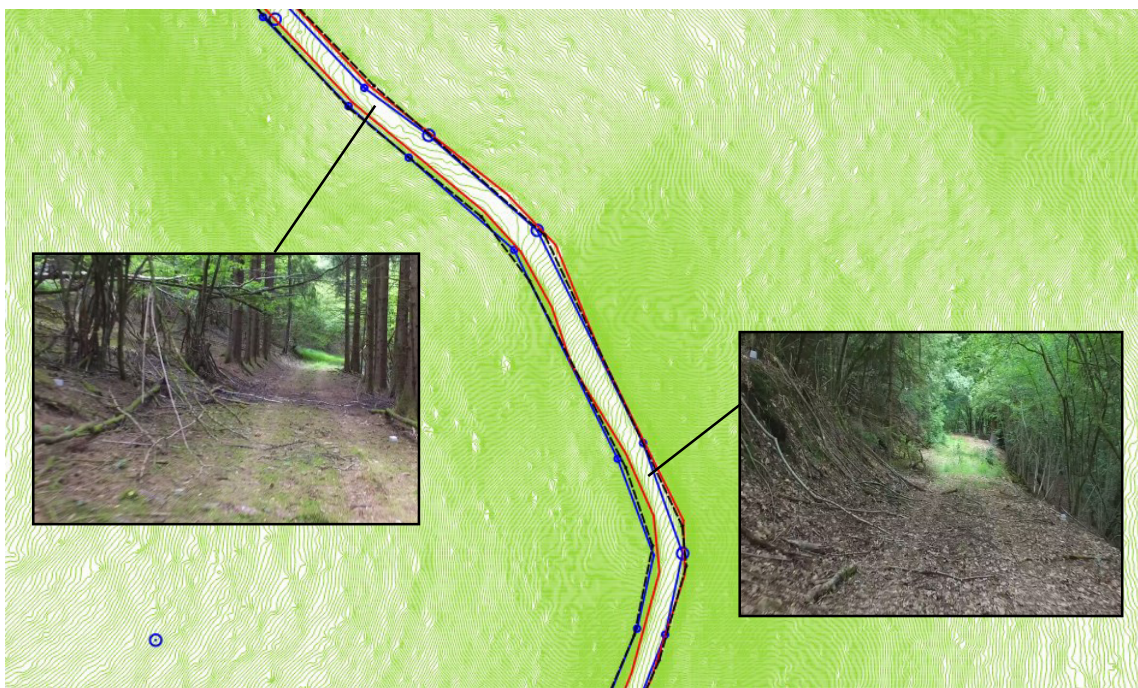


Abb. 4-34: Digitalisierung auf Grundlage der Höhenlinien in QGIS mit den Daten aus GRIBS mit Bildern der Wegebefahrung aus Süden

In der nächsten Grafik wurden, die zuvor erzeugten Höhenlinien als Digitalisierungsgrundlage in QGIS genutzt. Als Vergleichslinien wurden zum einen die aufgemessenen Punkte mit den Blockgrenzen in Blau und die auf Grundlage der unterschiedlichen Schummerungen digitalisierten Grenzlinien in Schwarz gestrichelt aus GRIBS mit eingespielt. Die in den grünen Höhenlinien neu digitalisierte Grenzziehung wurde in Rot digitalisiert. Hier wird nochmal ersichtlich, dass die östliche Grenze an der Talböschung gut digitalisierbar ist und die beiden anderen Vergleichslinien schneidet, oder teilweise identisch ist. Die Bergseitige Böschung im Osten ist am Weg etwas steiler und flacht

danach in manchen Bereichen ab, ist aber in den Höhenlinien wie zuvor schon beschrieben nur direkt am Weg digitalisierbar. Somit ist nur die östliche Grenzziehung des Weges vergleichbar und die westliche nicht. Dennoch stellt sich die Frage, ob die Grenzziehung oberhalb der Böschung sein muss oder auch zwischen Weg und Böschung liegen kann. Sollte diese Grenzziehung in Betracht kommen wäre dies in den Höhenlinien gut digitalisierbar. Zur besseren Veranschaulichung sind in der Abbildung zusätzlich zwei Aufnahmen aus der Wegebefahrung aus Süden mit Hinzugefügt.

Ein unterschiedliches Einfärben, etwa nach 0,5 m oder 1 m würde bei dieser Vorgehensweise der Digitalisierung nichts bringen, da der Weg sich nicht nur auf einer Höhenlinie befindet und die Böschung auf einer anderen. Zudem ist die Böschung nicht an jeder Stelle des Weges gleich ausgeprägt, somit ist eine Ableitung von immer derselben Anzahl von Höhenlinie als Referenz auch nicht möglich.

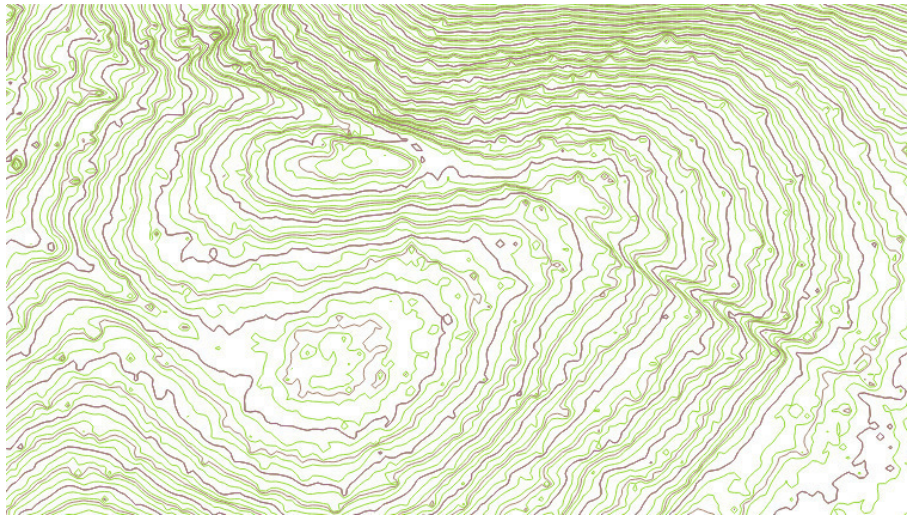


Abb. 4-35: Charakterisierung der Höhenlinien

Die unterschiedlichen Arten von Höhenlinien müssen für eine bessere Übersicht charakterisiert und bestenfalls verschieden gefärbt werden. (Frenzel, Lückmann, 2011) Durch die Ableitung aus dem DGM entstehen Punkte und Linien, die durchaus auch noch generalisiert werden können, da hier wie in dem vorherigen Bild ersichtlich Ecken und Kanten entstehen. Ebenso müssen verschiedene Gegebenheiten der Höhenlinien überprüft werden, ob jeder Kringel eine Kuppe oder Wanne ist, oder doch nichts. Um diese für Ausbaumaßnahmen wichtigen Gegebenheiten zu berücksichtigen, ist eine Geländebegehung unverzichtbar.

Weitere Alternativen zu der Standard-Schräglichtschummerung nennt Gertloff (2017) in der Böschungsschummerung, die eine Lichtquelle im Zenit hat und das Gelände stark überhöht dargestellt wird, sowie in der Steillichtschummerung die die Lichtquelle in  $67,5^\circ$  über Horizont hat.

Diese Schummerungen wurden im aktuellen Fall auch erzeugt, jeweils mit den vorher optimalen horizontalen Winkel  $45^\circ$  und  $135^\circ$ . Die starke Überhöhung für die Böschungsschummerung wurde mit einem Faktor 10 umgesetzt. Bei der Böschungsschummerung wurde die Lichtquelle in den Zenit mit  $90^\circ$  eingestellt und für die Steillichtschummerung der Wert  $67,5^\circ$  von Gertloff übernommen.

In dem hier untersuchten Gebiet waren die Schummerungen aus dem horizontalen Winkel  $135^\circ$  förderlicher, als die Schummerungen aus  $45^\circ$ . Jedoch konnten sich insgesamt keine bedeutenden Verbesserungen aus diesen Varianten herausstellen, dass diese jedes Mal auch mitberechnet werden müssen, wenn mit Schummerungen gearbeitet wird. Allerdings kann in einem Gebiet mit anderen Voraussetzungen in der Topographie durch diese Schummerungen eventuell ein besseres Ergebnis erzielt werden.

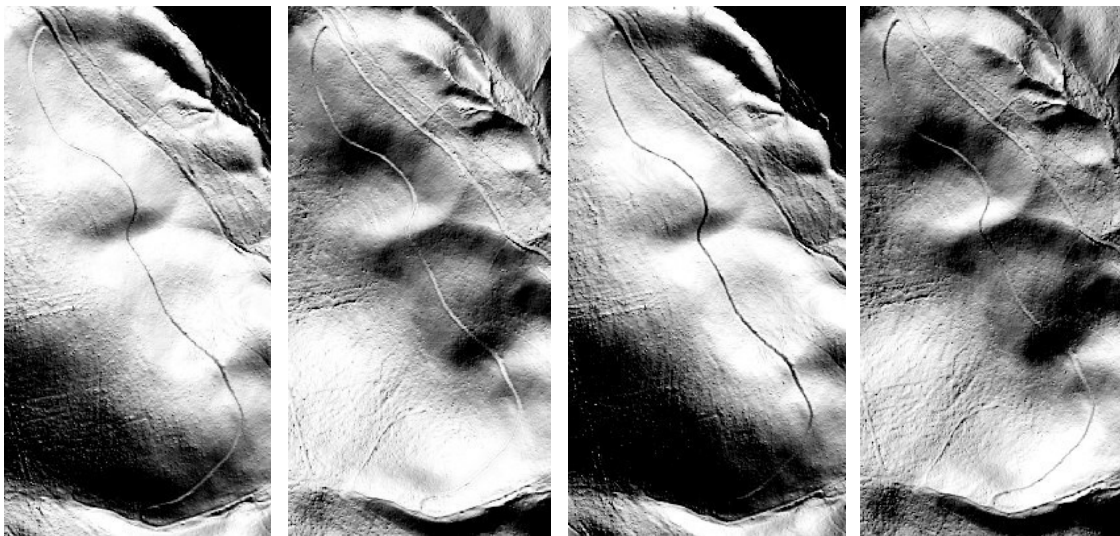


Abb. 4-36 und Abb. 4-37: Steillichtschummerung  $135^\circ$  bzw.  $45^\circ$

Abb. 4-38 und Abb. 4-39: Böschungsschummerung  $135^\circ$  bzw.  $45^\circ$

Für die DGM Daten in QGIS zu verwenden sind noch weitere Funktionen für die Geländeanalyse vorhanden, so kann beispielsweise für jede Zelle die Neigung berechnet werden. Mit der Funktion wird der Grad der Inklination angegeben. Die Funktion Perspektive gibt die Exposition jeder Pixel in Grad aus. Bei der Funktion Relief lassen sich

Höhenschichtfarben definieren. Die letzte Funktion ist der Rauigkeitsindex und analysiert benachbarte Geländehöhen.

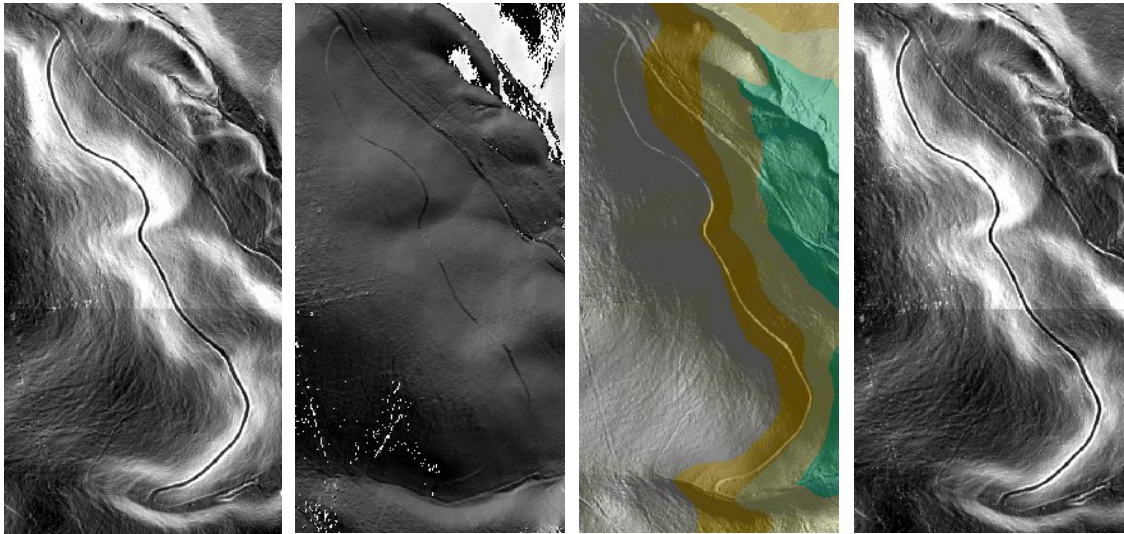


Abb. 4-40: Geländeanalyse Neigung

Abb. 4-41: Geländeanalyse Perspektive

Abb. 4-42: Geländeanalyse Relief

Abb. 4-43: Geländeanalyse Rauigkeitsindex

Die beiden Funktionen Neigung und Rauigkeitsindex unterscheiden sich in diesem Beispiel auf den ersten Blick nur unwesentlich, allerdings sind die Frequenz und Pixelwerte im Rasterhistogramm bei beiden unterschiedlich. Die Wegführung ist sehr gut erkennbar und auch die Hangneigung des Geländes wird ersichtlich. Diese Analysen der DGM Daten können für den weiteren Gebrauch in der Flurbereinigung nützlich sein. Des Weiteren sind die Karten für die spätere Bewirtschaftung im Gelände zu gebrauchen, da daraus auch der Aufwand für die Holzernte ersichtlich ist und für die Wertermittlung gebraucht werden kann. So sind die Gebiete teilweise Harvester tauglich, nur für Harvester mit Ketten nutzbar, oder die Ernte gar nur durch eine Seilzuanlage möglich.

Die Ausgabe der Funktion Perspektive erscheint im ersten Moment etwas abstrakt, da hier die Exposition für jedes Pixel in Grad berechnet wird. Die Berechnung beginnt mit dem Wert 0 in Nordausrichtung und geht dann gegen den Uhrzeigersinn. Durch die



Ausrichtung jedes Standorts können Aussagen über solare Einstrahlung oder hydrologische Parameter eines Einzugsgebietes getroffen werden. Für die Waldflurbereinigung kann dieses Analysetool in der Wertermittlung Verwendung finden, jedoch wird die Sonneneinstrahlung in der Weinbergsflurbereinigung als wichtiger erachtet.

Im Relief wird der Geländeverlauf durch die Farbgebung für die Höhenwerte visualisiert, was auf den ersten Eindruck zur Schummerung das Gelände bildlicher darstellt. Weitere Verbesserungen, die in der Flurbereinigung nützlich sind, werden durch diese Analyse nicht ersichtlich.

Ein Vergleich der in der Darstellung erfassten Strukturen mit der Örtlichkeit ist daher stets erforderlich. Dies zeigt auch noch der Vergleich der während der Wegebefahrung in dem Video in den Abbildungen 4-56 und 4-57 erkennbar wird.

### 4.3.3 Drohnenbefliegung

Die Drohnenbefliegung wurde mit einer DJI Phantom 3 Standard durchgeführt. Der chinesische Hersteller DJI ist Marktführer im Bereich der semiprofessionellen Multi-Kopter. In der Drohne ist ein GPS-Empfänger integriert, der zum einen die Abflugkoordinate speichert, um bei Signalverlust oder auf Kommando zurückzufliegen. Die Reichweite der Drohne ist bis zu einem Kilometer, wobei dies abhängig von der Umgebung ist und festgestellt werden konnte, dass dies im Waldbereich nicht erreicht werden kann. Zum anderen kann durch das GPS die Position der Drohne auf der Karte am Mobilgerät angezeigt werden. (DJI, 2018)

Mit der integrierten Kamera können HD-Videos mit 2,7K aufgenommen werden. Somit sind Aufzeichnungen in Full HD möglich. Zudem liefert die Kamera Fotos im Format 12 Megapixel. Die Stabilisierung der Kameraaufnahme wird durch einen Gimbal gewährleistet, der die drei Achsen Nicken, Rollen und Gieren ausgleicht.

Mit der Festlegung von sicheren Fluggrenzen können Höhen und Entfernungsgrenzen festgelegt werden. Diese sind zu beachten, da Flugverbotszonen bestehen. In der Nähe zum Fluggebiet gibt es Ortslagen, Industrie- und Gewerbeflächen, militärische Nutzflächen, Flugplätze, Straßen und Naturschutzgebiete bei denen gewisse Auflagen zu beachten sind. Für den Flugbereich lagen keine Verbotszonen vor, lediglich die Hinweise bezüglich öffentlichem Verkehrsweg, Forstgebiet, Landschaftsschutzgebiet und Naturpark wurden beachtet.

Der ausgesuchte Weg war durch die Vegetation am Befliegungstag nur teilweise sichtbar, sodass hier nur vereinzelt Bilder des Weges aus der Luft möglich waren und eine Auswertung über eine Luftbildmessung für diesen Wegeabschnitt nicht möglich ist. Die vier nachfolgenden Bilder zeigen zum einen den Einstieg in den Weg von Süden mit dem Anschluss an die im Vorwegausbau 2017 ausgebaute Wegetrasse Nr. 116 links oben. Danach sind auf den nächsten beiden Bildern durch Lücken im Bewuchs kurzzeitig Wegeabschnitte sichtbar und das letzte Bild zeigt das nördliche Ende des Weges mit dem Übergang in den vorhandenen Erdweg, der wieder besser ersichtlich ist.



Abb. 4-44: Luftbildaufnahme im südlichen Wegebereich

Abb. 4-45 und Abb. 4-46: Luftbildaufnahme des Weges mit dichtem Bewuchs

Abb. 4-47: Luftbildaufnahme am nördlichen Abschluss des Weges

Zur weiteren Veranschaulichung wurde allerdings eine Videobefliegung über die komplette Länge des Weges durchgeführt, die vorher anhand von Daten in der topografischen Karte digitalisiert und an die Drohne übertragen. Vom Startpunkt und einem Aussichtspunkt, sowie immer von unterhalb der Drohne wurde diese die ganze Zeit auf der 1.600 Meter langen Hin- und Rückflugstrecke beobachtet.

Allerdings konnte bei der Befliegung mit der Drohne der Weg Nr. 116 der im Vorwegausbau 2017 als Bestandsausbau auf vorhandener Trasse ausgebaut wurde, in der Örtlichkeit begutachtet und aus der Luft durch die Drohne aufgenommen werden. Neben dem Weg entstand bei dem Vorwegausbau auch noch der Holzlagerplatz 647.

Für diesen Wegebereich entstanden durch die Flughöhe der Drohne zwölf Luftbilder, die über selbst gelegte und vorhandene Passpunkte zueinander orientiert wurden.

Da keine Grenzpunkte oder Aufnahmepunkte in diesem Bereich vorlagen, wurde die Georeferenzierung des zusammengefügtten Bildes in QGIS auf Grundlage der vorhandenen Luftbilder und der Schummerungskarte durchgeführt.

Um in Zukunft eine Verbesserung der Bilder zu gewährleisten, sollte in Zukunft auch bei solch kleinen Flügen mit Flugstreifen und wenn möglich mit Passpunkten gearbeitet werden. Durch die Passpunkte wäre eine genaue Einpassung der Bilder möglich und über die Flugstreifen könnte eine bessere Orientierung der Bilder zueinander gewährleistet werden.

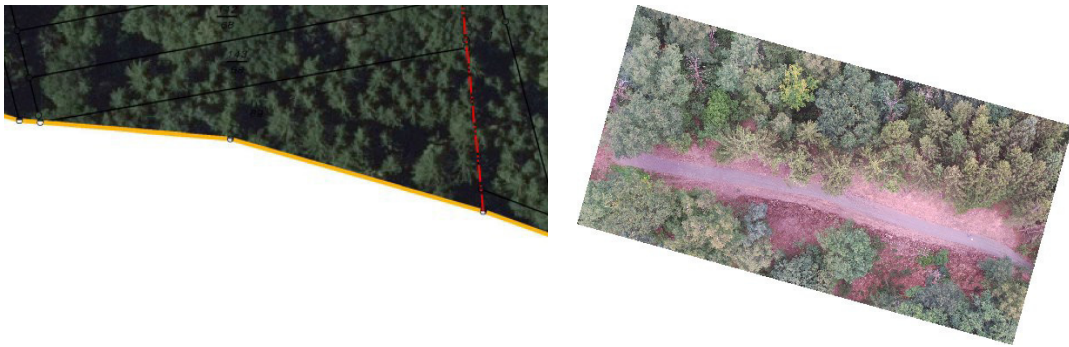


Abb. 4-48: Aufnahme vor dem Vorwegausbau

Abb. 4-49: georeferenzierte Aufnahme

Durch die Georeferenzierung der Bilddatei wird bei der Speicherung als .tif-Datei zur Georeferenzierung automatisch eine .tfw-Datei erzeugt. Durch die sechs Parameter der World-File können die Weltkoordinaten für jede Zeile und Spalte des Rasterbildes mit der folgenden Formel transformiert werden. Die für die 6-Parameter Affintransformation benötigten Parameter befinden sich in der darauffolgenden Tabelle.

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a11 & a12 \\ a21 & a22 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} s \\ z \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} b1 \\ b2 \end{pmatrix}$$

Tab. 4-4: Parameter der ESRI World-File für die Affintransformation (ESRI, 2018)

x	Berechnete x-Koordinate
y	Berechnete y-Koordinate
a11	x-Komponente der Pixelbreite
a21	y-Komponente der Pixelbreite
a12	x-Komponente der Pixelhöhe
a22	y-Komponente der Pixelhöhe (meist negativ)
b1	x-Koordinate des Zentrums des obersten linken Bildpunkts
b2	y-Koordinate des Zentrums des obersten linken Bildpunkts
s	Spalte
z	Zeile

Die Aufnahmen zeigen, dass durch Drohen auch kleine Gebiete nach dem Ausbau befliegen werden können und so eine aktualisierte Digitalisierungsgrundlage für PuDig zur Verfügung stehen würde. So kann mithilfe der neuen Aufnahme die Wegebaumaßnahme und der Holzlagerplatz auch im Innendienst gut abgegrenzt werden.

Dass die Drohne ein nächster Schritt in der Entwicklung ist, zeigt auch die Befliegung von schwierigem Gelände an dem Beispiel des Rittersturzes bei Koblenz von dem Konitzer (2017) berichtete. Denn für einen Helikopter war die zu befliegende Wand zu klein und mit der Drohne wurde das optimale Gerät gefunden. Was auch wieder zeigt, dass die große Befliegung in der Flurbereinigung weiterhin auch als Kreuzbefliegung durchgeführt werden sollte, aber ergänzende Befliegungen mit einer Drohne umgesetzt werden könnten.

Zudem berichtete Konitzer von der direkten Georeferenzierung an Bord und Mapping on Demand, bei dem schon während dem Flug entschieden wird, ob ein Objekt noch detaillierter befliegen werden sollte. Um diese Georeferenzierung umzusetzen benötigt

man allerdings mehr als das GPS der Drohne. Dazu müssen die Trägerphasen des Gerätes und Mehrdeutigkeiten bestimmt werden, um einen Trägerphasenausgleich durchführen zu können. Somit können vor Ort schon punktgenaue Georeferenzierungen bestimmt werden und somit ist nach einem kurzen Flug mit der Drohne nicht noch eine lange Nachbearbeitung nötig.

#### 4.3.4 Wegebefahrung

Die Wegebefahrung sollte in erster Linie eine Ortsbegehung zur Orientierung und zur Einschätzung der Differenzen in der Auswertung zwischen der PuDig-Auswertung in der Schummerung und der örtlichen Polygonzugmessung und der freien Stationierung dienen.

Nach einer ersten Begehung wurde entschieden, mit der Drohne nicht durch den Weg zu fliegen, da das Lichtraumprofil nicht sehr viel Spielraum zur Befliegung gelassen hätte und ein dauerhaftes Korrigieren der Drohne für eine ruhige Aufnahme nur schwer möglich wäre.

Eine Dash Cam am Auto zu befestigen, um eine Aufnahme der Wegebefahrung zu bekommen, wurde aufgrund der Vibrationen während der Fahrt und der Unebenheiten des Waldweges für nicht ausreichend bei der Qualität befunden.

Als Lösungsmöglichkeit wurde die Drohne auf der Motorhaube befestigt, da diese durch den Gimbal die Vibrationen während der Fahrt und die Unebenheiten des Waldweges größtmöglich abfangen kann und die Aufnahmen somit in einer ausreichenden Qualität liefert. Der Gimbal ist eine kardanische Aufhängung/Lagerung zur Bildstabilisierung, die sich unterhalb der Drohne als Bindeglied zwischen Drohne und Kamera befindet.



Abb. 4-50: Position der Drohne



Abb. 4-51: Befestigung der Drohne

Zudem wurde über die GPS empfangende Drohne und einen GPS Tracker im Handy die Wegestrecke aufgenommen. Die Koordinaten der Drohne waren ungenügend, da diese zwar jede Sekunde eine Koordinate lieferte, für diese allerdings nur die GPS Satelliten nutzte und eine Koordinate in Metergenauigkeit lieferte. Der GPS Tracker im

Handy nutzte GPS-, GLONASS- und Beidou-Satelliten und führte dadurch zu vielversprechenden Ergebnissen. Für eine Bestimmung der Grenze sind diese Daten ohne weitere Maßnahmen nicht brauchbar, allerdings sind diese Daten im Vorhinein bei der Wegeplanung als Orientierungshilfe und Planungsgrundlage nutzbar.

Durch die höhere Anzahl an Satelliten ist mittlerweile im Wald auch eine Messung möglich. Da die hierfür verwendete Geräte das Europäische Satellitennavigationssystem Galileo nicht berücksichtigt hatten, wäre zu untersuchen, ob mit Galileo im Wald eine weitere Steigerung der Genauigkeit möglich ist. Ähnlich war der Sachverhalt, als GLONASS noch nicht komplett ausgebaut war. So wurde zwar dort festgestellt, dass die Genauigkeit in abgeschatteten Gebieten mit mehr Satelliten nicht gesteigert werden konnte, aber die Zuverlässigkeit hingegen schon (Floth, Korth 2007).

Zu einem ähnlichen Ergebnis kam man bei der Untersuchung, welche Auswirkung die Hinzunahme von Galileo hat. So ändert sich im freien Gelände nicht sehr viel, allerdings kommt in einem Gelände mit Abschattung ein einzelnes System an seine Grenzen. Mit der Kombination aus GPS und Galileo ist dann auch in bewaldeten Gebieten und anderem schwierigem Gelände eine dreidimensionale Punktbestimmung möglich. Die Kombination ist auch mit anderen Systemen kombinierbar. Wobei anzumerken bleibt, dass die Systeme sich nicht gegenseitig stören dürfen (Hoffmann-Wellenhof, 2013).

Im Zusammenspiel mit der Videoaufnahme sind dann entsprechende Korrekturen während der Fahrt auch erklärbar. So ist in dem nachfolgenden Beispiel ersichtlich, dass wegen der in den Weg ragenden, umgefallenen Bäume, die abgeschnitten wurden mit dem Auto eine Ausweichbewegung durchgeführt werden musste.



Abb. 4-52: Ausweichsituation vor Ort

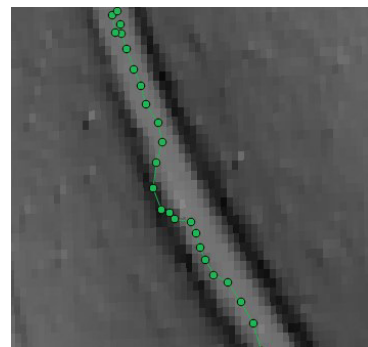


Abb. 4-53: Ausweichbewegung im GPS-Tracker



Eine Genauigkeitssteigerung ist zudem durch ein unabhängiges Gerät zu erwarten, wenn durch dieses dann Mittelwerte gebildet werden könnten. Zudem ist auch möglich, die beiden Punkte vor und nach der Ausweichbewegung zu verbinden, was durch die Bilder hinsichtlich der eigentlichen Wegeführung belegt werden kann. Sollte diese Möglichkeit der Mittelwerte und einzelner korrigierter Punkte in Betracht gezogen werden, könnte über eine Pufferfunktion die Wegetrasse dargestellt und Sollkoordinate berechnet werden. Je nachdem ob ein fester oder variabler Abstand zur Wegemitte benutzt werden soll, kann dann die Berechnung automatisch oder manuell durchgeführt werden. Dieses Vorgehen präsentierte Pawig (2008) in Zusammenhang der Vereinfachung und wenn nur Wegemittelpunkte aufgemessen werden.

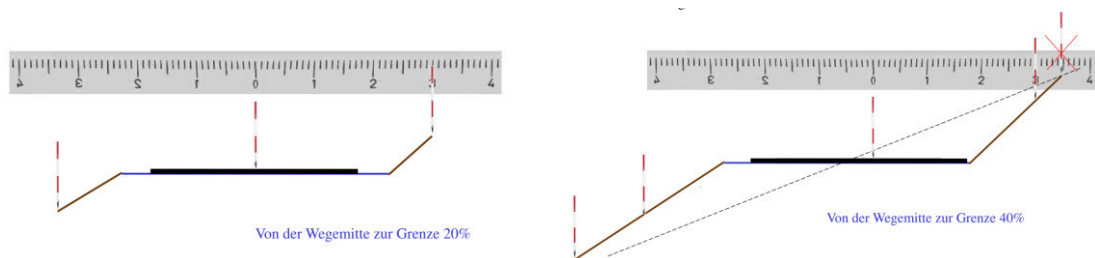


Abb. 4-54 und Abb. 4-55: Bestimmung von Sollkoordinaten mit 20 % bzw. 40 % zur Wegemitte (Pawig, 2008)

Dass hier bezüglich der GNSS-Positionierung noch nicht alles ausgereizt ist, zeigte sich auch bei der Live-Demo von Fraunhofer IIS und Bertrandt zum Thema „Automatisiertes Halten an der Stoplinie“. Bei dieser Live-Demo, bei dem die hochgenaue Fahrzeugnavigation im automatisierten und vernetzten Fahren mit dem Potential der Nutzung von SAPOS aufgezeigt werden sollte, waren verschiedene Low-Cost-RTK-Empfänger verbaut, die RTK-Referenzdaten via Digital Radio DAB+ im Format RTCM3 erhielten (Ricken, Kurtenbach, 2017).

Mit diesen Daten und der Rückkopplung zur Aufzeichnung dieser Daten, auch mit den Broadcast-Korrekturen sollten noch bessere Positionierungen bei der Wegebefahrung für die weitere Bearbeitung im Verfahren geliefert werden können.

Eine genaue Punktbestimmung ist im Wald wegen der Abschattung der Bäume nur schwer möglich. Durch teilweise schlechten Empfang der Korrektursignale ist in Waldgebieten die Übermittlung von Korrektursignalen nur eingeschränkt möglich. Mit dieser Problematik, dass „cm-GNSS im Wald – ein Wunschtraum“ ist hatte sich Shawn

Billings in den USA beschäftigt, der die Genauigkeit allerdings nur über Wiederholungsmessungen und nicht über eine unabhängige Vermessungsmethode überprüft hatte. Dies wurde dann in Hannover Ende 2017, Anfang 2018 mit dem Empfänger JAVAD TRIUMPH-LS überprüft. Jedoch fanden wegen der 5-Hz Taktübertragung keine Messungen im Referenznetz statt und die längste Messung dauerte 27 Minuten. Im Rahmen der Messung wurde jeder Punkt im Subdezimeterbereich bestimmt (Kemkes, Zimmermann, Ruffer, 2018).

Dass hier noch nicht Endstation ist, zeigte Hugentobler (2017) mit dem Status und Ausblick über die globalen Satellitennavigationssysteme. Zu den voll ausgebauten Systemen GPS und GLONASS, kommen die im Aufbau befindlichen Systeme Galileo und BeiDou sowie die Regionalen Systeme QZSS und IRNSS. Durch diese Vielzahl an Systemen werden bald über 100 GNSS-Satelliten zur Verfügung stehen. Bereits heute sind in unseren Breiten zwischen 20 und 30 Satelliten jeden Tag verfügbar. Mit den Multi-GNSS-Empfängern ist es nun möglich, die bereitgestellten Systeme und Frequenzen zu empfangen. Gearbeitet wird zurzeit an einer Lösung der Mehrdeutigkeiten über interoperable Systeme. Mit den konsistenten Kombinationen und der Lösung der Mehrdeutigkeiten der unterschiedlichen Systeme und Frequenzen, wird auch in Bereichen mit viel Abschattung, wie zum Beispiel im Wald eine genauere Lösung möglich sein.

SAPOS® startete anfangs ausschließlich mit der Nutzung von GPS-Signalen, bis ab 2011 Deutschlandweit auch GLONASS-Signale benutzt wurden. Zukünftig sollen aber auch Galileo und BeiDou genutzt werden und mit der Erweiterung positive Effekte zu erzielen. Diese Effekte sind insbesondere bei der Initialisierungszeit, Verlässlichkeit und Robustheit zu erwarten (Jahn et al., 2017).

Durch die Erweiterung von zwei auf vier Satellitensysteme steht auch der Übergang von der Zweifrequenzverarbeitung zum Dreifrequenzbetrieb an. Mit der dritten Frequenz der GNSS sind mehr Möglichkeiten der Linearkombinationen und eine höhere Signalqualität zur Auswertung vorhanden (Ricken, Kurtenbach, 2017).

In einem weiteren Beispiel wird die Vorgehensweise dargestellt, warum in den Ergebnissen aus der Digitalisierung in der Schummerung zu der Messung vor Ort mit Polygonzug und Freier Stationierung Differenzen entstanden sind. Vor Ort wurde auf Sicht gemessen und versucht die Polygonpunkte später als Grenzpunkte nutzen zu können. Bei der Digitalisierung in der Schummerung kann nur die Bruchkante der Böschung

angehalten und nicht auf eventuelle Feinheiten vor Ort, wie Wegetrasse oder einzelne Bäume eingegangen werden.

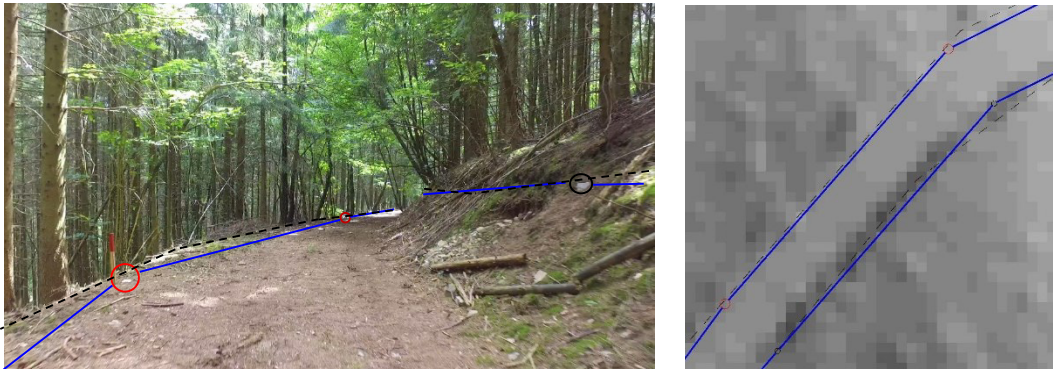


Abb. 4-56: Übertragung der Kartensituation in die Örtlichkeit

Abb. 4-57: Vergleichssituation örtliche Vermessung mit Digitalisierung in Schumme-  
rungskarte

#### 4.3.5 Beurteilung

In Bezug auf den Arbeitsaufwand können die DGM1 Daten und die Schummerungskarte des LVermGeo von der TZ bereitgestellt werden. Für die weitere Erzeugung von Schummerungskarten müssen diese entweder von der TZ produziert werden, oder den Mitarbeitern der DLR eine Möglichkeit zur Verfügung stehen, dies selbst abzuleiten.

Die unterschiedlichen Schummerungen sind umständlich nacheinander in GRIBS als Rasterbilder ein- und auszublenden. Dieser Vorgang wäre über eine Blendfunktion besser lösbar, wenn nur über eine Tastenbelegung das entsprechende Rasterbild erscheint. Das Einspielen der Höhenlinien ist in GRIBS aktuell etwas suboptimal gelöst, sollte sich aber mit der Einführung von LEFIS verbessern. Die Grenzen in den Schummerungen oder den Höhenlinien zu digitalisieren, stellt eine weitere Methode von PuDig dar. Der Zeitaufwand für das Erzeugen der Schummerungsdaten und die Digitalisierung der Wegefläche auf einer Länge von 800 m dauerte ca. 3 Stunden.

Wobei bei der weiteren Erzeugung der unterschiedlichen Schummerungen schon ein Zeitgewinn festgestellt werden konnte, da Programmstrukturen bekannt und die .tfw Dateien bereits vorhanden waren. Durch die Ortskenntnis nach der Wegebefahrung oder nach Sichtung des Videomaterials wären noch weitere Minuten einsparbar. Somit kann durch die Erzeugung von Sollkoordinaten in Schummerungen ein erheblicher Zeitgewinn zu einer Polygonzugmessung in diesem Bereich erreicht werden.

Die Drohnenbefliegung und die Wegebefahrung waren im Außendienst vom Aufwand überschaubar. Für die Drohnenbefliegung ist zu sagen, dass in einer vegetationsärmeren Zeit auch dicht bewaldete Gebiete lösbar wären. Die hier vorgestellte Lösung, nach der Ausbaumaßnahme Bilder des aktuellen Zustands zu haben, stellt für die weiter Bearbeitung auch schon eine Verbesserung dar. Die Nacharbeit bei den Bildern bezüglich des Zusammenfügens und der Georeferenzierung war etwas aufwendiger, da keine Passpunkte vorhanden waren.

Die Wegebefahrung stellt in der hier durchgeführten Arte nicht sehr viel Aufwand dar, allerdings sind diese Daten auch nur wie eine örtliche Begehung benutzbar und nicht zur direkten Vermessung geeignet.

Eine andere Lösung wäre hier die „eagle eye technologies“, die ein kinematisches terrestrisches Stereoaufnahmesystem mit direkter Georeferenzierung mittels INS, GPS und Odometer darstellt (Bäumker, Ludwig, 2007). Genauer erläutert wird dieses System

noch einmal von Bäumker (2013) als Hybride Navigationssystem für Navigation, Regelung und direkte Georeferenzierung. Dieses System liefert georeferenzierte Bild- und Scannerdaten.

Allerdings wäre bei der aufgenommenen Wegebefahrung durch das nicht vorhandene Lichtraumprofil und die Aufbauten auf einem Bus eine Wegebefahrung mit dem Messfahrzeug nur schwer möglich gewesen. Durch eine Befahrung mit einer solchen Technologie wäre allerdings nicht nur der Zeit-, sondern auch der Informationsgewinn für die weitere Verfahrensbearbeitung von großem Wert.

## 5 Zusammenfassung

Sowohl in der Forstwirtschaft als auch in der Landentwicklung ist die Problematik der Waldflurbereinigung bekannt. In Zusammenarbeit wurde in den letzten 30 Jahren an Lösungsmöglichkeiten für die Verfahrensbeschleunigung, Kostenreduzierung und der Vertretbarkeit dem Bürger gegenüber gearbeitet.

Die Bedeutung der Waldflurbereinigung wächst in den letzten Jahren. Mit den Sturmschäden wurde in den letzten Jahren vermehrt die Aufmerksamkeit auf den Wald gelenkt. Die Energiewende zeigt ein weiteres Feld, das mit bearbeitet wird, wo die Wärme- und die Stromerzeugung immer mehr aus erneuerbaren Energien kommen. Mit der Behebung der strukturellen Nachteile mit dem benötigten Wegebau ist ein grundsätzliches Problem im Wald zu beseitigen. Die Eigentumsstruktur im Wald zu verbessern hat auch weiterhin Priorität in der Waldflurbereinigung.

Lösungsmöglichkeiten werden schon durch die Sicht der Forstwirtschaft und die Landentwicklung aufgezeigt. Die Leitlinien der Landentwicklung zeigen hier bereits grundsätzliche Richtungen für die Bearbeitung der Waldflurbereinigung.

Die drei Bundesländer Rheinland-Pfalz, Thüringen und Nordrhein-Westfalen sind in den letzten Jahren teilweise unterschiedliche Wege gegangen, haben aber auch von Erfahrungen untereinander profitiert. So wurden immer Verfahren nach dem FlurbG umgesetzt, allerdings konnten in den unterschiedlichen Bundesländern verschiedene Verfahren in der Waldflurbereinigung eingesetzt werden. Zudem wurden in manchen Flurbereinigungsverfahren auch Waldgemeinschaften oder Waldgenossenschaften umgesetzt.

Im Bereich der innovativen Vermessungsverfahren wurden verschiedene Innovationen untereinander ausgetauscht, wie zum Beispiel Erfahrungen in der Photogrammetrie, beim Verzicht der Abmarkung oder im Bereich der Verfahrensgrenze. Ein unterschiedliches Vorgehen konnte unter anderem in den Bereichen Kreuzbefliegung, Bestandsbewertung, Analyse von klassifizierten Laserscandaten, Videoerfassung oder der Auswertung von Punktwolken aus ALS und MLS festgestellt werden.

Hierbei wird auf die verschiedenen Unterschiede und Gemeinsamkeiten der benutzten Vermessungsverfahren durch Erläuterungen eingegangen.

In dem Untersuchungsgebiet der vereinfachten Flurbereinigungsverfahrens Unteres Traantal, das auch Pilotprojek bei dem Projekt Waldneuordnung 2020 ist, konnten weitere innovative Vermessungsverfahren erprobt werden. Der Leitfaden zur Waldneuordnung ist in dem Verfahren mit einer Fläche von 1030 ha umzusetzen. Ansatzpunkt der Waldneuordnung ist die Einbeziehung der Beteiligten zu den Eigentümerzielsetzungen und der Verbesserung von Verfahrensabläufen mit Fragebögen. Der zweite Ansatzpunkt der Waldneuordnung befasst sich mit der Wertermittlung, die effizient und anerkannt durchgeführt werden soll. In einem fünf Schritte Plan soll die Bestandsbewertung durchgeführt werden und die Bodenbewertung soll über die Auswertung von DGM, Bodenübersichtskarten, Luftbildern und topografischen Karten erfolgen.

Für die Innovativen Vermessungsverfahren liegen hier grundsätzlich die Daten aus der Kreuzbefliegung vor, die als Grundlage für die weitere Vermessung in dem Flurbereinigungsverfahren benutzt werden. Die Verdichtung des Wegenetzes erfolgt durch Polygonzugmessungen und freie Stationierung, sowie PuDig in der Örtlichkeit. Zum Vergleich wird untersucht, welchen Vorteil moderne Technologien wie z.B. Laserscandaten und Drohnen bringen. Durch die Bereitstellung der DGM1 Daten und Schummerungskarten vom LVermGeo liegen hier für die Flurbereinigung kostengünstige Daten vor.

Mit den DGM1 Daten können weitere Schummerungen abgeleitet werden. Diese unterschiedlichen Schummerungen wurden für das Verfahren abgeleitet und an einem Bereich genauer untersucht. Zudem wurden auch noch Höhenlinien interpoliert für den gesamten Bereich, um herauszufinden ob hier ein Vorteil gewonnen werden kann.

Die erste Digitalisierung in den Schummerungskarten mit Erstellung der Rasterbilder und Einlesen der Daten dauerte ohne Ortskenntnis ca. 3 Stunden. Durch das spätere ableiten anderer Schummerungen kann gesagt werden, dass dies auch schneller möglich ist, wenn sich bestimmte Vorgehen eingespielt haben und die .tfw Dateien für die Schummerungen schon vorliegen.

Bei der Digitalisierung in den Höhenlinien können nur die direkten Grenzen der Wege zu den Böschungen abgegrenzt werden, allerdings nicht wie in der Schummerung, so dass die Böschung noch zum Weg digitalisiert wird. Da durch die unterschiedlichen Böschungshöhen diese nur vom Weg und nicht von dem weiteren Gelände abgrenzbar sind. Jedoch ist zu hinterfragen, ob die Böschung immer zum Weg muss oder im Wald auch von den Eigentümern genutzt werden kann. Sollte dies der Fall sein wäre PuDig in Höhenlinien eine gute Lösungsmöglichkeit.

In der weiteren Untersuchung wurden noch eine Drohnenbefliegung und eine Wegebefahrung im Außendienst durchgeführt. Mit den Erkenntnissen vom Außendienst, bzw. den Videodaten der Wegebefahrung kann die Dauer der Digitalisierung weiter verringert werden. Im Gegensatz zur Dauer der Polygonzugmessung mit ergänzenden freien Stationierungen ist das in diesem Bereich ein erheblicher Zeitgewinn. Einziger Vorteil bei der Polygonzugmessung, dass für eine spätere Absteckung der abgehenden Grenzen bereits Anschlusspunkte und nicht nur Sollpunktkoordinaten vorhanden sind.

Die Drohnenbefliegung hat in dem ausgewählten Wegebereich wegen der dortigen Vegetation keine zufriedenstellenden Ergebnisse gebracht. Jedoch konnte in dem Bereich ein Wegeabschnitt festgestellt werden, der im Jahr 2017 im Vorwegausbau gebaut wurde. Dieser Weg wurde anschließend symbolisch genutzt, um den Zweck einer Drohnenbefliegung darzustellen. So ist nichts gegen die Kreuzbefliegung der DLR zu sagen, durch die Drohnenbefliegung können allerdings kleine Bereiche auch nach dem Ausbau für die weitere Bearbeitung überflogen werden und als aktualisierte Digitalisierungsgrundlage genutzt werden.

Bei der Wegebefahrung konnten Videoaufnahmen für die spätere Bearbeitung im Innendienst gewonnen werden. Allerdings können alleine aus diesen Daten keine vermessungstechnischen Informationen gewonnen werden, sondern nur in Verbindung mit anderen Daten. So wurde die Befahrung gleichzeitig noch mit einem GPS-Tracker im Handy aufgenommen.

Zudem konnten durch die Aufnahmen der Wegebefahrung die digitalisierten Grenzen mit den Punkten aus der Polygonzugmessung verglichen werden. Diese lieferten die Erkenntnisse, dass die Punkte aus der Digitalisierung immer im Bereich der Böschung liegen, hingegen die örtlich festgelegten Punkte auch mal etwas von der Böschung weg. Die Bearbeitung mit den Schummerungsdaten benötigt nicht zwingend eine Außendienstkenntnis, jedoch ist eine Ortskenntnis nicht zu vernachlässigen für die weitere Bearbeitung im Verfahren.



## 6 Fazit

Durch die dargestellten Vermessungsverfahren können weitere Schritte im Bereich der Waldflurbereinigung getätigt werden, die zur Vereinfachung und zur Kosteneinsparung dienen. Innovative Verfahren wie Laserscanning und Drohnenbefliegungen, sowie Wegebefahrungen können Alternativen zu terrestrischen Vermessungen im Wald sein.

Die noch anstehenden Veränderungen im Bereich GNSS wurden aufgezeigt. Wenn die Verbindung von SAPOS mit den vier Satellitenpositionierungssystemen endgültig umgesetzt ist, wäre nochmals zu prüfen, ob dadurch eine weitere Verbesserung der punktgenauen Bestimmung im Wald möglich ist.

Um eine exaktere Lösung mit der Schummerung zu bekommen, müsste ein engmaschigeres Digitales Geländemodell vorliegen. Um ein genaueres Digitales Geländemodell erzeugen zu können, wird jedoch ein detaillierteres Höhenlinienmodell benötigt, welches bereits im Abschnitt 4.3.2 mit 0,1 m Höhenlinien dargestellt wurde. Eine Ableitung in 0,05 m wäre auch noch denkbar, allerdings besteht die Frage in wie weit dies dann noch mit der Realität übereinstimmt, wenn die Daten aus dem DGM1 abgeleitet werden. Die weitere Bearbeitung würde über eine Interpolation in QGIS erfolgen, bei der dann ein Höhenraster mit 0,1 m Kacheln entstehen würde. Hierbei ist zu sagen, dass dieser Schritt eine hohe Rechenleistung beansprucht und im Nachgang viele Punkte entstehen, so entstehen für einen Bereich von 1km \* 1km ca. einhundert Million Punkte.

Die Auffindbarkeit der Grenzpunkte muss gewährleistet sein, ob allerdings alle Wegeknickepunkte abgemarkt werden müssen wird bezweifelt. Die Grenzen unterschiedlicher Eigentümer müssen angezeigt werden und auf Wunsch die Grenzpunkte vermarktet werden. Sollte die Möglichkeit durch GNSS gegeben werden, die Punkte zeitnah vor Ort anzeigen zu können, kann in den meisten Fällen durch Sollpunktkoordinaten auf die örtliche dauerhafte Grenzmarke verzichtet werden.

## 7 Literaturverzeichnis

- AID. (1997). *Waldwege - ein eigener Lebensraum, Heft 1326/1997.*
- Arbeitsgemeinschaft Flurbereinigung (ArgeFlurb). (1983). *Flurbereinigung und Wild. Schriftenreihe des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.*
- Arbeitsgemeinschaft Flurbereinigung (ArgeFlurb). (1985). *Waldflurbereinigung. Schriftenreihe des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.*
- Baadte, N. (2014). Waldflurbereinigung Thalfröschen. *Nachrichten aus der Landeskulturverwaltung Rheinland-Pfalz, NLKV Heft 55, S. 33-41.*
- Baadte, N. (2017). Vereinfachte Flurbereinigung Thalfröschen (Wald) - (Power Point Vortrag).
- Backmann, M. (2012). Rural development by forest land consolidation in Sweden. *Wertschöpfung durch Waldflurbereinigung und ländliche Infrastrukturen. Schriftenreihe Deutsche Landeskulturgesellschaft – DLKG, Sonderheft 5, 97-115.*
- Bäumker, M. (2013). Hybride Navigationssysteme für Navigation, Regelung und direkte Georeferenzierung. *zfv-Heft 5/2013 138.Jg., S. 303-312.*
- Bäumker, M., Ludwig, J. (2007). „eagle eye technologies“: Ein kinematisches terrestrisches photogrammetrisches Stereoaufnahmesystem mit direkter Georeferenzierung mittels INS, GPS und Odometer.
- Bayrisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. (1982). *Waldflurbereinigung. Tagung von Vertretern der Bayrischen Forstverwaltung und der Bayrischen Flurbereinigungsverwaltung vom 15. bis 17. März 1982 in Ansbach.*
- Bont, A. (2011). Flurbereinigung - Gestern, Heute, Morgen. *Nachrichten aus der Landeskulturverwaltung Rheinland-Pfalz, NLKV Heft 52, S. 162-163.*
- Bottler, K. (2002). Vermessung und Abmarkung in ländlichen Bodenordnungsverfahren. *Nachrichten aus der Landeskulturverwaltung Rheinland-Pfalz, NLKV Heft 37, S. 120-125.*
- Bromma, R. (2009). Wege zur vereinfachten Neuordnung von Kleinprivatwäldern. *Schriftenreihe der DLKG, Heft 6: Landeskultur – Motor der Waldentwicklung, 69-79.*
- Bund - Länder - Arbeitsgemeinschaft Nachhaltige Landentwicklung. (2011). *Leitlinien Landentwicklung ZUKUNFT IM LÄNDLICHEN RAUM GEMEINSAM*

*GESALTEN - Orientierungsrahmen zur nachhaltigen Entwicklung der ländlichen Räume.*

- DJI. (20. 7 2018). *Produktbeschreibung*. Von Technische Daten:  
<https://www.dji.com/de/phantom-3-standard/info> abgerufen
- Dockweiler, S. (1998). PuDig, vielfältige Möglichkeit für wirtschaftliche Neuvermessung. *Nachrichten aus der Landeskulturverwaltung Rheinland-Pfalz, NLKV Heft 30*, S. 97-99.
- Dockweiler, S. (2016). Vermessungstechnische Innovationen in der Landentwicklung "Verzicht auf Feststellung der Verfahrensgrenze in Ländlichen Bodenordnungsverfahren zur Kostenminimierung". *Visionen der Landentwicklung Deutschland. Schriftenreihe Deutsche Landeskulturgesellschaft – DLKG, Sonderheft 8*, S. 323-328.
- Dresen, T. (2014). Vermessungstechnische Zusammenarbeit von Flurbereinigung und Liegenschaftskataster in Rheinland-Pfalz. *Technikumbau der Landentwicklung in Deutschland. Schriftenreihe Deutsche Landeskulturgesellschaft – DLKG, Sonderheft 7*, S. 171-181.
- Durben, H. (1996). Punktfestlegung durch Digitalisierung (PuDig). *Nachrichten aus der Landeskulturverwaltung Rheinland-Pfalz, NLKV Heft 25*, S. 81-86.
- Durben, H. (2014). Photogrammetrie in der Landentwicklung - Grundlage effizienter Landentwicklungsprozesse. *Technikumbau der Landentwicklung in Deutschland. Schriftenreihe Deutsche Landeskulturgesellschaft – DLKG, Sonderheft 7*, S. 70-79.
- ESRI. (2018). *About world files*. Von  
[http://webhelp.esri.com/arcims/9.2/general/topics/author\\_world\\_files.htm](http://webhelp.esri.com/arcims/9.2/general/topics/author_world_files.htm)  
abgerufen
- Floth, M., Korth W. (2007). Gemeinsame Nutzung von GPS und GLONASS im Satellitenpositionierungsdienst SAPOS ®. *Vermessung Brandenburg Nr. 2/2007*, 67-72.
- Frenzel, M., Lückmann, A. (2011). Airborne-Laser-Scanning-Daten in der OL-Kartenarbeit. *Powerpoint Präsentation*.
- Friedrich, H. (1987). Waldflurbereinigung - Ein Diskussionsbeitrag. *Nachrichten aus der Landeskulturverwaltung Rheinland-Pfalz, NLKV Heft 7*, S. 61-68.

- Gertloff, K.-H. (2011). Detektion von Bodendenkmälern im Wald mit einem hochauflösenden Geländemodell aus Laserscannerdaten. *zfv- Heft 2/2011* 136Jg., S. 86-92.
- Gertloff, K.-H. (2017). Visualisierung des DGM1 als Schummerung – Versuch einer Standardisierung. *zfv-Heft 3/2017* 142 Jg., S. 151-155.
- Graf von Plettenberg, G. (2012). Waldbauverein Birkenfeld e.V. - Ein Rückblick. *Testrede zum 50-jährigen Jubiläum.*
- Günzelmann, B. (2009). Möglichkeiten und Grenzen der Waldflurbereinigung in Unterfranken. 6. Forstpolitisches Forum „Walderschließung“ am 02.12.2009, *Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Kitzingen, z.Zt. Amt für Ländliche Entwicklung Würzburg.*
- Hack, G., Vickorius, M. (2016). Waldflurbereinigung mit hoher Wertschöpfung am Beispiel der Bodenordnungsverfahren Hinterhausen Büdesheim und Lissing. *Visionen der Landentwicklung Deutschland. Schriftenreihe Deutsche Landeskulturgesellschaft – DLKG, Sonderheft 8, S. 316-322.*
- Harnischfeger, A. (2014a). Die Anwendung der Analyse von klassifizierten Laserscandaten zur Identifizierung von Waldwegen. *Schriftreihe des DVW Band 77/2014, S. 43-47.*
- Harnischfeger, A. (2014b). Gemeinsame Waldbewirtschaftung. *Waldneuordnung, Schriftreihe des DVW Band 77/2014, S. 101-107.*
- Harnischfeger, A. (2015). „Der Thüringer Weg“ – Das beschleunigte Zusammenlegungsverfahren nach § 91 FlurbG i. V. m. der Bildung einer Waldgenossenschaft. *Workshop: Waldflurbereinigungen – Überblick und Erfahrungen.*
- Harnischfeger, A. (2016). Waldwege. (*Powerpoint Präsentation*).
- Heitze, U., Malzer, A., Willmes, M. (2016). Einsatz von modernen Technologien in der Flurbereinigung. *Nachrichten aus dem öffentlichen Vermessungswesen Nordrhein-Westfalen NÖV Ausgabe 2/2016, S. 32-41.*
- Henkes, E. (1991). Waldflurbereinigung als Instrument der Landentwicklung - Probleme und Erfahrung aus der Praxis. *Nachrichten aus der Landeskulturverwaltung Rheinland-Pfalz, NLKV Heft 16, S. 21-47.*

- Henkes, E. (2006). Waldflurbereinigung. *Nachrichten aus der Landeskulturverwaltung Rheinland-Pfalz, NLKV Heft 45*, S. 49-64.
- Henkes, E. (2013). Praxis der Waldflurbereinigung in Rheinland-Pfalz -  
Verfahrensablauf, Bewertungsverfahren, Beispiele - aus Sicht der  
Flurbereinigungsbehörde DLR Eifel. *Nachrichten aus der Landeskulturverwaltung  
Rheinland-Pfalz, NLKV Heft 54*, S. 147-159.
- Hinz, S. A. (2012). *Ganzheitliches Wertschöpfungsmodell der Waldflurbereinigung und deren  
Effizienzsteigerung. Dissertation. Schriftenreihe des Instituts für Geodäsie der  
Universität der Bundeswehr München, Heft 89/2012.*
- Hinz, S. A. (2013a). Wertschöpfung durch Waldflurbereinigung. *zfv 138, Heft 2*, S.  
154-163.
- Hinz, S. A. (2013b). Allgemeines Wertschöpfungsmodell der Waldflurbereinigung. *zfv  
138, Heft 3*, S. 184-192.
- Hinz, S. A. (2014). Effektivität der Waldflurbereinigung. *zfv 139, Heft 3*, S. 190-196.
- Hoffmann-Wellenhof, B. (2013). Kommt Galileo zu spät? *zfv-Heft 4/2013 138. Jg.*,  
241-248.
- Hugentobler, U. (2017). Globale Satellitennavigationssysteme – Status und Ausblick.  
*GNSS 2017 – Kompetenz für die Zukunft - Schriftenreihe des DVW Band 87 /  
2017, 9-22.*
- Jahn, C.-H., Riecken, J., Trautvetter, C., Freitag, M., Kurtenbach, E., Fabian, G., Dick,  
H.-G. (2017). Quo vadis SAPOS®? – Zukünftige Entwicklungen des  
Positionierungsdienstes der Landesvermessung. *GNSS 2017 – Kompetenz für  
die Zukunft - Schriftenreihe des DVW Band 87 / 2017, 133-150.*
- Kemkes, E., Zimmermann K., Rüffer J. (2018). cm-GNSS im Wald - ein Wunschtraum  
- Ein Praxistest mit dem JAVAD TRIUMPH-LS im hannoverschen Stadtwald  
Eilenriede. *VDV*, S. 117-125.
- Konitzer, F. (2017). Aus luftigen Höhen. *zfv-Heft 6/2017 142. Jg.*, S. 315-316.
- Kurpjuhn, J. (2014). ALKIS und LEFIS - Geplantes Zusammenwirken zwischen den  
Programmsystemen der Vermessungs- und Flurbereinigungsverwaltung in  
Rheinland-Pfalz. *Technikumbau der Landentwicklung in Deutschland. Schriftenreihe  
Deutsche Landeskulturgesellschaft – DLKG, Sonderheft 7*, S. 159-170.

- Kurpjuhn, J., Ludwig, M. (2016). Partnerschaft der Landentwicklung mit dem Vermessungs- und Katasterwesen in Rheinland-Pfalz; Prozessoptimierung bei der Übernahme. *Visionen der Landentwicklung Deutschland. Schriftenreihe Deutsche Landeskulturgesellschaft – DLKG, Sonderheft 8*, S. 188-190.
- Löffler, K. (2015). Freiwilliger Landtausch nach § 103a FlurbG Gerterode in Verbindung mit der Gründung einer Waldgenossenschaft. *Workshop: Waldflurbereinigungen – Überblick und Erfahrungen*.
- Löhr, N. (2014). Waldflurbereinigung Vinxtbachtal. *Nachrichten aus der Landeskulturverwaltung Rheinland-Pfalz, NLKV Heft 55*, S. 24-33.
- Lorig, A. (2004). "Landentwicklung". - Skript der Vorlesung, Fachhochschule Mainz im Fachbereich Geoinformatik und Vermessung.
- Lorig, A. (2015). Das Geheimnis der ewigen Innovation. *Nachrichten aus der Landeskulturverwaltung Rheinland-Pfalz, NLKV Heft 56*, 25-51.
- LVerGeo Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz. (2016a). Digitales Geländemodell 1 (DGM1). *Produktbeschreibung*.
- LVerGeo Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz. (2016b). Laserpunkte Gelände (LPG). *Produktbeschreibung*.
- LVerGeo Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz. (2016c). Laserpunkte Objekte (LPO). *Produktbeschreibung*.
- LVerGeo Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz. (2016d). *Aktualisierungsstände*. Von lvermgeo.rlp.de:  
<https://lvermgeo.rlp.de/de/geodaten/metadaten/aktualitaetsstaende/#c4994>  
 6 abgerufen
- LVerGeo Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz. (2018a). <https://lvermgeo.rlp.de>. Von  
<https://lvermgeo.rlp.de/de/aufgaben/liegenschaftskataster/datenfuehrung/information-zur-genauigkeitsstufe-der-punkte-gst/> abgerufen
- Mauerhof, H. (2009). Neue Kooperationsansätze zwischen Waldentwicklung und Waldflurbereinigung. *Schriftenreihe Deutsche Landeskulturgesellschaft – DLKG Heft 6 Landeskultur – Motor der Waldentwicklung und Waldnutzung und Natura 2000 – Konflikte und Lösungsansätze?*, S. 81-93.

- Mitschang, T. (2016). Technische Entwicklung als Motor der Landentwicklung. *Visionen der Landentwicklung Deutschland. Schriftenreihe Deutsche Landeskulturgesellschaft – DLKG, Sonderheft 8*, S. 173-179.
- MLWF Ministerium für Landwirtschaft, Weinbau und Forsten Rheinland-Pfalz. (1988/89). *Für den ländlichen Raum - Waldflurbereinigung*.
- MULEF Ministerium für Umwelt, Landentwicklung, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz. (2014a). *Ergebnisse der Bundeswaldinventur*.
- MULEF Ministerium für Umwelt, Landentwicklung, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz. (2014b). Ergebnisse der Bundeswaldinventur. *Der Wald in Rheinland-Pfalz (Powerpoint-Präsentation)*.
- MWVLW Ministerium für Wirtschaft verkehr und Weinbau Rheinland-Pfalz. (2006). *Leitlinien Landentwicklung und Ländliche Bodenordnung*.
- Nick, W. (2008). Waldflurbereinigung - Neue Ansätze und Vorgehensweisen. *Nachrichten aus der Landeskulturverwaltung Rheinland-Pfalz, NLKV Heft 48*, S. 20-24.
- Osen, G. B. (2012). Waldflurbereinigung in Norwegen. *Wertschöpfung durch Waldflurbereinigung und ländliche Infrastrukturen. Schriftenreihe Deutsche Landeskulturgesellschaft – DLKG, Sonderheft 5*, 154-165.
- Ossig, B., Mayer-Rachner, J., Redmann, M. (2014). *Ergebnisse der Waldbesitzerbefragung - Projekt Waldneuordnung 2020 „Wald kann fast alles - Was wollen die Waldbesitzer?“* .
- Pascher, P. (2016). Herausforderungen und Visionen für ein ländliches Wegenetz der Zukunft. *Visionen der Landentwicklung Deutschland. Schriftenreihe Deutsche Landeskulturgesellschaft – DLKG, Sonderheft 8*, S. 214-216.
- Pawig, U. (2008). Neue Strategien der Waldflurbereinigung . *DLKG Bundestagung 2008 (Powerpoint Präsentation)*.
- Pawig, U. (2009). Neue Strategien der Waldflurbereinigung. *Schriftenreihe Deutsche Landeskulturgesellschaft – DLKG Heft 6 Landeskultur – Motor der Waldentwicklung und Waldnutzung und Natura 2000 – Konflikte und Lösungsansätze?*
- Redmann, M., Zehfuß, M., Meier ,E., Kehayova, E. (2016). *WALDNEUORDNUNG 2020 - Leitfaden zur Waldneuordnung*.

- Ricken, J., Kurtenbach, E. (2017). Der Satellitenpositionierungsdienst der deutschen Landesvermessung – SAPOS®. *zfv-Heft 5/2017 142.Jg.*, S. 293-300.
- Rodig, K. (2015). Die Entwicklung der Waldflurbereinigung in Thüringen (Powerpoint Präsentation). *Praxisworkshop: Waldflurbereinigungen – Überblick und Erfahrungen - Fachhochschule Erfurt*.
- Rumpf, W. (1989). Waldflurbereinigung - aus Sicht der Landesforst- und Landeskulturverwaltung. *Nachrichten aus der Landeskulturverwaltung Rheinland-Pfalz, NLKV Heft 11*, S. 42-50.
- Schmitt, N. (2002). Verzicht auf die vermessungsrechtliche Festsetzung oder Wiederherstellung der Grenze des Flurbereinigungsgebietes, soweit sie zugleich Grenze einer gemeinschaftlichen oder öffentlichen Anlage ist, die zum FLurbereinigungsgebiet gehört. *Nachrichten aus der Landeskulturverwaltung Rheinland-Pfalz, NLKV Heft 37*, S. 117-120.
- Schmitz, W. (2012). Zukunftsweisende Modelle der Waldflurbereinigung in Rheinland-Pfalz. *Wertschöpfung durch Waldflurbereinigung und ländliche Infrastrukturen. Schriftenreihe Deutsche Landeskulturgesellschaft – DLKG, Sonderheft 5*, S. 184-189.
- Schröder, A. (2007). (Wald-) Flurbereinigung Dahnen. *Nachrichten aus der Landeskulturverwaltung Rheinland-Pfalz, NLKV Heft 46*, S. 102-105.
- Schumacher, U. (1998). Verzicht auf Abmarkung in Waldgebieten am Beispiel des laufenden Flurbereinigungsverfahrens Schönecken. *Nachrichten aus der Landeskulturverwaltung Rheinland-Pfalz, NLKV Heft 30*, S. 80-82.
- Schumann, M. (2002). Das Vermessungskonzept - ein neues Steuerungsinstrument für die ländliche Bodenordnung. *Nachrichten aus der Landeskulturverwaltung Rheinland-Pfalz, NLKV Heft 37*, 126-129.
- Schumann, M. (2011). Waldflurbereinigung als Voraussetzung für eine klimawirksame Waldbewirtschaftung im Privatwald (Powerpoint Präsentation). *104.DVW-Seminar Klimawandel und Landentwicklung*.
- Schumann, M. (2017). Fachbezogenes Verwaltungsseminar der kombiniert Studierenden 08. März 2017 (Powerpoint Präsentation) - Waldflurbereinigung.
- Schürer, D. (2016). Geotopographische Informationen (Powerpoint Präsentation).



- Staab, H. (1990). Nochmals: Holzbestandsbeitrag in Waldflurbereinigungen. *Nachrichten aus der Landeskulturverwaltung Rheinland-Pfalz, NLKV Heft 13*, S. 51-54.
- Staeck, C. (2013, 2014). *GPS Test*.
- Stumpf, M. (1989). Waldflurbereinigung Waldorf-Gönnersdorf in Besitzstands und Erschließungsbeispielen. *Nachrichten aus der Landeskulturverwaltung Rheinland-Pfalz, NLKV Heft 11*, S. 51-60.
- Theisen, M. (2016). Luftbildmessung im Einsatz der Landentwicklung. *Visionen der Landentwicklung Deutschland. Schriftenreihe Deutsche Landeskulturgesellschaft – DLKG, Sonderheft 8*, S. 198-199.
- Theisen, M. (2018). Merkblatt zur PUDIG-Befliegung.
- Thiemann, K.-H. (2016). Ländlicher Raum vor neuen Herausforderungen - Grundlegende Ansätze der Deutschen Landeskulturgesellschaft (DLKG). *Visionen der Landentwicklung Deutschland. Schriftenreihe Deutsche Landeskulturgesellschaft – DLKG, Sonderheft 8*, S. 8-18.
- Thiemann, K.-H., Mock, J., Schumann, M. (2016). Erste Neugründung einer Waldgemeinschaft auf Basis von § 1008 BGB im Flurbereinigungsverfahren Kell am See, Rheinland-Pfalz. *zfv-Heft 6/2016 141.Jg.*, 397-406.
- Thomas, J. (2012). Landentwicklung 2011 in Europa – Gemeinsamkeiten im Grundsätzlichen und Vielfalt im Detail (Teil 2). *zfv-Heft 1/2012 137.Jg.*, S. 46-57.
- Thomas, J. (2014). Bedeutung von Technik und Automation für die Landentwicklung in Deutschland - Entwicklungslinien. *Technikumbau der Landentwicklung in Deutschland. Schriftenreihe Deutsche Landeskulturgesellschaft – DLKG, Sonderheft 7*, S. 36-59.
- Turck, S. (2016). Visionen eines modernen Flächenmanagements. *Visionen der Landentwicklung Deutschland. Schriftenreihe Deutsche Landeskulturgesellschaft – DLKG, Sonderheft 8*, S. 167-169.
- Vicktorius, M. (2009). Gerolstein-Lissingen ein integrales Flurbereinigungsverfahren mit großen Bandbreite. *Nachrichten aus der Landeskulturverwaltung Rheinland-Pfalz, NLKV Heft 50*, S. 94-105.

- von Ruffer, A., Mondry, S. (2018). Forstwirtschaft 4.0 – Inventur und Schädlingsfrüherkennung mit Drohne, Photogrammetrie und Multispektralanalyse. *UAV 2018 – Vermessung mit unbemannten Flugsystemen - Schriftenreihe des DVW Band 89 / 2018*, 157-161.
- Wagner, K. (1988). Holzbestandsbeitrag in Waldflurbereinigungen. *Nachrichten aus der Landeskulturverwaltung Rheinland-Pfalz, NLKV Heft 9*, 102-103.
- Wiesner, C. (2010). Effizienz der Waldflurbereinigung. *Thüringer Kataster- und Vermessungsverwaltung Mitteilungsheft Nr. 30 (2010)*, S. 28-29.
- Wizesarsky, A. (2014). Technik und Automation für die Landentwicklung in Deutschland - Stand und Visionen. *Technikumbau der Landentwicklung in Deutschland. Schriftenreihe Deutsche Landeskulturgesellschaft – DLKG, Sonderheft 7*, S. 60-69.
- Wizesarsky, A. (2016). Vision Fachinformationssystem "Landentwicklung" - Vertiefung der Zusammenarbeit zwischen Flurbereinigungsbehörde und der Katasterverwaltung. *Visionen der Landentwicklung Deutschland. Schriftenreihe Deutsche Landeskulturgesellschaft – DLKG, Sonderheft 8*, S. 180-187.
- Zerhau, R. (2009). Waldflurbereinigung und ländliche Entwicklung in Südwestfalen. *Schriftenreihe Deutsche Landeskulturgesellschaft – DLKG Heft 6 Landeskultur – Motor der Waldentwicklung und Waldnutzung und Natura 2000 – Konflikte und Lösungsansätze?*, S. 53-60.