

Reihe KLIMOPASS-Berichte

Projektnr.: 4500352507/23

Klimaanpassung durch Stärkung  
des Wasser- und Bodenrückhalts  
in Außenbereichen (KliStaR)

von

N. Billen, J. Kempf, A. Assmann, H. Puhlmann, K. von Wilpert

Finanziert mit Mitteln des Ministeriums für Umwelt, Klima und  
Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Februar 2017

**KLIMOPASS**

**– Klimawandel und modellhafte Anpassung in Baden-Württemberg**



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

|  |  |
|--|--|
| <b>HERAUSGEBER</b>   | LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg<br>Postfach 100163, 76231 Karlsruhe   |
| <b>KONTAKT</b><br><b>KLIMOPASS</b>                                       | Dr. Kai Höpker, Daniel Schulz-Engler<br>Referat Medienübergreifende Umweltbeobachtung, Klimawandel;<br>Tel.:0721/56001465, <a href="mailto:klimopass@lubw.bwl.de">klimopass@lubw.bwl.de</a>  |
| <b>FINANZIERUNG</b>  | Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg -<br>Programm Klimawandel und modellhafte Anpassung in<br>Baden-Württemberg (KLIMOPASS)  |
| <b>BEARBEITUNG UND</b><br><b>VERANTWORTLICH</b><br><b>FÜR DEN INHALT</b> | Dr. Norbert Billen,<br>Bodengut, Büro für nachhaltige Bodennutzung Riedgrasweg 26, 70599 Stuttgart<br>Jessica Kempf, Dr. André Assmann, Kathrina Fritsch,<br>geomer GmbH Im Breitspiel 11 B, 69126 Heidelberg<br>Dr. Heike Puhlmann, Dr. Klaus von Wilpert,<br>Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg Wonnhaldestraße<br>4, 79100 Freiburg |
| <b>BEZUG</b>   | <a href="http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/91063/">http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/91063/</a><br>ID Umweltbeobachtung U83-W03-N26  |
| <b>STAND</b>   | Februar 2017, Internetausgabe Februar 2017   |

Verantwortlich für den Inhalt sind die Autorinnen und Autoren. Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in den Beiträgen geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

Nachdruck für kommerzielle Zwecke - auch auszugsweise - ist nur mit Zustimmung der LUBW unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.

# Inhaltsverzeichnis

|   |           |
|---|-----------|
| <b>ZUSAMMENFASSUNG</b>  | <b>6</b>  |
| <b>1 EINLEITUNG</b>   | <b>7</b>  |
| <b>2 STAND DES WISSENS</b>  | <b>8</b>  |
| <b>3 METHODISCHES VORGEHEN</b>  | <b>10</b> |
| 3.1 Modelltechnische Methoden   | 10        |
| 3.1.1 Modellwahl und Modellbeschreibung                                 | 10        |
| 3.1.2 Auswahl der Klimaszenarien  | 13        |
| 3.1.3 Auswahl der Simulationsszenarien                                  | 14        |
| 3.1.4 Datengrundlagen   | 14        |
| 3.2 Methoden zur externen Kommunikation und Planung                     | 15        |
| <b>4 DURCHFÜHRUNG UND PARTIZIPATION</b>                                 | <b>17</b> |
| 4.1 Arbeitsbausteine und Arbeitszyklen im Projektablauf                 | 17        |
| 4.2 Initiierungsarbeiten  | 21        |
| 4.2.1 Organisatorische Arbeiten   | 21        |
| 4.2.2 Info-Faltblatt und Internetpräsentation                           | 21        |
| 4.2.3 Bodenerodierbarkeitskarten  | 22        |
| 4.3 Veranstaltungen zur Projektinitialisierung                          | 25        |
| 4.3.1 Kickoff   | 26        |
| 4.3.2 Auftakt   | 27        |
| 4.4 Aufbereitung und Parametrisierung                                   | 29        |
| 4.4.1 Basiskarten und Eingabekarten                                     | 30        |
| 4.4.2 Niederschlagsdaten  | 36        |
| 4.5 Bearbeitung und Einzelergebnisse von den Brennpunktgebieten         | 39        |
| 4.5.1 Aischbach (Korntal-Münchingen)                                    | 40        |
| 4.5.2 Warmbronn (Leonberg)  | 51        |
| 4.5.3 Schönbühlhof (Schwieberdingen, Markgröningen, Eberdingen)         | 68        |
| 4.5.4 Aischbach mit Glems-Talmühle, Lange Furche und Döbach (Ditzingen) | 76        |
| 4.6 Weitere Massnahmen im Projektgebiet                                 | 80        |
| 4.7 Diskutabler Ackerrandstreifenplan für Korntal-Münchingen            | 89        |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 4.8      | Öffentlichkeitsarbeit und wissenschaftliche Kommunikation                               | 92         |
| 4.9      | Abschlussveranstaltung  | 93         |
| <b>5</b> | <b>ÜBERTRAGBARE ERGEBNISSE UND DISKUSSION</b>   | <b>96</b>  |
| 5.1      | Massnahmenkatalog   | 96         |
| 5.2      | Ökonomische Bewertung   | 102        |
| 5.3      | Diskussion der technischen Methodik   | 103        |
| 5.4      | Erwartungen, Akzeptanz und Hemmnisse  | 105        |
|          | <b>QUELLENVERZEICHNIS</b>   | <b>108</b> |
|          | <b>ANHANG</b>   | <b>113</b> |
|          | Eingabedaten LISEM  | 113        |
|          | Info-Faltblatt 116  |            |
|          | Projektskizzen  | 118        |
|          | Pressemitteilungen  | 119        |
|          | Auftaktveranstaltung  | 119        |
|          | Exkursion   | 120        |
|          | Abschlussveranstaltung  | 120        |
|          | Protokolle und Gesprächsnotizen   | 123        |
|          | Protokoll erstes Projekttreffen vom 26.09.2014  | 123        |
|          | Protokoll erste Informationsveranstaltung vom 12.11.2014                                | 125        |
|          | Protokoll Auftaktveranstaltung vom 14.01.2015   | 129        |
|          | Gesprächsnotiz Massnahmen-Vorgespräch für das Aischbach-Tal vom 30.04.2015              | 133        |
|          | Gesprächsnotiz Feldtermin für das Aischbach-Tal vom 15.06.2015                          | 135        |
|          | Gesprächsnotiz Ortstermin für Ditzingen „Glems-Talmühle“ und „Aischbach“ vom 22.06.2015 | 137        |
|          | Protokoll zu Vorgehen beim „Schönbühlhof“ („Wiesengraben“) vom 14.12.2015               | 141        |
|          | Protokoll Abschlussveranstaltung am 10.05.2016  | 143        |
|          | Feldfruchtgruppenverteilung   | 146        |
|          | Fotographische Dokumentation Massnahme „Zwischenfrüchte“                                | 146        |
|          | Bohrstocksondierungen in Leonberg-Warmbronn   | 153        |
|          | Massnahmen Ideenlisten  | 154        |
|          | Artikel Exkursion   | 156        |
|          | Fotographische Dokumentation Massnahme „Streifenbearbeitung“                            | 156        |

|  |     |
|--|-----|
| Fotographische Dokumentation Massnahme „Engsaat“               | 161 |
| Feld-Infotafeln  | 162 |
| KliStaR Poster 10. Deutsche Klimatagung und Tag der Hydrologie | 164 |
| Einladung mit Programm Abschlussveranstaltung                  | 165 |
| Massnahmen-Infoblätter   | 167 |

# Zusammenfassung

Jüngste Klimamodellrechnungen sagen für Süddeutschland eine Zunahme von Starkniederschlägen in der Zukunft voraus. Um erforderliche Schutzmöglichkeiten zu lokalisieren, vereint das Pilotprojekt KliStaR im Einzugsgebiet der südwestdeutschen Glems acht Städte und Gemeinden in einem Netzwerk mit Landnutzern und Experten aus den Bereichen Boden, Wasserwirtschaft, Landwirtschaft und Forstwirtschaft. Im Vordergrund der Aktivitäten von KliStaR standen Maßnahmen zur Klimaanpassung, die in kommunalen Außenbereichen helfen sollen, den Bodenabtrag und den Oberflächenabfluss zu verringern sowie den Bodenwasserhaushalt zu verbessern.

Um die bestehenden Probleme und Anpassungsoptionen zu identifizieren und die Umsetzungshemmnisse zu reduzieren, wurden zunächst in zwei zentral-interkommunalen Veranstaltungen mit mehreren Arbeitsgruppen eine Vielzahl von Brennpunkten benannt. Dazu wurden im Vorfeld zwecks umfassender Informationsbasis und Akteursbeteiligung eine Beteiligungsliste, ein Info-Faltblatt, ein Internetauftritt und mehrere Bodenerodierbarkeitskarten erstellt.

Im darauffolgenden Arbeitsschritt wurden in sechs Kommunen bei vier repräsentativen Brennpunkten insgesamt sieben bearbeitungswürdige Teilbereiche identifiziert. Bei diesen wurde im Rahmen von mehreren Gesprächsrunden und Ortsterminen mit Landnutzern und Kommunalvertretern erörtert, welche Schutzmaßnahmen angestoßen und schließlich realisiert werden können. Als Entscheidungsgrundlagen dafür wurden von KliStaR basierend auf Simulationsrechnungen verschiedene Karten zur Bodenerosion (mit dem LISEM-Modell) und zum Oberflächenabfluss (mit dem FloodArea-Modell) in der Gegenwart und Zukunft erstellt, Maßnahmenideenlisten entworfen sowie Maßnahmenoptionen auf Basis von informellen Feldbegehungen und bilateralen Feldgesprächen mit den Landnutzern sondiert. Bei besonderem Interesse wurden weiterhin auch Maßnahmen außerhalb der Brennpunkte geplant und realisiert, so dass deren Eignung für die Praxis im Projektgebiet tatsächlich erkennbar wird.

Neben den planerischen Arbeiten wurde das KliStaR-Projekt mit den Maßnahmenoptionen durch Öffentlichkeitsarbeit weiterhin publik gemacht. So wurde KliStaR bei landwirtschaftlichen Felderrundfahrten erörtert, eine Besichtigungstour zu landwirtschaftlichen Maßnahmen in der Praxis durchgeführt und das Projekt durch Poster auf der 10. Deutschen Klimatagung 2015 in Hamburg und beim Tag der Hydrologie 2016 in Koblenz präsentiert.

Im weiteren Verlauf des Vorhabens bestand bei den zuvor diskutierten Optionen schließlich an fünf verschiedenen Maßnahmen auf sieben Standorten verbindliches Interesse an einer Planung und Umsetzung. Die fachtechnischen Wirkungen wurden mit weiteren Erosions- und Abflussmodellierungen dokumentiert. Der dauerhafte Bestand wurde z.B. durch die bautechnische Ausführung oder die Integration in einen landwirtschaftlichen Maschinenring gesichert. Außerdem wurde ein Maßnahmenkatalog mit Infoblättern erstellt, der u.a. als Planungsratgeber für weitere Kommunen in Baden-Württemberg zur Umsetzung von Maßnahmen zum verbesserten Rückhalt von Wasser und Boden im Klimawandel dienen kann. Eine öffentlich-zentrale Abschlussveranstaltung mit den beteiligten Kommunen und weiteren Interessenten sowie einer Ausstellung (Poster, Info-Faltblatt, Merkblatt, Internet) rundeten am Ende des Projektes den Wissenstransfer in die Praxis ab.

# 1 Einleitung

Klimamodellrechnungen prognostizieren für Süddeutschland Zunahmen der sommerlichen Starkniederschlagsereignisse in der Zukunft (z.B. KLIWA 2003, KLIWA 2006, KLIWA 2009a, KLIWA 2009b). Die Veränderung des Klimas wird neben der Zunahme von Starkregen- und Hochwasserereignissen auch Auswirkungen auf den Boden und wichtige Bodenfunktionen haben (z.B. KAMP et al. 2008). Diese müssen nach dem Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) nachhaltig gesichert oder wiederhergestellt werden. In kleinen bis mittleren Einzugsgebieten wird Bodenerosion oft von kurzen, lokal begrenzten, aber intensiven Niederschlägen ausgelöst. Die regionalen und lokalen Folgen des Klimawandels müssen zunächst ermittelt und die Wirkung von Gegenmaßnahmen standortspezifisch abgeschätzt werden, um schließlich bedarfsge-rechte Anpassungsstrategien realisieren zu können.

Die Starkregenereignisse im Glems-Einzugsgebiet in den Jahren 2009 und 2010 können als Hinweis auf sich bereits andeutende Effekte des Klimawandels interpretiert werden und zeigen mögliche Auswirkungen. Auf jeden Fall sind in den aktuellen Klimaszenarien mehr Extreme zu erwarten und der jetzt schon bestehende Handlungsbedarf erhöht sich damit.

Probleme ergeben sich zum einen durch die direkten Gebäude- und Infrastrukturschäden sowie durch Sedi-ment- und Stoffeinträge in Oberflächengewässer (Offsite-Schäden) durch die Bodenerosion aufgrund von Starkregen, zum anderen durch kurz- und langfristige Ertragseinbußen, z.B. in der Landwirtschaft, vor allem durch Bodenverlust und Trockenphasen (Onsite-Schäden). Ziel von Anpassungsmaßnahmen sollte es inso-fern sein, das Wasser möglichst direkt in den Böden der Landschaft infiltrieren zu lassen. Dadurch können schädliche Wirkungen von Abfluss und Erosion minimiert und das Wasser für das Pflanzenwachstum beson-ders in trockeneren Sommermonaten erhalten werden. Damit wiederum verringert sich der landwirtschaftli-che Bewässerungsaufwand auf der Basis von wertvollem Grundwasser.

Es wurden zwar schon verschiedene Maßnahmen zur angepassten Bewirtschaftung in Pilotgebieten getestet, die Umsetzung hat sich jedoch als schwierig herausgestellt, da z.B. die eigentlichen Akteure zu spät in den Planungsprozess eingebunden wurden.

Deshalb ist das Hauptziel von KliStaR, jene Umsetzungsdefizite bei der Klimaanpassung zu lokalisieren und zu reduzieren, die in kommunalen Außenbereichen den Bodenabtrag und den Oberflächenabfluss reduzieren sowie den Bodenwasserhaushalt zu verbessern. Dazu werden durch KliStaR den Akteuren von acht koope-rierenden Kommunen im Einzugsgebiet der Glems Informationen bereitgestellt, die im Rahmen der Klima-anpassung erforderlich sind, wie z.B. Karten mit Oberflächenabfluss und Bodenerosion in der Gegenwart und Zukunft. Außerdem werden die entstehenden Probleme, mögliche Anpassungsmaßnahmen und Umset-zungshemmnisse bei Veranstaltungen und bei Ortsterminen mit den Landnutzern und Kommunalvertretern erarbeitet. Darüber hinaus sollen ausgewählte Maßnahmen bereits initiiert bzw. realisiert werden. Am Ende des Vorhabens wird ein partizipativ erstellter Katalog mit nachhaltigen Anpassungsmaßnahmen den Kom-munen in Baden-Württemberg sowie der Öffentlichkeit im Rahmen einer zentralen Abschlussveranstaltung und einer Internet-Plattform zur weiteren Verwendung vorgestellt. Somit berücksichtigt KliStaR den kom-munalen Modell- und Anwendungscharakter und schafft eine Quervernetzung der Handlungsfelder Boden, Wasserwirtschaft, Landwirtschaft und Forstwirtschaft.

## 2 Stand des Wissens

Aufgrund des Klimawandels wird für die Zukunft in Baden-Württemberg mit verschiedenen Klimamodellen eine Zunahme der Starkniederschlagstage und der maximalen Starkniederschlagsmengen (inkl. Niederschlagsintensitäten) projiziert (z.B. Wagner et al. 2013, Schipper et al. 2014). Wobei sich das Ausmaß voraussichtlich regional unterscheiden wird. Insgesamt weisen verschiedene Erosions- und Abflussberechnungen auf eine tendenzielle Zunahme hin, die sich in Abhängigkeit unterschiedlicher Naturräume und Böden jedoch stark unterscheiden kann (Wurbs und Steininger 2011, Schipper et al. 2014, Billen und Stahr 2013). Zum Schutz gegen diese Folgen wird inzwischen ein Bündel von Maßnahmen diskutiert, das in unterschiedlichen Handlungsfeldern umgesetzt werden soll (Billen und Stahr 2013, Flaig 2013, Steinmetz et al. 2013). Während dabei in Siedlungsbereichen häufig bautechnische Maßnahmen im Vordergrund stehen (z.B. BWK 2013), können dies in Außenbereichen auch landwirtschaftliche, forstwirtschaftliche oder landschaftsplanerische Maßnahmen sein, die in Projekten wie AMEWAM oder WaReLa bereits thematisiert wurden. Für eine Vielzahl solcher Maßnahmen wurden Wirkung und Aufwand auch bereits beschrieben (Billen und Aurbacher 2007, DWA 2012), bei der flächenhaften Umsetzung bestehen jedoch häufig gesellschaftliche oder kommunalplanerische Hemmnisse (Billen und Lambert 2005, Billen et al. 2001, Assmann und Hermann 2007).

In einem ersten Schritt können deshalb z.B. auf Grundlage von bestehenden Starkregengefahrenkarten (z.B. Assmann et al. 2012) prinzipiell die kommunalen Außenbereiche mit erhöhtem Risiko für das Entstehen von Abfluss und Erosion ausgewiesen werden. Für die Folgen gegenwärtiger Starkniederschlagsereignisse wurden inzwischen auch Hochwasserrisikomanagementprozesse initiiert (z.B. Assmann et al. 2013, verschiedene Maßnahmenberichte zu dem Hochwasserrisikomanagementprozess). Deren Schwerpunkt liegt jedoch auf der Abwehr von akuten Schadensereignissen in den Siedlungsbereichen. Handlungsbedarf besteht hingegen bei der partizipativen Planung von Maßnahmen auf kommunaler Ebene zur nachhaltigen Stärkung des Rückhalts von Wasser und Boden im Rahmen des Klimawandels in den kommunalen Außenbereichen, d.h. den Ursprungsbereichen von Abfluss und Bodenabtrag. Prinzipiell wird das Wasserrückhaltepotenzial durch landbauliche Maßnahmen schon seit längerem mit „bedeutendem Potenzial für kleine Einzugsgebiete“ (z.B. Uhlenbrock und Leibundgut 1997) oder auch mit einer „hohen Effektivität“ (z.B. Preuschen 1994, Auerswald 2002) bewertet. So wurden auch in verschiedenen Projekten bereits einige Maßnahmen auf regionaler und lokaler Ebene untersucht. Allerdings ist die Realisierung häufig immer noch durch Unsicherheiten der Landnutzer bei einer Anpassung der Landbewirtschaftungsform (Billen et al. 2001, Gerber 2000) oder aufgrund mangelnder Flexibilität von Förderprogrammen zur nachhaltigen Landbewirtschaftung gehemmt (Osterburg 2001, Ahrens et al. 2000). Während sich der Beteiligungsprozess an einer nachhaltigen Landnutzung auf kommunaler und regionaler Ebene auf etablierte Instrumente stützen kann (z.B. Hoffmann et al. 2009), müssen andere Eingangsinformationen für den partizipativen Abstimmungsprozess wie z.B. großmaßstäbige Erosions- und Abflussrisikokarten auf kommunaler Ebene für gegenwärtige und zukünftige Klimaszenarien standortspezifisch erzeugt werden. Dazu eignen sich u.a. ereignisbasierte Erosions- und Abflussmodelle wie z.B. LISEM oder Erosion-3D (Assmann et al. 2009, DWA 2012, Gerlinger 1997), die aufgrund der angestrebten Übertragungsoption in andere Regionen auf bestehenden Eingangsdaten wie Bodenkarten, Flurkarten oder Digitalem Höhenmodell basieren. Ein Ansatz zur Kopplung eines Klimamodells mit einem Erosions-/Abflussmodell wurde zwar bereits in einem KLIWA-Vorhaben untersucht (Schipper et al. 2014), allerdings ist die prinzipiell funktionierende Methodik noch nicht praxisreif und die erzielten Ergeb-

nisse liegen nur für ausgewählte Niederschlagsereignisse und Einzugsgebiete vor, die sich nicht mit der KliStaR-Kulisse überschneiden.

Bestand bei den o.g. Untersuchungen häufig ein enger Kontext zur Landwirtschaft, galten im Bereich der forstlichen Landnutzung Wälder bisher als Garant zum Schutz vor Hochwasser. Infolge einer Intensivierung des hydrologischen Kreislaufes und einer Veränderung der Klimastruktur, werden auch in bewaldeten Einzugsgebieten konvektive Extremereignisse wie äußerst heftige Starkregen in Übergangsjahreszeiten und im Winter, damit extreme Hochwasserereignisse häufiger. Dieser Trend ist auch für Baden-Württemberg signifikant (Bardossy 2004; Ihringer 2004). Die Heftigkeit der beobachteten Hochwässer haben aber in jüngerer Zeit viele Waldökosysteme, insbesondere im Bereich von sickergehemmten Substraten, wie z.B. tonige Böden in den Keuperbergen, überfordert. Die Beobachtung von Oberflächenabfluss und Erosion auch in bewaldeten Einzugsgebieten ist Anlass für die Frage, inwieweit Waldwege, Entwässerungsgräben sowie der Befahrungszustand der Waldböden dafür mitverantwortlich sind (Casper 2002, Waldenmeyer 2003). Scherrer und Demuth (2007) betonen, dass die besonders hochwassersensitiven Flächen, welche einen überdurchschnittlichen Beitrag am Gesamtabfluss aus einem Einzugsgebiet haben, im Vorfeld geplanter Maßnahmen identifiziert und kartiert werden müssen, um die Priorisierung von Flächenmaßnahmen steuern und damit die Gesamteffizienz geplanter hochwassermindernder Maßnahmen maximieren zu können. Mögliche Ansatzpunkte zur Optimierung des Wasserrückhalts in Waldgebieten ist die Steuerung von Baumartenzusammensetzung und Waldstruktur, Vermeidung von Kahlflächen, fachgerechte Wasserableitung an forstlichen Erschließungswegen (Hauptfahr- und Maschinenwege, sowie Rückegassen), Vermeidung flächiger Befahrung, sowie Kleinbauwerke wie Retentionsmulden zur Wiederversickerung von linearen Abflusswellen entlang von Erschließungslinien. Während der Beitrag einzelner Maßnahmen zur Verzögerung und Minderung von Abflusswellen in Waldgebieten qualitativ darstellbar ist, so ist insbesondere für flächige Maßnahmen, die häufig auch nicht unmittelbar und direkt nach Maßnahmenumsetzung eine Wirkung zeigen (z.B. Aufforstung von Brachen mit Feldgehölzen), eine quantitative Abschätzung der Wirkung erschwert. Um über die Einzelbeobachtungen hinaus verallgemeinerbare Aussagen über die Abflussprozesse (insbesondere Interflow) sowie deren Beeinflussung durch bauliche und waldbirtschaftliche Maßnahmen treffen zu können, können die Wirkungen auf den Gesamtabfluss mittels hydrodynamischen Modellen simuliert werden. Zur Erfassung von Effekten auf der Raumskala von Einzelbeständen bzw. Hängen bietet sich beispielweise das Hangabflussmodell HillVi (Weiler und McDonnell 2007) an, welches Stärken im Detaillierungsgrad der bodeninternen Abflussbildungsprozesse hat und so bei der Identifikation des Retentionspotentials von waldbaulichen und technischen Varianten möglichst viel explizit gemessene Daten verwendet und wenig Modellannahmen eingegangen werden müssen, was die Verallgemeinerung der gewonnenen Ergebnisse erleichtert. Allgemeingültige und verlässliche Aussagen zur Wirksamkeit geplanter Maßnahmen sind ein Schlüsselfaktor für den Erfolg, Flächenbewirtschafter und Entscheidungsträger von der Sinnfälligkeit vorgeschlagener Maßnahmen zu überzeugen.

# 3 Methodisches Vorgehen

## 3.1 MODELLTECHNISCHE METHODEN

### 3.1.1 MODELLWAHL UND MODELLBESCHREIBUNG

Für die Planung von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel in den Außenbereichen auf landwirtschaftlichen und forstwirtschaftlichen Flächen sind neben der Ermittlung der Herkunftsflächen des Sedimentaustrags die Ablagerungsprozesse von Bedeutung. Nach dem Fachgutachten für das Umweltministerium Baden-Württemberg zum Handlungsfeld Boden (vgl. Billen et al. 2013) haben die Klimakennwerte „mittlerer Jahresniederschlag“, „Anzahl der Starkniederschlagstage“ sowie „Starkniederschlagshöhe“ Einfluss auf den Teilbereich „Erosion (Wasser)“. Neben diesen Klimafaktoren ist jedoch zu beachten, dass weitere Faktoren, wie z.B. Hangneigung und -länge, Typ der Landnutzung (Acker, Grünland, Wald) sowie die Art der Bewirtschaftung, Auswirkungen auf die Bodenerosion haben. Das heißt, dass Bodenerosion in erster Linie von einzelnen Starkniederschlagsereignissen abhängig ist.

In einer Konzeptstudie „Bodenabtrag durch Wassererosion in Folge von Klimaveränderungen“ für KLIWA im Auftrag der LUBW (vgl. Assmann et al. 2009) wurden mehrere Erosionsmodelle hinsichtlich ihrer Eignung untersucht. Im Fokus stand dabei die Kopplung eines Erosionsmodells mit einem Klimamodell. Die Erosionsmodelle wurden aufgrund ihrer technischen und inhaltlichen Eignung bewertet. Es wurden dabei einfach anzuwendende empirische Modelle sowie relativ aufwendige physikalisch-basierte Modelle berücksichtigt. Das Erosionsmodell sollte in der Lage sein, einzelne Starkregeneignisse zu simulieren.

Physikalisch-prozessorientierte Modelle können durch ihre hohe räumliche und zeitliche Auflösung die Prozesse einzelner Starkregeneignisse wiedergeben sowie Erosions-, Transport- und Depositionsflächen in Einzugsgebieten identifizieren. Empirische Erosionsmodelle hingegen berechnen den Bodenabtrag nach der USLE (Universal Soil Loss Equation, vgl. Wischmeier und Smith 1978) bzw. ABAG (Allgemeine Bodenabtragsgleichung, vgl. Schwertmann et al. 1987), d.h. hier wird der mittlere, jährliche Bodenverlust berechnet ohne Berücksichtigung von Transport-, Retentions- und Depositionsprozessen. Doch vor allem bei Starkniederschlags- sowie Hochwasserereignissen ist es wichtig, dass ein Modell Einzelereignisse wiedergeben kann, um Onsite- und Offsite-Schäden abschätzen und Anpassungsmaßnahmen planen zu können (vgl. Assmann et al. 2009). In der Konzeptstudie stellte sich schließlich das Abfluss- und Erosionsmodell LISEM (Limburg Soil and Erosion Model) als am besten geeignet heraus, so dass dieses in der Phase „Klima- und Erosionsmodellierung“ des Projektes „Bodenabtrag durch Wassererosion in Folge von Klimaveränderungen“ angewendet wurde.

LISEM wurde ursprünglich für die von Offsite-Schäden stark betroffene Provinz Limburg in den Niederlanden Ende der 1980er Jahre entwickelt. Hier wurden hauptsächlich die Effekte von Grünstreifen und Mulchsaat untersucht (Nearing et al. 2005). Es handelt sich um ein frei verfügbares, physikalisch begründetes, rasterbasiertes Ereignismodell zur Simulation von Abfluss und Bodenerosion in Einzugsgebieten von unbegrenzter Größe. Die Beschreibung des Modells baut auf dem Handbuch des Modellentwicklers Victor Jetten (2002) auf. Die zeitliche Auflösung ist frei wählbar, der kleinste Zeitschritt liegt bei 1 Sekunde. LISEM ist in der Lage folgende hydrologischen Prozesse zu simulieren (siehe Abbildung 1): korrigierter Niederschlag, Interzeption, Muldenspeicherung, Infiltration (mit unterschiedlichen Ansätzen) und Wasserleitfähigkeit des Bodenprofils, Oberflächen- und Gerinneabfluss. Die Erosionsprozesse selbst glie-

dern sich bei LISEM in Loslösung der Bodenpartikel durch Regentropfen (Splash Detachment) und durch Oberflächenabfluss (Flow Detachment), Transportkapazität und Deposition. Durch die vertikale Differenzierung im Infiltrationsmodul SWATRE kann von bis zu 20 verschiedenen, tiefenmäßig unbegrenzten Bodenschichten modelliert werden. Dadurch können die Einflüsse der Landnutzung auf die Bodenverdichtung und damit auf Infiltration und Perkolatation beobachtet werden. Da eine Erhöhung der Makroporosität der Haupteffekt vieler Bodenbewirtschaftungsmaßnahmen ist (z.B. bei Mulchsaat), ist es für die Maßnahmenbeurteilung von großer Bedeutung, die Makroporeninfiltration entsprechend abzubilden. LISEM verfügt zwar nicht über ein Makroporenmodul, der Einfluss von Makroporen auf die Infiltration kann jedoch über die Anpassung der gesättigten hydraulischen Leitfähigkeit erfolgen. LISEM berücksichtigt unterschiedliche Bodenbedeckungsgrade, Bodenbearbeitungsverfahren sowie die Einflüsse von Landschaftsstrukturelementen, wie Hecken und Wege (Jetten 2002).

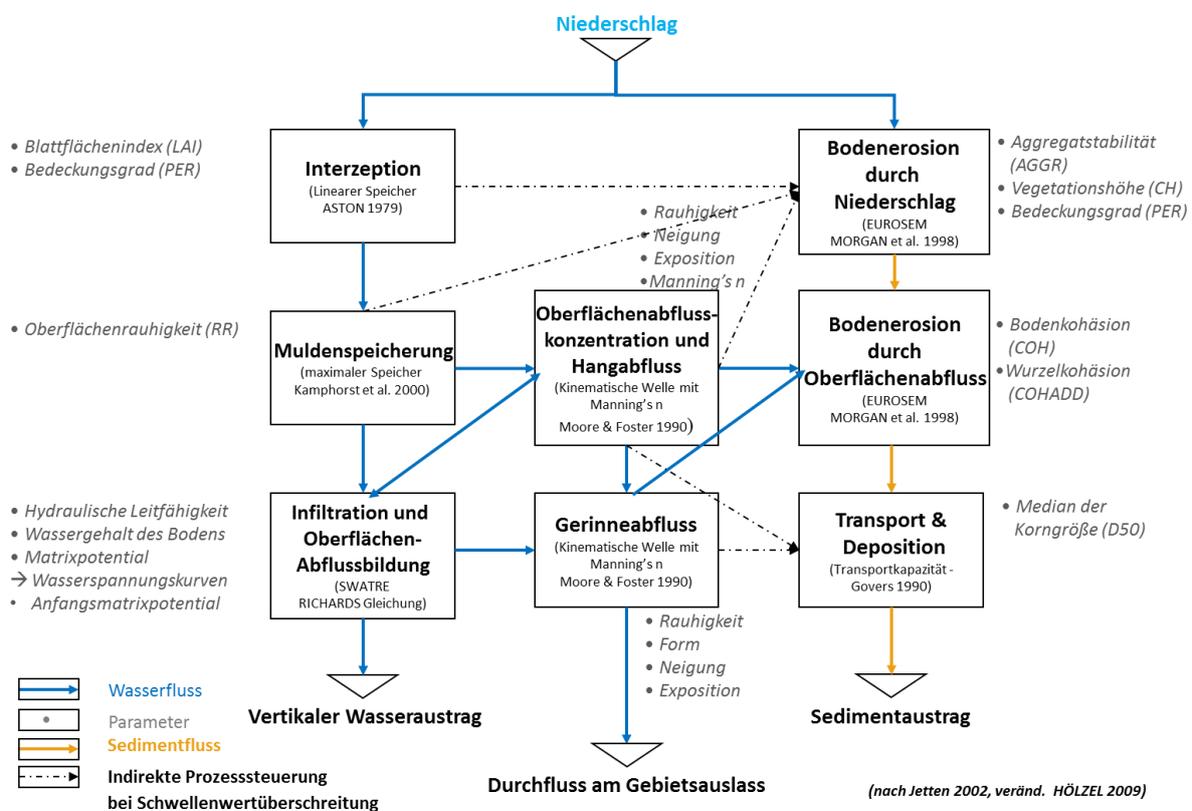


Abbildung 1: Aufbau und Prozesse von LISEM. Bei der Infiltration sind unterschiedliche Ansätze bei LISEM möglich. Hier ist die sog. SWATRE-Methode dargestellt.

Für dieses Projekt wird die Version 2.65 verwendet. Die aktuellste Fassung von LISEM ist eine „Open Source“ Version, openLISEM 1.99 vom 01.02.2015, und kann kostenfrei unter folgendem Link heruntergeladen werden: <http://sourceforge.net/projects/lisem/files/latest/download> (letzter Aufruf am 24.03.2015). Ein Vorteil von LISEM ist, dass es mit einem Geographischen Informationssystem gekoppelt ist, d.h. alle Ein- und Ausgabedaten werden im PCRaster-Format (\*.map) verarbeitet. PCRaster ist ein ebenfalls kostenfreies Geographisches Informationssystem, das sich auf Rasterdaten konzentriert (Van Deursen und Wesseling 1992).

Ergänzend zu den Modellierungen mit LISEM wird für verschiedene eher hydraulische Fragestellungen das hydrodynamische 2D-Modell FloodArea HPC eingesetzt. Dieses Modell wurde bereits für die Erstellung der

Starkregengefahrenkarten im Glems-Einzugsgebiet eingesetzt und ermöglicht die Berechnung in der vollen Auflösung des Geländemodells (1 m).

Zur Erstellung einer Starkregengefahrenkarte wird ein gekoppeltes hydrologisch-hydraulisches Modell erstellt und der Wasserabfluss vom Auftreffens-Ort des Niederschlags bis zum nächst größeren Gewässer (z.B. den in der HWGK betrachteten) abgebildet. Um die wesentlichen, hydraulisch relevanten Strukturen abzubilden, erfolgt eine Berechnung auf dem am besten aufgelösten Geländemodell (aktuell meist 1 m). Zusätzlich werden wichtige Strukturen (Durchlässe, Fließhindernisse) in das Modell integriert, die dazu benötigten Grundlagen entstammen einer Kartierung bzw. aus Planungsunterlagen.

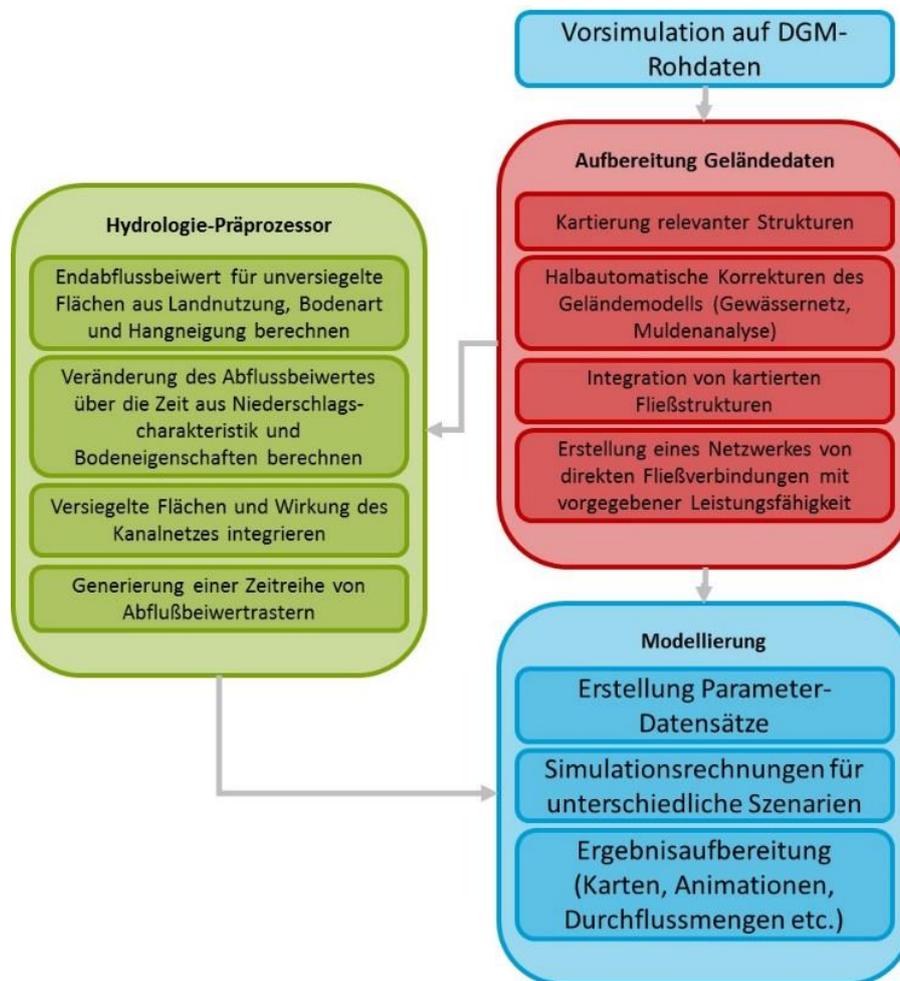


Abbildung 2: Schematische Darstellung des Arbeitsablaufes

Für die Abflussermittlung werden die typischerweise für eine hydrologische Modellierung verwendeten Daten benötigt. Dazu gehören die Landnutzung (ATKIS und Gebäude aus ALK), eine Bodenkarte sowie die Hangneigung aus der Auswertung des Geländemodells. Ebenso wird ein Niederschlags-Input in zeitlicher und räumlicher Verteilung benötigt, dies können reale Niederschläge sein oder aber nach vorgegebenen Bedingungen definierte Bemessungsereignisse. Entsprechend lassen sich viele Daten aus der Vorprozessierung für LISEM bzw. die Modell-Settings aus der Starkregengefahrenkarte Glems nutzen und müssen nur je nach Planungsanforderungen angepasst werden.

Neben der absoluten Menge der Niederschläge ist vor allem die Charakteristik des Einzugsgebietes für die Abflussmenge und die Form der Abflussganglinie verantwortlich. Die Berücksichtigung des Einzugsgebietes geschieht über ein etwas vereinfachtes, flächendetailliertes hydrologisches Modell. Technisch ist dies über einen Datenbank-Präprozessor realisiert, der Abflussbeiwert-Raster für verschiedene Zeitschritte generiert. Berücksichtigung finden dabei Landnutzung, Bodeneigenschaften und Hangneigung. Für die zeitliche Veränderung des Abflussbeiwertes werden die Bodeneigenschaften sowie die Niederschlagsganglinie eines realen Niederschlags bzw. die eines Modellregens herangezogen. Der Präprozessor orientiert sich sehr stark an dem Lutz-Verfahren. Die ergänzende Integration der Auswirkungen des Reliefs orientiert sich an einem in Maryland/USA für Niederschlagsbemessungen angewandten Verfahren. Der eigentliche Oberflächen-Abflussprozess erfolgt dann letztlich im Modelllauf des hydraulischen Modells. Der Vorteil des Verfahrens ist die flächendetaillierte Betrachtung des gesamten Gebiets in der Auflösung des Geländemodells. Hierdurch wird auch die Abfolge der hydrologischen Eigenschaften entlang des Fließweges bzw. deren Verteilungsmuster im Teileinzugsgebiet berücksichtigt, was insbesondere für die Nachbildung der Abflussspitzen in kleinen Teileinzugsgebieten und den damit verbundenen Rückstauwirkungen von großer Bedeutung ist.

Raugigkeiten werden auf der Basis der Landnutzung für jede Rasterzelle des Geländemodells zugeordnet. Will man bestimmte Auswirkungen von jahreszeitlichen Veränderungen oder Nutzungsänderungen überprüfen, können diese über diese Parameter integriert werden.

Bei Bedarf bietet FloodArea die Möglichkeit, auch Pumpen und vergleichbare Elemente in die Simulation zu integrieren. Diese Funktion wird in KliStaR eingesetzt, um die Durchlässe abzubilden.

Die Fließgeschwindigkeiten errechnen sich basierend auf den in dem jeweiligen Iterationsschritt vorliegenden Wasserspiegeln und den sich daraus berechnenden Wasservolumina, die dann an die jeweiligen Nachbarzellen weitergegeben werden.

Weitere Details zum Modell und den verwendeten Algorithmen sind im Modellhandbuch erläutert, dieses steht unter <http://www.geomer.de/software/floodarea/handbuecher/index.html> zur Verfügung.

### **3.1.2 AUSWAHL DER KLIMASZENARIEN**

Die Erosionskarten der Gegenwart sollen mit Hilfe eines endbetonten Starkniederschlags erstellt werden und somit das aktuelle Erosionsrisiko in dem Projektgebiet veranschaulichen (vgl. Kapitel 4.4.2). Die zukünftige Erosionsgefährdung wird in sog. Veränderungskarten dargestellt, die auf höheren Niederschlagsintensitäten basieren. Die Auswahl der Klimaszenarien für Erosionsmodellierung für das KliStaR-Projekt erfolgt auf Basis der zukünftigen Klimaentwicklungsstudie der LUBW (2013). Hier werden verschiedene regionale Klimaprojektionen für Baden-Württemberg auf Grundlage des A1B Emissionsszenarios eingesetzt. Als Simulationszeiträume werden der Ist-Zustand 1971-2000, die nahe Zukunft 2021-2050 und die ferne Zukunft 2071-2100 gewählt. Die Änderungen gegenüber dem Ist-Zustand in der nahen und fernen Zukunft werden als Klimasignale berechnet. Da Bodenerosionsprozesse in erster Linie durch Starkniederschlagsereignisse verursacht werden, werden die Klimasignale der Starkniederschlags-Höhen (StarkN) für die Ermittlung der Klimaszenarien für die Erosionsmodellierung herangezogen. Die Starkniederschlagshöhe wird in der Klimaentwicklungsstudie definiert als „die Summe des maximalen Niederschlags an einem Tag innerhalb eines Kalenderjahrs [mm]“ (LUBW 2013, S. 29). Die Klimasignale der Starkniederschlagshöhe des Auswertensembles werden in Tabelle 1 als 50. Perzentil wiedergegeben. Das 50. Perzentil wird hier gewählt, da es als Median das mittlere Klimasignal wiedergibt. Damit wird sichergestellt, dass weder „worst case“ noch „best case“ Szenarien abgebildet werden.

Tabelle 1: Beobachtungswerte im Ist-Zustand und Klimasignale der Starkniederschlags-Höhe in der nahen und fernen Zukunft für Baden-Württemberg (LUBW 2013, S. 64)

| Ist-Zustand<br>(1971 – 2000) | Nahe Zukunft<br>(2021 – 2050) | Ferne Zukunft<br>(2071 – 2100) |
|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 40,7 mm                      | 43, 3 mm<br>(+ 6,5 %)         | 45,9 mm<br>(+ 12,8 %)          |

Die meisten Klimaprojektionen in der Klimaentwicklungsstudie der LUBW berechnen für die nahe Zukunft eine Zunahme der Starkniederschlagshöhe um + 5 % bis + 10 %, für die ferne Zukunft eine Zunahme um + 5 % bis + 20 %. Nach LUBW (2013, S. 70) werden diese Wertebereiche der Klimasignale als „eingeschränkt zufriedenstellend“ bewertet. Die in Tabelle 1 angegebenen Klimasignale für die Starkniederschlagshöhen werden für die Erstellung der Niederschlagsganglinie als Eingabe für die Erosionsmodellierung herangezogen (vgl. Kapitel 4.4.2).

### 3.1.3 AUSWAHL DER SIMULATIONSSZENARIEN

Neben den Niederschlagswerten aus den Klimaszenarien sind die Simulationsergebnisse der Erosionsmodellierung mit LISEM von weiteren Eingangsparametern abhängig, mit denen unterschiedliche Szenarien berechnet werden können. Hierzu zählen u.a. die Pflanzenentwicklung (indiziert durch einen Monat in der Vegetationszeit), Anfangsbodenfeuchte sowie die Niederschlagsdauer, d.h. Simulationsdauer und die Zeitschritte bei der Simulation.

Bei der **Pflanzenentwicklung** wurde der März als Monat mit geringer Bodenbedeckung bevorzugt, so dass ein mögliches Bodenerosionsrisiko nicht aufgrund einer vollständigen Bodenbedeckung durch Pflanzen unerkannt bleibt.

Für die **Anfangsbodenfeuchte** wurde ein pauschales Matrixpotential gewählt, nachdem im Vorfeld die klimawandelorientierten Bodenfeuchtesimulationen von Kaatz (2014) mit einem pragmatischen Modellansatz (METVER) kaum eine differenzierende Verbesserung ergaben. Somit wurde ein Anfangs-matrixpotenzial von -200 hPa festgelegt, da dies zum einen aus einer Transformation der Bodenfeuchten aus dem COSMO-CLM-Klimamodell mit dem Terra-ML Bodenfeuchtemodul für die Simulationsmonate in einem vergleichbaren Lössgebiet resultiert (Schipper et al. 2014), zum anderen aber auch Feldanalysen z.B. von Maurer (1997) für unterschiedliche Frühjahrs-/Sommer-Termine entspricht.

Für die Erosionsmodellierung wird eine **Simulationsdauer** von 0 - 130 Minuten mit einem **Simulationszeitschritt** von 15 Sekunden gewählt, da es sich bei den gewählten KOSTRA-Niederschlagsereignissen um einstündige Niederschlagsereignisse handelt (vgl. Kapitel 4.4.2). Mit der Simulationsdauer von 130 Minuten ist nach Jetten (2002) gewährleistet, dass der gesamte Oberflächenabfluss den Gebietsauslass passiert. Der Simulationszeitschritt soll laut LISEM Handbuch (Jetten 2002) nicht zu groß gewählt werden, um eine höhere Genauigkeit in der Auflösung der kinematischen Welle bei der Abflussberechnung zu gewährleisten.

### 3.1.4 DATENGRUNDLAGEN

Als Datengrundlagen für die Modellierung mit LISEM dienen zum einen Raumdaten wie das Digitale Geländemodell, die Landnutzung sowie die Bodenkarte und zum anderen verschiedene Boden- und Landnutzungsparameter wie z. B. Blattflächenindex, Bodenbedeckungsgrad und Aggregatstabilität. Als weitere Eingabe in LISEM dient eine Niederschlagsgangliniendatei (\*.dat) sowie eine Rasterkarte mit räumlichen Bezug zu den Niederschlagspunkten. Als Grundlage für den Niederschlag dienen Niederschlagsdaten aus der digita-

len Datenbank für KOordinierte-STarkregen-Regionalisierungs-Auswertungen (KOSTRA) des Deutschen Wetterdienstes (DWD) (KOSTRA-DWD 2000, Deutscher Wetterdienst 2005) (vgl. Kapitel 4.4.2).

Als Digitale Datengrundlagen sind folgende Datensätze verfügbar und werden eingesetzt:

- Laserscan- Bodenmodell in 1-m-Auflösung
- Luftbilder
- Landnutzungsdaten (ATKIS, ALKIS, ALK) inklusive Gewässernetz
- Bodenkarte und Bodenprofilaten
- Niederschläge (KOSTRA)
- Topographische Karten als Hintergrund der zur erstellenden Karten (1: 25 000)

Die Aufbereitung und Parametrisierung der Grundlagendaten werden in Kapitel 4.4 detailliert beschrieben.

### 3.2 METHODEN ZUR EXTERNEN KOMMUNIKATION UND PLANUNG

Verschiedene Maßnahmen zur angepassten Landnutzung und Erhöhung der Infiltration wurden in verschiedenen Pilotgebieten bereits getestet, schwierig gestaltet sich jedoch häufig die Umsetzung. Die Hindernisse sind vielfältig. So werden häufig die eigentlichen Akteure zu spät in den Planungs- und Entscheidungsprozess eingebunden und lehnen dann die von außen kommenden Vorschläge ab. Erfahrungen im Bereich Bauplanung und Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) haben gezeigt, dass bei einem Verständnis vorliegender Gefahrenkarten (oder anderer Informationsgrundlagen) die daraus resultierenden Maßnahmen am besten im direkten Dialog von den Zuständigen erarbeitet werden können. Hierdurch ist zugleich sichergestellt, dass eine hohe Identifikation mit den Maßnahmen gegeben ist und zudem auch eine Umsetzbarkeit realistisch ist.

Aufgrund des ausgeprägten Beteiligungsgrades im KliStaR-Projekt war es wichtig, jederzeit eine aktionsorientierte Anpassungen der Kommunikations- und Planungsprozesse vornehmen zu können. Mit folgenden Kommunikationsmodulen wurde schließlich der Diskurs mit den Akteuren realisiert:

- Kickoff-Veranstaltung für das Einzugsgebiet der Glems mit den Auftragnehmern und Kommunalvertretern zwecks erster Sondierung von Erwartungen, Akteursbeteiligung und Brennpunkten sowie weiterer Detailabstimmung und konkretisierter Terminplanung (max. 15 Teilnehmer).
- Sammlung der Kontaktdaten und erste informelle Kontaktaufnahme mit relevanten Akteuren, wie Land- und Forstwirten, kommunalen Vertretern, Vertretern von Land- und Forstwirtschaftsbehörden sowie von Fachverbänden.
- Info-Blätter und Internet-Präsenz: Es wurde ein Faltblatt mit den generellen Zielen des Vorhabens und Basisinformationen erstellt, das u.a. zur Erstinformation von Akteuren und Interessierten diente. Gleiche Inhalte wurden auf der gemeinsamen Webseite der Glems-Kommunen eingestellt, in die am Projektende auch die Ergebnisse integriert werden können.
- Auftakt-Veranstaltung mit Workshop-Elementen für Einzugsgebiet der Glems mit Auftragnehmern, Kommunalvertretern sowie interessierten Landnutzern und Experten (max. 40 Teilnehmer) zwecks Projektinformation, Erwartungen, Gefahrenkartenerläuterung und Brennpunktsondierung (letzteres in drei Arbeitsgruppen).
- Sondierungs- und Planungsrunden mit dem Ziel, in einem ergebnisoffenen Diskussionsprozess die Gefahrenkarten zu plausibilisieren, Handlungsoptionen zu sondieren und die Umsetzungsmöglichkeiten konkreter Maßnahmen zur Stärkung des Rückhalts von Boden und Wasser im Klimawandel auszuloten. Dazu wurden Diskussionsgespräche mit vertiefenden Erläuterungen und Ortstermine durchgeführt. Um möglichst zielgerichtete Ergebnisse mit hohem Identifikationsgrad zu erreichen, wurden brennpunktorientiert jeweils ein bis zwei Sondierungs- und Planungsrunden für die Akteure der betroffenen Kommunen ausgerichtet.

- Vorstellung und Diskussion der im Rahmen von KliStaR aufgegriffenen Maßnahmen auf Felderrundfahrten von Ortsbauernverbänden gekoppelt mit der Verteilung von Faltblättern, die eine kurze Ideenliste mit landwirtschaftlichen Maßnahmen und die Erosionsgefährdungskarten einzelner Gemarkungen bzw. Teileinzugsgebiete enthielten.
- Für alle land- und wasserwirtschaftlichen Berufsgruppen wurde eine Exkursion zum Thema landwirtschaftlicher Boden- und Hochwasserschutz bei zunehmenden Starkregen und Trockenperioden durchgeführt. Die Exkursion diente zur Demonstration und Diskussion von praxisetablierten Maßnahmen im näheren Umfeld der Glems. Es luden ein das KliStaR-Projekt zusammen mit den kommunalen Glemsanliegern, den entsprechenden Ortsbauernverbänden und den Ämtern für Landwirtschaft an den Landratsämtern Ludwigsburg und Böblingen.
- Bilaterale Feldtermine und Unterstützung bei der Umsetzung der Maßnahmen (Reduzierung von Umsetzungsdefiziten). Hierzu konnten finanzielle Start-/Umsetzungsanreize aus einem Pool gegeben werden, der jeder Kommune oder relevanten Akteuren bzw. Landnutzern in gleicher Größenordnung zur Verfügung stand.
- Auch außerhalb der Brennpunkte wurde bei entsprechendem Interesse auf Basis bilateraler Absprachen die Möglichkeit gegeben, Maßnahmen umzusetzen. Somit konnten weitere Maßnahmenumsetzungen erreicht werden, die innerhalb der Brennpunkte aufgrund zurückhaltender Akzeptanz nicht realisierbar, deren Praxistauglichkeit damit jedoch innerhalb des Projektgebietes demonstrierbar waren.
- Für die beteiligten Kommunen wurde ein Maßnahmenkatalog erstellt, der die agierenden Bereiche Land- und Forstwirtschaft sowie profitierenden Bereiche Boden und Wasserhaushalt berücksichtigte. Dieser anwendungs-orientierte Maßnahmenkatalog kann z.B. als Planungsratgeber für andere Kommunen dienen.
- Öffentlich-zentrale Abschluss-Veranstaltung der beteiligten Kommunen und Ausstellung (Poster, Info-Faltblatt).
- Durch ein Poster und das Info-Faltblatt konnte auch wissenschaftlich auf der Deutschen Klimatagung in Hamburg und beim Tag der Hydrologie in Koblenz auf das Projekt aufmerksam gemacht werden.

# 4 Durchführung und Partizipation

## 4.1 ARBEITSBAUSTEINE UND ARBEITSZYKLEN IM PROJEKTABLAUF

Zentrale Bausteine zur Durchführung von KliStaR sind die in Kapitel 3.2 genannten Kommunikationsinstrumente und die erarbeiteten Informationsgrundlagen. Durch die enge Verzahnung dieser Elemente und fortlaufende Rückkopplungen mit den Akteuren ergeben sich neben einem zentralen Projektstrang (siehe Abbildung 3) auf den einzelnen Bearbeitungsebenen auch Arbeitszyklen mit z.B. mehreren Besprechungen oder kontinuierlichen Arbeitsmaterialanpassungen. Das Vorgehen innerhalb der Arbeitsebenen mit den Arbeitszyklen wird im Folgenden beschrieben. Dabei werden gleichzeitig auch Zwischenergebnisse genannt, da eine getrennte Darstellung, z.B. von Organisation und Ergebnissen einer Veranstaltung, die Übersichtlichkeit mindern würde.

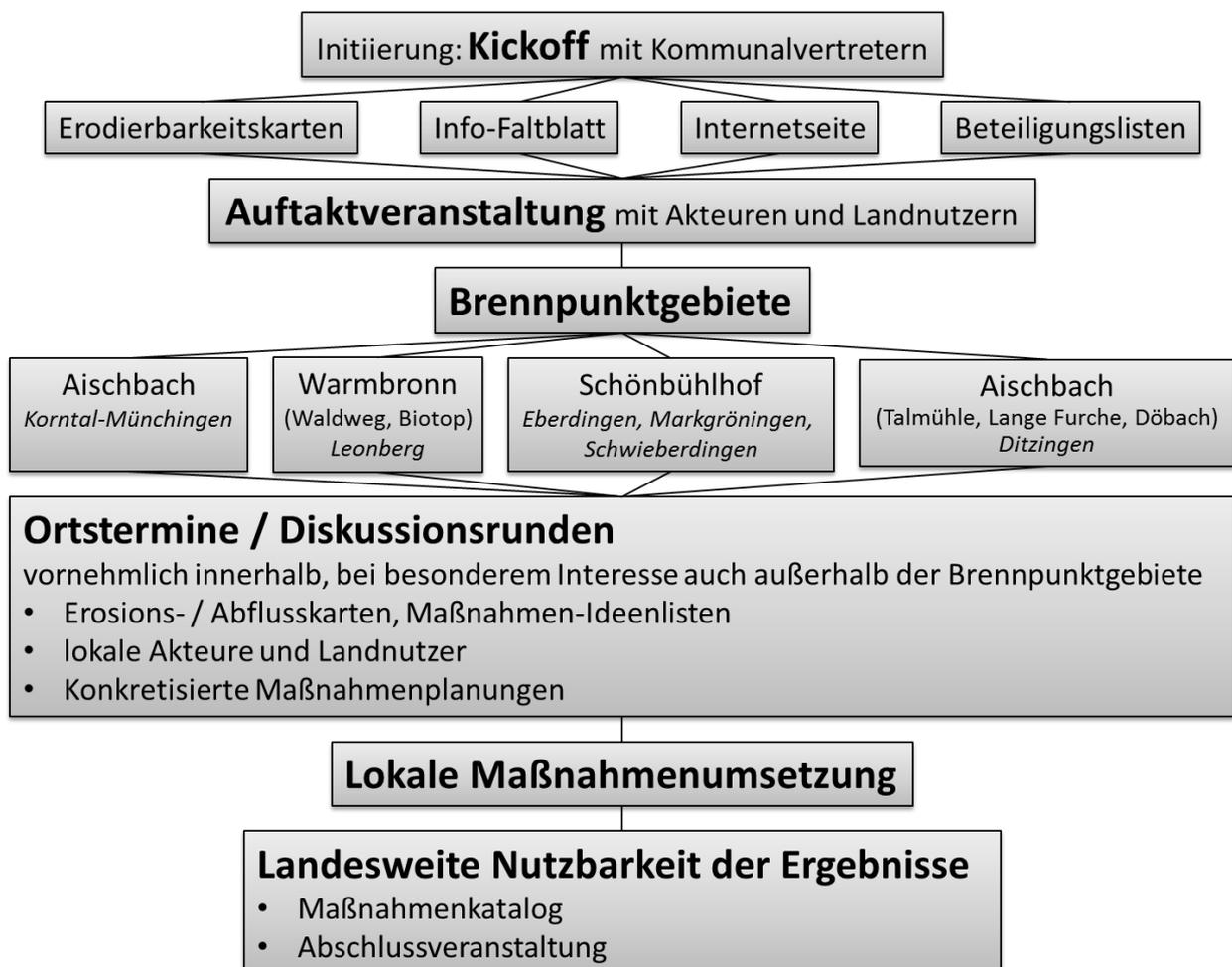


Abbildung 3: Übersicht zur Abfolge der zentralen Kommunikations- und Arbeitsbausteine im KliStaR-Projekt, die auf den einzelnen Ebenen z.T. weitere Arbeitszyklen umfassen aufgrund der fortlaufenden Rückkopplung mit den Akteuren und der kontinuierlichen Arbeitsmaterialanpassung.

Der im Projektantrag aufgestellte Arbeitsplan wurde aufgrund der veränderten Projektlaufzeit und der Ergebnisse aus dem Prozess der kontinuierlichen Akteursbeteiligung aktualisiert. Dadurch wurden vereinzelte Modulinhalt einer Anpassung unterzogen, was durch Verlagerung der Inhalte gelang. Zum anderen sind die

Module aus pragmatischen Gründen nun in den Arbeitsbausteinen und Arbeitszyklen integriert (siehe Abbildung 3).

Der Arbeitsablauf war unabhängig von den neuen Arbeitsbausteinen, die sich in der Berichtsgliederung wieder spiegeln, und durch Querverweise auf die entsprechenden Kapitel gekennzeichnet sind, wie folgt (tabellarische Auflistung siehe Tabelle 2):

1. Zum Projektstart fand ein internes Treffen der Auftragnehmer am 26.9.2014 statt, das zur Erörterung und weiteren Aufteilung der Arbeiten innerhalb von KliStaR diente. Das offizielle Kickoff – Treffen gemeinsam mit den Kommunalvertretern fand am 12.11.2014 statt (Details siehe Kapitel 4.3.1).
2. Die Erosions- und Abflussmodellierungen wurden zunächst auf die Brennpunktgebiete (siehe Kapitel 4.5) konzentriert. Da diese erst auf der Ergebnisbasis der zentralen, interkommunalen Auftaktveranstaltung (siehe Modul 5 und Kapitel 4.3.2) abschließend benannt wurden, konnten auch die Modellierungen erst anschließend beginnen (Details siehe Kapitel 4.4 und 4.5). Als Informations- und behelfsmäßige Orientierungsgrundlage wurden für die Auftaktveranstaltung zunächst außerplanmäßige Bodenerodierbarkeitskarten erstellt (siehe Kapitel 4.2.3).
3. Die Zusammenstellung der Kontaktdaten und erste informelle Kontaktaufnahme mit den relevanten Akteuren wie Land-, Forstwirte, kommunale Vertreter, Vertreter von Land- und Forstwirtschaftsbehörden sowie von Fachverbänden wurde im Vorfeld der zentralen, interkommunalen Auftaktveranstaltung bis zum 13.1.2015 vollzogen und kontinuierlich mit Nachträgen vervollständigt.
4. Die Vorbereitung von Workshops konzentrierte sich aufgrund der Entscheidung beim Kickoff für eine außerplanmäßige, aber zentrale Auftaktveranstaltung aller Kommunen auf eben diese. Zu den entsprechenden und im Januar 2015 auch abgeschlossenen Arbeiten zählen u.a. die Einladung, Bodenerodierbarkeitskarten, Projektpräsentation und Veranstaltungsprotokoll.
5. Die Workshops zu den Gefahrenkaten wurden in Form von Arbeitsgruppen zur Benennung von Brennpunkten in die außerplanmäßige aber zentrale Auftaktveranstaltung aller Kommunen am 14.1.2015 integriert (siehe Kapitel 4.3.2). Dieses aktualisierte Vorgehen beruhte auf einer partizipativen Entscheidung beim Kickoff am 12.11.2014.
6. Die Workshops zu den Maßnahmenoptionen und -defiziten wurden in Form einer umfassenden Fragerunde in die außerplanmäßige, aber zentrale Auftaktveranstaltung aller Kommunen am 14.1.2015 integriert (siehe Kapitel 4.3.2). Dieses aktualisierte Vorgehen beruhte auf einer partizipativen Entscheidung beim Kickoff am 12.11.2014.
7. Da sich die offenen Fragen aus den Workshops bzw. aktuell aus der Auftaktveranstaltung zumeist auf konkrete Standortfragen und Maßnahmenoptionen bezogen, wurden zunächst außerplanmäßige Begehungen informeller Art von der Projektgruppe im März 2015 vorgenommen (siehe Kapitel 4.5.1 und 4.5.3). Daraus resultierende Kenntnisse und Antworten werden dann in den Modulen 8 und 11 im Rahmen der Brennpunkt- und Maßnahmenbetreuung partizipativ erörtert (siehe Kapitel 4.5.)
8. Die Workshops zur Maßnahmenplanung wurden aufgrund der o.g. Aktualisierung des Kommunikationsprozesses in Form von Fachgesprächen oder Ortsbegehungen zu den Brennpunkten im Korntal-Münchinger Aischbach-Tal, Leonberg-Warmbronn, Schönbühlhof und Ditzinger Aischbach-Tal durchgeführt. Aufgrund von besonderem Interesse durch Akteure wurden weiterhin auch außerhalb der Brennpunkte Maßnahmenplanungen, öffentliche Felderrundfahrten und eine Exkursion ergänzend ausgeführt (siehe Kapitel 4.6). Diese Arbeiten fanden kontinuierlich bis zum Oktober 2015 statt.
9. Die ersten Detailplanungen von Maßnahmen konnten aufgrund verzögerter Kommunalplanungen oder Rückmeldungen erst bis Oktober 2015 entweder im Zuge einer Ortsbegehung mit Landwirten vorgenommen oder in kommunalen Planungsverfahren festgeschrieben werden.
10. Mit den Erosions- und Abflussmodellierung von Maßnahmen szenarien konnte erst nach der Detailplanung von beschlossenen Maßnahmen im November 2015 begonnen werden.

11. Mit der Unterstützung der Umsetzung von Maßnahmen werden u.a. finanzielle Start-/Umsetzungsanreize aus einem Pool gegeben, der jeder Kommune oder relevanten Akteuren bzw. Landnutzern in gleicher Größenordnung zur Verfügung steht. Darüber hinaus werden die Integrations- und Synergiepotenziale z.B. mit Landschaftsplänen, Ökokontoverordnung oder anderen Förderpotenzialen sondiert (siehe Kapitel 5.1).
12. Ein Info-Faltblatt, das die generellen Ziele des Vorhabens und Basisinformationen skizziert und u.a. zur Erstinformation von Akteuren und Interessierten dient, wurde im Dezember 2014 publiziert (siehe Kapitel 4.2.2). Am Ende des Vorhabens wurde ein Maßnahmenkatalog erstellt, der die agierenden Handlungsfelder Land- und Forstwirtschaft sowie profitierenden Handlungsfelder Boden und Wasserhaushalt berücksichtigt. Dieser kann u.a. dienen als Planungsratgeber für andere Kommunen in Baden-Württemberg oder als Grundlage für die Erstellung von Leitfäden zur Umsetzung von Maßnahmen (siehe Kapitel 5.1.).
13. Presseinfo: Zur zentralen Auftaktveranstaltung wurde außerplanmäßig im Februar 2015 eine Pressemitteilung herausgegeben (siehe Pressemitteilungen im Anhang). Im September 2015 erschien im Zusammenhang mit der Exkursion in BW-Agrar ein Artikel über das KliStaR-Projekt sowie dessen Ziele und Möglichkeiten (siehe Abbildung 94 im Anhang). Im vorletzten Projektmonat (Mai 2016) hat eine öffentlich-zentrale Abschlussveranstaltung der beteiligten Kommunen und Ausstellung (Poster, Projektflyer, Maßnahmenkatalog, Internet) mit Pressemitteilung stattgefunden (siehe Kapitel 4.8 und Pressemitteilungen im Anhang).

Tabelle 2: Übersicht der Sitzungs- und Ortstermine zur Maßnahmenplanung und –umsetzung

| Datum          | Thema  | Ort  | Beteiligte  |
|----------------|--|--|---|
| 26.09.2014     | Projektteambesprechung   | Heidelberg                                     | geomer, bodengut, FVA   |
| 12.11.2014     | KickOff  | Gerlingen                                      | Kommunen, geomer, bodengut, FVA                                   |
| 14.01.2015     | Auftakt  | Ditzingen                                      | Kommunen, Land-, Forstwirte, Landratsämter, geomer, bodengut, FVA |
| 26.01.2015     | Planungstreffen Schönbühlhof   | Schönbühlhof                                   | Kommune, Planungsbüro, geomer                                     |
| 11.03.2015     | Feldbegehung Besichtigung von Brennpunkten   | Ditzingen, Korntal-Münchingen, Schönbühlhof    | geomer, bodengut  |
| 30.03.2015     | Planungstreffen Warmbronn  | Leonberg                                       | Kommune, Landratsamt, Förster, geomer, FVA                        |
| 30.04.2015     | Maßnahmen-Vorgespräch für das Aischbach-Tal  | Korntal-Münchingen                             | Kommune, Landwirte, geomer, bodengut                              |
| 21.05.2015     | Projektteambesprechung   | Heidelberg                                     | geomer, bodengut, FVA   |
| 15.06.2015     | Feldtermin für das Aischbach-Tal   | Korntal-Münchingen                             | Kommune, Landwirte, geomer, bodengut                              |
| 22.06.2015     | Ortstermin für Ditzingen „Glems-Talmühle“ und „Aischbach/Lange Furche“                       | Ditzingen                                      | Kommune, Landwirte, geomer, bodengut                              |
| 01.07.2015     | Felderrundfahrt des Orstbauernverbandes  | Ditzingen                                      | Landwirte, bodengut   |
| 10.07.2015     | Maßnahmenbesprechung   | Korntal-Münchingen                             | Landwirt, bodengut  |
| 13.07.2015     | Felderrundfahrt des Ortsbauernverbandes  | Korntal-Münchingen                             | Landwirte, bodengut   |
| 30.07.2015     | Feldtermin für „Aischbach“ mit „Döbach“ in Ditzingen sowie „Aischbach“ in Korntal-Münchingen | Ditzingen, Korntal-Münchingen                  | Landwirt, bodengut  |
| 15.08.2015     | Feldtermin zu Maßnahmen in der Praxis (Exkursionsvorbereitung)                               | Möckmühl                                       | Landwirt, bodengut  |
| 20.08.2015     | Feldtermin Maßnahmenumsetzung „Döbach“   | Ditzingen                                      | Landwirt, bodengut  |
| 24.08.2015     | Feldtermin Maßnahmenabsprache Aischbach-Tal  | Korntal-Münchingen                             | Landwirte, bodengut   |
| 01.09.2015     | Planungstreffen Warmbronn  | Leonberg                                       | Kommune, Landratsamt, Förster, geomer, FVA                        |
| 10.09.2015     | Exkursion zu Maßnahmen in der Praxis   | Ihinger Hof, Großaspach, Höpfigheim, Ittlingen | Landwirte, Kommune, Landratsamt, Presse, geomer, bodengut         |
| 15.-16.09.2015 | Intergeo   | Stuttgart                                      | geomer  |
| 21.-24.09.2015 | Posterpräsentation 10. Deutsche Klimatagung  | Hamburg  | geomer  |
| 24.09.2015     | Bodensondierung Warmbronn  | Leonberg                                       | bodengut  |
| 24.09.2015     | Maßnahmensondierung Aischbach-Tal  | Korntal-Münchingen                             | Landwirte, bodengut   |
| 12.10.2015     | Planungstreffen Schönbühlhof   | Eberdingen                                     | Kommunen, Planungsbüro, Landwirte, geomer, bodengut               |
| 12.10.2015     | Maßnahmenabsprachen  | Korntal-Münchingen, Ditzingen                  | Landwirte, bodengut   |
| 16.10.2015     | Maßnahmenabsprachen  | Korntal-Münchingen                             | Landwirte, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, bodengut      |
| 17.10.2015     | Maßnahmenumsetzung, Maßnahmenabsprachen  | Korntal-Münchingen                             | Landwirte, bodengut   |
| 17.10.2015     | Maßnahmensondierung Aischbach-Tal  | Korntal-Münchingen                             | bodengut  |

| Datum          | Thema  | Ort                | Beteiligte  |
|----------------|--|--------------------|---|
| 20.10.2015     | KLIMOPASS  | Stuttgart          | geomer, bodengut  |
| 18.11.2015     | Planungstreffen Schönbühlhof   | Schönbühlhof       | Kommunen, geomer  |
| 14.12.2015     | Planungstreffen Schönbühlhof   | Schönbühlhof       | Kommunen, geomer, Kreisverwaltung                                 |
| 26.01.2016     | Planungstreffen Schönbühlhof   | Schönbühlhof       | Kommunen, geomer  |
| 30.01.2016     | Maßnahmensondierung  | Korntal-Münchingen | bodengut  |
| 17.-18.03.2016 | Posterpräsentation Tag der Hydrologie  | Koblenz            | geomer, FVA   |
| 21.03.2016     | Maßnahmenbesprechung, -umsetzung, -sondierung                                | Korntal-Münchingen | Landwirte, bodengut   |
| 21.04.2016     | Maßnahmenbesprechung, -umsetzung, -sondierung                                | Korntal-Münchingen | Landwirte, Kommune, bodengut                                      |
| 10.05.2016     | Abschlussveranstaltung   | Leonberg           | Kommunen, Land-, Forstwirte, Landratsämter, geomer, bodengut, FVA |
| 11.05.2016     | Projektgruppe Glems: KliStaR-Präsentationen                                  | Ditzingen          | Bürgermeister, Abteilungsleiter, Kommunen, geomer                 |
| 10.06.2016     | Abschließende Maßnahmensondierung  | Korntal-Münchingen | Landwirte, bodengut   |
| 11.07.2016     | Felderrundfahrt des Ortsbauernverbandes – Vorstellung realisierter Maßnahmen | Korntal-Münchingen | Landwirte, bodengut   |

## 4.2 INITIIERUNGSRARBEITEN

Die Initiierungsarbeiten von KliStaR gliedern sich in organisatorische, inhaltliche und technische Arbeiten, die vor und während der ersten beiden Informationsveranstaltungen vorgenommen wurden. Diese werden in den folgenden drei Unterkapiteln näher erläutert.

### 4.2.1 ORGANISATORISCHE ARBEITEN

Am Projektbeginn standen zunächst organisatorische Arbeiten wie interne Besprechungen, Terminabstimmung, Planung und Durchführung von Informationsveranstaltungen im Vordergrund.

Bei einem ersten internen Treffen wurde nach möglichen zu beteiligenden Akteuren und Landnutzern gesucht, wie beispielsweise kommunale Vertreter der acht beteiligten Kommunen, Land- und Forstwirte und Vertreter von Land- und Forstwirtschaftsämtern. Ein erster Entwurf mit Kontaktdaten wurde erstellt und an die Projektpartner verteilt. Außerdem wurde sich auf November 2014 zur Durchführung einer ersten Informationsveranstaltung (vgl. Kapitel 4.2.1) mit den Kommunen im Glems-Einzugsgebiet festgelegt. Es wurde beschlossen, dass die Kickoff Veranstaltung zunächst nur mit den kommunalen Vertretern ohne Pressebeteiligung durchgeführt werden sollte. Des Weiteren wurde festgelegt, dass ein Info-Faltblatt erstellt wird (vgl. Kapitel 4.2.2), in dem das Projektvorhaben und die Ziele beschrieben werden und ein erster Entwurf bei dem Kickoff vorgestellt wird.

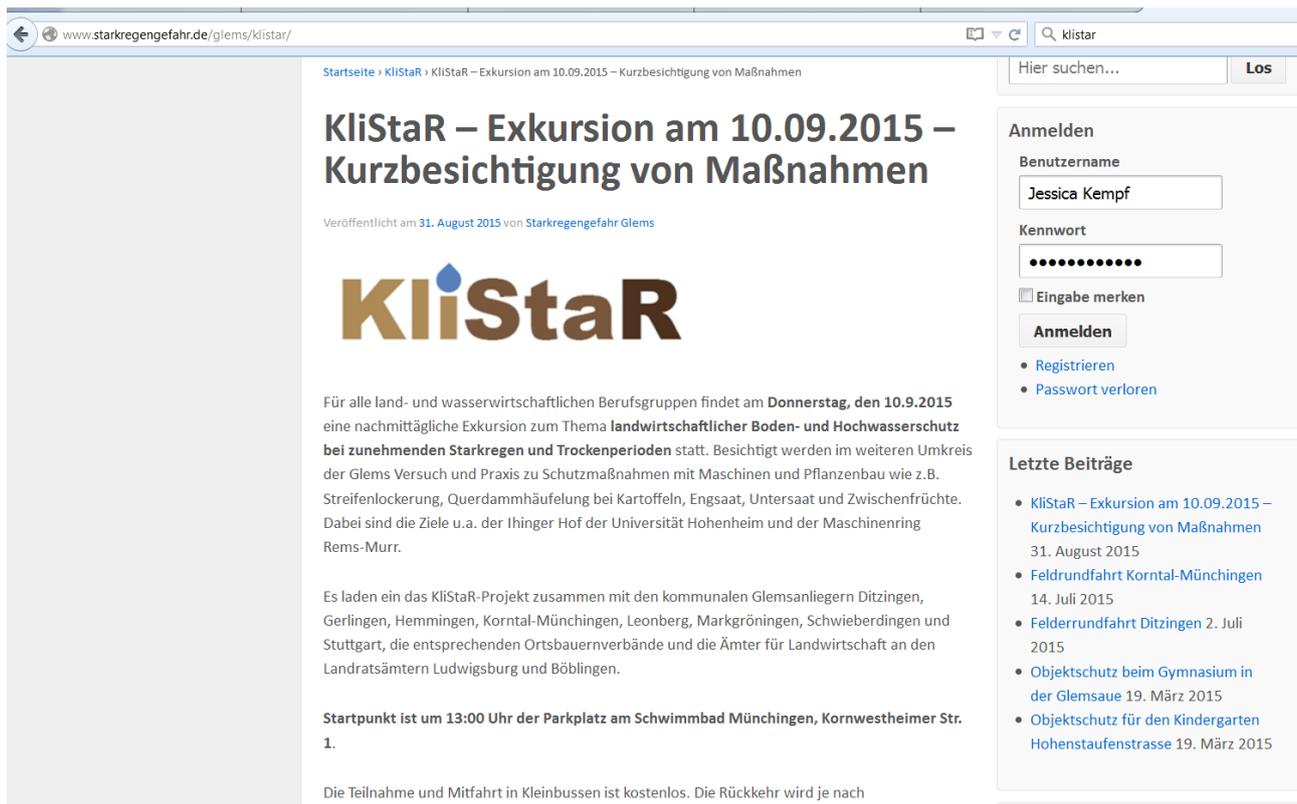
### 4.2.2 INFO-FALTBLATT UND INTERNETPRÄSENTATION

Für die erste Informationsveranstaltung am 12. November 2014 in Gerlingen wurde ein Info-Faltblatt entworfen, das über das Projekt informieren soll. Nach der ersten Informationsveranstaltung wurden die Änderungswünsche zum Projektflyer eingearbeitet. Das endgültige Info-Faltblatt befindet sich in Abbildung 84 im Anhang.

Das Faltblatt wird sowohl über die Kommunen im Untersuchungsgebiet und der Umgebung verteilt, als auch bei Tagungen und Messen, bei denen die Projektpartner beteiligt sind, so z.B. bei der Messe Wasser Berlin,

Deutsche Klimatagung in Hamburg, beim Tag der Hydrologie in Koblenz oder bei verschiedenen DWA-Veranstaltungen.

Die jeweils aktuellen Informationen von KliStaR sind auf der gemeinsamen Internetseite der Glems-Kommunen eingestellt. Da diese Seite auch nach dem Projektende von KliStaR verfügbar sein wird, ist zum einen eine größere Nachhaltigkeit der bereitgestellten Information gegeben, zum anderen werden die normalen Besucher der Webseite so auf das Projekt hingewiesen. Ein Beispiel für einen Beitrag ist <http://www.starkregengefahr.de/glems/klistar-auftakt-ditzingen-14-januar-2015/>.



The screenshot shows a web browser window with the URL [www.starkregengefahr.de/glems/klistar/](http://www.starkregengefahr.de/glems/klistar/). The page title is "KliStaR – Exkursion am 10.09.2015 – Kurzbesichtigung von Maßnahmen". The post is dated "Veröffentlicht am 31. August 2015 von Starkregengefahr Glems". The main heading is "KliStaR". The text of the post describes an excursion on Thursday, 10.09.2015, focusing on agricultural soil and flood protection measures. It lists participating municipalities and the starting point at the swimming pool in Münchingen. A sidebar on the right contains a search bar, a login form with fields for "Benutzername" (Jessica Kempf) and "Kennwort", and a list of "Letzte Beiträge" (recent posts).

Abbildung 4: Beispielbeitrag auf der Projekt-Internetseite

#### 4.2.3 BODENERODIERBARKEITSKARTEN

Für die ersten Informationsveranstaltungen (Kickoff und Auftakt) werden Bodenerodierbarkeitskarten erstellt, in denen neben der potentiellen Bodenerodierbarkeit von Acker- und Waldflächen auch die Überflutungstiefen größer 5 cm und Fließgeschwindigkeiten größer 0,5 m/s aus der Starkregengefahrenkarte eines mittleren Starkregenereignisses (60 mm Szenario) dargestellt sind. Zu beachten ist, dass hier lediglich das Erosionsgefährdungspotential der Böden angezeigt wird ohne Berücksichtigung des Niederschlags und der Topografie.

Als Grundlage für die Erstellung der Bodenerodierbarkeitskarten dienen die Automatisierte Liegenschaftskarte (ALK) sowie der K-Faktor (relativer Faktor für Verschlammungsneigung und somit Erodierbarkeit des Bodens) der "Allgemeinen Bodenabtragsgleichung" (ABAG) aus der Bodenkarte (BK50) (siehe Regierungspräsidium Freiburg 2007). Aus der ALK werden zunächst die Acker- und die Waldflächen ausgewählt.

In der BK50 werden die K-Faktoren nochmals zur Vereinheitlichung in sechs Erosionsklassen eingeteilt. Diese sind in Tabelle 3 aufgelistet, die Verteilung innerhalb des Projektgebietes ist in Abbildung 5 dargestellt.

*Tabelle 3: Einteilung der K-Faktoren aus der BK 50 nach Bodenerodierbarkeitsklassen*

| <b>Bodenerodierbarkeitsklasse<br/>(Attribut: KFAK2)</b> | <b>K-Faktor aus BK 50</b> | <b>Beschreibung</b>     |
|---|---------------------------|-------------------------|
| 0   | -, „                      | Keine Gefährdung        |
| 1   | 1; 1,2; 1,3; 1,2(3)       | Sehr geringe Gefährdung |
| 2   | 2; 2,3; 2,4; 2,3(4)       | Geringe Gefährdung      |
| 3   | 3(2); 3,4; 3,4(2); 3,4(5) | Mittlere Gefährdung     |
| 4   | 4; 4(3); 4,5; 4,5(2)      | Hohe Gefährdung         |
| 5   | 5                         | Sehr hohe Gefährdung    |

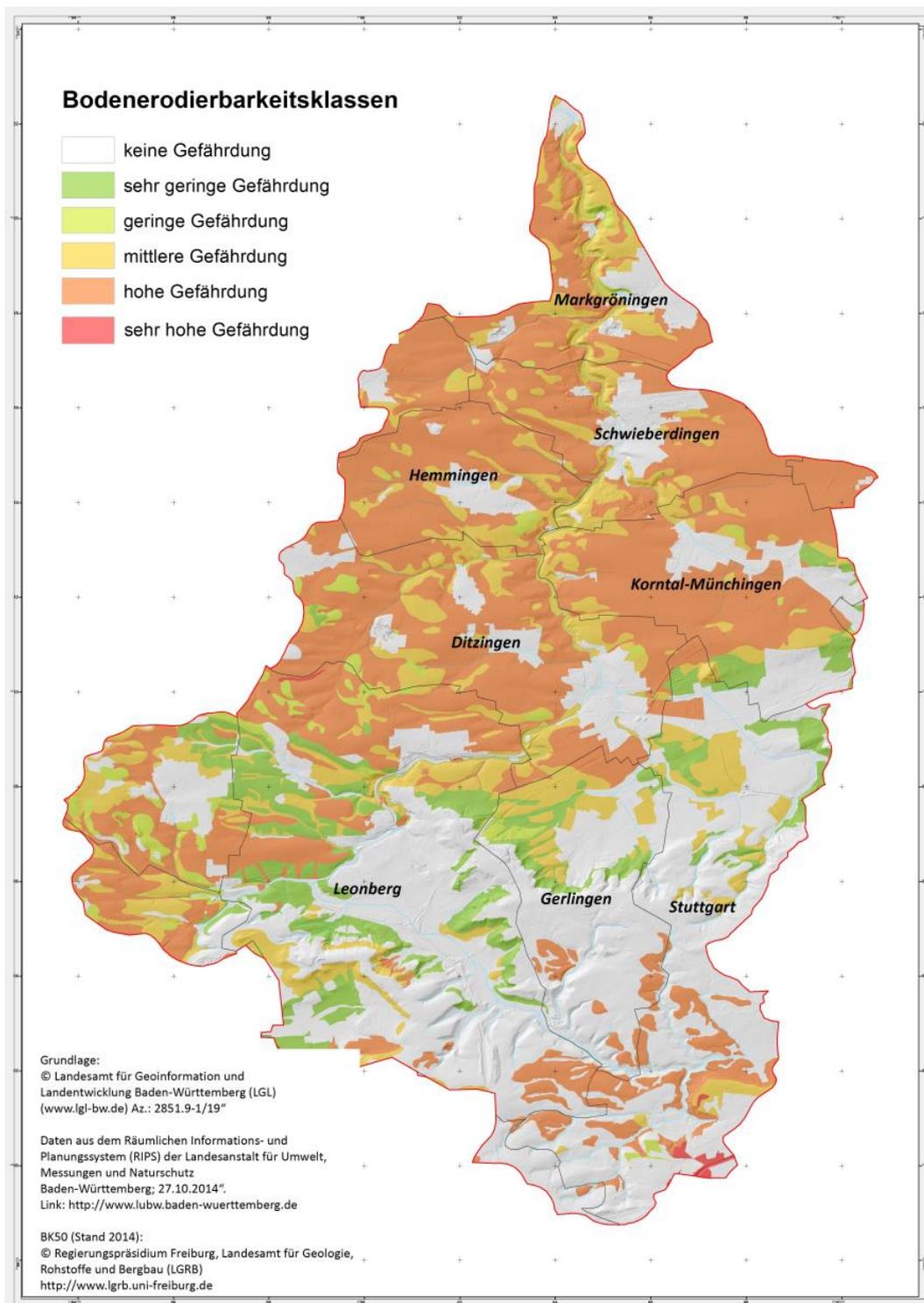


Abbildung 5: Übersicht über die Bodenerodierbarkeitsklassen nach K-Faktor der BK 50 im Projektgebiet

Schließlich erfolgt die Zuordnung der Bodenerodierbarkeitsklassen 4 (hoch) und 5 (sehr hoch) aus der BK50 zu den Acker- und Waldflächen aus dem ALK-Datensatz (clip) (siehe Abbildung 6). Die nach der Bodenkarte potentiell erosionsgefährdeten Ackerflächen konzentrieren sich auf den nördlichen und nord-westlichen Teil des Glems-Einzugsgebietes. Im südlichen Teil dominiert der Waldanteil.

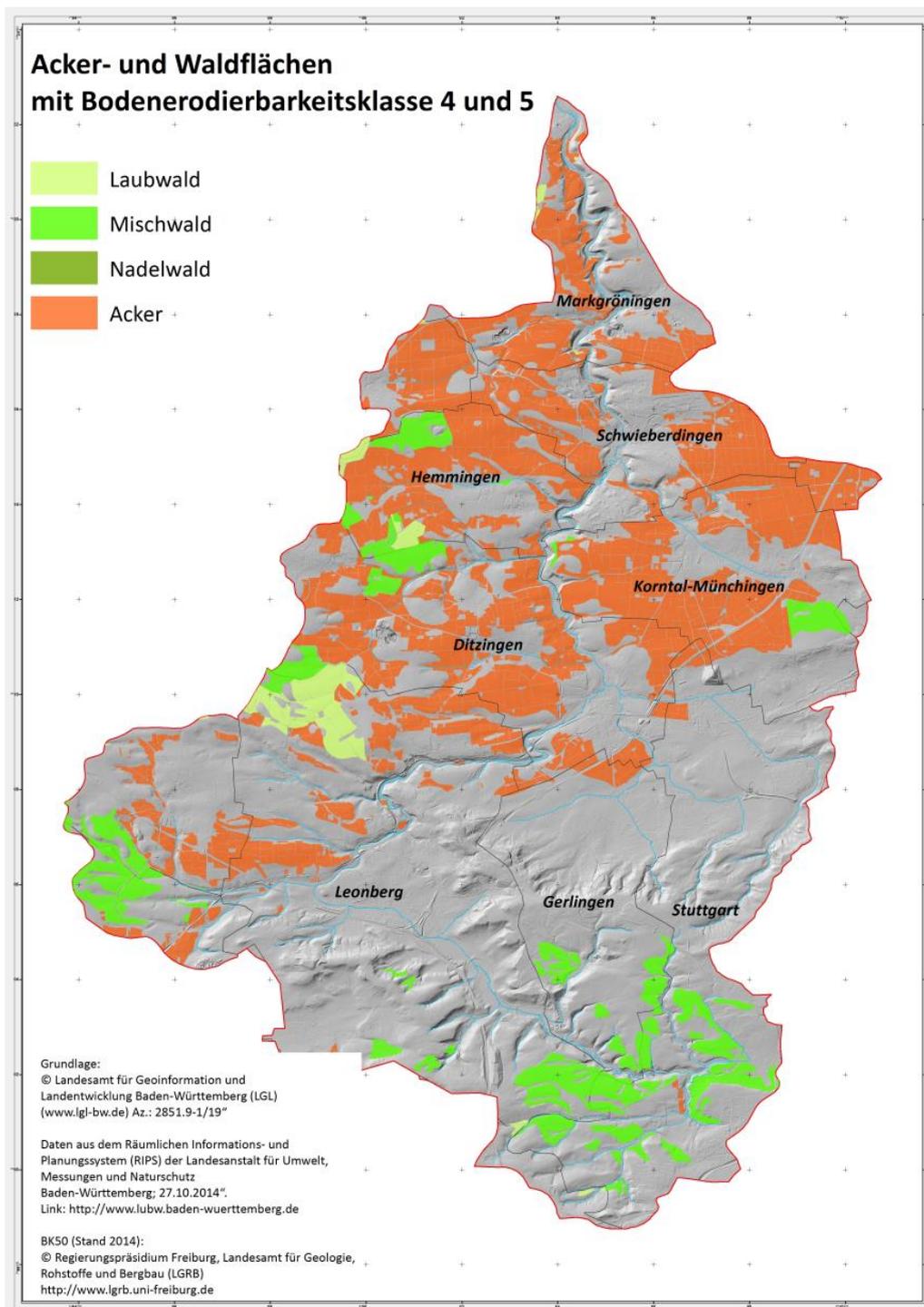


Abbildung 6: Wald- und Ackerflächen im Projektgebiet mit Bodenerodierbarkeitsklasse 4 und 5

#### 4.3 VERANSTALTUNGEN ZUR PROJEKTINITIALISIERUNG

Intention des Kickoffs war, die Details und konkretisierte Terminplanung zum weiteren Vorgehen und zur Einbindung der relevanten Akteure in dem Vorhaben mit den Vertretern aller beteiligten Kommunen abzustimmen. Eine Übersicht über die beteiligten Kommunen im Glems-Einzugsgebiet befindet sich in Abbildung 7.

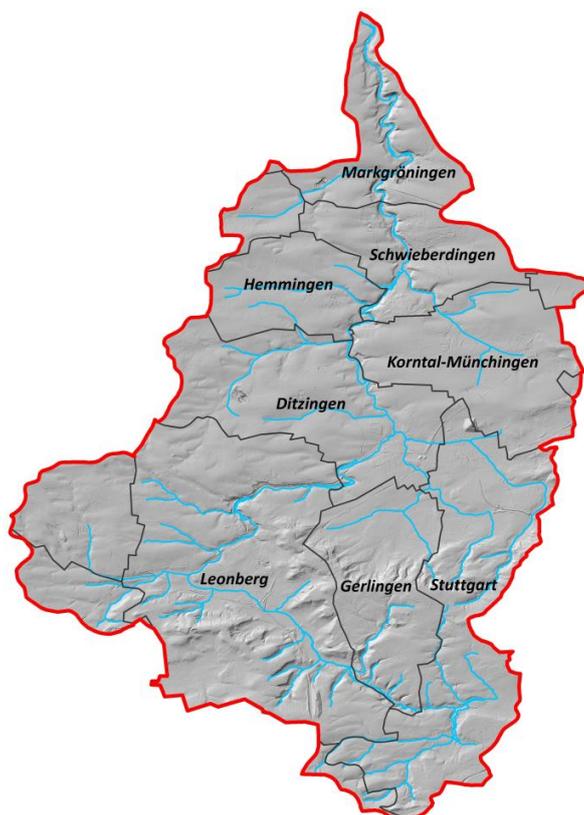


Abbildung 7: Übersicht über das Projektgebiet und die beteiligten Kommunen

#### 4.3.1 KICKOFF

Das Kickoff-Treffen fand schließlich mit neun Teilnehmern am 12. November 2014 von 13 Uhr bis 16 Uhr im Rathaus von Gerlingen statt.

Die Tagesordnung beinhaltete folgende Punkte:

- Begrüßung
- Vorstellungsrunde und Projekterwartungen
- Projektvorstellung
- Zu beteiligende Akteure ermitteln
- Info-Workshop: Inhalte, Termin und Ort
- Weitere Terminplanung: Bedarf, Inhalte
- Finanzielle Abwicklung der kommunalen Leistungen
- Planung der Öffentlichkeitsarbeit, Presse und Projektinternetseite
- Diskussion eines Projektflyers
- Sonstiges

Nach der Projektvorstellung wurden gemeinsam die zu beteiligenden Akteure diskutiert und in Beteiligungslisten zusammengetragen. Dabei wurde sich auf die folgenden Akteure geeinigt:

- Landwirtschaft – Obmänner (Winterversammlung, Feldrundfahrt im Sommer)
- ADFC, Großfirmen (mit vielen Radpendlern) für Radwege
- Landwirtschaftsamt
- Bauhof
- Förster/Forstämter, Jagdpächter
- Geschädigte Landnutzer
- Feldschutz, Naturschutz? („Schadensmelder“)

In die ausgelegten Bodenerodierbarkeitskarten wurden bei der Veranstaltung bereits Flächen durch die kommunalen Vertreter gekennzeichnet, die als kritische Bereiche für Abfluss und Erosion, sog. Brennpunkte, bereits bekannt sind. Diese Bereiche wurden im Anschluss des Kickoffs digitalisiert und in die Bodenerodierbarkeitskarten integriert. Die Karten sind bereits dem Sachstandsbericht beigefügt.

Im Anschluss wurde die Planung und Durchführung der Workshop-Veranstaltungen (Modul 5) besprochen. Es wurde die Einigung erzielt, dass Mitte Januar 2015 zunächst eine zentrale Auftaktveranstaltung stattfinden soll (vgl. Kapitel 4.3.2), in der auf das Projekt aufmerksam gemacht wird sowie den Schwerpunkt auf Ortskenntnis und Umsetzungspartner, d.h. Landwirtschafts-Obmänner, Bauhofsleiter und Revierförster legt. In der Folge soll dann Ende Januar eine Reihe von Veranstaltungen stattfinden (z.B. Winterversammlungen), in der die Obmänner ihre Landwirte über das Projekt informieren und auf die finanzielle Unterstützung bei der Umsetzung von Maßnahmen hinweisen. Ziel ist es, eine höhere Akzeptanz zu erreichen.

Für die Öffentlichkeitsarbeit soll die Presse mit dem Info-Faltblatt über das Projekt und Auftaktveranstaltung informiert werden. Ebenso ist geplant, das Projekt KliStaR auf der Starkregenseite Glems (<http://www.starkregengefahr.de/glems/klistar/>) sowie auf den beteiligten kommunalen Internetseiten (z.B. Korntal-Münchingen: <http://www.korntal-muenchingen.de/,Lde/start/Umwelt+und+Natur/Wasser.html>, Ditzingen: <http://www.ditzingen.de/index.php?id=549>, Gerlingen: <http://www.gerlingen.de/,Lde/start/Rathaus/Hochwasserschutz.html>) und den jeweiligen Amtsblättern zu integrieren.

Der Entwurf des Info-Faltblatts wurde vorgestellt und Änderungswünsche wurden vorgebracht. Der endgültige Flyer ist diesem Bericht angehängt (vgl. Kapitel 4.2.2 und Abbildung 84 im Anhang).

#### **4.3.2 AUFTAKT**

Am 14. Januar 2015 fand schließlich die Auftaktveranstaltung zu KliStaR mit 30 Teilnehmern im Rathaus von Ditzingen statt.

Die Tagesordnung beinhaltete folgende Punkte:

- Begrüßung
- Vorstellungsrunde und Projekterwartungen
- Vorgeschichte: Starkregengefahrenkarten Glems
- KliStaR Projektvorstellung
- Diskussion: Kennzeichnung abflusskritischer Bereiche in den Karten (Brennpunkte) und Sammlung Maßnahmen-Ideen (in Kleingruppen)
- Weitere Projekterwartungen
- Ergänzende Akteure ermitteln
- Lokale Info-Workshops (Termin, Ort, Inhalte)
- Öffentlichkeitsarbeit, Presse und Projektinternetseite
- Sonstiges

Neben den Projektpartnern der acht beteiligten Glems-Kommunen nahmen auch Obmänner der Landwirtschaftsverbände, Landwirte, Revierförster und Vertreter der zuständigen Landratsämter aus den Bereichen Wasser-, Land-, Forstwirtschaft und Bodenschutz an dem Treffen teil.



Abbildung 8: Auftaktveranstaltung in Ditzingen: Runder Tisch

Hier wurde das KliStaR-Projekt in einem Vortrag durch die Projektpartner zunächst vorgestellt. Es wurde darauf hingewiesen, dass im Unterschied zu den Starkregengefahrenkarten hier die Anpassungsstrategien an den Klimawandel in den Außenbereichen (Land- und Waldwirtschaftsflächen) im Vordergrund stehen. Zudem unterstützt KliStaR den im Rahmen der Starkregengefahrenkarten begonnenen Hochwasserrisikomanagementprozess. Es handelt sich um ein Modellprojekt, das die „Betroffenen“ (Land- und Forstwirte, Kommunen) von Anfang an am Planungsprozess beteiligt und das Impulse für landesweite Umsetzung geben kann.

Nach dem Vortrag hatten die Teilnehmer in drei Arbeitsgruppen die Möglichkeit, abfluss- und erosionskritische Bereiche auf land- und forstwirtschaftlichen Flächen, sog. „Brennpunkte“ in die ausgelegten Bodenerodierbarkeitskarten einzutragen.



Abbildung 9: Auftaktveranstaltung in Ditzingen: Arbeitsgruppen

Als Ergebnis des Auftakttreffens können folgende Punkte festgehalten werden (siehe auch Protokoll vom 14.01.2015 im Anhang):

- Es sind praktikable Lösungen notwendig
- Weitere Entwicklungen, wie z.B. Bodenversiegelung, haben ebenfalls erhebliche Auswirkungen auf zunehmende Abflussproblematik

- Anpassung des Hochwasserfonds wünschenswert, so dass Verwaltungsaufwand geringer wird und Nutzbarkeit für kleinere Ereignisse möglich wird
- Verbesserter, d.h. fachübergreifender, also „intelligenter“ Wegebau erforderlich
- Ergänzungs-/Fördermöglichkeiten mit bestehenden Umweltschutzprogrammen wie „Greening“ in der Landwirtschaft oder Ökopunkte/Ökokonto in den Kommunen aufzeigen
- Bestehende Infrastrukturen besser nutzen bzw. reaktivieren z.B. durch verbesserte Grabenpflege
- Bekannte Maßnahmen auflisten: Die Steckbriefe zu landwirtschaftlichen Hochwasserschutzmaßnahmen aus dem AMEWAM-Projekt werden zur Verfügung gestellt (<https://www.uni-hohenheim.de/i410a/steckbriefe/HochwasserSteckbriefe.pdf>).
- Konkrete Maßnahmen können nur lokalspezifisch vorgeschlagen werden
- Es können und sollen politische Impulse gesetzt werden

Des Weiteren wurde empfohlen, die geplanten Info-Workshops durch lokale Ortstermine und Diskussionsrunden bei den zentralen Brennpunktgebieten abzulösen, da dadurch eine bessere Identifikation der Akteure mit den Standorten erwartet werden kann.

#### 4.4 AUFBEREITUNG UND PARAMETRISIERUNG

Die Aufbereitung der Daten für die Erosionsmodellierung mit LISEM bezieht sich zum einen auf das Analysieren und Anpassen von Raumdaten (z.B. Relief, Landnutzung, Boden), zum anderen auf das Berechnen und Einfügen von Zusatzinformationen (z.B. Feldfruchtverteilung, bodenphysikalische Kennwerte). Die Aufbereitung der Grundlagendaten, die Parametrisierung sowie die Dateneingaben für das Erosionsmodell LISEM wird in Abbildung 10 schematisch dargestellt. Weitere räumliche Daten wie Luftbilder oder Topographische Karten dienen zum einen als kartographischer Hintergrund, zum anderen für die Ermittlung der tatsächlichen Schlaggrößen der Ackerflächen.

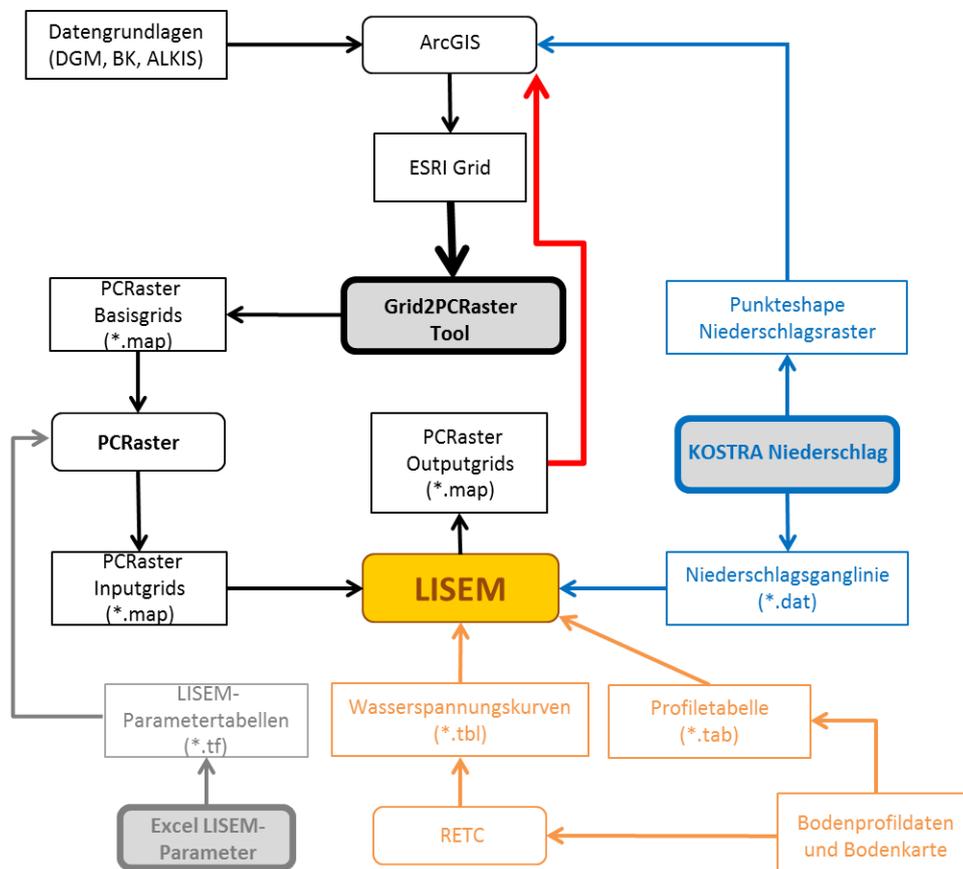


Abbildung 10: Datenaufbereitung und -eingabe für LISEM

Die Aufbereitung der Datengrundlage erfolgt in dem Geographischen Informationssystem ArcGIS Version 10.2. Die Daten werden dabei in ein Raster mit einer Auflösung von 5 x 5 m umgewandelt, da die Erosionsmodellierung im 5-Meter-Raster durchgeführt wird. Da das Untersuchungsgebiet aufgrund der rechentechnischen Limitation des Erosionsmodells nicht komplett simuliert wird, werden Teileinzugsgebiete berechnet. Das heißt, dass alle Eingabekarten auf das jeweilige Einzugsgebiet geschnitten werden müssen.

LISEM benötigt die ArcGIS-Grids schließlich im sog. PCRaster-Format (\*.map). Für die Konvertierung der ESRI-Grids ins PCRaster-Format wird ein von geomer entwickelter Konverter („Grid2Raster“-Werkzeug) verwendet, in dem der Datenaustausch automatisiert erfolgt. Dies erfolgt über den Aufruf einer Programm-bibliothek (Geospatial Data Abstraction Library – GDAL), die verschiedene geographische Rasterformate umwandeln kann (<http://www.gdal.org/>).

#### 4.4.1 BASISKARTEN UND EINGABEKARTEN

Als Basiskarten für die Erosionsmodellierung dienen das Digitale Geländemodell, die Nutzungs- und die Bodenkarte. Alle weiteren Eingabekarten für LISEM werden aus den Basiskarten und aus Parametertabellen (\*.tf) in PCRaster erstellt. LISEM benötigt Karten zu den Themen Einzugsgebiet, Vegetation und Landnutzung, Bodenoberfläche, Erosion und Infiltration. Des Weiteren werden für die Erzeugung der Landnutzungs-, Vegetations-, Bodenoberflächen- und Erosionskarten verschiedene Parameter benötigt. Diese sind in Tabelle 4 zusammengefasst.

Die Parameterwerte sind teilweise monatsabhängig (z.B. Vegetationshöhe, Blattflächenindex) und werden aus dem KLIWA Projekt von Schipper et al. (2014) übernommen. Sie basieren überwiegend auf Literaturwerten und beziehen sich auf den Ist-Zustand, d.h., es erfolgt keine Anpassung für die Zukunft (vgl. Tabelle 5). Die Parameter sowie die Eingabekarten werden im Kapitel „Eingabedaten LISEM“ im Anhang näher erläutert.

Tabelle 4: LISEM-Parameter und deren Quellen

| Parametergruppe                        | Parameter                      | Einheit | Quelle   |
|--|--------------------------------|---------|--|
| Reliefparameter                        | Einzugsgebiet                  | -       | DGM  |
|  | Fließrichtung                  | -       | DGM  |
|  | Hangneigung                    | °       | DGM  |
| Bodenparameter                         | Aggregatstabilität             | -       | Stolte (2003), De Roo (1994)   |
|  | Kohäsion (Wurzeln, Boden)      | kPa     | Stolte (2003), De Roo (1994)   |
|  | Median Korngröße (D50)         | µm      | Bodenkarten, -profile, BGR (2005)  |
|  | Matrixpotential                | cm      | Renger et al. (2008), Van Genuchten et al. (1991)  |
|  | Hydraulische Leitfähigkeit     | cm/d    | Renger et al. (2008), Van Genuchten et al. (1991), Bodenkarte, -profile, BGR (2005)              |
|  | Bodenschichten                 | cm      | Bodenkarte, -profile, BGR (2005)   |
| Landnutzungs- und Vegetationsparameter | Blattflächenindex              | -       | Bronstert et al. (2000), Hough (1990), Schrödter (1985), Menzel (1997), Oehmichen (1986)         |
|  | Bodenbedeckungsgrad            | -       | Bronstert et al. (2000), Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (1996)                      |
|  | Vegetationshöhe                | m       | Bronstert et al. (2000)  |
|  | Oberflächenrauigkeit           | cm      | Stolte (2003)  |
|  | Rauigkeitsbeiwert nach Manning | -       | Stolte (2003), Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (1996), De Roo (1994), Gerlinger 1997 |
|  | Weg- bzw. Straßenbreite        | m       | abgeschätzt (5 m)  |

## Digitales Geländemodell

Für das Glems-Einzugsgebiet wird das Digitale Geländemodell im 1-Meter-Raster (Stand: 2011) durch die LUBW zur Verfügung gestellt. Für die Erosionsmodellierung wird das DGM in ein 5-Meter-Raster umgerechnet. Das DGM wird nicht als direkte Eingabe in LISEM verwendet. Aus ihm werden zum einen die zu modellierenden Teileinzugsgebiete im Projektgebiet ermittelt. Zum anderen werden weitere Eingabekarten (z.B. Fließrichtung (Idd.map), Hangneigung (grad.map), Gebietsauslass (outlet.map)) in PCRaster für die Erosions- und Abflussmodellierung mit LISEM generiert.

## Landnutzung

Die Landnutzungsinformationen (Wald, Grünland, Siedlung, Straße, Ackerfläche usw.) werden aus dem Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS, Stand: 2015), das ebenfalls von der LUBW zur Verfügung gestellt wird, entnommen. Hier werden in ArcGIS den Nutzungsarten unterschiedliche LISEM-IDs zugeordnet (Tabelle 5).

Tabelle 5: Zuordnung der Nutzungsart aus ALKIS zu den Landnutzungsgruppen für die LISEM-Modellierung

| ALKIS UNTERART_N                                 | LISEM-ID | LISEM-Gruppierung | LISEM-Nutzung                |
|--|----------|-------------------|------------------------------|
| Ackerland (Details s.u.)                         | 99       |                   | wird mit Feldfrüchten belegt |
| Bach   | 201      | WAS               | Wasser                       |
| Bahnverkehr                                      | 302      | HOF               | Siedlung                     |
| Betriebsfläche Entsorgungsanlage                 | 302      | HOF               | Siedlung                     |
| Brachland  | 102      | GL                | Grünland                     |
| Campingplatz                                     | 105      | SOB               | Obst                         |
| Fläche besonderer funktionaler Prägung           | 302      | HOF               | Siedlung                     |
| Fläche gemischter Nutzung                        | 302      | HOF               | Siedlung                     |
| Fluss  | 201      | WAS               | Wasser                       |
| Friedhof   | 105      | SOB               | Obst                         |
| Gartenland                                       | 105      | SOB               | Obst                         |
| Gebäude- und Freifläche Entsorgungsanlage        | 302      | HOF               | Siedlung                     |
| Gebäude- und Freifläche Erholung                 | 302      | HOF               | Siedlung                     |
| Gebäude- u. Freifläche Industrie und Gewerbe     | 302      | HOF               | Siedlung                     |
| Gebäude- u. Freifläche Sport, Freizeit, Erholung | 302      | HOF               | Siedlung                     |
| Gebäude- und Freifläche Versorgungsanlage        | 302      | HOF               | Siedlung                     |
| Gehölz   | 109      | GEH               | Gehölz                       |
| Graben   | 101      | BOE               | Böschung, Schutzstreifen     |
| Grünanlage                                       | 105      | SOB               | Obst                         |
| Grünland   | 102      | GL                | Grünland                     |
| Halde  | 302      | HOF               | Siedlung                     |
| Handel und Dienstleistungen                      | 302      | HOF               | Siedlung                     |
| Heide  | 102      | GL                | Grünland                     |
| Kanal  | 201      | WAS               | Wasser                       |
| Lagerplatz                                       | 302      | HOF               | Siedlung                     |
| Laub- und Nadelholz                              | 107      | MW                | Mischwald                    |
| Laubholz   | 104      | LW                | Laubwald                     |
| Nadelholz  | 103      | NW                | Nadelwald                    |
| Parkplatz  | 302      | HOF               | Siedlung                     |

| ALKIS UNTERART_N              | LISEM-ID | LISEM-Gruppierung | LISEM-Nutzung     |
|-------------------------------|----------|-------------------|-------------------|
| Platz                         | 302      | HOF               | Siedlung          |
| See                           | 201      | WAS               | Wasser            |
| Straßenverkehr                | 305      | WGB               | Weg (befestigt)   |
| Tagebau/Grube/Steinbruch      | 302      | HOF               | Siedlung          |
| Übungsgelände                 | 302      | HOF               | Siedlung          |
| Unland/Vegetationslose Fläche | 102      | GL                | Grünland          |
| Weg                           | 304      | WGU               | Weg (unbefestigt) |
| Weingarten                    | 106      | SWN               | Wein              |
| Wohnbaufläche                 | 302      | HOF               | Siedlung          |

Die Feldfruchtverteilung auf die Ackerbewirtschaftungseinheiten, die aus mehreren Flurstücken bestehen können, wurde folgendermaßen vorgenommen:

- Es wurde eine Aggregation von den kleineren Flurstücken zu den größeren Bewirtschaftungseinheiten durchgeführt, so dass dann auch deren höheres Erosionsrisiko berücksichtigt wird:
  - Hierzu wurden in einem ersten Schritt eine objektbasierte Bildanalyse durchgeführt, bei der Luftbilder (Digitale Orthophotos = DOP) des Einzugsgebietes einem Klassifikationsprozess unterzogen werden und somit (i) die Auswahl der gewünschten Ackerflächen anhand des ALKIS und (ii) ein Segmentierungsprozess stattfand. Bei diesem werden, basierend auf den spektralen Eigenschaften der Luftbilder („Farben im Bild“), Bildsegmente / -Objekte erstellt, d.h. benachbarte Pixel mit ähnlichen spektralen Eigenschaften zu Objekten zusammengefasst und als Shapefile ausgegeben. Dieser automatisierte Prozess beruht auf einer ruleset-Entwicklung von S. Klett (2014, pers. Mitteilung), die ausschließlich für das KliStaR-Projekt freundlicherweise zur Verfügung gestellt wurde und von G. Warth (2015, pers. Mitteilung) auf das Projektgebiet projiziert wurde.
  - In einem zweiten Schritt wurde das Shapefile zunächst in ein Raster umgewandelt mit FID's (Feature Identities) als Wertausgabe. Mit Hilfe einer GIS-basierten Zonenstatistik werden die häufigsten Werte des Rasters auf die Ackerflächen in ALKIS zugewiesen und ein neues Raster erzeugt. Das neu erzeugte Raster wird wiederum in ein Flächen Shapefile konvertiert.
  - Abschließend wurde noch eine visueller Abgleich mit den Luftbildern und bei Bedarf manuelle Nachkorrekturen mit geringem Aufwand durchgeführt.
- Die Informationen zum Anbauumfang der Feldfrüchte in den Teileinzugsgebieten bzw. den Gemeindebieten im Projektraum wurden aus der Agrarstatistik des Jahres 2010 (<http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de>) von den betroffenen Gemeinden hochgerechnet. Dabei wurden die Feldfrüchte vier vereinfachenden Feldfruchtgruppen zugewiesen, die das unterschiedliche Erosions- und Abflussrisiko repräsentieren (siehe Tabelle 6).
- Anschließend fand für jede Kommune eine anteilsgemäße Zufallsverteilung der vier Feldfruchtgruppen auf die Ackerflächen jeweils einer Kommune in vierfacher Wiederholung statt. Für die LISEM-Modellierungen wurde abschließend für jede Kommune im Projektgebiet die gleichmäßigste Verteilung ausgewählt. Die anteilmäßige Verteilung der Feldfruchtgruppen im gesamten Projektgebiet ist in Abbildung 11 dargestellt, Details befinden sich in der Tabelle 23 im Anhang. Abbildung 13 zeigt die Landnutzung und Zufallsverteilung der Feldfrüchte exemplarisch für das Teileinzugsgebiet Aischbach-Tal in Korntal-Münchingen.

Tabelle 6 Gruppierung von Feldfrüchten aus der Agrarstatistik mit vergleichbarer Wirkung auf das Erosions- und Abflussgeschehen zu vereinfachenden Feldfruchtgruppen

| Vereinfachende Feldfruchtgruppe | Feldfrüchte aus der Agrarstatistik  |
|---------------------------------|---|
| Mais                            | Silomais<br>Körnmais<br>CornCopMix<br>Kartoffel<br>Gartenbauerzeugnisse     |
| Zuckerrübe                      | Zuckerrübe<br>Handelsgewächse außer Winterraps                              |
| Sommergetreide                  | Sommerweizen<br>Sommergerste<br>Hafer                                       |
| Wintergetreide                  | Winterweizen<br>Wintergerste<br>Roggen<br>Triticale<br>Winterraps<br>Brache |

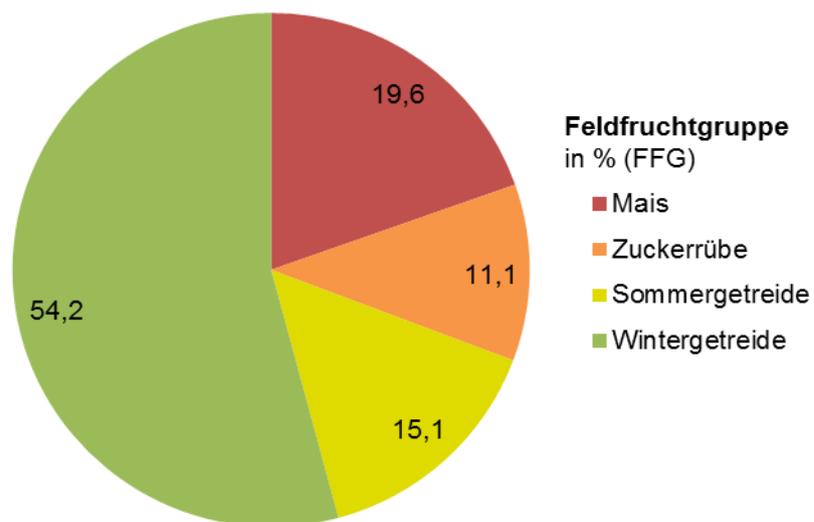


Abbildung 11: Anteil der Feldfruchtgruppen am Anbauumfang aller ackerbaulichen Kulturpflanzen im KliStaR-Projektgebiet entsprechend dem Einzugsgebiet der Glems



Abbildung 12: Ergebnis der Aggregation von kleineren Flurstücken (schwarze Linien) zu größeren Bewirtschaftungseinheiten nach (i) Luftbildsegmentierung (weiße Linien; n. Klett 2015, pers. Mitt.) und (ii) anschließender Objekttaggregation mit Zonenstatistik (rote Linien) am Beispiel der Luftbildkachel 34995411 vom TEZG Aischbach in Korntal-Münchingen. Manuelle Nachkorrekturen sind aufgrund visueller Endprüfung ggf. noch erforderlich.

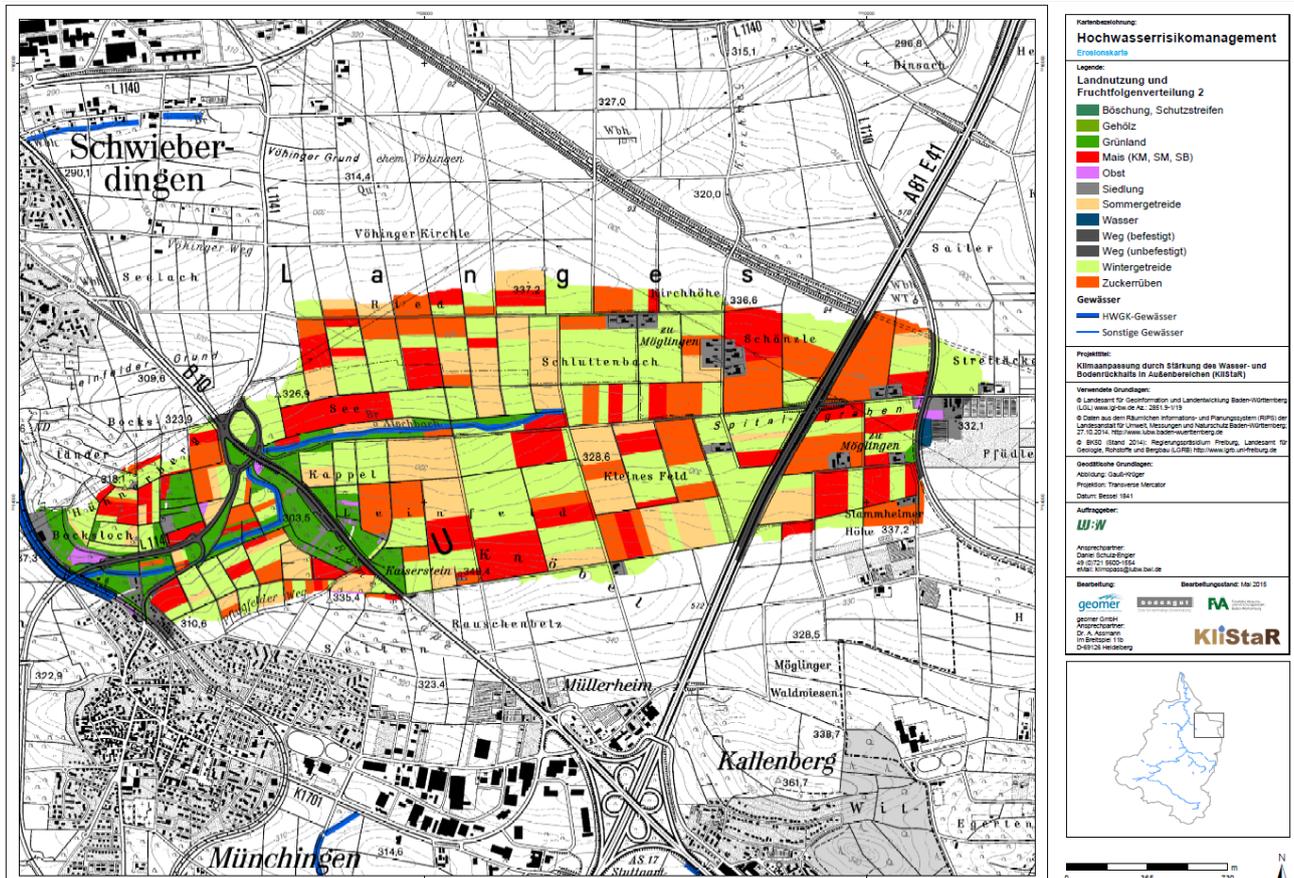


Abbildung 13: Landnutzung und Ergebnis der Zufallsverteilung der vier repräsentativen Feldfrüchte im Brennpunktgebiet Aischbach / Korntal-Münchingen

## Bodenkarte

Die Bodenkarte im Maßstab 1:50.000 (BK 50) für das gesamte Glems-Einzugsgebiet wird vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau aus Freiburg zur Verfügung gestellt (LGRB/Waldmann, pers. Mittlg. 2014). Aus der BK 50 werden die bodenphysikalischen Bodeninformationen und die Bodentypen abgeleitet. Für die Erosionsmodellierung mit LISEM werden zunächst den Bodeneinheiten willkürlich verschiedene IDs zugeordnet und anschließend in ein Raster mit 5 x 5 m konvertiert.

Aus der Bodenkarte und der zugehörigen Attributtabelle des LGRB lassen sich Bodenart und bodenphysikalische Kennwerte für die einzelnen Horizonte der generalisierten Bodenbeschreibungen von den Kartiereinheiten ableiten, die für die Modellierung mit LISEM notwendig sind (siehe Tabelle 7).

Tabelle 7: Inhalte der Bodenprofil-Datei der BK50

| Kennwert         | Bodenbeschreibung (BK50) | Zielgröße                 |
|------------------|--------------------------|---------------------------|
| Schichttiefen    | ja (cm)                  | Untergrenze in cm         |
| Feinboden/Textur | ja (Kürzel)              | Standard n. BGR 2005      |
| TRD              | nein                     | TRD in kg/dm <sup>3</sup> |
| ELD              | Klassen (Nr.)            | TRD in kg/dm <sup>3</sup> |
| Kf-Wert          | Nein                     | Kf-Wert in cm/d           |
| D50-Wert         | nein                     | D50-Wert                  |
| Grobboden        | Klassen                  | -                         |

TRD = Trockenrohdichte des Bodens

Zielgröße ist pauschalisierter Schätzwert: A-Horizont = 1,3 kg/dm<sup>3</sup>, B und BC-Horizonte = 1,5 kg/dm<sup>3</sup>

ELD = effektive Lagerungsdichte des Bodens

Kf-Wert = gesättigte Wasserleitfähigkeit

Zielgröße ist Tabellenwert nach KA5 (BGR 2005), basierend für Feinboden und TRD, für Gestein nach Grimmelmann et al. (1997) und Müller&Waldeck (2011)

D50-Wert = (interpolierter) Körnungsdurchmesser auf der Sieblinie bei 50%-Feinboden

Die **Bodenprofile mit den Schichttiefen** und Schichtmächtigkeiten wurden aus der Attributtabelle zur Bodenkarte (1:50.000) des LGRB abgeleitet. Dabei wurden die Mächtigkeiten der maximal drei Bodenhorizonte je Bodenprofil zwecks der für LISEM erforderlichen Standardisierung jeweils auf den nächstliegenden 5er- oder 10er-Wert (also z.B. auf 15 oder auf 50 cm) ab- bzw. aufgerundet. Weiterhin wurde der unterste Bodenhorizont einheitlich auf 200 cm gesetzt, da entsprechende Sensitivitätsanalysen mit LISEM hierbei plausible Ergebnisse lieferten (Schipper et al. 2014). Dies ist u.a. damit zu begründen, dass LISEM ansonsten je nach Modelleinstellung eine völlig ungehinderte oder eine völlig gehemmte Wasserinfiltration in dem Raum annimmt, die unter dem untersten Horizont folgt.

Zur Bestimmung der **Korngrößenverteilung** wurde das geometrisches Mittel jeweils der Sand-, Schluff- und Tonanteile aus allen Bodenartenoptionen eines Horizonts nach BGR 2005 (Seite 144ff, Tabelle 30) berechnet. So ergibt sich z.B. bei Lt2 (30 % T, 40 % U) und Tu2 (50 % T, 38,6 % U) und Tl (55 %, 22,5 % U) ein geometrisches Mittel für Ton von 45,0 %, für Schluff von 33,7 % und für Sand von 21,3 % (= Differenz zu 100 %).

Die **Trockenrohdichte** der Böden ist in den Attributtabelle zur Bodenkarte (1:50.000) des LGRB nicht hinterlegt, so dass die weitere Berechnung bodenphysikalischer Modelleingangswerte mit pauschalisierten Schätzwerten im mittleren Bereich durchgeführt werden mussten. Dabei waren die Zielwerte für A-Horizonte = 1,3 kg/dm<sup>3</sup> sowie B und BC-Horizonte = 1,5 kg/dm<sup>3</sup>.

Der **D50-Wert** ist der Median, d.h. das 50 %-Perzentil der Korngröße, und wird in der Regel abgeleitet aus der Korngrößenverteilungskurve. Basierend auf den Angaben zur Bodenart in den Bodenprofilaten des LGRB wurden zunächst die mittleren Massenanteile der Kornfraktionen von einzelnen Bodenarten nach BGR (2005, Seite 144 ff., Tabelle 30) in Abhängigkeit von Körnungsdurchmesser in ein Koordinatensystem eintragen, anschließend die Einzelwerte linear verbunden (= Erzeugung der Sieblinie), und letztlich die XY-Koordinate von der Sieblinie bei 50%-Massenanteil ermittelt. Für die Bodenart Su2 ergibt sich somit z.B. ein D50-Wert 0,7894.

Für die Simulation der **Wasserinfiltration** wurde die SWATRE-Methode im LISEM-Modell gewählt. Dieser zweidimensionale physikalische Ansatz basiert auf der RICHARDS-Gleichung und berücksichtigt den vertikalen Wassertransport und die Änderung des Matrixpotentials während eines Niederschlagsereignisses in tiefenunabhängige und bis zu 20 Bodenschichten. Für die SWATRE-Methode sind die bodenphysikalischen Kennwerte Wassergehalt an der Feuchtefront ( $\theta$ ), Matrixpotential ( $\Psi$ ) sowie die ungesättigte hydraulische Leitfähigkeit ( $K$ ) in Form von Wasserspannungskurven notwendig.

Die **Wasserspannungskurven** (Retentionskurven) wurden mit dem RETC-Programm (RETention-Curve program for unsaturated soils) (Van Genuchten et al. 1991) generiert.

Für die **Anfangsbodenfeuchte** wurde ein pauschales Matrixpotential von -200 hPa gewählt (Details siehe Kapitel 3.1.3)

#### 4.4.2 NIEDERSCHLAGSDATEN

Für die Erzeugung der Niederschlagsgangliniendatei sowie einer Karte mit räumlichen Bezug zu den Niederschlagswerten werden die Niederschlagsdaten aus der digitalen Datenbank für KOordinierte-STarkregen-Regionalisierungs-Auswertungen (KOSTRA) des Deutschen Wetterdienstes (DWD) (KOSTRA-DWD 2000, Deutscher Wetterdienst 2005) herangezogen. Für Deutschland werden diese vom DWD auf Basis der DWA-Regeln (Deutscher Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V) zur Bemessung von wasserwirtschaftlichen Anlagen erfasst (Dyck & Peschke 1995). Die Auswertung wird in Form einer digitalen Datenbank für den Beobachtungszeitraum von 1951 bis 2000 (<http://www.itwh.de/software/software-produkte/produkt-detailansicht/kostra-dwd-2000.html>, letzter Aufruf am 20.04.2014) bereitgestellt. Die KOSTRA-Daten enthalten punktuell ermittelte Starkniederschlagshöhen in Abhängigkeit von verschiedenen Dauerstufen (D) und Wiederkehrzeiten (T) (Jährlichkeiten) in mm. Diese werden für Rasterfelder mit einer Fläche von 71,5 km<sup>2</sup> flächendeckend für Deutschland zur Verfügung gestellt (DWD 2005). Für KliStaR wird das Raster für Baden-Württemberg mit Niederschlagshöhen für die Dauerstufe von 60 Minuten bei einer 10-jährlichen und 50-jährlichen Wiederkehrzeit (T) jeweils im sechs Minuten Intervall verwendet. Um hier nicht das „worst case“-Szenario abzubilden, wird sich auf das 10-jährliche Ereignis festgelegt. Die 50-jährliche Wiederkehrzeit wird berücksichtigt, um zu ermitteln, wie sich das Erosions- und Abflussgeschehen bei einem Extremereignis verhält.

Die KOSTRA Rasterkarten liegen als Punktdatensätze vor, deren Mittelpunkte in ArcGIS übertragen und schließlich in ein Raster mit einer Auflösung von 5 x 5 m konvertiert werden können. Das Projektgebiet wird von insgesamt neun KOSTRA-Niederschlagsrastern abgedeckt (siehe Abbildung 14). Die Rasterflächen werden entsprechend von eins bis neun durchnummeriert. Bei der Erosionsmodellierung mit LISEM stellt diese „Id“ schließlich den räumlichen Bezug zur unten näher erläuterten Niederschlagsgangliniendatei her, d.h. es wird eine Karte mit der räumlichen Verteilung des Niederschlags in Form eines Rasters benötigt. In den jeweiligen modellierten Teileinzugsgebieten befinden sich dann nicht mehr alle neun KOSTRA Nieder-

schlagsraster, da alle Eingabekarten auf das jeweilige Einzugsgebiet geschnitten werden müssen. Entsprechend müssen dann auch die Niederschlagsgangliniendateien (s. u.) angepasst werden. So wird beispielsweise das Teileinzugsgebiet des Aischbachs in Korntal-Münchingen von zwei KOSTRA-Punkten abgedeckt.

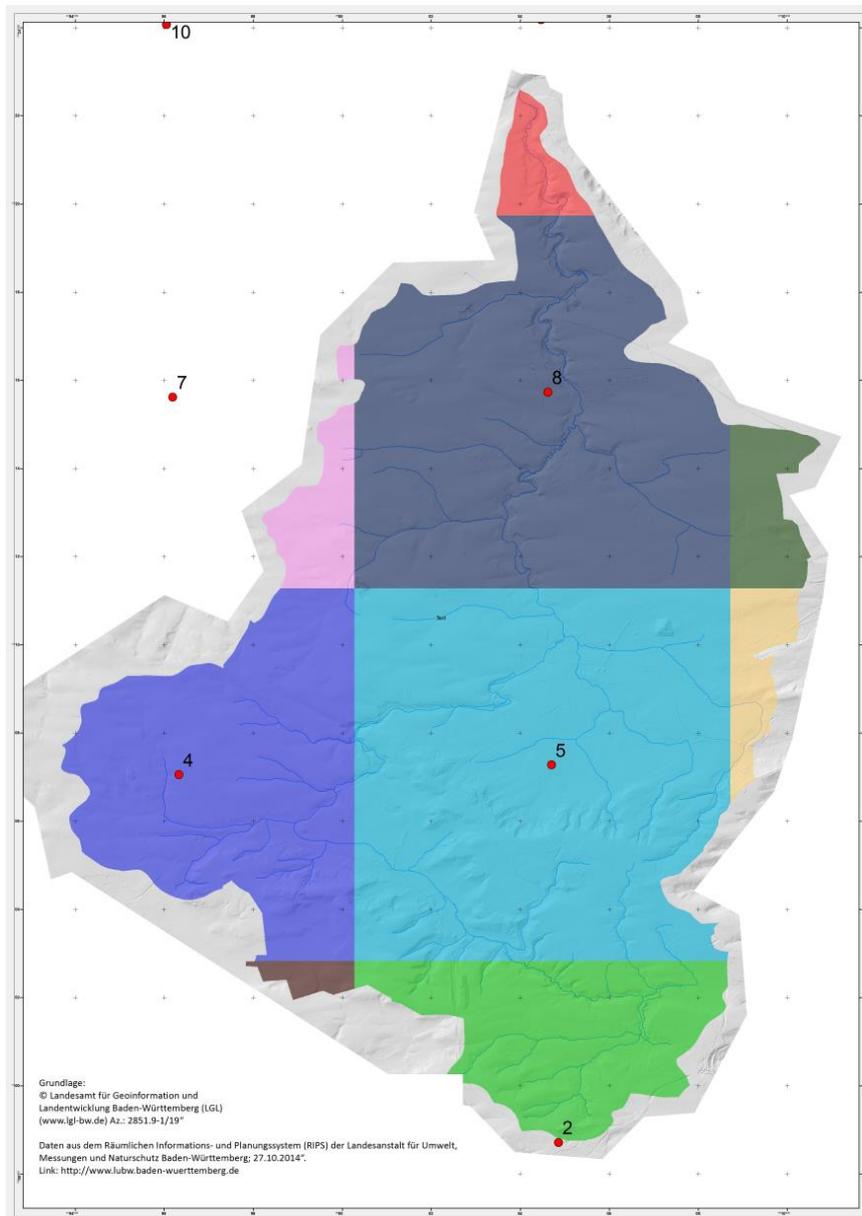


Abbildung 14: Lage der KOSTRA-Niederschlagsraster im Glems-Einzugsgebiet

Die mittleren Niederschlagssummen der 10- und der 50-jährlichen Wiederkehrzeiten der neun KOSTRA-Niederschlagsraster sind in der folgenden Tabelle dargestellt. Bei den Summen für die nahe und ferne Zukunft sind die Klimasignale der Klimaentwicklungsstudie für Baden-Württemberg der LUBW (2013) berücksichtigt (vgl. Kapitel 3.1.2). Demnach ist für die Niederschlagsmenge der nahen Zukunft im Median mit einer Zunahme der Starkniederschlagshöhe von 6,5 % und in der fernen Zukunft von 12,8 % zu rechnen.

Tabelle 8: Mittelwert der Niederschlagsmengen der KOSTRA-Niederschlagsraster im Glems-Einzugsgebiet

| Wiederkehrzeit | Niederschlagsmenge [mm]      |                               |                                |
|----------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
|                | Ist-Zustand<br>(1971 – 2000) | Nahe Zukunft<br>(2021 – 2050) | Ferne Zukunft<br>(2071 – 2100) |
| D60T10         | 35,2                         | 37,5                          | 39,8                           |
| D60T50         | 47,6                         | 50,7                          | 53,7                           |

Die zeitliche Verteilung der verwendeten Niederschlagssummen im Glems-Einzugsgebiet wird schließlich über den Verlauf eines endbetonten Niederschlages durch die Niederschlagsintensität (mm/h) dargestellt (siehe Abbildung 15). Die Niederschlagsverteilung wird auf eine Niederschlagsganglinie mit einer Niederschlagsmenge von 100 mm pro Stunde normiert.

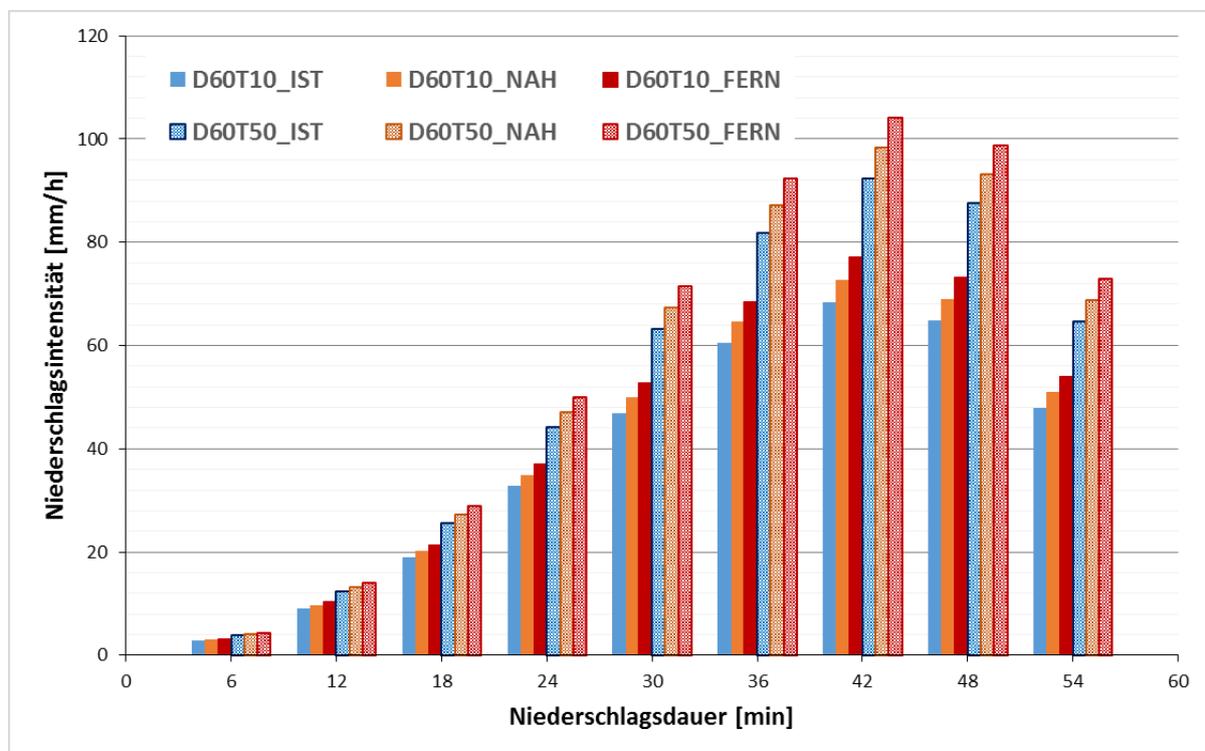


Abbildung 15: Zeitlicher Verlauf der endbetonten mittleren KOSTRA-Niederschlagsganglinien im 6-Minuten-Intervall im Glems-Einzugsgebiet (10-jährliche (D60T10) und 50-jährliche (Wiederkehrzeit))

Die Verteilung der Niederschlagsmengen für den endbetonten Verlauf stammt aus dem Anwenderhandbuch eines Softwarepaktes zur Hochwasseranalyse des Institutes für Hydrologie und Wasserwirtschaft der Universität Karlsruhe (IHW) zur Ermittlung von zeitlichen Verteilungen für Bemessungsniederschläge (Ihringer und Kron 1993).

LISEM benötigt die Niederschlagsgangliniendatei (\*.dat) in Form einer ASCII Textdatei. Diese ist für das 10-jährliche Ereignis für alle neun KOSTRA Niederschlagsraster im Glems-Einzugsgebiet beispielhaft in Abbildung 16 dargestellt. Diese muss folgendermaßen aufgebaut sein: Die erste Zeile besteht aus einem vorgegebenen Text sowie aus der Anzahl der Niederschlagsraster (hier: 9). LISEM kann den Niederschlag beliebig vieler Niederschlagsraster einlesen. Von der zweiten bis zehnten Zeile stehen die Namen der Raster (z.B. station\_1, station\_2, usw.), wie sie auch in der oben erwähnten Niederschlagskarte zu finden sind. Nach

einer Leerzeile folgt dann schließlich die Niederschlagsganglinie: die erste Spalte gibt die Zeit in Minuten, die zweite bis zur neunten Spalte die Niederschlagsintensität (mm/h) an.

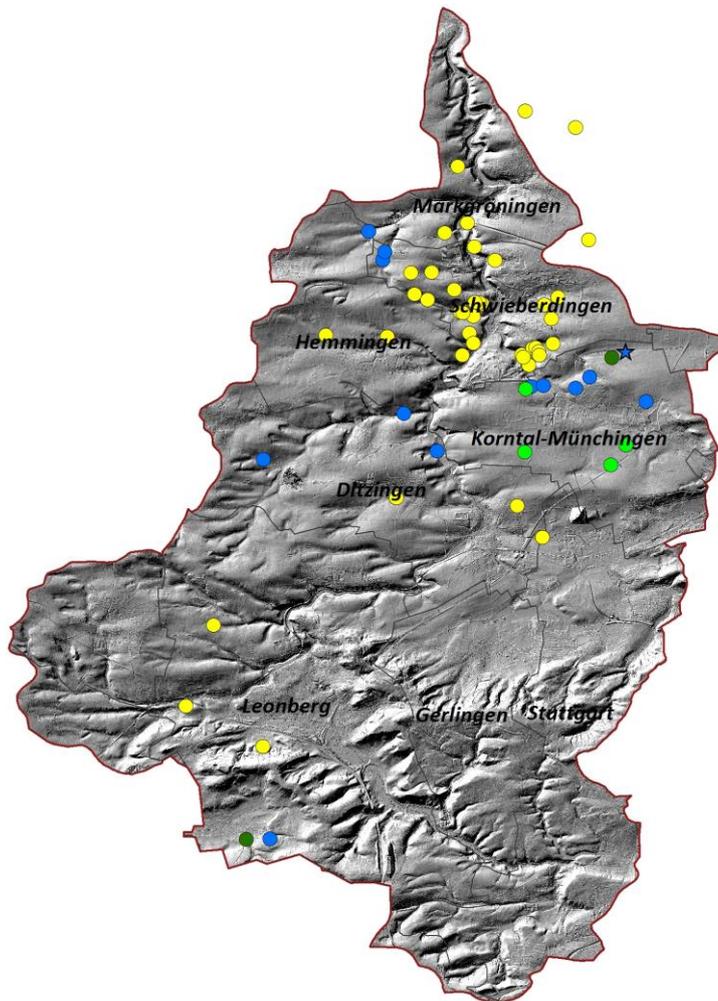
| Time (min) | station_1 | station_2 | station_3 | station_4 | station_5 | station_6 | station_7 | station_8 | station_9 |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| 6          | 2.9       | 3.0       | 2.8       | 2.8       | 3.2       | 2.6       | 2.7       | 2.8       | 2.6       |
| 12         | 9.6       | 9.7       | 9.0       | 9.0       | 10.3      | 8.4       | 8.9       | 9.0       | 8.4       |
| 18         | 19.9      | 20.1      | 18.8      | 18.8      | 21.5      | 17.4      | 18.5      | 18.8      | 17.4      |
| 24         | 34.2      | 34.6      | 32.4      | 32.4      | 37.0      | 30.0      | 31.9      | 32.4      | 30.0      |
| 30         | 48.9      | 49.5      | 46.3      | 46.3      | 52.9      | 43.0      | 45.6      | 46.3      | 43.0      |
| 36         | 63.3      | 64.0      | 59.9      | 59.9      | 68.5      | 55.6      | 59.0      | 59.9      | 55.6      |
| 42         | 71.4      | 72.2      | 67.5      | 67.5      | 77.2      | 62.7      | 66.5      | 67.5      | 62.7      |
| 48         | 67.7      | 68.4      | 64.0      | 64.0      | 73.2      | 59.4      | 63.1      | 64.0      | 59.4      |
| 54         | 50.0      | 50.6      | 47.3      | 47.3      | 54.1      | 43.9      | 46.6      | 47.3      | 43.9      |
| 60         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |

Abbildung 16: Aufbau der Niederschlagsgangliniendatei für LISEM (D60T10, IST-Zustand)

Bei der Modellierung der Teileinzugsgebiete sind nicht mehr alle neun KOSTRA-Niederschlagsraster enthalten, so dass die Anzahl der Ganglinien und damit der Aufbau der Niederschlagsgangliniendatei unterschiedlich ausfallen. Das Teileinzugsgebiet Aischbach in Korntal-Münchingen wird beispielsweise von zwei Rastern abgedeckt, so dass die Gangliniendatei nur zwei Ganglinien für zwei „Stationen“ enthält.

#### 4.5 BEARBEITUNG UND EINZELERGEBNISSE VON DEN BRENNPUNKTGEBIETEN

Während und im Anschluss der Auftaktveranstaltung konnten die Akteure Problemgebiete aus ihren Gemeinden angeben. Insgesamt wurden 53 Brennpunkte gemeldet. Diese befinden sich in den folgenden Kommunen: Ditzingen, Eberdingen, Korntal-Münchingen, Leonberg, Markgröningen und Schwieberdingen. Die Verteilung über das gesamte Projektgebiet kann der Abbildung 17 entnommen werden. Ein verstärktes Interesse zur Problemlösung in Zusammenarbeit mit KliStaR bestand schließlich von sechs Kommunen für vier Brennpunkte mit sieben Standorten, deren Bearbeitungsprozesse und Ergebnisse in den folgenden Kapiteln dargestellt werden.



- umgesetzte Maßnahmen innerhalb von Brennpunkten
- umgesetzte Maßnahmen außerhalb von Brennpunkten zu Demonstrationszwecken
- bearbeitete Brennpunkte ohne umgesetzte Maßnahmen aufgrund kurzer Projektlaufzeit (s. Kap. 5.4)
- ★ Maßnahmenplan Ackerrandstreifen Korntal-Münchingen
- sonstige Brennpunkte

Abbildung 17: Gemeldete Brennpunkte und Lageübersicht zu den Maßnahmen (Verwendete Grundlagen: © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (LGL) [www.lgl-bw.de](http://www.lgl-bw.de) Az.: 2851.9-1/19)

#### 4.5.1 AISCHBACH (KORNTAL-MÜNCHINGEN)

##### Gebietscharakter

Zwei bei der Auftaktveranstaltung gemeldete Brennpunkte liegen im Aischbach Einzugsgebiet. Dieses ist 4,42 km<sup>2</sup> groß und liegt in der Gemeinde Korntal-Münchingen.

Der Aischbach teilt das Gebiet in zwei etwa gleich große Hälften, wobei im Norden und Süden langgezogene Hangflächen mit Hangneigungen von 2 bis 4° liegen (siehe Abbildung 18). Das westliche Gebiet liegt zwar tiefer, ist aber durch strukturreichere Reliefs mit größeren Hangneigungen gekennzeichnet. Typisch für das Aischbach Einzugsgebiet sind fruchtbare Lössböden über Muschelkalk. Im Osten, nördlich des Aischbachs, dominieren Dolomit-, Sand-, Ton- und Mergelstein des Unteren Keupers sowie Gipskeuper. Etwa 80 % der Fläche im Einzugsgebiet werden als Ackerland und 9 % als Grün- und Gartenland genutzt. Auf den Hängen

im Norden und Süden und im flacheren Bereich im Osten liegen die größten zusammenhängenden Ackerflächen. Die Autobahn A 81, die vom Süden in den Nordosten verläuft, und die Bundesstraße B 10, die vom Süden in den Nordwesten verläuft, zerschneiden das Einzugsgebiet. Westlich der B 10 liegen überwiegend Grünlandflächen und kleinere Ackerflächen mit Hecken sowie Kleingärten und Streuobstwiesen. Hier befinden sich auch die zwei Problemgebiete.

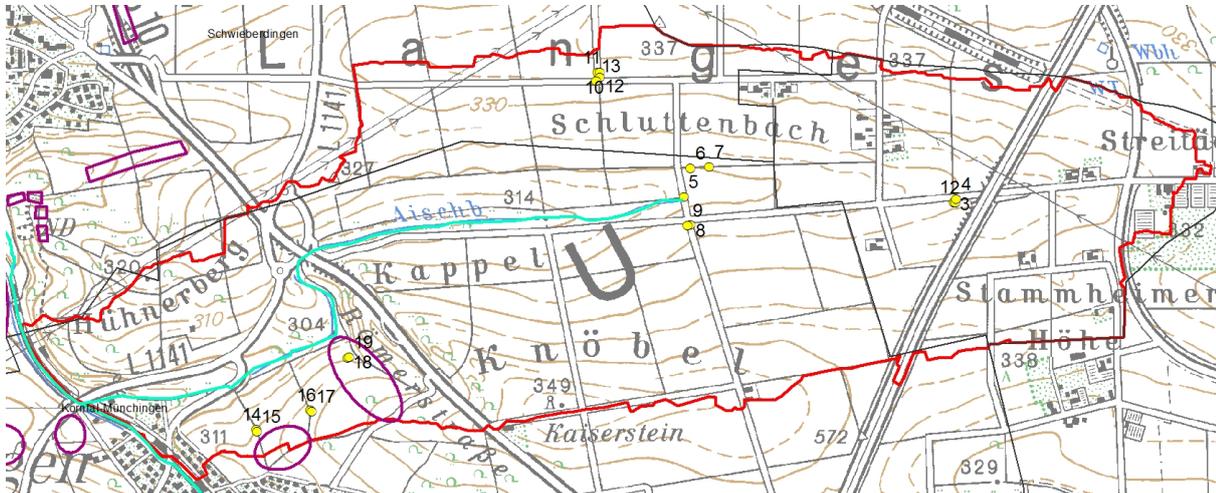


Abbildung 18: Übersichtskarte des Brennpunktes Aischbach und die rückgemeldeten Problempunkte (lila Kreise). Die gelben Punkte zeigen die Lage der Fotoaufnahmen im Einzugsgebiet (Verwendete Grundlagen: © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (LGL) [www.lgl-bw.de](http://www.lgl-bw.de) Az.: 2851.9-1/19)

### Vorbegehung

Vor der ersten Modellierung und Maßnahmenplanung im Einzugsgebiet wurde eine Geländebegehung durchgeführt, bei der z.B. eine weite Verbreitung der Mulchsaat auch an den Brennpunkten erkannt wurde, (siehe Abbildung 19), die das Infiltrationsvermögen des Bodens erhöhen kann. Einer der Brennpunkte ist jedoch durch eine sehr spitz und steil talwärts zulaufende Ackerfläche gekennzeichnet (siehe Abbildung 20), in der das Vorgewende und die Hauptbearbeitungslinien zusammenlaufen und somit das Abflussrisiko ggf. erhöhen.

Außerdem fallen bei der Begehung Bereiche mit Sedimentation und das teilweise Fehlen von begrüntem Feldrand auf, da Traktoren und Autos darüber fahren (siehe Abbildung 21).



Abbildung 19: Brennpunkte im Aischbach Einzugsgebiet



Abbildung 20: Spitz zulaufende Ackerfläche beim Brennpunkt



Abbildung 21: Befestigte T-Kreuzung mit Sedimentation des Bodenmaterials aus intensiv bewirtschafteter Fläche im hangabwärtsliegenden T-Bereich

Als Fazit der Begehung kann folgendes zusammengefasst werden: Die vorläufige Erosionskarte und die einmalige Begehung spiegeln z.B. aufgrund der Bodenverhältnisse und großen Ackerschläge ein räumlich verteiltes Grundrisiko mit kaum benennbaren Brennpunkten wider. Bekannte Maßnahmen-Ideen werden teilweise schon umgesetzt (Randstreifen, begrünte Mulden, Mulchsaat).

Zwecks weiterer Maßnahmenrealisierung sind bei einem Ortstermin mit den Landwirten u.a. der bisherige Umsetzungsumfang oder Fragen des Wegebbaus zu diskutieren wie beispielsweise:

- größere Ackerparzellen mit Grünstreifen unterteilen (Einzelfallabsprachen erforderlich)
- Mulchsaat
- Räumlicher Wechsel von Getreide und Hackfrüchten in Feldblöcken bzw. an Hängen
- Evtl. Einzelfallabsprachen bei Sonderkulturen (auch Kartoffeln?)
- Tiefenlockerung bei Bodenverdichtung (erfordert allerdings vorheriges Dichtemonitoring)
- Eckbereiche an Kreuzungen sind besondere „Wasserlieferanten“, deshalb besser schützen z.B. mit Rasengittersteinen
- Spitzzulaufendes Ackerende an Brennpunkt 2 eventuell in „Grünstreifen“ umwandeln, also aus des Ackerfläche nehmen

## Vorläufige Maßnahmenoptionen

Auf Basis der Vorbegehung (s.o.) und der Arbeit von Kaatz (2014) wurde eine vorläufige Zusammenstellung von Maßnahmenoptionen als Diskussionsgrundlage für weitere Erörterungsrunden vorgenommen. Dabei symbolisiert in einer tabellarischen Übersicht (siehe Tabelle 9) die Spalte „Kennzeichnung“ neuralgische Landschaftspunkte, die in einer Feldkarte handschriftlich skizziert wurden (siehe Abbildung 85 im Anhang). Bei der Spalte „Problemfeld“ beruht die Bewertung des zukünftigen Erosionsrisikos derzeit noch auf vorläufigen Modellrechnungen bei 39 mm Niederschlag in 1 Stunde. Die „diskutablen Maßnahmenoptionen“ sind aus fachtechnischer Perspektive solche Schutzmaßnahmen, deren Realisierung nur in Absprache mit den Landbewirtschaftern sinnvoll und möglich ist. Denn evtl. sind einige Maßnahmen bereits in der Praxis etabliert oder sind aufgrund der Flurordnung und Besitzverhältnisse höchstens langfristig realisierbar.

Tabelle 9: Vorläufige Zusammenstellung von Maßnahmenoptionen als Diskussionsgrundlage für weitere Erörterungsrunden im Brennpunktgebiet Aischbach (zugehörige Feldskizze Abbildung 85 im Anhang)

| Kennzeichnung  | Problemfeld   | diskutable Maßnahmenoptionen  | Förderpotenzial   |
|--|---|---|---|
| A?   | Austritt von Wasser und Boden aus Feldern, besonders auf Wegkreuzungen, z.B. aufgrund: <ul style="list-style-type: none"> <li>Bodenverdichtung durch große Fahrzeuge beim Abbiegen (Kreuzungskurven zu eng, erhöhte Relevanz bei befestigten Feldwegen)</li> <li>Einnümdung eines Vorgewendes</li> </ul>  | <b>Ausbau</b> oder Befestigung der Wegekrenzungen (z.B. Rasengittersteine?)<br><b>Anlage</b> eines Grünstreifens (min. 3 m) mit biologischer und/oder technischer Tiefenlockerung zur Verbesserung der Wasserinfiltration. Dadurch evtl. auch Verlegung (oder Verzicht?) eines Vorgewendes  | offen, evtl. z.T. <a href="#">KliStar</a>   |
| M?   | Konzentrierter Abfluss in Tiefenlinien mit zukünftig erhöhtem Überflutungsrisiko (>0,05 m).   | Mittels geringfügigem Ausbau oder Umbau von natürlichen <b>Mulden</b> das dezentrale Wasser- und Bodenrückhaltepotenzial der Landschaft verbessern  | offen, evtl. z.T. <a href="#">KliStar</a>   |
| G? oder  | Ungebremster Abfluss von Wasser und Boden von Feldern, mit zukünftig erhöhtem Erosionsrisiko (Stufe E5, d.h. > 15 t/ha bei 39 mm in 1 h), besonders bei Feldlängen über 200 m, mit anschließendem Übergang von Wasser und Boden auf Feldwege oder in Vorfluter<br> = vorhandener Grünstreifen oder begrünter Feldweg (selektive Kennzeichnung in der Skizze). Begrenzte Wirkung von begrünten Feldwegen, da hierbei Bodenverdichtung vorhanden ist.<br> = fachtechnisch wirksame Anlageoption von Grünstreifen oder grünen Landschaftselementen | Anlage von <b>Grünstreifen</b> oder anderen Landschaftselementen mit dauerhaften Gräsern, Kräutern oder Gehölz in abflusskritischen Geländepositionen und quer zum Hauptgefälle mit mindestens 3 m Breite. Eine vorbereitende Tiefenlockerung mit tiefwurzelnden Pflanzen oder evtl. eine mechanische Tiefenlockerung erhöht das Infiltrationspotenzial. Erfolgreiche Umsetzung z.B. in Heilbronn   | dauerhaft ggf. <a href="#">GAP/Greening</a> oder <a href="#">FAKT</a> , Tiefenlockerung evtl. <a href="#">KliStar</a>                                   |
| BF?  | Großflächig ist zukünftig mit erhöhtem Erosionsrisiko (Stufe E5, d.h. > 15 t/ha bei 39 mm in 1 h) zu rechnen. Negativ wirkt hierbei häufig die Wasserinfiltrationshemmende Pflugschle oder der fehlende Schutz durch eine geschlossene Pflanzendecke. Bodenbedingte Infiltrationshemmnisse wie tonige Stauwasserschichten oder schluffige Oberböden, die besonders verschlammungsempfindlich sind, sind in der Bodenkarte des LGRB zwar mit geringem Vorkommen dokumentiert aber nicht explizit ausgewiesen.  | Infiltrationsfördernde und verschlammungsmindernde Maßnahmen wie z.B. reduzierte Bodenbearbeitung und <u>Mulchsaat</u> werden zumindest teilweise bereits durchgeführt. Nur durch Besprechung mit den Landbewirtschaftern kann festgestellt werden, ob die Potenziale auf den betroffenen Flächen ausgeschöpft oder erweiterbar sind, wie z.B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>Reduzierte <b>Bodenbearbeitung</b> und <u>Mulchsaat</u> oder <u>Striptill</u>-Verfahren oder <u>Querdammhäufelung</u></li> <li>In der <b>Fruchtfolge</b> und im Feldblock maximal 33-50 % erosionskritische Reihenkulturen wie Mais, Zuckerrübe etc. Der Umfang und die Lage von Sonderkulturen wie Spargel sowie Schutzoptionen sind individuell zu klären.</li> <li>In der Vergangenheit hoher Anteil von Reihenkulturen an der Fruchtfolge könnte zu Bodenverdichtungen geführt haben, die mittels <u>Dichtemonitoring</u> aufgespürt und biologischer oder mechanischer Tiefenlockerung <u>beseitigt</u> werden könnten</li> </ul> | z.T. <a href="#">GAP/Greening</a> , eingeschränkt <a href="#">FAKT</a> (z.B. <a href="#">Striptill</a> ), Tiefenlockerung evtl. <a href="#">KliStar</a> |
| QB?  | Durch die Landbewirtschaftung in Hauptgefällerrichtung bestehen kritische Abflussbahnen, besonders in den Fahrspuren. Dadurch verstärkt sich das zukünftige Abfluss- und Erosionsrisiko. Auf vielen Feldblöcken findet bereits eine abfluss- und erosionsmindernde Querbewirtschaftung statt. Einige zukünftig kritische Bereiche sind davon jedoch ausgenommen   | Nur durch Besprechung mit den Landbewirtschaftern kann festgestellt werden, ob aufgrund der Flurordnung und Besitzverhältnisse ein zusätzliches Potenzial zur Umsetzung von <b>Querbewirtschaftung</b> besteht, das auch kurz- bis mittelfristig genutzt werden kann.   | offen   |

## Gefährdungskarten auf Basis konkretisierter Erosions- und Abflussmodellierungen

Im Zeitraum nach der Begehung wurde die Erosions- und Abflussmodellierung mit LISEM durchgeführt. Als Szenarien wurden Ereignisse im März mit einem Anfangsmatrixpotential von -200 hPa gewählt (vgl. Kapitel 3.1.3). Diese Ereignisse werden für den Ist-Zustand (1971 – 2000), die nahe (2021 – 2050) und die

ferne Zukunft (2071 – 2100) für je zwei Feldfruchtverteilungen und zwei KOSTRA-Niederschläge für ein 10-jährliches und ein 50-jährliches Ereignis simuliert (vgl. Kapitel 4.4.1 und 4.4.2). Es wird eine Simulationszeit von 0 - 130 Minuten mit einem Simulationszeitschritt von 15 Sekunden gewählt. Die Feldfruchtverteilung basiert auf einer Zufallsverteilung der Feldfrüchte entsprechend der kommunalen Agrarstatistik auf die Ackerschläge (20 % Mais, 20 % Zuckerrübe, 15 % Sommergetreide, 45 % Wintergetreide). Das Aischbach-Einzugsgebiet wird von zwei KOSTRA Niederschlagsrastern abgedeckt, so dass jeweils zwei Niederschlagsganglinien in die Simulation eingehen. Die Niederschlagsmengen der jeweiligen Simulationsszenarien können Tabelle 10 entnommen werden.

Vergleicht man beispielweise die Gesamtabflussmengen [m<sup>3</sup>] oder den mittleren Bodenverlust [t/ha] der Simulationen mit den zwei unterschiedlichen Feldfruchtverteilungen (FFV1 und FFV2) (siehe in Tabelle 10), so ist festzustellen, dass die Verteilung der Feldfrüchte kaum einen Einfluss auf das zusammengefasste Abfluss- und Erosionsgeschehen hat. Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Klimaszenarien sind sowohl bei dem 10-jährlichen als auch bei 50-jährlichen Niederschlagsereignissen zu erkennen. So beträgt der durchschnittliche Bodenverlust beim 10-jährlichen Ereignis mit der Feldfruchtverteilung 1 im Ist-Zustand 1,2 t/ha, in der nahen Zukunft 2,3 t/ha und in der fernen Zukunft 3,4 t/ha (siehe Tabelle 10). Diese Unterschiede zeigen sich auch beim Betrachten der Abflussganglinien (siehe Tabelle 10 und Abbildung 22): Das Maximum des Abflusses wird beim 10-jährlichen Ereignis im IST-Zustand bei 1362 l/s, in der nahen Zukunft bei 2543 l/s und in der fernen Zukunft bei 3769 l/s erreicht.

Tabelle 10: Ergebnisse der Erosionsmodellierung für den Monat März im Aischbach-Tal (Korntal-Münchingen)

| Simulationsname | Klima-Szenario | KOSTRA Jährlichkeit | Niederschlag [mm] | Fruchtfolge | Abfluss (gesamt) [m <sup>3</sup> ] | Abflussscheitel [l/s] | Bodenverlust (gesamt) [t] | mittl. Bodenverlust [t/ha] |
|-----------------|----------------|---------------------|-------------------|-------------|------------------------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------------|
| ffv1_10_ist     | IST            | 10                  | 34,4              | FFV 1       | 1169                               | 1362                  | 526                       | 1,2                        |
| ffv1_10_nah     | NAH            | 10                  | 36,7              | FFV 1       | 2698                               | 2543                  | 990                       | 2,3                        |
| ffv1_10_fern    | FERN           | 10                  | 38,9              | FFV 1       | 4497                               | 3769                  | 1501                      | 3,4                        |
| ffv1_50_ist     | IST            | 50                  | 46,6              | FFV 1       | 12803                              | 8669                  | 3860                      | 8,8                        |
| ffv1_50_nah     | NAH            | 50                  | 49,6              | FFV 1       | 16851                              | 10701                 | 5143                      | 11,8                       |
| ffv1_50_fern    | FERN           | 50                  | 52,7              | FFV 1       | 21213                              | 12794                 | 6437                      | 14,7                       |
| ffv2_10_ist     | IST            | 10                  | 34,4              | FFV 2       | 1180                               | 1363                  | 533                       | 1,2                        |
| ffv2_10_nah     | NAH            | 10                  | 36,7              | FFV 2       | 2716                               | 2542                  | 996                       | 2,3                        |
| ffv2_10_fern    | FERN           | 10                  | 38,9              | FFV 2       | 4523                               | 3773                  | 1507                      | 3,4                        |
| ffv2_50_ist     | IST            | 50                  | 46,6              | FFV 2       | 12840                              | 8695                  | 3860                      | 8,8                        |
| ffv2_50_nah     | NAH            | 50                  | 49,6              | FFV 2       | 16888                              | 10726                 | 5138                      | 11,7                       |
| ffv2_50_fern    | FERN           | 50                  | 52,7              | FFV 2       | 21273                              | 12831                 | 6436                      | 14,7                       |

IST: Ist-Zustand, NAH: nahe Zukunft, FERN: ferne Zukunft  
 10: 10-jährliches Ereignis, 50: 50-jährliches Ereignis  
 FFV1: Feldfruchtverteilung 1, FFV2: Feldfruchtverteilung 2

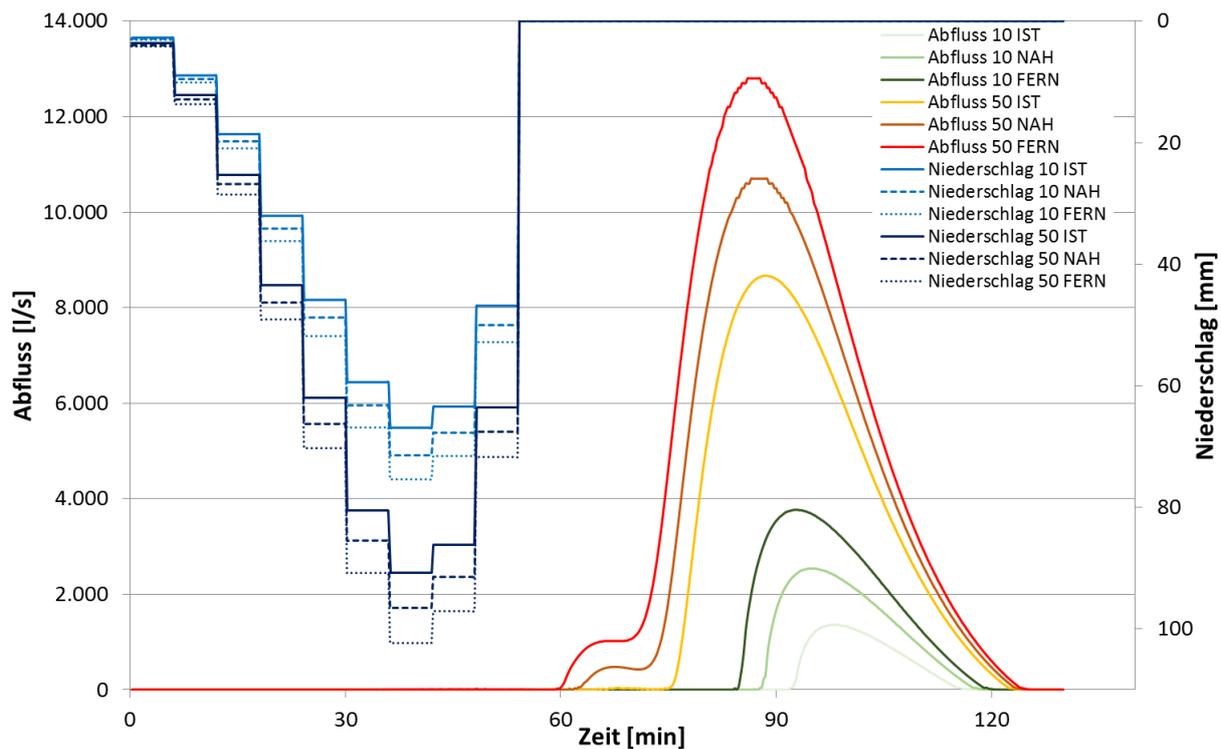
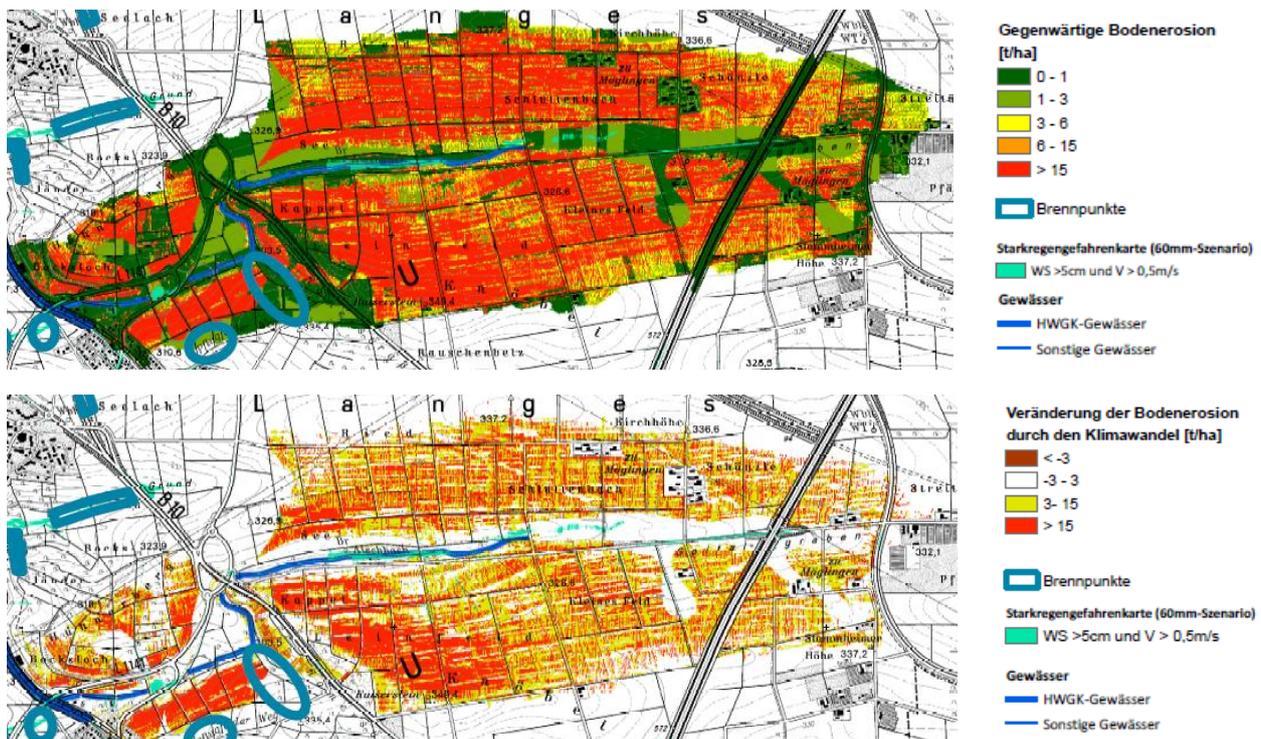


Abbildung 22: Niederschlags- und Abflussganglinien der Erosionsmodellierungen im März bei Feldfruchtverteilung 1. 10: 10-jährliches Ereignis, 50: 50-jährliches Ereignis, IST: IST-Zustand, NAH: nahe Zukunft, FERN: ferne Zukunft

Deutliche Zunahmen der Abfluss- und Bodenabtragsmengen im Vergleich zu den 10-jährlichen Ereignissen, weisen die Ergebnisse der 50-jährlichen Simulationen auf (siehe Tabelle 10 und Abbildung 22). Es fällt auf, dass der Abfluss sowohl der 10-jährlichen als auch der 50-jährlichen Ereignisse erst nach Ende der Niederschläge einsetzt. Wobei die Abflussmenge bei den 50-jährlichen Ereignissen schon nach ca. 60 Minuten höher ansteigen als bei den 10-jährlichen Ereignissen. Hier reagiert der Abfluss erst nach ca. 80 Minuten.

Die Erosionsgefährdung der 10-jährlichen Ereignisse ist als gering, die der 50-jährlichen Ereignisse als hoch einzustufen. Die größten Erosionsintensitäten von über 15 t/ha bei dem 10- und 50-jährlichen Ereignis sind auf den großen Hanglagen im Norden und Süden, sowie im Süden entlang der Autobahn und südwestlich der B 10 zu finden. Während entlang des Aischbachs die Erosionsrate zwischen 0 und 1 t/ha liegt. Zum flacheren Bereich Richtung Westen nimmt die Erosion ab. Ebenso ist ein Zusammenhang zur Landnutzung erkennbar (siehe Abbildung 23). So werden beispielsweise die Grün- und Gartenflächen in steileren Lagen entlang der B 10 kaum oder gar nicht erodiert. Auch die kleiner parzellierten, strukturreicheren Felder im Westen weisen geringere Erosionsraten auf als die großen Ackerschläge in der Mitte des Einzugsgebiets. In der nahen und der fernen Zukunft breiten sich die hohen Bodenabträge im Süden, Norden und Südosten etwas flächendeckender aus, während sich im Westen wenig ändert.



Verwendete Grundlagen:

© Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (LGL) [www.lgl-bw.de](http://www.lgl-bw.de) Az.: 2851.9-1/19

© Daten aus dem Räumlichen Informations- und Planungssystem (RIPS) der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg; 27.10.2014. <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de>

© BK50 (Stand 2014): Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) <http://www.lgrb.uni-freiburg.de>

Abbildung 23: Erosionskarten für März des 50-jährlichen Ereignisses im Ist-Zustand (1971-2000) (oben) und die Erosionsveränderung in der fernen Zukunft (2071-2100) (unten)

#### Erste Sondierungs- und Planungsrunde am 30. April 2015

Am 30. April 2015 fand ein Vorgespräch zur Maßnahmenumsetzung im Aischbach-Tal im Technischen Rathaus von Korntal-Münchingen statt mit einer Vertreterin der Kommune, mit dem landwirtschaftlichen Ortsobmann und den beiden Projektleitern. Folgende Punkte wurden dabei erörtert:

- Kurzvorstellung der vorläufigen Karten zur Erosionsgefährdung durch Klimawandel: Auf Basis einer Zufallsverteilung der Feldfrüchte entsprechend kommunaler Agrarstatistik auf die Ackerschläge (20 % Mais, 20 % Zuckerrübe, 15 % Sommergetreide, 45 % Wintergetreide) und gegenwärtigen bzw. zukünftigen Starkniederschlagsereignissen (34 mm, 47 mm, 53 mm).
- Umsetzung von landwirtschaftlichen Maßnahmen gegen vermehrten Wasser- und Bodenabtrag: Die Bestrebungen zur Umsetzung landwirtschaftlicher Maßnahmen werden vom Ortsbauernverband unterstützt, bauliche Maßnahmen werden abgelehnt. Ausgewählte Maßnahmen können exemplarisch auf Einzelschlägen durchgeführt werden, so dass die Praxistauglichkeit erkennbar wird. Zwecks Maßnahmenumsetzung können fünf landwirtschaftliche Betriebe angefragt und zu einem gemeinsamen Ortstermin Mitte Juni 2015 eingeladen werden. Auf die Maßnahmen bei den ausgewählten Ackerschlägen kann ggf. mit Infoschildern für die Öffentlichkeit hingewiesen werden.
- Als diskussionswürdige Optionen für landwirtschaftliche Maßnahmen gegen vermehrten Wasser- und Bodenabtrag wurden genannt: Engsaat bei Mais (am besten kombiniert mit Mulchsaat), (Acker-)Randstreifen, Quersaat, Begrünung mit Tiefwurzlern wie z.B. Ölrettich oder Steinklee von Randstreifen oder als Zwischenfrüchte. Die Realisierung ist letztendlich abhängig von der Bereitschaft der Flächenbewirtschafter, der Feldfruchtverteilung in 2016 und der Feldarrondierung.
- Die Betriebsleiter von fünf landwirtschaftlichen Betrieben werden zu einem gemeinsamen Ortstermin Mitte Juni 2015 eingeladen werden, um die Maßnahmenumsetzung zu konkretisieren bzw. zu beschließen.

ben. Ebenfalls soll geklärt werden, ob auf die Maßnahmen bei den ausgewählten Ackerschlägen ggf. mit Infoschildern für die Öffentlichkeit hingewiesen werden kann.

- Das KliStaR-Projekt und die Vereinbarungen zur Maßnahmenumsetzung werden bei der Felderrundfahrt des Ortsbauernverbandes am 13.7.2015 vorgestellt (siehe Kapitel 4.6).

#### **Feldtermin mit Landbewirtschaftern von Äckern im Aischbach-Tal am 15. Juni 2015**

Am 15. Juni 2015 fand mit sechs Landwirten und einer Kommunalvertretung ein Feldtermin im Aischbachtal statt. Neben einer Kurzinformation zu den Projektzielen wurden ausgewählte Erosionskarten für verschiedene Zukunftsprojektionen erläutert (siehe z.B. Abbildung 23 und Protokoll zum 15.06.2015 im Anhang). Darauf basierend sollten ausgewählte Maßnahmen exemplarisch auf Einzelschlägen durchgeführt werden, so dass die Praxistauglichkeit erkennbar wird. Die Diskussion von Maßnahmenoptionen erbrachte folgendes Ergebnis:

- Engsaat bei Mais, am besten kombiniert mit Mulchsaat  
→ erscheint realisierbar.
- Mulchsaat (konträr zu Glyphosateinsatz)  
→ wird bereits häufig realisiert
- (Acker-)Randstreifen mit Tiefwurzlern/Ansaatmischung  
→ erscheint realisierbar
- Querbewirtschaftung / Quersaat  
→ erscheint realisierbar
- Zwischenfrucht mit Tiefwurzlern wie z.B. Ölrettich oder Steinklee oder Ansaatmischungen (ohne mehr Glyphosat!)  
→ Realisierbarkeit ist offen
- Sojabohnen  
→ Realisierbarkeit und Wirkung ist offen
- Schlagteilung, z.B. mit Grünstreifen ist aufgrund der Kleinparzellierung unpraktikabel  
→ erscheint deshalb unrealistisch
- Streifenbearbeitung / Striptill: Tests sind aufgrund der technischen Anforderungen in der kurzen Projektlaufzeit kaum durchführbar, wird aufgrund des hohen Technikeinsatzes als schwierig erachtet (zu hoher Aufwand in Zeit und Kosten)  
→ erscheint deshalb unrealistisch
- Muldenretention / -bewirtschaftung oder sonstige wasserbautechnische Maßnahmen sind aufgrund der entspannten Situation im Aischbachtal und des Flächenverlustes für die Landwirtschaft kaum sinnvoll  
→ somit unrealistisch

Für die Maßnahmenumsetzung sollten geeignete Einzelschläge benachbart in einem Transsekt innerhalb des Aischbacher Einzugsgebietes liegen. Aber auch außerhalb könnten noch Brennpunkte benannt werden. Da um Bedenkzeit gebeten wurde, fand noch keine konkretisierte Flächenauswahl statt.

#### **Feldtermin mit interessierten Landbewirtschaftern am 30. Juli 2015**

Es wurde eine diskursive Konkretisierung von Flächen vorgenommen für die Umsetzung von Maßnahmen wie alternative, d.h. tiefwurzelnde und rigolende Zwischenfruchtmischungen. Andere Maßnahmen fanden im Aischbach-Tal kein weiteres Interesse.

#### **Feldtermin zur Maßnahmenabsprache am 24. August 2015**

Eine Flächenfestlegung und Parzellierung für den Praxisversuch zur Aussaat von zwei Zwischenfruchtmi- schungen im Gewann Kappel/See fand statt. Dabei handelt sich um einen schluffig-lehmigen Boden am Un- terhang und in Tallage. Durch tiefwurzelnde und rigolende Zwischenfrüchte soll eine bessere Infiltration des Abflusswassers von höher gelegenen Ackerflächen gelingen (weitere Details siehe bei Maßnahmensondie- rung am 24.09.2015).

#### **Maßnahmenumsetzung am 2. September 2015 Aischbach-Tal**

Aussaat von infiltrationsfördernden Zwischenfrüchten für einen Praxisvergleich am 2. September 2015.

Anschließend fand kontinuierlich bis zum 10. Juni 2016 eine einfache Sondierung des Praxisvergleiches von infiltrationsfördernden Zwischenfrüchten vor Sommergerste im Jahre 2016 mit besonderer Berücksichtigung eines tiefwurzelnden und somit infiltrationsfördernden Gemenges im Aischbach-Tal (Gewann See) der Kommune Korntal-Münchingen statt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 11 und Abbildung 24 (siehe auch foto- grafische Dokumentation Abbildung 86 bis Abbildung 91 im Anhang).

Tabelle 11: Sondierungsergebnisse des Praxisvergleiches von infiltrationsfördernden Zwischenfrüchten im Brennpunktgebiet Aischbach-Tal von Kornthal-Münchingen

| <b>Lage des Standortes</b>  |   |
|---|---|
| <b>Aussaat am 02.09.2015</b>  | <b>Aussaat am 02.09.2015</b>  |
| Gemenge mit 16 % Buchweizen, 16 % Öllein, 16 % Rauhafer, 15 % Rettich Deeptill, 12 % Sonnenblumen, 10 % Sparriger Klee, 6 % Serradella, 5 %, Phacelia, 4 %, Perserklee ( <b>TerraLife - Rigol TR</b> von DSV) | Gemenge mit 35 % Phacelia, 30 % Alexandrinerklee, 20 % Kresse, 10 % Ramtillkraut, 5 % Perserklee ( <b>Planterra ZWH 4024 Vitalis Sprint</b> von BayWa)    |
| Leicht heterogenes Saatgut, Entmischungsrisiko bei großflächiger Aussaat, im Praxisvergleich aber problemlos (n. Empfehlung ca. 20 kg/ha)   | Relativ homogenes Saatgut, deshalb relativ problemlose Aussaat (nach Empfehlung, d.h. 15 kg/ha)   |
| <b>Sondierung 22 Tage nach Aussaat (24.09.2015)</b>   | <b>Sondierung 22 Tage nach Aussaat (24.09.2015)</b>   |
| Verzögerter und etwas lückiger Bestandesschluss   | Rascher und relativ lückenloser Bestandesschluss  |
| Mittlere Unterdrückung von Unkräutern   | Gute Unterdrückung von Unkräutern   |
| Gute Wüchsigkeit bei mittlerer und großblättriger Bestandesdichte. Wuchshöhe ca. 20-25 cm   | Mittlere Wüchsigkeit bei hoher und kleinblättriger Bestandesdichte Wuchshöhe ca. 10-15 cm   |
| Gute Pfahlwurzelentwicklung bis in ca. 15 cm Tiefe  | Starke Feinwurzelentwicklung bis in ca. 10 cm Tiefe   |
| <b>Sondierung 45 Tage nach Aussaat (17.10.2015)</b>   | <b>Sondierung 45 Tage nach Aussaat (17.10.2015)</b>   |
| Großblättrig mit mittlerer Bestandesdichte  | Kleinblättrig mit erhöhter Bestandesdichte  |
| Wuchshöhe ca. 20-50 cm  | Wuchshöhe ca. 15-50 cm  |
| Gute Pfahlwurzelentwicklung in 15 - 30 cm Tiefe   | Starke Feinwurzelentwicklung in 10 – 20 cm Tiefe  |
| <b>Sondierung 150 Tage nach Aussaat (30.01.2016)</b>  | <b>Sondierung 150 Tage nach Aussaat (30.01.2016)</b>  |
| Mittel- bis großblättrig mit mittlerer Bestandesdichte  | Kleinblättrig mit mittlerer Bestandesdichte   |
| Wuchshöhe 20-50 cm  | Wuchshöhe 15-80 cm  |
| Höherwüchsige Pflanzenteile zumeist abgefroren, bodennahe Pflanzen zumeist vital  | Höherwüchsige Pflanzenteile zumeist abgefroren, bodennahe Pflanzen zumeist vital  |
| Sehr kräftige Wurzelentwicklung beim Rettich (ca. 30-cm, je hälftig ober-/unterirdisch)   | Gute Feinwurzelentwicklung im Oberboden   |
| Hauptbestandsbildner: Rettich Deeptill, Sparriger Klee  | Hauptbestandsbildner: Kresse  |
| <b>Sondierung 201 Tage nach der Aussaat (20.03.2016)</b>  | <b>Sondierung 201 Tage nach der Aussaat (20.03.2016)</b>  |
| Nach dem Umbruch des Gemenges Mitte März 2016 sind an der Bodenoberfläche Rettiche vermehrt und sonstige Zwischenfruchtreste vermehrt erkennbar   | Nach dem Umbruch des Gemenges Mitte März 2016 sind an der Bodenoberfläche Stengel-Mulchreste vermehrt und sonstiger Zwischenfruchtmulch weniger erkennbar |
| <b>Sondierung 233 Tage nach der Aussaat (21.04.2016)</b>  | <b>Sondierung 233 Tage nach der Aussaat (21.04.2016)</b>  |
| Aussaat Sommergerste im letzten Märdrittel:<br>Bodenbedeckung ca. 30 %<br>Wuchshöhe 6-8 cm  | Aussaat Sommergerste im letzten Märdrittel:<br>Bodenbedeckung 30-35 %<br>Wuchshöhe 5-7 cm   |
| 5-10 % Rettichreste und 5-15 % Stengelmulch   | 20-30 % Stengelmulch  |
| <b>Sondierung 283 Tage nach der Aussaat (10.06.2016)</b>  | <b>Sondierung 283 Tage nach der Aussaat (10.06.2016)</b>  |
| Optisch vergleichbar mit dem rund 80-tägigen Sommergersten-Bestand nach der Planterra-Mischung  | Optisch vergleichbar mit dem rund 80-tägigen Sommergersten-Bestand nach der TerraLife-Mischung  |
| An Bodenoberfläche nur vereinzelt Rettichreste erkennbar, kein sonstiger Zwischenfruchtmulch  | An Bodenoberfläche nur vereinzelt Stengel-Mulchreste erkennbar, kein sonstiger Zwischenfruchtmulch  |
| Wuchshöhe der Gerste 87-92 cm   | Wuchshöhe der Gerste 85-90 cm   |

**TerraLife - Rigol TR von DSV**  
45 Tage nach Aussaat (17.10.2015)

**Planterra ZWH 4024 Vitalis Sprint von BayWa**  
45 Tage nach Aussaat (17.10.2015)



Abbildung 24: Praxisvergleich von infiltrationsfördernden Zwischenfrüchten 45 Tage nach der Aussaat im Brennpunktgebiet Aischbach-Tal von Korntal-Münchingen

#### **Fazit zur Maßnahmeneignung der Zwischenfrüchte**

Das pfahlwurzelbetonte TerraLife-Gemenge schafft größere und tiefere Wurzelkanäle gegenüber dem feiwurzelbetonten Planterra-Gemenge, so dass mit dem TerraLife-Gemenge die infiltrationsfördernden Projektziele hiermit auch besser erreichbar scheinen. Allerdings weist das eher großblättrige TerraLife-Gemenge einen lückigeren Bestand im Gegensatz zum etwas schneller bestandesschließenden Planterra-Gemenge, so dass das Planterra-Gemenge vom Landwirt aus pflanzenbaulichen Aspekten zunächst positiver bewertet wird. Ebenfalls nachteilig ist die höhere Frosttoleranz des TerraLife-Gemenges. Die klobigen Rettichreste erweisen sich entgegen den anfänglichen Bedenken jedoch als kaum hinderlich bei der Mulchsaat von der nachfolgenden Sommergerste. Die Wüchsigkeit der Sommergerste unterscheidet sich nicht wahrnehmbar. Exemplarische Messungen der Wuchshöhe ergaben leicht höhere Werte bei der Gerste in der Folge des rigolenden TerraLife-Gemenges.

#### **4.5.2 WARMBRONN (LEONBERG)**

Eines der von den Kommunen benannten Problemgebiete liegt in Warmbronn (Leonberg). Hier tritt Wasser aus dem Wald aus und es werden, verstärkt durch weitere Zuflüsse aus der Landwirtschaft, regelmäßig Schäden in den unterhalb liegenden Siedlungsgebieten verursacht. Die zumindest subjektive Wahrnehmung bei der Kommune ist, dass entsprechende Situationen bereits gehäuft auftreten, so dass der Klimawandel die schon bisher problematische Situation noch verschärft.

Das Teilgebiet stellt einen typischen Fall für das Arbeitsgebiet dar: Das Relief ist relativ steil, die Nutzung ist intensiv und das Problem kaum mit einer einzelnen Maßnahmen zu lösen. Die vielfach noch als unproblematisch geltenden Waldgebiete haben aber insbesondere bei sommerlichen Starkregen deutlich zum Oberflächenabfluss beigetragen.

Ziel des KliStaR-Projektes ist es, exemplarisch Lösungsmöglichkeiten für eine Klimawandelanpassung zu suchen und anhand von Modellrechnungen ihre Wirksamkeit zu überprüfen. Ebenso soll im Zusammenspiel mit allen Beteiligten die Umsetzung angegangen werden. Deshalb erfolgt die Bearbeitung iterativ in enger Zusammenarbeit mit dem Bauamt der Stadt Leonberg, Vorschlägen von beiden Seiten werden diskutiert und dann die jeweils verifiziert. Termine vor Ort mit unterschiedlichen Beteiligten sind fester Bestandteil des Planungsprozesses.

#### **Erste Phase der Planungen mit Modellierungen**

Die Abbildungen Abbildung 25 bis Abbildung 29 geben einen ersten Eindruck von der Situation vor Ort und den bisher untersuchten Varianten.



Abbildung 25: Versatz des Durchlasses mit Totholz und Blättern und Rutschung an der Wegböschung



Abbildung 26: Verspülungen im Zulaufbereich (von Osten)



Abbildung 27: Bereich direkt am Rande der Bebauung, deutlich zu erkennen sind deutliche Auffüllungen im Bereich der Wiese, die Bebauung ist etwas durch eine (nachträglich erhöhte) Einfriedung geschützt.



*Abbildung 28: wie vorheriges Bild*



*Abbildung 29: Sicht von oberhalb auf den Beginn des Siedlungsbereiches, auch von Osten und Westen fließt hier zusätzliches Wasser zu*



Abbildung 30: Lageplan des Teiluntersuchungsraums (Verwendete Grundlagen: © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (LGL) [www.lgl-bw.de](http://www.lgl-bw.de) Az.: 2851.9-1/19)

Nachstehend werden die in Abbildung 30 markierten Punkte erläutert:

- ① Hinter einem querenden Weg wird das Wasser zurückgestaut, bei dem aktuellen Verdolungsdurchmesser wird bereits das Stauvolumen komplett ausgeschöpft (Variante 60 mm in 1 h) und es kommt zum Überströmen des Weges. Eine Erosion des Weges und dem damit verbundenen Abfließen der zurückgehaltenen Wassermenge ist zu befürchten, die Einstauhöhe liegt maximal bei ca. 2,2 m.
- ② Eine ähnliche Situation ergibt sich für einen zweiten Weg, der jedoch nicht mehr in Betrieb ist, hier ist jedoch das Rückhaltevolumen etwas geringer, die Einstauhöhe liegt maximal bei ca. 1,5 m.
- ③ In diesem Bereich gibt es bereits einen kleinen Retentionseffekt, durch die relativ günstige Reliefsituation (geringe Neigung) wäre hier eine Rückhaltung im Nebenschluss denkbar.
- ④ Kurz vor dem Beginn der Bebauung wurde ein Bereich der Wiese aufgefüllt, die noch im Geländemodell erkennbare Mulde ist dabei entfernt worden, die vorhandenen Mauern können zwar die Überflutungstiefen im Bereich der Bebauung reduzieren, reichen von ihrer Höhe nicht für einen Schutz. Um dies zu überprüfen, wurden die entsprechenden Grundstückseinfriedungen in das Geländemodell integriert und bei der neuen Berechnung berücksichtigt. Der Maximalabfluss beträgt in diesem Bereich ca. 1,9 m<sup>3</sup>/sec, siehe auch Abbildung 27 bis Abbildung 30.
- ⑤ In diesem Bereich gibt es bereits einen Retentionseffekt, weitere Maßnahmen sind aufgrund der vorhandenen Nutzung jedoch nicht möglich.
- ⑥ Das von Osten kommende Seitental trägt mit einem Abflussmaximum von 0,34 m<sup>3</sup>/sec zum Gesamtabfluss (bei 3) von ca. 1,5 m<sup>3</sup>/sec bei.

Um den Effekt der bestehenden Rückhalte sowie den Bedarf für zusätzliche Maßnahmen besser abzuschätzen wurden folgende Rechenläufe mit ansonsten identischen Parametersätzen durchgeführt, die Grundlagen-  
daten (Geländemodell, Nutzung und Hydrologie) wurden analog zum Projekt „Starkregengefahrenkarten  
Glems“ aufbereitet, das Modell FloodArea HPC wurde in der neuesten Modellversion eingesetzt:

- Ist-Zustand als Referenzgröße
- Einfügen der Grundstückseinfriedung vor der Bebauung, um zu überprüfen, ob diese bereits die Probleme ausreichend reduziert
- Variante ohne die Retentionswirkung an den Wegen
- Variante bei Vergrößerung der Durchlässe an den Wegen auf 0,8 m<sup>3</sup>/sec, um die Überströmung zu verhindern und eine Optimierung des Rückhaltevolumens auf das Bemessungsszenario zu erreichen. Zusätzlich wurde hier ein weiterer Rückhalt bei 3 (siehe Abbildung 30) eingefügt (Höhe des Damms: 1,5 m über Gelände)

An den Querprofilen wurden die Durchflussvolumina berechnet und exemplarisch werden einzelne im Folgenden dargestellt und interpretiert.

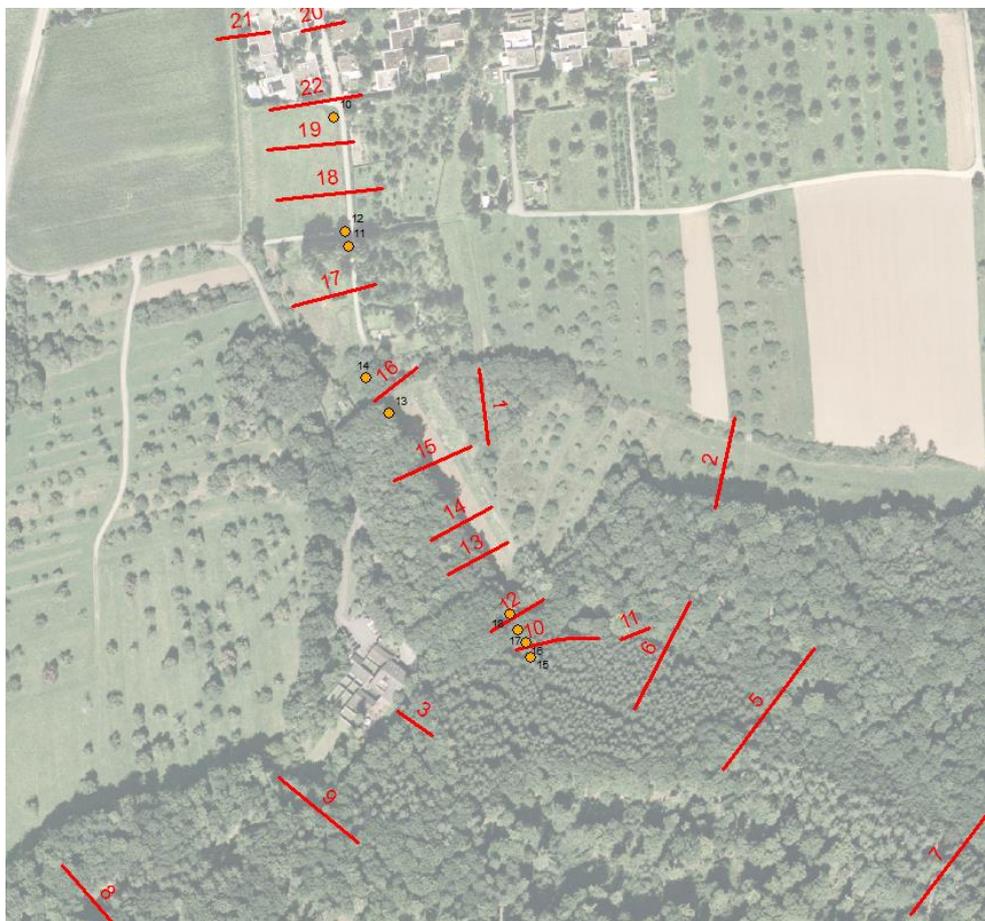


Abbildung 31: Lage der Profile für die Durchflussberechnung (rot), die orangenen Punkte zeigen die im Modell verwendeten Durchlässe (Verwendete Grundlagen: © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (LGL) [www.lgl-bw.de](http://www.lgl-bw.de): 2851.9-1/19)

Die Analyse der Ganglinien (Abbildung 32 und Abbildung 33) aus dem Modell zeigt, dass die vorhandenen Rückhalte, trotz ihrer beschränkten Größe von ca. 1100 m<sup>3</sup>, eine merkliche Wirkung zeigen, bei dem der Modellierung zu Grunde liegenden Niederschlag von 60 mm in einer Stunde jedoch bereits im ansteigenden Ast der Ganglinie ausgeschöpft sind. Die Abflussspitze wird dementsprechend nicht beeinflusst. Hingegen kommt es in der aktuellen Situation zu einem Überströmen des Weges mit einer Menge von ca. 1 m<sup>3</sup>/sec.

Diese gefährdet sicherlich die Stabilität des Weges, eine Erosion würde die positive Wirkung evtl. sogar in ihr Gegenteil verkehren.

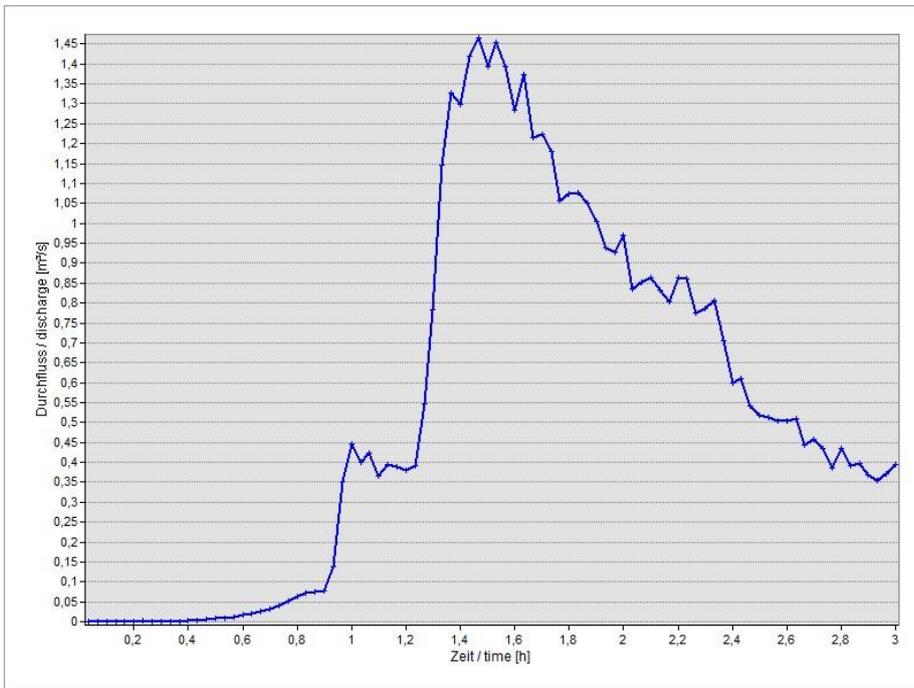


Abbildung 32: Ist-Zustand bei Profil 13, man sieht deutlich, dass bereits im aufsteigenden Ast das Retentionsvolumen ausgeschöpft wird

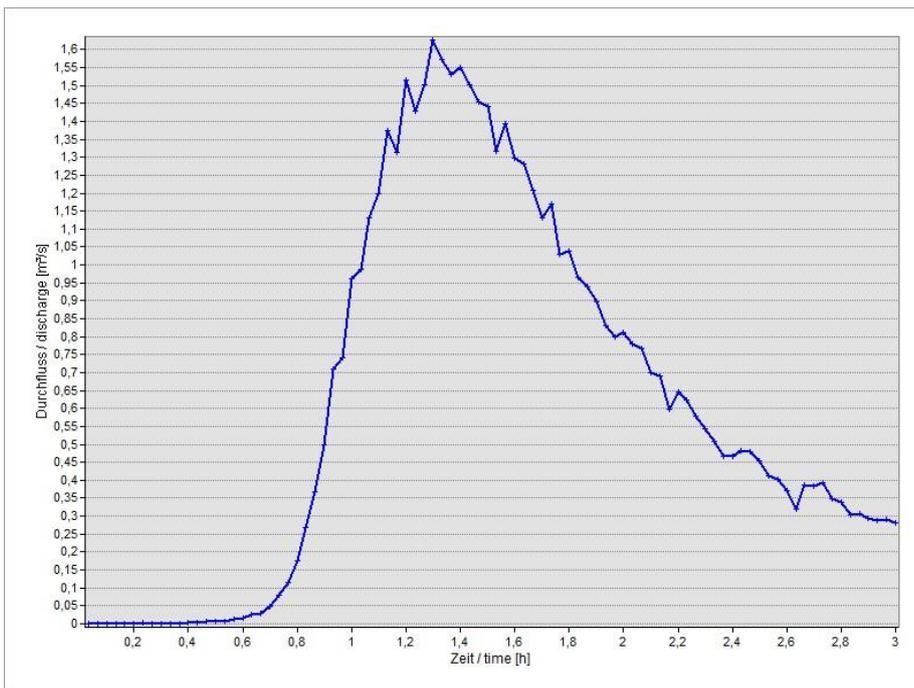


Abbildung 33: Szenario ohne die vorhandenen Retentionen im Bereich der Wege im Bereich von 3

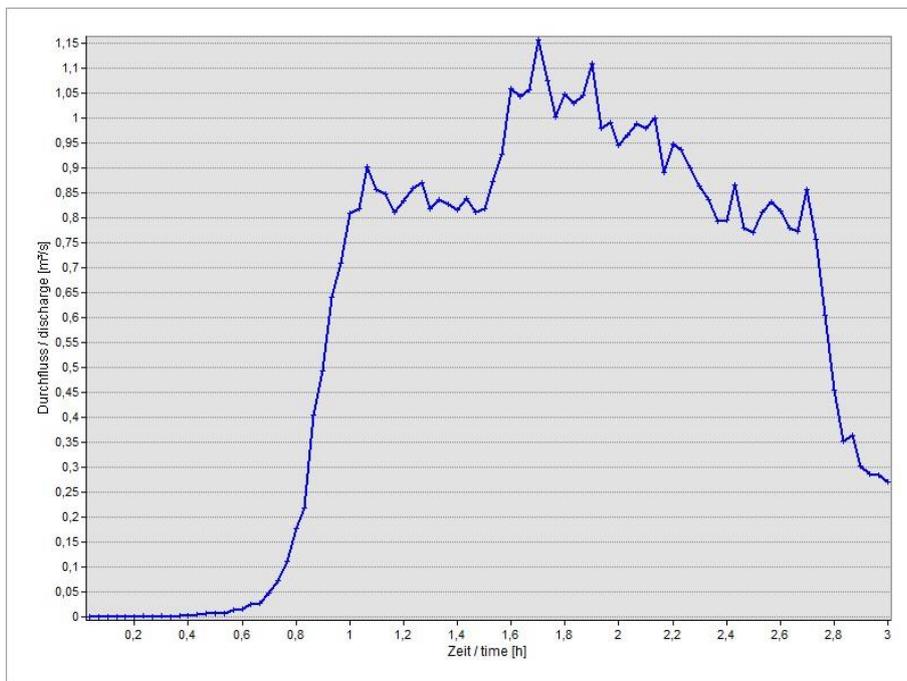


Abbildung 34: Szenario mit vergrößertem Durchlass im Bereich der Wege, sichtbar ist, dass die Spitzen deutlich gekappt sind, jedoch die Grundbelastung entsprechend dem Durchlass erhöht wurde (bei Profil 13)

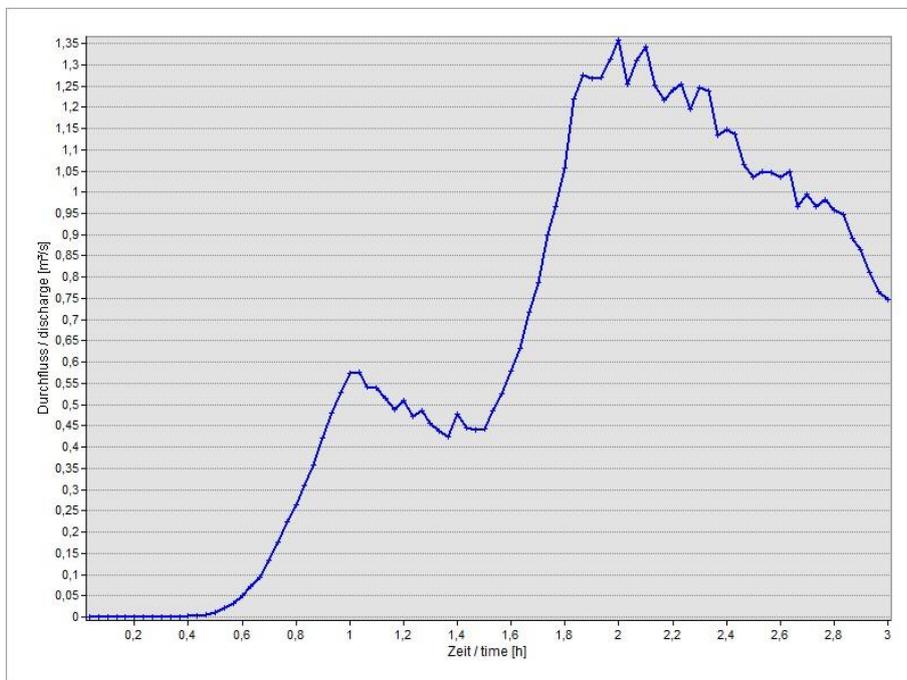


Abbildung 35: Szenario wie vorstehend, jedoch zzgl. einer weiteren Retention, die Reduktion gegenüber dem Istzustand beträgt mehr als 0,5 m³/sec. Hier ist noch ersichtlich, dass eine Optimierung des Auslasses notwendig ist, da der Rückhalteraum bereits vor der Spitze ausgelastet ist. Insgesamt wird jedoch bereits ohne die Optimierung eine deutliche Reduktion der Abflusswelle erreicht.

Ergänzend bzw. aufbauend auf die Sondierungen ergaben sich weitere Vorschläge, die in einer zweiten Bearbeitungsphase durch zusätzlich Modellläufe in Ihrer Wirksamkeit geprüft werden sollten, nachdem kleinere Modifikationen im Rahmen weiterer Diskussionen vorgenommen wurden (siehe Abbildung 36).

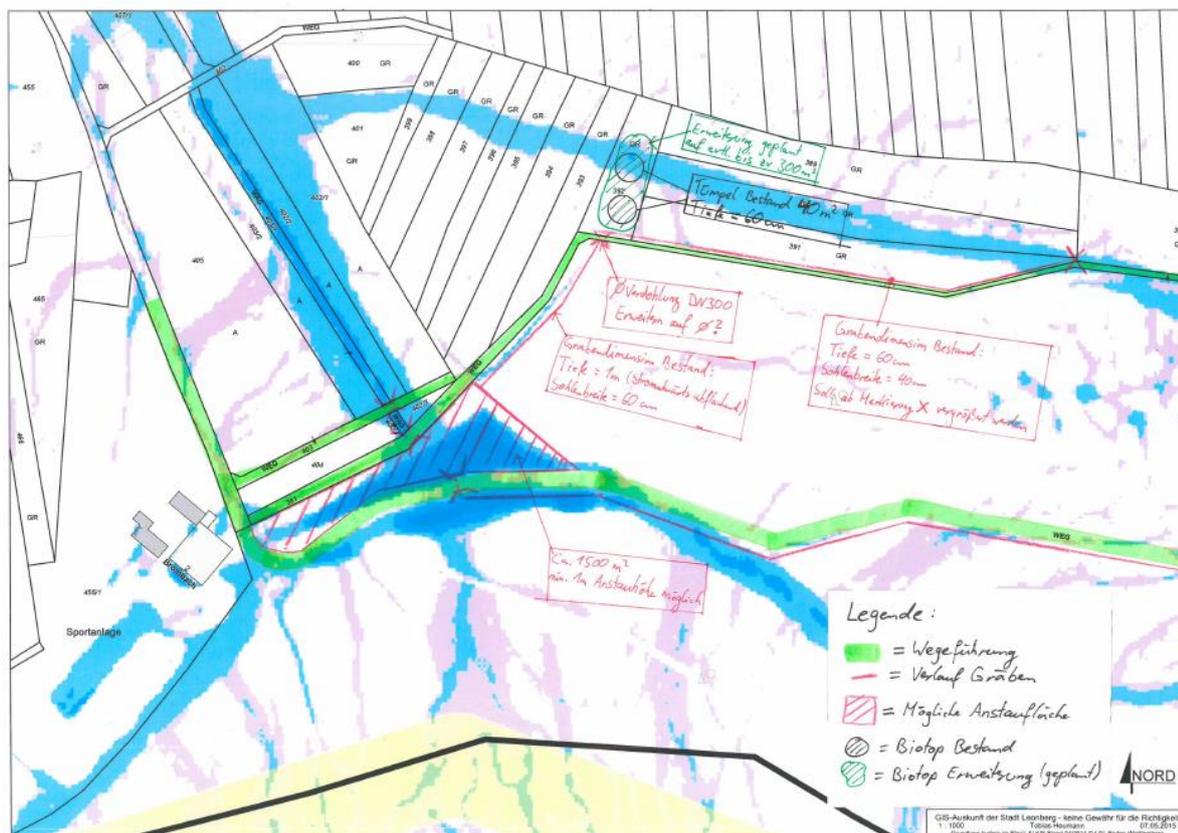


Abbildung 36: Planungsvorschläge von der Kommune

### Schlussfolgerungen zur ersten Phase der Planungen mit Modellierungen

Um für das Teiluntersuchungsgebiet die Starkregensituation zu verbessern, müssen die Retentionen hinter den Wegen gesichert werden, da der aktuelle Zustand, gegenwärtig und somit besonders auch zukünftig, ein Überströmen der Wege erwarten lässt. Um eine deutliche Reduktion der Welle im unterhalb liegenden Gebiet zu gewährleisten, wurde ein potentieller Standort vorgeschlagen. Sollte dieser planerisch möglich sein, sind weitere Modellrechnungen zur Optimierung notwendig. Der Rückhalt sollte im Nebenschluss des vorhandenen Grabens angelegt werden.

### Zweite Phase der Planungen mit Modellierungen und Feldsondierungen -

#### Teil A: Sicherung Waldweg

**Begründung der Maßnahme:** Die vorhandene Retentionswirkung ist eher ein zufälliges Nebenprodukt des Wegebbaus. Die Simulationen zeigen, dass bei Extremniederschlägen der Abfluss über den Weg erfolgt. An einigen Stellen bestehen am Wegdamm bereits Rutschungen, zudem ist die vorhandene Dole beschädigt und teilweise zugesetzt. Daraus ergibt sich ein erhöhtes Risiko, dass bei einem entsprechenden Ereignis der Wegdamm erodiert und damit neben den Schäden am Weg auch große Mengen Sediment in die unterhalb liegende Verdolung der Ortslage eingetragen werden.

**Ausführungsvorschlag der Maßnahme:** Sicherung des Weges durch eine Mauer, entweder in Massivbauweise (Beton) oder durch Gabionen. Ersetzen der vorhandenen beschädigten Dolen durch eine neue mit einem Durchmesser von 60 cm ( $0,8 \text{ m}^2/\text{sec}$ ). Vorgesetzt vor die Dole werden zwei Schachtringe (Durchmesser 1 m, Höhe 1 m) auf Betonfundament und oben durch ein Gitterrost gegen Einsteigen gesichert.

Es wird vorgeschlagen, den Weg im Bereich der Mauer zu befestigen, damit im Falle eines Überströmens keine Schäden zu erwarten sind.

*Tabelle 12: Zusammengefasste Kennwerte zur vorgeschlagenen Retentionsmaßnahme „Sicherung Waldweg“*

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| Abgrabungsfläche              | 1250 m <sup>2</sup>   |
| Abgrabungsvolumen             | 1000 m <sup>3</sup>   |
| Höheniveau der Abgrabung      | 447,5 m NN  |
| Angleichungsfläche            | 500 m <sup>2</sup>  |
| Retentionsvolumen             | 2000 m <sup>3</sup> (zuvor 800 m <sup>3</sup> ) bei Vollfüllung, 1625 m <sup>3</sup> bis die Entlastung anspringt |
| Durchflussmenge Grundablass   | 0,8 m <sup>3</sup> /sec (DN 600)  |
| Mauerfläche                   | 40 m <sup>2</sup>   |
| Höheniveau der Maueroberkante | 449 m NN  |

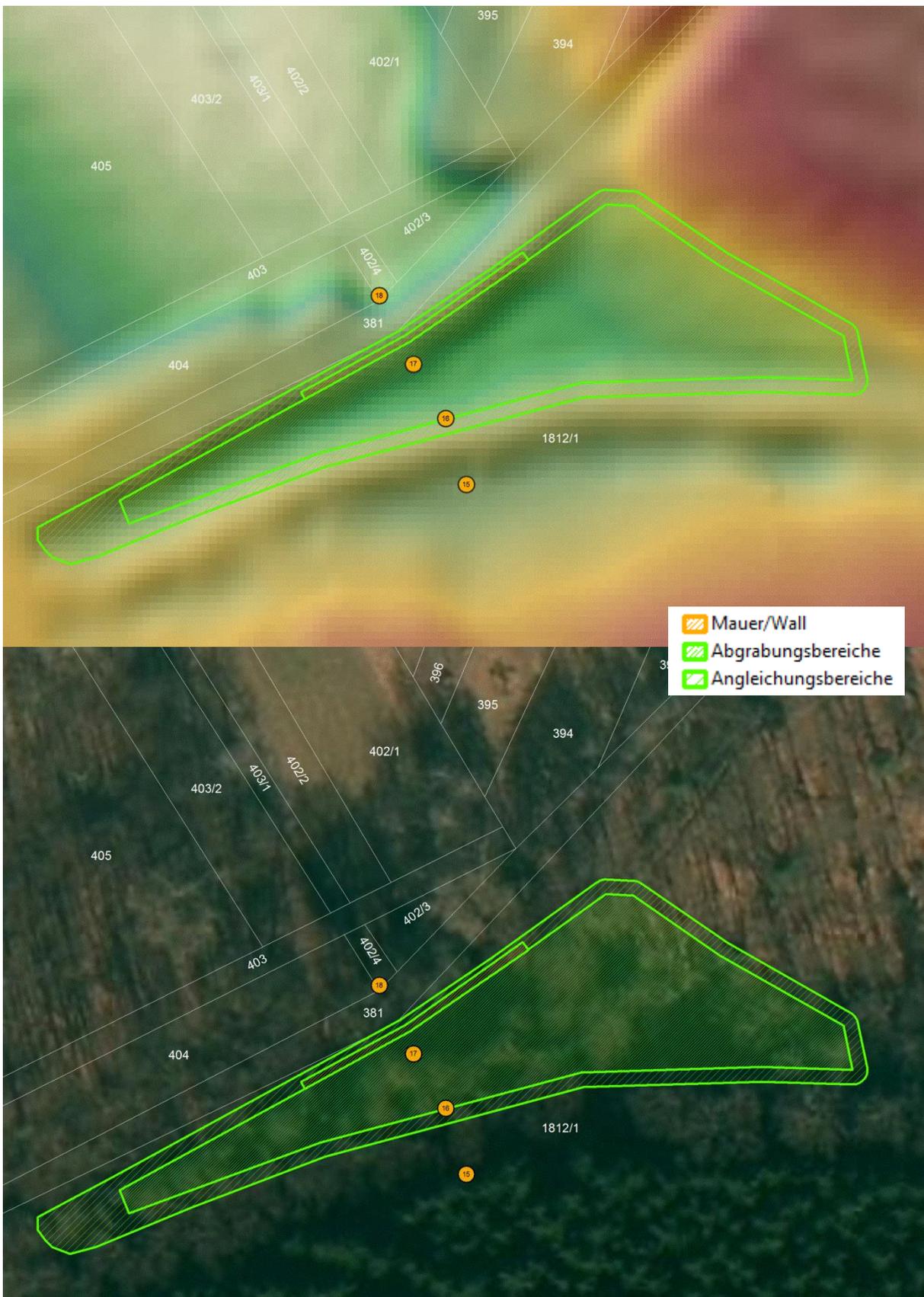


Abbildung 37: Kartenausschnitt des Planungsbereiches „Waldweg“ mit Geländemodell bzw. Luftbild im Hintergrund, die orangenen Punkte markieren Ein- und Auslassstellen der existierenden Dolen, der neue Auslass wäre an Position 17 (Verwendete Grundlagen: © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (LGL) [www.lgl-bw.de](http://www.lgl-bw.de) Az.: 2851.9-1/19)

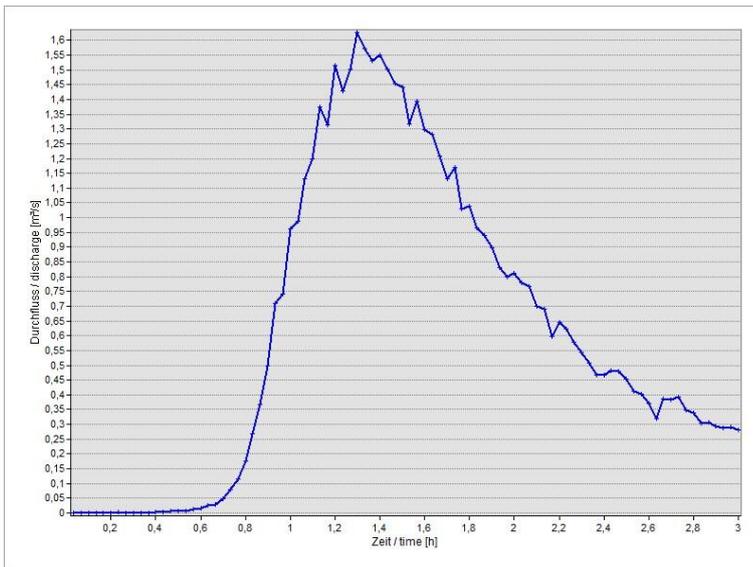


Abbildung 38: Durchflussmenge gemäß Starkregenmodellierung (60 mm) ohne Maßnahmen und ohne die bestehende Wegretention, der Retentionsbedarf von ca. 1650 m<sup>3</sup> wird durch die vorgeschlagene Ausführung bereitgestellt

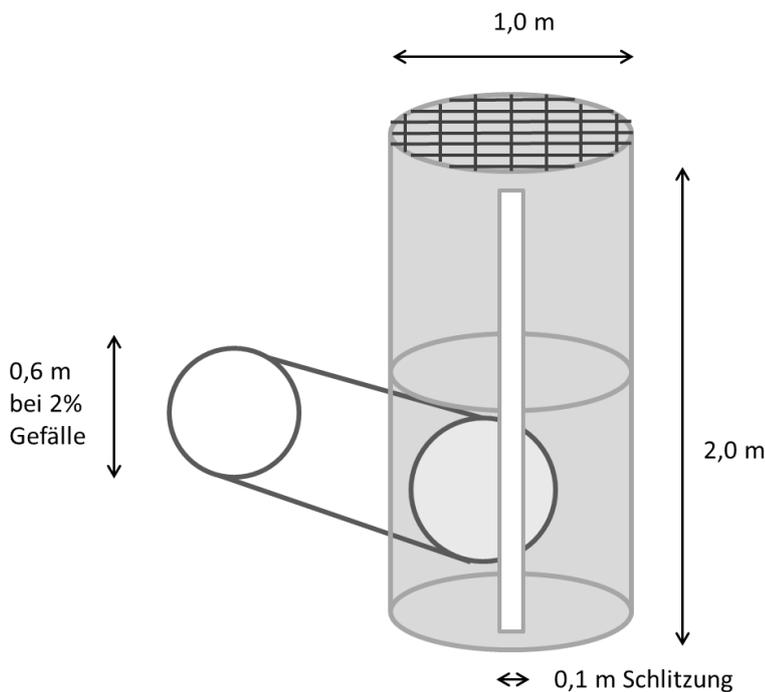


Abbildung 39: Konstruktionsvorschlag für den Auslass der Retentionsfläche, der Wassereintritt erfolgt über eine Schlitzung, die ober Öffnung dient als Entlastung bei Füllung, die Oberkante muss 20 cm unterhalb der Oberkante der Mauer liegen. Evtl. ist es sinnvoll, seitlich an der Schlitzung ein Blech anzubringen, um bei Bedarf die Öffnungsweite nachregulieren zu können

**Zweite Phase der Planungen mit Modellierungen und Feldsondierungen -  
Teil B: Retention im Biotopbereich**

**Begründung der Maßnahme:** In dem Seitental sammelt sich in deutlichem Maß Abfluss, der sich dann mit dem aus dem Haupt-Tal kommenden vereinigt und die Probleme in der Ortslage verursacht. Der Abfluss beträgt in diesem Teilbereich bis zu 350 l/sec und damit ca. 15 % des Gesamtabflusses. Aufgrund der Flächenverfügbarkeit sowie der Neigungsverhältnisse bietet sich ein Rückhalt in diesem Bereich an.

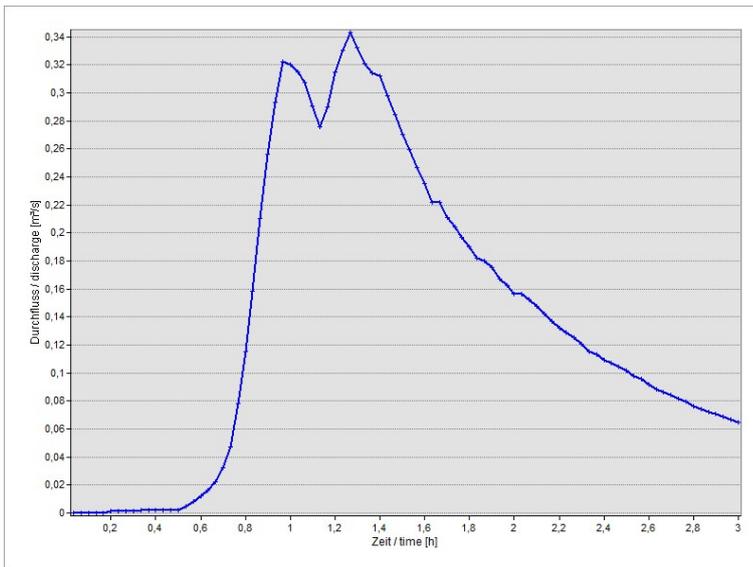


Abbildung 40: Durchflussmenge gemäß Starkregenmodellierung (60 mm) ohne Maßnahmen

**Ausführungsvorschlag der Maßnahme:** Die bestehenden Biotopbereiche sollen deutlich erweitert werden und durch Dämme mit Grundablass bzw. Gabionen-Mauern mit Vorschüttung ein kurzzeitiger Einstau in dem Bereich der Flurstücke 390, 391 und 392 erreicht werden.

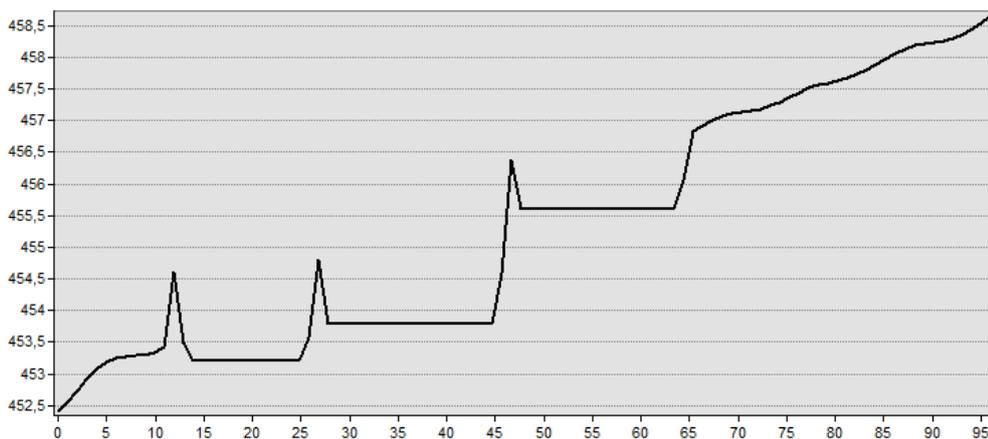


Abbildung 41: Schematisches Längsprofil mit gekammertem System der Retentionsmaßnahmen (genaue Höhen bitte der Beschreibung entnehmen)

Dabei wird ein gekammertes System vorgeschlagen. Ziel sollte sein, den Durchfluss auf ca. 50 l/sec zu reduzieren, dies würde dann den bereitgestellten Retentionsraum gerade ausnutzen. Die Kammerung ist aufgrund der Topographie notwendig, zudem wird dadurch bereits Material im Einströmungsbereich zurückgehalten und spätere Wartungsarbeiten konzentrieren sich auf einen kleineren Bereich (oberste Kammer).



Abbildung 42: Kartenausschnitt des Planungsbereiches „Biotop“ mit Geländemodell bzw. Luftbild im Hintergrund (Verwendete Grundlagen: © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (LGL) [www.lgl-bw.de](http://www.lgl-bw.de) Az.: 2851.9-1/19)

Die Gabionen haben den Vorteil, auch bei Überströmung keine Bruchgefahr darzustellen, sondern das Wasser gedrosselt durchzulassen. Eine Verankerung im anstehenden Boden ist natürliche Bedingung der Gabionenbauweise. Durch die Vorschüttung werden die Gabionen ausreichend abgedichtet.

Tabelle 13: Zusammengefasste Kennwerte zur vorgeschlagenen Retentionsmaßnahme „Biotop“

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| Abgrabungsfläche              | 400 m <sup>2</sup> + 200 m <sup>2</sup> + 200 m <sup>2</sup>                             |
| Abgrabungsvolumen             | 560 m <sup>3</sup> + 230 m <sup>3</sup> + 100 m <sup>3</sup> (= 890 m <sup>3</sup> )     |
| Höheniveau der Abgrabung      | 453,2 m NN + 453,5 m NN + 455,6 m NN   |
| Angleichungsfläche            | 500 m <sup>2</sup>   |
| Retentionsvolumen             | 640 m <sup>3</sup> + 300 m <sup>3</sup> + 200 m <sup>3</sup> (= 1140 m <sup>3</sup> )    |
| Durchflussmenge               | 0,05 m <sup>3</sup> /sec (DN 100)  |
| Mauerfläche                   | 32 m <sup>2</sup> + 20 m <sup>2</sup> + 13 m <sup>2</sup>                                |
| Höheniveau der Maueroberkante | 454,8 m NN + 455,0 m NN (nördlicher Teilabschnitt Geländeoberkante folgend) + 456,6 m NN |

**Eingriffswirkung auf das Schutzgut Boden:** Durch die vorgeschlagene Maßnahme werden Böden abgegraben. Dies führt zu einem Leistungsverlust der natürlichen Bodenfunktionen im Bereich der Maßnahme. Im Sinne einer nachhaltigen Maßnahmenumsetzung im Rahmen von KliStaR wurde deshalb aufgrund der Anregungen beim Ortstermin Anfang September 2015 eine qualitative Bodenbewertung durchgeführt. Der Schwerpunkt sollte dabei auf dem Wasserhaushalt der Böden liegen. Hierzu wurde am 24.09.2015 ein Screening zur Bodensondierung mittels Pürckhauer-Bohrstock durchgeführt. Dabei wurden neun manuelle Bohrungen bis auf 1 Meter Tiefe auf je einem Transekt innerhalb der drei Einstaubereiche vorgenommen (Abbildung 43), die dann nach DIN 19682 feldbodenkundlich beschrieben, mittels BGR (2005) ausgewertet und basierend auf LUBW (2012) bewertet wurden. Für die über einen Meter hinabreichenden Abgrabungen im westlichen und mittleren Einstaubereich wurden die untersten Horizonte der Bohrlochbeschriebe 1 bis 7 auf die mittlere Abgrabungstiefe hochgerechnet. Im Bereich der Bohrlochbeschriebe 8 und 9 wird eine Abgrabung auf 50 cm tiefe vorgeschlagen, die mit der Sondierung erreicht wurde (Details siehe Tabelle 24 im Anhang).

Dem Ausführungsvorschlag zufolge soll das Bodenabgrabungsvolumen 890 m<sup>3</sup> betragen (siehe Tabelle 13). Den auf der Bodenkartierung beruhenden Schätzungen zufolge gehen dabei durch die geplanten Abgrabungen ca. 360 m<sup>3</sup> Bodengesamtporenvolumen verloren (Tabelle 14), so dass mit der Maßnahme ein Nettogewinn von maximal 530 m<sup>3</sup> durch das Abgraben erreicht wird. Die dezentrale Versickerung des zurückgehaltenen Wassers wird aufgrund der zumeist geringen (< 6 cm/d) und nur vereinzelt mittleren Wasserleitfähigkeit (< 16 cm/d) der Böden relativ langsam erfolgen. Sie wird aufgrund der häufig und kleinräumig wechselnden tonigen und sandigen Unterbodenschichten aus Materialien des Schilfsandsteins jedoch stark variieren, so dass insgesamt kein Wasserstau zu erwarten ist und somit auch keine eigenständige Entwicklung eines Feuchtbiotops erwartet werden kann. Bestätigendes Indiz hierfür sind hydromorphe Bodenmerkmale, die nur vereinzelt und schwach ausgeprägt in den Böden vorliegen. Eine belastbare Prognose ist mit den gewählten Schätzmethode jedoch kaum möglich.



Abbildung 43: Lage der Bohrpunkte und Gruppierung der Böden nach textueller Gesamtprägung (Verwendete Grundlagen: © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (LGL) www.lgl-bw.de Az.: 2851.9-1/19)

Tabelle 14: Feldbodenkundlich ermitteltes Gesamtporenvolumen, also gesamtes Wasserspeicherpotenzial von den Abtragsböden im Planungsbereich des gekammerten Rückhaltesystems südlich von Leonberg-Warmbronn

| Einstaubereich | Bohrnr. | Flächenanteil [%] | Mittl. Abgrabtiefe [cm] | kleinster kf-Wert [cm/d] | Luftkapazität [l/m <sup>2</sup> ] | Feldka_pazität [l/m <sup>2</sup> ] | Porenvolumen [l/m <sup>2</sup> ] | Abgrabfläche [m <sup>2</sup> ] | Porenvolumen [m <sup>3</sup> ] |
|----------------|---------|-------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| West           | 1       | 25                | 140                     | 2                        | 76                                | 518                                | 594                              | 100                            | 59                             |
|                | 2       | 25                | 140                     | 2                        | 75                                | 499                                | 574                              | 100                            | 57                             |
|                | 3       | 25                | 140                     | 12                       | 89                                | 505                                | 593                              | 100                            | 59                             |
|                | 4       | 25                | 140                     | 3                        | 56                                | 319                                | 375                              | 100                            | 38                             |
| Mitte          | 5       | 33                | 115                     | 2                        | 66                                | 427                                | 493                              | 67                             | 33                             |
|                | 6       | 33                | 115                     | 16                       | 94                                | 415                                | 509                              | 67                             | 34                             |
|                | 7       | 33                | 115                     | 2                        | 60                                | 406                                | 466                              | 67                             | 31                             |
| Ost            | 8       | 50                | 50                      | 12                       | 45                                | 209                                | 253                              | 100                            | 25                             |
|                | 9       | 50                | 50                      | 6                        | 45                                | 217                                | 262                              | 100                            | 26                             |
| Summe          |         |                   |                         |                          |                                   |                                    |                                  |                                | 363                            |

Die Böden weisen als Standort für Kulturpflanzen zumeist eine mittlere, und nur in kleineren Einzelbereichen der zentralen Senke eine hohe Wertigkeit auf, die durch eine Abgrabung auf das Minimum reduziert wird. Denn durch den Abtrag von ca. 40 bis 60 cm Unterboden geht das gesamte Bodenmaterial verloren, welches positiv für das Pflanzenwachstum ist. Die oben bereits detaillierter beschriebene Ausgleichsfunktion im Wasserkreislauf weist insgesamt auch eine mittlere Wertigkeit auf. Die Filter- und Pufferfunktion der Böden reicht von hochwertig in den lehmig-tonigen Bereichen bis mittelwertig in den schluffig-sandigen Bereichen. Die Abgrabungen werden zu einem Wertigkeitsverlust führen. Inwiefern für diese Funktion aber ein Restpotenzial durch die tieferen Bodenschichten vorhanden ist, kann nur durch tiefere Bohrungen festgestellt werden. Die Gesamtwertigkeit der Böden erreicht vorrangig die mittlere Stufe von 2,3, lediglich im tiefer gelegenen Senkenbereich wird vereinzelt eine leicht erhöhte Wertestufe erreicht.

Insgesamt befinden sich im Abgrabungsbereich keine Böden mit sehr hoher Wertigkeit. Unabhängig davon wird die geplante Abgrabung zu einem Leistungsverlust der zumeist mittelwertigen Böden führen. Eine Verlustminimierung lässt sich durch einen getrennten Abtrag von humosen Oberboden (ca. 0-10 cm), kulturfähig-

gem Unterboden (ca. 10 cm bis max. 60 cm) und dem Untergrund (ab ca. 40 -60 cm) erreichen, sofern dieser im direkten Umkreis der Maßnahme auch wieder zu einem fachgerechten Einbau gelangt. Der Erfolg lässt sich durch die rasche Wiederansiedlung von Pflanzen entscheidend verbessern. Als vorteilhaft für eine rasche Rekultivierung hat sich z.B. die Ansaat von tiefwurzelnden, also rigolenden und infiltrationsfördernden Saatgutmischungen erwiesen.

**Fazit zur Eingriffswirkung auf das Schutzgut Boden:** Der Ausführungsvorschlag für die Rückhaltemaßnahme beinhaltet ein gekammertes System aus Dämmen mit Grundablass bzw. Gabionen-Mauern mit Vorschüttung, womit ein kurzzeitiger Einstau in dem Bereich der betroffenen Flurstücke erreicht werden kann. Die vorgeschlagene Abgrabung wird dabei aber zu einem Leistungsverlust der zumeist mittel- bis hochwertigen Böden führen. Eine Verlustminimierung lässt sich durch einen getrennten Abtrag von Oberboden, Unterboden und Untergrund erreichen, sofern diese Materialien im direkten Umkreis der Maßnahme auch wieder zu einem fachgerechten Einbau gelangen. Eine Begrünung durch die rasche Ansaat oder Pflanzung von tiefwurzelnder Vegetation ist erforderlich, so dass zumindest mittelfristig die niedrige Leistungsfähigkeit der Böden als Pflanzenstandort aufgrund des Bodenabtrags wieder verbessert werden kann. Weiterhin kann eine solche Begrünung die dezentrale Wasserversickerung fördern, zumal die Bodeneigenschaften keine eigenständige Entwicklung eines Feuchtbiotops erwarten lassen. Zur Absicherung des Versickerungspotenzials sind allerdings Infiltrationsversuche erforderlich, da die Bodenbewertung nur auf 1 Meter tiefe Sondierungen und Interpolationen beruht.

#### **Bewertung der Maßnahmen durch das Landratsamt**

Das Landratsamt Böblingen, das für die evtl. erforderliche Genehmigung der Maßnahmen zuständig ist, begrüßt die Maßnahme A „Sicherung Waldweg“, da diese sich sehr gelungen in die örtlichen Gegebenheit und vorhandenen Strukturen einpasst. Bei der Maßnahme B „Retention im Biotopbereich“ wird hingegen darauf hingewiesen, dass es einer naturschutzrechtlichen (und baurechtlichen) Genehmigung bedarf, da die Maßnahme eine Abgrabung/Auffüllung von > 500 m<sup>2</sup> im Außenbereich beinhaltet. Darüber hinaus wird die Maßnahme kritischer gesehen, da diese mit der Veränderung der Bodengestalt verbunden ist und somit zwangsläufig ein Eingriff in das Schutzgut Boden durch Abgrabung für die Retentionsmulden und ggf. Überschüttungen vorliegt.

#### **Umsetzung der Maßnahme A „Sicherung Waldweg“**

Im Februar 2016 wurde schließlich mit der Umsetzung der Maßnahme A „Sicherung Waldweg“ nach dem oben beschriebenen Ausführungsvorschlag begonnen (siehe Abbildung 44 bis Abbildung 46) und im März abgeschlossen. Der Einlauf des Durchlasses ist wartungsarm, kostengünstig und kann bei Bedarf leicht modifiziert werden. Außerdem können auch extreme Abflüsse aufgenommen werden. Den fertigen Umbau der Sicherung des Waldweges konnten die Teilnehmer der Abschlussveranstaltung begutachten (siehe Abbildung 77).



Abbildung 44: Befestigung und Erhöhung des Waldweges



Abbildung 45: Erneuerung der Verdolung



Abbildung 46: Schlitzung der Verdolung

Die umgesetzte Maßnahme in Leonberg-Warmbronn trägt bei zur

- Schadensreduzierung und Kostenersparnis bei der Reinigung von Infrastruktur, insbesondere von Kanälen bei (ca. 175 000 + 175 000 + 50 000 Euro, siehe Kapitel 5.2),
- Verbesserung des Bodenwasserhaushaltes (erhöhte Infiltration),
- Abflussreduktion und damit geringere Starkregen-Hochwasser.

Durch die enge Kooperation während des Planungsverfahrens und einige Begehungen vor Ort mit allen beteiligten Akteuren und durch die enge Einbindung des Landratsamtes ermöglichte die Umsetzung der Maßnahme (Bauausführung) schon knapp ein Jahr nach Vorstellung des ersten Maßnahmenkonzepts. So konnte die Sicherung des Waldweges innerhalb von KliStaR finanziert und realisiert werden. Bereits aktuell, aufgrund der vielen Starkregen im Mai und Juni 2016, konnte eine deutliche Verbesserung der Situation verzeichnet werden (siehe Abbildung 47), es traten keine Schäden im sonst bei derartigen Niederschlägen betroffenen Siedlungsbereich auf.



Abbildung 47: Gefüllte Retentionsmaßnahme in Leonberg-Warmbronn nach Starkregenereignissen im Mai 2016

Bei Bedarf kann noch die zweite vorgeschlagene Maßnahme „Retention im Biotopbereich“ umgesetzt werden, die aufgrund der oben genannten Bedenken zurückgestellt wurde und somit im Rahmen von KliStaR nicht mehr umgesetzt werden konnte.

#### 4.5.3 SCHÖNBÜHLHOF (SCHWIEBERDINGEN, MARKGRÖNINGEN, EBERDINGEN)

Im Bereich Schönbühlhof (siehe Abbildung 48) wurden bereits im Rahmen des landesweiten Risikomanagementprozesses die Ergebnisse der Starkregengefahrenkarte als ergänzender Risikobereich aufgenom-

men. Hier fließt aus den Außenbereichen Wasser und damit verbunden Sediment in die Ortslage des Weilers. Während des Risikomanagementprozesses wurde die zu erwartende Abflusszunahme durch den Klimawandel thematisiert. Die Reliefsituation ist relativ typisch für die Region und daher mögliche Maßnahmen auch für die Klimaanpassung anderer Kommunen zu übertragen.

Besonders interessant wird eine Maßnahmenplanung dadurch, dass in diesem Bereich drei Kommunen aneinander grenzen, womit eine typische Ober-Unterlieger-Problematik vorliegt und eine Lösung nur durch eine Kooperation aller Beteiligten möglich ist.

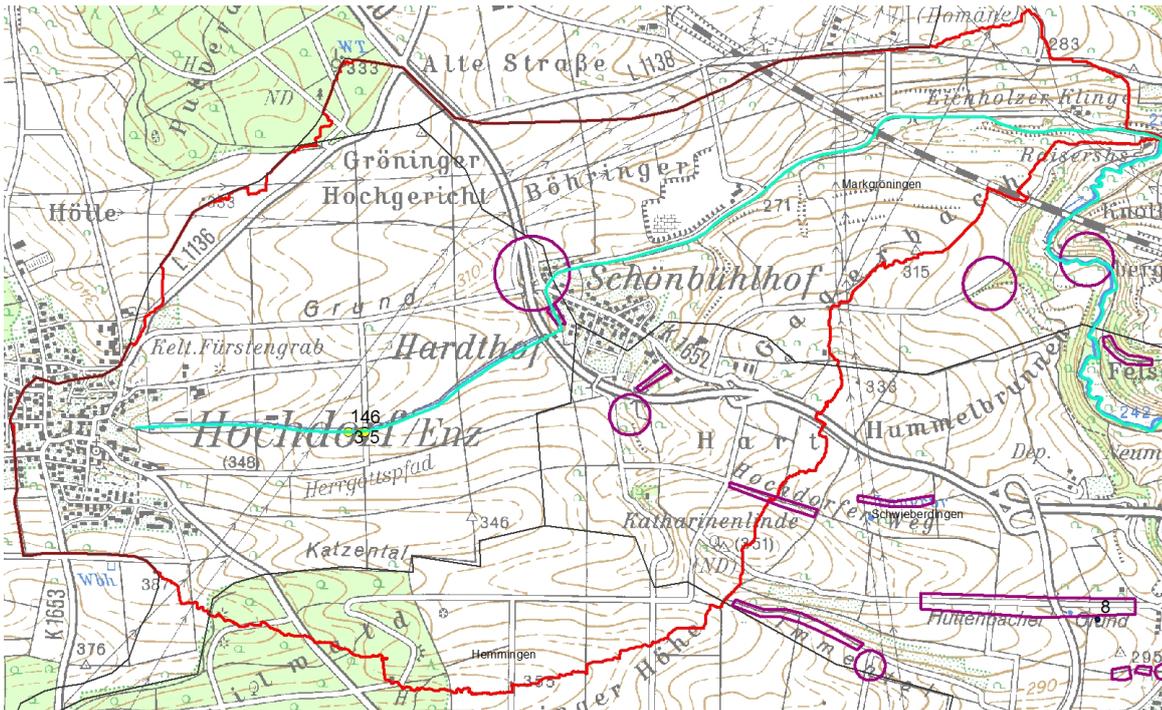


Abbildung 48: Übersichtskarte des Brennpunktes Schönbühlhof und die rückgemeldeten Problempunkte, problematisch ist insbesondere die Entwässerung von Westen in die Ortslage (Verwendete Grundlagen: © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (LGL) [www.lgl-bw.de](http://www.lgl-bw.de) Az.: 2851.9-1/19)

Im Rahmen der Auftaktveranstaltung wurden von Schwieberdingen und Markgröningen der Bereich als gemeinsamer Brennpunkt für die Untersuchung vorgeschlagen und Abfluss- und Erosionsgefährdungskarten mit LISEM erstellt.



Abbildung 49: Besprechungstermin im Ortsteil Schönbühlhof mit den beteiligten Kommunen und Planungsbüros

### Gefährdungskarten auf Basis konkretisierter Erosions- und Abflussmodellierungen

Im Zeitraum nach der Begehung und der Auftaktveranstaltung wurde die Erosions- und Abflussmodellierung mit LISEM durchgeführt. Als Szenarien wurden Ereignisse im März mit einem Anfangsmatrixpotential von -200 hPa gewählt (vgl. Kapitel 3.1.3). Diese Ereignisse wurden für den Ist-Zustand (1971 – 2000), die nahe (2021 – 2050) und die ferne Zukunft (2071 – 2100) für eine Feldfruchtverteilungen und zwei KOSTRA-Niederschläge für ein 10-jährliches und ein 50-jährliches Ereignis simuliert (vgl. Kapitel 4.4.1 und 4.4.2). Zu beachten ist, dass keine erosionsmindernden Maßnahmen hier angenommen wurden. Es wird eine Simulationszeit von 0 - 130 Minuten mit einem Simulationszeitschritt von 15 Sekunden gewählt. Das Gebiet wird von zwei KOSTRA Niederschlagsrastern abgedeckt, so dass jeweils zwei Niederschlagsganglinien in die Simulation eingingen. Die Niederschlagsmengen der jeweiligen Simulationsszenarien können Tabelle 15 entnommen werden.

Tabelle 15: Ergebnisse der Erosionsmodellierung im März beim Schönbühlhof

| Simulationsname | Klima-Szenario | KOSTRA Jährlichkeit | Niederschlag [mm] | Fruchtfolge | Abfluss (gesamt) [m³] | Abflussscheitel [l/s] | Bodenverlust (gesamt) [t] | mittl. Bodenverlust [t/ha] |
|-----------------|----------------|---------------------|-------------------|-------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------------|
| ffv3_10_ist     | IST            | 10                  | 34,0              | FFV3        | 2721                  | 3273                  | 972                       | 2,8                        |
| ffv3_10_nah     | NAH            | 10                  | 36,2              | FFV3        | 3962                  | 4635                  | 1593                      | 4,5                        |
| ffv3_10_fern    | FERN           | 10                  | 38,4              | FFV3        | 5462                  | 6404                  | 2298                      | 6,5                        |
| ffv3_50_ist     | IST            | 50                  | 46,2              | FFV3        | 12379                 | 12557                 | 5130                      | 14,5                       |
| ffv3_50_nah     | NAH            | 50                  | 49,2              | FFV3        | 15784                 | 14801                 | 6435                      | 18,2                       |
| ffv3_50_fern    | FERN           | 50                  | 52,2              | FFV3        | 19466                 | 17072                 | 7785                      | 22,0                       |

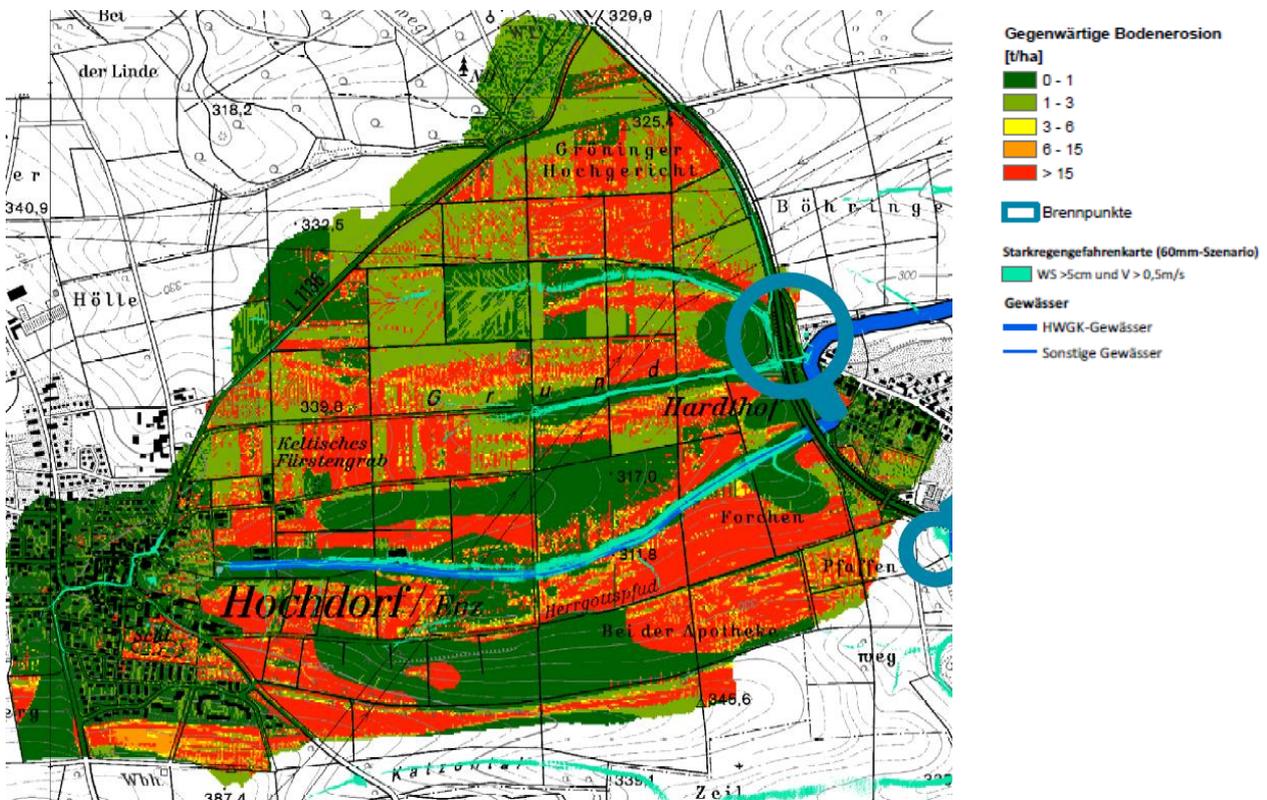
IST: Ist-Zustand, NAH: nahe Zukunft, FERN: ferne Zukunft

10: 10-jährliches Ereignis, 50: 50-jährliches Ereignis

FFV1: Feldfruchtverteilung 1, FFV2: Feldfruchtverteilung 2, FFV3: Feldfruchtverteilung 3

Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Klimaszenarien sind sowohl bei dem 10-jährlichen als auch bei 50-jährlichen Niederschlagsereignissen zu erkennen. So beträgt der durchschnittliche Bodenverlust beim 10-jährlichen Ereignis im Ist-Zustand 2,8 t/ha, in der nahen Zukunft 4,5 t/ha und in der fernen Zukunft 6,5 t/ha (siehe Tabelle 15). Deutliche Zunahmen der Abfluss- und Bodenabtragungsmengen im Vergleich zu den

10-jährlichen Ereignissen, weisen die Ergebnisse der 50-jährlichen Simulationen auf (siehe Tabelle 15). Die Erosionsgefährdung der 10-jährlichen Ereignisse ist als mittel bis hoch, die der 50-jährlichen Ereignisse als sehr hoch einzustufen.



Verwendete Grundlagen:

© Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (LGL) [www.lgl-bw.de](http://www.lgl-bw.de) Az.: 2851.9-1/19

© Daten aus dem Räumlichen Informations- und Planungssystem (RIPS) der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg; 27.10.2014. <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de>

© BK50 (Stand 2014): Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) <http://www.lgrb.uni-freiburg.de>

Abbildung 50: Erosionskarten für März des 50-jährlichen Ereignisses im Ist-Zustand (1971-2000) (oben) und die Erosionsveränderung in der ferneren Zukunft (2071-2100) (unten)

## Vorläufige Maßnahmenoptionen

Mit den beteiligten Kommunen wurde ein ausführlicher Dialog über die verschiedenen Optionen geführt. Als Hauptvarianten wurde ein Rückhalt kurz vor der Ortslage und alternativ bzw. ergänzend eine Kaskade von Retentionsmaßnahmen entlang des Gewässers sowie eine Aufweitung des Gewässers diskutiert. Für alle Varianten ist eine hydrodynamische Auswertung notwendig, um das benötigte Retentionsvolumen sowie die Effektivität der Maßnahmen zu beurteilen.

Aus dem Gespräch ergab sich zudem, dass ein großer Teil des Problems durch die oberhalb liegende Siedlungsfläche verursacht wird (Entlastung eines RÜB), um die Situation und die Problematik im Einzugsgebiet besser beurteilen zu können, wurde noch eine Begehung des Teileinzugsgebietes durchgeführt, die zu folgenden Ergebnissen führte:

- auf den Ackerflächen wird bereits zum Teil schon Querbewirtschaftung betrieben, hier ist nur ein sehr geringes Optimierungspotential verfügbar
- Mulchsaat wird auch bereits durchgeführt, im Gespräch mit den Landwirten gibt es hier zwar noch ein geringes Verbesserungspotential bezüglich größerer Kontinuität, eine Erschließung dieser Potentiale ist aus Sicht der Landwirte aber nicht durchführbar
- entlang des Grabens befinden sich Grünstreifen bzw. Gewässerrandstreifen und teilweise Hecken
- es gibt bereits einige Grünstreifen und begrünte Feldwege liegen zwischen den Feldern, ebenso befinden sich vereinzelte Hecken z.T. auf Stufenrainen zwischen den Feldern
- an der Vegetation im Graben ist ablesbar, dass der Graben zeitweise mehr Wasser führt als am Tag der Begehung
- an einigen Stellen ist Sediment zu erkennen, auch bei den Überflutungen in der Ortslage gab es größere Sedimentanteile, so dass zumindest teilweise auf deutliche Erosion geschlossen werden kann, die Bereiche ließen sich aber nicht deutlich erkennen



*Abbildung 51: Bestehender Grünstreifen entlang des Gewässers, hier verbleibt nur geringes Verbesserungspotential*



*Abbildung 52: Die Ackerflächen werden bereits zu großen Anteilen quer und mit Mulchsaatverfahren bewirtschaftet*



*Abbildung 53: Auf den Wegen ist Sediment zu erkennen, obwohl in der Zeit vor der Begehung keine größeren Ereignisse stattfanden*

Zusammenfassend spiegeln die Begehung und die detaillierte Analyse der Starkregengefahrenkarten und verschiedener Luftbilder ein räumlich verteiltes Grundrisiko, z.B. aufgrund der Standortverhältnisse und großen Ackerschläge mit kaum benennbaren Brennpunkten, wider. Bekannte Maßnahmen-Ideen werden teilweise schon umgesetzt (s.o., Randstreifen, begrünte Mulden, Mulchsaat). Zwecks weiterer Maßnahmen-

realisierung wären bei einem Ortstermin mit den Landwirten der bisherige Umsetzungsumfang oder Fragen des Wegebaus zu diskutieren.

Als Option bleiben Maßnahmen entlang des Gewässers, insbesondere unter Nutzung der querenden Wege für Retentionsmaßnahmen bzw. unter Einbeziehung eines mit Gehölz bestandenen Zwickels direkt am Gewässer.

Um die entsprechende Finanzierung zu sichern, wurde in allen beteiligten Kommunen zunächst ein Beschluss der politischen Gremien angestrebt und erreicht. Dann wurden Gespräche mit den Grundstückseignern durchgeführt, um die Planung direkt auf die verfügbaren Flächen zu konzentrieren. Die Kontakte wurden über die beteiligten Kommunen hergestellt.

#### Zweite Phase der Planungen mit Modellierungen

Als problematisch hat sich bei diesen Gesprächen erwiesen, dass Landwirte keine weiteren Flächen abgeben wollen, da bereits zu großer Druck auf die Flächen herrscht. Im Dezember 2015 gab es erneut ein Treffen zum weiteren Vorgehen am Wiesengraben (siehe Protokoll vom 14.12.2015 im Anhang). Hier wurden die unterschiedlichen Maßnahmenoptionen erläutert. Als eine Möglichkeit wurde die Aufweitung des Grabenprofils diskutiert (siehe Abbildung 54). Durch die Renaturierung verschiebt sich der Gewässerrandstreifen nach außen. Von Vorteil ist, dass eine Fördermöglichkeit mit einer Bezuschussung von 85% besteht.

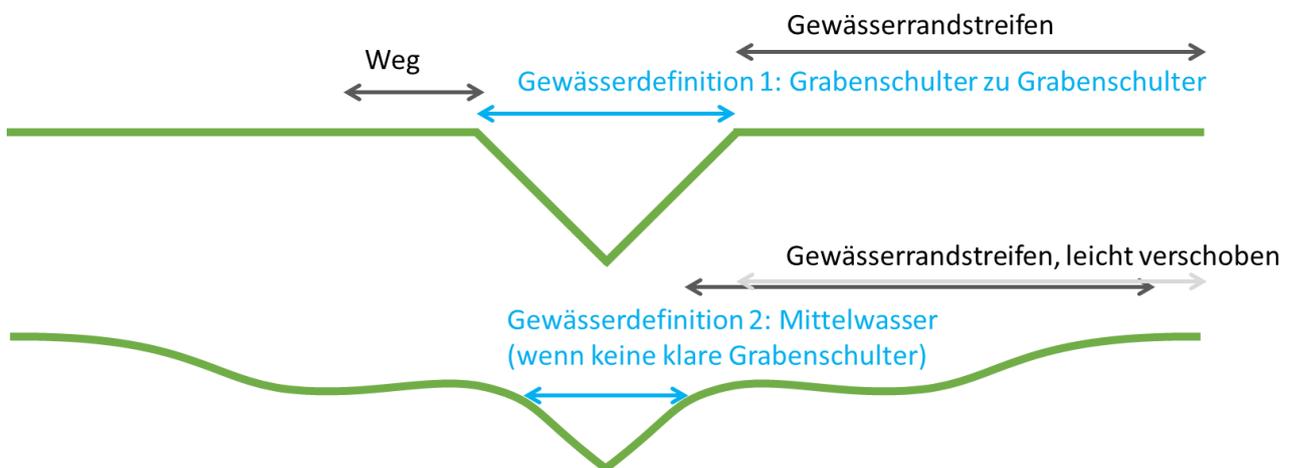


Abbildung 54: Schematische Darstellung des ursprünglichen Profils (oben) und des verbreiterten Profils (unten) des Wiesengrabens

Bei einem diffusen Gewässerrand kann die Mittelwasserlinie als Begrenzung eingesetzt werden. Der 2-jährliche Abfluss aus dem Einzugsgebiet ohne Entlastung entspricht einem Abfluss von  $0,8 \text{ m}^3/\text{sec}$ , als Mittelwasserführung wurde dieser mit einem kleinen Aufschlag auf  $1 \text{ m}^3/\text{sec}$  festgelegt. Daraus ist die Mittelwasserlinie zu bestimmen.

Zur Bestimmung der Mittelwasserlinie wurde eine instationäre Modellierung mit der Programmsoftware HEC-RAS (Version 4.1.0) durchgeführt. Für den Aufbau des eindimensionalen Modells wurden im Gelände vereinfachte Grabenprofile vermessen, mit den vorhandenen Laserscan-Daten ergänzt und außerhalb des Grabens verlängert. Die Bauwerke im untersuchten Bereich des Wiesengrabens wurden als Verdolungs- oder Brückenbauwerke im Modell berücksichtigt. Die Simulationsberechnungen wurden mit zwei Abflussgigli-

nien durchgeführt. Zum einen für die Bestimmung der Mittelwasserlinie mit einem Abfluss von  $1 \text{ m}^3/\text{sec}$  und zur Abschätzung des Rückhalteranges durch eine einseitige Verbreiterung des Grabens mit einer Ganglinie von  $2 \text{ m}^3/\text{sec}$ . Nach der Berechnung der Mittelwasserlinie wurden die Profile einseitig oberhalb der Wasserspiegellage bei  $1 \text{ m}^3/\text{sec}$  verbreitert (siehe Abbildung 55). Mit der zweiten Ganglinie sollte ein Vergleich der Abflüsse im Unterlauf und die Rückstauwirkung durch die Verbreiterung untersucht werden. Hierfür wurde eine endbetonte Ganglinie mit 1h Dauer festgelegt.

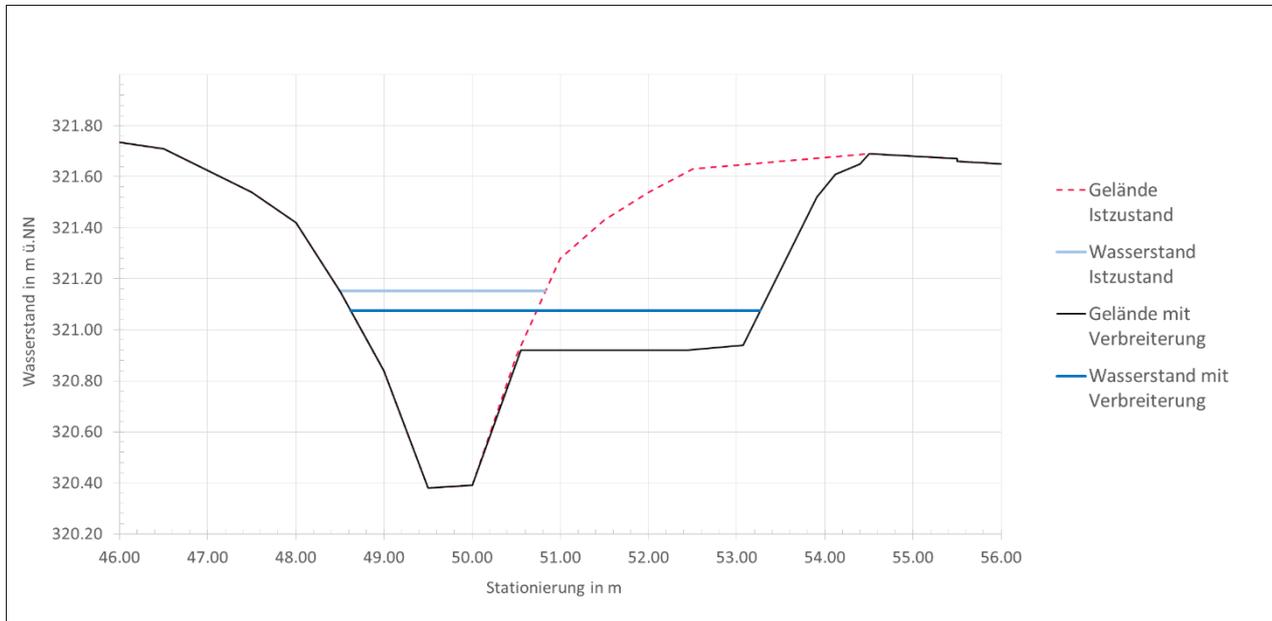
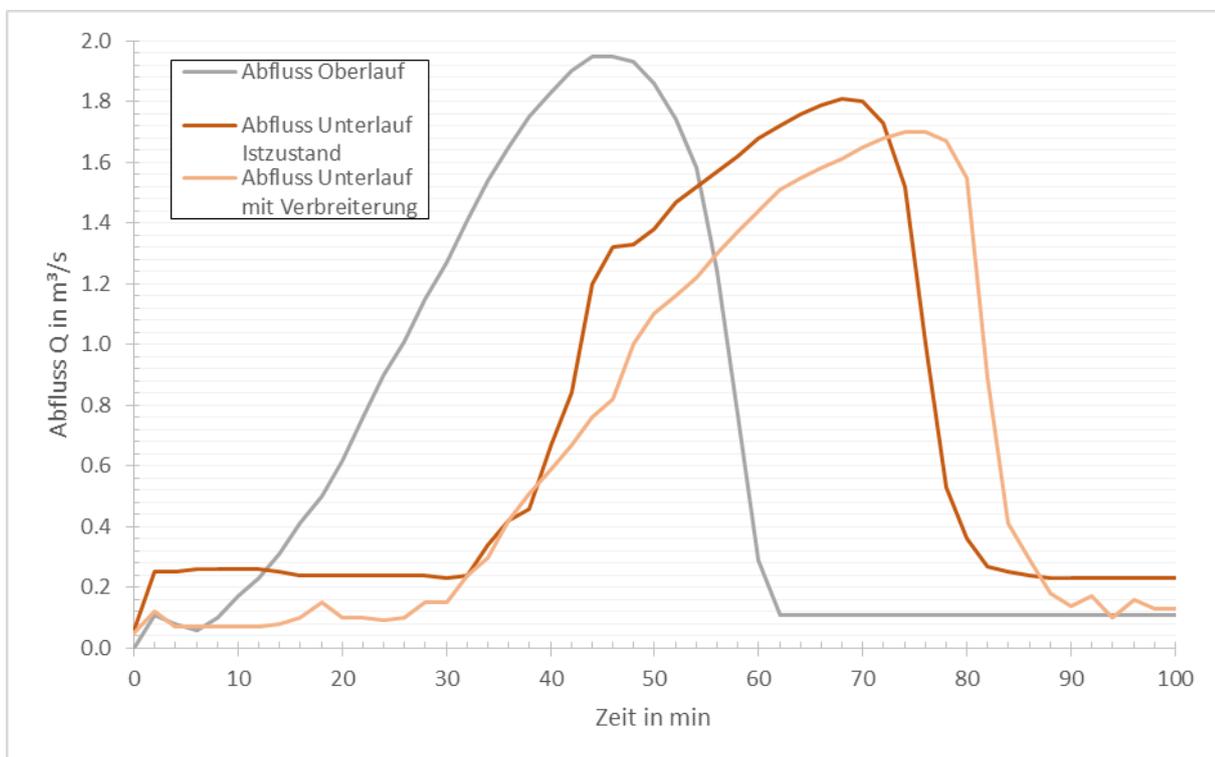


Abbildung 55: Beispielhafte Skizze eines Querprofils mit Verbreiterung ab der Mittelwasserlinie (rot gestrichelt: original Grabenstruktur,



schwarze Linie: Verbreiterung des Grabens)

Abbildung 56: Entwicklung der Abflusskurve am Unterlauf

Die Ergebnisse zeigen (beispielhaft), dass durch eine einseitige Verbreiterung des Grabens bei einem Abfluss von 2 m<sup>3</sup>/s eine Verringerung des Durchflusses am Unterlauf um ca. 0,3 m<sup>3</sup>/s erreicht werden kann. Rechnerisch kann der Retentionsraum bei 20 cm Überstau auf ca. 2000 m<sup>3</sup> geschätzt werden, mit dem nach dem modellierten Beispiel ein Retentionseffekt von ca. 600 m<sup>3</sup> am Unterlauf erreicht werden kann (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Da von Seiten einer Kommune nicht alle benötigten Daten bereitgestellt wurden, konnte die Detailplanung nicht vollständig abgeschlossen werden. Daher ist der Stand mit dem Abschluss von KliStaR die mit positivem Ergebnis durchgeführte Machbarkeitsstudie.

#### **4.5.4 AISCHBACH MIT GLEMS-TALMÜHLE, LANGE FURCHE UND DÖBACH (DITZINGEN)**

Im Bereich des Ditzinger Aischbachs standen drei Teilbereiche, die beim Kick-Off-Treffen und auf Basis der Erosionserwartungskarten (siehe Abbildung 57 und Abbildung 58) als Brennpunkte ausgewiesen wurden zur Auswahl. Deshalb wurden in den entsprechenden Bereichen „Glems Talmühle“, „Lange Furche“ und „Döbach“ kommunikative und planerische Maßnahmenondierungen durchgeführt, die im Folgenden kurz beschrieben werden und detailliert in einer Gesprächsnotiz vom 22.6.2015 im Anhang dokumentiert sind.

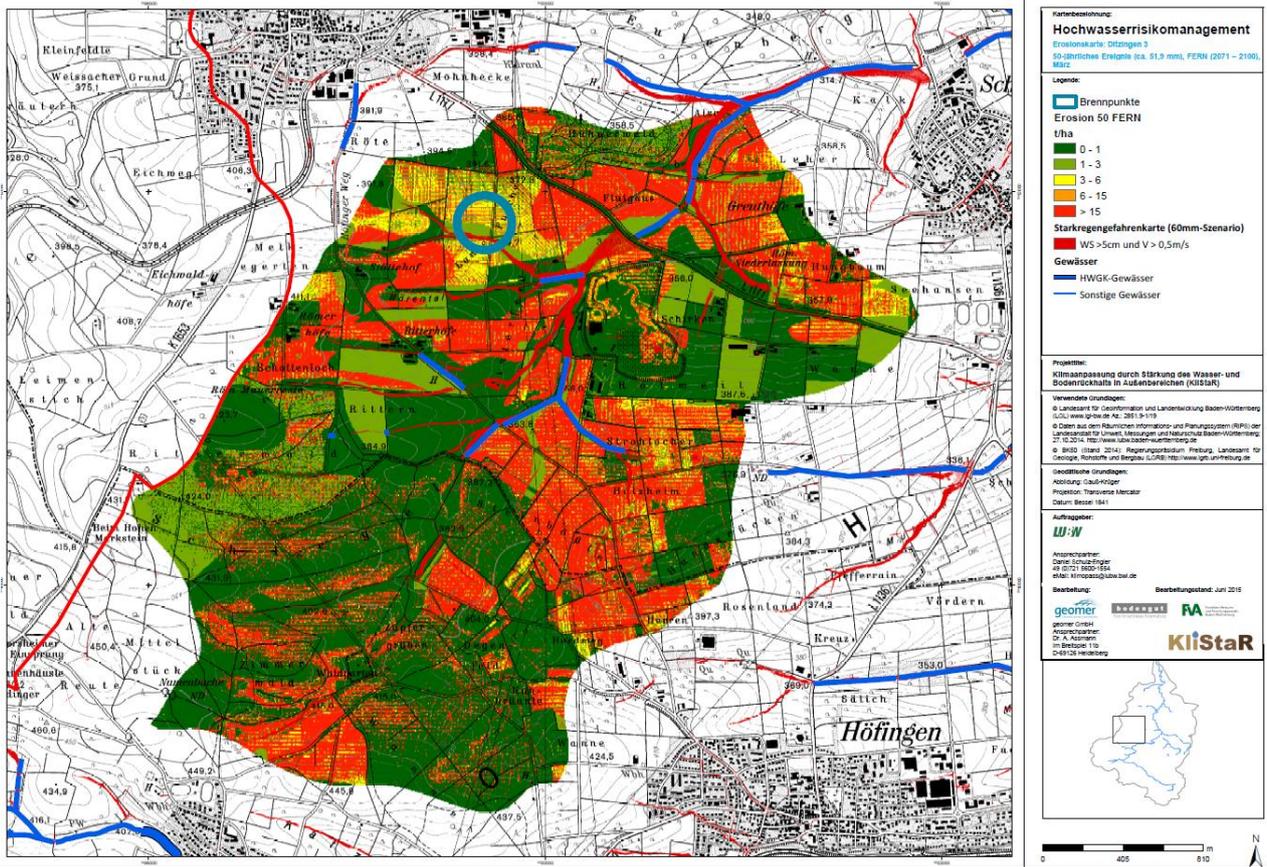


Abbildung 57: Erosions- und Abflussrisiko für das Teileinzugsgebiet des Brennpunktbereiches „Lange Furche“ in Ditzingen bei einem 50-jährlichen Starkregenereignis mit rund 50 mm in 1 Stunde in der fernen Zukunft

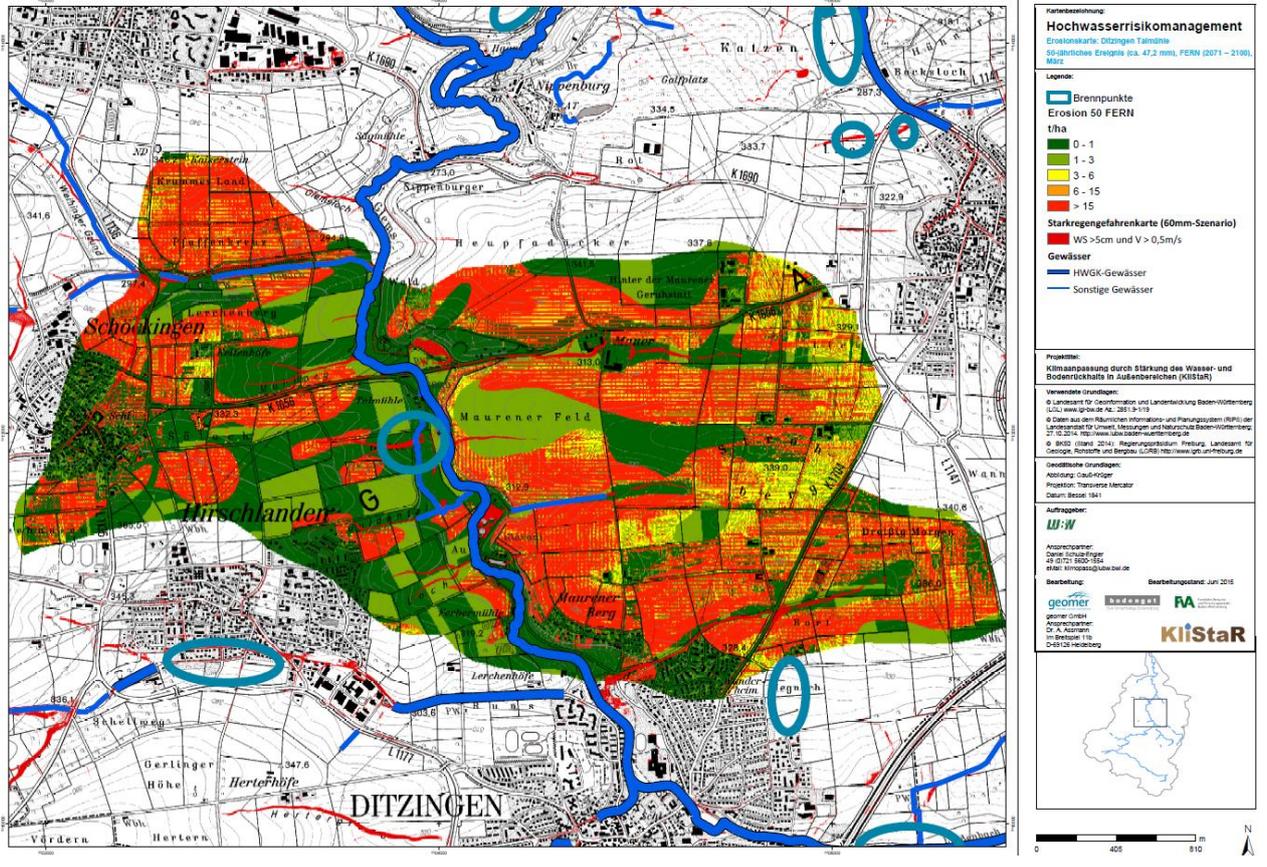


Abbildung 58: Erosions- und Abflussrisiko für das Teileinzugsgebiet der Brennpunktbereiche „Glems-Talmühle“ und „Döbach“ in Ditzingen bei einem 50-jährlichen Starkregenereignis mit rund 50 mm in 1 Stunde in der fernen Zukunft

### „Glems Talmühle“ in Ditzingen-Heimerdingen

Im dem Bereich „Glems Talmühle“ auf Hirschlander Gemarkung wird es auf Basis der Starkregengefahrenkarte und von Luftbildern für zielführend gehalten, eine Ableitung des zufließenden Wassers entlang eines begrünten Randstreifens (siehe Abbildung 59) oder ein Kleinrückhalt kurz vor dem Übertritt des Wassers in den Mühlgraben zu etablieren. Allerdings bestehen aktuelle Notwendigkeitszweifel, so dass keine weiteren Planungen und Umsetzungen realisiert werden konnten.



Abbildung 59: Etablierter Grünstreifen am Unterhang zum Schutz vor Erosion und Abfluss im Brennpunktbereich „Glems-Talmühle“ in Ditzingen in Westrichtung (links) Ostrichtung (rechts)

### „Lange Furche“ in Ditzingen-Schöckingen

Mit der Landwirtschaft wurden auf Basis der Erosionserwartungskarten für das Ditzinger Aischbachtal im Allgemeinen die Realisierbarkeit der Maßnahmen Mulchsaat, Grünstreifen, Zwischenfrucht, Querbewirtschaftung, Streifenbearbeitung, Feldkulturanpassung, Engsaat und Querdammhäufler erörtert. Im Speziellen wird einerseits trotz wasserbaulicher Fassungen (siehe Abbildung 60) im Gewann „Lange Furche“ von unkontrollierten Boden- und Wasserabtrag berichtet, die auf Überhöhungen und Streugut aus dem vorhandenen Graben zurückgeführt werden. Andererseits hält die Landwirtschaft jedoch die meisten Maßnahmen bereits für ausgeschöpft wie z.B. Mulchsaat oder infiltrationsfördernde Begrünung sowie wegen mangelnder Fläche wie z.B. zusätzliche oder verbesserte Wasserfassungen oder Retentionsbereiche nicht für realisierbar.



Abbildung 60: Bestehende Wasserfassung durch Verdohlung im Brennpunktbereich „Lange Furche“ in nordwestlicher Richtung (links) und südöstlicher Richtung (rechts)

### „Döbach“ in Ditzingen-Schöckingen

Nordöstlich von Ditzingen-Schöckingen kommt es im Tal des Döbachs, einem Zufluss des Ditzinger Aischbachs, nachrichtlich bereits gegenwärtig bei Starkniederschlagsereignissen häufig zu Boden- und Wasserabtrag (siehe Abbildung 61). Aufgrund der Felderrundfahrt am 1. Juli 2016 haben denn auch Landwirte nachträglich Interesse an den in KliStaR diskutierten Maßnahmen gezeigt. So wurde auf Basis der Erosionserwartungskarten die Möglichkeit erörtert, auf ausgewählten Ackerflächen eine **dauerhafte Begrünung** zu etablieren. Da durch das städtische Grünstreifenprogramm von Ditzingen jedoch keine dauerhafte Ausgleichszahlung für die Ertragsausfälle möglich ist, musste diese Option verworfen werden.

Auf weiteren erosions- und abflussgefährdeten Flächen im Bereich Döbach sind durch einen landwirtschaftlichen Betrieb bereits langjährig einige der diskutierten Schutzmaßnahmen etabliert wie z.B. **Festmistwirtschaft**, weitgehend lückenloser Bewuchs mittels **Zwischenfrüchten** oder **Engsaat** von Mais mit Drillmaschine (siehe Abbildung 62). Darüber hinaus ist aufgrund der Fluranordnung im Bereich Döbach bereits auch großflächig die **Querbewirtschaftung** etabliert (siehe Abbildung 63).



Abbildung 61: Sedimentablagerungen aufgrund von Bodenerosion im Talbereich des Brennpunktgebietes „Döbach“



Abbildung 62: Bereits etablierte Engsaat von Mais in Mulch mit Drillmaschine als Maßnahme gegen Erosion und Abfluss im Bereich „Döbach“



Abbildung 63: Bereits etablierte Querbewirtschaftung an den Hanglagen des Brennpunktgebietes „Döbach“

#### 4.6 WEITERE MASSNAHMEN IM PROJEKTGEBIET

##### Felderrundfahrt des Ortsbauernverbandes am 2. Juli 2015 in Ditzingen und

##### Felderrundfahrt des Ortsbauernverbandes am 13. Juli 2015 in Korntal-Münchingen

Im Rahmen von Felderrundfahrten mit gut 70 Teilnehmern am 1.7.2015 in Ditzingen, die von den Ortsvereinen Heimerdingen, Hirschlanden und Schöckingen des Bauernverbandes durchgeführt wurde, sowie mit knapp 100 Teilnehmern am 13.7.2015 in Korntal-Münchingen, die vom Ortsverein Münchingen des Bauernverbandes durchgeführt wurde, ist das KliStaR-Projekt vorgestellt und diskutiert worden. Dabei wurden jeweils kurze Ideenlisten für Maßnahmen verteilt, die auf den gemeinsamen Erörterungen von Landwirtschaft, Kommunen und Beratern basierten (siehe Abbildung 92 und Abbildung 93 im Anhang). Daran angehängt waren auch zwei Erosions- und Abflusskarten für das Ditzinger Aischbach-/Döbach-Tal sowie das Korntal-Münchinger Aischbach-Tal. Obwohl darüber hinaus ausdrücklich auf eine Aufwandsentschädigung für das

Testen von Maßnahmen hingewiesen wurde, gab es keine direkten Interessensbekundungen. Auch bei bilateralen Gesprächen zeichnete sich zunächst ein zurückhaltendes Interesse sowohl für Maßnahmen in den Brennpunktgebieten als auch außerhalb davon. Begründet wurde dies u.a. damit, dass bereits einige Maßnahmen wie z.B. Mulchsaat oder Hangquerbewirtschaftung seit vielen Jahren großflächig etabliert sind und deshalb auch kaum noch Erosions- und Abflussprobleme bestehen. Andere Maßnahmen wie z.B. zusätzliche Ackerrandstreifen, Schlagteilung oder Retentionsmulden würden hingegen die Wirtschaftlichkeit mindern.

### **Exkursion zu landwirtschaftlichen Maßnahmen**

Neben den oben genannten Arbeitsschritten, wurden weitere durchgeführt, um das KliStaR-Projekt weiterhin publik zu machen, um die Akteure weiterhin zu beteiligen und für die Umsetzung von Maßnahmen zu sensibilisieren. Daher fand für alle land- und wasserwirtschaftlichen Berufsgruppen am 10. September 2015 eine nachmittägliche Exkursion zum Thema „landwirtschaftlicher Boden- und Hochwasserschutz bei zunehmenden Starkregen und Trockenperioden“ statt. Die Einladung erfolgte hierfür über die kooperierende Kommunen und Landratsämter. Zum einen wurden die Akteure per Email und durch Veröffentlichung auf der Projekt-Homepage und zum anderen über eine Pressemitteilung in den Amtsblättern auf die Exkursion aufmerksam gemacht.

Die Teilnehmer besichtigten im weiteren Umkreis der Glems Versuch und Praxis zu Schutzmaßnahmen mit Maschinen und Pflanzenbau, wie die Streifenlockerung bei der Versuchsstation der Universität Hohenheim Ihinger Hof, ein Versuchsfeld zu Engsaat des Maschinenrings Rems-Murr in Großaspach, eine Versuchsfäche zu Zwischenfrüchten des Landwirtschaftlichen Technologiezentrums Augustenberg in Höpfigheim sowie die Querdammhäufelung bei Kartoffeln des Betriebs von U. Bernhard in Ittlingen. Im Folgenden werden die einzelnen Stationen vorgestellt.

#### **Station 1: Streifenlockerung – Ihinger Hof Versuchsstation der Universität Hohenheim**

Bei der Streifenlockerung (Strip-Till) (Abbildung 65) handelt es sich um eine Mulchsaat-Direktsaat-Kombination. Sie wurde entwickelt, um Erosionsprobleme zu minimieren. Denn die Infiltration wird erhöht und Regenwurmgänge bleiben bestehen. Der Streifenlockerer (Abbildung 64) dient zur Trennung von Stroh- und Saatstreifen mit 50 cm oder 75 cm Abständen und bis zu 45 cm Tiefe. Seit 2006 wird der Prototyp am Ihinger Hof weiterentwickelt. Die Streifenlockerung eignet sich für den Anbau von Zuckerrüben, Raps, Mais und Weißkohl (siehe auch unten, KliStaR-Maßnahmenkatalog oder [www.strip-till.de](http://www.strip-till.de)).



Abbildung 64: Prototyp Streifenlockerer (Renningen-Ihinger Hof)



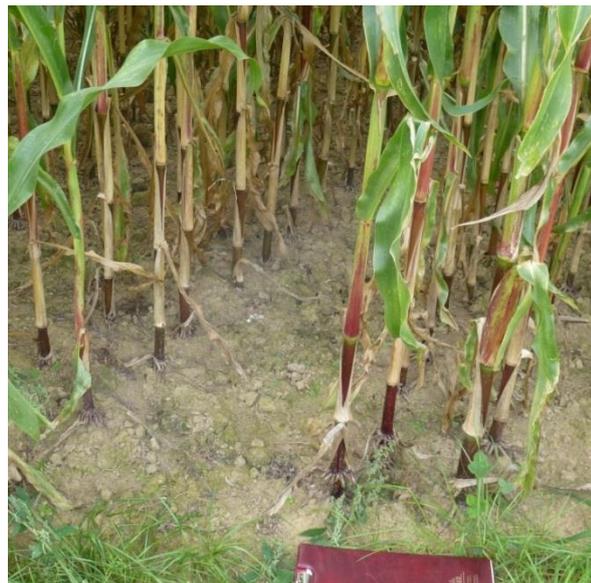
Abbildung 65: Versuchsfeld Streifenlockerung (Renningen-Ihinger Hof)

### Station 2: Eng- und Doppelreihensaat bei Mais – Großaspach

Beim Engsaatverfahren werden die Maiskörner in den benachbarten Reihen mit einem Abstand von 37,5 cm versetzt gesät. Bei der vom Maschinenring Rems-Murr vorgestellten Doppelreihensaat beträgt der Abstand zwischen den Doppelreihen ca. 20 cm (siehe Abbildung 66). Die gesamte Reihenweite misst jeweils von Mitte zu Mitte 75 cm. Die Pflanzenverteilung kommt dem idealen Dreieckverband, also einem optimierten Standraum für den Mais nahe, denn die Körner liegen im Idealfall immer abwechselnd in den Doppelreihen. Dadurch wird der Boden gleichmäßiger durchwurzelt, Nährstoffe und Wasser können effektiver genutzt werden. Daraus ergibt sich ein gleichmäßiges Wachstum, eine bessere Entwicklung der Maispflanzen und damit wiederum Mehrerträge. Die erosionsmindernde Wirkung der Doppelreihe ist noch ungeklärt, die der Engsaat aufgrund des schnelleren Bestandesschluss im Frühstadium des Maiswachstums positiv (siehe auch KliStaR-Maßnahmenkatalog).



Abbildung 66: Versuch zur Doppelreihensaat bei Körnermais (Großaspach)



### Station 3: Zwischenfruchtversuche – Höpfigheim

Die Zwischenfruchtversuche (Abbildung 67) werden vom Amt für Landwirtschaft Ludwigsburg betreut und vom Landwirtschaftlichen Technologiezentrum Augustenberg entwickelt und ausgewertet. Hierbei geht es in einem landesweiten Ansatz um die Frage: Welche Zwischenfrüchte eignen sich bei den unterschiedlichen Standort- und Bodenverhältnissen im Land am besten?



Abbildung 67: Zwischenfruchtversuche im Landkreis Ludwigsburg (Höpfigheim)

**Zwischenfrüchte** dienen zwischen zwei Hauptkulturen als Gründüngung oder Viehfutter. Sie wirken sich vorteilhaft auf ökologische und agronomische Funktionen aus, wie z.B. die Konservierung der Nährstoffe über Winter, die dann als Biomasse der folgenden Hauptkultur zur Verfügung stehen. Zudem haben Zwischenfrüchte erosionsmindernde Wirkung und verringern den Eintrag von Nährstoffen in Oberflächengewässer. Die Durchwurzelung und Erhöhung der biologischen Aktivität führen zu einer Verbesserung der Bodenstruktur und Humusbilanz. Das wiederum erhöht die Bodenfruchtbarkeit. Daneben können Zwischenfrüchte Unkraut- und Schaderreger unterdrücken. Außerdem bedeutet die jährliche Zwischenfruchtaussaat einen begrenzten Mehraufwand für Arbeitszeit und kann einfach in den Betriebsablauf integriert werden (siehe auch Brennpunkt Aischbach-Tal und KliStaR-Maßnahmenkatalog).

### Station 4: Querdammhäufelung – Ittlingen

Die Querdammhäufelung wird im Kartoffelanbau (Abbildung 68) angewendet. Dabei werden Querdämme zwischen den Kartoffeldämmen in gleichmäßigem Abstand angelegt. Die Mulden dienen als Wasserspeicher und verhindern somit Abfluss und Erosion. Neben der erhöhten Wasserinfiltration tragen Querdämme zu einer verbesserten Bodenstruktur bei. Außerdem steht dem Kartoffelwachstum in trockeneren Sommern mehr Wasser zur Verfügung, so dass sich der Bewässerungsaufwand verringert (siehe auch KliStaR-Maßnahmenkatalog).



Abbildung 68: Querdammhäufelung bei Kartoffeln (Ittlingen)

### Maßnahme Streifenbearbeitung

Aufgrund der Maßnahmenvorschläge bei den Felderrundfahrten und der Exkursion ergab sich das Interesse an der Streifenbearbeitung. Der interessierte Landwirt bewirtschaftet allerdings keine Flächen in den Brennpunktbereichen, so dass für ortsnahe Demonstrationszwecke in Korntal-Münchingen zwei alternative Felder im Einzugsgebiet der Glems ausgewählt wurden (siehe Abbildung 69). Aufgrund der besseren Vergleichbarkeit im kommenden Jahr und der Risikoverringering bei dem neuen Verfahren werden beide Felder jeweils zur Hälfte mit der Streifenbearbeitung und der betriebsüblichen Mulchsaat bestellt. Die erste Phase der Maßnahmenumsetzung erfolgte am 17.10.2015 mit maschineller und personeller Unterstützung von der Versuchsstation Ihinger Hof der Universität Hohenheim (siehe Abbildung 70). Die Umsetzung kann darüber hinaus als Initialprozess gelten, da Überlegungen zur Einführung des Verfahrens in einen Maschinenring bestehen, so dass eine zunehmende Verbreitung möglich wird.

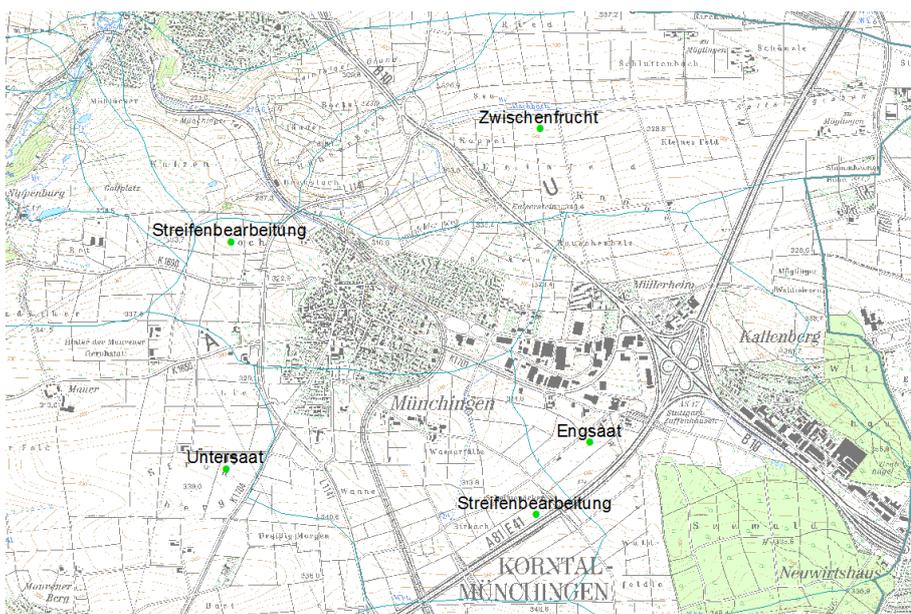


Abbildung 69: Lage landwirtschaftlicher Maßnahmenumsetzungen zu Demonstrationszwecken im Stadtgebiet von Korntal-Münchingen (M 1:50000) (Verwendete Grundlagen: © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (LGL) www.lgl-bw.de Az.: 2851.9-1/19)

Beide Felder bestehen aus schluffig-lehmigen Böden, zum einen unter Getreidestoppel mit einer Hangneigung von ca. 15 % (ca. 2 ha), zum anderen unter einem Zwischenfruchtgemenge mit fünf Arten in nahezu ebener Lage (ca. 5 ha). Auf beiden Feldern kamen im Frühjahr 2016 Zuckerrüben zur Aussaat. Da die Zwischenfrucht im Rahmen des Greenings als Ökologische Vorrangfläche angemeldet worden ist, wurde vom Ministerium für Landwirtschaft eine Genehmigung zur streifenförmigen Bodenbearbeitung im Oktober erteilt, die nun auch landesweite Gültigkeit für dieses Verfahren besitzt. Die Zuckerrübenaussaat wurde in die bearbeiteten Streifen im Frühjahr am 21. März 2016 (Schelmenäcker) bzw. 10 Tage später (Katzenloch) wiederum durch die Versuchsstation Ihinger Hof durchgeführt (siehe Abbildung 70). Dabei zeigte sich, dass die Zwischenfrucht entsprechend den Anforderungen der Streifenbearbeitung gewählt werden sollte, also z.B. keine grobwurzeligen und relativ frostresistenten Pflanzen wie etwa Rettich umfasst. Unabhängig davon war die Bestandsentwicklung der verglichenen Varianten Streifenbearbeitung und Mulchsaat bis zum Projektende vergleichbar (siehe Tabelle 16 und Dokumentation in Abbildung 95 bis Abbildung 98 im Anhang, weitere Informationen zum Verfahren siehe im Infoblatt „Streifenbearbeitung“).



Abbildung 70: Streifenbearbeitung in stärker hängigem Feld mit Getreidestoppel (links) und im flachen Feld mit Zwischenfruchtgemenge (rechts) am 17.10.2015 (Mitte) und 30.01.2016 (unten) in Korntal-Münchingen zur Vorbereitung der Zuckerrübensaat im Frühjahr 2016



Abbildung 71: Zuckerrübenaussaat am 21.3.2016 in die vorgelockerten Streifen (oben) sowie Zuckerrübenbestände 32 Tage (Mitte) und 82 Tage (unten) bzw. 72 Tage (Mitte) nach der Saat im Vergleich mit Mulchsaat (jeweils linke Fotohälfte mit Streifenbearbeitung/-saat, rechte mit Mulchsaat)

Tabelle 16: Stichprobenhaft erhobene Bestandeskennwerte zum Praxisvergleich der Streifenbearbeitung und –saat von Zuckerrüben in Korntal-Münchingen am 10.06.2016, d.h. 83 Tage nach der Aussaat

| Standort<br>(Hangneigung) | Verfahren           | Mulchmaterial     | Tage<br>nach Aussaat | Wuchshöhe<br>in cm | Bestandsdichte in<br>Pfl./Reihenmeter |
|---------------------------|---------------------|-------------------|----------------------|--------------------|---------------------------------------|
| Schelmenäcker<br>(2 %)    | Streifenbearbeitung | Zwischenfruchtmix | 82                   | 35 - 40            | Ø 4,7                                 |
| Schelmenäcker<br>(2%)     | Mulchsaat           | Zwischenfruchtmix | 82                   | 35 - 40            | Ø 4,2                                 |
| Katzenloch<br>(15 %)      | Streifenbearbeitung | Strohstoppeln     | 72                   | 25 - 32            | Ø 4,5                                 |
| Katzenloch<br>(15 %)      | Mulchsaat           | Strohstoppeln     | 72                   | 25 - 35            | Ø 4,5                                 |

#### Maßnahme Untersaat

Mit der Untersaat soll im Frühjahr eine schnelle Bodenbedeckung bei erosions- und abflusskritischen Reihenkulturen wie Mais erreicht werden. Auch diese Maßnahme ist nach den Diskussionen bei den Felderrundfahrten und der Exkursion schließlich auf Interesse gestoßen. Allerdings bei Landwirten ohne Flächen in den Brennpunktgebieten, so dass zwecks ortsnaher Demonstrationszwecke alternative Vorschläge aufgegriffen wurden. Bis April 2016 lagen für Felder in Korntal-Münchingen und Ditzingen Absichtsbekundungen zum Testen einer Mais-Untersaat im Mai bzw. Juni 2016 vor. Nach weiteren Diskussionen wurde letztendlich dann ein Praxisvergleich zwischen konventioneller Mulchsaat und einer Untersaat mit Gräsermischung angelegt, die in der zweiten Junihälfte 2016 im 6- bis 8-Blattstadium des Maises auf einem schluffig-lehmigen Boden mit ca. 2 % Hangneigung durchgeführt wurde (Lage siehe Abbildung 69). Aufgrund der späten Maßnahmenumsetzung war eine Dokumentation für den vorliegenden Bericht nicht mehr möglich.

#### Maßnahme Engsaat

Mit der Engsaat von Mais soll ähnlich wie bei Untersaat im Frühjahr eine schnellere Bodenbedeckung erreicht werden, allerdings durch die Maipflanzen selbst. Auch diese Maßnahme ist nach den Diskussionen bei den Felderrundfahrten und der Exkursion schließlich auf Interesse gestoßen. Allerdings wiederum bei Landwirten ohne Flächen in den Brennpunktgebieten, so dass zwecks ortsnaher Demonstrationszwecke ein alternativer Vorschlag aufgegriffen wurde (Lage siehe Abbildung 69), bei dem ein Praxisvergleich mit klassischer Aussaat (Einzelkornsaat mit 75 cm Reihenabstand) sowie Engsaat (Einzelkornsaat mit 37,5 cm Reihenabstand und Drillsaat mit 25 cm Reihenabstand auf einem Feld in Korntal-Münchingen Ende April 2016 stattfand. Dabei handelt es sich um einen Standort mit schluffig-lehmigen Boden und ca. 2-3 % Hangneigung. Die Ergebnisse einer einmaligen Sondierung vor Projektende ergaben, dass die Bestandesentwicklung mit 12 % Bodenbedeckung der 75 cm und 37,5 cm breiten Einzelkornsaatverfahren vergleichbar waren, die des 25 cm breiten Drillsaatverfahrens mit 6 % Bodenbedeckung jedoch deutlich schwächer war (siehe Tabelle 17, weitere Dokumentation siehe Abbildung 99 im Anhang). Ein Vergleich der Trockenmasseerträge zur Ernte im Herbst ist vorgesehen. Das 25 cm breite Drillsaatverfahren wurde in den Vorjahren erfolgreich und zufriedenstellen durch den Landwirt umgesetzt. Die Reaktion auf die verengte 37,5 cm Einzelkornsaat war äußerst positiv, so dass eine dauerhafte Etablierung im Maschinenpark und das Angebot im Maschinenring in Erwägung gezogen werden.



Abbildung 72: Lage des Praxisvergleichs zur Engsaat und Maisbestand 51 Tage nach der Mulchsaat am 21.04.2016 – Mitte links: konventionelle Einzelkornsaat mit breitem 75 cm Reihenabstand – Mitte rechts und unten links die Einzelkornsaat mit halbiertem 37,5 cm Reihenabstand – unten rechts die Drillsaat mit engem 25 cm Reihenabstand.

Tabelle 17: Stichprobenhaft erhobene und Bestandeskennwerte zum Praxisvergleich der Engsaat von Mais in Korntal-Münchingen am 10. Juni 2016, d.h. 51 Tage nach der Aussaat

| Reihenabstand in cm | Verfahren      | Wuchshöhe<br>in cm<br>(Messung) | Bestandesdichte<br>in Pflanzen/m <sup>2</sup><br>(Zählung) | Bodenbedeckung<br>in Prozent<br>(Bildauswertung) |
|---------------------|----------------|---------------------------------|--|--|
| 75                  | Einzelkornsaat | 25 – 37                         | Ø 15   | Ø 12   |
| 37,5                | Einzelkornsaat | 25 – 35                         | Ø 13   | Ø 12   |
| 25                  | Drillsaat      | 20 - 25                         | Ø 13   | Ø 6  |

#### 4.7 DISKUTABLER ACKERRANDSTREIFENPLAN FÜR KORNTAL-MÜNCHINGEN

Von der Korntal-Münchinger Umweltschutzstelle wurde die Kombination des bestehenden Ackerrandstreifenprogramms mit den klimawandelbedingten Anpassungsbedürfnissen und mit dem vorliegenden Biotopverbundkonzept angeregt. Deshalb wurde für die Kommune ein Ackerrandstreifenplan erstellt, der die zukünftige Erosions- und Abflussentwicklung sowie das Biotopverbundkonzept berücksichtigt und als

Grundlage für die Diskussion mit den Landwirten zur zukünftigen und zielgerichteten Anlage von Acker-  
randstreifen dienen soll.

Zur Planerstellung wurde in einem ersten Schritt die Bereiche in einer Karte mittels LISEM-Modellierungen  
visualisiert, die hohe Erosionsrisiken (kumuliert > 6 t/ha) und Abflussrisiken (kumuliert >500 mm/m<sup>2</sup> nach  
80 min) bei einem Starkniederschlagsereignis (50 mm/m<sup>2</sup>) im Rahmen des Klimawandels in der fernen Zu-  
kunft (2071-2100) aufweisen. Aufgrund dessen wurde eine möglichst wirkungsorientierte Positionierung von  
6 m breiten Ackerlandstreifen diskutiert und vorplanerisch abgebildet (siehe Abbildung 73).

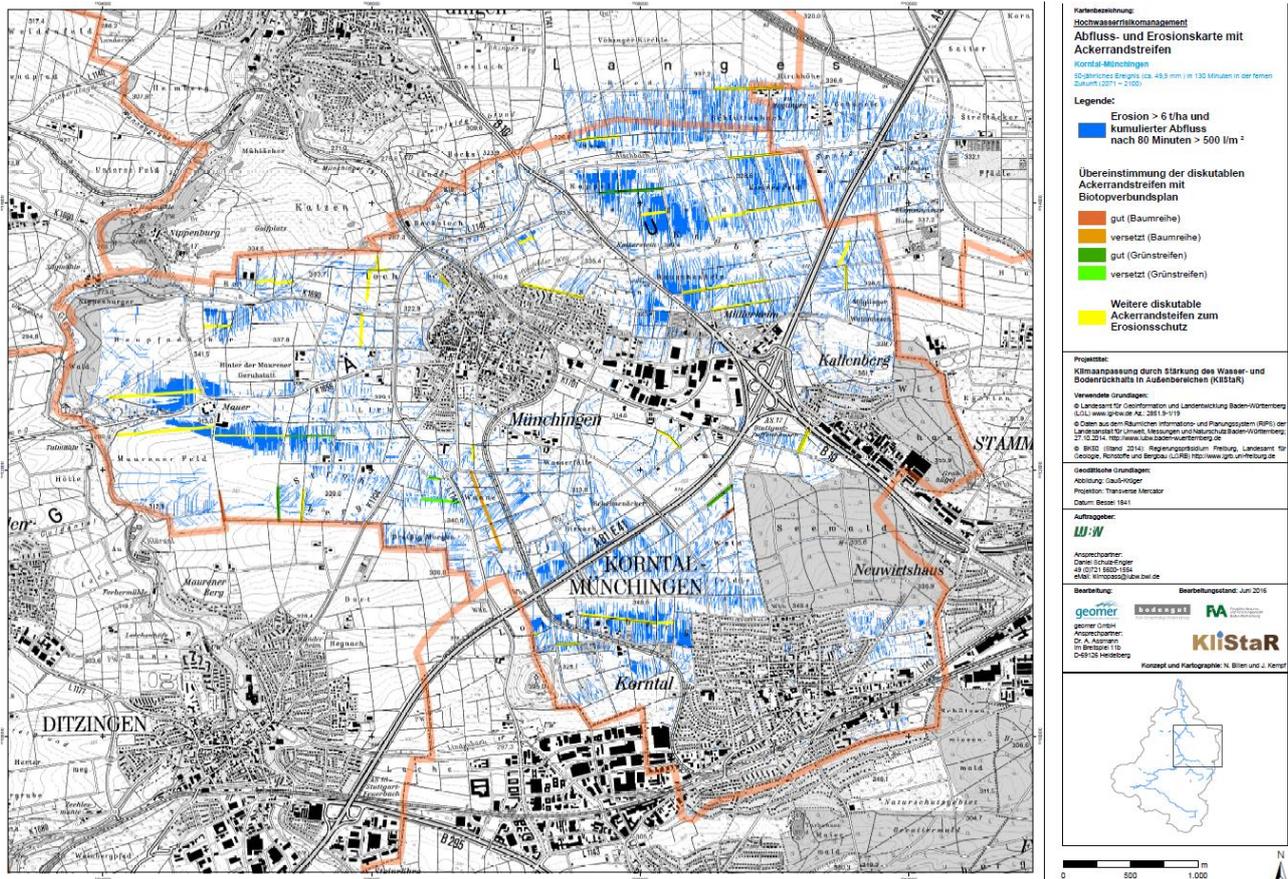
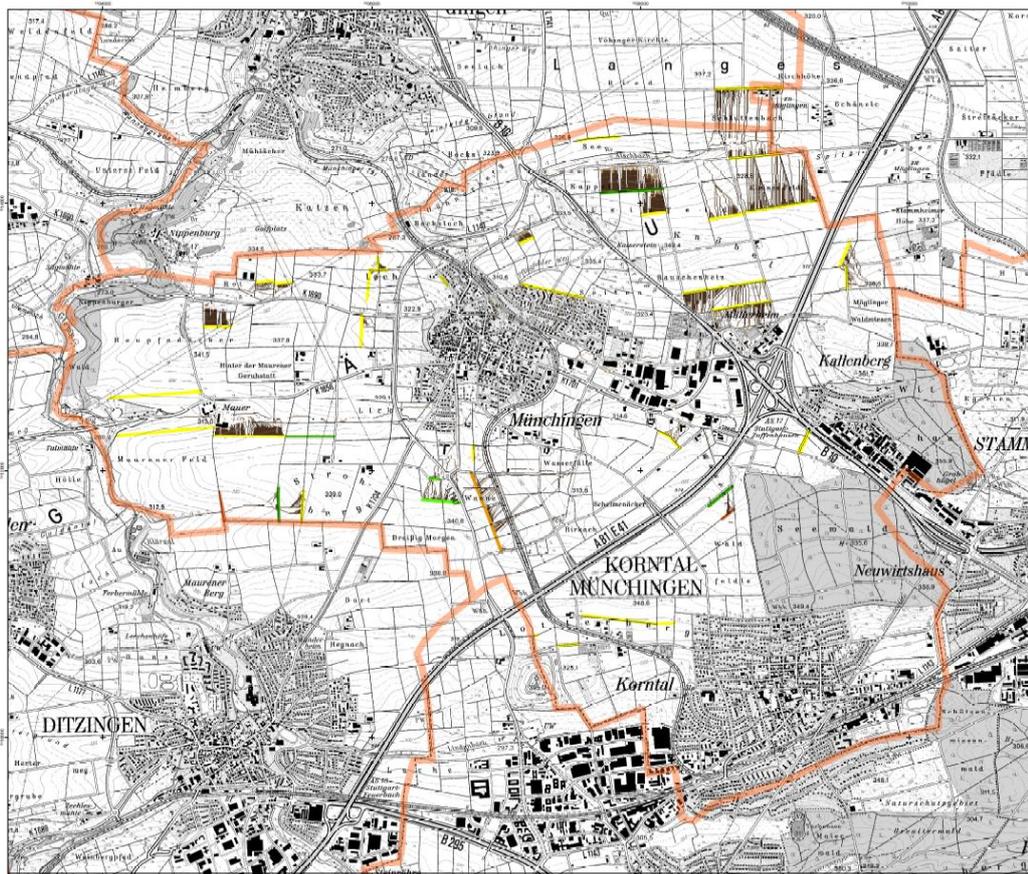


Abbildung 73: Plan zur ergebnisoffenen Anlage von Ackerlandstreifen in Kornal-Münchingen aufgrund hoher Erosions- und Abflussrisiken (modelliert mit LISEM) bei einem Starkniederschlagsereignis im Rahmen des Klimawandels in der fernen Zukunft

In einem zweiten Schritt wurde die Veränderung der Bodenerosion durch die Anlage der vorplanerischen  
Ackerlandstreifen mittels LISEM modelliert und kartografisch sowie tabellarisch dargestellt (siehe Abbil-  
dung 74, Tabelle 18 und Tabelle 19). Demnach beträgt das Reduktionspotenzial durch einen m<sup>2</sup> Randstreifen  
umgerechnet knapp 4 kg Boden bzw. knapp 40 t/ha und weist somit eine plausible Übereinstimmung mit  
Beregnungsversuchen nach AMEWAM auf (vergleiche auch Infoblatt „Ackerlandstreifen“). Die Umwelt-  
schutzstelle der Kommune will diese Ergebnisse als Basis für die zukünftige Planung zur Förderung und  
Anlage von Ackerlandstreifen nutzen.



**Kartenbezeichnung:**  
Hochwasserrisikomanagement  
Erosionsverringerng durch  
Ackerrandstreifen  
Korntal-Münchingen  
Erdbebenrisiko (ca. 48,9 mm in 100 Minuten in der Fernen  
Zukunft 2071 + 2100)

**Legende:**  
Übereinstimmung der diskutablen  
Ackerrandstreifen mit  
Biotopverbundplan

- orange gut (Baumreihe)
- orange versetzt (Baumreihe)
- grün gut (Grünstreifen)
- grün versetzt (Grünstreifen)
- gelb Weitere diskutablen  
Ackerrandstreifen zum  
Erosionsschutz

Erosionsverringerng durch Ackerrandstreifen  
(BfM)

- hellbraun 0 - 1
- mittelbraun 1 - 6
- dunkelbraun > 6

**Projektor:**  
Klimaanpassung durch Stärkung des Wasser- und  
Bodenrückhalts in Außenbereichen (KliStaR)

**Verwendete Grundlagen:**  
© Landesamt für GeoInformation und Landesentwicklung Baden-Württemberg  
(LGL) www.gis.nrw.de AZ: 2011-9-19  
© Daten aus dem Räumlichen Informations- und Planungssystem (RIPS) der  
Landesämter für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg  
27.10.2016. <http://www.lub.nrw.de/waerterung.de>  
© BfM (Stand 2014): Rechenprogramm zur Bestimmung von Erosions-  
risiko, Rohstoffe und Bergbau (LGR) <http://www.gis.uni-wuerzburg.de>

**Geodetische Grundlagen:**  
Abbildung: Gaußkrüger  
Projektion: Transverse Mercator  
Datum: Rhein1950

**Auftragsgeber:**  
LWU

**Anwiesungsgeber:**  
Dieter Schmalzberger  
49 0721 6000-1004  
dieter.schmalzberger@lwg.nrw.de

**Beauftragte:**  
geomter  
geomter GmbH  
Anwiesungsgeber  
Dr. A. Aggen  
Im Birkhof 11b  
69126 Heidelberg

**Beauftragte:**  
KliStaR  
KliStaR  
Konzept und Kartographie: N. Ellen und J. Kempf

0 500 1.000 m

Abbildung 74: Mit LISEM berechnete Wirkung von 6 m breiten Ackerrandstreifen in Korntal-Münchingen in Positionen mit hohen Erosions- und Abflussrisiken bei einem Starkniederschlagsereignis im Rahmen des Klimawandels in der fernen Zukunft

Tabelle 18: Rückhalt von Boden und Wasser in den zusammengefassten Einzugsgebieten von Korntal-Münchingen durch die Anlage von 6 m-breiten Ackerrandstreifen (ARS) auf bis zu 49,4 ha in erosions- und abflusskritischen Lagen

| Szenario                                     | 2071-2100 ohne ARS | 2071-2100 mit ARS | 2071-2100 ARS-Rückhalt |
|--|--------------------|-------------------|------------------------|
| Korntal-Münchingen [ha]                      | 2270,7             | 2270,7            | -                      |
| Niederschlag [l/m <sup>2</sup> ]             | 49,9               | 49,9              | -                      |
| Bodenerosion [kg/ha]                         | 3657,4             | 3572,7            | 84,7                   |
| Bodenerosion [t in Korntal-M.]               | 8305               | 8113              | 192                    |
| Wasserabfluss [l/m <sup>2</sup> ]            | 39,2               | 38,2              | 1,0                    |
| Wasserabfluss [m <sup>3</sup> in Korntal-M.] | 889813             | 866393            | 23421                  |

Tabelle 19: Rückhalt von Wasser und Boden nach der simulierten Anlage von 6m-breiten Ackerrandstreifen in Korntal-M. (Berechnet durch Verteilung der Gesamtmengen an Bodenerosion und Wasserabfluss von Korntal-Münchingen (siehe Tabelle ARS-T1) auf die Flächen der Ackerrandstreifen).

|  | ARS mit höchster<br>Priorität | ARS mit hoher<br>Priorität | ARS mit mittlerer<br>Priorität | Summe |
|--|-------------------------------|----------------------------|--------------------------------|-------|
| Fläche [m <sup>2</sup> ]                           | 5456                          | 26288                      | 17620                          | 49364 |
| Fläche [Anteil]                                    | 0,111                         | 0,533                      | 0,357                          | 1,000 |
| ARS-Bodenrückhalt 2071-2100 [kg/m <sup>2</sup> ]   | 3,9                           | 3,9                        | 3,9                            | 3,9   |
| ARS-Bodenrückhalt 2071-2100 [t der ARS]            | 21,2                          | 102,2                      | 68,5                           | 192,0 |
| ARS-Wasserrückhalt 2071-2100 [l/m <sup>2</sup> ]   | 474                           | 474                        | 474                            | 474   |
| ARS-Wasserrückhalt 2071-2100 [m <sup>3</sup> /ARS] | 2589                          | 12472                      | 8360                           | 23421 |

### Öffentlichkeitsarbeit

Die Schwerpunkte der Öffentlichkeitsarbeit waren:

- Kickoff und Auftaktveranstaltung (Kapitel 4.3)
- Pressemitteilungen (siehe Pressemitteilungen im Anhang)
- Exkursion (Kapitel 4.6)
- Feldrundfahrten (Kapitel 4.6)
- Feld-Infotafeln (siehe Abbildung 100 bis Abbildung 103 im Anhang)
- Maßnahmen-Infoblätter (Kapitel 5.1 und Maßnahmen-Infoblätter im Anhang)
- Abschlussveranstaltung (Kapitel 4.9)

### Wissenschaftliche Kommunikation

Neben der Öffentlichkeitsarbeit im Projektgebiet selbst, wurde das KliStaR-Projekt auch außerhalb präsentiert. So konnte durch ein Poster und das Info-Faltblatt auf der 10. Deutschen Klimatagung vom 21. bis 24. September 2015 in Hamburg und beim Tag der Hydrologie am 17. bis 18. März 2016 in Koblenz auf das Projekt aufmerksam gemacht werden.



Abbildung 75: Posterausstellung auf der 10. Deutschen Klimatagung in Hamburg

Die Klimatagung wurde vom KlimaCampus Hamburg und der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft e.V. organisiert und umfasste die folgenden 5 Themenbereiche:

- A) Klimawandel – global bis lokal
- B) Klimafolgen – regional und lokal
- C) Klimaanpassung und Mitigation – Climate Smart
- D) Klimageschichte durch Partnerschaften
- E) Klimakommunikation – Mediale Diskurse und Öffentlichkeit

Das KliStaR-Poster war unter „C) Klimaanpassung und Mitigation – Climate Smart“ ausgestellt und wurde bei einem geführten Posterrundgang interessierten Tagungsteilnehmern kurz vorgestellt. Die Vorträge und

Poster wurden in einem separaten Tagungsband durch die Bundesanstalt für Wasserbau schließlich veröffentlicht.

Der Tag der Hydrologie 2016 unter dem Motto „Wasserressourcen - Wissen in Flussgebieten vernetzen“ wurde von der Bundesanstalt für Gewässerkunde in Zusammenarbeit mit der Hochschule Koblenz organisiert und umfasste die folgenden Themenbereiche:

- 1 Wasser- und Stoffkreisläufe – grenzüberschreitend verstehen
- 2 Hydrologische Extreme beschreiben und bewältigen
- 3 Big und smart? Daten erzeugen, bereitstellen und nutzen
- 4 Aus der Forschung für die Praxis, aus der Praxis in die Forschung – hydrologisches Wissen vernetzen

Das KliStaR-Poster wurde im 4. Themenbereich ausgestellt. Der Tagungsband, der von der Fachgemeinschaft Hydrologische Wissenschaften in der DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.) herausgegeben wird, kann unter dem folgenden Link heruntergeladen werden:

<https://www.hs->

[kob-](https://www.hs-)

[lenz.de/fileadmin/media/fb\\_bauwesen/bauingenieurwesen/Bilder/TagDerHydrologie/Tagungsband\\_TdH\\_2016.pdf](https://www.hs-koblenz.de/fileadmin/media/fb_bauwesen/bauingenieurwesen/Bilder/TagDerHydrologie/Tagungsband_TdH_2016.pdf).

#### **4.9 ABSCHLUSSVERANSTALTUNG**

Die Abschlussveranstaltung des KliStaR-Projektes fand schließlich am 10. Mai 2016 in der Stadthalle in Leonberg mit 36 Teilnehmern statt. Neben den Projektpartnern der beteiligten Glems-Kommunen nahmen auch Vertreter vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, vom Regierungspräsidium Stuttgart, von der LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, von Landratsämtern und Landwirtschaftsverbänden, von der WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung sowie Landwirte und Revierförster teil.

Im Vorfeld wurde ein zweiseitiges Einladungsfaltblatt (siehe Abbildung 104 im Anhang) in Zusammenarbeit mit den Mitvortragenden erstellt. Die Einladung mit Programm wurde am 22. Februar 2016 sowohl an die kommunalen Projektpartner, als auch an alle weiteren beteiligten Akteure per Email und Post verteilt.

Neben einem Vortragsprogramm mit Karten- und Posterausstellung am Vormittag, enthielt die Veranstaltung auch eine Exkursion am Nachmittag:

- Block 1: Hintergrund und Projektdarstellung
- Block 2: Maßnahmen und Umsetzung
- Block 3: Exkursion



Abbildung 76: Abschlussveranstaltung in Leonberg: Vortragsprogramm mit Karten- und Posterausstellung

Im Vortragsprogramm in Block 1 wurde über

- den Klimawandel in Süddeutschland,
- die Vorgeschichte,
- die Ziele,
- die Tätigkeiten und Ergebnisse

von KliStaR referiert.

Im zweiten Block wurden

- die Vorankündigung des Maßnahmenkatalogs sowie
- Maßnahmenbeispiele aus der Land-, Wasser- und Forstwirtschaft

vorgelegt und diskutiert.

Neben den Abfluss- und Erosionskarten von Teileinzugsgebieten des Projektgebietes wurde außerdem die Vorankündigung zu den Maßnahmen-Infoblättern (vgl. Kapitel 5.1) ausgelegt.

Beim praktischen Teil, der Exkursion am Nachmittag, konnten sich die Teilnehmer über die umgesetzten Maßnahmen aus der Forst- und Wasserwirtschaft „dezentrale Wasserrückhalt im Rahmen vom Waldwegebau“ in Leonberg-Warmbronn (siehe Kapitel 4.5.2) und aus der Landwirtschaft „streifenförmige Bodenbearbeitung und Aussaat von Zuckerrüben“ und „Engsaat im Mais“ in Korntal-Münchingen informieren.



Abbildung 77: Abschlussveranstaltung: Exkursion zu Waldwegebau Leonberg-Warmbronn (links), Streifenlockerung bei Zuckerrüben Korntal-Münchingen (rechts oben), Engsaat bei Mais Korntal-Münchingen (rechts unten)

# 5 Übertragbare Ergebnisse und Diskussion

## 5.1 MASSNAHMENKATALOG

Jüngste Klimamodellrechnungen sagen für Süddeutschland eine Zunahme von Starkniederschlägen in der Zukunft voraus. So stellte das KliStaR-Projekt Maßnahmen zur Klimaanpassung in den Vordergrund, die in kommunalen Außenbereichen helfen sollen, den Bodenabtrag und den Oberflächenabfluss zu verringern sowie den Bodenwasserhaushalt verbessern. Die Umsetzungsoptionen der Maßnahmen wurden im Gewässereinzugsgebiet der Glems nordwestlich von Stuttgart mit den betroffenen Kommunen und Flächenbewirtschaftern partizipativ entwickelt, erörtert und teilweise realisiert. Aus den Ergebnissen resultierte schließlich der vorliegende Maßnahmenkatalog, der um weitere Erkenntnisse aus Praxis und Wissenschaft ergänzt wurde. Er berücksichtigt die agierenden Handlungsfelder Land- und Forstwirtschaft sowie die profitierenden Handlungsfelder Boden und Wasserhaushalt vorrangig vor dem Hintergrund von Erosions- und Hochwasserschutz. Somit ist eine Grundlage zur Verbesserung von Rahmenbedingungen für die Handlungsstrategien beim Klimawandel verfügbar. In diesem Sinne gibt dieser anwendungsorientierte Maßnahmenkatalog nun orientierende Ideen und Hinweise für andere Kommunen und Betroffene. Weiterhin kann er auch landesweit als Informationssammlung für die Erstellung von Leitfäden zur Umsetzung von Maßnahmen in anderen Bereichen herangezogen werden, wie z.B. in der Hochwasserrisikomanagementplanung in Baden-Württemberg,

Der vorliegende Katalog greift 22 Maßnahmen auf, die aktuell in 20 Infoblättern jeweils auf einer Seite vorgestellt werden. Sie beinhalten die Gesichtspunkte Kurzbeschreibung, Wirkungspotenzial, ausgewählte Vor- und Nachteile, Realisierungstipps, Kostenhinweise und eine qualitative Kurzbewertung. Abschließend werden Kurzhinweise auf vertiefende Informationsmöglichkeiten gegeben, die im Anschluss an alle Maßnahmenblätter präzisiert werden.

Eine Erstorientierung mit einer Zuordnung der Handlungsfelder und einer dreistufigen Bewertung bietet eingangs die folgende Übersicht (Tabelle 20). Eine darauffolgende Übersicht fasst die wertgebenden Synergiepotenziale mit aktuellen Umweltprogrammen und Verordnungen zusammen. Anschließend werden je ein Beispiel der Maßnahmenblätter für die Handlungsfelder Land- und Forstwirtschaft dargestellt (siehe Abbildung 78 und Abbildung 79). Alle Infoblätter des gesamten Maßnahmenkatalogs sind dem Anhang B zu entnehmen.

Tabelle 20: Maßnahmen zum Rückhalt von Boden und Wasser in Außenbereichen zur Anpassung an den Klimawandel in Abhängigkeit wesentlicher Handlungsfelder mit dreistufiger Kurzbewertung (noch in Bearbeitung, hellgrau = offen)

| Maßnahme                 | Handlungsfeld   |                        |                    |        | Bewertung   |               |        |                        |
|--------------------------|-----------------|------------------------|--------------------|--------|-------------|---------------|--------|------------------------|
|                          | Akteur          |                        | Wirkung            |        | Wirkungsart | Wirkungsdauer | Kosten | Im Glemsgebiet erprobt |
| Landwirtschaft           | Forstwirtschaft | Boden (Erosionsschutz) | Wasser (Retention) |        |             |               |        |                        |
| Ackerrandstreifen        | x               | -                      | xxx                | x      | xx          | xxx           | xx     | xxx                    |
| Begrünung/Brache         | x               | -                      | xxx                | xxx    | xxx         | xxx           | x      | xx                     |
| Bodenlockerung           | x               | -                      | x                  | xx     | xxx         | xx            | xx     | x                      |
| Engsaat                  | x               | -                      | xx                 | xx     | xxx         | x             | xxx    | xx                     |
| Felder-/Flurneueordnung  | x               | -                      | xx-xxx             | xx-xxx | xxx         | xxx           | x-xx   | x                      |
| Hang-/Schlagteilung      | x               | -                      | xxx                | xx     | xxx         | xx            | xx     | x                      |
| Mulchsaat                | x               | -                      | xxx                | xx     | xxx         | xx            | xxx    | xxx                    |
| Querbewirtschaftung      | x               | -                      | x                  | x      | xxx         | xx            | xx     | xx                     |
| Querdammhäufelung        | x               | -                      | xxx                | xxx    | xxx         | x             | xx     | x                      |
| Streifenbearbeitung      | x               | -                      | xxx                | xxx    | xxx         | x             | xx     | xx                     |
| Untersaat                | x               | -                      | xx                 | xx     | xxx         | xx            | x      | xx                     |
| Zwischenfrüchte          | x               | -                      | xx                 | xx     | xxx         | xx            | xx     | xxx                    |
| Bodenschutzkalkung       | x               | x                      | x                  | xx     | xxx         | xx            | x      | xxx                    |
| Retentionsmulden         | x               | x                      | xx                 | xxx    | xx          | xxx           | xx     | xx                     |
| Wegwasserableitung       | x               | x                      | xx                 | xxx    | xx          | xxx           | xx     | xxx                    |
| Wegerückbau              | x               | x                      | xx                 | xxx    | xx          | xxx           | xx     | x                      |
| Wiedervernässung         | x               | x                      | x                  | xxx    | xx          | xxx           | x      | x                      |
| Bachrenaturierung        | x               | x                      | xxx                | xxx    | xx          | xxx           | xx     | x                      |
| Bodenschonende Holzernte | -               | x                      | xx                 | xx     | xxx         | xxx           | x      | xxx                    |
| Feldgehölzaufforstung    | -               | x                      | xxx                | xxx    | xx          | xxx           | xx     | x                      |
| Freiflächenvermeidung    | -               | x                      | xx                 | xxx    | xx          | xxx           | x      | xxx                    |
| Mischwaldetablierung     | -               | x                      | x                  | xx     | xxx         | xxx           | xxx    | xxx                    |

|                                 |         |         |          |            |         |            |
|---------------------------------|---------|---------|----------|------------|---------|------------|
| Bewertung: xxx = gut, weil...   | hoch    | hoch    | flächig  | dauerhaft  | niedrig | verbreitet |
| Bewertung: xx = mittel, weil... | mittel  | mittel  | selektiv | mehrfährig | mittel  | vereinzelt |
| Bewertung: x = mäßig, weil...   | niedrig | niedrig |          | einjährig  | hoch    | n.b.       |

Wertschöpfende Förderprogramme für ausgewählte Maßnahmen sind aktuell beispielsweise:

- „Greening-Maßnahmen“: Diese werden im Zuge der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) ab 2014 mit Prämien für die Landwirtschaft entlohnt wie z.B. die Bereitstellung Ökologischer Vorrangflächen durch den Anbau bzw. die Anlage von Zwischenfrüchten oder Untersaaten, Niederwald mit Kurzumtrieb, Landschaftselementen (Feldraine, Hecken, Bäume) oder Brachlegung.
- FAKT: Das Förderprogramm für Agrarumwelt, Klimaschutz und Tierwohl unterstützt Landwirte mit gezielten Förderbeträgen z.B. für Begrünungen im Acker- und Gartenbau, Winterzwischenfrüchte, Untersaaten oder Streifenbearbeitung
- Landschaftspflegerichtlinie: Das Einschränken der Bewirtschaftungsintensität bis hin zum vollständigen Bewirtschaftungsverzicht kann durch die Richtlinie gefördert werden. Auch die Erstellung von Konzeptionen zur Biotopvernetzung, in die beispielsweise der Erosionsschutz integriert werden kann, ist förderfähig. Je nach Maßnahme können Landwirte, Verbände, Vereine, sonstige Personen des Privatrechts oder Kommunen unterstützt werden.
- Ökokonto-Verordnung: Hiermit sind beispielsweise ist für die Verbesserung des Wasseraufnahmevermögens bei Umwandlung von Acker in Grünland oder Wald auf verschlammungsempfindlichen Böden und in Überschwemmungsgebieten innerhalb HQ10 je m<sup>2</sup> 3 Ökopunkte für Kommunen anrechenbar. Zum Erosionsschutz sind außerdem bei Begrünung, Hangverkürzung und Anlage von Heckenstreifen 4 Ökopunkte je m<sup>2</sup> anrechenbar.
- Erosionsschutzverordnung: Diese regelt Bewirtschaftungsbegrenzungen auf erosionsgefährdeten Flächen. Mit Maßnahmen wie etwa Querbewirtschaftung oder unmittelbar folgende Aussaaten können die Bewirtschaftungs- und somit auch Ertragsmöglichkeiten jedoch verbessert werden.
- Ackerrandstreifenprogramm: Diese werden zumeist von Kommunen aufgelegt zwecks der Aufwertung des Naturschutzes, der Biotopvernetzung, des Landschaftsbildes oder des Bodenschutzes. Bei einer Teilnahme werden die Landwirte entsprechend der Größe und Art eines Ackerrandstreifens durch die Kommunen honoriert wie etwa in Korntal-Münchingen, Ditzingen oder Heilbronn.
- Verwaltungsvorschrift „Umweltzulage Wald“: Über diese Förderung werden Waldbesitzer in Baden-Württemberg bei Maßnahmen zum Erhalt und Wiederherstellung des günstigen Erhaltungszustandes von FFH-Waldlebensraumtypen unterstützt. Maßnahmen zur Erhöhung des Wasserrückhaltevermögens in der Landschaft (z.B. Wiedervernässung) können – neben der Wirkung auf Hochwasser – positive Effekte im Sinne der FFH-Richtlinie haben und somit förderfähig sein.
- Verwaltungsvorschrift „Nachhaltige Waldwirtschaft“: Hierüber wird in Baden-Württemberg eine Vielzahl von Maßnahmen gefördert, die eine nachhaltige Waldbewirtschaftung fördern. Dazu zählen Erstaufforstungen auf bislang nicht forstwirtschaftlich genutzten Flächen inkl. Nachbesserung, die Förderung einer naturnahen Waldbewirtschaftung (u.a. Waldumbau, Bodenschutzkalkung), die Förderung der forstwirtschaftlichen Infrastruktur (Wege, Durchlässe u.ä.), auch im Hinblick auf die Verbesserung des Hochwasserschutzes, Maßnahmen zum Erhalt und zur Verbesserung der Schutz- und Erholungsfunktion der Wälder (u.a. Maßnahmen zur bodenschonenden Holzernte, Neuanlage/Erhalt von Feuchtbiotopen).
- GAK (Gemeinschaftsaufgabe Agrarstruktur und Küstenschutz, Förderbereich 5: Forsten): Dieses bundesweite Förderinstrument unterstützt ebenfalls Maßnahmen der naturnahen Waldbewirtschaftung (Vorarbeiten, Waldumbau, Jungbestandspflege, Bodenschutzkalkung), die Verbesserung der forstwirtschaftlichen Infrastruktur sowie Erstaufforstungen in Privat- und Kommunalwäldern.
- Förderrichtlinie Wasserwirtschaft: Retentionskonzepte inklusive Kleinrückhalten können insbesondere in Flurneuerungsverfahren integriert und mit dem jeweiligen Fördersatz bezuschusst werden. Maßnahmen am Gewässer können zudem im Rahmen der Gewässerrandstreifen gefördert werden. Im Rahmen der Förderrichtlinie Wasserwirtschaft (Nr. 12.7), sind sowohl die Grundlagenermittlung (Erstellung von Starkregengefahrenkarten) als auch die bauliche Maßnahmen (Verwallungen, Ableitungsgräben, Retentionsräume) zum Schutz der betroffenen Bebauung, sofern diese vor 1999 errichtet wurde. Die Beantragung erfolgt über die Untere Wasserbehörde bei den jeweiligen Regierungspräsidien.
- Eine Förderrichtlinie als Weiterentwicklung des bisherigen KLIMOPASS-Fördergramms zur Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen für verschiedene Planungs- und Umsetzungsebenen befindet sich aktuell in der Planung. Welche der Maßnahmen des vorliegenden Katalogs damit gefördert werden können, ist derzeit allerdings noch nicht festgelegt.

Bei der Vielzahl existierender Programme und Regelungen können die genannten Beispiele keinem Anspruch Vollständigkeit entsprechen, so dass beim Planen und Konkretisieren einer Maßnahmenumsetzung eine gezielte Prüfung der Fördermöglichkeiten erforderlich ist. Zudem liegen bei den Programmen und Instrumenten detaillierte Förderbestimmungen und Ausführungsregelungen vor, die in jedem Einzelfall bei einer Inanspruchnahme und Umsetzung zu beachten sind.



...oder auch Striptill ist eine Bodenbearbeitungs- und Aussaatmethode vornehmlich für Reihenkulturen, die ein 15-20 cm breites Saatbett schafft und somit Zweidrittel des Ackers unbearbeitet lässt. Die beiden Arbeitsgänge können gleichzeitig oder zeitversetzt im Herbst und Frühjahr stattfinden. Die Intensität der Methode ist variabel und abhängig von der Fruchtfolge und dem Anbausystem.

## WIRKUNG

Die Wirkung beruht auf dem Erhalt schützender Pflanzenreste und ungestörter Bodenstruktur. Dadurch wird die Bodenwasseraufnahme verbessert, so dass sich Austrocknung, Wasserabfluss und Bodenerosion vermindern. Dies zeigten z.B. Feldmessungen 59 Tage nach der Pflanzung von Weißkohl bei einem Niederschlag von 21 l/m<sup>2</sup> in weniger als einer Stunde (siehe Grafik). Beregnungsversuche bei Weißkohl und Zuckerrüben führten zu vergleichbaren Ergebnissen. Darüber hinaus ergibt sich im Frühjahr ein schnelleres Erwärmen und Abtrocknen der gelockerten Streifen gegenüber Direktsaat.

## REALISIERUNG

Für die Realisierung auf schweren Böden wie Lehme und Tone sollte bei Frühjahrskulturen das zeitversetzte Verfahren gewählt werden. Hierbei dient die Frostgare über den Winter als zusätzliche „Saatbettbereitung“. In diesem Fall ist im Gegensatz zum zeitgleichen Verfahren ein präzises RTK-GPS Signal und ein automatisches Lenksystem erforderlich. Die kombinierte Methode ist vor allem für sehr leichte Böden wie Schluffe und Sande bei Zuckerrüben und Mais geeignet. Beim Einsatz in Zwischenfrüchten kann eine Frontwalze auf schweren Böden ein Nachläufer vorteilhaft sein. Die Düngung kann breitflächig oder direkt mit der Lockerung oder Aussaat in die gelockerten Streifen erfolgen.

## VORTEILE

Die Vorteile der konventionellen Bodenbearbeitung wie z.B. Ertragssicherheit sowie der Direktsaat wie z.B. Erosionsschutz und Wasserersparnis werden kombiniert.

## NACHTEILE

Ein Nachteil ist gegenwärtig noch die Begrenzung auf Reihenfrüchte, also auf Fruchtfolgen ohne Getreide. Außerdem wird der Einsatz von Totalherbiziden wie auch bei Mulchsaat kontrovers diskutiert.

## KOSTEN

Die Kosten sind zunächst geprägt von den erforderlichen Investitionen, die sich für den Streifenlockerer und für das Lenksystem auf je ca. 20000 € belaufen. Unabhängig davon reduzieren sich die Kosten gegenüber konventionellen Verfahren vor allem aufgrund der Zeit- und Kraftstoffersparnis und erreichen ohne Kraftstoff und Saatgut ca. 50 €/ha. Eine Förderung durch das Agrarumweltprogramm FAKT ist möglich.

## BEWERTUNG

optimale Umsetzung

- Wirkung „Bodenrückhalt“
- Wirkung „Wasserrückhalt“
- Akzeptanz bei Flächenbewirtschaftern
- Betriebswirtschaftliche

|                                      | gering | mittel | hoch |
|--------------------------------------|--------|--------|------|
| Wirkung „Bodenrückhalt“              |        |        |      |
| Wirkung „Wasserrückhalt“             |        |        |      |
| Akzeptanz bei Flächenbewirtschaftern |        |        |      |
| Betriebswirtschaftliche              |        |        |      |

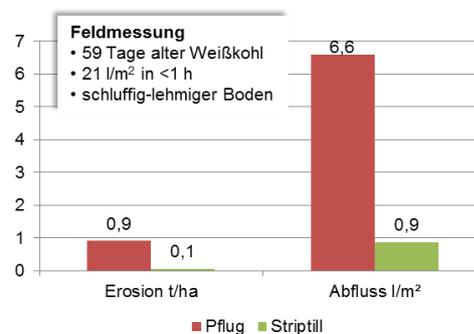


Abbildung 78: Beispiel Maßnahmenblatt „Streifenbearbeitung“



Foto: H. Hettinger

Waldwege und Feldwege sind eine wichtige Ursache für Oberflächenabfluss und Erosion. Die Wegedichte hat entscheidenden Einfluss auf den Wasserabfluss und Sedimentaustrag. Zur Abflussreduktion ist das vorhandene Wegenetz auf seine Notwendigkeit zu überprüfen und gegebenenfalls rückzubauen. Der Bau neuer Fahrwege sollte nur noch in Ausnahmefällen geplant werden.

## WIRKUNG

Durch die verbesserte Infiltration von unversiegelten Flächen und die Unterbrechung linienförmiger Strukturen kann mehr Wasser versickern, so dass eine ablaufende Wasserwelle flacher und langsamer wird. Bei einer halbierten Wegenetzdichte kann sich der Abflussanteil am Niederschlag bei Landregen um 40-50 % reduzieren. Bei Starkregen wird eine geringere Abnahme erreicht, die bei wenig durchlässigen Standorten maximal 10 % beträgt (siehe Grafik). Auch Bewuchs auf dem Wegekörper führt zu einer Abflussreduktion bis zu 50 %, besonders wenn die Bedeckung durch Pflanzen vollständig ist.

## REALISIERUNG

Besonders abflussintensive Wege sollten weitmöglichst zurückgebaut werden. Dies betrifft alle befestigten Wege sowie unbegrünte, unbefestigte Wege mit Wegelängsneigung von >10 % (bei tonigem oder schluffigem Ausgangssubstrat >3 %) ohne Wasserableitung in die Fläche. Tief eingeschnittene Wege sollten beim Rückbau verfüllt, wenig benutzte Wege begrünt werden. Steile Böschungen mit erkennbaren Erosionsspuren sollten abgeflacht werden.

## VORTEILE

Vorteile ergeben sich z.B. durch geringere Unterhaltungskosten bei geringerer Wegenetzdichte, verringerte Doppelerschließungen oder den reduzierten Teereintrag in Böden und Gewässer.

## NACHTEILE

Nachteile ergeben sich durch längere Transportwege, den höheren Unterhaltungsaufwand für wassergebundene Decken und den Flächenbedarf bei Abflachung von Böschungen.

## KOSTEN

Die Kosten für eine Entsorgung auf Deponien belaufen sich bei einer erhöhten Teerbelastung der Deckschicht von >25 mg/kg auf ca. 55 €/t. Unbelastetes Deckschichtmaterial kann nach dem Fräsen als Unterbaumaterial für die Reparatur bestehender Wege verwendet werden und reduziert dort die Reparaturkosten. Wird die Schwarzdecke durch eine wassergebundene Decke ersetzt, so fallen Kosten für die Herstellung der Tragschicht, das Einbringen von Dohlen, wegbegleitenden Gräben etc. an.

## BEWERTUNG

optimale Umsetzung

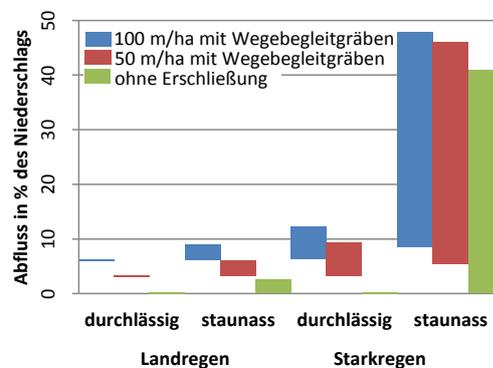


Abbildung 79: Beispiel Maßnahmenblatt "Wegerückbau"

## 5.2 ÖKONOMISCHE BEWERTUNG

Die ökonomische Bewertung ist ein vorläufiges Konzept zur Wirtschaftlichkeitsrechnung für Retentionsmaßnahmen in Kleineinzugsgebieten von 2-3 km<sup>2</sup> in Bezug auf Starkregenereignisse. Um die Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen zu bewerten, werden üblicherweise Nutzen und Kosten einander gegenübergestellt.

Im Rahmen KliStaR wurden die Betroffenheit und die geplanten Retentionsmaßnahmen exemplarisch anhand des Teiluntersuchungsgebietes in Warmbronn ermittelt. Das Einzugsgebiet ist für das Gesamtuntersuchungsgebiet relativ typisch, so dass zumindest die Größenordnung gut übertragen werden kann. Die Art der Retentionsmaßnahme ist dabei für die verminderte Schadenssumme unerheblich, jedoch lassen sich bei Bewirtschaftungsänderungen die Retentionsvolumina schwieriger bestimmen und sie haben eine jahreszeitliche Schwankungsbreite in ihrer Effizienz.

Während die Kostenseite durch die Planung und Umsetzung von Maßnahmen noch relativ einfach zu werkstelligen ist, ist auf der Nutzenseite eine Bewertung deutlich schwieriger. Während bei Flusshochwasser die Anwendung von Schädigungsfunktionen eine bewährte Vorgehensweise darstellt, können vergleichbare Funktionen zwar auch bei Starkregen angewandt werden, um die potentiell betroffenen Werte zu ermitteln. Eine Aufsummierung über das Einzelgebäude hinaus ist jedoch problematisch, da das zuströmende Volumen bei vielen Ereignissen begrenzt ist, und somit nur bei einer begrenzten Anzahl von Gebäuden Schaden anrichtet.

Ein Ansatzpunkt für eine Kosten-Nutzen-Abschätzung bietet der verhinderte Schaden, dies sind im Zusammenhang mit Starkregen vor allem die verhinderten Gebäudeschäden, wie zum einen Überflutungen des Erdgeschosses mit relativ kleinen Wassermengen oder aber ein teilweises Volllaufen des Kellers. Da die Wassermengen meist nicht für beides reichen, ist eine Kombination zumindest an kleinen Einzugsgebieten eher selten. Gebäudeschäden, wie sie bei den extremen Ereignissen im Frühsommer 2016 beobachtet wurden, sind hier von der Betrachtung ausgeschlossen. Die potentiellen Schäden bei extremen Ereignissen sind somit sicherlich unterschätzt und zeigen, dass die Betrachtungsweise noch für Extremereignisse ergänzt.

Annahmen für die Betrachtung sind:

- Überflutung des Erdgeschosses mit ca. 10 cm (10 m<sup>3</sup> für ein durchschnittliches Wohnhaus)
- Volllaufen des Kellers mit 50 cm (50 m<sup>3</sup> für ein durchschnittliches Wohnhaus)

Die Verteilung zwischen beiden Fällen hängt von der baulichen Gestaltung der betroffenen Gebäude ab und ist nur schwer zu verallgemeinern. Für diese Betrachtung wird eine 50: 50-Verteilung (Kellerschaden zu Gebäudekleinschaden) angenommen.

Einem Rückhaltevolumen von 2 000m<sup>3</sup> verbleibt ungefähr 75 % auch im Siedlungsbereich schadlos (Füllung kleiner Mulden, Anstau an Wänden ohne Schadenswirkung).

Den verbleibenden 1 000 m<sup>3</sup> entsprechen fünf gefüllte Keller und 25 kleinere Wassereintritte ins Erdgeschoss oder Keller. Die Schäden für einen gefüllten Keller entsprechen einem Totalschaden für eine einfache Kellernutzung (10 000 Euro), die kleineren Wassereintritte werden mit 5 000 Euro abgeschätzt (aus Scha-

densfunktionen für Hochwasserschadenpotentialanalysesystem Baden Württemberg abgeleitet). Damit liegt ein entsprechender verhinderter Schaden bei ca. 50 000 Euro + 125 000 Euro.

Im Rahmen von KliStaR wurde nur das mittlere Ereignis betrachtet (50 bis 100jährlich), kleinere Ereignisse können jedoch auch noch weitere Schäden produzieren. Meist sind ab einem 5jährigen Ereignis mit Schäden zu rechnen. Vereinfachend abgeschätzt, sind dies verhinderte Schäden in der gleichen Größenordnung. Eine genaue Betrachtung ist ohne eine genaue Zuordnung der Jährlichkeiten der Abflüsse nicht möglich.

Zusätzliche Nutzen-Kosten-Effekte entstehen durch die Verringerung von Reinigungskosten (Kanal und Straßen) sowie Wegreparaturen. Um auch hier einen plausiblen Ansatz zu haben, werden alle fünf Jahre 5 000 Euro angesetzt.

In der Summe ergeben sich so für einen 50-Jahres-Zeitraum:

$$2 * 175\ 000\ \text{Euro} + 50\ 000\ \text{Euro} = 400\ 000\ \text{Euro}.$$

Damit sind Maßnahmen bis zu dieser Höhe für ein Teileinzugsgebiet analog zu dem Untersuchungsgebiet in Warmbronn rentabel.

Dabei muss noch beachtet werden, dass insbesondere bei dem Vorhandensein von Ölheizungen, die hier angesetzte mittlere Schadenshöhe bereits durch einen einzelnen Ölschaden erreicht werden kann. Auch sind bei ausgebauten Kellergeschossen die angesetzten Vermögenswerte zu gering, entsprechende Nutzungsinformationen sind jedoch nicht verfügbar sondern müssten vor Ort erfasst werden.

Die Kosten für die Maßnahme in Warmbronn liegt bei 25 000 Euro zzgl. Planungsleistungen, dadurch ergibt sich ein Nutzen-Kosten-Verhältnis von deutlich  $> 10$ .

### 5.3 DISKUSSION DER TECHNISCHEN METHODIK

Bei der Diskussion muss zwischen der technischen und der kommunikativen Methodik unterschieden werden. Auf die kommunikative Methodik wird in Kapitel 3.2 eingegangen. Die technische Methodik betrifft die

- gewählten Modelle,
- die Qualität der Datengrundlage und deren Verfügbarkeit und
- die Parametrisierung der Eingabedaten.

Für die prozessorientierte Erosionsmodellierung mit LISEM sind zahlreiche Eingabedaten notwendig. Daher ist der Parametrisierungsaufwand der Eingabedaten zwar relativ hoch, aufgrund der Erprobung in anderen Projekten und der Verfügbarkeit von schon z.T. aufbereiteter Daten, hält sich der Aufwand in Grenzen. So konnte beispielsweise das Digitale Geländemodell direkt in das PCRaster-Format konvertiert werden, ohne dass eine technische Aufbereitung notwendig war.

Die **Bodenkarte** BK50 inklusive Leitbodenprofile wurde für das Projektgebiet vom LGRB freundlicherweise zur Verfügung gestellt. Diese liegt flächendeckend vor, so dass die für die Modellierung mit LISEM notwendigen Bodenhorizontierungen ermittelt werden konnten, ohne dass Lücken mittels anderer Datenquel-

len geschlossen werden mussten. Auch die Konvertierung der Bodenkarte in das PCRaster-Format verlief aufgrund der guten Datenqualität einwandfrei.

Im Gegensatz zu der Bodenkarte war die Aufbereitung der **Landnutzungsdaten** mit größerem Aufwand verbunden. Dies lag zum einen daran, dass die ALK- und ALKIS-Daten z.T. veraltet waren und zum anderen eine Verschneidung zwischen ALKIS- und ATKIS-Daten vorgenommen werden musste. Der Vergleich mit Luftbildern ergab z.T. größere Differenzen in der Flächennutzung, die aufgrund der Anzahl und der unbekannteren Aktualität jedoch nur bei gravierenden Abweichungen nachkorrigiert wurden, wie beispielsweise bei der Schnellbahntrasse auf der Gemarkung Markgröningen (siehe Abbildung 80). Hier musste eine Verschneidung der ALKIS-Daten mit einem Ausschnitt der ATKIS-Daten vorgenommen werden. Dieser Sachbestand erschwert die automatisierte Erzeugung der Landnutzungskarte für die LISEM-Modellierung.



Abbildung 80: Visueller Vergleich der ALKIS-Daten mit den Luftbildern: Fehlende Schnellbahntrasse

In dieser Abbildung ist ebenfalls die sehr kleine Parzellierung der Flurstücke in den ALKIS Daten im Vergleich zu den realen Ackergrößen der Luftbilder zu erkennen. Da eine kleingemusterte Verteilung der unterschiedlichen Feldfrüchte jedoch ein geringeres und realitätsferneres Erosionsrisiko bewirkt, wurden die Flurstücke an die realen Feldgrößen entsprechend einer Luftbildauswertung, wie bereits in Kapitel 4.4.1 beschrieben, angepasst. Doch hier ergaben sich teilweise wiederum zu große Flurstücke (siehe Abbildung 81), die dann manuell digitalisiert werden mussten. Durch das unterschiedliche Alter der Luftbilder und jährlich variierenden Parzellengrößen aufgrund des Anbauverhaltens und Anbauwechsels der Landwirte wird das Anpassen der Parzellengrößen zusätzlich beeinflusst.



Abbildung 81: Teilergebnis der Aggregation von den kleineren Flurstücken zu den größeren Bewirtschaftungseinheiten

Unsicherheiten ergeben sich zum einen aufgrund der komplexen Parametrisierung der Eingabedaten des Erosionsmodells, zum anderen durch die fehlende Validierung bzw. Plausibilisierung der Ergebnisse. Die Parameterwerte wurden von Katalogen bzw. Literaturquellen (siehe Tabelle 4) übernommen. Neben der Niederschlagsintensität und Vorbodenfeuchte haben weitere Faktoren wie z.B. die Bodenbedeckung Einfluss auf die Bodenerosion. Diese Pflanzenparameter können sich durch den Klimawandel zukünftig ändern. Dies konnte jedoch im Rahmen dieses Projektes keine Berücksichtigung finden. Um Ergebnisse einer Erosionsmodellierung zu plausibilisieren gibt es mehrere Ansätze. In der Regel beziehen sie sich auf einen Vergleich beobachteter Ereignisse mit den modellierten Abträgen bzw. Abflüssen. Dennoch liefert LISEM aufgrund der räumlichen Rasterdarstellung nützliche und plausible Ergebnisse, die mit Boden- und Landnutzungskarten gut überlagert werden können.

Die Auswahl der Klimaszenarien für Erosionsmodellierung für das KliStaR-Projekt erfolgte auf Basis der zukünftigen Klimaentwicklungsstudie der LUBW (2013). Hier wurde das 50. Perzentil der Starkniederschlagshöhen des Auswerte-Ensembles gewählt, da es als Median das mittlere Klimasignal wiedergibt. Damit wird sichergestellt, dass weder „worst case“ noch „best case“ Szenarien abgebildet werden. Dennoch ist zu beachten, dass die meisten Klimaprojektionen in der Klimaentwicklungsstudie der LUBW für die nahe Zukunft eine Zunahme der Starkniederschlagshöhe um + 5 % bis + 10 %, für die ferne Zukunft eine Zunahme um + 5 % bis + 20 % berechnen. Nach LUBW (2013, S. 70) werden diese Wertebereiche der Klimasignale als „eingeschränkt zufriedenstellend“ bewertet. Dies zeigt somit ebenso Unsicherheiten in der Klimamodellierung.

#### 5.4 ERWARTUNGEN, AKZEPTANZ UND HEMMNISSE

Qualitative Aspekte wie Erwartungen, Akzeptanz und Hemmnisse der beteiligten Akteure sowie quantitative Aspekte wie Siedlungsentwicklung oder Modellierungsqualität der Szenarien können folgendermaßen skizziert werden:

### **Der Klimawandel steht nicht im Vordergrund bei Planungsprozessen**

Im Laufe des Projektes wurde erkannt, dass das Thema „Klimawandel“ bei den Akteuren (noch) nicht im Vordergrund steht, obwohl die bereits vorhandenen Probleme, wie z.B. durch Starkregen verursachte Überschwemmungen und Bodenabtrag bewusst sind.

### **Die Erosions- und Abflusskarten werden kaum genutzt**

Die von KliStaR erzeugten Erosions- und Abflusskarten wurden von den Landnutzern kaum genutzt obwohl diese für die Maßnahmenplanung ein wichtiges Instrument sind. Gründe sind möglicherweise die Komplexität der Karten und naturräumlichen Wechselwirkungen oder die Bedenken gegenüber einem zusätzlichen Aspekt bei Planungsprozessen. Zum erfolgreichen Einsatz kamen die Karten aber z.B. bei der Ackerrandstreifenplanung in Korntal-Münchingen.

### **Das Zeitfenster für (partizipative) Maßnahmenrealisierung sollte nicht zu knapp sein**

Einige Maßnahmen konnten aufgrund der kurzen Projektlaufzeit nicht realisiert werden. Dies gerade vor dem Hintergrund, dass Terminabsprachen, Entscheidungsprozesse, Akteursbeteiligung und Planungsverfahren recht langwierig sind. Flächeneigner müssen sehr früh eingebunden werden, jedoch sollten auch schon erste Ideen vorliegen. Voraussetzung bei der Umsetzung einer Maßnahme, die mehrere Kommunen betrifft, ist auch, dass alle beteiligten Kommunen den Prozess gleichermaßen unterstützen. Enge Kooperation und schnelle Entscheidungsprozesse waren jedoch auch in der kurzen Projektlaufzeit möglich, wie die Umsetzung der Maßnahme in Leonberg-Warmbronn gezeigt hat. Insgesamt würden längere Projektlaufzeiten oder zielgerichtete Förderprogramme aber sicherlich positiv auf die Umsetzungsquote wirken

### **Die Akzeptanz ausgewählter Maßnahmen ist unterschiedlich**

Stichprobenartig wurde etwa während der Exkursion zu landwirtschaftlichen Maßnahmen die Akzeptanz von diesen mit einem Fragebogen erfragt:

- Mindestens Dreiviertel der Befragten realisieren bereits Zwischenfrüchte, Ackerrandstreifen, Mulchsaat und organische Düngung.
- Alle sehen die Streifenbearbeitung eher skeptisch, da die Reihenfrüchte in der Fruchtfolge fehlen oder zu hohe Investitionen erforderlich sind.
- die Engsaat bei Mais sehen ca. die Hälfte der Befragten positiv
- Dreiviertel der Befragten würden eine kommunale Unterstützung bei Maßnahmenumsetzung positiv sehen

### **Die Bereitschaft zur Maßnahmenumsetzung ist widersprüchlich**

Eine große Diskrepanz wurde festgestellt zwischen einem Problembewusstsein und der prinzipieller Bereitschaft zum Ergreifen von Maßnahmen auf der einen Seite und der mangelnden Bereitschaft, Maßnahmen konkret anzugehen bzw. umzusetzen auf der anderen Seite. Großes Problem hierbei ist sicher, dass es häufig keine klar geregelten (und auch dauerhaft mit der gleichen Person besetzten) Kompetenzen bei den Gemeinden gibt für Hochwasser und Erosionsschutz (z.B. Bauamt vs. Umweltschutzamt). Doch gerade für die längerfristige Planung und Umsetzung von Maßnahmen wären solche Strukturen bei Kommunen wichtig.

### **Der Modellcharakter des Projektes beeinflusst die Beständigkeit der Maßnahmenumsetzung**

Die im Rahmen von KliStaR bearbeiteten und teils umgesetzten Maßnahmen haben Test- bzw. Modellcharakter. Aufgrund des unterschiedlichen Interesses der Akteure kam es auch zur Maßnahmenumsetzung außerhalb der Brennpunkte. In diesen Fällen diente die Umsetzung zu Demonstrationszwecken für weitere Akteure. Durch einen im Projekt erstellten Maßnahmenkatalog, der Umsetzungsideen und Ergebnisse zu-

sammenfasst, steht ein Instrumentarium zur Verfügung, das landesweit zum Boden- und Hochwasserschutz und somit zur Anpassung an den Klimawandel beitragen kann.

#### **Der reale Anbau von Feldfrüchten spiegelt sich nicht in den Modellierungen wider**

Die reale Anbauverteilung von Feldfrüchten hat auf das tatsächliche Boden- und Abflussgeschehen einen wesentlichen Einfluss. Die kartografische Abbildung dieser Verhältnisse ist allerdings nur mittels Kartierarbeiten erfassbar, so dass eine unbestimmte Unsicherheit bei der Verteilung von Feldfrüchten bzw. erosionsbestimmenden Feldfruchtgruppen auf den Ackerflächen besteht, die sich letztendlich auch die Unsicherheit modellierten Abtrags- und Abflussergebnisse auswirken.

#### **Die zunehmende Flächenversiegelung wirkt verstärkt auf den Wasser- und Bodenabtrag**

Bereits bei der Auftaktveranstaltung wurde die Bedeutung der zunehmenden Siedlungsentwicklung und der damit einhergehenden Bodenversiegelung auf den Wasser- und Bodenabtrag thematisiert. Gerade in Gebieten mit hohem Siedlungsdruck wie etwa dem untersuchten Glemsgebiet wird die Wirkung der diskutierten Maßnahmen allein zum Ausgleich der zunehmenden Bodenversiegelung bereits angezweifelt. Nähere Untersuchungen zu dieser Thematik könnten allerdings nur in einem unabhängigen Vorhaben stattfinden.

# Quellenverzeichnis

- Ahrens, H., C. Lippert und M. Rittershofer (2000): Überlegungen zu Umwelt- und Einkommenswirkungen von Agrarumweltprogrammen nach VO (EWG) Nr. 2078/92 in der Landwirtschaft. *Agrarwirtschaft* 49 (2), 99-115
- AMEWAM - Agricultural measures for water management and their integration into spatial planning. - <https://www.uni-hohenheim.de/amewam/home.htm>
- Assmann, A. und Herrmann, S. (2007): Geoinformationstechnologien als Instrument in Beteiligungsprozessen - Anforderungen und Möglichkeiten. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (Hrsg.) *Geoinformationstechnologien zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie*. KTBL-Heft 62. S. 16-30
- Assmann, A., Kempf, J., Billen, N., Schipper, H., und Engelhardt, M. (2009): Bodenabtrag durch Wassererosion in Folge von Klimaveränderungen – Konzeptstudie. – Im Auftrag des Kooperationsvorhabens Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft (KLIWA) [Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz], 100 S. unveröffentlicht
- Assmann, A., Jäger, S., Fritsch, K. und Brauner, C. (2012): Starkregengefahrenkarten und Risikomanagement im Glems-Einzugsgebiet. In: Weiler, M. (Hrsg.) (2012): *Wasser ohne Grenzen, Beiträge zum Tag der Hydrologie am 22./23. März 2012*, Forum für Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, Heft 31,12: S. 195-200
- Assmann, A., Moser, M. und Röder, S. (2013): Starkregenmanagement. In: *Die Gemeinde (BWGZ)*, 136(11), S. 443 – 447
- Auerswald, K. (2002): Landnutzung und Hochwasser. In: „Katastrophe oder Chance? Hochwasser und Ökologie“, Rundgespräche der Kommission für Ökologie, Bd. 24. München, S. 67-76
- Bardossy, A. (2004): Mögliche Entwicklung der Hochwasserextreme in den nächsten Jahrzehnten. In: *Dezentraler Hochwasserschutz in kleinen bewaldeten Einzugsgebieten - Beiträge zum Kolloquium am 05. und 06. März 2004 an der Fachhochschule Rottenburg*. Rottenburg, Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg (Schriftenreihe der Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg, Bd. 20)
- BGR – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe [Hrsg.] (2005): *Bodenkundliche Kartieranleitung*, 438 S. (5. Aufl.). Stuttgart
- Billen, N., Arman, B., Thomas, A., Sprenger, S. und G. Häring (2001): Wissenstransfer für eine nachhaltige Landwirtschaft – Zusammenarbeit von Praxis und Forschung am Beispiel des Erosionsschutzes. *Landnutzung und Landentwicklung* 42, S. 166-172
- Billen, N., B. Lambert (2005): Implementation of agricultural measures for water retention on farms in Schwaigern-Massenbach – a participatory approach. In: Krimly, T, St. Dabbert, J. Hauser (Hrsg.): *Runoff and erosion management in agriculture – a step towards sustainable flood protection*, S. 55-65

- Billen, N. und J. Aurbacher (2007): Landwirtschaftlicher Hochwasserschutz - 10 Steckbriefe für 12 Maßnahmen. – Hrsg.: T. Krimly, J. Hauser, Verlag: St. Dabbert, Universität Hohenheim, Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre (410a), Stuttgart, 21 S. Wagner, A., Gerlinger, K., Chomoev, K., Aigner, K. (2013): Statistische Analyse eines zeitlich und räumlich hochaufgelösten Ensembles regionaler Klimaprojektionen für Baden-Württemberg. - Hrsg.: LUBW, Karlsruhe, 87 S.
- Billen, N., Stahr, K. (2013): Anpassungsstrategie Baden-Württemberg an die Folgen des Klimawandels – Fachgutachten für das Handlungsfeld Boden. – Im Auftrag des UM-BW, 108 Seiten
- Bronstert, A., Fritsch und U., Katzemaier, D. (2000): Quantifizierung des Einflusses der Landnutzung und -bedeckung auf den Hochwasserabfluss in Flussgebieten. Potsdam.
- BWK (Hrsg.) (2013): Starkregen und urbane Sturzfluten – Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge. BWK-Fachinformation 1/2013. Stuttgart.
- Casper (2002): Die Identifikation hydrologischer Prozesse im Einzugsgebiet des Dürreychbaches (Nordschwarzwald). Mitteilung des Instituts für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik der Universität Karlsruhe 210, 169 S.
- De Roo, A. und Jetten, V. (1999): Calibrating and validating the LISEM model for two data sets from the Netherlands and South Africa. In: Catena 37, S. 477 – 493
- Deutscher Wetterdienst (2005): KOSTRA-DWD-2000 Starkniederschlagshöhen für Deutschland (1951 – 2000) - Grundlagenbericht. Offenbach.
- DWA (Hrsg.) (2012): Berücksichtigung der Bodenerosion durch Wasser bei der Maßnahmenplanung nach EG-Wasserrahmenrichtlinie. – Autoren: Aurbacher, J., Billen, N., Botschek, J. et al.. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, Hennef, Merkblatt DWA-M 910, 119 S.
- Dyck, S. und Peschke, G. (1995): Grundlagen der Hydrologie. 3. Aufl. Berlin.
- Flaig, H. (2013): Anpassungsstrategie an die Folgen des Klimawandels Baden-Württemberg – Fachgutachten für das Handlungsfeld Landwirtschaft. – Im Auftrag des UM-BW, 210 S.
- Gerber, A. (2000): Action Research as an Instrument for Transdisciplinary Research in the Pilot Project “Cultural Landscape Hohenlohe”. In: Transdisciplinarity: Joint Problem-Solving among Science, Technology and Society – Dialogue Sessions and Idea Market. Proceedings of the International Transdisciplinarity 2000 Conference, Workbook 1. Zürich, S. 406-410
- Gerlinger, K. (1997): Erosionsprozesse auf Lössböden: Experimente und Modellierung. Mitteilungen des Instituts für Wasserbau und Kulturtechnik der Universität Karlsruhe. Karlsruhe.
- Grimmelmann, W. (1997): Hydrogeologische Kartieranleitung : mit 6 Tabellen und 10 Anlagen. Stuttgart.
- Hough, M.N. (1990): Agrometeorological aspects of crops in the United Kingdom and Ireland. Bracknell, UK.
- Ihringer, J. und Kron, W. (1993): Softwarepaket für Hydrologie und Wasserwirtschaft Anwenderhandbuch Band 1: Hochwasseranalyse Version 4. - Institut für Hydrologie und Wasserwirtschaft, Universität Karlsruhe.
- Ihringer, J. (2004): Ergebnisse von Klimaszenarien und Hochwasser-Statistik. In: Klimaveränderungen und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft, 2. KLIWA-Symposium, Mai 2004, Würzburg, KLIWA-Berichte 4, 2004, S. 153 - 167

- Jetten, V. (2002): LISEM – Limburg Soil Erosion Model. Windows Version 2.x. User manual. Utrecht.
- Kaatz, B. (2014): Modellierung zukünftiger Bodenerosion durch Wasser in Abhängigkeit von veränderten Niederschlägen und Bodenfeuchten durch den Klimawandel. – Masterarbeit, Institut für Bodenkunde und Standortslehre, Universität Hohenheim, 79 S.
- Kamp, T., Choudhury, K., Ruser, R., Hera, U. und Rötzer, T. (2008): Auswirkungen von Klimaänderungen auf Böden – Beeinträchtigungen der natürlichen Bodenfunktionen. In: UMWELTBUNDESAMT (Hrsg.) (2008): UBA-Workshop. “Böden im Klimawandel – Was tun?”. Am 22./23. Januar 2008. Texte 25. S. 17 - 26
- KLIWA (2003): Workshop „Extreme Hochwasser und Klimaveränderung“. (<http://www.kliwa.de>).
- KLIWA (2006): Regionale Klimaszenarien für Süddeutschland – Abschätzung der Auswirkungen auf den Wasserhaushalt. KLIWA-Bericht Heft 9. Karlsruhe.
- KLIWA (2009a): Regionale Klimaszenarien und Wasserhaushaltsmodellierung. Zusammenfassender Kurzbericht, Bayerisches Landesamt für Umwelt. Karlsruhe.
- KLIWA (2009b): Klimawandel im Süden Deutschlands. Ausmaß – Folgen – Strategien. Auswirkungen auf die Wasserwirtschaft. Karlsruhe.
- Kreiter, T. (2007): Dezentrale und naturnahe Retentionsmaßnahmen als Beitrag zum Hochwasserschutz in mesoskaligen Einzugsgebieten der Mittelgebirge. – Diss. Univ. Trier, Fachbereich VI ((Geographie / Geowissenschaften), 273 S.
- LGRB (Hrsg.) (2007): Bodenkarte von Baden-Württemberg 1 : 50 000 (Dokumentation zu den Attributen der bodenkundlichen Einheiten). Freiburg.
- LGRB (Hrsg.) (2014): Ausschnitt der Digitalen Bodenkarte 1:50 000 für das Einzugsgebiet der Glems mit Attributtabelle, Stand Okt. 2014, pers. Mitteilung von F. Waldmann
- LUBW (Hrsg.) (2013): Zukünftige Klimaentwicklung in Baden-Württemberg. Karlsruhe.
- Maurer, T. (1997): Physikalisch begründete, zeitkontinuierliche Modellierung des Wassertransports in kleinen ländlichen Einzugsgebieten. Diss. Karlsruhe.
- Menzel, L. (1997): Modellierung der Evapotranspiration im System Boden-Pflanze-Atmosphäre. (Zürcher Geographische Schriften, Heft 67). Zürich.
- Müller, U., & Waldeck, A. (2011): Auswertungsmethoden im Bodenschutz : Dokumentation zur Methodenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS). 8. Aufl., Version: 09.11.2011. Hannover: LBEG, Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie.
- Nearing, M., Jetten, V., Baffaut, C., Cerdan, O., Couturier, A., Hernandez, M., Le Bissonnais, Y., Nichols, M.H., Nunes, J.P., Renschler, C.S., Souchère, V. und Oost, K. (2005): Modeling response of soil erosion and runoff to changes in precipitation and cover. *Catena* 61 (2005), S. 131–154.
- Oehmichen, J. (1986): Pflanzenproduktion. Band 2. Berlin, Hamburg. S. 65
- Osterburg, B. (2001): Agri-Environmental Programs and the Use of Soil Conservation Measures in Germany. In: Stott, D.E., Mohtar, R.H. and Steinhardt, G.C. (Hrsg.): *Sustaining the Global Frame. Selected papers from the 10th International Soil Conservation Organisation Meeting held May 24-29, 1999 at Purdue University and the USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory*, S. 112-118
- Preuschen, G. (1994): Landnutzung und Abfluss. *Ökologie und Landbau*, 22, S. 19-24

- Renger, M., Bohne, K., Facklam, M., Harrach, T., Riek, W., Schäfer, W., Wessolek, G. und Zacharias, S. (2008): Ergebnisse und Vorschläge der DBG-Arbeitsgruppe "Kennwerte des Bodengefüges" zur Schätzung bodenphysikalischer Kennwerte. Berlin.
- Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (HRSG.) (1996): Parameterkatalog Sachsen. In: Erosion 2D/3D - Ein Computermodell zur Simulation der Bodenerosion durch Wasser. Dresden.
- Scherrer, S., Demuth, N. (2007): Die Identifikation von hochwasserrelevanten Flächen als Grundlage für die Beurteilung von extremen Abflüssen. In: Schüler, G., Gellweiler, I., Seeling, S.: Dezentraler Wasser-rückhalt in der Landschaft durch vorbeugende Maßnahmen der Waldwirtschaft, der Landwirtschaft und im Siedlungswesen, Mitteilungen aus der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwissen-schaft Rheinland Pfalz, Heft 64, 175-182
- Schipper, H., Fosser, G., Schädler, G., Kempf, J., Assmann, A., und Billen, N. (2014): Bodenabtrag durch Wassererosion in Folge von Klimaveränderungen – Endbericht. – Im Auftrag des Kooperationsvorha-bens Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft (KLIWA). Bayerisches Staats-ministerium für Umwelt und Gesundheit, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Ba-den-Württemberg, Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz [Hrsg.]. unveröffentlicht
- Schrödter, H. (1985): Verdunstung. Berlin.
- Steinmetz, H., Wieprecht, S., Bárdossy, A. et al. (2013): Anpassungsstrategie Baden-Württemberg an die Folgen des Klimawandels – Fachgutachten für das Handlungsfeld Wasserhaushalt. - Im Auftrag des UM-BW, 193 S.
- Schwertmann, U., Vogl, W. und Kainz, M. (1987): Bodenerosion durch Wasser, – Vorhersage des Abtrags und Bewertung von Gegenmaßnahmen. 2. Aufl., Stuttgart.
- Stolte, J. (2003): Effects of land use and infiltration behaviour on soil conservation strategies. Wageningen.
- Uhlenbrock, S. und Leibundgut, C. (1997): Abflussbildung bei Hochwasser in verschiedenen Raumskalen. – Wasser und Boden 49, S. 13-22
- Unsel, R. (2013): Anpassungsstrategie Baden-Württemberg an die Folgen des Klimawandels. Fachgutach-ten für das Handlungsfeld Wald und Forstwirtschaft. - Im Auftrag des UM-BW, 68 S.
- Van Deursen, W. P. A. und Wesseling, C. (1992): The PCRaster package, Department of Physical Geogra-phy, Utrecht, <http://pcraster.geo.uu.nl/>
- Van Genuchten, M. Th., Leij, F. J. und Yates, S. R. (1991): The RETC Code for Quantifying the Hydraulic Functions of Unsaturated Soils, Version 1.0. EPA Report 600/2-91/065, U.S. Salinity Laboratory, USDA, ARS, Riverside, California.
- Waldenmeyer, G. (2003): Abflussbildung und Regionalisierung in einem forstlich genutzten Einzugsgebiet (Dürreychtal, Nordschwarzwald). Karlsruher Schriften zur Geographie und Geoökologie, Bd. 20, 273 S.
- Wagner, A., Gerlinger, K., Chomoev, E., Mast, M., Höpker, K.-A. und Schulz-Engler, D. (2013): Zukünftige Klimaentwicklung in Baden-Württemberg - Perspektiven aus regionalen Klimamodellen. – LUBW [Hrsg.], Karlsruhe, 164 S.
- WaReLa (Water Retention by Land Use): – internet: <http://www.uni-trier.de/index.php?id=44065>

- Weiler, M. und J. J. McDonnell (2007): Conceptualizing lateral preferential flow and flow networks and simulating the effects on gauged and ungauged hillslopes. *Water Resour. Res.*, 43(3): W03403.
- Wischmeier, W.H. und Smith, D. D. (1978): Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning. U.S. Department of Agriculture Handbook No. 537, Washington, D.C.
- Wurbs, D. und Steininger, M. (2011): Wirkungen der Klimaänderungen auf die Böden - Untersuchungen zu Auswirkungen des Klimawandels auf die Bodenerosion durch Wasser. – Texte 16/2012 (Forschungsbericht 370871205), 202 S., Umweltbundesamt Berlin – internet (15.9.2012): <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4089.pdf>

# Anhang

## EINGABEDATEN LISEM

Für die Erzeugung der Landnutzungs-, Vegetations-, Bodenoberflächen- und Erosionskarten (siehe Tabelle 21) in PCRaster für die Erosionsmodellierung werden verschiedene Parameter benötigt (siehe Tabelle 22). PCRaster braucht für jeden Parameter eine eigene Tabelle, die für die Erzeugung der Eingabekarten notwendig sind. Für jeden Parameter (z.B. Blattflächenindex) gibt es eine Tabelle in Form einer Textdatei (\*.tf). In der ersten Spalte ist die Nutzungs-ID und in der zweiten Spalte der Parameterwert zu finden.

Tabelle 21: Definition der LISEM-Parameter

| Parameter (Tabellenname)              | Definition  |
|---------------------------------------|---|
| Bodenbedeckungsgrad (per.tf)          | Der Bodenbedeckungsgrad gibt den von Vegetation und Steinen bedeckten Anteil der Landnutzungsklassen an   |
| Blattflächenindex (lai.tf)            | Der Blattflächenindex ist definiert als Blattfläche pro Bodenoberfläche. Er wird definiert als Quadratmeter Blattfläche pro ein Quadratmeter Bodenoberfläche.           |
| Vegetationshöhe (Ch.tf)               | Vegetationshöhe   |
| Oberflächenrauigkeit (Rr.tf)          | Standardabweichung der Höhenunterschiede des Mikroreliefs   |
| Rauigkeitsbeiwert nach Manning (N.tf) | Oberflächenrauigkeit des Bodens. Je höher die Rauigkeit, desto langsamer wird die Fließgeschwindigkeit und somit sinkt die Transportkapazität des Oberflächenabflusses. |
| Wegbreite (Roadwith.tf)               | Wegbreite   |
| Median der Korngröße (D50.tf)         | Mittlerer Korndurchmesser   |
| Aggregatstabilität (Aggr.tf)          | Widerstand von Bodenaggregaten gegen Form- und Strukturveränderung bzw. Zerstörung durch Druck- und Scherbeanspruchung oder Wasser                                      |
| Kohäsion (Coh.tf, Cohadd.tf)          | Erosionswiderstand des Bodens und der Wurzeln gegen Abfluss   |
| Wheel (wheel.tf)                      | Fahrspurbreite  |
| Anfangsmatrixpotential (init*.tf)     | Beschreibt indirekt den Anfangswassergehalt des Boden   |

Tabelle 22: Eingabekarten LISEM

| Kartenname  | Inhalt  | erstellt aus           |
|---|---|------------------------|
| <b>Einzugsgebietskarten (General catchment maps)</b>                      |   |                        |
| GRAD  | Hangneigung   | dgm.map                |
| LDD   | Fließrichtung   | dgm.map                |
| ID  | Fläche der Niederschlagsstationen   | KOSTRA-Raster          |
| OUTPOINT  | Ausgabe von Abflussganglinien an beliebig vielen Zellen   | ldd.map                |
| OUTLET  | Hauptgebietsauslass   | ldd.map                |
| <b>Landnutzungs- und Vegetationskarten (land use and vegetation maps)</b> |   |                        |
| USE   | Landnutzung   | ALKIS                  |
| LAI   | Blattflächenindex   | use.map + lai.tf       |
| PER   | Vegetationsbedeckungsgrad   | use.map + per.tf       |
| CH  | Vegetationshöhe   | use.map + ch.tf        |
| ROADWIDTH   | Straßenbreite   | use.map + roadwidth.tf |
| <b>Karten zur Bodenoberfläche (soil surface maps)</b>                     |   |                        |
| N   | Rauigkeitsbeiwert nach Manning  | use.map + n.tf         |
| RR  | Oberflächenrauigkeit  | use.map + rr.tf        |
| STONEFRC  | Zellen, die mit Steinen bedeckt sind  | id.map - 1             |
| <b>Erosions-/Depositionskarten (erosion maps)</b>                         |   |                        |
| AGGRSTAB  | Aggregatstabilität  | use.map + aggr.tf      |
| COH   | Bodenkohäsion   | use.map + coh.tf       |
| COHADD  | Wurzelkohäsion  | use.map + cohadd.tf    |
| D50   | Mittlerer Korndurchmesser   | profile.map + d50.tf   |
| <b>SWATRE Infiltrationskarten und -eingabe</b>                            |   |                        |
| PROFILE.INP   | Textdatei mit der Verknüpfung zw. Boden-ID und bodenphysikalischen Tabellen (Wasserspannungskurven) | BK 50 + Bodenprofile   |
| PROFILE.MAP   | Bodenkarte  | BK 50                  |
| Swatre tables (*.tbl)   | Wasserspannungskurven   | BK 50 + Bodenprofile   |
| INITHEAD.001<br>...INITHEAD.0nn   | Positives Anfangsmatrixpotential für jedes Bodenprofil  | Schätzung              |

Für die Infiltrationsmethode SWATRE benötigt LISEM eine Datei (profile.inp), die eine Verknüpfung zwischen Bodentyp und Wasserspannungskurven herstellt (siehe Abbildung 82). Die Wasserspannungskurven werden mit dem RETC-Programm generiert werden. Als Ergebnis erhält man diese Kurven in Textformat (siehe Abbildung 83). Die erste Spalte gibt den Wassergehalt (Theta), die zweite Spalte Matrixpotential (h in cm) und die dritte Spalte ungesättigte hydraulische Leitfähigkeit (k in cm/day) an.

|         |   |
|---------|---|
| 15      | (Anzahl der Bodenhorizonte)                                     |
| 10      | (Schichttiefen in cm)   |
| 20      |   |
| 25      |   |
| 30      |   |
| 35      |   |
| 40      |   |
| 50      |   |
| 55      |   |
| 65      |   |
| 70      |   |
| 75      |   |
| 80      |   |
| 90      |   |
| 100     |   |
| 250     | (Schichttiefe des letzten Bodenlayers in cm)                    |
| 1001    | (Boden-ID, wie auch in der Bodenkarte)                          |
| UT3.TBL | (Verknüpfung Tabelle mit Wasserspannungskurve der Bodenart UT3) |
| 30      | (0 bis 30 cm Tiefe)   |
| U.TBL   | (Verknüpfung Tabelle mit Wasserspannungskurve der Bodenart U)   |
| 250     | (30 bis 250 cm Tiefe)   |

Abbildung 82: Aufbau der Profile.inp Datei

| Datei  | Bearbeiten | Ansicht ? |
|--------|------------|-----------|
| 0.1326 | -1.32E+04  | 2.82E-06  |
| 0.1366 | -1.08E+04  | 5.34E-06  |
| 0.1406 | -9.00E+03  | 9.59E-06  |
| 0.1445 | -7.60E+03  | 1.64E-05  |
| 0.1485 | -6.50E+03  | 2.70E-05  |
| 0.1525 | -5.61E+03  | 4.30E-05  |
| 0.1564 | -4.90E+03  | 6.63E-05  |
| 0.1604 | -4.31E+03  | 9.97E-05  |
| 0.1644 | -3.82E+03  | 1.46E-04  |
| 0.1683 | -3.40E+03  | 2.11E-04  |
| 0.1723 | -3.05E+03  | 2.98E-04  |
| 0.1762 | -2.75E+03  | 4.13E-04  |
| 0.1802 | -2.49E+03  | 5.65E-04  |
| 0.1842 | -2.27E+03  | 7.63E-04  |
| 0.1881 | -2.07E+03  | 1.02E-03  |
| 0.1921 | -1.90E+03  | 1.34E-03  |
| 0.1961 | -1.74E+03  | 1.74E-03  |
| 0.2    | -1.61E+03  | 2.25E-03  |
| 0.204  | -1.49E+03  | 2.88E-03  |
| 0.208  | -1.38E+03  | 3.65E-03  |
| 0.2119 | -1.28E+03  | 4.59E-03  |
| 0.2159 | -1.19E+03  | 5.73E-03  |
| 0.2199 | -1.12E+03  | 7.11E-03  |

Abbildung 83: Aufbau einer Wasserspannungskurven-Datei

## INFO-FALTBLATT

# Informationen

– von wem?

### » KliStaR:

<http://www.starkregengefahr.de/glems/klistar>

### » geomer GmbH

Heidelberg

Fon 06221 89458 41

Mail [aasm@geomer.de](mailto:aasm@geomer.de)

### » bodengut

Stuttgart

Fon 0711 4560400

Mail [nbillen.bodengut@t-online.de](mailto:nbillen.bodengut@t-online.de)

### » Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt

Freiburg

Fon 0761 4018 173

Mail [Klaus.Wilpert@forst.bwl.de](mailto:Klaus.Wilpert@forst.bwl.de)

Das KliStaR-Projekt wird gefördert im Rahmen des Landesprogramms „Klimawandel und modellhafte Anpassung in Baden-Württemberg“ (KLIMOPASS) aus Mitteln des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg.



Text: Norbert Billen | Layout und Design: Märelke B. | [miasidewinder.deviantart.com](http://miasidewinder.deviantart.com)

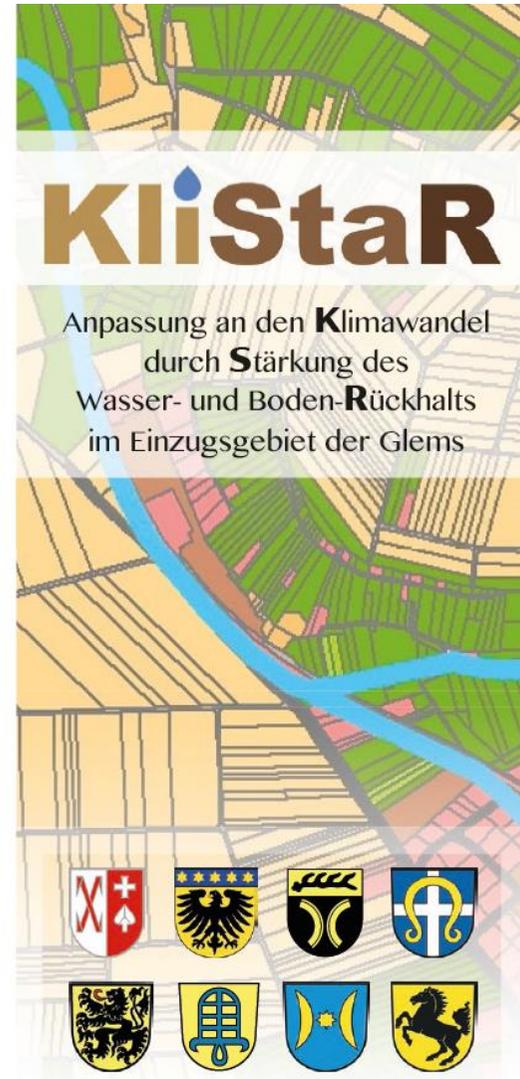
# Netzwerk

– mit wem?

### Interessierte Landnutzer und Experten:

- » Bodenschutz
- » Landwirtschaft
- » Forstwirtschaft
- » Wasserwirtschaft etc.

### Beteiligte Kommunen:



## Klimawandel

– und nun?

Jüngste Klimamodellrechnungen sagen für Süddeutschland eine Zunahme von Starkniederschlägen in der Zukunft voraus. Mögliche Auswirkungen zeigten beispielsweise die Ereignisse der Jahre 2009, 2010 und 2014 im Bereich der Gloms westlich von Stuttgart mit starken Überschwemmungen.

Um erforderliche Schutzmöglichkeiten zu lokalisieren, vereint nun das Pilotprojekt KliStaR im Einzugsgebiet der Gloms acht Städte und Gemeinden mit einem Netzwerk aus Landnutzern und Experten.

Im Vordergrund der Aktivitäten von KliStaR stehen Maßnahmen zur Klimaanpassung, die in kommunalen Außenbereichen helfen sollen, den Bodenabtrag und den Oberflächenabfluss zu verringern sowie den Bodenwasserhaushalt verbessern.

## Klimaanpassung

– aber wie?

Im Zentrum von KliStaR stehen die Handlungsfelder Boden, Wasserwirtschaft, Landwirtschaft und Forstwirtschaft.

Mit dem Projekt werden den Landnutzern im Einzugsgebiet der Gloms Informationen bereitgestellt, die im Rahmen einer geeigneten Maßnahmenwahl zur Klimaanpassung erforderlich sind. Dies sind beispielsweise Landkarten mit Oberflächenabfluss sowie Bodenerosion in der Gegenwart und Zukunft.

Die daraus erkennbaren Probleme, Anpassungsoptionen und Umsetzungshemmnisse werden in Workshops und bei Ortsterminen mit Landnutzern und Kommunalvertretern erörtert. Dabei sollen Schutzmaßnahmen angestoßen und schließlich realisiert werden.

## Wissenstransfer

– für wen?

Die gewonnenen Erkenntnisse aus dem KliStaR-Projekt werden 2016 in einem Katalog mit den bevorzugten Anpassungsmaßnahmen veröffentlicht.

Dieser Katalog ist dann für alle Kommunen und Vertreter der Handlungsfelder in Baden-Württemberg sowie für die interessierte Öffentlichkeit als Merkblatt auf Papier oder im Internet verfügbar.



Abbildung 84: KliStaR Info-Faltblatt

PROJEKTSKIZZEN

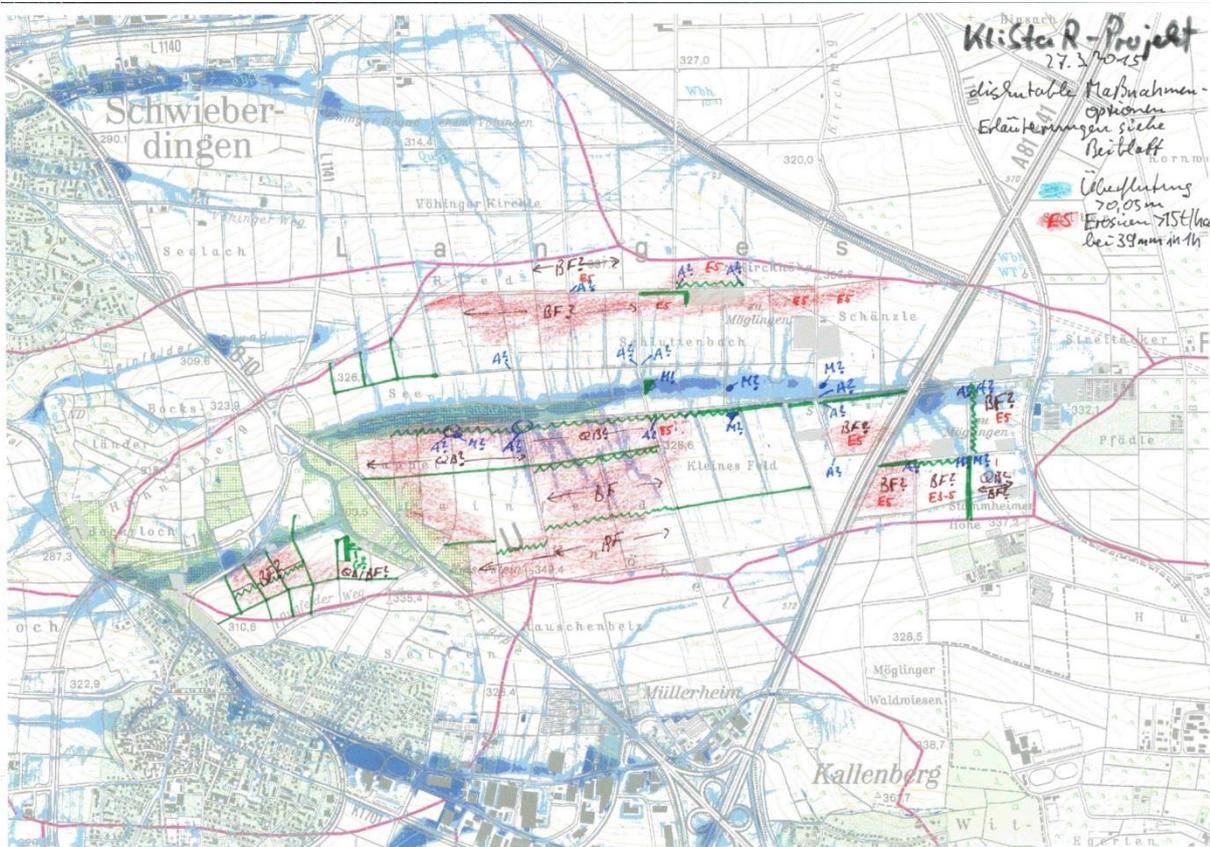


Abbildung 85: Handschriftliche Skizze zur Kennzeichnung neuralgischer Landschaftspunkte und diskutabler Maßnahmenoptionen im Brennpunktgebiet Aischbach (Legende und Erläuterung siehe Tabelle 9)

## PRESSEMITTEILUNGEN

### AUFTAKTVERANSTALTUNG

Pressemitteilung KliStaR

#### Zunahme von Hochwasser und Bodenverlust im Klimawandel – Was tun?

*Im Bereich der Glems gaben heftige Überschwemmungen aufgrund von Starkniederschlägen in den Jahren 2014, 2009 und 2010 einen Vorgeschmack auf die Folgen des Klimawandels. Um Schutzmöglichkeiten zu lokalisieren und realisieren, vereint seit Ende letzten Jahres das Pilotprojekt KliStaR acht Städte und Gemeinden im Glemsbereich mit einem Netzwerk aus Landnutzern und Experten. In diesem Rahmen trafen sich die Betroffenen Anfang diesen Jahres zu einer ersten Informations- und Diskussionsveranstaltung im Ditzinger Rathaus.*

Ende letzten Jahres fiel der Startschuss für das Pilotprojekt KliStaR - „Anpassung an den Klimawandel durch **Stärkung** des Wasser- und Boden-**Rückhalts**“, das in die bereits laufenden Aktivitäten des Risikomanagements beim Hochwasserschutz eingebettet ist. Projektgebiet ist das Glems-Einzugsgebiet unter Beteiligung der Kommunen Ditzingen, Gerlingen, Hemmingen, Korntal-Münchingen, Leonberg, Markgröningen, Schwieberdingen und Stuttgart.

In einer Projektlaufzeit von 15 Monaten sollen bis Anfang 2016 im Wassereinzugsgebiet der Glems Schutzmöglichkeiten ermittelt und realisiert werden, die den zunehmenden Bodenabtrag und Oberflächenabfluss durch den Klimawandel in kommunalen Außenbereichen von den Land- und Forstwirtschaftsflächen vermindern. Das Projekt umfasst ein Netzwerk aus Kommunen, Experten sowie Landnutzern, die von Anfang an bei Planungen beteiligt sind und Impulse für eine Umsetzung von Schutzideen erhalten.

Bei einem ersten Projekttreffen Mitte Januar 2015 im Rathaus von Ditzingen informierten deshalb die Experten von den Planungsbüros geomer und bodengut aus Heidelberg und Stuttgart sowie von der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt aus Freiburg über die Ziele des KliStaR-Projektes. Dabei diskutierten alle Teilnehmer und Teilnehmerinnen auch rege über mögliche Probleme, Hemmnisse, Schutzoptionen und Realisierungsmöglichkeiten. Bei dem Treffen nahmen neben den Projektpartnern der beteiligten Glems-Kommunen auch Obmänner der Landwirtschaftsverbände, Landwirte, Revierförster und Vertreter der zuständigen Landratsämter aus den Bereichen Wasser-, Land-, Forstwirtschaft und Bodenschutz teil.

Das Projekt wird im Rahmen des Landesprogramms „Klimawandel und modellhafte Anpassung in Baden-Württemberg (KLIMOPASS)“ aus Mitteln des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg gefördert. Weitere Informationen und ein Projektfaltblatt sind zu finden unter <http://www.starkregengefahr.de/glems/klistar/>

oder direkt bei den Fachstellen der beteiligten Kommunen oder bei der Projektleitung:

Kontakt Kommune

A. Assmann, geomer GmbH, Heidelberg, Fon 06221 89458 41, Mail [aassm@geomer.de](mailto:aassm@geomer.de)

N. Billen, bodengut, Stuttgart, Fon 0711 4560400, Mail [nbillen.bodengut@t-online.de](mailto:nbillen.bodengut@t-online.de)

K. von Wilpert, Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt, Freiburg, Fon 0761 4018 173 Mail [Klaus.Wilpert@forst.bwl.de](mailto:Klaus.Wilpert@forst.bwl.de)

## EXKURSION

Für alle land- und wasserwirtschaftlichen Berufsgruppen findet am Donnerstag, den 10.9.2015 eine nachmittägliche Exkursion zum Thema „Landwirtschaftlicher Boden- und Hochwasserschutz bei zunehmenden Starkregen und Trockenperioden“ statt. Besichtigt werden im weiteren Umkreis der Glems Versuch und Praxis zu Schutzmaßnahmen mit Maschinen und Pflanzenbau wie z.B. Streifenlockerung, Querdammhäufelung bei Kartoffeln, Engsaat, Untersaat und Zwischenfrüchte. Dabei sind die Ziele u.a. der Ihinger Hof der Universität Hohenheim und der Maschinenring Rems-Murr. Es laden ein das KliStaR-Projekt zusammen mit den kommunalen Glemsanliegern Ditzingen, Gerlingen, Hemmingen, Korntal-Münchingen, Leonberg, Markgröningen, Schwieberdingen und Stuttgart, die entsprechenden Ortsbauernverbände und die Ämter für Landwirtschaft an den Landratsämtern Ludwigsburg und Böblingen. Startpunkt ist um 13:00 Uhr der Parkplatz am Schwimmbad Münchingen, Kornwestheimer Str. 1. Die Teilnahme und Mitfahrt in Kleinbussen ist kostenlos. Die Rückkehr wird je nach Programmverlauf ca. 18:00 bis 19:00 Uhr erfolgen. Die Teilnehmerzahl ist begrenzt, so dass eine Anmeldung bis zum 7.9.2015 erforderlich ist bei Frau Kempf unter 06221 89458-45 (Telefon), 06221 89458-79 (Fax) oder jkempf@geomer.de (e-mail) bei den projektleitenden Büros geomer und bodengut. Dort gibt es zu dem KliStaR Projekt auch weitere Informationen, ebenso unter <http://www.starkregengefahr.de/glems/klistar/>.

## ABSCHLUSSVERANSTALTUNG

Pressemitteilung (19. Mai 2016)

### Land- und Forstwirtschaft helfen bei Anpassung an Klimawandel

Ein Netzwerk mit Landnutzern und Experten aus den Bereichen Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft und Bodenschutz hat kurz vor Pfingsten im Rahmen der Abschlussveranstaltung des KliStaR-Projektes in Leonberg Maßnahmen zur Klimaanpassung in Augenschein genommen. Diese wurden seit Anfang 2015 entwickelt und realisiert. Damit soll in kommunalen Außenbereichen erreicht werden, den vermehrten Bodenabtrag und Oberflächenabfluss im Rahmen des Klimawandels zu verringern.



Hintergrund ist eine vorausgesagte Zunahme von Starkniederschlägen in der Zukunft durch jüngste Klimamodellrechnungen für Süddeutschland. Zwecks der Lokalisierung erforderlicher Schutzmöglichkeiten, vereinte das Pilotprojekt KliStaR ab 2015 im Einzugsgebiet der Glems die acht Kommunen Ditzingen, Gerlingen, Hemmingen, Korntal-Münchingen, Leonberg, Markgröningen und Stuttgart. Um die bestehenden Probleme und Anpassungsoptionen zu identifizieren und die Umsetzungshemmnis-

se zu reduzieren, wurden zunächst in zwei Veranstaltungen im Winter 2014/15 mit mehreren Arbeitsgruppen eine Vielzahl von Brennpunkten benannt. Im Laufe von 2015 wurden dann lokalspezifisch in mehreren Gesprächsrunden und Ortsterminen mit Landnutzern und Kommunalvertretern verschiedene Schutzmaßnahmen diskutiert. Dazu wurden von KliStaR basierend auf Modellrechnungen verschiedene Karten zur Bodenerosion und zum Oberflächenabfluss in der Gegenwart und Zukunft erstellt. Außerdem wurden im Sommer 2015 landwirtschaftliche Maßnahmen bei Felderrundfahrten und bei einer Exkursion erörtert.

Der dauerhafte Bestand der Schutzmaßnahmen wird z.B. durch die bautechnische Ausführung von Retentionsmulden zum Wasserrückhalt in Leonberg-Warmbronn oder in Korntal-Münchingen durch die agrartechnische Integration einer streifenförmigen Bodenbearbeitung in den landwirtschaftlichen Maschinenpark gesichert werden. Außerdem wird ein Katalog mit 23 Maßnahmenblättern erstellt, der u.a. dienen kann als Planungsratgeber für weitere Kommunen in Baden-Württemberg zur Umsetzung von Maßnahmen zum verbesserten Bodenschutz und Hochwasserschutz im Klimawandel.

## Informationen

- von wem?

### » KliStaR:

<http://www.starkregengefahr.de/glems/klistar>

### » geomer GmbH

Heidelberg  
Fon 06221 89458 41  
Mail [aassm@geomer.de](mailto:aassm@geomer.de)

### » bodengut

Stuttgart  
Fon 0711 4560400  
Mail [n.billen.bodengut@t-online.de](mailto:n.billen.bodengut@t-online.de)

### » Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt

Freiburg  
Fon 0761 4018 173  
Mail [Klaus.Wilpert@forst.bwl.de](mailto:Klaus.Wilpert@forst.bwl.de)



Das KliStaR-Projekt wird gefördert im Rahmen des Landesprogramms „Klimawandel und modellhafte Anpassung in Baden-Württemberg“ (KLIMOPASS) aus Mitteln des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg.



Die streifenförmige Bodenbearbeitung und Aussaat von Zuckerrüben oder Mais ist eine wirkungsvolle Maßnahme, die von der Landwirtschaft mit speziellen Maschinen wie hier mit Hilfe des Ihinger Hofes der Universität Hohenheim zur Reduktion von Bodenerosion und Wasserabfluss im Klimawandel erfolgreich umgesetzt wurde. Davon überzeugten sich in Korntal-Münchingen die Teilnehmer der KliStaR-Abschlussveranstaltung (Foto: KliStaR/N.Billen)



Der dezentrale Wasserrückhalt wie etwa im Rahmen vom Waldwegebau ist eine wirkungsvolle Maßnahme, die von der Forst- und Wasserwirtschaft zur Reduktion von Wasserabfluss im Klimawandel erfolgreich umgesetzt wurde. Davon überzeugt sind in Leonberg-Warmbronn die Teilnehmer der KliStaR-Abschlussveranstaltung (Foto: KliStar/A.Assmann)

## PROTOKOLLE UND GESPRÄCHSNOTIZEN

### PROTOKOLL ERSTES PROJEKTTREFFEN VOM 26.09.2014

Datum: 26. September 2014

Besprechungsgrund: KliStaR – Kennenlernetreffen und Projektbesprechung

Ort: geomer, Heidelberg

| Projekt/Thema: | Verfasser:    | Stand:     |
|----------------|---------------|------------|
| KliStaR        | Jessica Kempf | 27.09.2014 |

| Anwesend:   |
|---|
| André Assmann (AA), Norbert Billen (NB), Heike Puhlmann (HP), Kathrina Fritsch (KF), Jessica Kempf (JK); Bettina Kaatz (BK) |

| Themen:  | Zuständig |
|--|-----------|
| 1 Projektplan aktualisieren  | alle      |
| 2 Kontaktdaten der relevanten Akteure  | alle      |
| 3 Kick Off Workshop  | alle      |
| 4 Faltblatt mit den generellen Zielen des Vorhabens und Basisinformationen erstellen (Entwurf)             | NB        |
| 5 Nutzungsvereinbarung   | AA        |
| 6 Erstellung „Maßnahmen zum dezentralen HWS im Wald“ Steckbriefe (analog zu den HWS Landwirtschaft AMEWAM) | HP        |
| 7 Sachstandsbericht  | alle      |
| 8 Vorbodenfeuchte für Wald   | HP        |
| 9 Datenaustausch zwischen den Projektpartnern  | alle      |
| 10 Projektgebiet um Warmbronn erweitern  | JK        |
| 11 Vertragliches   | AA        |

|    | Diskussion / Ergebnisse   | Wer?       | Bis?           |
|----|---|------------|----------------|
| 1  | <b>Projektplan aktualisieren (s. Anlage)</b>  | alle       | 26.9.<br>14    |
| 2  | <b>Kontaktdaten der relevanten Akteure (Land-, Forstwirte, kommunale Vertreter, Vertreter von Land- und Forstwirtschaftsbehörden sowie von Fachverbänden)</b> | alle       | 26.9.<br>11/14 |
|    | - Erster Entwurf erstellt (s. Anlage)   |            |                |
|    | - Tagesordnungspunkt beim Kickoff „Zu beteiligende Akteure ermitteln“   |            |                |
| 3  | <b>Kick Off Workshop:</b>   | alle       | 26.9.          |
|    | - Tagesordnung Entwurf (s. Anlage)  | AA, JK     | 11/14          |
|    | - Starkregengefahrenkarten interpretieren   | JK         | 11/14          |
|    | - Landnutzung und Bodenkarten an NB   | JK, AA     | 11/14          |
|    | - Kartengrundlagen mit Risikoschwerpunkten von Abfluss und Erosion in den Außenbereichen  | BK         | 11/14          |
|    | - Vorstellung Ergebnisse Bettina  | AA/NB      | 11/14          |
|    | - Vorstellung Ergebnisse aus anderen Projekten (z.B. AMEWAM)  | AA         | 2.10.          |
|    | - Tagesordnung an Kommunen versenden inkl. Erinnerungsmail  |            |                |
| 4  | <b>Faltblatt mit den generellen Zielen des Vorhabens und Basisinformationen erstellen (Entwurf zum Kickoff)</b>   | NB         | 20.10<br>.14   |
|    | - Ansprechpartner   |            |                |
|    | - Projektgebiet   |            |                |
|    | - Auszüge aus Angebot   |            |                |
| 5  | <b>Nutzungsvereinbarung</b>   | AA         | 2.10.<br>14    |
|    | - Inklusive fehlende Kachel BK50, falls inzwischen vorhanden  |            |                |
| 6  | <b>Erstellung „Maßnahmen zum dezentralen HWS im Wald“ Steckbriefe (analog zu den HWS Landwirtschaft AMEWAM)</b>   | HP         | 01/<br>15      |
| 7  | <b>Sachstandsbericht</b>  | alle       | 30.11<br>.14   |
|    | - Inhalte aus allen Tätigkeiten   |            |                |
|    | - Gliederung auf Basis der Vorlage intern verteilen   |            |                |
| 8  | <b>Vorbodenfeuchte für Wald (Monate April, Mai)</b>   | HP<br>KF   |                |
|    | - FloodArea: Faktoren für gesamten Boden nach Bodentypen unterschieden  |            |                |
|    | - LISEM: klassifizierte Bodenschichten (für Kickoff einheitliches Matrix-potential)   | HP, JK, NB |                |
| 9  | <b>Datenaustausch zwischen den Projektpartnern</b>  | alle       |                |
|    | - Downloadserver von geomer   |            |                |
|    | - Größere Datenmengen via Festplatte  |            |                |
| 10 | <b>Projektgebiet um Warmbronn erweitern</b>   | JK         |                |
| 11 | <b>Vertragliches</b>  |            |                |
|    | - Bietergemeinschaft geomer und Bodengut (geomer stellt Gesamtrechnung an LUBW und NB an uns)   | AA         |                |
|    | - Vertrag der Bietergemeinschaft an FVA   | AA         |                |
|    | - Finanzielle Abwicklung der kommunalen Leistungen mit LUBW vorklären   | AA         |                |

Anlage:

Projektplan (20140926\_Projektplan\_V02.xlsx), Entwurf Tagesordnung Kickoff (20140926\_Tagesordnung\_Kickoff\_Entwurf.docx), Adressen (20140929\_Adressen\_V01.xlsx)

Bemerkungen:

Im angehängten Projektplan sind weitere Bemerkungen zu den einzelnen Modulen enthalten, die beim Projekttreffen am 26.09.2014 besprochen wurden.

**PROTOKOLL ERSTE INFORMATIONSVERANSTALTUNG VOM 12.11.2014**

Datum: 12. November 2014

Besprechungsgrund: KliStaR – Informationsveranstaltung (Kickoff)

Ort: Rathaus, Gerlingen

| Projekt/Thema: | Verfasser: |   |
|----------------|------------|---|
| KliStaR        | J. Kempf   | <b>Stand:</b><br>14.11.2014<br>21.06.2016 |

| Anwesend:            |
|----------------------|
| s. Anwesenheitsliste |

| Themen:   | Zuständig |
|---|-----------|
| 1 Begrüßung   |           |
| 2 Vorstellungsrunde und Projekterwartungen  |           |
| 3 Projektvorstellung  |           |
| 4 Zu beteiligende Akteure ermitteln und Eintragung von bekannten kritischen Bereichen in die Erosionskarten |           |
| 5 Info-Workshop: Inhalte, Termin und Ort  |           |
| 6 Weitere Terminplanung: Bedarf, Inhalte  |           |
| 7 Finanzielle Abwicklung der kommunalen Leistungen  |           |
| 8 Planung der Öffentlichkeitsarbeit, Presse und Projektinternetseite  |           |
| 9 Diskussion eines Projektflyers  |           |
| 10 Sonstiges  |           |

| Diskussion / Ergebnisse   | Wer? | Bis? |
|---|------|------|
| <b>1 Begrüßung</b><br>Frau Bleul (Stadt Gerlingen) begrüßt die Anwesenden und heißt sie im Namen der Stadt Gerlingen herzlich willkommen                                |      |      |
| <b>2 Vorstellungsrunde und Projekterwartungen</b><br>Geomer (Dr. André Assmann, Jessica Kempf), Bodengut (Dr. Norbert Billen), FVA (Dr. Heike Puhlmann) s. Präsentation |      |      |

|  |             |                      |
|--|-------------|----------------------|
| <p>Querverbindungen zu Hochwasserrisikomanagementplan zu den Maßnahmen, die Land- und Forstwirtschaft betreffen herstellen (Information der Forst- und Landwirte) (Leonberg)</p> <p>Reduzierung der Verschlammung von Einläufen. Einbinden der Bevölkerung. (Schwieberdingen)</p> <p>Förderung von Wasserrückhalt und Reduzierung von Schäden. Akzeptanz und Eigeninitiative bei den Bürgern. Dauerhafte Verantwortlichkeiten für Maßnahmen definieren (Ditzingen)</p> <p>Integration von Maßnahmen, die in Randbereichen bereits geplant sind. (Hemmingen)</p> <p>Die nicht anwesenden Kommunen können Rückmeldung zu ihren Projekterwartungen geben.</p>   | <p>alle</p> | <p>Fr., 28.11.14</p> |
| <p><b>3</b> <b>Projektvorstellung (s. Antrag, Präsentation)</b></p> <p>Projektlaufzeit September 2014 bis Ende Februar 2016. Im Vordergrund stehen Anpassungsstrategien an den Klimawandel.</p> <p>Vorarbeiten im Aischbach-Einzugsgebiet (Masterarbeit Bettina Kaatz)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modellierung von Abfluss und Bodenerosion für 3 Szenarien: Ist-Zustand (1971-2000), nahe Zukunft (2021-2050), ferne Zukunft (2071-2100): Wie verändert sich das Abfluss- und Erosionsgeschehen in der Zukunft, wenn keine Maßnahmen oder Landnutzungsänderungen vorgenommen werden?</li> <li>- Der Gesamtabfluss vergrößert sich in der Zukunft um 5 % (nah) und 35 % (fern)</li> </ul> <p>Für das Glems-EZG können momentan keine flächendeckenden Erosionskarten mit dem Erosionsmodell LISEM erzeugt werden, was an einem Fehler in der neuen Version liegt. Daher sollen sich die Modellierungen zunächst auf „Hot Spots“ (kritische Bereiche) beschränken. Die gesamthafte Modellierung wird jedoch weiter geprüft.</p> |             |                      |
| <p><b>4</b> <b>Zu beteiligende Akteure ermitteln und Eintragung von bekannten kritischen Bereichen in die Erosionskarten (s. Präsentation, Erosionskarten)</b></p> <p>Akteure:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Landwirtschaft – Obmänner (Winterversammlung, Feldrundfahrt im Sommer)</li> <li>- ADFC, Großfirmen (mit vielen Radpendlern) für Radwege</li> <li>- Landwirtschaftsamt</li> <li>- Bauhof</li> <li>- Förster/Forstämter, Jagdpächter</li> <li>- Geschädigte Landnutzer</li> <li>- Feldschutz, Naturschutz? („Schadensmelder“)</li> <li>•</li> </ul> <p>Weitere Akteure können rückgemeldet werden.</p>   | <p>alle</p> | <p>Fr., 28.11.14</p> |

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
|   | <p>Kritische Bereiche in den Erosionskarten:</p> <p>Bemerkung: Diese Erosionskarten wurden mit Hilfe des K-Faktors aus der Bodenkarte erzeugt. Hier wird lediglich das Erosionsgefährdungspotential der Böden angezeigt ohne Berücksichtigung des Niederschlags und der Topografie.</p> <p>Kritischer Bereich (Erosion) südlich Warmbronn auf der Fläche eines Landwirts, der schon mehrfach erfolglos versucht hat das Erosionsproblem zu vermindern.</p> <p>Kritischer Bereich (nasse Wiese „Leonberger Hunde“) südlich Eltingen, hier kommt nach Niederschlagsereignis Wasser aus dem Wald und vernässt die Wiese.</p> <p>Kritische Bereiche (Abfluss) in Hemmingen, Schwieberdingen</p> <p>Weitere Rückmeldungen zu kritischen Bereichen (Erosion, Abfluss) sowie Rückmeldungen der nicht anwesenden Kommunen können weiterhin erfolgen.</p>   | alle  | Fr., 28.11.14  |
| 5 | <p><b>Info-Workshop: Inhalte, Termin und Ort</b></p> <p>Zentrale Auftaktveranstaltung, in der auf das Projekt aufmerksam gemacht werden soll sowie den Schwerpunkt legt auf Ortskenntnis und Umsetzungspartner, d.h. Landwirtschafts-Obmänner, Bauhofsleiter und Revierförster (Ortskenntnis soll in Einladung betont werden!).</p> <p>Nachtrag von Assmann&amp;Billen: Einladung geht auch an die unteren Fachbehörden der Landratsämter (vorrangig Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft, Bodenschutz). Mittlere und obere Fachämter und Behörden erhalten Projektinformationen ohne konkrete Termine, können auf Nachfrage an der Auftaktveranstaltung aber teilnehmen (vergleiche Pressemitteilung). In Einzelfällen können ggf. auch mündliche Informationen gegeben werden.</p> <p>Zeitfenster für Auftaktveranstaltung ist 12.-23.1.2015, ab 13:00 bis 15:00, außer Montags und Freitags. Terminabfrage zur Auftaktveranstaltung bei den Kommunen via Doodle.</p> <p>In der Folge soll dann eine Reihe von Veranstaltungen stattfinden (z.B. Winterversammlungen), in der die Obmänner ihre Landwirte über das Projekt informieren und auf die finanzielle Unterstützung bei Umsetzung von Maßnahmen hinweisen, um höhere Akzeptanz zu erreichen.</p> | alle<br><br>geomer<br><br>Geo-mer<br><br>alle | 12.-23.01.15<br><br>Januar 2015<br><br>Januar 2015<br><br>Ende Januar 2015 |
| 6 | <p><b>Weitere Terminplanung: Bedarf, Inhalte</b></p> <p>s. 5</p>   |   |  |
| 7 | <p><b>Finanzielle Abwicklung der kommunalen Leistungen</b></p> <p>Für die Abrechnung wird eine vertragliche Bindung benötigt, ein Entwurf eines bewusst einfach gehaltenen Vertrages wurde verteilt und ist als Anlage beigefügt.</p>  | alle  | Fr., 28.11.14  |
| 8 | <p><b>Planung der Öffentlichkeitsarbeit, Presse und Projektinternetseite</b></p> <p>Presse:<br/>Presse mit Flyer über Projekt und Auftaktveranstaltung informieren. Wenn seitens der Presse Interesse besteht, kann an der Veranstaltung teilgenommen werden. Land- und Forstwirtschaftsämter ebenfalls informieren.</p> <p>Erstellung einheitlicher Pressemitteilung</p>  | geo-mer/Bo                                    | Januar 2015  |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <p>Weiterleitung der Pressemitteilung an die zuständige Press und Veröffentlichung im Gemeindeblatt</p> <p><b>Internetseite:</b><br/>Keine eigene Projektinternetseite, sondern Integration in Starkregenseite</p> <p>Herr Assmann weist auf das große Potential für die Kommunen hin, den Blog der Starkregenseite stärker zu nutzen um laufende Arbeiten öffentlich zu machen!</p>   | <p>dengut,<br/>FVA</p> <p>Kommunen</p> <p>geomer<br/>alle</p> |   |
| <p><b>9</b> <b>Diskussion eines Projektflyers</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Titelseite: Das Wort „Freiräume“ weglassen, im Titel Anfangsbuchstaben KliStaR hervorheben, unten oder seitlich die Wappen der teilnehmenden Kommunen</li> <li>- Innenseite ist gut strukturiert</li> <li>- Rückseite: In der Karte nur die Namen (ohne Wappen), Relief in Karte integrieren, Landeswappen zu Text von LUBW</li> <li>- Rückmeldung der Kommunen zum Flyer weiterhin möglich</li> <li>- Kommunen stellen Wappen und Logos in guter Qualität (*.png, wenn möglich) zur Verfügung (bitte per Mail an geomer und Norbert Billen)</li> <li>- Auflage des Flyers 2000 Stk. (250 Stk. pro Kommune)</li> <li>- Rückmeldung der Kommunen, falls weniger oder mehr Flyer benötigt werden</li> </ul> | <p>NB</p> <p>JK, NB</p> <p>alle<br/>alle</p> <p>alle</p>      | <p>Mo., 17.11.14<br/>Mo., 17.11.14</p> <p>Mo., 17.11.14</p> |
| <p><b>10</b> <b>Sonstiges</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Interviewanfrage Universität der Bundeswehr im Auftrag des BBK; Herr Assmann klärt bilateral mit Kommunen ab, bei wem Interesse für das Interview besteht</li> <li>- Herr Assmann sendet SWR-Beitrag (Landesschau-Wetter) zum Thema „Starkregen“ an die Kommunen</li> </ul>   | <p>AA</p> <p>AA</p>   |   |

Anlage:

Antrag, Vertrag mit LUBW, Anwesenheitsliste, Präsentation, Vertragsentwurf, Entwurf Flyer, Bodenerodierbarkeitskarten

**PROTOKOLL AUFTAKTVERANSTALTUNG VOM 14.01.2015**

Datum: 14. Januar 2015

Besprechungsgrund: KliStaR – Auftaktveranstaltung

Ort: Rathaus, Ditzingen

| Projekt/Thema: | Verfasser:      | Seite         | Von |
|----------------|-----------------|---------------|-----|
| <b>KliStaR</b> | <b>J. Kempf</b> | 1             | 4   |
|                |                 | <b>Stand:</b> |     |
|                |                 | 16.01.2015    |     |

| Anwesend:            |
|----------------------|
| s. Anwesenheitsliste |

| Themen: |   |
|---------|---|
| 1       | Begrüßung   |
| 2       | Vorstellungsrunde und Projekterwartungen  |
| 3       | Vorgeschichte: Starkregengefahrenkarten Glems   |
| 4       | KliStaR Projektvorstellung  |
| 5       | Diskussion: Kennzeichnung abflusskritischer Bereiche in den Karten (Brennpunkte) und Sammlung Maßnahmen-Ideen (in Kleingruppen) |
| 6       | Weitere Projekterwartungen  |
| 7       | Ergänzende Akteure ermitteln  |
| 8       | Lokale Info-Workshops (Termin, Ort, Inhalte)  |
| 9       | Öffentlichkeitsarbeit, Presse und Projektinternetseite  |
| 10      | Sonstiges   |

| Diskussion / Ergebnisse   | Wer?                 | Bis?                  |
|---|----------------------|-----------------------|
| <p><b>1 Begrüßung</b></p> <p>Herr Schühle (Stadt Ditzingen) begrüßt die Anwesenden und heißt sie im Namen der Stadt Ditzingen herzlich willkommen</p>   |                      |                       |
| <p><b>2 Vorstellungsrunde</b></p> <p>Geomer (Dr. André Assmann, Jessica Kempf), Bodengut (Dr. Norbert Billen), FVA (Dr. Heike Puhlmann) s. <i>Präsentation und Anwesenheitsliste</i></p>  |                      |                       |
| <p><b>3 Vorgeschichte: Starkregengefahrenkarten Glems (s. beigefügte Präsentation)</b></p>  |                      |                       |
| <p><b>4 Projektvorstellung (s. beigefügte Präsentation)</b></p> <p>Projektlaufzeit September 2014 bis Ende Februar 2016. Im Vordergrund stehen Anpassungsstrategien an den Klimawandel in den Außenbereichen (Land- und Waldwirtschaftsflächen)</p> <p>Vorarbeiten im Aischbach-Einzugsgebiet (Masterarbeit Bettina Kaatz)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modellierung von Abfluss und Bodenerosion für 3 Szenarien: Ist-Zustand (1971-2000), nahe Zukunft (2021-2050), ferne Zukunft (2071-2100): Wie verändert sich das Abfluss- und Erosionsgeschehen in der Zukunft, wenn keine Maßnahmen oder Landnutzungsänderungen vorgenommen werden?</li> <li>- Der Gesamtabfluss vergrößert sich in der Zukunft um 5 % (nah) und 35 % (fern)</li> </ul> <p>KliStaR leistet einen Beitrag zu dem im Rahmen des Starkregengefahrenkarten begonnenen Hochwasserrisikomanagementprozesses.</p> <p>KliStaR ist ein Modellprojekt, bei dem die „Betroffenen“ (Land- und Forstwirte, Kommunen) von Anfang an am Planungsprozess beteiligt werden und das Impulse für landesweite Umsetzung geben kann.</p> |                      |                       |
| <p><b>5 Diskussion: Kennzeichnung abflusskritischer Bereiche in den Karten (Brennpunkte) und Sammlung von Maßnahmen-Ideen (in Kleingruppen) (s. beigefügte Präsentation, Karten)</b></p> <p>In drei Kleingruppen wurden abfluss- und erosionskritische Bereiche (Brennpunkte) in die Bodenerodierbarkeitskarten eingetragen. Die Karten sind dem Protokoll als PDF-Datei angehängt.</p> <p>Bemerkung: Diese Bodenerodierbarkeitskarten wurden mit Hilfe des K-Faktors aus der Bodenkarte (1 : 50.000) erzeugt. Hier wird lediglich das Erosionsgefährdungspotential aufgrund der Bodenart angezeigt ohne Berücksichtigung des Niederschlags, der Topografie und der Landnutzung.</p> <p>Nördlicher Teil des Einzugsgebietes:</p> <p>Brennpunkte s. Karten</p> <p>Markgröningen meldet Brennpunkte nach</p> <p>Maßnahmen/Probleme und Bewirtschaftung bereits bekannt, es gibt keine</p>   | <p>Markgröningen</p> | <p>Ende Jan. 2015</p> |

|   |             |                      |
|---|-------------|----------------------|
| <p>neuen Maßnahmen-Ideen → praktikablere Lösungen notwendig</p> <p>Maßnahmen auf Basis der Masterarbeit von B. Kaatz ableiten und auf andere Bereiche übertragen</p> <p>Brennpunkte vor Ort besichtigen und Ursachen und Probleme bestimmen und Maßnahmen festlegen</p> <p>Mittlerer Teil des Einzugsgebietes :</p> <p>In Ditzingen 3 erosionsgefährdete Bereiche eingetragen (s. Karten)</p> <p>HW-Problematik: durch 3 Zuflüsse von außen (selbst wenn es in Ditzingen wenig regnet), A81 bringt schnell und sehr viel Wasser, hohe Versiegelung</p> <p>Landwirte machen schon lange HW-Schutzmaßnahmen (z.B. Mulchsaat, Regenwasserversickerung)</p> <p>aktive Erosionsschutzmaßnahmen wären: Grünlandumwandlung, Hanglängenverkürzung (weniger 100 m durch Grünstreifen) und Änderung der Bewirtschaftungsrichtung → sehr kostenintensive Maßnahmen, nachhaltige Umsetzung über mehrere Jahre notwendig; Hänge oft zweigeteilt, so dass Änderung der Bewirtschaftungsrichtung nicht möglich ist;</p> <p>Frage: Ausgleichszahlungen (Vollkosten oder Deckungsbeitrag) werden von wem übernommen? Hohe Kosten durch HW-Schäden und Entsorgung</p> <p>Südlicher Teil des Einzugsgebietes:</p> <p>2 Brennpunkte mit Vernässung eingetragen (s. Karten)</p> <p>Maßnahmen-Ideen: Graben, Art der Bewirtschaftung z.B. Mulchsaat</p> <p>Maßnahmen mit Landwirtschaft-, Wasserwirtschafts- und Umweltämtern gemeinsam erörtern</p> <p>Durch Autobahnausbau der A8 wurden bereits Ausgleichsflächen (Grünland) geschaffen, so dass die Möglichkeiten begrenzt sind</p> <p>Gemeinsames Resümee</p> <p>Es wurden keine prinzipiell neuen Maßnahmenideen identifiziert. Für die Umsetzung ergaben sich folgende Denkanstöße:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es sind praktikable Lösungen notwendig</li> <li>• Weitere Entwicklungen wie z.B. Bodenversiegelung haben ebenfalls erhebliche Auswirkungen auf zunehmende Abflussproblematik</li> <li>• Anpassung des Hochwasserfonds wünschenswert, so dass Verwaltungsaufwand geringer wird und Nutzbarkeit für kleinere Ereignisse möglich wird</li> <li>• Verbesserter, d.h. fachübergreifender, also „intelligenter“ Wegebau erforderlich</li> <li>• Ergänzungs-/Fördermöglichkeiten mit bestehenden Umweltschutzprogrammen wie „Greening“ in der Landwirtschaft oder Ökopunkte/Ökokonto in den Kommunen aufzeigen</li> <li>• Bestehende Infrastrukturen besser nutzen bzw. reaktivieren z.B. durch verbesserte Grabenpflege</li> <li>• Bekannte Maßnahmen auflisten: Die Steckbriefe zu landwirtschaftlichen Hochwasserschutzmaßnahmen aus dem AMEWAM-Projekt und Auszüge aus dem Merkblatt DWA-M 550 Dezentrale Maßnahmen zur Hochwasserminderung werden dem Protokoll angehängt.</li> <li>• Konkrete Maßnahmen können nur lokalspezifisch vorgeschlagen werden</li> <li>• Es können und sollen politische Impulse gesetzt werden</li> </ul> | <p>alle</p> | <p>Fr., 30.01.15</p> |
|---|-------------|----------------------|

|           |   |                     |               |
|-----------|---|---------------------|---------------|
|           | <p>Für die Umsetzung von Maßnahmen steht ein Projektbudget von netto 27.000 EUR d.h. ohne MwSt zur Verfügung. (Nachtrag: dies entspricht 3375,- EUR je Kommune. Dieser Mindestbetrag ist für jede Kommune unverzüglich zur Maßnahmenumsetzung verfügbar. Unverbrauchte Mittel können je nach Bedarf zwischen den beteiligten Kommunen umverteilt werden.)</p> <p>Weitere Rückmeldungen zu abfluss- und erosionskritische Bereichen (Brennpunkte) können weiterhin erfolgen.</p> |                     |               |
| <b>6</b>  | <p><b>Weitere Projekterwartungen</b></p> <p>Projekterwartungen können gemeldet werden</p>   | alle                | Fr., 30.01.15 |
| <b>7</b>  | <p><b>Ergänzende Akteure ermitteln</b></p> <p>weitere zu beteiligende Akteure können vorgeschlagen werden</p>   | alle                | Fr., 30.01.15 |
| <b>8</b>  | <p><b>Lokale Info-Workshops (Termin, Ort, Inhalte)</b></p> <p>Die Kommunen werden gebeten sich mit den Obmännern und Revierförstern abzustimmen, wie die Informationen des KliStaR-Projektes weitergegeben werden, z.B. bei Ortsterminen oder bei Versammlungen. Dr. Assmann und Dr. Billen können unterstützend bei den Terminen dabei sein, wenn gewünscht.</p> <p>Rückmeldung an geomer und Bodengut zur Koordination der Termine und Vorbereitung der Versammlungen</p>     | alle                | Fr., 30.01.15 |
| <b>9</b>  | <p><b>Öffentlichkeitsarbeit, Presse und Projektinternetseite</b></p> <p>Eine Pressemitteilung wird zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht in Betracht gezogen. Erst wenn konkretere Planungen verfügbar sind.</p> <p>Bericht über Auftaktveranstaltung werden auf der Projektinternetseite veröffentlicht.</p>  | geomer/Bodengut/FVA | Fr., 30.01.15 |
| <b>10</b> | <p><b>Sonstiges</b></p>   |                     |               |

Anlage:

Anwesenheitsliste, Präsentation, Flyer, Bodenerodierbarkeitskarten mit Brennpunkten, Steckbriefe zu landwirtschaftlichen Hochwasserschutzmaßnahmen, Auszüge aus dem Merkblatt DWA-M 550 Dezentrale Maßnahmen zur Hochwasserminderung

Datum: 30. April 2015

Besprechungsgrund: KliStaR – Vorgespräch zur Maßnahmenumsetzung im Aischbach-Tal

Ort: Technisches Rathaus, Korntal-Münchingen

|                          |            |                             |     |
|--------------------------|------------|-----------------------------|-----|
| Projekt/Thema:           | Verfasser: | Seite                       | Von |
| KliStaR / TEZG Aischbach | N. Billen  | 1                           | 4   |
|                          |            | <b>Stand:</b><br>04.05.2015 |     |

|   |
|---|
| Anwesend:   |
| Lugibihl, A.; Siegle, F.; Assmann, A., Billen, N. |

| Themen: |   |
|---------|---|
| 1       | Kurzvorstellung vorläufiger Karten zur Erosionsgefährdung durch Klimawandel         |
| 2       | Umsetzung von landwirtschaftliche Maßnahmen gegen vermehrten Wasser- und Boden      |
| 3       | Optionen für landwirtschaftliche Maßnahmen gegen vermehrten Wasser- und Bodenabtrag |

|   | Diskussion / Ergebnisse   | Wer?      | Bis?              |
|---|---|-----------|-------------------|
| 1 | <p><b>Kurzvorstellung vorläufiger Karten zur Erosionsgefährdung durch Klimawandel</b></p> <p>Vorgelegt und erläutert wurden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zufallsverteilung der Feldfrüchte entsprechend kommunaler Agrarstatistik auf die Ackerschläge (20 % Mais, 20 % Zuckerrübe, 15 % Sommergetreide, 45 % Wintergetreide)</li> <li>- gegenwärtiges Risiko bei 10-jährlichen Starkniederschlagsereignis (34 mm)</li> <li>- gegenwärtiges Risiko bei 50-jährlichen Starkniederschlagsereignis (47 mm)</li> <li>- zukünftiges (ferne Zukunft) Risiko (2070-2100) bei 50-jährlichen Starkniederschlagsereignis (53 mm)</li> </ul>  | Assmann   | -                 |
| 2 | <p><b>Umsetzung von landwirtschaftlichen Maßnahmen gegen vermehrten Wasser- und Bodenabtrag</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- für die Umsetzung der Maßnahmen sind je Kommune ca. 3000,- EUR verfügbar. Der Betrag erhöht sich, falls aus anderen Kommunen keine Nachfrage besteht. Auszahlung erfolgt gegen Rechnung an die geomer GmbH bis zum März 2016 (mit Gegenzeichnung / Bestätigung durch die jeweilige Projektpartner-Kommune).</li> <li>- Die Bestrebungen zur Umsetzung landwirtschaftlicher Maßnahmen werden vom Ortsbauernverband unterstützt, bauliche Maßnahmen werden abgelehnt</li> <li>- Ausgewählte Maßnahmen können exemplarisch auf Einzelschlägen durchgeführt werden, so dass die Praxistauglichkeit erkennbar wird. Die Einzelschläge können benachbart in einem Transekt innerhalb des EZG Aischbach liegen. Aber</li> </ul> | Landwirte | max.<br>Mrz. 2016 |

|          |  |   |  |
|----------|--|---|--|
|          | <p>auch außerhalb wurde bereits ein Brennpunkt benannt (am Pflugfelder Weg)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zwecks Maßnahmenumsetzung können fünf landwirtschaftliche Betriebe angefragt werden (Wemmer, Schmalzried, Schaible, Kühn, Höneß). Hierzu wird             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. eine schriftliche Einladung verfasst</li> <li>2. die Einladung durch die Kommune verschickt</li> <li>2. ein gemeinsamer Ortstermin durchgeführt (zwei Terminvorschläge für Mitte Juni, ab spätestens 9:00 Uhr oder 13:00 Uhr)</li> </ol> </li> <li>- Auf die Maßnahmen bei den ausgewählten Ackerschläge kann mit Infoschildern für Öffentlichkeit hingewiesen werden</li> <li>- Das KliStaR-Projekt und die Vereinbarungen zur Maßnahmenumsetzung werden bei der Feldrundfahrt am 13.7.2015, 13:00 Uhr vorgestellt</li> <li>- Die Planung der Maßnahmen soll möglichst zeitnah beginnen, so dass eine Realisierung in der nächsten Vegetationsperiode 2016 möglich ist.</li> </ul> | <p>Billen<br/>Lugibihl<br/>Billen, Lugibihl, Siegle<br/>u.a.<br/>Billen, Assmann<br/>Billen</p> | <p>8.5.2015<br/>19.5.2015<br/>Mitte Jun.<br/><br/>offen<br/><br/>13.7.2015</p> |
| <p>3</p> | <p><b>Optionen für landwirtschaftliche Maßnahmen gegen vermehrten Wasser- und Bodenabtrag</b></p> <p>Als diskussionswürdige Maßnahmenoptionen wurden genannt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Engsaat bei Mais, am besten kombiniert mit Mulchsaat</li> <li>- (Acker-)Randstreifen</li> <li>- Quersaat</li> <li>- Begrünung mit Tiefwurzlern wie z.B. Ölrettich oder Steinklee von Randstreifen oder als Zwischenfrüchte</li> </ul> <p>Die Realisierung ist abhängig von der Bereitschaft der Flächenbewirtschafter, der Feldfruchtverteilung in 2016 und der Feldarrondierung.</p>  |   |  |

**GESPRÄCHSNOTIZ FELDTERMIN FÜR DAS AISCHBACH-TAL VOM 15.06.2015**

Datum: 15. Juni 2015

Besprechungsgrund: KliStaR – Maßnahmenumsetzung im Aischbach-Tal

Ort: Kaiserstein und Kappel / Korntal-Münchingen

|                          |            |                             |     |
|--------------------------|------------|-----------------------------|-----|
| Projekt/Thema:           | Verfasser: | Seite                       | Von |
| KliStaR / TEZG Aischbach | N. Billen  | 1                           | 2   |
|                          |            | <b>Stand:</b><br>15.06.2015 |     |

|   |
|---|
| Teilnehmende:   |
| Lugibihl, A.; Siegle, F.; Assmann, A., Billen, N., Schmalzriedt, U., Kühn, R., Hönes, M., Schaible, R., Schaible, M., |

|         |   |
|---------|---|
| Themen: |   |
| 1       | Kurzvorstellung des KliStaR-Projektes und vorläufiger Karten zur Erosionsgefährdung durch Klimawandel |
| 2       | Umsetzung von landwirtschaftliche Maßnahmen gegen vermehrten Wasser- und Boden                        |
| 3       | Optionen für landwirtschaftliche Maßnahmen gegen vermehrten Wasser- und Bodenabtrag                   |

|   | Diskussion / Ergebnisse  | Wer?                       | Bis?                                    |
|---|--|----------------------------|---|
| 1 | <p><b>Kurzvorstellung des KliStaR-Projektes und vorläufiger Karten zur Erosionsgefährdung durch Klimawandel</b></p> <p>Neben Kurzinformation zu den Projektzielen wurden folgende Karten vorgestellt erläutert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zufallsverteilung der Feldfrüchte entsprechend kommunaler Agrarstatistik auf die Ackerschläge (20 % Mais, 20 % Zuckerrübe, 15 % Sommergetreide, 45 % Wintergetreide)</li> <li>- gegenwärtiges Risiko bei 50-jährlichen Starkniederschlagsereignis (47 mm)</li> <li>- zukünftiges Risiko (ferne Zukunft = 2070-2100) bei 50-jährlichen Starkniederschlagsereignis (53 mm)</li> </ul>   | Billen, Assmann            | -                                       |
| 2 | <p><b>Umsetzung von landwirtschaftlichen Maßnahmen gegen vermehrten Wasser- und Bodenabtrag</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- für die Umsetzung der Maßnahmen sind je Kommune ca. 3000,- EUR verfügbar. Der Betrag erhöht sich, falls aus anderen Kommunen keine Nachfrage besteht.</li> <li>- Auf Greening-Flächen (ökologischen Vorrangflächen) keine zusätzlichen Maßnahmen</li> <li>- Ausgewählte Maßnahmen können exemplarisch auf Einzelschlägen durchgeführt werden, so dass die Praxistauglichkeit erkennbar wird. Die Einzelschläge können benachbart in einem Transekt innerhalb des Aischbacher Einzugsgebietes liegen. Aber auch außerhalb können noch Brennpunkte benannt werden.</li> </ul> | Landwirte<br><br>Landwirte | Spätestens ca. Mrz. 2016<br><br>25.6.15 |



**GESPRÄCHSNOTIZ ORTSTERMIN FÜR DITZINGEN „GLEMS-TALMÜHLE“ UND „AISCHBACH“ VOM 22.06.2015**

Datum: 22. Juni 2015

Besprechungsgrund: KliStaR – Maßnahmenondierung in Ditzingen-Heimerdingen im TEZG Aischbach / Gewinn „Lange Furche“ und in Ditzingen-Schöckingen im TEZG Glems-Talmühle / Gewinn „Mühlweg“

Orte: Talmühle, Ritternhof, Lange Furche

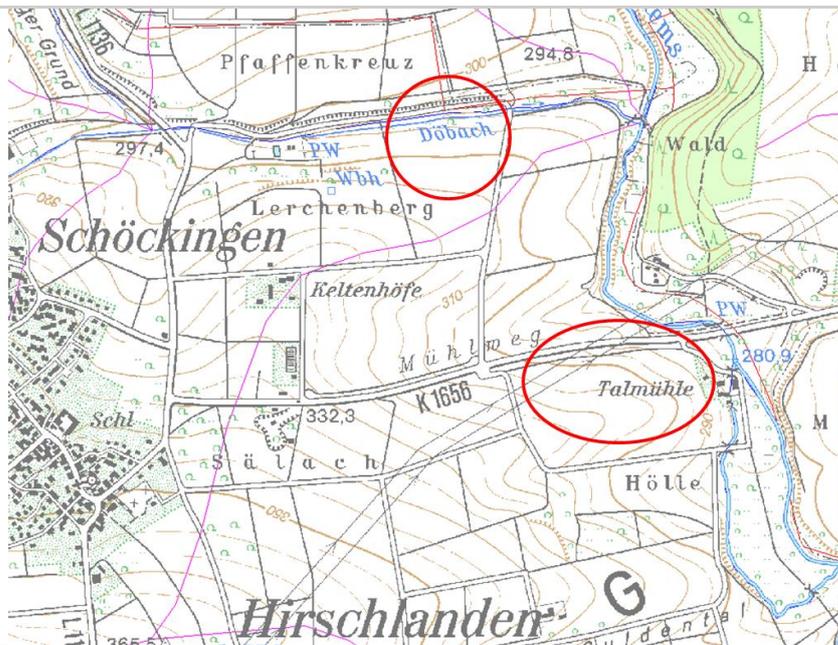
|   |                  |               |     |
|---|------------------|---------------|-----|
| Projekt/Thema:  | Verfasser:       | Seite         | Von |
|   |                  | 1             | 2   |
| <b>KliStaR / TEZG Glems-Talmühle und TEZG Ditzingen-Aischbach</b> | <b>N. Billen</b> | <b>Stand:</b> |     |
|   |                  | 23.06.2015    |     |

|   |  |
|---|--|
| Teilnehmende:   |  |
| Schühle, A.; Kappus, R. (Ritternhof), Assmann, A., Billen, N. |  |

| Themen: |  |  |
|---------|--|--|
| 1       | Kurzvorstellung einer KliStar Karte zur Erosionsgefährdung durch Klimawandel         |  |
| 2       | Umsetzung von landwirtschaftliche Maßnahmen gegen vermehrten Wasser- und Bodenabtrag |  |
| 3       | Optionen für landwirtschaftliche Maßnahmen gegen vermehrten Wasser- und Bodenabtrag  |  |
| 4       | Brennpunkte für Maßnahmenumsetzung im TEZG Aischbach                                 |  |

|   | Diskussion / Ergebnisse   | Wer?                             | Bis?                               |
|---|---|----------------------------------|------------------------------------|
| 1 | <p><b>Kurzvorstellung einer vorläufigen KliStaR-Karte zur Erosionsgefährdung durch Klimawandel</b></p> <p>- Zufallsverteilung der Feldfrüchte entsprechend kommunaler Agrarstatistik für Ditzingen auf die Ackerschläge (15 % Mais, 11 % Zuckerrübe, 19 % Sommergetreide, 55 % Wintergetreide)</p> <p>-zukünftiges Risiko (ferne Zukunft = 2070-2100) bei 50-jährlichen Starkniederschlagsereignis (53 mm)</p>  | Billen, Assmann                  | -                                  |
| 2 | <p><b>Umsetzung von landwirtschaftlichen Maßnahmen gegen vermehrten Wasser- und Bodenabtrag</b></p> <p>- für die Umsetzung der Maßnahmen sind je Kommune ca. 3000,- EUR verfügbar. Der Betrag erhöht sich, falls aus anderen Kommunen keine Nachfrage besteht.</p> <p>- Auf Greening-Flächen (ökologischen Vorrangflächen) keine zusätzlichen Maßnahmen</p> <p>- Ausgewählte Maßnahmen können exemplarisch auf Einzelschlägen durchgeführt werden, so dass die Praxistauglichkeit erkennbar wird.</p> <p>- Das KliStaR-Projekt und die Möglichkeiten zur Maßnahmenumsetzung werden bei der Feldrundfahrt am 2.7.2015, 13:00 Uhr vorgestellt</p> | Landwirte<br><br>Billen, Schühle | Spätestens Mrz. 2016<br><br>2.7.15 |

|   |   |                                   |                     |
|---|---|-----------------------------------|---------------------|
|   |   |                                   |                     |
| 3 | <p><b>Optionen für landwirtschaftliche Maßnahmen gegen vermehrten Wasser- und Bodenabtrag</b></p> <p>Bei den Optionen könnte ein Vorschlagskatalog durch KliStaR den Einstieg in die Diskussion erleichtern. Im Gespräch ergaben sich dennoch Optionen für folgende Maßnahmen, die noch nicht konkretisiert wurden, aber realisierbar erscheinen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mulchsaat, wird bereits häufig realisiert</li> <li>- (Acker-)Randstreifen, ggf. mit Tiefwurzlern/Ansaatmischung</li> <li>- Grünstreifen zur Unterteilung großer Schläge</li> <li>- Zwischenfrucht mit Tiefwurzlern wie z.B. Ölrettich, Steinklee oder Ansaatmischungen in Anlehnung an Greening-Vorgaben</li> <li>- Querbewirtschaftung / Quersaat</li> <li>- Streifenlockerung / Striptill, allerdings ist sogar ein Test aufgrund der technisch großen Anforderungen in der kurzen Projektlaufzeit kaum durchführbar. Eine Präsentation der Technik und des Verfahrens auf dem Ihinger Hof der Uni Hohenheim oder auf dem Stifterhof des Landwirtschaftlichen Technologiezentrums könnte jedoch erfolgen.</li> <li>- Absprache oder einmalige Fruchtfolgeanpassung zum Verringern des großflächigen Anbaus erosions-/abflusskritischer Feldkulturen in einem Feldblock oder Gewinn: wird vereinzelt bereits realisiert, bedürfte mittel- bis langfristig jedoch einer geordneten Koordination.</li> <li>- Engsaat bei Mais</li> </ul> <p>Weitere Maßnahmen wurden nicht erörtert wie z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Muldenretention / -bewirtschaftung oder sonstige wasserbautechnische Maßnahmen</li> <li>- Querdammhäufelung bei Kartoffeln</li> </ul> | offen                             | Ca. Mitte Juli 2015 |
|   | <p><b>Brennpunkte für Maßnahmenumsetzung im TEZG Glems Talmühle</b></p> <p>Im Bereich der Talmühle Schöckingen (Flurstück Nummer 920, Hirschlander Gemarkung) fließt nach der Starkregengefahrenkarte sowie nach dem Eindruck aus dem Luftbild in bestimmten Abständen Wasser den Weg entlang und dann über das genannte Flurstück in den Mühlgraben. Hier wäre es sinnvoll, bei dem Eigentümer nachzufragen, wie deutlich die dadurch entstehenden Probleme sind. Möglichkeiten wären eine Ableitung des zufließenden Wassers entlang eines begrünten Randstreifens oder ein Kleinrückhalt kurz vor dem Übertritt des Wassers in den Mühlgraben.</p> <p>Nordöstlich von Ditzingen-Schöckingen kommt es im Gewinn Scheurach bereits gegenwärtig bei Starkniederschlagsereignissen fast regelmäßig zu Boden- und Wasserabtrag. Im Tal des Döbachs. Bei einem Ortstermin könnten Maßnahmenoptionen mit den Flächeneigentümern/-bewirtschaftern besprochen werden.</p> <p>Anmerkung aus der Auswertung der Starkregengefahrenkarten im Rahmen der Nachbereitung: Hier müsste die Problembereiche genau lokalisiert werden, da die Simulation nur Schwerpunkte im Bereich des Döbachs sowie in dem etwas südlicher liegenden Flurstückes 417 bzw. der oberhalb liegenden Flurstücke. Dieser Bereich zeigt auch im Luftbild deutliche Erosionsspuren.</p>  | Billen, Schühle, 1 Bewirtschafter | Bis Mitte Juli 2015 |



**Brennpunkte für Maßnahmenumsetzung im TEZG Lange Furche**

Im Gewinn Lange Furche wurde nördlich der Gewächshäuser ein Brennpunkt in Augenschein genommen (s. folgende Karte und Foto). Der Zulauf von oberliegenden Feldern und Wegen wird zwar bereits wasserbaulich gefasst. Überhöhungen und Streugut führen aber bereits gegenwärtig schon zu unkontrolliertem Boden- und Wasserabtrag. Deshalb soll:

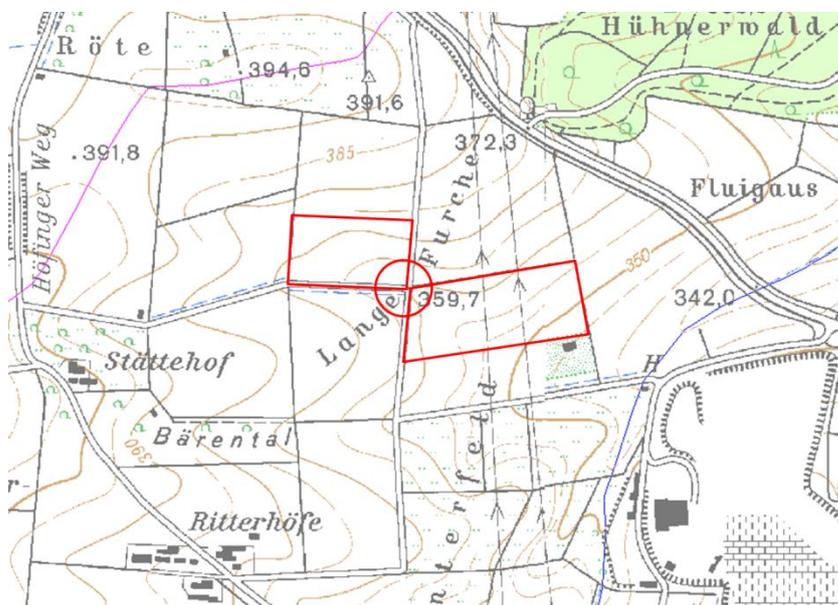
- Mit einer Analyse und Modellauswertung der Geländeoberfläche und Fließwege zunächst Optionen für Retentionsmaßnahmen ermittelt werden und der Bedarf analysiert werden
- Bei einer Absprache mit den Flächenbewirtschaftern ein einvernehmliches Maßnahmenpaket gefunden werden.

Assmann

30.6.15

Billen,  
Schühle  
Kappus,  
2-3 weitere  
Bewirtschafter

Ca. Mitte  
Juli 2015





Im Nachgang zum Termin wurde bereits eine erste Betrachtung durchgeführt, im Bereich des Flurstückes 1715 fließt das Wasser relativ parallel zum südlich verlaufenden Graben, hier würde sich eine begrünte Randmulde anbieten, um sowohl Wasser als auch Sediment zurückzuhalten, ebenso wäre es sinnvoll, den Einlauf in die Verdolung zu optimieren.

Im Bereich der Gewächshäuser liegt einer der bei der Auftaktveranstaltung gemeldeten Problempunkte.



## Protokoll zur Besprechung bzgl. weiterem Vorgehen am Wiesengraben

Datum: 14.12.2015

Besprechungsgrund: KliStaR – weiteres Vorgehen am Wiesengraben

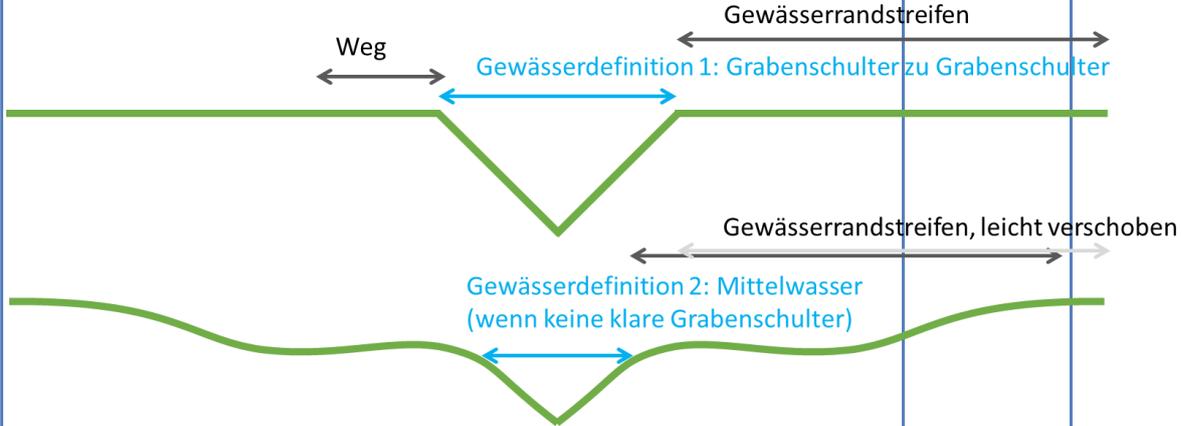
Ort: Schönbühlhof, Feuerwehrhaus

| Projekt/Thema:                      | Verfasser: | Seite             | Von |
|-------------------------------------|------------|-------------------|-----|
| KliStaR / Wiesengraben Schönbühlhof | A. Assmann | 1                 | 188 |
|                                     |            | Stand: 14.12.2015 |     |

| Anwesend:                              |
|--|
| Ulrich Wemmer (Schwieberdingen)        |
| Steffen Heinrichsdorff (Eberdingen)    |
| Helmut Beck (Schönbühlhof)             |
| Karl-Christian Stumpf (LK Ludwigsburg) |
| Gerd Weiler (LK Ludwigsburg)           |
| Petra Klose (Markgröningen)            |
| Dr. André Assmann (geomer)             |

| Themen: |   |  |
|---------|---|--|
| 1       | Situation Wiesengraben und bisher erfolgte Arbeiten |  |
| 2       | Gewässerrandstreifen und Flächenerwerb              |  |
| 3       | Möglichkeiten zum Hochwasserschutz                  |  |

| Diskussion / Ergebnisse |  | Wer? | Bis? |
|-------------------------|--|------|------|
| 1                       | <p>Vorstellung der Situation vor Ort, Hochwasserproblematik Wiesengraben</p> <p>Unterstützungsmöglichkeiten KliStaR: Modellierung, Planungsunterstützung und Beitrag zur Umsetzung</p> <p>KliStaR endet im März 2016, alle Arbeiten sollten bis dahin abgeschlossen sein, soweit sie durch KliStaR unterstützt und finanziert werden</p> |      |      |
| 2                       | <p>Der Wiesengraben ist KEIN untergeordnetes Gewässer. Eine Entfernung aus dem Gewässerkataster würde zudem spätere Fördermöglichkeiten (Gewässerrandstreifen) ausschließen.</p>   |      |      |

|          |  |  |  |
|----------|--|--|--|
| <p>3</p> | <p>Für Gewässerrandstreifen besteht eine Fördermöglichkeit mit einer Bezuschussung von 85%.</p> <p>Beispielrechnung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Länge des Wiesengraben: ca. 1 400m</li> <li>• Fläche der Gewässerrandstreifen (jede Seite 10m): 28 000m<sup>2</sup></li> <li>• Flächenwert (ca. 5 Euro/m<sup>2</sup>): 140 000 Euro</li> <li>• Max. Fördersumme: 119 000 Euro: Eigenanteil: 21 000 Euro</li> </ul> <p>Für die Abgrenzung des Gewässers gibt es je nach Zustand unterschiedliche Optionen. Bei einem diffusen Gewässerrand kann die Mittelwasserlinie als Begrenzung eingesetzt werden. Der 2-jährliche Abfluss aus dem Einzugsgebiet ohne Entlastung entspricht einem Abfluss von 0,8m<sup>3</sup>/sec, als Mittelwasserführung wurde dieser mit einem kleinen Aufschlag auf 1m<sup>3</sup>/sec festgelegt. Daraus ist die Mittelwasserlinie zu bestimmen.</p>  |  |  |
|          | <p>Weitere Arbeitsschritte:</p> <p>Übermittlung der vorhandenen, von ISTW erfassten Querprofilaten an geomer</p> <p>Antragsstellung der Kommunen zum Randstreifenprogramm</p> <p>Übermittlung der Daten zu Leitungen und Besitzrechten (öffentliche Flächen) an geomer</p> <p>Planungsentwurf und erste Wirksamkeitsabschätzung der Maßnahmen, Berechnung der Mittelwasserlinie aus dem 1m<sup>3</sup>/sec-Abfluss</p> <p>Treffen zu den Ackerrandstreifen und dem möglichen Flächenerwerb mit den Landwirten (Teilnahme aller Kommunen + Kreis)</p>   | <p>Wemmer</p> <p>Alle Kommunen</p> <p>Heinrichsdorff</p> <p>Geomer</p> <p>Heinrichsdorff (Einladung der Landwirte)</p> | <p>Dez 15</p> <p>Dez 15</p> <p>Dez 15</p> <p>Jan 16 KW3</p> <p>Jan/Febr 16 KW4/5</p> |

## Protokoll zur Abschlussveranstaltung KliStaR

Datum: 10. Mai 2016

Besprechungsgrund: KliStaR – Abschlussveranstaltung

Ort: Stadthalle, Leonberg

| Projekt/Thema: | Verfasser: | Seite         | Von |
|----------------|------------|---------------|-----|
| KliStaR        | K. Fritsch | 1             | 3   |
|                |            | <b>Stand:</b> |     |
|                |            | 21.06.2016    |     |

| Anwesend:            |
|----------------------|
| s. Anwesenheitsliste |

| Themen: |   |
|---------|---|
| 1       | Begrüßung                                     |
| 2       | Block 1: Hintergrund und Projektdarstellung   |
| 3       | Klimawandel in Südwestdeutschland             |
| 4       | Vorgeschichte: Starkregengefahrenkarten Glems |
| 5       | Ziele von KliStaR                             |
| 6       | Tätigkeiten und Ergebnisse in KliStaR         |
| 7       | Block 2: Maßnahmen und Umsetzung              |
| 8       | Vorstellung Maßnahmenkatalog                  |
| 9       | Maßnahmen Landwirtschaft                      |
| 10      | Maßnahmen Wasserwirtschaft                    |
| 11      | Maßnahmen Forstwirtschaft                     |
| 12      | Diskussion                                    |
| 13      | Block 3: Exkursion                            |
| 14      | Forst-/Wasserwirtschaft (Leonberg-Warmbronn)  |
| 15      | Landwirtschaft (Münchingen)                   |
| 16      | Sonstiges                                     |

| Diskussion / Ergebnisse |  | Wer? | Bis? |
|-------------------------|--|------|------|
| 1                       | <p><b>Begrüßung</b></p> <p>Herr Brenner (Baudezernent Leonberg) begrüßt die Anwesenden und heißt sie im Namen der Stadt Leonberg herzlich willkommen.</p>  |      |      |
| 2                       | <p><b>Einleitung Block 1: Hintergrund und Projektdarstellung</b></p> <p>Herr Dr. Assmann (geomer GmbH) begrüßt die Anwesenden, heißt sie im Namen aller Projektpartner herzlich willkommen und stellt den Ablauf des Programms vor.</p>  |      |      |
| 3                       | <p><b>Klimawandel in Südwestdeutschland (s. beigefügte Präsentation)</b></p> <p>Herr Daniel Schulz-Engler vom Landesamt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg präsentiert Informationen und Prognosen zum Klimawandel in Baden-Württemberg und stellt die Anpassungsstrategie Baden-Württemberg als politischen Rahmen vor. KliStaR ist eins von 60 geförderten KLIMOPASS-Projekten.</p>   |      |      |
| 4                       | <p><b>Vorgeschichte: Starkregengefahrenkarten Glems (s. beigefügte Präsentation)</b></p> <p>Herr Dr. André Assmann (geomer GmbH) und Herr Anton Schühle (Stadt Ditzingen) berichten zur Vorgeschichte des Projektes. Sie sprechen über die Erfahrungen und Motivation der acht Glemsanlieger Kommunen für das Projekt zur Erstellung von Starkregengefahrenkarten und einem anschließenden Risikomanagement.</p>                                       |      |      |
| 5                       | <p><b>Ziele von KliStaR (s. beigefügte Präsentation)</b></p> <p>Herr Dr. Norbert Billen (bodengut) stellt die Ziele des Projektes vor.</p>   |      |      |
| 6                       | <p><b>Tätigkeiten und Ergebnisse in KliStaR (s. beigefügte Präsentation)</b></p> <p>Frau Jessica Kempf (geomer GmbH) stellt die Ergebnisse des Projektes vor. Die Maßnahmen und Tätigkeiten des Projektes sollen als modellhafte Beispiele gelten.</p>   |      |      |
| 7                       | <p><b>Einleitung Block2: Maßnahmen und Umsetzung</b></p>   |      |      |
| 8                       | <p><b>Vorstellung Maßnahmenkatalog</b></p> <p>Herr Dr. Norbert Billen (bodengut) und Frau Dr. Heike Puhlmann (Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg) stellen den Entwurf des Maßnahmenkataloges für 23 land-und forstwirtschaftliche Maßnahmen vor und erläutern diese beispielhaft. Exemplare für Vorankündigung zur Mitnahme (siehe Anlage) sowie eine Bestellliste für Interessenten zu den Infoblättern sind ausgelegt.</p> |      |      |
| 9                       | <p><b>Maßnahmen Landwirtschaft</b></p> <p>Herr Dr. Norbert Billen (bodengut), Frau Lugibihl (Stadt Korntal-Münchingen) und Herr Markus Schaible aus Korntal-Münchingen stellen diskutierte Maßnahmen im landwirtschaftlichen Bereich vor und präsentieren Untersuchungen wie durch gezieltes Platzieren von Ackerrandstreifen auch Erosionsschutz geschaffen werden kann.</p>  |      |      |
| 10                      | <p><b>Maßnahmen Wasserwirtschaft</b></p> <p>Herr Dr. Assmann (geomer GmbH) und Herr Wemmer (Gemeinde Schwieberdingen) stellen eine mögliche Maßnahmenplanung am Wiesengraben vor, die als fließenden Rückhalt diskutiert wird.</p>   |      |      |

|    |   |  |  |
|----|---|--|--|
| 11 | <b>Maßnahmen Forstwirtschaft</b><br>Herr Dr. Assmann (geomer GmbH) und Herr Schmickl (Stadt Leonberg) stellen zwei bereits umgesetzte Maßnahmen im Pilotgebiet Warmbronn vor.   |  |  |
| 12 | <b>Diskussion</b>   |  |  |
| 13 | <b>Block 3: Exkursion</b>   |  |  |
| 14 | <b>Maßnahmenumsetzung Forst-/Wasserwirtschaft (Leonberg-Warmbronn)</b><br>Vor Ort wird die Auswahl und Umsetzung der Maßnahmen im Pilotgebiet Warmbronn vorgestellt. Es werden verschiedene planerische Überlegungen und die Entscheidung zu den umgesetzten Maßnahmen diskutiert.  |  |  |
| 15 | <b>Maßnahmenumsetzung Landwirtschaft (Münchingen)</b><br>Vor Ort wird das Streifenlockerungsverfahren (Strip Till) an einem Versuchsfeld bei Zuckerrüben (Herr Schuler, Herr Pflugfelder von der Versuchsstation Ihinger Hof der Universität Hohenheim) vorgestellt und aktuelle Erfahrungen mit dem neuen Verfahren im Vergleich zu bekannten Verfahren diskutiert. Zusätzlich wird das Thema Engsaat bei Mais an einem beispielhaften Anbaufeld (Herren Schaible und Schaible) vorgestellt. |  |  |
| 16 | <b>Sonstiges</b>  |  |  |

Anlage:

Anwesenheitsliste, Präsentationen, Ankündigung Maßnahmeninfoblätter, Fotos

## FELDFRUCHTGRUPPENVERTEILUNG

Tabelle 23: Verteilung der vereinfachenden Feldfruchtgruppen auf die modellierten Kommunen und Teileinzugsgebiete (Mais = Silomais, Körnemaïs, CornCopMix, Kartoffel, Gartenbauerzeugnisse; Zuckerrübe = Zuckerrübe, Handelsgewächse außer Winterraps; Sommergetreide = Sommerweizen, Sommergerste, Hafer; Wintergetreide = Winterweizen, Wintergerste, Roggen, Triticale, Winterraps, Brache)

| Kommune   | Anbauumfang in Kommune (n. StaLa-BW 2010) |       | Anbauumfang |   |            |
|---|---|-------|-------------|---|------------|
|   | Feldfruchtgruppe                          | in ha | in %        | Teileinzugsgebiet (TEZG)                                    | ha im TEZG |
| Kornatal-Münchingen<br>m. Möglingen<br>m. Stuttgart | Mais                                      | 210   | 19,9        | Aischbach (z.T. in Möglingen)                               | 65,6       |
|   | Zuckerrübe                                | 203   | 19,3        |   | 63,4       |
|   | Sommergetreide                            | 166   | 15,7        |   | 51,9       |
|   | Wintergetreide                            | 475   | 45,1        |   | 148,5      |
| Eberdingen  | Mais                                      | 298   | 25,6        | Klingengraben-West (z.T. in Schwieberdingen, Markgröningen) | 66,3       |
|   | Zuckerrübe                                | 89    | 7,7         |   | 20,0       |
|   | Sommergetreide                            | 117   | 10,1        |   | 26,2       |
|   | Wintergetreide                            | 658   | 56,6        |   | 146,6      |
| Ditzingen   | Mais                                      | 265   | 14,8        | Glens-Talmühle (z.T. in Kornatal-Mü.)                       | 81,5       |
|   | Zuckerrübe                                | 203   | 11,3        |   | 62,3       |
|   | Sommergetreide                            | 334   | 18,7        |   | 103,0      |
|   | Wintergetreide                            | 987   | 55,2        |   | 304,1      |
|   | Mais                                      | 265   | 14,8        | Aischbach (z.t. in Leonberg)                                | 61,2       |
|   | Zuckerrübe                                | 203   | 11,3        |   | 46,7       |
|   | Sommergetreide                            | 334   | 18,7        |   | 77,3       |
|   | Wintergetreide                            | 987   | 55,2        |   | 228,1      |
|   | Mais                                      | 265   | 14,8        | Döbach-Ost (z.T. in Hemmingen)                              | 13,9       |
|   | Zuckerrübe                                | 203   | 11,3        |   | 10,6       |
|   | Sommergetreide                            | 334   | 18,7        |   | 17,5       |
|   | Wintergetreide                            | 987   | 55,2        |   | 51,7       |
| Schwieberdingen                                     | Mais                                      | 141   | 21,9        | -   | -          |
|   | Zuckerrübe                                | 83    | 12,9        | -   | -          |
|   | Sommergetreide                            | 35    | 5,4         | -   | -          |
|   | Wintergetreide                            | 386   | 59,8        | -   | -          |
| Markgröningen                                       | Mais                                      | 322   | 30,1        | -   | -          |
|   | Zuckerrübe                                | 134   | 12,5        | -   | -          |
|   | Sommergetreide                            | 95    | 8,9         | -   | -          |
|   | Wintergetreide                            | 518   | 48,5        | -   | -          |
| Rutesheim<br>m. Renningen                           | Mais                                      | 45    | 15,5        | -   | -          |
|   | Zuckerrübe                                | 8     | 2,8         | -   | -          |
|   | Sommergetreide                            | 93    | 32,1        | -   | -          |
|   | Wintergetreide                            | 144   | 49,6        | -   | -          |
| Leonberg<br>m. Magstadt                             | Mais                                      | 182   | 20,7        | -   | -          |
|   | Zuckerrübe                                | 7     | 8,3         | -   | -          |
|   | Sommergetreide                            | 113   | 12,9        | -   | -          |
|   | Wintergetreide                            | 511   | 58,1        | -   | -          |
| Hemmingen   | Mais                                      | 182   | 21,1        | -   | -          |
|   | Zuckerrübe                                | 135   | 15,6        | -   | -          |
|   | Sommergetreide                            | 76    | 8,8         | -   | -          |
|   | Wintergetreide                            | 470   | 54,5        | -   | -          |
| Gerlingen   | Mais                                      | 86    | 32,7        | -   | -          |
|   | Zuckerrübe                                | 13    | 4,9         | -   | -          |
|   | Sommergetreide                            | 41    | 15,6        | -   | -          |
|   | Wintergetreide                            | 123   | 46,8        | -   | -          |
| Sindelfingen  | Kein Ackerland im EZG                     | -     | -           | -   | -          |
|   | Glens                                     | -     | -           | -   | -          |
| Stuttgart   | bei Kornatal-Münchingen                   | -     | -           | -   | -          |
| Magstadt  | bei Leonberg                              | -     | -           | -   | -          |
| Renningen   | bei Rutesheim                             | -     | -           | -   | -          |

## FOTOGRAPHISCHE DOKUMENTATION MASSNAHME „ZWISCHENFRÜCHTE“

**TerraLife - Rigol TR von DSV**  
22 Tage nach Aussaat (24.9.2015)

**Planterra ZWH 4024 Vitalis Sprint von BayWa**  
22 Tage nach Aussaat (24.9.2015)



Abbildung 86: Praxisvergleich von infiltrationsfördernden Zwischenfrüchten 22 Tage nach der Aussaat im Brennpunktgebiet Aischbach-Tal von Korntal-Münchingen

**TerraLife - Rigol TR** von DSV  
45 Tage nach Aussaat (17.10.2015)

**Planterra ZWH 4024 Vitalis Sprint** von BayWa  
45 Tage nach Aussaat (17.10.2015)



Abbildung 87: Praxisvergleich von infiltrationsfördernden Zwischenfrüchten 45 Tage nach der Aussaat im Brennpunktgebiet Aischbach-Tal von Korntal-Münchingen

**TerraLife - Rigol TR** von DSV  
150 Tage nach Aussaat (30.01.2016)

**Planterra ZWH 4024 Vitalis Sprint** von BayWa  
150 Tage nach Aussaat (30.01.2016)



Abbildung 88: Praxisvergleich von infiltrationsfördernden Zwischenfrüchten 150 Tage nach der Aussaat im Brennpunktgebiet Aischbach-Tal von Korntal-Münchingen

**TerraLife - Rigol TR** von DSV  
201 Tage nach Aussaat des Gemenges,  
wenige Tage nach Umbruch und  
nachfolgender Aussaat der Gerste (21.3.06.2016)

**Planterra ZWH 4024 Vitalis Sprint** von BayWa  
201 Tage nach Aussaat des Gemenges,  
wenige Tage nach Umbruch und  
nachfolgender Aussaat der Gerste (21.3.06.2016)



Abbildung 89: Praxisvergleich nach Umbruch und Gerstensaart folgend auf infiltrationsfördernden Zwischenfrüchten 201 Tage nach der Aussaat des Gemenges im Brennpunktgebiet Aischbach-Tal von Korntal-Münchingen.

Sommergerste (rund 30 Tage) gefolgt auf  
**TerraLife - Rigol TR** von DSV  
231 Tage nach Aussaat des Gemenges (20.04.2016)

Sommergerste (rund 30 Tage) gefolgt auf  
**Planterra ZWH 4024 Vitalis Sprint** von BayWa  
231 Tage nach Aussaat des Gemenges (20.04.2016)

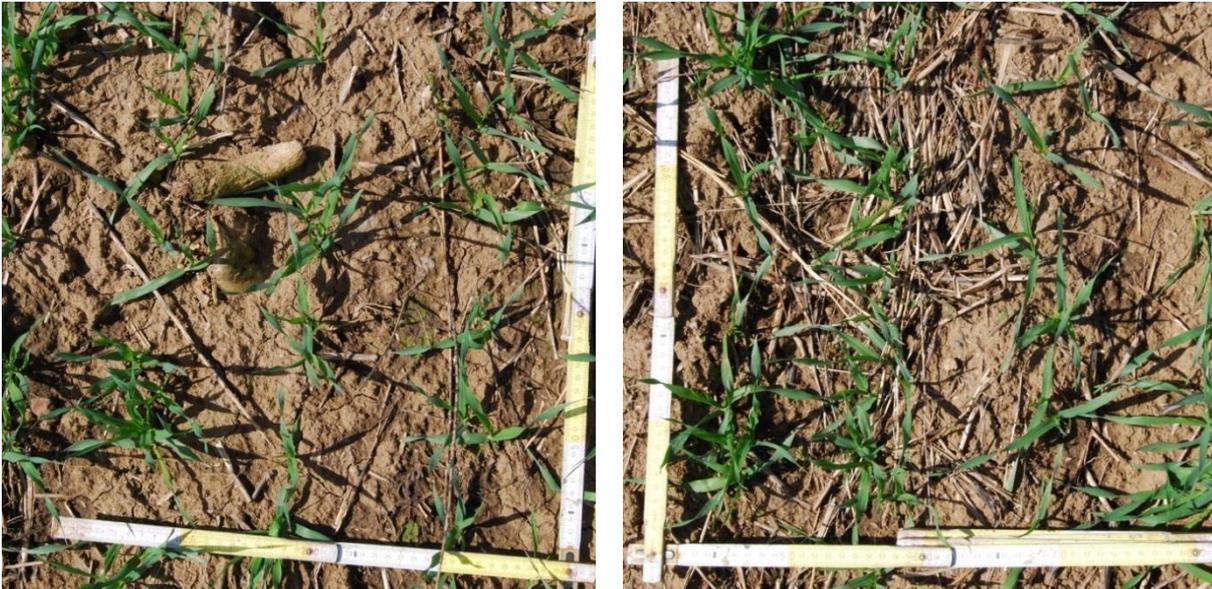


Abbildung 90: Praxisvergleich der rund 30 Tage alten Sommergerste folgend auf der Aussaat von infiltrationsfördernden Zwischenfrüchten vor 231 Tagen im Brennpunktgebiet Aischbach-Tal von Korntal-Münchingen

Sommergerste (rund 80 Tage) gefolgt auf  
**TerraLife - Rigol TR** von DSV  
283 Tage nach Aussaat des Gemenges (10.06.2016)

Sommergerste(rund 80 Tage) gefolgt auf  
**Planterra ZWH 4024 Vitalis Sprint** von BayWa  
283 Tage nach Aussaat des Gemenges (10.06.2016)



Abbildung 91: Praxisvergleich der rund 80 Tage alten Sommergerste folgend auf der Aussaat von infiltrationsfördernden Zwischenfrüchten vor 283 Tagen im Brennpunktgebiet Aischbach-Tal von Korntal-Münchingen

**BOHRSTOCKSONDIERUNGEN IN LEONBERG-WARMBRONN**

Tabelle 24: Ergebnis der Bohrstocksondierungen in Leonberg-Warmbronn („Retention Biotopbereich“)

| Bohrnr. | Tiefe<br>_cm | Mächtigkeit<br>_cm | Bodenart | Grusgehalt<br>Vol% | Dichte<br>kg/dm <sup>3</sup> | LK_% | nFK_% | FK_% | kF_cm/d | pH-Wert<br>aCl <sub>2</sub> | Hy-Mangan | Hy-Eisen | Hy-Blei-<br>chung | Besonderheit                                 | Horizont   | LK_/_m <sup>2</sup> | nFK_/_m <sup>2</sup> | FK_/_m <sup>2</sup> |
|---------|--------------|--------------------|----------|--------------------|------------------------------|------|-------|------|---------|-----------------------------|-----------|----------|-------------------|--|------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| 1       | 10           | 10                 | Ut3      | 0                  | 1,2                          | 15   | 27    | 42   | 41      | -                           | 0         | 0        | 0                 |  | Ah         | 15,0                | 27,0                 | 42,0                |
| 1       | 35           | 25                 | Lu       | 0                  | 1,4                          | 7    | 17    | 36   | 16      | -                           | 0         | 0        | 0                 |  | Bv1        | 17,5                | 42,5                 | 90,0                |
| 1       | 75           | 40                 | Tu3      | 0                  | 1,4                          | 6    | 13    | 38   | 9       | -                           | 0         | 0        | 0                 | lithogen marmoriert                          | Bv2        | 24,0                | 52,0                 | 152,0               |
| 1       | 100          | 25                 | Tu2      | 0                  | 1,6                          | 3    | 10    | 36   | 2       | -                           | 1         | 0        | 0                 | lithogen marmoriert                          | II P IBv   | 7,5                 | 25,0                 | 90,0                |
| 1       | 140          | 40                 | Tu2      | 0                  | 1,6                          | 3    | 10    | 36   | 2       | -                           | 1         | 0        | 0                 | interpolierte Abgrabung                      | II P IBv   | 12,0                | 40,0                 | 144,0               |
| 2       | 10           | 10                 | Ut3      | 0                  | 1,2                          | 15   | 27    | 42   | 41      | -                           | 0         | 0        | 0                 |  | Ah         | 15,0                | 27,0                 | 42,0                |
| 2       | 25           | 15                 | Ut3      | 0                  | 1,4                          | 6    | 25    | 37   | 12      | -                           | 0         | 0        | 0                 |  | Ah Bv      | 9,0                 | 37,5                 | 55,5                |
| 2       | 50           | 25                 | Lu       | 0                  | 1,4                          | 7    | 17    | 36   | 16      | -                           | 1         | 0        | 0                 |  | Bv1        | 17,5                | 42,5                 | 90,0                |
| 2       | 75           | 25                 | Tu3      | 0                  | 1,5                          | 6    | 13    | 38   | 9       | -                           | 2         | 0        | 0                 |  | Bv2        | 15,0                | 32,5                 | 95,0                |
| 2       | 100          | 25                 | Tl       | 5                  | 1,6                          | 3    | 11    | 35   | 2       | -                           | 0         | 0        | 0                 | lithogen rot-weiß marmoriert                 | II P ICv   | 7,1                 | 26,1                 | 83,1                |
| 2       | 140          | 40                 | Tl       | 5                  | 1,6                          | 3    | 11    | 35   | 2       | -                           | 0         | 0        | 0                 | lithogen rot-weiß marmoriert, int II P ICv   | II P ICv   | 11,4                | 41,8                 | 133,0               |
| 3       | 10           | 10                 | Ut2      | 0                  | 1,2                          | 14   | 29    | 44   | 32      | 5,0                         | 0         | 0        | 0                 |  | Ah         | 14,0                | 29,0                 | 44,0                |
| 3       | 30           | 20                 | Ut3      | 0                  | 1,4                          | 6    | 25    | 37   | 12      | -                           | 0         | 0        | 0                 |  | Bv1        | 12,0                | 50,0                 | 74,0                |
| 3       | 70           | 40                 | Ut3      | 5                  | 1,4                          | 6    | 25    | 37   | 12      | -                           | 1         | 0        | 0                 |  | Bv2        | 22,8                | 95,0                 | 140,6               |
| 3       | 100          | 30                 | Ut3      | 5                  | 1,5                          | 6    | 25    | 37   | 12      | 4,5                         | 2         | 0        | 0                 | lithogen gelblich gefleckt                   | Sw Bv      | 17,1                | 71,3                 | 105,5               |
| 3       | 140          | 40                 | Ut3      | 5                  | 1,5                          | 6    | 25    | 37   | 12      | 4,5                         | 2         | 0        | 0                 | lithogen gelblich gefleckt, interpo Sw Bv    | Sw Bv      | 22,8                | 95,0                 | 140,6               |
| 4       | 10           | 10                 | Ut3      | 0                  | 1,2                          | 15   | 27    | 42   | 41      | -                           | 0         | 0        | 0                 |  | Ah         | 15,0                | 27,0                 | 42,0                |
| 4       | 30           | 20                 | Ut3      | 0                  | 1,4                          | 6    | 25    | 37   | 12      | -                           | 0         | 0        | 0                 |  | Bv         | 12,0                | 50,0                 | 74,0                |
| 4       | 60           | 30                 | Ut4      | 0                  | 1,4                          | 7    | 21    | 37   | 13      | -                           | 1         | 0        | 0                 |  | Bv Cv      | 21,0                | 63,0                 | 111,0               |
| 4       | 100          | 40                 | Tu3      | 67                 | 1,6                          | 3    | 10    | 35   | 3       | -                           | 0         | 0        | 0                 |  | ICv        | 4,0                 | 13,2                 | 46,2                |
| 4       | 140          | 40                 | Tu3      | 67                 | 1,6                          | 3    | 10    | 35   | 3       | -                           | 0         | 0        | 0                 | interpolierte Abgrabung                      | ICv        | 4,0                 | 13,2                 | 46,2                |
| 5       | 10           | 10                 | Ut3      | 0                  | 1,2                          | 15   | 27    | 42   | 41      | -                           | 0         | 0        | 0                 |  | Ah         | 15,0                | 27,0                 | 42,0                |
| 5       | 50           | 40                 | Ut3      | 0                  | 1,4                          | 6    | 25    | 37   | 12      | -                           | 0         | 0        | 0                 |  | Bv         | 24,0                | 100,0                | 148,0               |
| 5       | 75           | 25                 | Lts      | 0                  | 1,4                          | 6    | 17    | 37   | 10      | -                           | 0         | 0        | 0                 |  | Bv Cv      | 15,0                | 42,5                 | 92,5                |
| 5       | 100          | 25                 | Tu2      | 0                  | 1,6                          | 3    | 10    | 36   | 2       | -                           | 0         | 0        | 0                 | lithogen gelblich-grau gefleckt              | ICv        | 7,5                 | 25,0                 | 90,0                |
| 5       | 115          | 15                 | Tu2      | 0                  | 1,6                          | 3    | 10    | 36   | 2       | -                           | 0         | 0        | 0                 | lithogen gelblich-grau gefleckt, in ICv      | ICv        | 4,5                 | 15,0                 | 54,0                |
| 6       | 10           | 10                 | Ut3      | 0                  | 1,2                          | 15   | 27    | 42   | 41      | -                           | 0         | 0        | 0                 |  | Ah         | 15,0                | 27,0                 | 42,0                |
| 6       | 25           | 15                 | Lu       | 0                  | 1,4                          | 7    | 17    | 36   | 16      | -                           | 0         | 0        | 0                 |  | M          | 10,5                | 25,5                 | 54,0                |
| 6       | 65           | 40                 | Lu       | 0                  | 1,4                          | 7    | 17    | 36   | 16      | -                           | 0         | 0        | 0                 |  | M Bv       | 28,0                | 68,0                 | 144,0               |
| 6       | 95           | 30                 | Uls      | 0                  | 1,4                          | 8    | 22    | 35   | 20      | -                           | 0         | 0        | 0                 | lithogen rot-grau marmoriert                 | II Bv ICv  | 24,0                | 66,0                 | 105,0               |
| 6       | 115          | 20                 | Uls      | 0                  | 1,4                          | 8    | 22    | 35   | 20      | -                           | 0         | 0        | 0                 | lithogen rot-grau marmoriert, int II Bv ICv  | II Bv ICv  | 16,0                | 44,0                 | 70,0                |
| 7       | 15           | 15                 | Ut3      | 0                  | 1,2                          | 15   | 27    | 42   | 41      | -                           | 0         | 0        | 0                 |  | Ah         | 22,5                | 40,5                 | 63,0                |
| 7       | 35           | 20                 | Lu       | 0                  | 1,4                          | 7    | 17    | 36   | 16      | -                           | 0         | 0        | 0                 |  | Bv         | 14,0                | 34,0                 | 72,0                |
| 7       | 55           | 20                 | Tl       | 0                  | 1,4                          | 4    | 13    | 41   | 6       | -                           | 0         | 0        | 0                 | rötlich Grundfarbe                           | II Bv ICv  | 8,0                 | 26,0                 | 82,0                |
| 7       | 95           | 40                 | Tu2      | 15                 | 1,6                          | 3    | 10    | 36   | 2       | -                           | 0         | 0        | 0                 | lithogen gefleckt                            | II ICv1    | 10,2                | 34,0                 | 122,4               |
| 7       | 100          | 5                  | Tl       | 5                  | 1,6                          | 3    | 11    | 35   | 2       | 5,0                         | 0         | 0        | 0                 | rötlich Grundfarbe                           | II ICv2    | 1,4                 | 5,2                  | 16,6                |
| 7       | 115          | 15                 | Tl       | 5                  | 1,6                          | 3    | 11    | 35   | 2       | 5,0                         | 0         | 0        | 0                 | rötlich Grundfarbe, interpolierte Ah II ICv2 | Ah II ICv2 | 4,3                 | 15,7                 | 49,9                |
| 8       | 10           | 10                 | Ut3      | 0                  | 1,2                          | 15   | 27    | 42   | 41      | -                           | 0         | 0        | 0                 |  | Ah         | 15,0                | 27,0                 | 42,0                |
| 8       | 30           | 20                 | Ut3      | 0                  | 1,4                          | 6    | 25    | 37   | 12      | -                           | 0         | 0        | 0                 |  | Ah Bv      | 12,0                | 50,0                 | 74,0                |
| 8       | 55           | 25                 | Ut4      | 0                  | 1,4                          | 7    | 21    | 37   | 13      | -                           | 1         | 1        | 1                 |  | Bv         | 17,5                | 52,5                 | 92,5                |
| 8       | 100          | 45                 | Uls      | 5                  | 1,4                          | 8    | 22    | 35   | 20      | -                           | 1         | 1        | 1                 | unterhalb der Abgrabungsgrenze               | II ICv     | 34,2                | 94,1                 | 149,6               |
| 9       | 15           | 15                 | Ut3      | 0                  | 1,2                          | 15   | 27    | 42   | 41      | -                           | 0         | 0        | 0                 |  | Ah         | 22,5                | 40,5                 | 63,0                |
| 9       | 35           | 20                 | Lu       | 0                  | 1,4                          | 7    | 17    | 36   | 16      | -                           | 0         | 0        | 0                 |  | Bv         | 14,0                | 34,0                 | 72,0                |
| 9       | 55           | 20                 | Tl       | 0                  | 1,4                          | 4    | 13    | 41   | 6       | -                           | 0         | 0        | 0                 | rötliche Grundfarbe                          | II Bv ICv  | 8,0                 | 26,0                 | 82,0                |
| 9       | 100          | 45                 | Tu2      | 15                 | 1,6                          | 3    | 10    | 36   | 2       | -                           | 0         | 0        | 0                 | lithogen gefleckt, unterhalb der A II ICv    | II ICv     | 11,5                | 38,3                 | 137,7               |

**MASSNAHMEN IDEENLISTEN**

Einjährige oder mehrjährige  
**Grünstreifen**  
z.B. als Randstreifen oder als Feldteiler



Foto: N. Billen

Als Zwischenfrucht, Untersaat oder Grünstreifen:  
**Tiefwurzler**  
z.B. Steinklee, Ölrettich oder Ansaatmischungen



Foto: LFA-MV

Bei **Interesse** zum Testen von Maßnahmen mit Aufwandsentschädigung aus der Ideenliste oder von eigenen Ideen einfach Kontaktaufnahme mit:  
N. Billen, büro bodengut, Stuttgart  
telefon: 0711/4560400, email: nbillen.bodengut@t-online.de  
A. Assmann, büro geomer, Heidelberg  
telefon: 06221/89458-41, email: aassm@geomer.de  
A. Schühle, Grünordnung und Umwelt, Stadt Ditzingen  
telefon: 07156/164-218, email: schuehle@ditzingen.de

Mulchsaat, kombiniert mit  
**Engsaat**  
z.B. bei Mais



Foto: www.hd-huehnen.de

**Streifenlockerung**  
z.B. bei Hackfrüchten oder Raps



Foto: N. Billen

**Querdammhäufelung**  
z.B. bei Kartoffeln

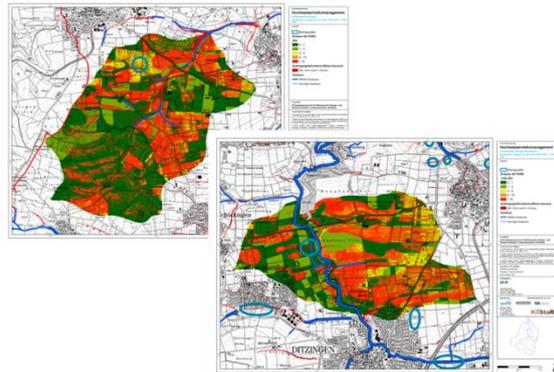


Foto: J. Aurbacher

**Landwirtschaftliche Maßnahmen zum Erosions- und Hochwasserschutz im Klimawandel mit Aufwandsentschädigung durch das Projekt**

**KliStaR**

Diese **Ideenliste** basiert auf gemeinsamen Erörterungen von Landwirtschaft, Kommunen und Beratern im Einzugsgebiet der Glems und ermöglicht evtl. eine Anrechnung bei Greening oder FAKT



Die beiliegenden Karten (Stand: 30.06.2015) zeigen für Teilgebiete in **Ditzingen** eine Prognose des künftigen Erosions- und Abflussrisikos bei Starkregen mit rund 50 mm in 1 Stunde

Organische **Wirtschaftsdünger**  
z.B. Mist, Kompost



Foto: MLR-Merkblatt 8/95

**Querbewirtschaftung**  
d.h. Parallel zum Hang



Foto: N. Billen

Kollegiale Abstimmung zum **Umverteilen des Hackfruchtanteils** in einem Feldblock oder Gewinn



Foto: J. Aurbacher

Abbildung 92: Ideenliste mit Maßnahmen als Faltblatt für die Felderrundfahrt am 2. Juli 2015 in Ditzingen

Einjährige oder mehrjährige  
**Grünstreifen**  
z.B. als Randstreifen oder als Feldteiler



Foto: N. Billen

Zwischenfrucht oder Untersaat zur  
**Begrünung**  
z.B. mit Ansaatmischungen oder Tiefwurzler wie Stein-  
klee oder Ölerrettich



Foto: LFA-MV

Bei **Interesse** zum Testen von Maßnahmen mit Aufwandsentschädigung aus der Ideenliste oder von eigenen Ideen einfach Kontaktaufnahme mit:

- N. Billen, büro bodengut, Stuttgart  
telefon: 0711/4560400, email: nbillen.bodengut@t-online.de
- A. Assmann, büro geomer, Heidelberg  
telefon: 06221/89458-41, email: aassm@geomer.de
- A. Lugibihl, Umwelt-, Klima- und Naturschutz, Korntal-Münchingen  
telefon 0711 8367-1326, email: lugibihl@korntal-muenchingen.de

Mulchsaat, kombiniert mit  
**Engsaat**  
z.B. bei Mais



Foto: W. Hellig

**Streifenlockerung**  
z.B. bei Hackfrüchten oder Raps



Foto: N. Billen

**Querdammhäufelung**  
z.B. bei Kartoffeln

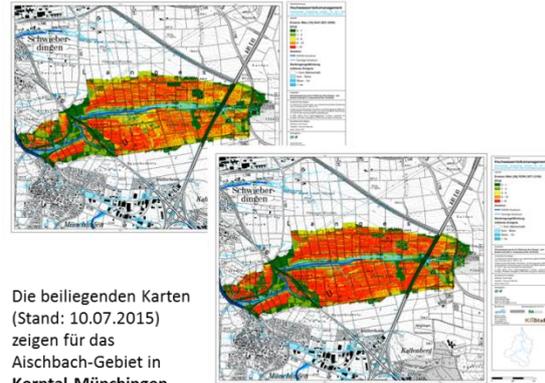


Foto: J. Aurbacher

## Landwirtschaftliche Maßnahmen zum Erosions- und Hochwasserschutz im Klimawandel mit Aufwandsentschädigung durch das Projekt

# KliStaR

Diese **Ideenliste** basiert auf gemeinsamen Erörterungen von Landwirtschaft, Kommunen und Beratern im Einzugsgebiet der Glems und ermöglicht evtl. eine Anrechnung bei Greening oder FAKT



Die beiliegenden Karten (Stand: 10.07.2015) zeigen für das Aischbach-Gebiet in Korntal-Münchingen eine Prognose des künftigen Erosions- und Abflussrisikos bei Starkregen mit rund 37 bzw. 53 mm in 1 Stunde

Organische **Wirtschaftsdünger**  
z.B. Mist, Kompost



Foto: MfR-Merkblatt 8/95

**Querbewirtschaftung**  
d.h. Parallel zum Hang



Foto: N. Billen

Kollegiale Abstimmung zum **Umverteilen des Hackfruchtanteils** in einem Feldblock oder Gewinn



Foto: J. Aurbacher

Abbildung 93: Ideenliste mit Maßnahmen als Faltblatt für die Felderrundfahrt am 13. Juli 2015 in Korntal-Münchingen

## Den Boden am Wandern hindern

### Maßnahmen für verbesserten Rückhalt von Wasser und Boden

Zur Besichtigung verschiedener Maßnahmen zum Thema „Landwirtschaftlicher Boden- und Hochwasserschutz bei zunehmenden Starkregen und Trockenperioden“ luden Mitarbeiter des Projektes KliStaR zusammen mit den beteiligten Kommunen, Landwirtschaftsämtern und Ortsbauernverbänden in den Raum Glems ein.

Das Projekt KliStaR – Anpassung an den Klimawandel durch Stärkung des Wasser- und Boden-Rückhalts im Einzugsgebiet der Glems – läuft seit Oktober 2014 und wird vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg für 18 Monate gefördert. Im Vordergrund der Aktivitäten von KliStaR stehen Maßnahmen, die in kommunalen Außenbereichen helfen sollen, den Bodenabtrag und Oberflächenabfluss zu verringern sowie den Bodenwasserhaushalt zu verbessern. Dazu gehören beispielsweise die streifenweise Bearbeitung des Bodens, der Anbau von Zwischenfrüchten und Querdämme im Kartoffelanbau.

### Streifen und Querdämme

Seit 2006 werden auf dem Ihinger Hof, einem der Versuchsstandorte der Universität Hohenheim, Versuche mit Streifenlockerung gemacht. „Bei Zuckerrüben, Mais und Raps haben wir damit gute Erfahrungen gemacht“, berichtet Markus Pflugfelder, der Leiter des Ihinger Hofes. Streifenlockerung vereint die Vorteile von Mulchsaat und Direktsaat: höhere Ertragssicherheit, Wasserschutz und Einsparung von Arbeitszeit zählt er auf. Um beim Säen die gelockerten Streifen zu treffen, ist ein automatisches Lenksystem unbedingt notwendig. „Über RTK ist das inzwischen kein Problem mehr, wir treffen die Reihen mit einer Genauigkeit von zwei Zentimetern“, so seine Erfahrung.

Vier verschiedene Zwischenfruchtmischungen vergleicht Silke Maaz-Plonka, Wasserschutzgebietsberaterin am Landwirtschaftsamt Ludwigsburg, im Rahmen der landesweiten vom LTZ betreuten Versuche. Untersucht wird, welche Zwischenfruchtmischungen sich eignen bei Mulchsaat nach verschiedenen Kulturen. Dazu werden die Bestände auf den Flächen von Eberhard Leize in Höpfigheim in



1 Markus Pflugfelder, Leiter des Versuchsstandortes Ihinger Hof der Universität Hohenheim, erklärt den Prototyp des Streifenlockerungsgeräts, der seit 2006 ständig weiterentwickelt wird. | 2 Streifen-saat von Raps. | 3 Silke Maaz-Plonka, Wasserschutzgebietsberaterin beim Landwirtschaftsamt Ludwigsburg, betreut die Zwischenfruchtversuche in diesem Landkreis. | Fotos: Mayer



4 Die Spaten des Querdammhäufers sitzen auf einer Exzenterwelle und werden über einen Ölmotor angetrieben. | 5 Ulrich Bernhard zeigt auf die nach mehreren Regenfällen etwas abgeflachten Querdämme.



regelmäßigen Abständen bonitiert: Auflaufen, Bedeckungsgrad, Blühzustand und Biomassertrag werden erfasst. Die Versuche müssen noch ausgewertet werden, vorläufige Ergebnisse aus dem vergangenen Jahr zeigen, dass Senf verglichen mit den Mischungen mehr oberirdische Biomasse produziert, signifikante Unterschiede beim Stickstoff im Boden nicht festzustellen waren.

Mit Querdämmen in den Kartoffelreihen hält Ulrich Bernhard in Ittlingen auch bei starkem Regen den Boden auf. Den Quer-

dammhäufler, der an seiner All-in-one-Maschine angebracht ist, hat er sich vom örtlichen Landmaschinenmechaniker bauen lassen. Je nach Hangneigung kann er die Abstände der Querdämme in der Reihe variieren. Um den Boden noch zusätzlich festzuhalten, streut er nach dem Pflanzen mit dem Düngestreuer Weizen. Kurz vor Reihenschluss wird er mit einem Gräsermittel abgetötet. | ay ■

➔ Mehr zum KliStaR-Projekt gibt es unter [www.starkregengefahr.de/glems/klistar](http://www.starkregengefahr.de/glems/klistar)

Abbildung 94: Artikel zur Exkursion in BWagra

**TerraLife - Rigol TR** von DSV  
22 Tage nach Aussaat (24.9.2015)

**Planterra ZWH 4024 Vitalis Sprint** von BayWa  
22 Tage nach Aussaat (24.9.2015)



Abbildung 95: Streifenlockerung in Zwischenfrüchten am 17.10.2015 zur Vorbereitung der Zuckerrübensaat im folgenden Frühjahr in Korntal-Münchingen



Abbildung 96: Zwischenfruchtbestand im Schelmenacker am 30.01.2016 nach der Streifenlockerung am 17.10.2016 (oben) und Zuckerrübensaatbett in den Lockerungsstreifen am 21.03.2016 (Mitte links nach der Saat, Mitte rechts vor der Saat) und der Vergleich von Streifensaart (unten links) mit der betriebsüblichen Mulchsaat (unten rechts) in Korntal-Münchingen



Abbildung 97: Keimblattstadium der Zuckerrüben im Schelmenäcker am 21.04.2016 mit Streifensaart (oben links) und Mulchsaat (oben rechts) sowie Streifensaart in Zwischenfruchtmulch (Mitte, Schelmenäcker) im Vergleich mit ca. 10 Tage späterer Strohmulchsaat (unten, Katzenloch) in Korntal-Münchingen

Zuckerrübenbestand am 10.06.2016 nach

Zuckerrübenbestand am 10.06.2016 nach

**Streifenbearbeitung und –aussaat**

in Zwischenfrucht im Gewann Schelmenäcker (oben)  
und in Strohrefte im Gewann Katzenloch (unten)  
82 Tage nach der Aussaat am 21.03.2016



Mittlere Wuchshöhe: 35 – 40 cm  
Mittlere Pflanzenzahl: 4,7 je meter

**reduzierter Bodenbearbeitung und Mulchsaat**

in Zwischenfrucht im Gewann Schelmenäcker (oben)  
und in Strohrefte im Gewann Katzenloch (unten)  
82 Tage nach der Aussaat am 21.03.2016



Mittlere Wuchshöhe: 35 – 40 cm  
Mittlere Pflanzenzahl: 4,2 je meter



Mittlere Wuchshöhe: 25 - 32 cm  
Mittlere Pflanzenzahl: 4,5 je meter



Mittlere Wuchshöhe: 25 – 35 cm  
Mittlere Pflanzenzahl: 4,5 je meter

Abbildung 98: Zuckerrübenbestände nach Streifenlockerung und –saat im Vergleich

**FOTOGRAPHISCHE DOKUMENTATION MASSNAHME „ENGSAAAT“**

Maisbestand am 10.06.2016 - 51 Tage nach der Mulchsaat am 21.04.2016

mit Drillsaat und **25 cm** Reihenweite (oben: 20-25 cm Höhe, Ø13 Pfl/m<sup>2</sup>, Ø6 % Bodendeckung)  
mit Einzelkornsaat und **37,5 cm** Reihenweite (Mitte: 25-35 cm Höhe, Ø13 Pfl/m<sup>2</sup>, Ø12 % Bodendeckung)  
mit Einzelkornsaat und **75 cm** Reihenweite (unten: 25-37 cm Höhe, Ø15 Pfl/m<sup>2</sup>, Ø12 % Bodendeckung)



Abbildung 99: Maisbestände nach Aussaat mit verschiedenen Reihenabständen im Vergleich



Mit der Landwirtschaft gegen Bodenerosion und Hochwasser im Klimawandel  
Denn Starkniederschläge werden zunehmen

Erprobungsfeld für die Schutzmaßnahme

## ZWISCHENFRÜCHTE

- Pflanzenmix mit starker Wurzelbildung
- Aussaat letzten Herbst vor der Gerste
- Regenwasser versickert besser
- Weniger Nitrat gelangt ins Grundwasser
- Bodenerosion und Wasserabfluss werden um mehr als 50 % verringert



Informationen zum KliStaR-Projekt:  
<http://www.starkregengefahr.de/glems/klistar/>

Projektförderung im Rahmen des Landesprogramms KLIMOPASS  
aus Mitteln des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft



Bauernverband Heilbronn - Ludwigsburg e.V.  
Ortsverband Mönchingen



Stadt Kornthal-Mönchingen  
Umweltschutzstelle



Abbildung 100: Feld-Infotafel „Zwischenfrüchte“



Mit der Landwirtschaft gegen Bodenerosion und Hochwasser im Klimawandel  
Denn Starkniederschläge werden zunehmen

Erprobungsfeld für die Schutzmaßnahme

## STREIFENBEARBEITUNG

- Auf diesem Feld bei Zuckerrüben
- Auch bei Mais oder Raps möglich
- 2/3 des Ackers bleiben unbearbeitet
- Regenwasser versickert besser
- Bodenerosion und Wasserabfluss werden um bis zu 90 % verringert

Unterstützung dieser Maßnahme durch den Ihinger Hof.



Informationen zum KliStaR-Projekt:  
<http://www.starkregengefahr.de/glems/klistar/>

Projektförderung im Rahmen des Landesprogramms KLIMOPASS  
aus Mitteln des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft



Bauernverband Heilbronn - Ludwigsburg e.V.  
Ortsverband Mönchingen



Stadt Kornthal-Mönchingen  
Umweltschutzstelle



Abbildung 101: Feld-Infotafel „Streifenbearbeitung“

## Erprobungsfeld für die Schutzmaßnahme

**UNTERSAAT MIT GRAS**

- Frühjahrsaussaat mit oder nach Mais
- Schnellere Bodenbedeckung
- Besserer Bodenschutz vor Starkregen
- Regenwasser versickert besser
- Bodenerosion und Wasserabfluss werden um bis zu 60 % verringert



Informationen zum KliStaR-Projekt:  
<http://www.starkregengefahr.de/glems/klistar/>

Projektförderung im Rahmen des Landesprogramms KLIMOPASS  
aus Mitteln des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft



Bauernverband Heilbronn - Ludwigsburg e.V.  
Ortsverband Münchingen



Stadt Korntal-Münchingen  
Umweltschutzstelle

**bodengut**  
Bode für nachhaltige Bodenverbesserung



Abbildung 102: Feld-Infotafel „Untersaat mit Gras“

## Erprobungsfeld für die Schutzmaßnahme

**ENGSAAAT BEI MAIS**

- 1/2 oder 1/3 Reihenabstand
- In Kombination mit Mulchsaat
- Schnellerer Bestandesschluss
- Besserer Bodenschutz vor Starkregen
- Bodenerosion und Wasserabfluss werden um mehr als 50 % verringert



Informationen zum KliStaR-Projekt:  
<http://www.starkregengefahr.de/glems/klistar/>

Projektförderung im Rahmen des Landesprogramms KLIMOPASS  
aus Mitteln des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft



Bauernverband Heilbronn - Ludwigsburg e.V.  
Ortsverband Münchingen



Stadt Korntal-Münchingen  
Umweltschutzstelle

**bodengut**  
Bode für nachhaltige Bodenverbesserung



Abbildung 103: Feld-Infotafel „Engsaat bei Mais“

# KliStaR

## Klimaanpassung durch Stärkung des Wasser- und Bodenrückhalts in Außenbereichen

### Hintergrund

- Klimawandel wird in Süddeutschland zu vermehrten **Starkniederschlagsmengen** und **-ereignissen** im Sommerhalbjahr führen
- Zunahme von **Abfluss** und **Erosion** aus land- und forstwirtschaftlichen Flächen werden massive Schäden verursachen
- **Akteure** werden häufig zu spät in den Planungsprozess für Schutzmaßnahmen einbezogen

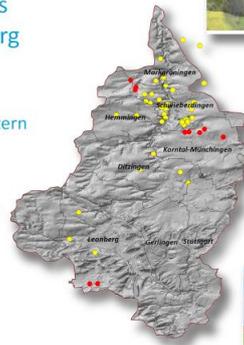
### Ziele

- Angepasste Bodenbewirtschaftung und Erhöhung der Infiltration
- Umsetzungsdefizite bei der Klimaanpassung in kommunalen Außenbereichen erfassen und minimieren
- Akteure von Anfang an beteiligen

### Vorgehensweise



- Pilotprojekt: 8 Kommunen im Glems Einzugsgebiet in Baden-Württemberg
- Methoden zur externen Kommunikation
  - Zwei Auftaktveranstaltungen mit Landnutzern und Kommunalvertreter
  - Info-Faltblätter und Internetpräsenz
  - Abfluss- und erosionsgefährdete Bereiche, d.h. Brennpunktgebiete ermitteln
- Öffentlich-zentrale Abschluss-Veranstaltung mit Pressekonferenz

### Planungsbezogene Arbeitsschritte

- Abfluss- und Erosionsmodellierung in Brennpunktgebieten für IST-Zustand (1971-2000), nahe Zukunft (2021-2050) und ferne Zukunft (2071-2100) mit KOSTRA Niederschlag (10- und 50-jährliches Ereignis)
- Sondierungs-, Planungs- und Ortstermine für konkretisierte Maßnahmenplanung
- finanzielle Start-/Umsetzungsanreize für Maßnahmen

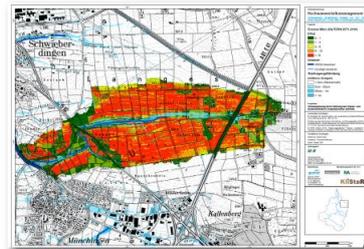
### Ergebnisse

- Maßnahmenkatalog und Abschlussmerkmale für die Bereiche Boden, Wasserhaushalt sowie Land- und Forstwirtschaft
- Umsetzung einzelner exemplarischer Maßnahmen
- Ökonomische Bewertung der Maßnahmen
- Landesweite Nutzbarkeit der Ergebnisse

### Resümee

KLiStaR kann durch den kommunalen Modell- und Anwendungscharakter Impulse für die **landesweite Umsetzung** von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel für Kommunen in Baden-Württemberg geben

*Förderung*  
Das KLiStaR-Projekt wird gefördert im Rahmen des Landesprogramms „Klimawandel und modellhafte Anpassung in Baden-Württemberg“ (KLIMOPASS) aus Mitteln des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg.



**bodengut**  
Büro für nachhaltige Bodennutzung

Dr. Norbert Billen  
Biedgraben 26 | D-70559 Stuttgart  
Fon +49 (0)711 4560400  
E-Mail n.billen@t-online.de

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg  
Dr. Heike Puhlmann | Dr. Klaus von Wilpert  
Wonnhaldestraße 4 | D-79100 Freiburg  
Fon: +49 (0)761 4018-224  
E-Mail Heike.Puhlmann@Forst.bwl.de | URL www.fva-bw.de

GEOINTELLIGENCE AND BEYOND

geomer GmbH

Dipl.-Geogr. Jessica Kempf | Dr. André Assmann  
Im Breitspiel 11b | D-69126 Heidelberg  
Fon +49 (0) 6221 89 458-45 | Fax -79  
E-Mail jkempf@geomer.de | URL www.geomer.de

## EINLADUNG MIT PROGRAMM ABSCHLUSSVERANSTALTUNG

### Anmeldung

Die Teilnahme an der Veranstaltung ist kostenlos. Zur Anmeldung senden Sie bitte das Formular per Post oder Fax bis spätestens **Fr., 29. April 2016** an:

geomer GmbH  
Jessica Kempf  
Im Breitspiel 11 B  
69126 Heidelberg  
Fax: 06221 89458-79

Ich nehme teil an

- Vortragsprogramm (Block 1 und Block 2)
- Exkursion (Block 3)

Name:

---

Kommune/Firma/Institution:

---

Telefon:

---

Email:

---

Sie können sich auch telefonisch oder per Email anmelden unter:

Tel: 06221 89458-45  
Mail: [jkempf@geomer.de](mailto:jkempf@geomer.de)

### Der Veranstaltungsort

Stadthalle Leonberg  
Römerstraße 110  
71229 Leonberg

[http://www.leonberg.de/stadthalle\\_leonberg](http://www.leonberg.de/stadthalle_leonberg)

Es lädt ein das KliStaR-Projektteam

**geomer GmbH** Heidelberg  
Tel 06221 89458-41  
Mail [aassm@geomer.de](mailto:aassm@geomer.de)

**bodengut** Stuttgart  
Tel 0711 4560400  
Mail [nbillen.bodengut@t-online.de](mailto:nbillen.bodengut@t-online.de)

**Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt** Freiburg  
Tel 0761 4018-224  
Mail [Heike.Puhlmann@Forst.bwl.de](mailto:Heike.Puhlmann@Forst.bwl.de)

### Kommunen im Glems-Einzugsgebiet



<http://www.starkregen.de/glems/klistar>

# KliStaR

Anpassung an den  
Klimawandel durch  
**Stärkung des Wasser-  
und Boden-Rückhalts** im  
Einzugsgebiet der Glems





## Projektbeschreibung

Klimamodellrechnungen sagen für Süddeutschland eine Zunahme von Starkniederschlägen in der Zukunft voraus.

Um erforderliche Schutzmöglichkeiten zu lokalisieren, vereint das Pilotprojekt KliStaR im Einzugsgebiet der Glems acht Städte und Gemeinden in einem Netzwerk mit Landnutzern und Experten.

Im Vordergrund der Aktivitäten von KliStaR stehen Maßnahmen zur Klimaanpassung, die in kommunalen Außenbereichen helfen sollen, den Bodenabtrag und den Oberflächenabfluss zu verringern sowie den Bodenwasserhaushalt zu verbessern.

Das Hauptziel von KliStaR ist es, die Umsetzungsdefizite bei der Klimaanpassung zu lokalisieren und zu reduzieren.

Die Einladung richtet sich an alle interessierten Akteure aus den Bereichen Boden, Wasserwirtschaft, Landwirtschaft und Forstwirtschaft.

*Das KliStaR-Projekt wird gefördert im Rahmen des Landesprogramms „Klimawandel und modellhafte Anpassung in Baden-Württemberg“ (KLIMOPASS) aus Mitteln des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energie-wirtschaft Baden-Württemberg.*

## Programm

### Block 1: Hintergrund und Projektdarstellung

- 9:30 Uhr **Begrüßung**  
*Klaus Brenner*  
Baudezernent Leonberg
- 9:40 Uhr **Klimawandel in Südwest-Deutschland**  
*Daniel Schulz-Engler*  
Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
- 10:00 Uhr **Vorgeschichte: Starkregengefahrenkarten Glems**  
*André Assmann*  
geomer GmbH Heidelberg,  
*Anton Schühle*  
Ditzingen
- 10:15 Uhr **Ziele von KliStaR**  
*Norbert Billen*  
bodengut Stuttgart
- 10:30 Uhr **Kaffeepause**
- 11:15 Uhr **Tätigkeiten und Ergebnisse in KliStaR**  
*Jessica Kempf*  
geomer GmbH Heidelberg

### Block 2: Maßnahmen und Umsetzung

- 11:45 Uhr **Vorstellung Maßnahmenkatalog**  
*Norbert Billen*  
bodengut Stuttgart,  
*Heike Puhlmann*  
Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg

- 12:00 Uhr **Mittagspause**
- 13:00 Uhr **Maßnahmen Landwirtschaft**  
*Norbert Billen*  
bodengut Stuttgart,  
*Angelika Lugibihl &*  
*Landwirtschaftsvertreter*  
Korntal-Münchingen
- 13:15 Uhr **Maßnahmen Wasserwirtschaft**  
*André Assmann*  
geomer GmbH Heidelberg,  
*Ulrich Wemmer*  
Schwieberdingen
- 13:30 Uhr **Maßnahmen Forstwirtschaft**  
*André Assmann*  
geomer GmbH Heidelberg,  
*Manfred Schmickl*  
Leonberg
- 13:45 Uhr **Diskussion**

### Block 3: Exkursion

- 14:00 Uhr **Forst-/Wasserwirtschaft**  
Leonberg-Warmbronn
- 15:00 Uhr **Landwirtschaft**  
Münchingen
- ca. 16:30 Uhr **Ende der Veranstaltung**

Abbildung 104: Einladung mit Programm Abschlussveranstaltung

**MASSNAHMEN-INFOBLÄTTER**  
auf den Folgeseiten



Foto: N. Billen

... oder auch Grünstreifen sind begrünte Streifen von wenigen Metern Breite entlang von Äckern. Sie können als mehrjähriges Grünland angesät und ergänzend mit Sträuchern oder Bäumen bepflanzt werden oder als einjähriger, d.h. temporärer Gras- oder Getreidestreifen eingesät werden.

## WIRKUNG

Die Wirkung ergibt sich durch eine ganzjährige Begrünung, welche die natürliche Wasseraufnahme der Böden regeneriert und der Abfluss von Oberboden bei Regen verringert. Beregnungsversuche mit 70 l/m<sup>2</sup> zeigten in einem 12 m breiten Randstreifen einen Rückhalt von über 99 % des Bodens, der von oberhalb gelegenen Äckern zufließt. Gleichzeitig versickerte über 20 % des zufließenden Wassers in den Randstreifen (siehe Grafik). Wesentlichen Anteil daran hat die nahezu doppelte Anzahl von groben Bioporen (z.B. Regenwurmröhren) in einem Boden unter Randstreifen.

## REALISIERUNG

Bei der Realisierung sollte die günstige Wirkung von riegelartigen Grünlandstreifen quer zum Gefälle mit einem Abstand von 200 bis 300 m berücksichtigt werden. Der endgültige Abstand und die Lage sind vor allem abhängig von Bodenart, Hangeigenschaften und Abflussbahnen. Eine Anlage in abflusskritischen Geländepositionen ist anzustreben. Modellrechnungen geben hierzu wertvolle Hinweise. Die optimierte Lage sollte letztendlich zwischen Landwirten und Experten abgestimmt werden. Das Verwenden von regionalen Saatgutmischungen fördert eine nachhaltige Bestandsentwicklung hinsichtlich Boden- und Gewässerschutz, Naturschutz und Landschaftsbild.

## VORTEILE

Ein Vorteil ist die Herausnahme von ertragsschwachen oder ungünstig gelegene Flächen aus der Produktion verbunden mit positiven Aspekten für den Naturschutz.

## NACHTEILE

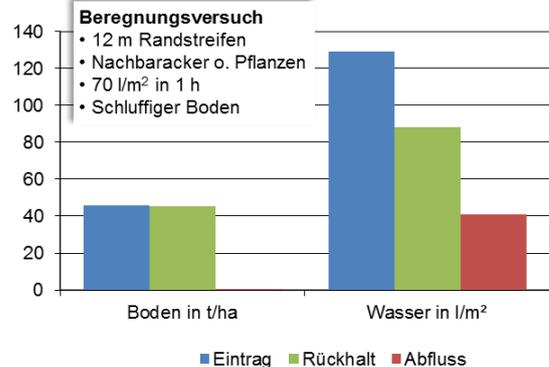
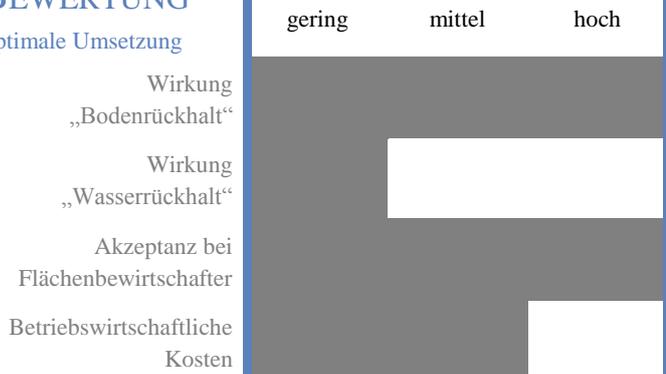
Ein landwirtschaftlicher Nachteil kann der positive Lebensraum für Mäuse sein, die Schäden z.B. an Saatgut und Erntegut in den benachbarten Feldern anrichten können.

## KOSTEN

Die Kosten hängen vor allem von dem Verhältnis der Randstreifenfläche zur Schlagfläche ab sowie von der Rentabilität der durch den Randstreifen eingeschränkten Kulturen. Bezieht man die Kosten auf den gesamten Schlag (zur Vergleichbarkeit mit anderen Maßnahmen) so fallen rund 16 €/ha bis 125 €/ha (Mittel 50 €/ha) an. Bezogen auf einen Quadratmeter Randstreifen liegen die Kosten relativ einheitlich bei 0,11 €/m<sup>2</sup>.

## BEWERTUNG

optimale Umsetzung



## INFOS

z.B. DWA-Merkblatt M 910 (DWA 2012), Ackerrandstreifen Heilbronn (2005)



Foto: N. Biller

Eine Bodenlockerung kann insbesondere in Fahrspuren durch Hublockerungen mit Grubbern oder Abbruchlockerungen mit Pflug- oder Spatenmaschinen erfolgen. Beides dient der Regenerierung des Wasser- und Lufthaushaltes von Böden. Aber nur die Bodenschonung durch das Vermindern der mechanischen Belastung vor und nach dieser Maßnahme gewährleistet eine nachhaltige Wirkung.

## WIRKUNG

Eine Bodenlockerung führt zu vergrößertem Bodenporenvolumens, das nach Schadverdichtungen die Leitfähigkeit und Speicherkapazität von Wasser und Luft in Böden wieder anhebt. Daraus resultiert ein verbessertes Pflanzenwachstum mit Bodenbedeckung. Außerdem erhöht eine tiefe Lockerung mit Spatenmaschine den Tongehalt sehr schluffreicher Oberböden, wenn in den Unterböden tonreichereres, also weniger erosionsanfälliges Material vorhanden ist. So reduzierte sich bei Beregnungsversuche mit 70 l/m<sup>2</sup> der Wasserabfluss von rigoltem Boden auf vegetationsfreien Flächen um über 30 %-Punkte.

## REALISIERUNG

Eine vorsorgende Bodenschonung kann die Bodenlockerung ersparen wie etwa der Einsatz von Breitreifen mit Innendruckregelung oder Gerätekombinationen. Die Notwendigkeit einer Bodenlockerung kann nachgewiesen werden mittels Spatenprobe oder Dichtesonde. Unterbleiben sollte eine Lockerung von feuchtnassen Böden. Schichtengrubber eignen sich für Lockerungen bis 35 cm Tiefe, Spatenmaschinen (Rigolen) bis 60 cm. Der einjährige Anbau intensiv wurzelnder Pflanzen wie, z.B. Luzerne oder Hafer sind Alternativen und sichern im Nachgang eine nachhaltige Gefügestabilisierung.

## VORTEILE

Ein Vorteil der Bodenschonung und -lockerung ist der Erhalt von Erträgen. Die technische Durchführung der Maßnahme erfordert kaum vertiefte Fachkenntnisse.

## NACHTEILE

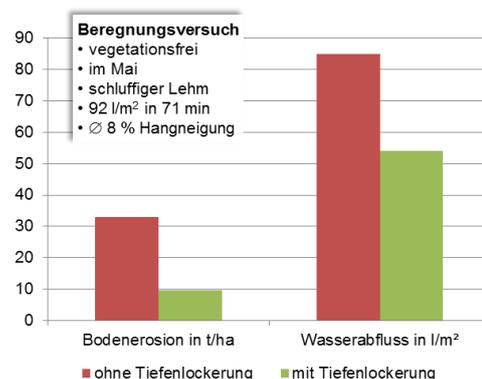
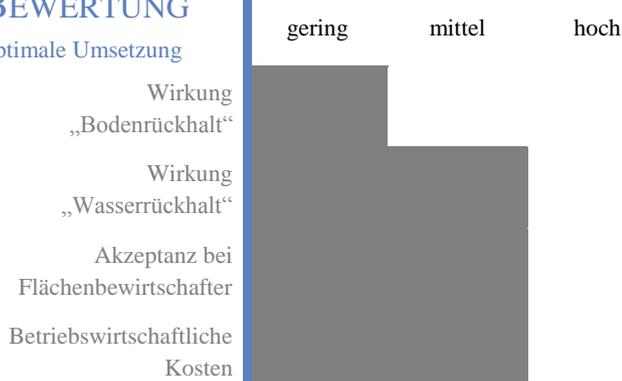
Ein Nachteil ist das Risiko von Bodenschäden, falls die Maßnahme bei feuchtnassen Böden realisiert wird oder im Anschluss keine bodenschonende Bewirtschaftung erfolgt.

## KOSTEN

Die Kosten für einen Satz bodenschonender Breitreifen am Traktor belaufen sich auf ca. 6000 €, für eine Reifendruckregelanlage auf ca. 4000 €. Für die Bodenlockerung lohnen sich einzelbetriebliche Investitionen zu meist nicht. Lohnunternehmer verlangen für das tiefe Rigolen mit einer Spatenmaschine umgerechnet ca. 350 €/ha, für eine Krumbasislockerung mit Schichtengrubber ca. 180 €/ha. Weil bei einer bodenschonenden Nachsorge die Maßnahmenwirkung 10 Jahren oder länger erhalten bleiben, belaufen sich die Kosten auf ca. 35 bzw. ca. 18 €/ha und Jahr.

## BEWERTUNG

optimale Umsetzung



## INFOS

Zur technischen Bodenschonung z.B. „Boden unter Druck“ – DLG-Verlag (2014)



Foto: W. Heilig

Die Engsaat bei Mais weist gegenüber dem konventionellen Maisanbau häufig einen halbierten Reihenabstand von 37,5 cm und einen vergrößerten Pflanzenabstand von 26 cm in der Reihe auf. Die Aussaat kann mit Einzelkorn- oder Drillmaschinen erfolgen und ist auch mit pfluglosem Ackerbau kombinierbar.

## WIRKUNG

Die Wirkung beruht auf einen um ca. zwei bis drei Wochen früheren Bestandesschluss. Dadurch wird die kritische Einflussphase durch Starkregen auf die Verschlammung verringert, so dass auch die Wassererosion und der Wasserabfluss von Böden abnehmen. Weiterhin resultiert aus der verlängerten Bodenbeschattung eine verbesserte Schattengare mit erhöhter Strukturstabilität der Böden. Auch die Ausnutzung von Bodenwasser und Nährstoffen ist aufgrund der gleichmäßigeren Pflanzenverteilung verbessert. Modellrechnungen mit 39 l/m<sup>2</sup> (siehe Grafik) zeigen für einen Maisbestand Mitte Juni bei der Bodenerosion eine Reduktion um fast 14 % und beim Wasserabfluss um knapp 8 %.

## REALISIERUNG

Bei der Realisierung mit Drillmaschine besteht ein größeres Risiko einer ungleichmäßigen Pflanzenverteilung im Feld, so dass seltener die gleichen positiven Wirkungen der Engsaat wie mit einem Einzelkornsägerät erreicht werden. Die Saatkichte kann aufgrund des gleichmäßigeren Standraums der Einzelpflanzen um bis zu 10 % reduziert werden. Die Anlage von Fahrgassen ist erforderlich. Die Unterfußdüngung ist der erhöhten Reihenzahl anzupassen. Für die Ernte ist eine reihenunabhängige Technik erforderlich, was bei Silo- bzw. Energiemais leichter zu gewährleisten ist als bei Körnermais.

## VORTEILE

Vorteile sind etwa eine verringerte Spätverunkrautung, verminderte Nmin-Gehalte im Boden oder häufig höhere Erträge. CC-Auflagen zum Erosionsschutz können entfallen.

## NACHTEILE

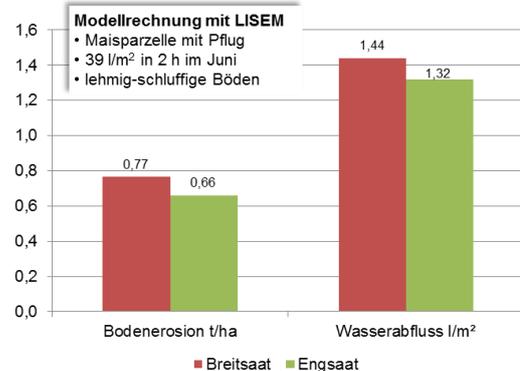
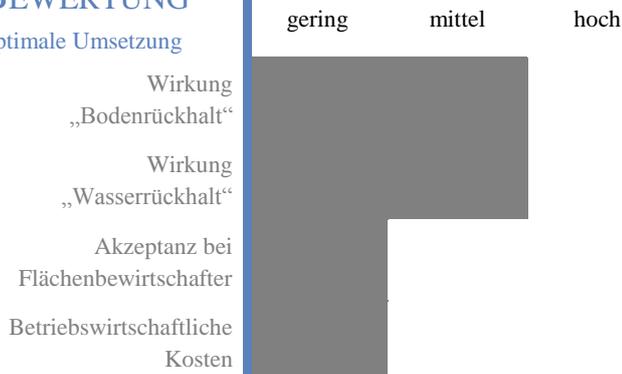
Nachteile bestehen z.B. in den höheren Anforderungen an die Verfahrenstechnik. So ist etwa die Erntetechnik für Körnermais noch nicht ausgereift. Vereinzelt ist auch die Energiedichte geringer.

## KOSTEN

Die Kosten für den technischen Mehraufwand bei der Engsaat durch doppelte Einzelkornsäaggregate belaufen sich je nach Maschinenauslastung und Abschreibungsdauer auf ca. 10 bis 20 € je Hektar. Durch die Aussaat mit einer zeitgemäßen Drillmaschine oder durch die Kompensation höherer Flächenleistung und Erträge von bis zu 10 % sind aber auch Kostenvorteile bis zu 70 € je Hektar möglich.

## BEWERTUNG

optimale Umsetzung



## INFOS

z.B. „Standpunkt zur Standraumverteilung im Maisanbau“ der TLL Jena (2008)



Grafik: M. Billen

Bei der Felderordnung wird die jährliche Anbauplanung der Landwirte für das Folgejahr in einer Karte zusammengefasst. Dies ist ein „Frühwarnsystem“ für die Häufung und Umverteilung erosionskritischer Feldfrüchte. Bei der Flurneuordnung vereinbaren Landwirte eine Zusammenlegung und Neueinteilung von Feldern, um erosionsfördernde Parzellenformen und -längen sowie Wegführungen zu beseitigen.

## WIRKUNG

Die Felderordnung wirkt durch das rechtzeitige Vermeiden einer Konzentration erosionskritischer Kulturen (siehe z.B. schwarzen Kreis in der Karte). Dazu werden Schutzmaßnahmen für ein Einzugsgebiet gemeinsam abgesprochen wie etwa gleichmäßigere Verteilung abflusskritischer und -mindernder Kulturen. Zweitgenannte Kulturen vermindern Erosions- und Abflussrinnen aufgrund ihrer besseren Bodenbedeckung und -durchwurzelung. Die Wirkung der Maßnahmen ist messtechnisch kaum sondern eher modelltechnisch erfassbar. Sie entspricht zumindest dem der Hangteilung.

## REALISIERUNG

Die Maßnahmen erfordern Diskussionen mit den Landwirten und eine Fachberatung in moderierten Gruppen- und Einzelgesprächen. Fachliche Entscheidungsgrundlage sind Flurkarten mit dem Abfluss- und Erosionsrisiko gemäß Expertenaussagen oder Modellberechnungen. Wenn die Maßnahmen in kleineren Zielgebieten stattfindet und anderenorts Ausweichflächen verfügbar ist die Wirkung der Felderordnung zumeist positiv. Die Gründung einer Anbaugemeinschaft mit Kooperationsregeln oder die Durchführung einer Flurordnung kann die Realisierung der Maßnahmen dauerhaft verbessern.

## VORTEILE

Vorteilhaft ist der schlagübergreifende Schutz von kritischer Erosions- und Abflussbereiche. Verbesserte Parzellenzuschnitte bewirken außerdem Bewirtschaftungsvorteile.

## NACHTEILE

Die erforderliche Kooperation und Einschränkung der individuellen Planungsfreiheit ist häufig nachteilig. Bei der Parzellenneuverteilung wird die Gerechtigkeit oft angezweifelt.

## KOSTEN

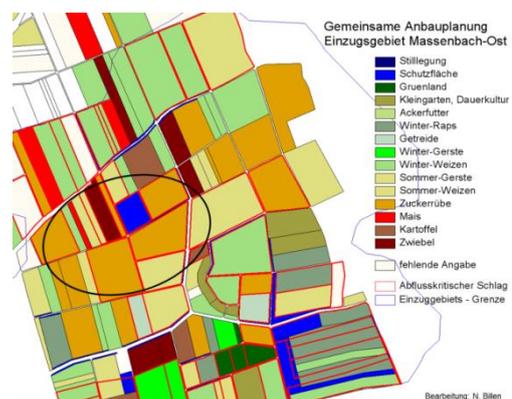
Die jährlichen Kosten einer Felderordnung umfassen den Zeitaufwand von ein bis zwei Stunden pro Betrieb sowie die Koordination und die Kartenerstellung von ca. 8 Std. Einmalig sind die abflusskritischen Bereiche eines Gebietes zu identifizieren. Für eine Flurneuordnung ist mit höheren Kosten zu rechnen, weil etwa eigentumsrechtliche Festlegungen juristisch zu klären sind. Für beide Maßnahmen gilt: Je größer das Zielgebiet und die Anzahl der Landwirte und je komplexer die Zielvorgaben und die Feldstrukturen sind, desto stärker nehmen die Kosten zu. Entsprechende Angaben sind daher kaum möglich.

## BEWERTUNG

optimale Umsetzung

- Wirkung „Bodenrückhalt“
- Wirkung „Wasserrückhalt“
- Akzeptanz bei Flächenbewirtschaftern
- Betriebswirtschaftliche Kosten

|                                      | gering | mittel | hoch |
|--------------------------------------|--------|--------|------|
| Wirkung „Bodenrückhalt“              |        |        |      |
| Wirkung „Wasserrückhalt“             |        |        |      |
| Akzeptanz bei Flächenbewirtschaftern |        |        |      |
| Betriebswirtschaftliche Kosten       |        |        |      |



## INFOS

Bedeutung von Flurbereinigungsmaßnahmen für das Abflussverhalten... (Bronstert 1995)



Foto: N. Biller

Eine Hangteilung umfasst die Teilung großer Ackerschläge, so dass unterschiedliche Kulturen streifenförmig angebaut werden. Dies geschieht möglichst in Kombination mit Querbewirtschaftung und einer abwechslungsreichen Abfolge. Dadurch liegen Kulturen mit hohem Abfluss- und Erosionsrisiko aufgrund geringen Bodenbedeckungsgrads wie Mais zwischen jenen mit geringem Risiko.

## WIRKUNG

Die Wirkung der Hangteilung wird durch die veränderte Anbauordnung von erosions- und abflussgefährdeter Kulturen wie Mais oder Zuckerrüben auf einem großen Schlag oder am Gesamthang erreicht. In den Bereichen mit gut deckenden Kulturen wie Winterweizen wird der Oberflächenabfluss gebremst und dadurch das Erosionsrisiko vermindert. So wird in Kombination mit der Querbewirtschaftung auch die Erosion von Tiefenlinien begrenzt. Die Wirkung der Hangteilung als großflächige Maßnahme ist messtechnisch kaum erfassbar. Modellrechnungen zeigen aber, dass der Abfluss von Boden- und Wasser ohne weitere Maßnahmen um bis zu 10 % reduzierbar ist.

## REALISIERUNG

Bei der Realisierung sollte eine Kombination mit weiteren Maßnahmen wie Querbewirtschaftung oder Mulchsaat stattfinden. Die Aufteilung eines Schlages am Hang in mindestens zwei, besser drei Teilparzellen verspricht bereits positive Wirkungen. Ackerschläge unter zwei Hektar sind aus betriebswirtschaftlichen Gründen jedoch ungünstig. In besonders kritischen Lagen ermöglichen z.B. mehrjähriges Ackerfutter oder Grünstreifen auf Teilparzellen einen verbesserten Schutz. Häufig werden langgestreckte Hänge von verschiedenen Landwirten bewirtschaftet, so dass bei dieser Maßnahme eine Absprache zwischen den Betriebsleitern oder eine übergeordnete Koordination erforderlich ist.

## VORTEILE

Ein Vorteil ist vielfältigere Kulturabfolge, die einen geringeren Schädlings- und Unkrautbefall bewirken kann und so auch den Pflanzenschutzmitteleinsatz verringert.

## NACHTEILE

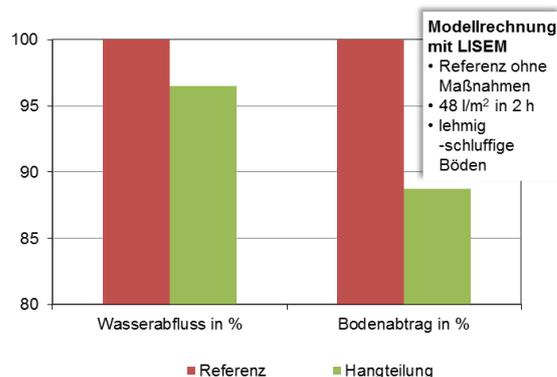
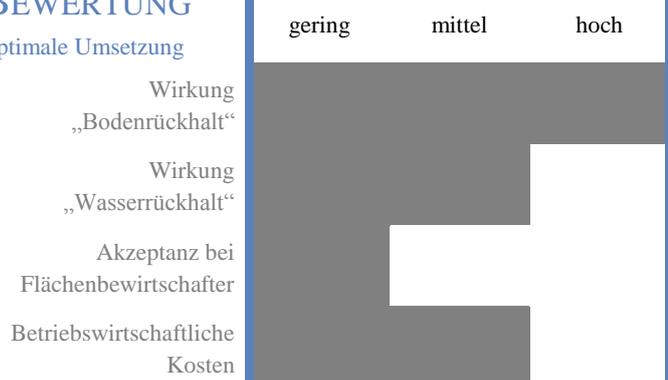
Verschiedene Saat-, Pflege- und Erntezeitpunkte der Kulturen verursachen einen Mehraufwand für Anfahrts- und Rüstzeiten besonders bei ungünstiger Parzellenerschließung.

## KOSTEN

Die Kosten der Hang- bzw. Schlagteilung hängen stark von der Schlagform und -größe ab und reichen von 10 €/ha bis zu 76 €/ha. Der Mittelwert liegt bei 41 €/ha. Je größer die verbleibenden Schlagteile sind, desto geringer sind die auftretenden Kosten. Die Teilung eines 200 m x 100 m-Schlages (2 ha) in zwei Quadrate von 100 m Seitenlänge führt beispielsweise zu Kosten in Höhe von ca. 43 €/ha.

## BEWERTUNG

optimale Umsetzung



## INFOS

z.B. DWA-Merkblatt M 910 (DWA 2012)



Foto: T. Würfel

Mulchsaat bedeutet die Einsaat der Hauptfrucht in die Erntereste der Vorfrucht, der Zwischenfrucht oder der Untersaat mit einer Bodenbedeckung von mindestens 30 %. Die Bodenbearbeitung erfolgt möglichst zeitnah zur Aussaat in der Regel pfluglos und nur bis zur Saattiefe. Noch wirkungsvoller ist die Direktsaat, bei der keine Bodenbearbeitung stattfindet und direkt in den Vorfruchtmulch gesät wird (s. DWA-Merkblatt 910).

## WIRKUNG

Die Wirkung beruht u.a. auf der Dämpfung verschlammungswirksamer Regentropfen, der erhöhten Regenwurmdichte gekoppelt mit versickerungswirksamen Wurmröhren oder der Vermehrung von Bodenleben und Humus in der obersten Bodenschicht und dadurch erhöhte Bodenkrümelstabilität mit verbesserter Tragfähigkeit, also verminderter Verdichtungsgefahr des Bodens. So flossen bei Versuchen mit ca. 65 l/m<sup>2</sup> Beregnungswasser auf Lössböden von Zuckerrübenfeldern bei alleiniger Bodenbewirtschaftung mit Saatkreiselegge im Durchschnitt rund 80 % weniger Boden und 40 % weniger Wasser ab gegenüber der Pflugbewirtschaftung mit z.T. verdichteten Böden (siehe Grafik). Je nach Standort können die Abweichungen allerdings bis zu 100 % oder mehr betragen.

## REALISIERUNG

Bei der Realisierung können die besten Effekte in schluffreichen und tonarmen (<20 % Ton) sowie humusarmen (<2 % Humus) Böden erwartet werden. Die Pflanzenreste sollten weit möglichst an der Oberfläche belassen oder nur oberflächlich eingearbeitet werden. Ein grobes Saatbett ergänzt die Schutzwirkung des Mulches. Erste Erfahrungen mit Mulchsaat können am besten im Maisanbau gesammelt werden. Die Auswahl neuer Maschinen geschieht am besten mit Hilfe von erfahrenen Berufskollegen, weil es eine große Vielfalt an speziellen Mulchsaatmaschinen für verschiedene Kulturen und Böden gibt.

## VORTEILE

Vorteile sind z.B. die Zeitersparnis, weil das zeitaufwändige Pflügen entfällt oder verringerter Wasserstress in trockenen Jahren und Regionen sowie auf sandig/leichten Böden.

## NACHTEILE

Von Nachteil kann die verzögerte Aussaat wegen langsamerer Abtrocknung sein, besonders auf schweren Böden (>25 % Ton), oder der erhöhte Pflanzenschutzmittelaufwand.

## KOSTEN

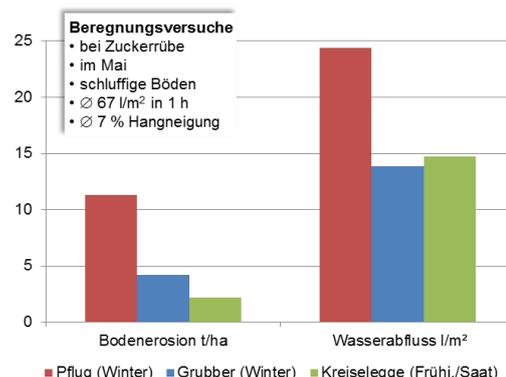
Es treten variable Mehrkosten von 11 €/ha bis 19 €/ha auf in der Einführungsphase von Mulchsaat. Zusätzlich fallen jährliche Mehrkosten durch Investitionen in Höhe von ca. 8 €/ha bis 43 €/ha an, z.B. für mulchsaatfähige Sämaschinen. Bei längerfristiger, konsequenter Durchführung der Mulchsaat sind laut Expertenmeinung auch Kosteneinsparungen möglich.

## BEWERTUNG

optimale Umsetzung

Wirkung „Bodenrückhalt“  
Wirkung „Wasserrückhalt“  
Akzeptanz bei Flächenbewirtschafteter  
Betriebswirtschaftliche Kosten

gering      mittel      hoch



## INFOS

z.B. „Standpunkt zur Pfluglosen Bodenbewirtschaftung“ der TLL Jena (2006)



Foto: N. Billen

Die Querbewirtschaftung tauscht eine in Gefällerrichtung stattfindende Bearbeitungsrichtung eines Hanges gegen eine quer zum Gefälle verlaufende Richtung. So schaffen die Bearbeitungsspuren stauwirksame Barrieren. Die Maßnahme ist praxisgerechter als die nah verwandte Kontursaat, bei der die Bearbeitung parallel zu den Höhenlinien stattfindet.

## WIRKUNG

Die Wirkung beruht auf den quer zum Hang verlaufenden Bearbeitungsspuren, die bei geringem Seitengefälle stauwirksame Barrieren und Rillen schaffen. Damit wird flächenhaft ein kleinräumiger Rückhalt von Oberflächenabfluss und bewegter Feinerde ermöglicht. Bei welligen Hängen mit mehr als 15 % Neigung nimmt das Risiko von Wasserdurchbrüchen und Rinnenerosion zu. Die Wirkung der Querbewirtschaftung als großflächige Maßnahme ist messtechnisch kaum erfassbar. Modellrechnungen zeigen aber, dass der Abfluss von Boden und Wasser um bis zu 25 % reduziert werden kann.

## REALISIERUNG

Die Realisierung setzt eine ungefähr höhenlinienparallele Durchführbarkeit und eine seitliche Erschließung der Schläge durch Wege in Gefällerrichtung voraus. Erfolgsversprechend ist die Maßnahme bei Hangneigungen bis zu 15 % in Kombination mit Schlagbreiten von bis zu 100 m. Hierbei sind auch noch Vollernter wie etwa für Zuckerrüben oder Kartoffeln einsetzbar, Mährescher sogar bis zu 25 %. Bei größerer Schlagbreite und Hangneigung oder welligem Relief ist eine Kombination mit anderen Maßnahmen wie Schlagteilung oder Mulchsaat empfehlenswert.

## VORTEILE

Vorteilhaft ist, wenn mittels Querbewirtschaftung gleiche oder größere Arbeitslängen erzielt werden, wodurch sich der Bearbeitungsaufwand eines Ackerschlagess verringert.

## NACHTEILE

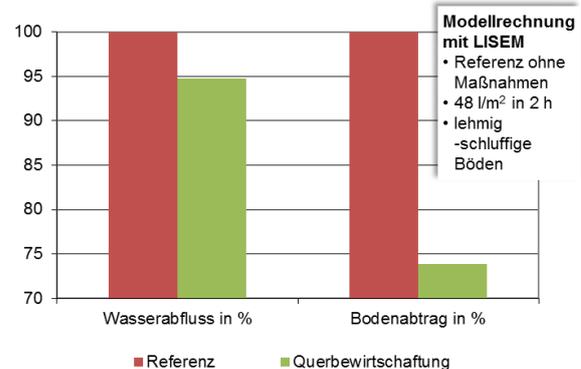
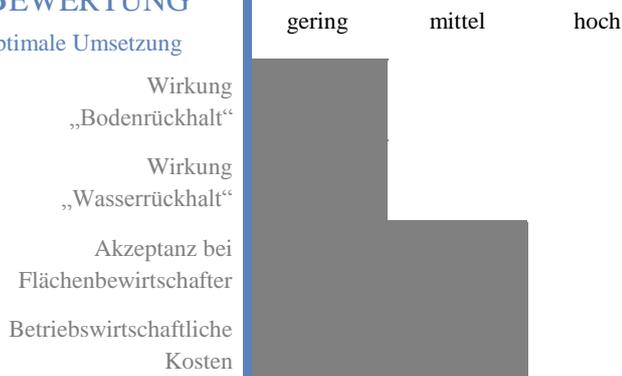
Besonders bei Zuckerrüben und Kartoffeln entstehen in Hanglagen über 15 % Probleme bei Saat und Ernte. Hier nimmt auch das Risiko reduzierter Erträge und Qualität zu.

## KOSTEN

Die Kosten hängen stark von der Schlagform ab. Falls der Schlag bereits quer zum Hang oder quadratisch ist, treten keine Mehrkosten auf. Unter ungünstigen Bedingungen können die Kosten bis auf 320 €/ha steigen, wobei der Mittelwert bei 100 €/ha liegt. Unter 100 €/ha liegen die Kosten, sofern ein Schlag mindestens 70 bis 100 m breit ist. Bei einem rechteckigen Schlag mit Seitenlängen von 200 m und 100 m betragen die Kosten ca. 35 €/ha. Ggf. können dazu mehrere Schläge zusammengefasst werden.

## BEWERTUNG

optimale Umsetzung



## INFOS

z.B. in „Praxisleitfaden“ des Instituts für Ökosystemforschung der Univ. Kiel (2012)



Foto: J. Aurbacher

Eine spezielle Maßnahme im Kartoffelanbau ist die Querdammhäufelung. Damit werden zwischen den Kartoffeldämmen in gleichmäßigem Abstand Querdämme angelegt. Somit entsteht eine Vielzahl von kleinen, Abfluss verhindernden und Wasser speichernden Mulden die zudem das Niederschlagswasser zwischenspeichern.

## WIRKUNG

Die Wirkung beruht auf der Anhäufelung von Querdämmen zwischen den Kartoffeldämmen, bei der zahlreiche kleine Mulden entstehen, die die Bildung von stärkerem Wasserabfluss verhindern. Bei Beregnungsversuchen mit einem simulierten Niederschlag von 50-100 l/m<sup>2</sup> pro Stunde floss bei der Querdammhäufelung verbunden mit einem Anbau quer zur Hangrichtung nahezu kein Beregnungswasser ab. Der Abfluss ohne diese Maßnahme lag hingegen zwischen 14 % und 52 % des Beregnungswassers.

## REALISIERUNG

Die Realisierung ist vorzugsweise auf Feldern mit Gefälle unter 15 % möglich, weil ansonsten das Risiko eines Querdammdurchbruchs stark zunimmt. Bei einem Gefälle bis 3 % sind Querdammabstände bis 10 m ausreichend. Bei größerer Hangneigung sind engere Abstände und höhere Querdämme erforderlich. Die Querdämme sollten zeitgleich mit oder direkt nach dem Pflanzen angehäufelt werden. Für nachfolgende Pflegemaßnahmen sind evtl. querdammfreie Fahrgassen anzulegen, die das Abflussrisiko jedoch erhöhen.

## VORTEILE

Ein Vorteil besteht durch den Wasserrückhalt im Boden: Der Bewässerungsaufwand wird in trockenen Sommern evtl. verringert. Auch das Pflugverbot von CC2-Flächen entfällt in einigen Bundesländern.

## NACHTEILE

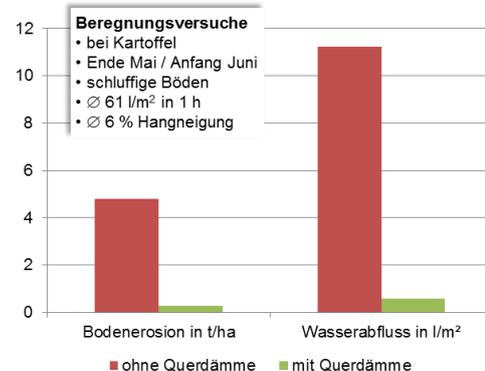
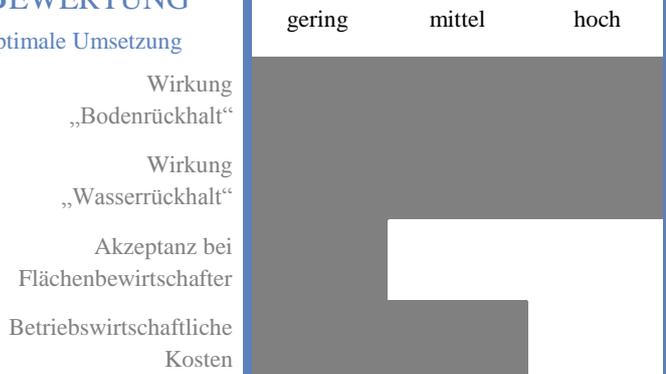
Ein Nachteil ist das Risiko des Querdammbruchs bei extremen Niederschlagsereignissen oder Fremdwassereintrich. Dies kann zu größeren Schäden als beim Wasserabfluss ohne Querdämme führen.

## KOSTEN

Die variablen Kosten dieser Maßnahme liegen zwischen 13 €/ha und 16 €/ha. Weitere Kosten sind nicht zu erwarten, weil die Maßnahme keine Pflanzverzögerung und keinen weiteren Düngungs- sowie Pflanzenschutz aufwand verursacht sowie keine merklichen Wirkungen auf Erntemenge und -qualität hat. Ein getesteter Prototyp verursachte aber zusätzliche Mehrkosten durch die Investitionen für den Querdammhäufler von ca. 190 €/ha und Jahr. Eine Serienproduktion dieses Gerätes bzw. eine höhere Auslastung würde die Kosten deutlich senken.

## BEWERTUNG

optimale Umsetzung



## INFOS

z.B. „Der Querdammhäufler“ in: Kartoffelbau 3/2011



Foto: N. Biller

...oder auch Strip-till ist eine Bodenbearbeitungs- und Aussaatmethode vornehmlich für Reihenkulturen, die ein 15-20 cm breites Saatbett schafft und somit Zweidrittel des Ackers unbearbeitet lässt. Die beiden Arbeitsgänge können gleichzeitig oder zeitversetzt im Herbst und Frühjahr stattfinden. Die Intensität der Methode ist variabel und abhängig von der Fruchtfolge und dem Anbausystem.

## WIRKUNG

Die Wirkung beruht auf dem Erhalt schützender Pflanzenreste und ungestörter Bodenstruktur. Dadurch wird die Bodenwasseraufnahme verbessert, so dass sich Austrocknung, Wasserabfluss und Bodenerosion vermindern. Dies zeigten z.B. Feldmessungen 59 Tage nach der Pflanzung von Weißkohl bei einem Niederschlag von 21 l/m<sup>2</sup> in weniger als einer Stunde (siehe Grafik). Beregnungsversuche bei Weißkohl und Zuckerrüben führten zu vergleichbaren Ergebnissen. Darüber hinaus ergibt sich im Frühjahr ein schnelleres Erwärmen und Abtrocknen der gelockerten Streifen gegenüber Direktsaat.

## REALISIERUNG

Für die Realisierung auf schweren Böden wie Lehme und Tone sollte bei Frühjahrskulturen das zeitversetzte Verfahren gewählt werden. Hierbei dient die Frostgare über den Winter als zusätzliche „Saatbettbereitung“. In diesem Fall ist im Gegensatz zum zeitgleichen Verfahren ein präzises RTK-GPS Signal und ein automatisches Lenksystem erforderlich. Die kombinierte Methode ist vor allem für sehr leichte Böden wie Schluffe und Sande bei Zuckerrüben und Mais geeignet. Beim Einsatz in Zwischenfrüchten kann eine Frontwalze auf schweren Böden ein Nachläufer vorteilhaft sein. Die Düngung kann breitflächig oder direkt mit der Lockerung oder Aussaat in die gelockerten Streifen erfolgen.

## VORTEILE

Die Vorteile der konventionellen Bodenbearbeitung wie z.B. Ertragssicherheit sowie der Direktsaat wie z.B. Erosionsschutz und Wasserersparnis werden kombiniert.

## NACHTEILE

Ein Nachteil ist gegenwärtig noch die Begrenzung auf Reihenfrüchte, also auf Fruchtfolgen ohne Getreide. Außerdem wird der Einsatz von Totalherbiziden wie auch bei Mulchsaat kontrovers diskutiert.

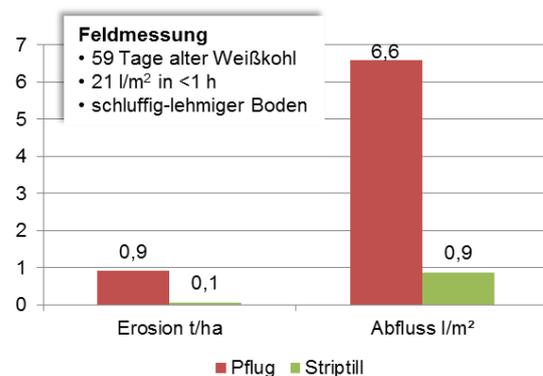
## KOSTEN

Die Kosten sind zunächst geprägt von den erforderlichen Investitionen, die sich für den Streifenlockerer und für das Lenksystem auf je ca. 20000 € belaufen. Unabhängig davon reduzieren sich die Kosten gegenüber konventionellen Verfahren vor allem aufgrund der Zeit- und Kraftstoffersparnis und erreichen ohne Kraftstoff und Saatgut ca. 50 €/ha. Eine Förderung durch das Agrarumweltprogramm FAKT ist möglich.

## BEWERTUNG

optimale Umsetzung

|                                     | gering          | mittel | hoch |
|-------------------------------------|-----------------|--------|------|
| Wirkung „Bodenrückhalt“             | [Dark Grey Bar] |        |      |
| Wirkung „Wasserrückhalt“            | [Dark Grey Bar] |        |      |
| Akzeptanz bei Flächenbewirtschafter | [Dark Grey Bar] |        |      |
| Betriebswirtschaftliche Kosten      | [Dark Grey Bar] |        |      |



## INFOS

z.B. [www.strip-till.de](http://www.strip-till.de)



Foto: V. Prasuhn

Im Frühjahr wird die Untersaat zeitgleich mit oder nachträglich in eine Hauptfrucht eingesät. Dabei dient z.B. ein schnellwüchsiges Getreide der temporären Untersaat, bei welcher der Boden rasch vor intensiven Niederschlägen geschützt ist. Spätere Gräser- oder Kleeaussaaten dienen nach der Hauptfruchternte zur Gründung oder Fütterung.

## WIRKUNG

Die Wirkung der Maßnahme beruht auf einer erhöhten Bodenbedeckung, die erosions- und abflussmindernd wirkt. Dies gilt besonders für die Zeit nach der Hauptfruchternte und eingeschränkt bei spätem Bestandeschluss der Hauptfrucht. Unabhängig davon stabilisieren die Wurzeln die Böden durch Verbauung, fördern den Rückhalt von Nährstoffen wie z.B. Nitrat und die Unterdrückung von Beikräutern. Exemplarische Beregnungsversuche zeigten auf stark erodierten Lössböden eine Reduktion des Wasserabflusses um 65 % (siehe Grafik) entsprechend 160 m<sup>3</sup>/ha über einer Stunde.

## REALISIERUNG

Die Realisierung ist erfolgsversprechend, wenn die Untersaat aufgrund der Wasserkonkurrenz bei Jahresniederschlägen über 600 bis 700 mm und über 150 mm pflanzenverfügbarer Wasserspeicherkapazität des Bodens erfolgt. Die Pflanzenwahl orientiert sich an den Anbauzielen wie z.B. Rotschwingel zu Mais für einen raschen Erosionsschutz nach der Aussaat im Frühjahr oder Klee gras zu Mais als Viehfutter nach der Hauptfruchternte. Sofern die Hauptfrucht stark unterdrückt wird, sollte die Untersaat chemisch oder mechanisch kurz gehalten werden. Insgesamt ist die Wirkung schwer vorhersehbar, weil z.B. Trockenheit den Auflauf hemmen kann, so dass die Mulchsaat häufig vorteilhafter ist.

## VORTEILE

Ein Vorteil von Untersaaten ist Nutzbarkeit als Gründung oder Viehfutter nach der Hauptfruchternte. Auch der Nitratrückhalt, die Beikrautunterdrückung oder die Ökosystembereicherung ist positiv.

## NACHTEILE

Ein Nachteil ist die Konkurrenz um Wasser, Licht und Nährstoffe. Zudem ist der Mehraufwand etwa für Arbeitszeit, Maschinenkosten, Saatgut und Herbiziden nachteilig.

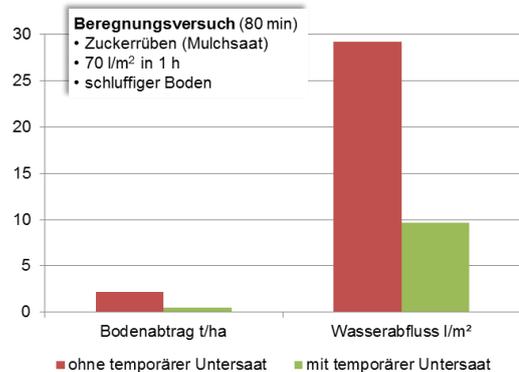
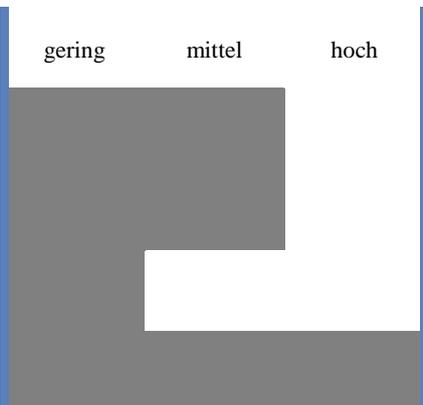
## KOSTEN

Die Kosten für den Mehraufwand und mögliche Ertragseinbußen können beim Mais bis zu 120 €/ha betragen und bei Zuckerrüben bis 400 €/ha. Durch den Rückhalt von Nitrat und dem Herbizidverzicht kann ein Vorteil von bis zu 80 €/ha entstehen. Die Anrechnung klee freier Untersaaten kann wie Zwischenfrüchte beim Greening bis zu 87 €/ha Prämie ergeben oder die Förderung durch das Agrarumweltprogramm FAKT bis zu 100 €/ha.

## BEWERTUNG

optimale Umsetzung

- Wirkung „Bodenrückhalt“
- Wirkung „Wasserrückhalt“
- Akzeptanz bei Flächenbewirtschaftler
- Betriebswirtschaftliche Kosten



## INFOS

z.B. „Standpunkt zur Begrünung der Maiszwischenreihen“ der TLL Jena (1995)



Foto: N. Billen

Zwischenfrüchte sind schnellwüchsige Feldkulturen, die zwischen der Ernte einer Hauptfrucht und der Folgefrucht im Herbst/Winter angebaut werden. Die Aussaat findet als Herbst-, Unter- oder Blanksaat statt. Sie dienen als Ackerfutter, Gründüngung, Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit sowie dem Boden- und Gewässerschutz.

## WIRKUNG

Die Wirkung umfasst z.B. Stickstoff-/Humussammlung, Verbrauch von überschüssigem Niederschlagswasser, biologische Bodenlockerung, Beikraut/Schädlingsbekämpfung oder Erosions-/Abflussminderung. Das Mulchmaterial ist außerdem Futter für Regenwürmer, die infiltrationsfördernde Röhren schaffen. So flossen bei Beregnungsversuchen auf Lössböden von Zuckerrüben- und Kartoffelfeldern bei dichtem gegenüber fehlendem Zwischenfruchtmulch im Durchschnitt rund 85 % weniger Boden und 65 % weniger Wasser ab (siehe Grafik). Aufwuchs und Standort beeinflussen jedoch das Ergebnis.

## REALISIERUNG

Bei der Realisierung ist zunächst auf die richtige Pflanzen-/ Gemengewahl zu achten. Diese ist abhängig von der verfügbaren Wachstumszeit, der Bodenbearbeitbarkeit, der Niederschlagsmenge oder der Vor- / Folgefrucht. Eine Gerätekombination für leichte Stoppelbearbeitung, Saatgutablage und Nachverdichtung verspricht zumeist guten Aufgang und Bodenschonung. Aussaaten ab Mitte September können zu lückigen Beständen führen. Im Frühjahr besteht auf tonreichen Böden (>25 % Ton) oft eine längere Abtrocknungsphase, so dass evtl. das flache Einarbeiten der Zwischenfrüchte erforderlich wird.

## VORTEILE

Weitere Vorteile Bestehen in der unverzüglichen Wirkung wie z.B. verbesserte Bodenfruchtbarkeit oder Rückhalt von Nitrat-Stickstoff. Auch die geringen Ansprüche an Maschinen und Arbeitszeit sind vorteilhaft.

## NACHTEILE

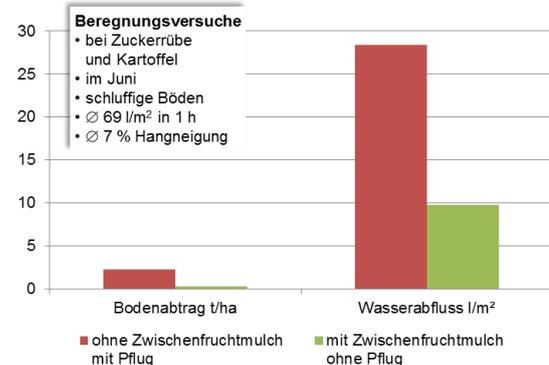
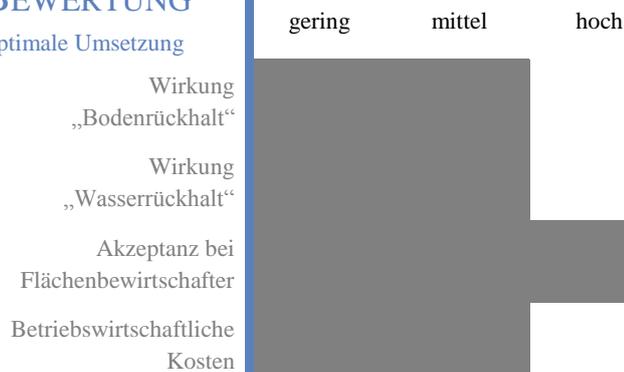
Von Nachteil können sein die verzögerte Aussaat aufgrund später Vorfruchternte, die Wasserkonkurrenz bei Trockenheit oder erhöhter Schädlingsdruck wie z.B. Schnecken.

## KOSTEN

Die Kosten (abzüglich Vorfruchtwert) der Zwischenfrüchte belaufen sich je nach angebauter Pflanzenart z.B. auf 45 €/ha (Gelbsenf) oder für Gemenge bis zu 90 €/ha. Eine Kreiseleggen-Sämaschinen-Kombination wird mit 35 €/ha angesetzt. Falls die Zwischenfrucht nicht abfriert, fallen zusätzlich 25 €/ha Mulchkosten an. Demgegenüber kann die Anrechnung beim Greening bis zu 87 €/ha Prämie ergeben oder die Förderung durch das Agrarumweltprogramm FAKT bis zu 100 €/ha

## BEWERTUNG

optimale Umsetzung



## INFOS

z.B. LTZ: Zwischenfrüchte 2015 - Hinweise zum Anbau, [www.landwirtschaft-bw.info](http://www.landwirtschaft-bw.info)



vorl. Foto n. LUBW/WBW-Leitfaden (2017)

Zur Erhaltung und Förderung des Wasserrückhaltevermögens von Bachauen in Wald und Feld sollte die natürliche Regeneration der Bachstrukturen und Bachauen geschützt bzw. gefördert werden. Durch veränderte Linienführung, eine naturnahe Gestaltung der Ufer und ihres Bewuchses sowie des Bachbettes können Fließzeiten verlängert und das Retentionsvermögen der Auebereiche aktiviert werden.

## WIRKUNG

Renaturierungen von Bächen vergrößern deren Fließlänge und die Rauigkeit der Vorländer, wodurch Hochwasserwellen verlangsamt werden. Sie erhöhen das Wasserrückhaltevermögen, wenn dem Gewässer durch entsprechende Querprofilgestaltung ein frühes Ausuferen ermöglicht wird. Staubereiche durch Totholz oder Geröll fördern die Ufervernässung und die Entwicklung einer standortgerechten Aue, deren erhöhte Transpiration die Retentionswirkung verstärkt. Bachrenaturierungen wirken sich vor allem auf kleine Hochwasserereignisse und in kleinen Einzugsgebieten mit Fließlaufgefällen unter fünf Promille aus (s. Grafik).

## REALISIERUNG

An den Gewässerrandstreifen sollten standortstypische Baumarten gefördert und insbesondere Fichtenbestände (deren flache Wurzeln leicht unterspült werden) umgewandelt werden. Einschränkungen, die die natürliche Struktur der Bäche verändern und die Lauflänge verkürzen (z.B. Wege), sollten zurückgebaut werden. Um die Verklausungsgefahr zu verringern, sollten Wegedurchlässe durch Furten ersetzt oder zumindest deren Querschnitt erweitert werden. Aktive Eingriffe in die Struktur von Fließgewässern (z.B. Änderung des Querprofils, Schaffung von Mäandern) sollten nur erfolgen, wenn die standörtlichen Voraussetzungen und die Gewässerdynamik keine natürliche Gewässerbettentwicklung zulassen. Technische Maßnahmen bedürfen einer wasserrechtlichen Genehmigung.

## VORTEILE

Vorteile sind die positiven Auswirkungen der vielfältigeren Gewässerstruktur auf die Artendiversität und die Eigendynamik der Gewässer.

## NACHTEILE

Nachteile sind der Flächenbedarf und die Nutzungseinschränkungen bei der Ausweitung von Bachauen.

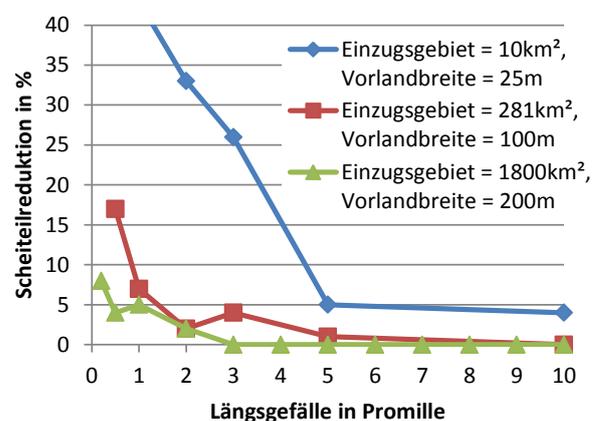
## KOSTEN

Kosten entstehen für die Planung und Bauüberwachung sowie für die eigentlichen Baumaßnahmen, welche die Gemeinde trägt, die für die Gewässerunterhaltung zuständig ist. Förderungen sind möglich u.a. nach den Förderrichtlinien Wasserwirtschaft und im Rahmen der Landschaftspflegeberichtlinie, wenn eine Maßnahme in erster Linie dem Hochwasserschutz außerhalb des Waldes dient.

## BEWERTUNG

optimale Umsetzung

|                                     | gering | mittel | hoch |
|-------------------------------------|--------|--------|------|
| Wirkung „Bodenrückhalt“             | ■      | ■      | ■    |
| Wirkung „Wasserrückhalt“            | ■      | ■      | ■    |
| Akzeptanz bei Flächenbewirtschafter | ■      | ■      | □    |
| Betriebswirtschaftliche Kosten      | ■      | ■      | □    |



## INFOS

Leitfaden „Ingenieurbioologische Bauweisen an Fließgewässern“ von LUBW und WBW



Auf vielen versauerten Waldstandorten ist es notwendig, zum Schutz gegen die Auswirkungen von Luftschadstoffeinträgen Bodenschutzkalkungen durchzuführen. Diese dienen nicht nur im Wald sondern auch im Feld der Erhaltung und Neubildung von Bodenstruktur und fördern damit die Infiltrations- und Speicherkapazität für Niederschlagswasser.

## WIRKUNG

Kalkungen auf versauerten Waldböden erhöhen den pH-Wert des Bodens, stabilisieren dadurch die Speicherung von Pflanzennährstoffen und verbessern deutlich die Lebensbedingungen von Bodenorganismen, durch deren Grabaktivität es zu einer verbesserten Porosität und Belüftung des Oberbodens kommt. Durch die Aktivität der Makrofauna (v.a. Regenwürmer) vergrößert sich die Versickerungsrate um das 4- bis 10-fache gegenüber ungekalkten Böden. Die Bildung von wasserspeichernden Bodenstrukturen sowie das intensivere Feinwurzelwachstum (siehe Grafik) vergrößert die Wasserspeicherkapazität der Böden um mehrere l / m<sup>2</sup>.

## REALISIERUNG

Kalkungen erfolgen erst nach einer fachlich fundierten Planung auf standörtlicher Grundlage. In einem Turnus von 10 Jahren werden zwischen 2,5 und 4,5 Tonnen Dolomite je Hektar mittels Hubschrauber oder Verblasung von Waldwegen ausgebracht. Zur Kontrolle der ökologischen und ökonomischen Auswirkungen sind die Kalkungsmaßnahmen lückenlos zu dokumentieren. Über ständige Stichproben der ausgebrachten Materialien vor Ort werden sowohl die düngemittelrechtlichen Kriterien für Schadstoffe als auch die Nährstoffzusammensetzung untersucht. Kalkungssensitive und naturschutzrelevante Flächen (hydromorphe Standorte, Trinkwasser- oder Naturschutzgebiete) sind, unter Einhaltung eines Pufferabstands von 100 m von einer Kalkung auszunehmen.

## VORTEILE

Zu den Vorteilen zählen die positiven Wirkungen für die Waldernährung sowie der verbesserte Schutz von Quell- und Grundwasser vor Schwermetall-, Aluminium- und Säureinträgen.

## NACHTEILE

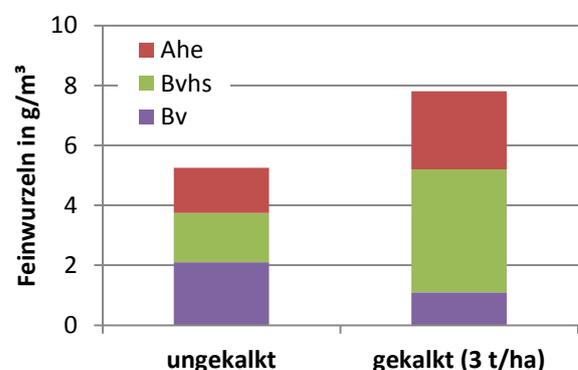
Nachteile ergeben sich durch die kurzfristige Förderung der Mineralisierung organisch gebundener Stickstoffvorräte und deren Nitrifikation, was zu einer Nitratverlagerung im Boden führt.

## KOSTEN

Kosten für die Waldkalkung variieren zwischen 220 und 300 € je Hektar, je nach Kalkungsmittel und Ausbringungsart.

## BEWERTUNG

optimale Umsetzung



## INFOS

[http://www.waldwissen.net/wald/boden/fva\\_bodenschutzkalkung/index\\_DE](http://www.waldwissen.net/wald/boden/fva_bodenschutzkalkung/index_DE), Merkblatt DWA-M 910



Foto: M. Schmickl / A. Assmann

Natürliche oder künstlich geschaffene Vertiefungen in der Landschaft können in forst- und landwirtschaftlichen Nutzungsbereichen als temporäre Wasserspeicher genutzt werden, die sich bei Starkregen mit Wasser füllen und in niederschlagsfreien Perioden trocken fallen. Solche Retentionsmulden dienen als Zwischenspeicher für den Oberflächenabfluss und tragen damit zu einer Verzögerung und Dämpfung der Hochwasserwelle bei.

## WIRKUNG

Retentionsmulden nehmen bei Niederschlägen entstehendes Oberflächenwasser auf, welches dann verdunsten oder versickern kann. Die Wirksamkeit der Mulden ergibt sich aus deren spezifischen Volumen (in mm), also dem Verhältnis von Muldenvolumen (in Litern) zur entwässernden Einzugsgebietsfläche (in m<sup>2</sup>). Ein Effekt auf Hochwasserspitzen ist ab einem spezifischen Muldenvolumen von etwa 3 mm, entsprechend 3000 m<sup>3</sup> je km<sup>2</sup>, zu erwarten (s. Grafik n. Kreiter 2007). Vergleichbar können aber auch kleinere, kaskadenartig angelegte Mulden wirken. Die Muldenkapazität kann sich zudem durch eine geringe Abdichtung der Sohle erhöhen.

## REALISIERUNG

Vor der Neuanlage von Retentionsmulden ist zu prüfen, ob das Wasser in bestehende Retentionsräume wie z.B. aufgegebene Fischteiche oder Stauräume vor Verkehrswegedämmen abgeleitet werden kann. Neue Retentionsmulden sollten nur in Bereichen geplant werden, die keine oder nur unzureichend breitflächige Versickerung des Oberflächenwassers aufgrund der Geländesituation (sehr steile Lagen, enge Kerbtäler), der Bodenverhältnisse oder des geologischen Untergrundes ermöglichen. Es ist wasserrechtlich zu prüfen, ob durch die Maßnahme eine Stauanlage nach DIN19700 entsteht. Die Retentionsmulden sind zudem an vorhandene Entwässerungsgräben oder Querableitungen von Wegewasser anzuschließen. Der Anschluss künstlicher Rückhaltebecken an Fließgewässer bedarf der Zulassung durch Wasser- und Naturschutzbehörden.

## VORTEILE

Vorteile ergeben sich, wenn sich Mulden zu temporären Feuchtgebieten entwickeln und so zu einer ökologischen Aufwertung der Umgebung beitragen.

## NACHTEILE

Ein Nachteil ist die notwendige regelmäßige Prüfung der Retentionsmulden, da sie im Laufe der Zeit zusehendermaßen sedimentieren und gegebenenfalls geräumt werden müssen. Retentionsmulden, die sich zu Feuchtgebieten entwickeln, können nicht geräumt werden und verlieren langfristig ihre Retentionswirkung.

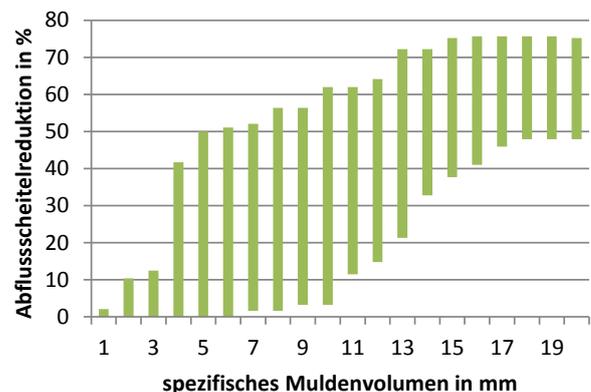
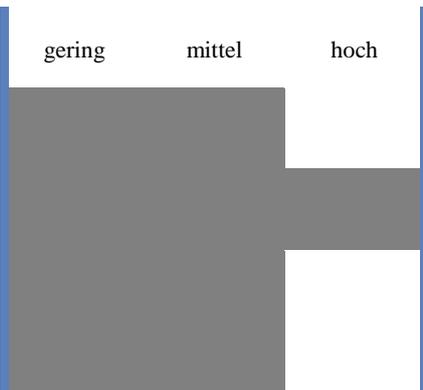
## KOSTEN

Die Baukosten sind gering, wenn Retentionsmulden bei anstehenden Wegesanierungen angelegt werden. Der Turnus, in dem das ursprüngliche Muldenvolumen durch Ausbaggern wiederhergestellt werden muss, entspricht etwa dem für die Grabenpflege. Die Kosten sind vergleichbar mit bestehenden Pflegemaßnahmen.

## BEWERTUNG

optimale Umsetzung

- Wirkung „Bodenrückhalt“
- Wirkung „Wasserrückhalt“
- Akzeptanz bei Flächenbewirtschafter
- Betriebswirtschaftliche Kosten



## INFOS

Merkblatt DWA-M 550 „Dezentrale Maßnahmen der Hochwasserminderung“, Merkblatt DWA-M 910



Foto: C. Sucker

Der Abfluss von forst- und landwirtschaftlichen Wegen beruht einerseits auf deren Versiegelung selbst und andererseits auf der Konzentration des Wasserabflusses von der Fläche zu linienhaftem Gerinneabfluss. Die Abflusswirksamkeit der Wege hängt davon ab, ob das Wasser durch häufige Querentwässerung wieder auf der wegbegleitenden Fläche breitflächig versickern kann oder ob es weiter linear zum Vorfluter abfließt.

## WIRKUNG

Wenn das sich auf dem Weg sammelnde Wasser möglichst schnell in den angrenzenden Waldbestand abgeleitet wird und dort in den Boden infiltriert, kann der Oberflächenabfluss aus Wäldern fast vollständig verhindert werden. Die Fließzeit bis zum Fließgewässer verlängert sich, Hochwasserwellen werden gedämpft und zeitlich verzögert. Bei Landregen kann durch Ableitung des Wegewassers in den Wald nahezu das komplette Niederschlagswasser wiederversickern (siehe Grafik), bei Starkregen auf staunassen Böden ist der Effekt jedoch begrenzt. In der Grafik gibt die Säulenhöhe die Spannweite des Effektes für trockene (hoher Effekt) und nasse Böden (geringer Effekt) an.

## REALISIERUNG

Von allen abflussintensiven Wegen sollte das Wegewasser möglichst flächig in den Bestand abgeleitet werden. Hierfür sind im Flachland Wege mit beidseitig geneigten Querprofilen, im Bergland mit einseitiger talseitiger Querneigung bis 5 % auszustatten. Auf Wegen mit größerer Längsneigung sind mindestens alle 50 m wasserableitende Abschlagsmulden diagonal zur Fahrbahn anzulegen. Auf Wegebegleitgräben sollte verzichtet werden. Ist dies nicht möglich, so sollten die Gräben Bewuchs aufweisen, um den Abfluss des Wassers zu bremsen. Zur Rückführung des Grabenwassers in den Waldbestand sind häufige, ausreichend dimensionierte Wegedurchlässe oder Rigolen anzulegen.

## VORTEILE

Vorteile sind geringere Reparaturkosten für Erosionsschäden am Wegekörper und geringere Unterhaltungskosten für wegbegleitende Gräben.

## NACHTEILE

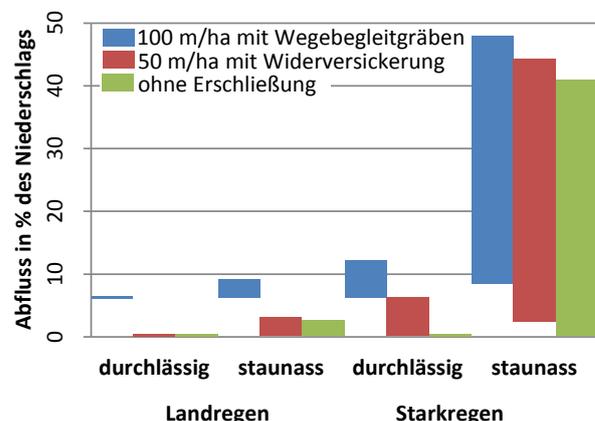
Ein Nachteil ist der höhere Unterhaltungsaufwand für Abschlagsmulden auf dem Wegekörper und die Auslaufbereiche in den Bestand.

## KOSTEN

Kosten entstehen für die Anlage und Befestigung von Abschlagsmulden. Laufende Kosten verursachen die regelmäßige Prüfung und die Wiederherstellung zerfahrener oder anderweitig zerstörter Abschlagsmulden sowie die regelmäßige Kontrolle von Wegedurchlässen/Rigolen auf mögliche Sedimente und Verklausungen.

## BEWERTUNG

optimale Umsetzung



## INFOS

Arbeitsblatt DWA-A 904 „Richtlinie für die Anlage und Dimensionierung Ländlicher Wege“  
 Merkblatt DWA-M 910 „Berücksichtigung der Bodenerosion ... bei der Maßnahmenplanung n. EG-WRRL“



Foto: H. Hettinger

Waldwege und Feldwege sind eine wichtige Ursache für Oberflächenabfluss und Erosion. Die Wegedichte hat entscheidenden Einfluss auf den Wasserabfluss und Sedimentaustrag. Zur Abflussreduktion ist das vorhandene Wegenetz auf seine Notwendigkeit zu überprüfen und gegebenenfalls rückzubauen. Der Bau neuer Fahrwege sollte nur noch in Ausnahmefällen geplant werden.

## WIRKUNG

Durch die verbesserte Infiltration von unversiegelten Flächen und die Unterbrechung linienförmiger Strukturen kann mehr Wasser versickern, so dass eine ablaufende Wasserwelle flacher und langsamer wird. Bei einer halbierten Wegenetzdichte kann sich der Abflussanteil am Niederschlag bei Landregen um 40-50 % reduzieren. Bei Starkregen wird eine geringere Abnahme erreicht, die bei wenig durchlässigen Standorten maximal 10 % beträgt (siehe Grafik). Auch Bewuchs auf dem Wegekörper führt zu einer Abflussreduktion bis zu 50 %, besonders wenn die Bedeckung durch Pflanzen vollständig ist.

## REALISIERUNG

Besonders abflussintensive Wege sollten weit möglichst zurückgebaut werden. Dies betrifft alle befestigten Wege sowie unbegrünte, unbefestigte Wege mit Wegelängsneigung von >10 % (bei tonigem oder schluffigem Ausgangssubstrat >3 %) ohne Wasserableitung in die Fläche. Tief eingeschnittene Wege sollten beim Rückbau verfüllt, wenig benutzte Wege begrünt werden. Steile Böschungen mit erkennbaren Erosionsspuren sollten abgeflacht werden.

## VORTEILE

Vorteile ergeben sich z.B. durch geringere Unterhaltungskosten bei geringerer Wegenetzdichte, verringerte Doppelterschließungen oder den reduzierten Teereintrag in Böden und Gewässer.

## NACHTEILE

Nachteile ergeben sich durch längere Transportwege, den höheren Unterhaltungsaufwand für wassergebundene Decken und den Flächenbedarf bei Abflachung von Böschungen.

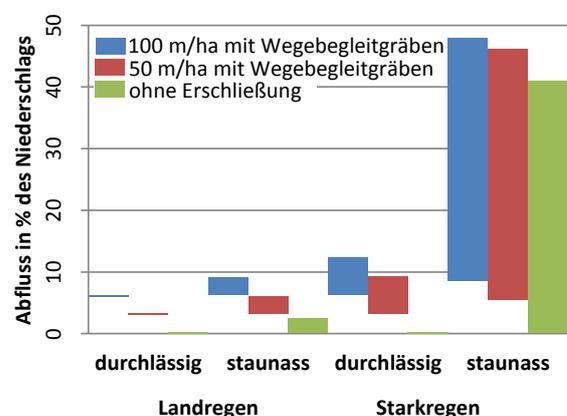
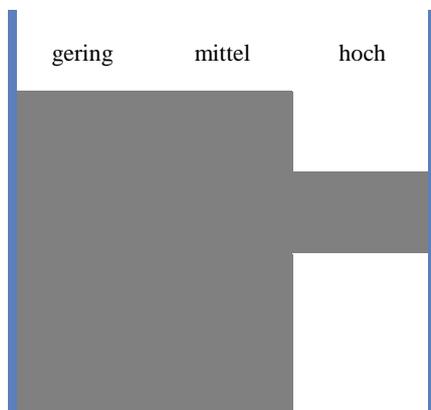
## KOSTEN

Die Kosten für eine Entsorgung auf Deponien belaufen sich bei einer erhöhten Teerbelastung der Deckschicht von >25 mg/kg auf ca. 55 €/t. Unbelastetes Deckschichtmaterial kann nach dem Fräsen als Unterbaumaterial für die Reparatur bestehender Wege verwendet werden und reduziert dort die Reparaturkosten. Wird die Schwarzdecke durch eine wassergebundene Decke ersetzt, so fallen Kosten für die Herstellung der Tragschicht, das Einbringen von Dohlen, wegbegleitenden Gräben etc. an.

## BEWERTUNG

optimale Umsetzung

- Wirkung „Bodenrückhalt“
- Wirkung „Wasserrückhalt“
- Akzeptanz bei Flächenbewirtschafter
- Betriebswirtschaftliche Kosten



## INFOS

Arbeitsblatt DWA-A 904 „Richtlinie für die Anlage und Dimensionierung Ländlicher Wege“



Foto: P. Adler

Bei der Holzernte und beim Rücken des Holzes ist eine gewisse Schädigung des Bodens kaum zu verhindern. Um die Auswirkungen von Bodenschäden auf Erosion und Abflussbildung zu minimieren, dürfen Waldböden nur auf festen Linien (Maschinen- und Rückewege) befahren werden. Bodenschonenden Techniken (z.B. manuelle Holzaufarbeitung und Seilkräne) sollten bevorzugt werden.

## WIRKUNG

Auf den Fahrspuren der Rückegassen wird aufgrund ihrer Verdichtung deutlich mehr Oberflächenabfluss gebildet als auf ungestörtem Waldboden (siehe Grafik). Dieser Abfluss ist auf kurze Strecken begrenzt, wenn Querriillen in den Spuren (Reifenabdrücke) das Wasser ableiten. Eine Gleisbildung in den Fahrspuren über längere Strecken führt zur Konzentration des Abflusses und erhöht somit die Erosionskraft. Bedingt durch die Bodenverdichtung ist in der Fahrspur die Durchwurzelung deutlich geringer und der Boden stärker wassergesättigt, wodurch er schlechter zusätzliche Niederschläge aufnehmen kann. Streuauflagen im Bereich von Rückegassen reduzieren die Erosionsgefahr deutlich auf Mengen, die nicht wesentlich höher als auf ungestörtem Waldboden sind (Grafik).

## REALISIERUNG

Wo möglich, soll die Walderschließung extensiviert und Erschließungslinien aufgelassen werden, wobei die Regeneration von Fahrspuren durch Bepflanzung beschleunigt werden kann. Bei der Planung des benötigten Rückegassennetzes sind insbesondere Länge und Gefälle der Rückegassen zu variieren, um den Erschließungseffekt zu maximieren. Eine möglichst flach geneigte Trassenführung vermindert die Fließgeschwindigkeit in den Fahrspuren. Die Intensität der Gleisbildung kann durch Befestigung der Befahrungslinien mit Ast- und Reisigmaterial und Verwendung von Breit-/Niederdruckreifen verringert werden. Bei zu feuchtem Boden müssen Unterbrechungen der Holzernte akzeptiert werden. Auf besonders sensiblen Standorten ist die Holzaufbereitung mit Motorsäge und ggf. der Transport über Seilkräne vorzusehen.

## VORTEILE

Ein Vorteil bodenschonender Ernteverfahren ist die langfristige Sicherung der Bodenqualität und damit der Wuchsleistung der Bestände.

## NACHTEILE

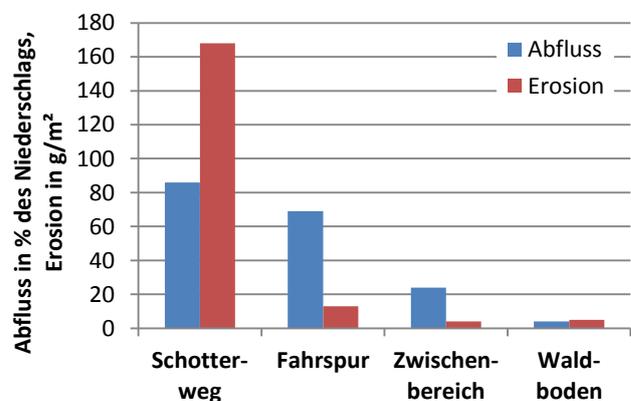
Von Nachteil ist der erhöhte Arbeitsaufwand bei alternativen Ernte- und Rücketechniken.

## KOSTEN

Kosten entstehen vor allem, wenn alternative Bringetechniken (z.B. Seilkran) eingesetzt werden.

## BEWERTUNG

optimale Umsetzung



## INFOS

[http://www.waldwissen.net/technik/holzernte/erschliessung/fva\\_feinerschliessungsrichtlinie/index\\_DE](http://www.waldwissen.net/technik/holzernte/erschliessung/fva_feinerschliessungsrichtlinie/index_DE)



Hangparallele Feldgehölzaufforstungen mit standortstypischen und insbesondere mit wurzelintensiven Baumarten Erlen können auf abflussintensiven, bisher als Grünland genutzten Flächen den Wasserabfluss bremsen und den Wasserrückhalt erhöhen.

## WIRKUNG

Durch hangparallele Saumstrukturen um landwirtschaftlich genutzte Flächen werden die in Falllinie verlaufenden Abflussbahnen durchkreuzt und somit verkürzt. Außerdem wird durch die höhere Oberflächenrauigkeit der Abfluss gebremst und die Erosion verringert. Wurzelintensive Baumarten wie Erlen schließen erhöhen das Bodenporenvolumen, womit mittelfristig die Infiltrations- und Wasserspeicherkapazität des Bodens deutlich erhöht wird. Die höhere Interzeption und Verdunstung der Feldgehölze unterstützt die abflussreduzierende Wirkung. Der Anteil des Niederschlags, der oberflächlich abfließt, ist unter Wald weniger als halb so hoch wie auf Wiesen oder Weiden (s. Grafik).

## REALISIERUNG

Bevorzugt werden hangparallele Wald- und Strauchgürtel in brachliegenden Flächen im Übergangsbereich von Ackerland zu Wald angelegt. Im Vorfeld sollten Hotspots der Abflussentstehung identifiziert werden, wo die Aufforstung mit Feldgehölzen besonders hohen Effekt auf die Hochwasserentstehung hat. Es sollen standortsgerechte und ökologisch stabile, möglichst wurzelintensive und/oder stockausschlagfähige Baumarten gewählt werden. Bewährt sind z.B. reihenweise Pflanzungen von Erlen mit truppweiser Einbringung von Linde und Esche oder Ahorn sowie Reihenverbände von Linde/Hainbuche mit Eichentrupps.

## VORTEILE

Vorteile ergeben sich, wenn Feldgehölze als ökologische Trittsteine für Habitatverbunde wirken. Finanzielle Vorteile können sich durch eine Wertholzproduktion ergeben.

## NACHTEILE

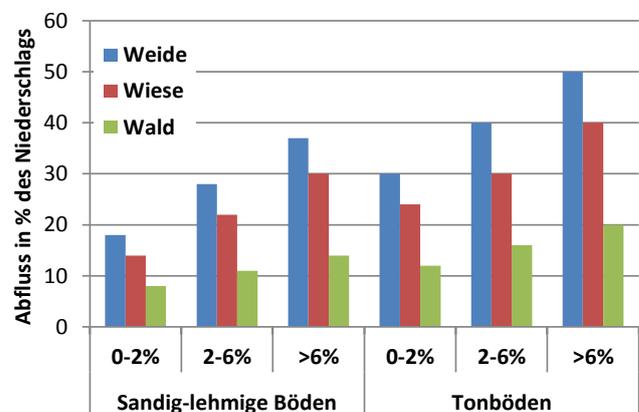
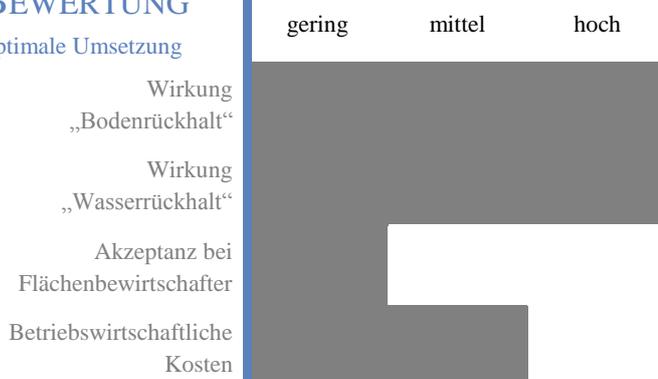
Nachteile sind die Bewirtschaftungseinschränkungen sowie mögliche ackerbauliche Auswirkungen (z.B. Besiedlung der angrenzenden Ackerflächen durch Mäuse und Schnecken).

## KOSTEN

Die Kosten der Aufforstung beim Edellaubbaumtyp liegen bei ca. 2200 €/ha, beim Eichentyp bei ca. 2600 €/ha. Zusätzliche Kosten entstehen für Waldschutzmaßnahmen (Zaun, Einzelschutz) und eventuelle Nachpflanzungen.

## BEWERTUNG

optimale Umsetzung



## INFOS

[https://www.hochschule-trier.de/fileadmin/groups/11/bauingenieurwesen/Personen/sartor/Forschung/WaReLa\\_Sartor-Kreiter.pdf](https://www.hochschule-trier.de/fileadmin/groups/11/bauingenieurwesen/Personen/sartor/Forschung/WaReLa_Sartor-Kreiter.pdf)



Foto: T. Weidner

Größere Freiflächen, die z.B. durch Holzernte und Stürme entstehen, sind besonders kritische Bereiche für die Hochwasserentstehung. Die Vermeidung großflächiger Freiflächen – z.B. durch Förderung des Unterstands vor der Holzernte – und die möglichst rasche Schließung von entstandenen Freiflächen können den Abfluss aus hochwassersensitiven Einzugsgebieten spürbar verringern.

## WIRKUNG

Im Kronenraum intakter Waldbestände wird deutlich mehr Niederschlag zurückgehalten als auf Freiflächen. Gleichzeitig ist im Wald die Transpiration höher, wodurch der Boden tendenziell trockener und damit besser in der Lage ist, Niederschlagswasser aufzunehmen. Der Abfluss aus Freiflächen beträgt deshalb im Vergleich zu geschlossenen Waldbeständen fast das Dreifache (siehe Grafik). Der Anteil an Niederschlag, welcher in größere Bodentiefen versickert und dort zwischengespeichert werden kann, ist im geschlossenen Wald gegenüber Kahlf lächen mehr als doppelt so hoch (siehe Grafik), so dass Abflusswellen aus Waldflächen im Vergleich zu Kahlf lächen deutlich verzögert werden.

## REALISIERUNG

Die Entwicklung standortgerechter Dauerbestockung sowie Vorausverjüngung und Vorwald mit schnellwachsenden Baumarten verhindern das Entstehen großer Kronendachlücken. Flächen, auf denen die Wirkung zur Hochwasserminderung besonders groß ist (bzw. wo der Erhalt des Waldes besonders wichtig ist), sind: tiefe Böden mit hoher Wasserspeicherkapazität; Südhänge mit hohen Verdunstungsraten; Steilhänge mit Neigung zu Oberflächenabfluss; schluff- und tonreiche Böden mit geringer Versickerungsleistung. Solche „Hotspots“ der Hochwasserentstehung, auf denen eine Freiflächenvermeidung besonders große Wirkung hat, sollten ermittelt und kartiert werden, um die Waldbegründung auf diesen Flächen zu fokussieren bzw. Kalamitäten zeitnah wiederzubewalden.

## VORTEILE

Vorteile ergeben sich z.B. im Hinblick auf die Wasserqualität, da unter Freiflächen vor allem der Nitratgehalt im Bodensickerwasser sehr stark erhöht ist.

## NACHTEILE

Nachteilig ist der teilweise Verlust von Strukturvielfalt zwischen geschlossenen Waldbeständen und Freiflächen, mit negativen Aspekten für den Naturschutz.

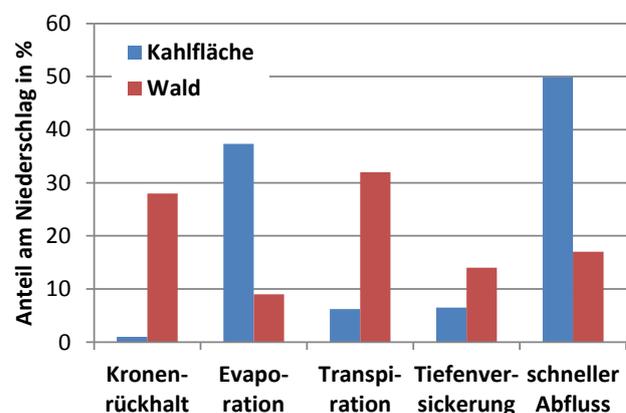
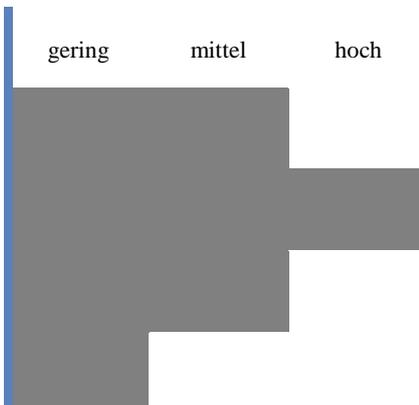
## KOSTEN

Kosten entstehen bei der Erstaufforstung von Flächen (z.B. bei Edellaubbäumen ca. 2100-2700 €/ha), für Zäune oder einzelbaumweise Schutzmaßnahmen, für Nachpflanzungen und für die Kontrolle von Wildverbiss.

## BEWERTUNG

optimale Umsetzung

- Wirkung „Bodenrückhalt“
- Wirkung „Wasserrückhalt“
- Akzeptanz bei Flächenbewirtschafter
- Betriebswirtschaftliche Kosten



## INFOS

[http://www.waldwissen.net/wald/schutzfunktion/wasser/fva\\_hochwasserschutz\\_waelder/index\\_DE](http://www.waldwissen.net/wald/schutzfunktion/wasser/fva_hochwasserschutz_waelder/index_DE)



Foto: T. Weidner

Stabile Mischwälder mit vertikaler und horizontaler Stufung bieten unabhängig von der standörtlichen Ausgangssituation Schutz vor raschen und intensiven Oberflächen- oder oberflächennahen Abflüssen. Die Naturverjüngung standortgerechter Wälder hat dabei besonders positive Auswirkungen auf die Abflussreduktion.

## WIRKUNG

Die positive Wirkung von strukturierten Mischwäldern ergibt sich vor allem durch den Erhalt einer dauerhaften Bestockung, welche das Risiko für Kalamitäten und die damit verbundenen Auswirkungen auf Hochwasserentstehung und Erosion verringert. Durch die zeitliche Überlappung von Verjüngungs- und Nutzungsphase wird der Wasserabfluss auch in der Waldentwicklungsphase auf geringem Niveau gehalten. Die unterschiedlich tiefe Durchwurzelung in Mischbeständen erhöht die Wasserspeicherkapazität der Böden. Gleichzeitig wird das Bodenwasser besser ausgeschöpft, wodurch der Boden besser aufnahmefähig für Niederschläge ist. Insgesamt kann deshalb ein größerer Anteil des Niederschlags im Boden versickern und so der Abfluss reduziert werden (siehe Grafik).

## REALISIERUNG

Bei der Realisierung sollten vorrangig solche Flächen berücksichtigt werden, wo der vorhandene Wald bereits einen Hochwasserschutz bietet und die Beständigkeit des Waldes gefordert ist. Beim Umbau der Bestände ist die kontinuierliche Erhaltung einer Vegetationsbedeckung anzustreben. Kleinräumige Waldstrukturen können geschaffen werden durch Vorausverjüngung von Schattbaumarten, die Initiierung natürlicher standortgerechter Verjüngung und selektive Strukturdurchforstung. Auf gehemmt durchlässigen Böden helfen das Einbringen von tiefwurzelnden Baumarten und das Fördern von stufigen, jüngeren (stärker transpirierenden) Beständen.

## VORTEILE

Vorteile sind die sehr hohe Artenvielfalt in strukturierten Mischwäldern sowie das verringerte Waldschutzzisiko.

## NACHTEILE

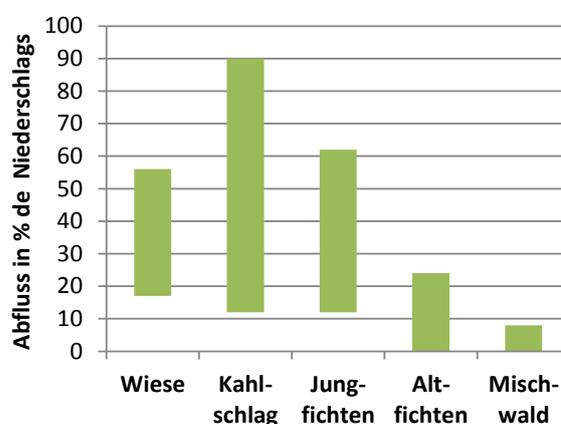
Nachteile sind vor allem die sinkenden Holzverkaufserlöse bei abnehmenden Fichtenanteilen.

## KOSTEN

Kosten ergeben sich v.a. durch geringere Verkaufserlöse, dem aber minimierte Risiken durch Kalamitäten gegenüberstehen. Entstehende Kosten für die Förderung der Naturverjüngung können in der Regel durch Durchforstungserlöse kompensiert werden.

## BEWERTUNG

optimale Umsetzung



## INFOS

[http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/waldbau/umbau/fva\\_naturnaher\\_waldbau/index\\_DE](http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/waldbau/umbau/fva_naturnaher_waldbau/index_DE)

