



TECHNIK  
HOCHSCHULE MAINZ  
UNIVERSITY OF  
APPLIED SCIENCES

# Kolloquium zur Bachelorarbeit

Lukas Fösges und Marc Retterath

# Thema

Vergleich moderner Technologien zur Unterstützung  
der Planung komplexer Weinbergstufenbereinigungen in  
den Steillagen der Mosel



# Gliederung

Teil 1: Weinbergsflurbereinigung in Bernkastel-Pallert

Teil 2: Verwendbare Planungsinformationen

Teil 3: GNSS-Messung

Teil 4: Photogrammetrie

Teil 5: Webvisualisierung & 3D-Druck

Teil 6: Vergleich der Planungsgrundlagen

Teil 7: Fazit



# Gliederung

Teil 1: Weinbergsflurbereinigung in Bernkastel-Pallert

Teil 2: Verwendbare Planungsinformationen

Teil 3: GNSS-Messung

Teil 4: Photogrammetrie

Teil 5: Webvisualisierung & 3D-Druck

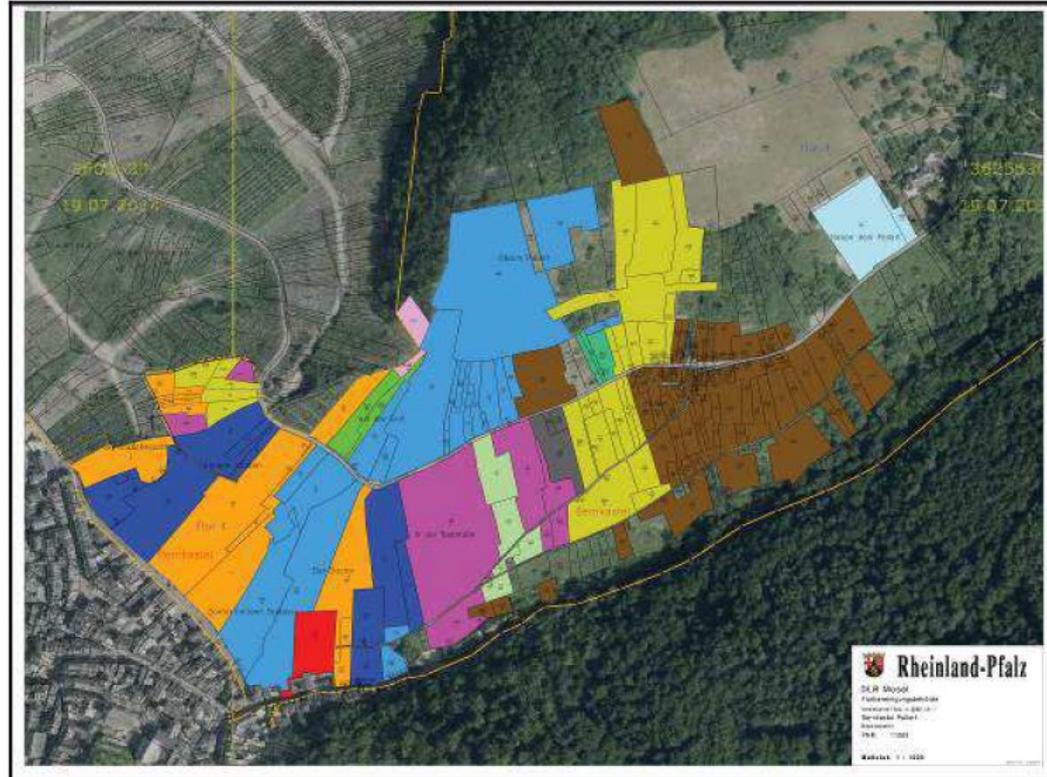
Teil 6: Vergleich der Planungsgrundlagen

Teil 7: Fazit



# Weinbergsfurberreinigung in Bernkastel-Pallert

- 60 ha Verfahrensgröße
- Behebung der Zersplitterung durch Arrondierung
- Unzureichende Erschließung



**Zersplitterter Grundbesitz**  
(Quelle: DLR Mosel)

# Weinbergslurbereinigung in Bernkastel-Pallert

- HAUPTSCHLIEßUNGSWEG IN SCHLECHTEM ZUSTAND
- VERBRACHUNG ENTGEGENWIRKEN
- WERTVOLLE LEBENSRAUME FÜR FLORA UND FAUNA ERHALTEN

# Gliederung

Teil 1: Weinbergflurbereinigung in Bernkastel-Pallert

Teil 2: **Verwendbare Planungsinformationen**

Teil 3: GNSS-Messung

Teil 4: Photogrammetrie

Teil 5: Webvisualisierung & 3D-Druck

Teil 6: Vergleich der Planungsgrundlagen

Teil 7: Fazit



# Verwendbare Planungsinformationen

## LVerGeo

- Vereinbarung zwischen LVerGeo und DLR
  - DGM 1 und DGM 5
  - DOP 20
  - ALKIS
  - SAPOS

# Verwendbare Planungsinformationen

## Technische Zentralstelle

- DGM 5
  - Laserscan mit 5 Meter Punktraster
  - Von LVerGeo
    - Erzeugung von Bruchkanten und Massepunkten durch TZ
  - Grundlage für die Berechnung des Orthophotos

# Verwendbare Planungsinformationen

## Technische Zentralstelle

- Orthophotos mit 5 bis 7 cm Bodenauflösung
  - Qualität der Orthophotos hängt vom DGM ab
  - Orthophotomosaike
  - Grundlage für PuDig-Verfahren und Erzeugung des Wege- und Gewässerplanes

# Verwendbare Planungsinformationen

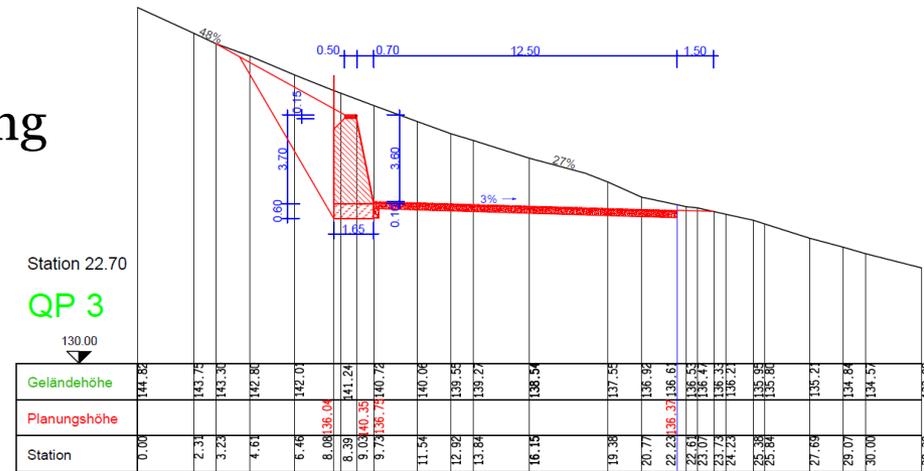
## Vorgehensweise zur Verwendung von Planungsinformationen

- Profilmessung
- Geologische Gutachten
- Mauereinmessung im Rutschgebiet

# Verwendbare Planungsinformationen

## Vorgehensweise zur Verwendung von Planungsinformationen

- Profilmessung
  - Dienen der Ausführungsplanung
    - Wegebau, Planierung, etc.
  - Markante Punkte müssen erfasst werden



Profil einer geplanten Wendestelle (Quelle: DLR Mosel)

# Verwendbare Planungsinformationen

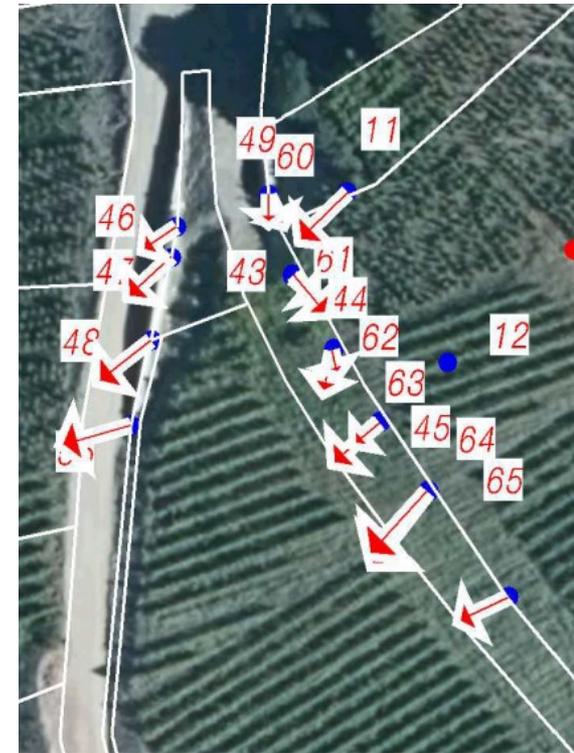
## Vorgehensweise zur Verwendung von Planungsinformationen

- Geologische Gutachten
  - Landesamt für Geologie und Bergbau (LGB)
  - Bei Massenbewegungen
    - Rutschhang, Planierung, Bau von Querterrassen
  - Geologische Baubegleitung

# Verwendbare Planungsinformationen

## Vorgehensweise zur Verwendung von Planungsinformationen

- Mauereinmessung im Rutschgebiet
  - Regelmäßige Mauereinmessung mittels GNSS
  - Kontrollmessung durch ÖbVI
    - Aufstellung eines Werkvertrags



**Vektoren der Mauerbewegung**  
(Quelle: DLR Mosel)

# Gliederung

Teil 1: Weinbergsflurbereinigung in Bernkastel-Pallert

Teil 2: Verwendbare Planungsinformationen

**Teil 3: GNSS-Messung**

Teil 4: Photogrammetrie

Teil 5: Webvisualisierung & 3D-Druck

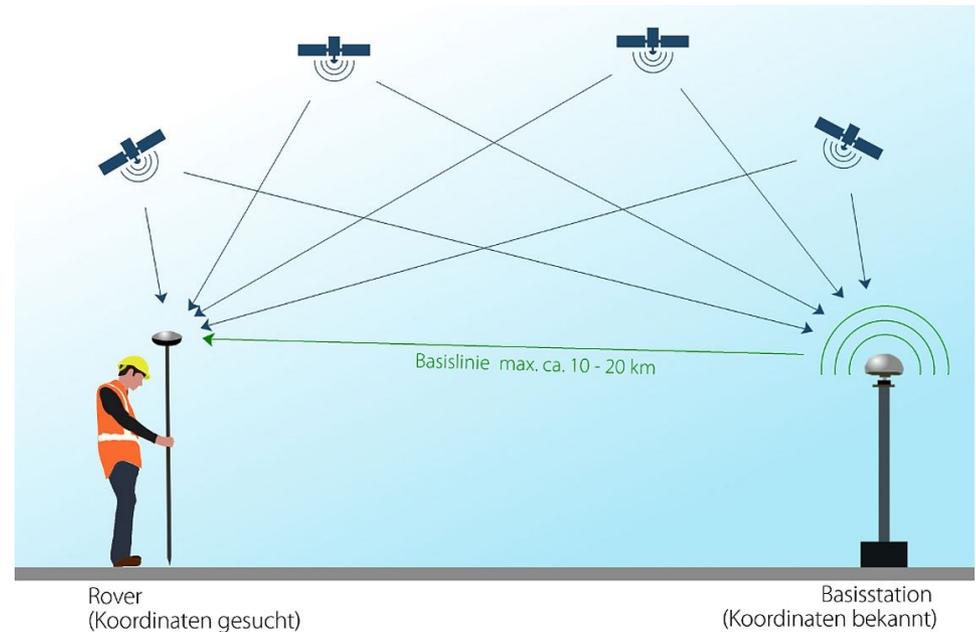
Teil 6: Vergleich der Planungsgrundlagen

Teil 7: Fazit



# GNSS-Messung

- DGNSS-Messung der Passpunkte
- Genauigkeitssteigerung durch Korrekturdaten
- DGNSS realisiert mittels SAPOS
- Erkundung und Auslegung der Passpunkte mit anschließender doppelter unabhängiger Aufnahme



## Funktionsprinzip des DGNSS

([https://www.magicmaps.de/fileadmin/\\_processed\\_/6/0/csm\\_prinzip\\_dgps\\_1000\\_17171a771b.jpg](https://www.magicmaps.de/fileadmin/_processed_/6/0/csm_prinzip_dgps_1000_17171a771b.jpg))

# Gliederung

Teil 1: Weinbergsflurbereinigung in Bernkastel-Pallert

Teil 2: Verwendbare Planungsinformationen

Teil 3: GNSS-Messung

**Teil 4: Photogrammetrie**

Teil 5: Webvisualisierung & 3D-Druck

Teil 6: Vergleich der Planungsgrundlagen

Teil 7: Fazit



# Photogrammetrie

## Bildflugplanung

- Software „Mission Planner“
- Berechnung von:
  - Flugstreifen
  - Anzahl Aufnahmen
  - Abstand zwischen Aufnahmen
  - Flugzeit
- Automatische Anpassung an Geländehöhe



Polygon mit Flugstreifen

# Photogrammetrie

## Bildflug

- Befliegung durch izmainz
- Automatischer Bildflug über Mission Planner



Drohne „RKM 8X“ in Startposition

- Sechs Flüge je 8 bis 10 Minuten
- Überwachung des Fluges



Überwachung am PC

# Photogrammetrie

## Auswertung

- Auswertung mit Agisoft Metashape
- Konvertierung der Bilder vom ARW- in das JPG-Format
- Aussortierung von Testaufnahmen
- 584 Aufnahmen werden für die Auswertung genutzt

# Photogrammetrie

## Auswertung

- Align Photos → Ausrichtung der Bilder und anschließender Erstellung der dünnen Punktwolke
- 571 Fotos wurden genutzt



**Dünne Punktwolke**

- Georeferenzierung:
  - Einlesen der Koordinaten der Passpunkt
  - Subpixelgenaue Zuordnung der Passpunkte

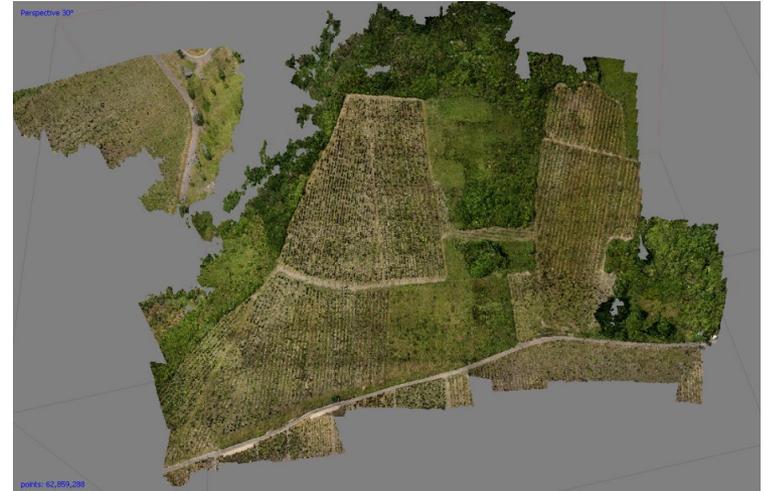


**Markieren der Passpunkte**

# Photogrammetrie

## Auswertung

- Erstellung der Dense Cloud
  - Dichte Punktwolke
  - Enthält nur noch wenige Lücken
  
- Mesh:
  - Dreiecksvermaschung der dichten Punktwolke
  - Zusätzliche Berechnung einer Textur notwendig



**Dense Cloud**

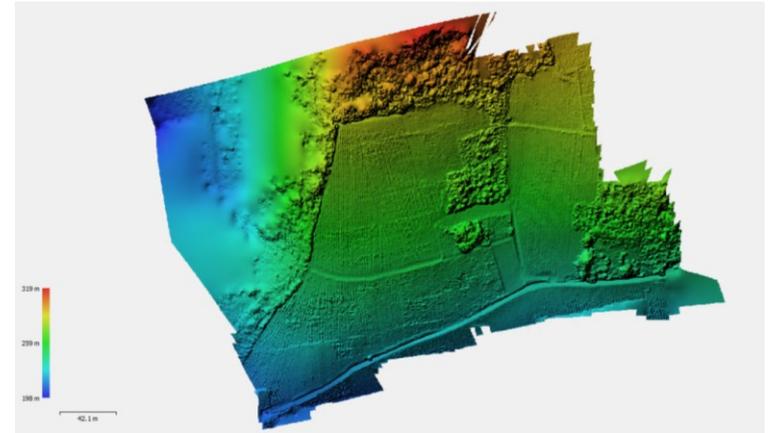


**Mesh mit Textur**

# Photogrammetrie

## Auswertung

- Erzeugung eines Höhenmodells basierend auf der dichten Punktwolke
- Genauigkeit von 4 cm
  
- Orthophotomosaik wird auf Basis des Höhenmodells erstellt
- Orthophotomosaik mit Bodenpixelauflösung von 5 mm



**Erstelltes Höhenmodell**

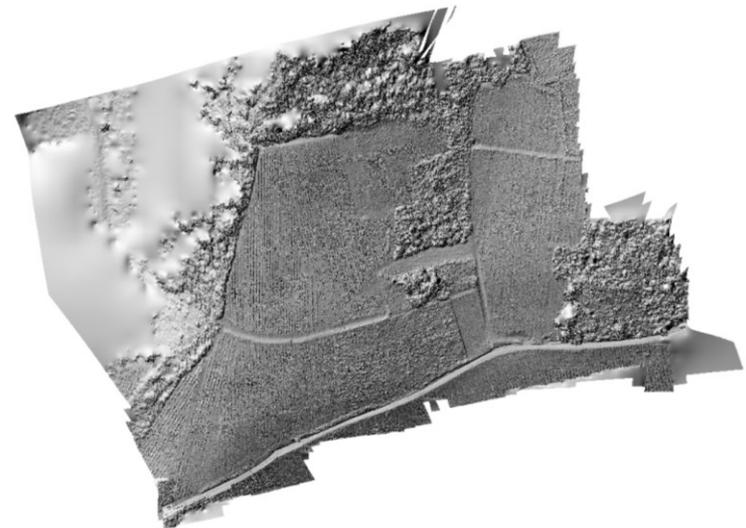


**Nahaufnahme des Orthophotomosaiks**

# Photogrammetrie

## Ableitung von Planungsgrundlagen

- Ausgabe des 3D-Modells als dxf-Datei zur Massenberechnung  
→ Problem: Oberflächenmodell und kein DGM
- Orthophotomosaik mit wesentlich besserer Auflösung → wird für das PuDig-Verfahren nicht benötigt
- Schummerung mit wesentlich höherer Genauigkeit kann erzeugt werden
  - Einzelne Rebzeilen und Höhenunterschiede gut erkennbar
- Höhenlinien → Fehlerbehaftet, da sie aus dem DOM abgeleitet sind.



**Schummerung**

# Gliederung

Teil 1: Weinbergsflurbereinigung in Bernkastel-Pallert

Teil 2: Verwendbare Planungsinformationen

Teil 3: GNSS-Messung

Teil 4: Photogrammetrie

**Teil 5: Webvisualisierung & 3D-Druck**

Teil 6: Vergleich der Planungsgrundlagen

Teil 7: Fazit



# Webvisualisierung & 3D-Druck

## Webvisualisierung

- Visualisierung mittels „3D Heritage Online Presenter“ (3D-HOP)
- Einbinden und Anpassen von JavaScript-Komponenten
- Keine serverseitige Berechnung notwendig
- Ergebnis: Webvisualisiertes 3D-Modell



Webvisualisiertes 3D-Modell

# Webvisualisierung & 3D-Druck

## Webvisualisierung



# Webvisualisierung & 3D-Druck

## 3D-Druck

- „Ender-3 Pro“
  - Modellierungstechnologie: Fused Deposition Modeling
  - Datenreduzierung um 98 %
  - Druckdauer: 20 Stunden
- Als Planungsgrundlage ungeeignet



**Ender-3 Pro während des Druckvorgangs**

# Gliederung

Teil 1: Weinbergsflurbereinigung in Bernkastel-Pallert

Teil 2: Verwendbare Planungsinformationen

Teil 3: GNSS-Messung

Teil 4: Photogrammetrie

Teil 5: Webvisualisierung & 3D-Druck

**Teil 6: Vergleich der Planungsgrundlagen**

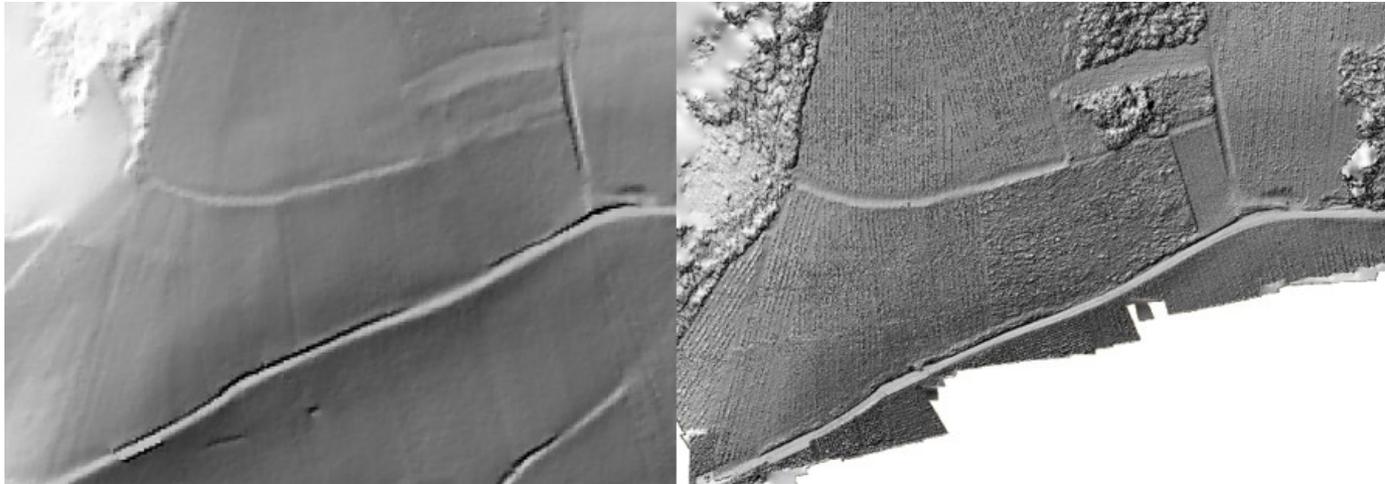
Teil 7: Fazit



# Vergleich der Planungsgrundlagen

## Schummerungskarte

- Schummerungskarte aus dem Drohnenflug
  - Wesentlich detaillierter als aus DGM 1
  - Wird jedoch aus DOM erzeugt



**Vergleich der Schummerungen**

# Vergleich der Planungsgrundlagen

## Orthophotos

- Bodenpixelauflösung von 0,5 cm ↔ 7,0 cm
- Berechnungsgrundlage: Oberflächenmodell  
→ Teils fehlerhafte Berechnung des Orthophotos
- Alternativ: Befliegung mit integriertem Laserscanner



Vergleich der Orthophotos im Maßstab 1:100

# Vergleich der Planungsgrundlagen

## Orthophotos



**Vergleich der Orthophotos im Maßstab 1:20**



# Vergleich der Planungsgrundlagen

## Vergleich der Modellierung mit und ohne Schrägbildaufnahme

- Schrägbildaufnahmen als Kreuzbefliegung gegen Hanggefälle aufgenommen
- Führen zu einer verbesserten Auswertung



**Schrägbildaufnahme**



**3D-Modell mit Schrägbildaufnahmen**



**3D-Modell ohne Schrägbildaufnahme**

# Vergleich der Planungsgrundlagen

## Wirtschaftlichkeit

Gesamtkosten Bernkastel-Pallert		
	eigene Durchführung	Beauftragung
Befliegung	930,00 €	1220,00 €
Auswertung	1023,00 €	1360,00 €
Gesamtkosten	<u>1953,00 €</u>	<u>2580,00 €</u>

- Eigene Durchführung günstiger
- Kosten pro ha um das 11- bzw. 15-fache höher als die der TZ

# Gliederung

Teil 1: Weinbergsflurbereinigung in Bernkastel-Pallert

Teil 2: Verwendbare Planungsinformationen

Teil 3: GNSS-Messung

Teil 4: Photogrammetrie

Teil 5: Webvisualisierung & 3D-Druck

Teil 6: Vergleich der Planungsgrundlagen

**Teil 7: Fazit**



# Fazit

## Forschungsfrage 1:

„Inwieweit bringt die Verwendung von moderner Drohnentechnologie zur Erstellung von bildbasierten Planungsunterlagen in Weinbergsflurbereinigungen in Steillagengebieten im Hinblick auf Kosten und Nutzen einen Mehrwert?“

- Im Hinblick auf Kosten und Nutzen kein Mehrwert
- Zu geringer Zusatznutzen

# Fazit

## Forschungsfrage 2:

„Welche ergänzenden Planungsinformationen können durch moderne Gerätegarnituren generiert werden und sind diese zweckerfüllend?“

- 3D-Modell, Oberflächenmodell, Höhenmodell, Schummerungskarte und Orthophotomosaik können generiert werden
  - Über 3D-Modell könnte PuDig-Verfahren optimiert werden
  - Orthophotomosaik mit wesentlich höherer Auflösung
- Nur begrenzt zweckerfüllend

# Fazit

## Forschungsfrage 3:

„Welche Genauigkeiten müssen die Planungsunterlagen erreichen, um eine gute Planung sicherstellen zu können?“

- Im PuDig-Verfahren reichen Auflösungen von 5 - 7 cm pro Pixel
- Für Massenermittlungen DGM 5

→ Für genauere Planungen werden detailliertere Daten benötigt

# Fazit

## Forschungsfrage 4:

„Sind die Planungsdaten, die aus den Daten der Vermessungs- und Katasterverwaltung abgeleitet werden, geeignet und inwieweit reichen diese Daten aus?“

- DGM 5 und Höhenlinien werden genutzt
    - DGM muss überarbeitet werden
    - Höhenlinien ohne Nachbearbeitung nutzbar
  - Weitere Daten nur zur Unterstützung
- bilden wichtige Grundlage, reichen jedoch im Rohformat nicht aus



TECHNIK  
HOCHSCHULE MAINZ  
UNIVERSITY OF  
APPLIED SCIENCES

Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit

# Literaturverzeichnis

- Fused Deposition Modeling (FDM). <http://medfab.de/3d-druck-verfahren/fused-deposition-modeling-fdm/> (Datum des Zugriffs 07.07.2020)
- DLR-Mosel (2017). Projektbezogene Untersuchung Bernkastel Pallert
- Vereinbarung Übermittlung Geobasisinformationen (2011). Vereinbarung zwischen der VermKV und dem MWVLW zur Übermittlung und Nutzung von Geobasisinformationen der Vermessungs- und Katasterverwaltung
- Theisen, M. (2020a). PowerPoint Präsentation. Ausbildung der kombiniert Studierenden, Einsatz der Luftbildmessung in der ländlichen Bodenordnung.
- Produktbeschreibung DGM (2018). Geländemodelle – Produktbeschreibung LVermGeo (Stand 08/2018)
- Mission Planner (2020). Mission Planner Overview. <https://ardupilot.org/planner/docs/mission-planner-overview.html> (Datum des Zugriffs 20.05.2020)
- MagicMaps (2020). Präzise Positionsbestimmung mit Hilfe von GPS / GNSS. <https://www.magicmaps.de/gnss-wissen/praezise-gps-messungen-mit-hilfe-von-dgps-und-rtk/> (Datum des Zugriffs 26.05.2020)
- LVermGeo (2020 b). SAPOS in Rheinland-Pfalz. <https://lvermgeo.rlp.de/de/aufgaben/vermessungstechnischer-raumbezug/saposr/saposr-in-rheinland-pfalz/> (Datum des Zugriffs 26.05.2020)
- Kurz, K. (2017). Bericht zur geologischen Baubegleitung. (27.08.2017)
- Klonowski, J. (2020). E-Mail-Auskunft zu Kosten Drohne. (02.07.2020)
- Geländemodelle (2018). Geländemodelle - Produktbeschreibung LVermGeo (Stand 08/2018)
- 3DHOP (2020). 3DHOP. <http://www.3dhop.net/index.php> (Datum des Zugriffs 02.07.2020)
- Agisoft Metashape (2019). Agisoft LLC Metashape User Manual – Professional Edition, Version 1.5