universität wien

Diplomarbeit / Diploma Thesis

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Geomorphologische Naturgefahren im alpinen Raum im Zeitraum 1895 bis 2016 am Beispiel Johnsbachtal (Steiermark): Frequenz, Magnitude, Ursachen und Auswirkungen“

verfasst von / submitted by

Robert Dienesch

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of

Magister der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2017

Studienkennzahl lt. Studienblatt / degree programme code as it appears on the student record sheet:

A 190 456 412

Studienrichtung lt. Studienblatt / degree programme as it appears on the student record sheet:

Lehramtsstudium UF Geographie und Wirtschaftskunde UF Physik

Betreut von / Supervisor: Mag. Dr. Ronald Pöppl BA

Erklärung

Hiermit versichere ich,

• Dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubter Hilfe bedient habe,

• Dass ich dieses Diplomarbeitsthema weder im In- noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe

• Und dass diese Arbeit mit der vom Begutachter beurteilen Arbeit vollständig übereinstimmt.

Wien, ...

Vorwort

Die vorliegende Diplomarbeit entstand im Rahmen meines Lehramts-Diplomstudiums der Geographie und Wirtschaftskunde und Physik. Sie dient der Erlangung des akademischen Grades „Magister der Naturwissenschaften“ am Institut für Geographie und Regionalforschung der Universität Wien.

Das Thema wurde nach einem Vorschlag meines Betreuers, Herrn Mag. Dr. Ronald Pöppl BA, gewählt. Diesem möchte ich an dieser Stelle, für die gute Zusammenarbeit, seine Geduld und die Beantwortung all meiner fachspezifischen Fragen, danken.

Die erste Auseinandersetzung mit dem Thema fand bereits im Frühjahr 2016 statt. Der Abschluss der Arbeit erfolgte schließlich im Frühjahr 2017.

Ich habe mich bemüht, die gesamte Arbeit Gender-neutral zu schreiben. Sollten dennoch personenbezogene Bezeichnung vorkommen, sind diese geschlechtsneutral zu verstehen, außer es wird explizit darauf hingewiesen.

Mein größter Dank geht an meine Eltern, die mir diesen Studienabschluss ermöglicht haben. Sie haben mich geduldig und großzügig mein gesamtes Studium begleitet und unterstützt.

Des Weiteren möchte ich meiner Oma, meinem verstorbenen Opa, meinen Schwestern und meiner Nichte danken, ohne die ich heute nicht der wäre, der ich bin.

Danke an all die Freunde, die mich während meines Studiums begleitet haben und dank denen ich eine sehr lustige und abwechslungsreiche Studienzeit genießen durfte. Danke an alle Mitglieder des 1. SC Pötzleinsdorf, an meine Studienkollegen, Werwölfe, Tarockierer und Arbeitskollegen für die schöne Zeit.

Kurzfassung

Die Diplomarbeit beschäftigt sich mit geomorphologischen Naturgefahren im alpinen Raum. Als Beispiel dient das Johnsbachtal in der Steiermark, welches schon lange bewohnt ist und auch heute noch ein beliebtes Gebiet für alpine Touristen darstellt. Nach einer Einführung über die verschiedenen relevanten Naturgefahren und einer kurzen Diskussion über den Begriff „Naturkatastrophe“ folgt eine Datenauswertung aufgezeichneter Ereignisse im Johnsbachtal. Dazu dient hauptsächlich der Wildbach- und Lawinenkataster des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft.

Neben einer Verortung der Ereignisse mit Hilfe von ArcGIS, werden diese hinsichtlich Frequenz und Magnitude ausgewertet. Die Ergebnisse werden statistisch analysiert und auf verschiedene Arten grafisch dargestellt. Da zur Entstehung von geomorphologischen Naturereignissen gewisse Wetterverhältnisse eine wichtige Rolle spielen, werden die Niederschlagsdaten und Abflussdaten der Region ausgewertet und hinsichtlich einer Veränderung untersucht.

Zum Abschluss werden Luftbilder aus verschiedenen Zeiträumen untersucht und mit dem Ereigniskataster abgeglichen. Dabei wird evaluiert, ob die Meldungen des Ereigniskatasters vollständig sind oder, ob die Gefahr für die Region größer ist, als rein durch den Kataster dargestellt.

Abstract

The thesis is about geomorphological natural hazards in alpine areas. As an example serves the Johnsbachtal in Styria, which has been inhabited for a long time and is still today a popular area for alpine tourists. After an introduction about the different relevant natural hazards and a discussion about the term “natural disaster”, follows an evaluation of recorded events in the Johnsbachtal. Here, the Wildbach- und Lawinenkataster (a register about torrents and avalanches) provided by the Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft (Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment- and Water Management) serves as primary source.

The thesis includes not only the localization of the events using ArcGIS, but also the evaluation of their frequency and magnitude. The obtained results are subject to statistical analysis and presented graphically in a variety of ways. In order for geomorphological natural events to occur, specific weather conditions must be met. Therefore, rainfall rates and runoff data are analyzed.

Finally, aerial photographs from different time periods are examined and compared to the data from the event register. Thereby, it is evaluated if the event register is complete or if the potential danger for this region is even bigger.

Inhaltsverzeichnis

Erklärung i

Vorwort ii

Kurzfassung v

Abstract vi

Abbildungsverzeichnis ix

Tabellenverzeichnis xiv

Abkürzungsverzeichnis xiv

1. Einleitung 1

2. Fragestellung, Zielsetzung und Methodik 2

3. Das Johnsbachtal – Ein Überblick 10

3.1 Der Johnsbach 11

3.2 Geologischer und Geomorphologischer Überblick 13

3.3 Landnutzung im Johnsbachtal 20

4. Geomorphologische Prozesse 23

4.1 Relevante Geomorphologische Prozesse 25

4.1.1 Muren / murartiger Feststofftransport 27

4.1.2 Fluvialer Feststofftransport (= Fluviatiler Feststofftransport) 28

4.1.3 Hochwasser 29

4.1.4 Lawinen 30

4.1.5 Weitere häufige potentielle Gefahren im alpinen Raum 31

4.2 Theoretische Grundlagen zu geomorphologischen Naturgefahren und Naturkatastrophen 33

5. Ergebnisse 38

5.1 Auswertung des Ereigniskatasters 38

5.2 Übersicht, Verortung und statistische Auswertung der Ereignisse des Wildbach- und Lawinenkatasters 38

5.3 Besprechung einzelner Fallbeispiele 45
5.3.1 Fallbeispiel 21.6.2012 45
5.3.2 Fallbeispiel 20.7.2008 50
5.3.3 Fallbeispiel 30. – 31.7.2005 53
5.3.4 Resümee der qualitativen Auswertung der Fallbeispiele 56
5.5 Analyse von Abflussdaten zu den relevanten Ereigniszeiträumen 75
5.6 Auswertung der Luftbilder 78
5.6.1 Auswertung von Luftbildern aus dem Jahr 2013 zum Abgleich von Ereignissen aus dem Wildbach- und Lawinenkataster 79
5.6.2 Auswertung historischer Luftbilder 82
5.6.3 Auswertung aktueller Luftbilder, auf der Suche nach unbemerkten Naturereignissen 86
5.6.4 Vergleich der Luftbilder von 1973 und 1995 89
5.6.5 Vergleich der Luftbilder von 1995 und 2004 91
5.6.6 Vergleich der Luftbilder von 2004 und 2010 93
5.6.7 Vergleich der Luftbilder von 2010 und 2013 95
6. Diskussion und Schlussfolgerung 97
7. Literaturverzeichnis 103
7.1 Internetlinks 106

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Erste Seite eines Beispiels einer Ereignismeldung im WLK. Quelle: BMLFUW 2015. 4

Abbildung 2: Zweite Seite eines Beispiels einer Ereignismeldung im WLK. Quelle: BMLFUW 2015. 5

Abbildung 3: Dritte Seite eines Beispiels einer Ereignismeldung im WLK. Quelle: BMLFUW 2015. 6

Abbildung 4: Verortung des Johnsbachtales in einer Österreich-Karte. Quelle: GIS-Steiermark, eigene Darstellung. 10

Abbildung 5: Einzugsgebiet des Johnsbaches mit seiner Quelle und Mündung. Quelle: GIS-Steiermark, eigene Darstellung 11

Abbildung 6: Geologischer Querschnitt des südöstlichen Johnsbachtales. Quelle: Ampferer 1935: 149, Abbildung 66 14

Abbildung 7: Geologische Übersichtskarte des Johnsbachtales. Quelle: LIEB & PREMM 2008: 13, Abbildung 2 16

Abbildung 8: Hangneigung des Johnsbachtales in Grad. Datengrundlage: Universität Graz, eigene Darstellung 18

Abbildung 9: Klimadiagramm der Region um das Johnsbachtal. Datengrundlage: ZAMG, eigene Darstellung 19

Abbildung 10: Landnutzung im Johnsbachtal 1972. Quelle: Hasitschka et al. 2014: 98, Abbildung 174 21

Abbildung 11: Landnutzung im Johnsbachtal 2003. Quelle: HASITSCHKA et al. 2014: 98, Abbildung 175 21

Abbildung 12: Veränderung der Landbedeckung im Johnsbachtal 1973, 1995, 2004 und 2013. Quelle: Institut für Geographie und Raumforschung, Universität Graz 22

Abbildung 13: Felssturz in Vang Vieng, Laos. Eigene Aufnahme 32

Abbildung 14: Übersichtskarte der Naturereignisse im Johnsbachtal von 1895 bis 2015. Quelle: Land Steiermark, WLK, eigene Darstellung 40

Abbildung 15: Ereignisse des WLK der ehemaligen Gemeinde Johnsbach von 1895 bis 2015, nach Jahren dargestellt. Datengrundlage: WLK, eigene Darstellung 41

Abbildung 16: Anzahl und Anteil der schadhaften geomorphologischen Prozesse im Johnsbachtal zwischen 1895 und 2015. Datengrundlage: WLK, eigene Darstellung 44

Abbildung 17: Anzahl und Anteil der auslösenden Ereignisse im Johnsbachtal zwischen 1895 und 2015. Datengrundlage: WLK, eigene Darstellung 44

Abbildung 18: Darstellung eines Extremereignisses im WLK. Quelle: BMLFUW 2015: 22 46

Abbildung 19: Schadensereignisse vom 21.6.2012 im Johnsbachtal nach einem Starkregenereignis mit Gewitter und Hagel, auf Orthofotos von 2013. Datengrundlage: Land Steiermark, WLK, eigene Darstellung 47

Abbildung 20: Hochwasserereignis mit Wildholzablagerung im Johnsbachtal. Quelle: Gebietsbauleitung Steiermark Nord, Wildbach und Lawinenverbauung.....49

Abbildung 21: Geschiebeablagerung im Johnsbachtal. Quelle: Gebietsbauleitung Steiermark Nord, Wildbach und Lawinenverbauung. 49

Abbildung 22: Pfarrgraben im Johnsbachtal. Quelle: Gebietsbauleitung Steiermark Nord, Wildbach und Lawinenverbauung. 50

Abbildung 23: Uferabtrag und Gefährdung der Landesstraße im Johnsbachtal. Quelle: Gebietsbauleitung Steiermark Nord, Wildbach und Lawinenverbauung.....51

Abbildung 24: Schadensereignisse vom 20.7.2008 im Johnsbachtal nach einem Starkregenereignis mit Gewitter, auf Orthofotos von 2013. Datengrundlage: Land Steiermark, WLK, eigene Darstellung 52

Abbildung 25:Aufräumarbeiten nach massiven Geschiebeablagerungen im Johnsbachtal. Quelle: Gebietsbauleitung Steiermark Nord, Wildbach und Lawinenverbauung. 54

Abbildung 26: Schadensereignisse vom 30. und 31.7.2005 im Johnsbachtal nach einem Starkregenereignis mit Gewitter, auf Orthofotos von 2013. Datengrundlage: Land Steiermark, WLK, eigene Darstellung 55

Abbildung 27: Rutschung im Johnsbachtal 2007. Quelle: Gebietsbauleitung Steiermark Nord, Wildbach und Lawinenverbauung. 56

Abbildung 28: Wild- und Totholzablagerung nach einem Lawinenabgang im Johnsbachtal. Quelle: Gebietsbauleitung Steiermark Nord, Wildbach und Lawinenverbauung. 58

Abbildung 29: Intensität der Naturereignisse im Johnsbachtal laut WLK, nach Jahren. Datengrundlage: WLK, eigene Darstellung 59

Abbildung 30: Prozesstypen der aufgezeichneten Naturereignisse im Johnsbachtal vor 2005. Datengrundlage: WLK, eigene Darstellung 59

Abbildung 31: Prozesstypen der aufgezeichneten Naturereignisse im Johnsbachtal ab 2005. Datengrundlage: WLK, eigene Darstellung 60

Abbildung 32: Auslösende Ereignisse und Schadensmeldungen im Johnsbachtal, nach Monaten sortiert. Datengrundlage: WLK, eigene Darstellung 60

Abbildung 33: Übersicht der Schadensereignisse im Johnsbachtal zwischen 1895 und 2015 in Abhängigkeit der Hangneigung. Datengrundlage: Universität Graz, WLK, eigene Darstellung 62

Abbildung 34: Niederschlag in der Woche vor dem 12.7.1914 in Admont. Datengrundlage: ZAMG, eigene Darstellung 63

Abbildung 35: Niederschlag in der Woche vor dem 11.7.1916 in Admont. Datengrundlage: ZAMG, eigene Darstellung 64

Abbildung 36: Niederschlag in der Woche vor dem 17.8.1927 in Admont. Datengrundlage: ZAMG, eigene Darstellung 64

Abbildung 37: Niederschlag in der Woche vor dem 2.6.1937 in Admont. Datengrundlage: ZAMG, eigene Darstellung 65

Abbildung 38: Niederschlag in der Woche vor dem 30.7.2005 in Gstatterboden. Datengrundlage: eHYD, eigene Darstellung 66

Abbildung 39: Niederschlag in der Woche vor dem 7.9. 2007 in Gstatterboden. Datengrundlage: eHYD, eigene Darstellung 67

Abbildung 40: Niederschlag in der Woche vor dem 15.6.2008 in Gstatterboden. Datengrundlage: eHYD, eigene Darstellung 67

Abbildung 41: Niederschlag in der Woche vor dem 20.7.2008 in Gstatterboden. Datengrundlage: eHYD, eigene Darstellung 68

Abbildung 42: Niederschlag in der Woche vor dem 23.6.2009 in Gstatterboden. Datengrundlage: eHYD, eigene Darstellung 69

Abbildung 43: Niederschlag in der Woche vor dem 21.6.2012 in Gstatterboden. Datengrundlage: eHYD, eigene Darstellung....70

Abbildung 44: Niederschlag in der Woche vor dem 21.6.2012 in Wald am Schoberpaß. Datengrundlage: eHYD, eigene Darstellung....70

Abbildung 45: Jährlicher Niederschlag in Gstatterboden von 1971 bis 2013, inklusive Prognose bis 2030. Datengrundlage: eHYD, eigene Darstellung....72

Abbildung 46: Gesamtniederschlag der Monate Mai bis September in Gstatterboden von 1971 bis 2013, inklusive Prognose bis 2030. Datengrundlage: eHYD, eigene Darstellung....73

Abbildung 47: Vergleich des jährlichen Niederschlags, zum Niederschlag der Monate Mai bis September in Gstatterboden, von 1971 bis 2013. Datengrundlage: eHYD, eigene Darstellung....74

Abbildung 48: Abflusswerte der Liesing um den 30. und 31.7.2005 in m³/s. Datengrundlage: eHYD, eigene Darstellung....76

Abbildung 49: Abflusswerte der Liesing um den 7.9.2007 in m³/s. Datengrundlage: eHYD, eigene Darstellung....76

Abbildung 50: Abflusswerte der Liesing um den 15.6.2008 in m³/s. Datengrundlage: eHYD, eigene Darstellung....77

Abbildung 51: Abflusswerte der Liesing um den 20.7.2008 in m³/s. Datengrundlage: eHYD, eigene Darstellung....77

Abbildung 52: Abflusswerte der Liesing um den 23.6.2009 in m³/s. Datengrundlage: eHYD, eigene Darstellung....78

Abbildung 53: Abflusswerte der Liesing um den 21.6.2012 in m³/s. Datengrundlage: eHYD, eigene Darstellung....78

Abbildung 54: Übersicht eines fluviatilen Feststofftransports im Johnsbachtal, anhand eines Orthofotos aus dem Jahr 2013. Datengrundlage: Land Steiermark, eigene Darstellung....79

Abbildung 55:: Übersicht eines weiteren fluviatilen Feststofftransports im Johnsbachtal, anhand eines Orthofotos aus dem Jahr 2013. Datengrundlage: Land Steiermark, eigene Darstellung....80

Abbildung 56: Übersicht mehrerer fluviatiler und eines murartigen Feststofftransports zwischen 2005 und 2012 in den Zwischenmäuern im Johnsbachtal, anhand eines Orthofotos von 2013. Datengrundlage: Land Steiermark, eigene Darstellung 81

Abbildung 57: Übersicht eines geomorphologischen Prozesses im Johnsbachtal, anhand eines Orthofotos von 1975. Datengrundlage: Land Steiermark, eigene Darstellung 82

Abbildung 58: Vergleich von geomorphologischen Prozessen anhand von Orthofotos von 1975 und 2013 in den Zwischenmäuern im Johnsbachtal. Datengrundlage: Land Steiermark, eigene Darstellung 84

Abbildung 59: Geomorphologische Prozesse, verortet anhand eines Orthofotos von 1995 im Johnsbachtal. Datengrundlage: Land Steiermark, eigene Darstellung 85

Abbildung 60: Gebiet im Johnsbachtal auf einem Orthofoto von 2013 mit einigen Anzeichen für geomorphologische und gravitative Prozesse. Datengrundlage: Land Steiermark, eigene Darstellung 87

Abbildung 61: Gebiet im Johnsbachtal auf einem Orthofoto von 2013 mit markierten Flächen von Oberflächenabfluss und Schuttansammlungen. Datengrundlage: Land Steiermark, eigene Darstellung 88

Abbildung 62: Vergleich und Untersuchung der Luftbilder des Johnsbachtales von 1973 und 1995, hinsichtlich geomorphologischer Prozesse. Datengrundlage: Land Steiermark, eigene Darstellung 90

Abbildung 63: Vergleich und Untersuchung der Luftbilder des Johnsbachtales von 1995 und 2004, hinsichtlich geomorphologischer Prozesse. Datengrundlage: Land Steiermark, eigene Darstellung 92

Abbildung 64: Vergleich und Untersuchung der Luftbilder des Johnsbachtales von 2004 und 2010, hinsichtlich geomorphologischer Prozesse. Datengrundlage: Land Steiermark, eigene Darstellung 94

Abbildung 65: Vergleich und Untersuchung der Luftbilder des Johnsbachtales von 2010 und 2013, hinsichtlich geomorphologischer Prozesse. Datengrundlage: Land Steiermark, eigene Darstellung 96

Abbildung 66: Übersicht der Schadensereignisse im Johnsbachtal zwischen 1895 und 2015 in Abhängigkeit der Hangneigung. Datengrundlage: Universität Graz, WLK, eigene Darstellung 100

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Eigenschaften von gravitativen Massenbewegungen und fluvialen Prozessen. Grundlage: SCHROTT & GLADE 2008: 133ff, eigene Darstellung 26

Tabelle 2: Ereignisse des WLK der ehemaligen Gemeinde Johnsbach von 1895 bis 2015 mit ausgewählten Merkmalen. Datengrundlage: WLK, eigene Darstellung 42

Tabelle 3: Niederschlagsverhältnisse vor relevanten geomorphologischen Ereignissen. Datengrundlage: eHYD, ZAMG, eigene Darstellung. 71

Abkürzungsverzeichnis

°C – Grad Celsius
ca – circa
GIS – Geographic Information Systems
GPS – Global Positioning System
km – Kilometer
m – Meter
mm – Millimeter
s – Sekunde
WLK – Wildbach- und Lawinenkataster

1. Einleitung

Seitdem der Mensch in den Alpen lebt und diese bewirtschaftet, gibt es eine Wechselwirkung zwischen Mensch und Natur. Gewöhnliche Naturereignisse wie Muren, Felsstürze oder Hangrutschungen stellen dabei eine ständige Gefahr für Mensch und Infrastruktur in den betroffenen Gebieten dar. Umgekehrt beeinflusst der Mensch durch seine Wirtschaftsweise die Natur, wodurch Naturgefahren verstärkt oder vermindert werden können.

Bewohner und Bewohnerinnen der Alpen haben drei wichtige Strategien entwickelt um ihre Kulturlandschaft stabil zu halten. Rodungsflächen werden dabei sorgfältig nach Gefälle und Sonneneinstrahlung ausgewählt. Die Produktion auf den bewirtschafteten Flächen wird hinsichtlich der Anzahl des Viehs, dem Zeitpunkt der Nutzung, der richtigen Nutzungsdauer sowie der Häufigkeit und dem Zeitpunkt des Heuschnitts reguliert. Außerdem müssen Bergbauern und Bergbäuerinnen fortlaufend Reparatur- und Pflegearbeiten vornehmen, um eine ökologisch stabile Kulturlandschaft zu schaffen. Sollten diese drei Strategien nicht eingehalten werden, ist die Gefahr groß, dass aufgrund der ökologischen Instabilität der Landschaft, „Naturkatastrophen“ wie Lawinen, Muren und Hochwasser stark zunehmen (vgl. BÄTZING, 1988: 75f.).

Man konnte in der Vergangenheit immer wieder über Naturkatastrophen in Österreich lesen, die zum Teil Menschenleben forderten, aber vor allem großen Sachschaden anrichteten.

Da es aktuell kaum Langzeitanalysen zu diesem Thema gibt, sollen in dieser Arbeit verzeichnete geomorphologische Prozesse, speziell Rutschungen und Murenabgänge aus den vergangenen Jahrzehnten verortet sowie Ursachenforschung betrieben werden. Außerdem sollen diese hinsichtlich ihrer Intensität und Frequenz untersucht werden.

2. Fragestellung, Zielsetzung und Methodik

Die Fragestellung der Diplomarbeit lautet wie folgt:

Inwiefern haben sich Frequenz und Magnitude von Rutschungen und Muren im Johnsbachtal im Zeitraum von 1895 bis 2016 verändert?

Mit folgenden Teilfragen:

Wo kam es im Johnsbachtal zu Murenabgängen, Hangrutschungen und Felsstürzen und gibt es Hotspots?

Kann man eine Häufung von geomorphologischen Prozessen in den letzten Jahren feststellen?

Nahm die Intensität von Murenabgängen und Rutschungen in den letzten Jahren zu?

Inwiefern änderten sich die Auswirkungen von geomorphologischen Prozessen auf den Menschen im Laufe der Zeit?

Welche Ursachen kann es für eine mögliche Zu- oder Abnahme solcher geomorphologischen Prozesse geben?

Inwiefern kam es in den vergangenen Jahrzehnten zu einer Veränderung von Wetterereignissen und somit zu einer Veränderung von geomorphologischen Prozessen?

Neben der reinen Verortung von geomorphologischen „Naturgefahren“, ist das Hauptziel eine mögliche Änderung in puncto Häufigkeit und Intensität festzustellen. Da Naturgefahren in irgendeiner Weise immer mit dem Menschen zusammenhängen, sollen außerdem mögliche Ursachen des Menschen und Auswirkungen auf die Menschen erforscht werden. Dabei liegt der Fokus auf natürlichen Einflussfaktoren wie dem Niederschlag. Dieser soll hinsichtlich Intensität und Menge für das untersuchte Gebiet ausgewertet werden.

Die grundlegende Methodik ist eine Literaturrecherche. Diese soll in erster Linie der Beschreibung des Untersuchungsgebietes dienen. Weiter soll sie der Beschreibung relevanter Begriffe, die im Laufe dieser Arbeit vorkommen, dienen. Dabei soll ein Fokus auf den Begriff der Naturkatastrophe oder der Naturgefahr gelegt werden und dieser mit Hilfe von Literatur kurz diskutiert werden.

Als wichtigste Datengrundlage, zur Auswertung der Naturereignisse, dient der Wildbach- und Lawinenkataster (BMLFUW 2015) aus dem Jahr 2015 für die Gemeinde Johnsbach. Dieser umfasst 118 Seiten, wobei das erste genau datierte Ereignis aus dem Jahr 1895 und das letzte aus dem Jahr 2012 stammt. Im idealen Fall sind darin alle geomorphologischen Naturereignisse, die einen Einfluss auf den Menschen und seine Infrastruktur hatten, aufgezeichnet. Man kann dem Ereigniskataster verschiedene Informationen, wie die GPS-Daten, die Intensität oder eine qualitative Beschreibung eines Ereignisses entnehmen, siehe Abbildungen 1 - 3 auf den Folgeseiten. Auf diesen Abbildungen sieht man wie der Wildbach- und Lawinenkataster in etwa aufgebaut ist. Es handelt sich dabei allerdings um kein gewöhnliches Beispiel, da der Prozess in diesem Fall sehr ausführlich beschrieben wird. Des Weiteren findet man bei diesem Beispiel eine Darstellung zur Einteilung der Intensität, was ein absoluter Ausnahmefall im WLK darstellt. Bei dem Großteil der vermerkten Ereignisse findet man keine Angaben zur Intensität, Auslöseereignis oder genauen Prozessablauf. Bei manchen älteren Ereignissen gibt es außerdem keine genaue Datumsangabe.

Mit Hilfe der GPS-Daten der einzelnen Ereignisse soll eine Karte mit allen Ereignissen des WLK erstellt werden. Des Weiteren sollen die Ereignisse hinsichtlich Intensität und Häufigkeit statistisch ausgewertet werden. Je nach Ergiebigkeit des Ereigniskatasters werden außerdem einzelne Fallbeispiele qualitativ besprochen.

Um eine Risikoabschätzung für zukünftige gravitative Massenbewegungen durchführen zu können, gibt es unterschiedliche Herangehensweisen. Da nie alle Einflussfaktoren bekannt sind, kann man keine genaue Vorhersage im naturwissenschaftlichen Sinne treffen, man kann aber die Wahrscheinlichkeit für solche Ereignisse abschätzen, indem man sich zum Beispiel historische Zeitreihen ansieht oder Frequenz-Magnitude-Analysen durchführt. Eine andere Möglichkeit ist es, die auslösenden Ereignisse vergangener Massenbewegungen genauer anzusehen und daraus Voraussagen für zukünftige Ereignisse zu treffen. So kann es beispielsweise wiederholt zu Hochwässer oder Muren kommen, wenn bestimmte Niederschlagsmengen in einem gewissen Zeitraum überschritten werden (vgl. ELVERFELDT et al. 2008: 36).

EREIGNISMELDUNG
WASSER

ID:	**31688**
Dominante Prozessart:	**Fluviatiler Feststofftransport**
Ereignisdatum:	**21.06.2012, 15:45**
Einzugsgebiet:	**Johnsbach**
Bundesland:	**Steiermark**
Bezirk:	**Liezen**
Gemeinde:	**Johnsbach**
Bearbeiter und Erheber:	**Elisabeth Stocker** **Gebietsbauleitung Steiermark Nord**
Version:	**EKM 2011**

Letzte Änderung: 05.02.2013 08:08:17
Druckdatum: 16.07.2015 10:19:38

Abbildung 1: Erste Seite eines Beispiels einer Ereignismeldung im WLK. Quelle: BMLFUW 2015.

ID: 31888
Einzugsgebiet: Johnsbach
Gemeinde: Johnsbach (8TMK | LI)

Wasser
Status: **freigegeben**

WAS

PROZESS:

Dominante Prozessart: **Fluviatiler Feststofftransport**

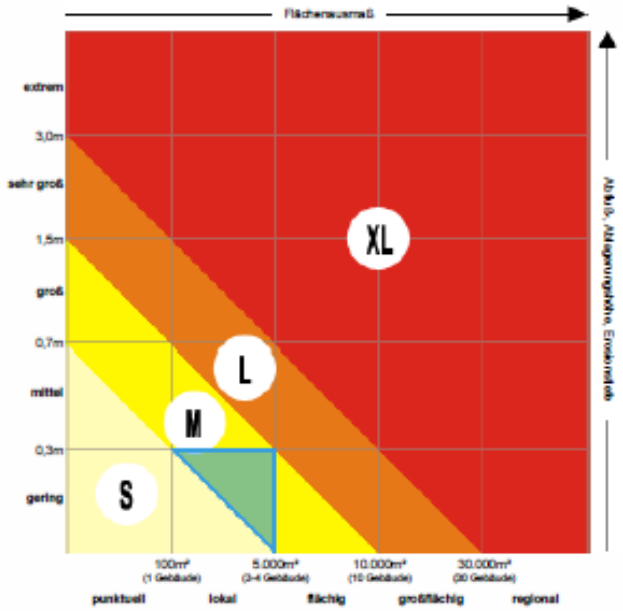
Prozessbeschreibung:

Nach einem starken Gewitter mit Hagelschlag fielen am 21. Juni 2012 80 mm Niederschlag in kürzester Zeit. Durch diesen Starkregen kam es im Johnsbach im Ortsteil Plonau zu einem rechtsufrigen Anriss an der Hofzufahrt des Anwesens vlg. „Gschoadegger". Im Bereich der Zusammenmündung der beiden Quellbäche etwa 200 m bachabwärts des oben genannten Hofes, kam es durch mitgeführtes Wildholz zu einer Verklausung und Geschiebeanlandungen, wodurch der Bach sein ursprüngliches Bett verlassen und Anrisse in den anrainenden Böschungen verursacht hat

DETAILPROZESS:

Maßgeblicher Feststoffherd: Sohlen- /Seitenerosion
Maßgeblicher Wildholzeintrag: Grünholz
Dominante Wirkung: Überschotterung (Verschotterung)

INTENSITÄT:



Prozesshöhe/-tiefe: Geringe Prozesshöhe/-tiefe
Abfluss-, Ablagerungshöhe, Erosionstiefe < 0,3m

Prozesswirkungsraum: Lokal
100m² <= Max. Prozesswirkungsraum < 5.000 m² (ca. 3-4 Grundstücke) / lokale Verkehrsanbindung

Intensitätsklasse: **Mittel**

Abbildung 2: Zweite Seite eines Beispiels einer Ereignismeldung im WLK. Quelle: BMLFUW 2015.

ID: 31688
Einzugsgebiet: Johnsbach
Gemeinde: Johnsbach (STMK | LI)

Wasser
Status: **freigegeben**

WO

BUNDESLAND / BEZIRK / GEMEINDE:

Bundesland:	Steiermark
Bezirk:	Liezen
Gemeinde:	Johnsbach

EINZUGSBEBIET:

Einzugsgebiet:	Johnsbach
Verordnungsnummer:	12/013
WLK-ID:	WLV-WB-106573

VERORTUNG INFOPUNKT:

X / Y:	498.901 / 403.492
Verortungsmaßstab:	1 : 5.000

ÖRTLICHKEIT:

Ortsbezeichnung:	Plonau
Beschreibung:	

im oberen Johnsbachtal

WANN

EREIGNISZEITRAUM:

Ereignisbeginn:	21.06.2012, 15:45 (M: Messwert, Feststellung)
Ereignisdauer:	3h 00min (A: Annahme, Schätzung)

ERHEBUNGSZEITRAUM:

Erhebungsbeginn:	22.06.2012, 09:00 (M: Messwert, Feststellung)
Erhebungsdauer:	0,5 Tag(e)

WER

BEARBEITER UND ERHEBER:

Bearbeiter:	Elisabeth Stocker
Dienststelle:	Gebietsbauleitung Steiermark Nord
e-Mail:	elisabeth.stocker@die-wildbach.at

WARUM

AUSLÖSER:

Maßgebliche Auslösung:	Starkregen / Gewitter
Phänomene:	Hagel

NIEDERSCHLAG:

Niederschlagsbeginn:	21.06.2012, 12:00 (M: Messwert, Feststellung)
Niederschlagsdauer:	6h 00min (M: Messwert, Feststellung)
Niederschlagshöhe:	77 mm (M: Messwert, Feststellung)

RAHMENBEDINGUNGEN:

Vorangegangener Zeitraum:	intensiv
Überregnung:	Gesamtes Einzugsgebiet
Bodenzustand:	gesättigt

Abbildung 3: Dritte Seite eines Beispiels einer Ereignismeldung im WLK. Quelle: BMLFUW 2015.

Der mir vorliegende Ereigniskataster der Wildbach- und Lawinenverbauung digitalisiert seit 2005 Naturereignisse. Dabei werden Naturgefahrenereignisse berücksichtigt, welche sich im Wildbach- und Lawineneinzugsgebiet befinden sowie Steinschläge und Rutschungen. Ereignisse, welche vor dem Jahr 2005 stattfanden, wurden zum Teil ebenfalls nachträglich eingetragen. Dabei handelt es sich zumeist um besonders große Ereignisse, die möglicherweise auch Schaden anrichteten, aufgrund dessen man Schutzmaßnahmen tätigte.

Auf die Auswertung des Wildbach- und Lawinenkatasters, erfolgt eine Auswertung der Niederschlagsdaten für das Untersuchungsgebiet. Dabei sollen zunächst die Niederschlagsverhältnisse vor den aufgezeichneten Ereignissen dargestellt werden und auf Regelmäßigkeiten untersucht werden. Außerdem sollen die Niederschlagsverhältnisse für den ganzen Zeitraum, hinsichtlich einer Veränderung von Menge und Intensität, untersucht werden. Die selbe Auswertung soll in weiterer Folge für die Abflussdaten des Johnsbaches oder einem vergleichbaren Gerinne in der Nähe des Untersuchungsgebieten durchgeführt werden.

Da es im Johnsbachtal selbst keine Wetterstation gibt, werden Wetterstationen und Abflussmessungen der umliegenden Gebiete verwendet. Für die Erstellung eines Klimadiagramms werden die durchschnittlichen Wetterdaten zweier, in der Nähe liegender, Wetterstation gemittelt. Diese beiden Wetterstationen befinden sich auf 646 Meter Meereshöhe in Admont und auf 492 Meter Meereshöhe in Hieflau. Da sich das Ortszentrum von Johnsbach noch ein bisschen höher befindet und rundherum allgemein gebirgige Landschaft vorherrscht, kann man davon ausgehen, dass die Temperaturen im Johnsbachtal noch ein bisschen niedriger sind.

Die Daten stammen in diesem Fall von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik aus dem Zeitraum zwischen 1971 und 2001 und sollen nur einen ungefähren Überblick über das Klima in der Region darstellen

Zur genaueren Abklärung der Niederschlagsverhältnisse vor, oder während der Ereignisse, werden die Niederschlagsdaten der ZAMG (ZAMG 2017) und von eHYD (BML-FUW 2015) für alle Ereignisse, zu denen die Daten vorliegen, analysiert. Für das Johnsbachtal selbst gab es früher keine Messstation für den Niederschlag oder die Abflussmenge des Johnsbaches. Es wird für die Ereignisse ab 2005 deshalb auf die Niederschlagsdaten von Gstatterboden, von eHYD, zurückgegriffen, welches sich nur wenige

Kilometer entfernt befindet. Für die Ereignisse vor 2005 werden die Niederschlagsdaten der ZAMG verwendet. Dabei handelt es sich um Stationen in Admont, die innerhalb der Gemeinde Admont allerdings immer wieder ihren Standort wechselten. Die Niederschlagsdaten müssen natürlich nicht mit jenen des Johnsbachtales übereinstimmen. Gewitterzellen können noch dazu regional relativ große Unterschiede aufweisen. Die Daten dienen aber dennoch einem Abgleich der Schadensprozesse mit wiederkehrenden Niederschlagsereignissen. Zur Kontrolle sollen Fallweise auch die Niederschlagsdaten von weiteren, sich in der Nähe befindlichen, Wetterstationen verglichen werden. Eine relevante Station hierfür befindet sich in Wald am Schoberpaß, südöstlich des Johnsbachtales. Die Daten von eHYD stehen nur ab dem Jahr 1971 zur Verfügung. Die Daten der ZAMG stehen zwar prinzipiell seit 1895 zur Verfügung, allerdings wechselte die Messstation in diesem Zeitraum 8-mal den Standort und die Daten sind lückenhaft.

Die Auswertung der Niederschlagsdaten soll dem Auffinden von Regelmäßigkeiten vor den aufgezeichneten geomorphologischen Prozessen dienen. Die Ergebnisse sollen dann mit den Niederschlagsdaten des gesamten Zeitraums verglichen werden, um herauszufinden, ob gewisse Niederschlagskonstellationen ein guter Indikator für gewisse ausgelöste Prozesse oder Intensitäten ist. Dabei soll außerdem untersucht werden, ob es zu einer Zunahme des Niederschlags kam, beziehungsweise ob es zu einer Zunahme von solchen Niederschlagskonstellationen kam, welche offensichtlich Schadensprozesse auslösen.

Da die Luftbildauswertung ebenfalls erst ab 1973 durchgeführt wird, werden für konkretere Analysen nur die Niederschlagsdaten von Gstatterboden herangezogen. Dabei sollen tägliche und wöchentliche Niederschlagsspitzen herausgefiltert werden, da solch hohe Niederschlagsereignisse oft geomorphologische Aktivitäten mit sich bringen. Wobei auch untersucht werden soll, ob es zwischen 1971 und 2005 möglicherweise unterschiedliche Wetterkonstellationen gab, weshalb es eben zu keinerlei geomorphologischen Schadensprozessen kam.

Als Abflussdaten werden vergleichsweise die Daten der Liesing (auch Liesingbach) von Kammern im Liesingtal verwendet. Kammern im Liesingtal liegt Südöstlich des Untersuchungsgebietes und befindet sich einige Kilometer entfernt vom Johnsbachtal. Das Einzugsgebiet der Liesing grenzt aber an einem kleinen Bereich an jenes des Johnsbaches. Dies ist die einzige Messstelle in der Nähe des Johnsbachtales, welche nicht durch ein Kraftwerk beeinflusst wird, wie dies beim Erzbach oder dem Laussabach der Fall wäre.

Die Abflussdaten werden trotzdem nicht jenem des Johnsbaches entsprechen. Sie sollen aber auch nur als Vergleich und Näherung betrachtet werden. Die Abflussdaten stammen von eHYD, einer Homepage des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, siehe Internetlinks.

Zuletzt sollen noch Luftbilder des Untersuchungsgebietes, von verschiedenen Zeiträumen, miteinander verglichen werden. Dies dient einerseits dem Auffinden von aufgezeichneten Naturereignissen, andererseits soll untersucht werden, ob es im Gebiet weitere relevante geomorphologische Prozesse gab, welche aber keinen Eintrag im WLK fanden. Dazu werden in diesem Fall Orthofotos des Landes Steiermark, der Jahre 1973, 1995, 2004, 2010 und 2013 untersucht und miteinander verglichen. Konkret sollen alle möglichen geomorphologischen Ereignisse aufgespürt werden und mit Hilfe von ArcGIS auf den Luftbildern eingezeichnet werden. Danach werden immer die zwei aufeinanderfolgenden Perioden miteinander abgeglichen und nach eindeutiger geomorphologischer Aktivität untersucht.

Alle Daten sollen neben einer qualitativen Auswertung, mit Datenauswertungsprogrammen wie Excel oder QTI-Plot analysiert und mit GIS-gestützten Programmen grafisch dargestellt werden.

3. Das Johnsbachtal – Ein Überblick

Das Johnsbachtal ist im Grunde genommen jenes Gebiet, welches vom Johnsbach und seinen Zuflüssen entwässert wird. Es liegt in der nördlichen Steiermark im Zentrum Österreichs, siehe Abbildung 4. Insgesamt nimmt das Johnsbachtal in etwa eine Fläche von 65 Quadratkilometern ein und bedeckt einen Großteil der früheren Gemeinde Johnsbach. Die Fläche des Johnsbachtals entspricht dabei auch dem hydrographischen Einzugsgebiet des Johnsbaches (vgl. KREINER 2015: 7). Die Wohnbevölkerung in der Gemeinde ist seit dem Ende des 19. Jahrhunderts fast stetig rückläufig und betrug im Jahr 2015 nur 148 Bewohner und Bewohnerinnen (vgl. STATISTIK AUSTRIA 2015). Das Untersuchungsgebiet deckt nur etwa zwei Drittel der damaligen Gemeinde Johnsbach ab. Obwohl der Siedlungsraum einigermaßen zersiedelt ist, lebt der Großteil der Wohnbevölkerung innerhalb des Untersuchungsgebietes. Dabei hat sich bei der Johnsbacher Kirche auf circa 769 Meter Seehöhe so etwas wie ein kleiner Hauptort gebildet (vgl. HASITSCHKA 2010: 9). Nach einem Gemeindezusammenschluss im Jahr 2015 ist Johnsbach in die Gemeinde Admont, gemeinsam mit den ehemaligen Gemeinden Hall und Weng im Gesäuse eingegliedert worden, welche dem Bezirk Liezen angehört.

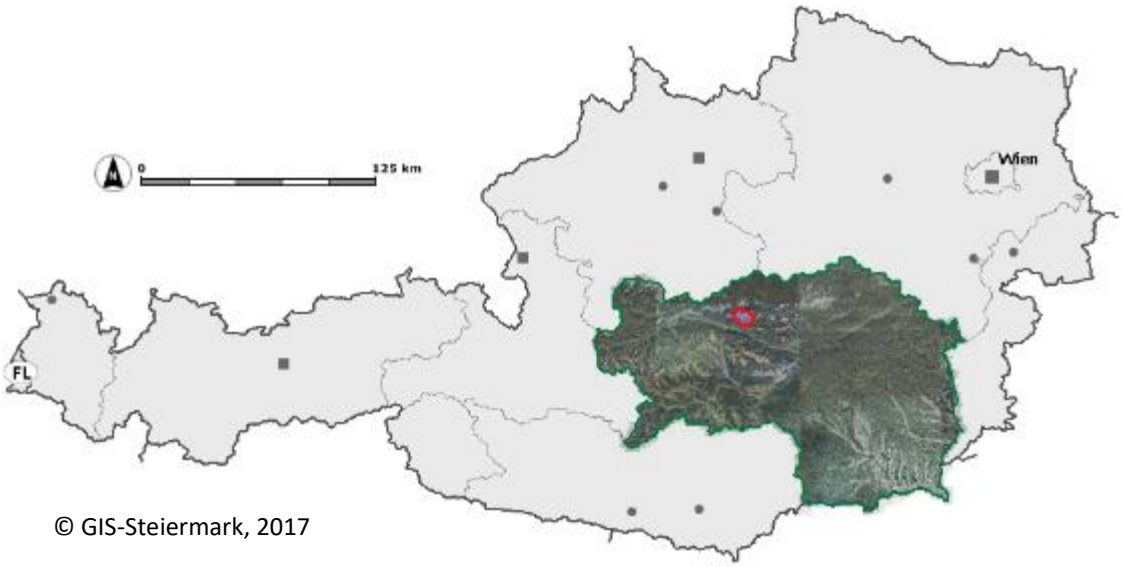


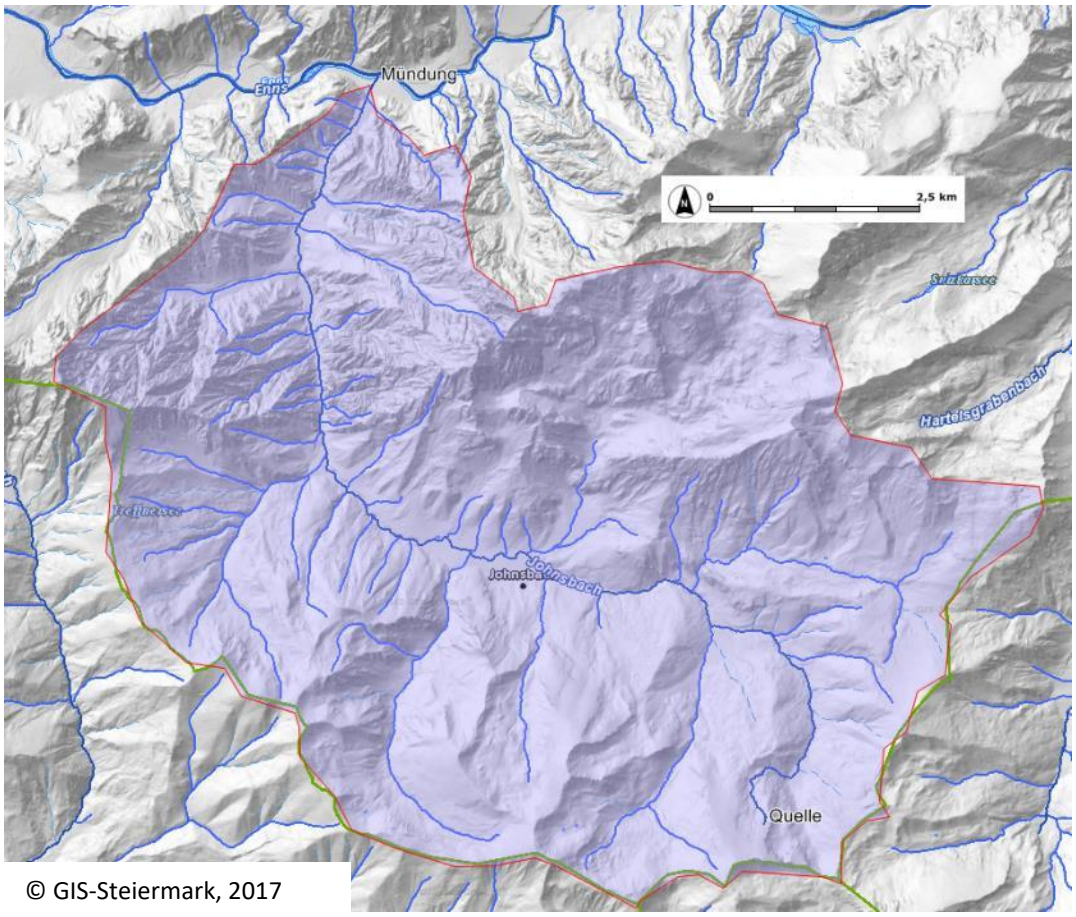
Abbildung 4: Verortung des Johnsbachtales in einer Österreich-Karte. Quelle: GIS-Steiermark, eigene Darstellung.

Ein Teil der alten Gemeinde Johnsbach und des Untersuchungsgebietes liegt im Nationalpark Gesäuse, dem jüngsten Nationalpark Österreichs. Bekannt ist der Nationalpark für das Durchbruchstal der Enns, welches sich quasi am Rande des Untersuchungsgebie-

tes befindet. Neben den wenigen Bewohnern und Bewohnerinnen besuchen das Johnsbachtal jährlich zahlreiche Touristen und Touristinnen und Tagesausflügler und Tagesausflüglerinnen, wobei es jährlich zu circa 20.000 Nächtigungen kommt (vgl. HASITSCHKA 2010: 9). Die einzige Zufahrtsstraße in das Johnsbachtal biegt von der Bundesstraße 146 ab und befindet sich in der Schlucht der Zwischenmäuer. Sie ist dabei immer wieder gefährdet durch Hochwasser oder andere Naturereignisse unbefahrbar zu werden (vgl. LIEB & PREMM 2008: 12).

3.1 Der Johnsbach

Der Johnsbach selbst hat in etwa eine Länge von 13,5 Kilometern (vgl. KREINER 2015: 7; SCHMIED 2008: 4). Er fließt zunächst von Osten in Richtung Westen, macht einen Bogen und fließt weiter von Süden in Richtung Norden, bis er nahe der Bundesstraße 146 in die Enns mündet, siehe Abbildung 5. Zahlreiche kleinere Gräben bringen dem Johnsbach dabei zusätzliches Wasser.



© GIS-Steiermark, 2017

Abbildung 5: Einzugsgebiet des Johnsbaches mit seiner Quelle und Mündung. Quelle: GIS-Steiermark, eigene Darstellung

Der Ursprung des Johnsbachs befindet sich auf der Brunnfurtneralm auf einer Höhe von 1.500 Metern. Der Mündungsbereich befindet sich auf einer Höhe von 580 Metern, was einen Höhenunterschied von 920 Metern ausmacht (vgl. KREINER 2015: 7). Daraus lässt sich ein durchschnittliches Gefälle von 6,8 Prozent errechnen oder anders ausgedrückt – 68,1 Meter Höhenunterschied pro Kilometer. Das entspricht beispielsweise mehr als dem 10-fachen Gefälle der Enns. Da die kinetische Energie eines fließenden Wassers proportional zum Produkt aus Wassertiefe und Gefälle ist, kann man also davon ausgehen, dass der Johnsbach, auch bei relativ niedrigem Wasserstand, eine hohe kinetische Energie und somit ein hohes Erosionspotential aufweist, welches dann bei Hochwasser um ein Vielfaches steigt (vgl. AHNERT 2009: 152).

Der Johnsbach bildet zunächst eine Trennlinie zwischen dem Kalkmassiv und der Grauwackenzone, bis er auf seiner Süd-Nord-Strecke verschiedene Kalke durchbricht, bevor er schließlich in die Enns mündet (vgl. SCHMIED 2008: 4). Ursprünglich war der Johnsbach ein typischer Wildbach, der sich seinen Weg durch einen Auwald bahnte und von zahlreichen Schotterflächen umrahmt wurde (vgl. KREINER 2015: 4). Durch den Schaden, den der Johnsbach immer wieder an der Infrastruktur der Gemeinde anrichtete, wurde er aber nach und nach begradigt und reguliert. 1950 begann die Verbauung, bis schlussendlich Mitte der 1970er Jahre auch die Mündung in die Enns begradigt wurde (vgl. ebd.: 5).

Hauptaugenmerk wurde bei den Regulierungsmaßnahmen der Wildbach- und Lawinenverbauung auf den letzten Abschnitt des Johnsbaches, zwischen den Zwischenmäuern, gelegt. Es wurde unter anderem versucht, dem Johnsbach in diesem Bereich eine größere Schleppkraft zu geben, um das angeschwemmte Material in die Enns weitertransportieren zu können. Außerdem wurde versucht, den Bachlauf, weiter entfernt von der Zufahrtsstraße, zu verlegen. Durch den hohen Geschiebeeintrag konnte sich in diesem Bereich kein Wald ausbilden, wodurch die Straße relativ häufig angeschnitten wurde. Bei den materialzubringenden Gräben der Zwischenmäuer wurde versucht, den Schutteintrag so zu kontrollieren, dass es zu keinen Bachumlagerungen kommt. Zusätzlich wurde eine Aufforstung mit mehreren tausend Pionierpflanzen in dieser Region durchgeführt (THONHAUSER 2008: 25 – 29). Diese Maßnahmen, welche dem Johnsbach seinen ursprünglich wilden und natürlichen Charakter als Wildbach nahmen, haben auch Auswirkungen auf den gesamten Lebensraum entlang des Johnsbaches. Zwischen den Jahren 1954 bis 2003 nahm die Gewässerfläche um 5,6 Prozent ab, Schotterflächen entlang des Johnsbaches

nahmen sogar um 57,9 Prozent ab, während Wald um 30,7 Prozent zunahm (vgl. HASITSCHKA et al. 2014: 152).

Da nach 50 Jahren die Verbauung zunehmend Schaden nahm, zum Teil aber auch nicht mehr effektiv war, wurde beschlossen den Johnsbach zu renaturieren. Dass die Verbauung zum Teil funktionslos wurde, lag auch daran, dass sich der Johnsbach in Folge der Begradigung eintiefte. Ziel bei den neuen Baumaßnahmen war aber nicht nur der Schutz der Infrastruktur in der Gemeinde, sondern gleichzeitig der Schutz des Gewässers und all seiner Biotope (vgl. KREINER 2015: 6).

3.2 Geologischer und Geomorphologischer Überblick

Um geomorphologische Prozesse ganzheitlich betrachten zu können, muss man sich immer auch die geologischen Grundlagen eines Gebietes anschauen. Unterschiedliche Gesteinsarten reagieren unterschiedlich auf äußere Einflüsse. So sind manche Gesteine zum Beispiel anfälliger für chemische- oder physikalische Verwitterung. Manche Gesteine werden somit leichter durch natürliche Prozesse abgetragen als andere und tragen einen unterschiedlichen Beitrag zu Erosions- und Akkumulationsprozessen bei.

Das Untersuchungsgebiet hat Anteil an zwei Großgebirgsformen, den nördlichen Kalkalpen und der Grauwackenzone. Das Gebirge ist Teil der Eisenerzer Alpen. Der höchste Gipfel ist das Hochtor mit 2.369 Metern Höhe, welches allerdings gerade außerhalb des Untersuchungsgebietes liegt (vgl. HASITSCHKA 2010: 9). Beim Durchbruch des Johnsbachs ragen die Kalksteine knapp 1.000 Meter, sehr steil, in die Höhe, was eine hohe potentielle Reliefenergie mit sich bringt (vgl. HASITSCHKA 2010: 14). Heute wird die Landschaft vor allem durch Verwitterung und Geschiebeeintrag durch Gräben und Wildbäche geformt (vgl. LIEB & PREMM 2008: 13). Einer dieser Wildbäche, der Winterhöllgraben kann große Mengen an Geschiebe aus der Grauwackenzone mit sich führen. Er mündet etwa fünf Kilometer vor der Johnsbach-Enns-Mündung in den Johnsbach. Der Ödstein, mit einer Höhe von 2.335 Metern soll in der Vergangenheit Ursprung von mehreren Muren gewesen sein, wodurch sich im Tal ein größerer Murkegel gebildet hat (vgl. HASITSCHKA 2010: 14f).

Der nördliche Teil des Johnsbachtals besteht Großteils aus Dachsteinkalk, Dolomit und Werfener Schiefer. Der südliche Teil besteht aus unterschiedlichen Gesteinen der Grauwackenzone, wie erzführenden Kalken (ebd.: 16). Das südliche Gestein stammt dabei aus dem Paläozoikum, während der nördliche Teil aus dem Mesozoikum stammt (vgl. HASITSCHKA 2010: 19, REDLICH o.J.: 4). Auf der Abbildung 6 sieht man einen geologischen Querschnitt des südöstlichen Johnsbachtales (AMPFERER 1935: 149), der von Süden (links) nach Norden (rechts) führt. Dabei sieht man einerseits die vielfältige Gesteinsschichtung, andererseits kann man bereits die Steilheit des Dachsteinskalks, beziehungsweise des großen Ödsteins erahnen (vgl. ebd.: 148).

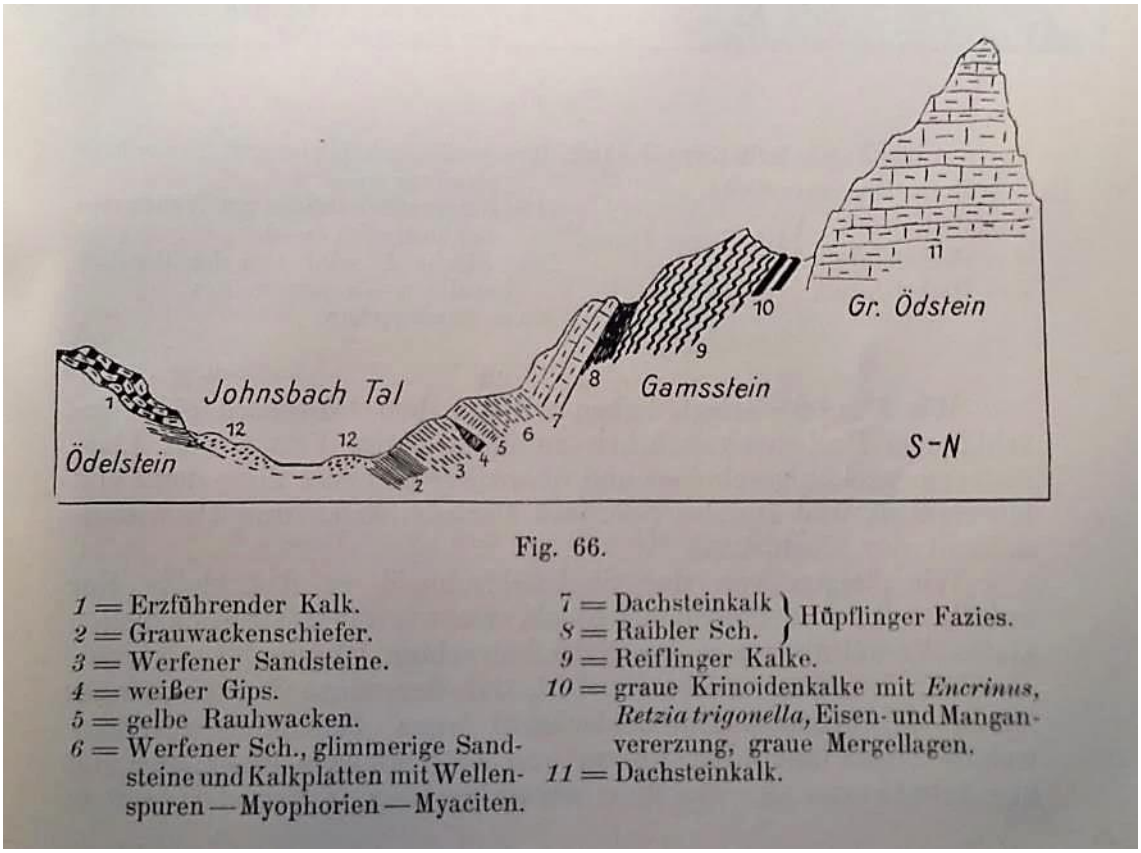


Fig. 66.

1 = Erzführender Kalk.
2 = Grauwackenschiefer.
3 = Werfener Sandsteine.
4 = weißer Gips.
5 = gelbe Rauhwacken.
6 = Werfener Sch., glimmerige Sandsteine und Kalkplatten mit Wellenspuren — Myophorien — Myaciten.
7 = Dachsteinkalk } Hüpflinger Fazies.
8 = Raibler Sch. }
9 = Reiflinger Kalke.
10 = graue Krinoidenkalke mit *Encrinus*, *Retzia trigonella*, Eisen- und Manganvererzung, graue Mergellagen.
11 = Dachsteinkalk.

Abbildung 6: Geologischer Querschnitt des südöstlichen Johnsbachtales. Quelle: AMPFERER 1935: 149, Abbildung 66

Fasst man nun die unterschiedlichen Gesteinsarten des Untersuchungsgebietes, nach ihren geomorphologischen Eigenschaften, zusammen, kann man verschiedene Prozesse besser beschreiben. In die Kategorie Kalke lassen sich der Dachsteinkalk, erzführende Kalke und weitere Kalke zusammenfassen. Diese sind zumeist gut geklüftet und wasserdurchlässig. Sie sind zwar gut löslich, ansonsten aber widerstandsfähig gegenüber Verwitterung und Abtragung. Von der Mündung des Johnsbachs in die Enns bis zum inneren Johnsbachtal, wo der Johnsbach einen Knick macht, herrschen Wettersteindolomite vor,

siehe Abbildung 7 auf der Folgeseite. Diese bilden die steilen Zwischenmäuer und sind besonders stark geklüftet und wasserdurchlässig. Sie sind nur mäßig widerstandsfähig gegenüber Verwitterung und Abtragung. Silikatische Gesteine wie der Werfener Schiefer und Quarzit, der Blasseneck-Porphyroid, Phyllite und Konglomerate sind hingegen nicht sehr wasserdurchlässig und sind nur wenig widerstandsfähig gegenüber Verwitterung und Abtragung. Die Gipfelformen sind daher meist abgerundet und sie sind anfällig für Rutschungen (vgl. LIEB & PREMM 2008: 14).

Die Lockergesteine entlang des Johnsbaches sind verhältnismäßig junge Ablagerungen und zeugen von geomorphologischen Ereignissen wie Muren, welche man durch ihre Murenkegel an verschiedenen Stellen im Johnsbachtal gut erkennen kann (vgl. LIEB & PREMM 2008: 16).

Die möglichen geomorphologischen Prozesse werden stark von der Art des Gesteins geprägt. Je härter ein Gestein ist, desto weniger wird es flächenhaft abgetragen. Dadurch können sich aber steile Hänge bilden, welche wiederum eine höhere Aktivität, in Bezug auf gravitative Massenbewegungen wie Felsstürze, Steinschläge, Muren oder Lawinen, mit sich bringen können. Da die Kalke und Dolomite zu diesen härteren Gesteinen im Johnsbachtal zählen, befinden sich in diesen Gebieten zum Teil auch sehr steile Hänge, siehe Abbildung 8 auf der übernächsten Seite. Besonders dort wo Wettersteindolomit und Dachsteinkalk vorherrschen, gibt es zahlreiche Hänge mit mehr als 100% Steigung beziehungsweise sogar mit mehr als 60 Grad Neigung. Die gravitativen Massenbewegungen führen dabei gleichzeitig auch zu einem höheren Geschiebeeintrag in den Johnsbach in seinem nördlichen Abschnitt. Dabei bringt alleine der Langgriesgraben (siehe Abbildung 7 und 8) jährlich mindestens einen Geschiebeeintrag von 10.000 Kubikmetern (vgl. LIEB & PREMM 2008: 17f).

Im nördlichen Abschnitt des Johnsbaches führen also häufige gravitative Massenbewegungen zu einer erhöhten Geschiebeführung im Johnsbach. Im südlicheren Teil führte in der Vergangenheit eine verstärkte Abholzung, zum Zwecke des Bergbaus, zu einem vermehrten Hangabtrag und somit zu einer erhöhten Geschiebeführung im Johnsbach. Diese führt dazu, dass der Johnsbach in den flacheren Abschnitten, wo die Fließgeschwindigkeit niedriger ist, vermehrt Material ablagert. Dies kann man im Bereich der Zwischenmäuer beobachten, wo jetzt die Landesstraße 743 durchführt. Das Tal ist geprägt durch die

Schotterablagerungen des Johnsbachs, wobei hier verschiedene Prozesse in der Vergangenheit auch immer wieder für ein Hochwasser gesorgt haben (vgl. ebd.: 18ff).

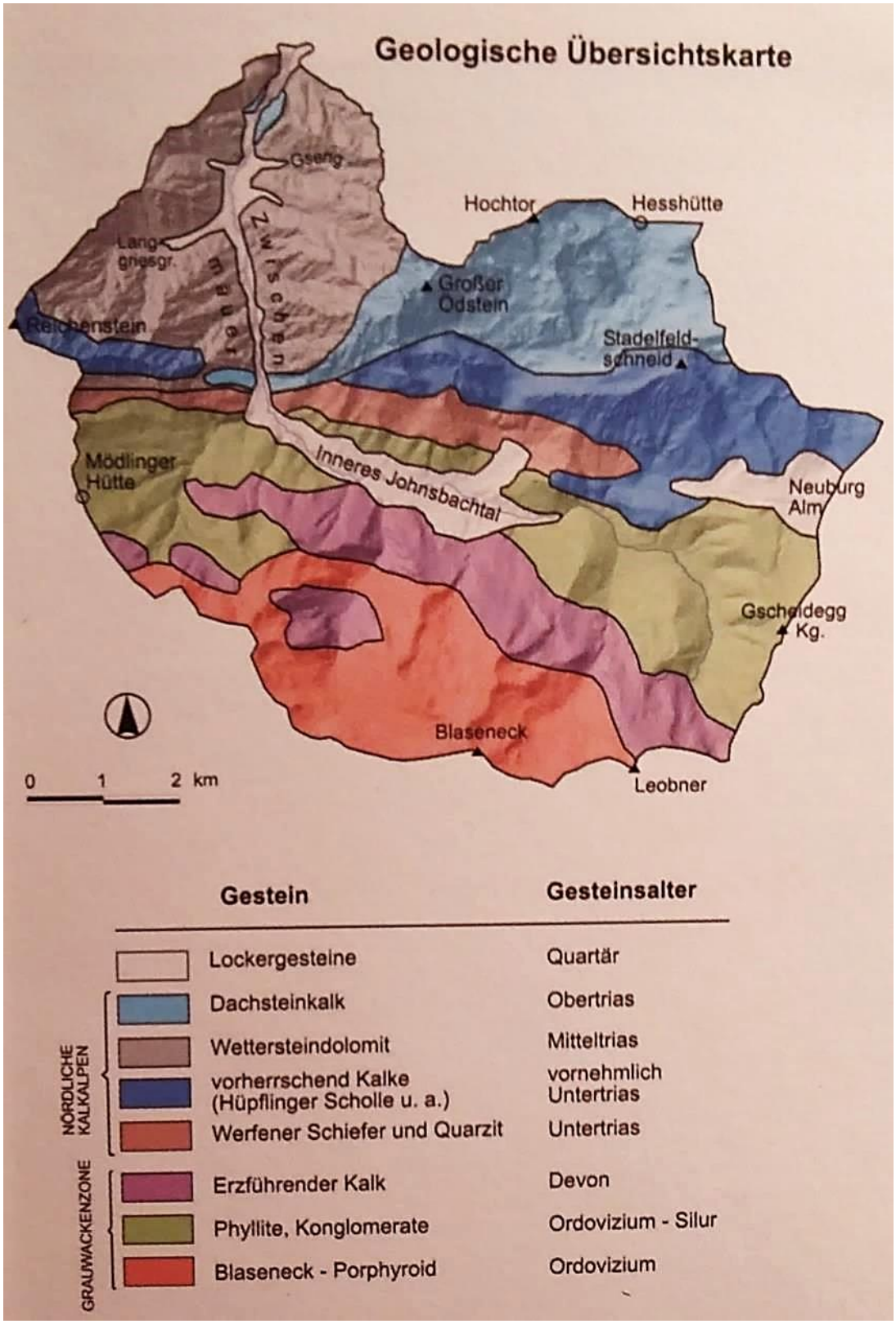


Abbildung 7: Geologische Übersichtskarte des Johnsbachtales. Quelle: LIEB & PREMM 2008: 13, Abbildung 2

Im südlichen Teil des Johnsbachtales sieht man auf der Abbildung 8 gut, dass die Hangneigungen geringer sind als im Norden, besonders in dem Bereich, wo Phyllite und Konglomerate vorherrschen. Allerdings gibt es auch hier zahlreiche Hänge mit einem Gefälle höher als 40 Grad, welches die Grenzneigung für das besonders häufige Auftreten von Steinschlägen und Hangrutscchungen ist (WICHMANN & BECHT 2004: 155). Lieb und Premm schätzen in ihrem Bericht über das Johnsbachtal die nördlichen Gebiete um die Zwischenmäuer sowie den dazwischenliegenden Talboden als die geomorphologisch aktivsten- sowie als die Gebiete mit dem größten Naturgefahren-Potential ein (LIEB & PREMM 2008: 22). Neben gewissen Naturraumparameter ist ein digitales Höhenmodell, wie in Abbildung 8, maßgeblich um potentielle Anrissgebiete und potentiell gefährdete Bereiche besser abschätzen zu können (WICHMANN & BECHT 2004: 147).

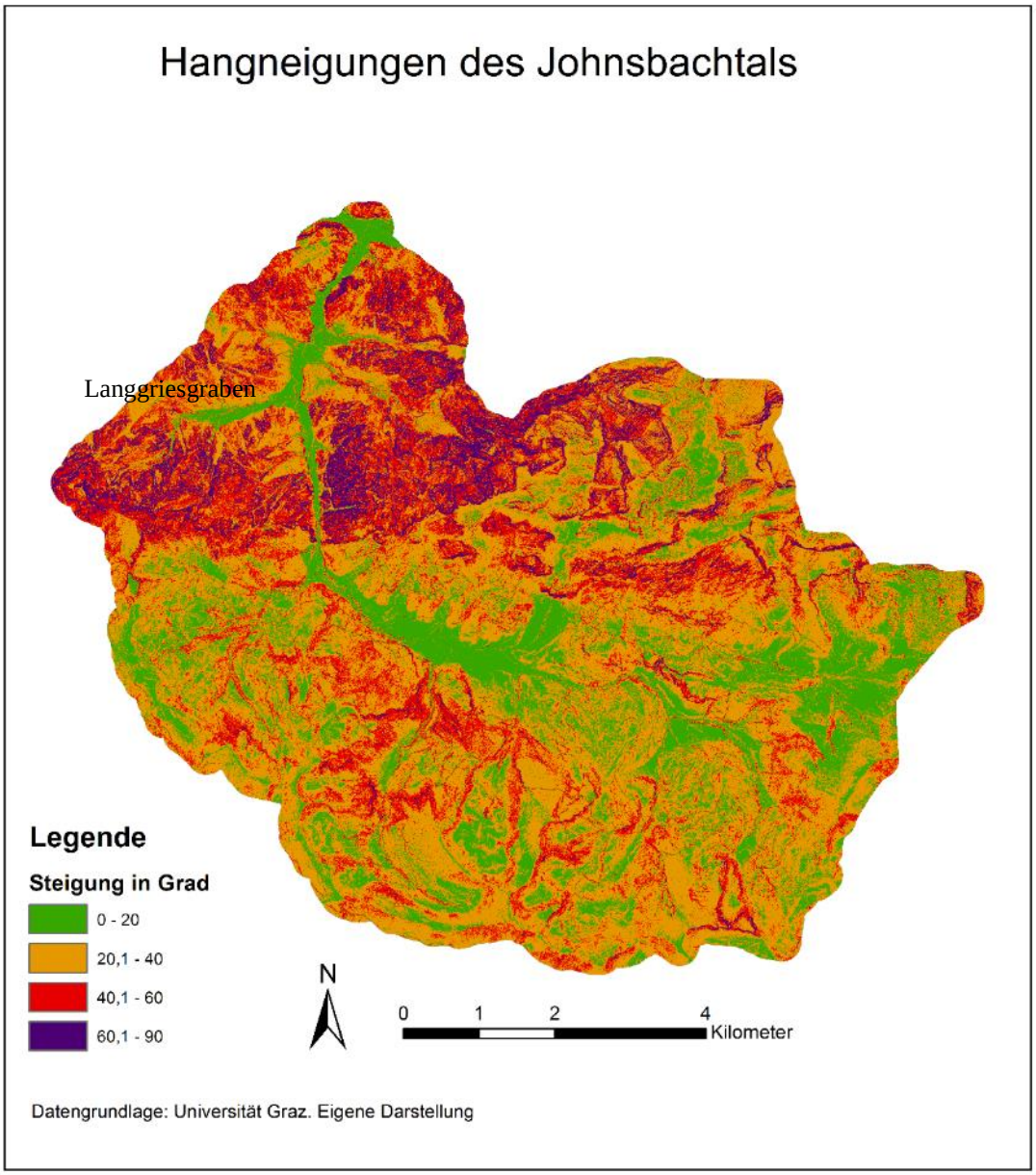


Abbildung 8: Hangneigung des Johnsbachtales in Grad. Datengrundlage: Universität Graz, eigene Darstellung

Teile des Bodens im Johnsbachtal bestehen aus Hanggley, extremen Gley, Moorboden und Schwemmboden. Dies ist besonders in den bewohnten Gebieten, im südlich gelegenen Talboden der Fall (BUNDESFORSCHUNGS- UND AUSBILDUNGSZENTRUM FÜR WALD, NATURGEFAHREN UND LANDSCHAFT 2017). Dies legt nahe, dass der Grundwasserspiegel sehr nahe an der Oberfläche liegt (vgl. AHNERT 2009: 78).

Auf der Abbildung 9 sieht man ein Klimadiagramm der Region rund um das Johnsbachtal Dabei sind die Temperaturkurve und der Niederschlag nicht, wie sonst oft üblich, im

Verhältnis 1:2 dargestellt, da die absoluten Werte eine wichtigere Rolle spielen und die Grafik so etwas übersichtlicher dargestellt ist.

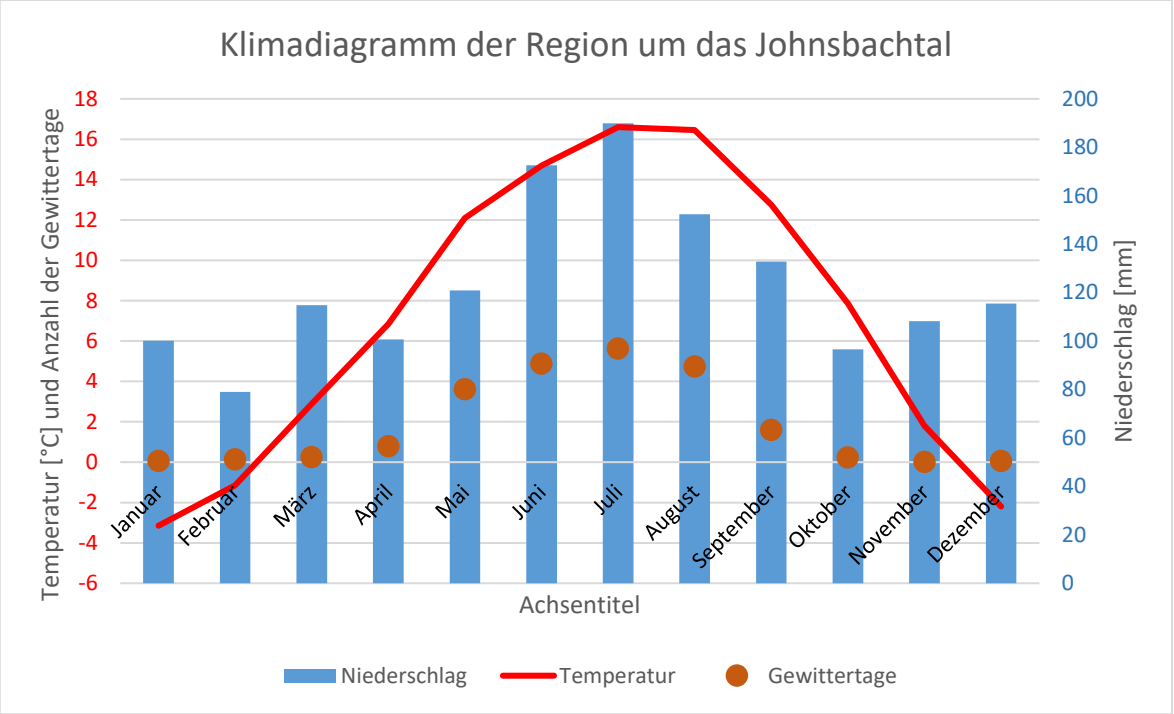


Abbildung 9: Klimadiagramm der Region um das Johnsbachtal. Datengrundlage: ZAMG, eigene Darstellung

Bei der Temperaturkurve, dessen Werte sich auf die linke Y-Achse beziehen und in Grad Celsius angegeben sind, sieht man, dass sie in drei Monaten im Jahr im Durchschnitt unter den Gefrierpunkt wandert. Insgesamt beträgt der Temperaturunterschied zwischen dem kältesten Monat und dem wärmsten Monat im Jahr knapp 20 Grad Celsius. Man kann also davon ausgehen, dass es an vielen Tagen im Jahr zu einem Frostwechsel kommt, wodurch man mit einigermaßen starken mechanischen Verwitterungsprozessen rechnen kann. Die Niederschlagswerte beziehen sich auf die rechte Y-Achse und sind in Millimeter angegeben Der Gesamtniederschlag im Jahr beträgt dabei etwa 1483 Millimeter, was zu den Spitzenwerten in Österreich gehört. Die niederschlagsreichsten Monate sind die relativ warmen Sommermonate Juni und Juli mit durchschnittlich mehr als 170 Millimeter Niederschlag im Monat. Zusätzlich sind noch die Gewittertage pro Monat dargestellt, welche typischerweise ebenfalls im Sommer gehäuft vorkommen. In der Darstellung beziehen sich die Werte der Gewittertage absolut auf die linke Y-Achse.

Allgemein kann man sagen, dass das Johnsbachtal ein geomorphologisch hochaktives Gebiet ist. Dies liegt zum einen an den geologischen Rahmenbedingungen und zum anderen an den oben beschriebenen klimatischen Bedingungen, wie einem hohen Temperaturunterschied und starken Niederschlagsereignissen (STRASSER 2011: 13).

3.3 Landnutzung im Johnsbachtal

Die kultivierte Landnutzung hat sich im Johnsbachtal im letzten Jahrhundert deutlich geändert. Sie bezieht sich dabei ausschließlich auf die flacheren Hänge im inneren Johnsbachtal, die damals wie heute bewirtschaftet werden. Drei Punkte sind dabei besonders auffällig. Die Fläche, die im Jahr 2003 für Gebäude und Verkehr verbaut wurde, war mehr als drei Mal so groß wie im Jahr 1872. Sie nahm von 3,3 Hektar auf fast 11 Hektar zu. 1872 bestand zudem mehr als ein Drittel aller landwirtschaftlicher Flächen aus Acker, wobei dieser im Jahr 2003 vollständig verschwunden ist. Während der Anteil von Wiesen und Weiden in diesem Zeitraum in etwa gleichgeblieben ist, nahm der Wald enorm zu. 1872 gab es im inneren Johnsbachtal nur etwa 10 Hektar Wald, was einem Anteil von etwa 4% entsprach. Im Jahr 2003 ist das Waldvorkommen bereits auf 38% aller Flächen gestiegen (vgl. HASITSCHKA et al. 2014: 96).

Auf den Abbildungen 10 und 11 sieht man die Landnutzungsveränderung zwischen 1872 und 2003 des inneren Johnsbachtals noch einmal übersichtlich dargestellt.

Eine weitere Form der Landnutzung, die im Johnsbachtal eine Rolle spielt, ist der Bergbau. Dabei denkt man zunächst wahrscheinlich an den Bergbau untertage, welcher in dieser Region eine lange Tradition besitzt. Relevanter für diese Arbeit ist allerdings der Schotterabbau, welcher seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts im Gseng- und im Langgriesgraben stattfindet. „*Durch die hohen Materialentnahmen kam es in beiden Gräben zu einer Eintiefung. Diese führte dazu, dass die Seitenhänge instabil wurden und vermehrt Erosion auftrat (…)*“ (HASITSCHKA et al. 2014: 200).

Abbildung 10: Landnutzung im Johnsbachtal 1972. Quelle: HASITSCHKA et al. 2014: 98, Abbildung 174

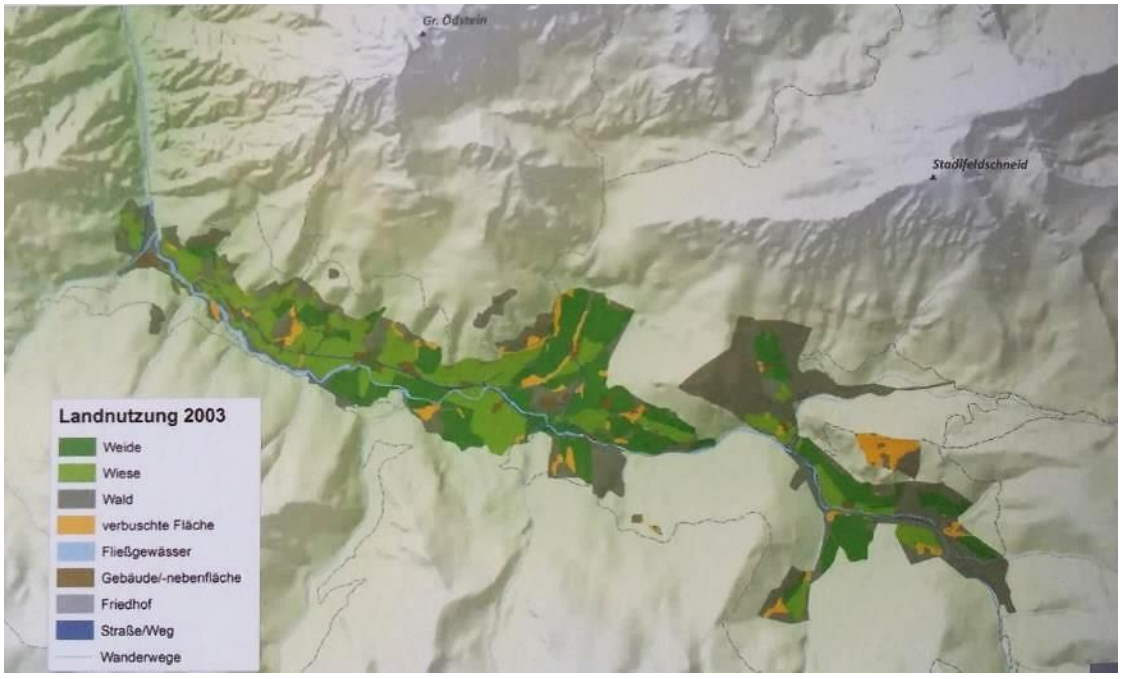


Abbildung 11: Landnutzung im Johnsbachtal 2003. Quelle: HASITSCHKA et al. 2014: 98, Abbildung 175

Auf der Abbildung 12 sieht man die Landbedeckung des gesamten Johnsbachtales in zeitlicher Änderung, wobei auffällt, dass es in den, bisher unbeachteten, bewaldeten Flächen in höheren Lagen zu einer vermehrten Rodung kommt (braune Flächen). Dies könnte durchaus zu einer Zunahme von geomorphologischen Prozessen führen.

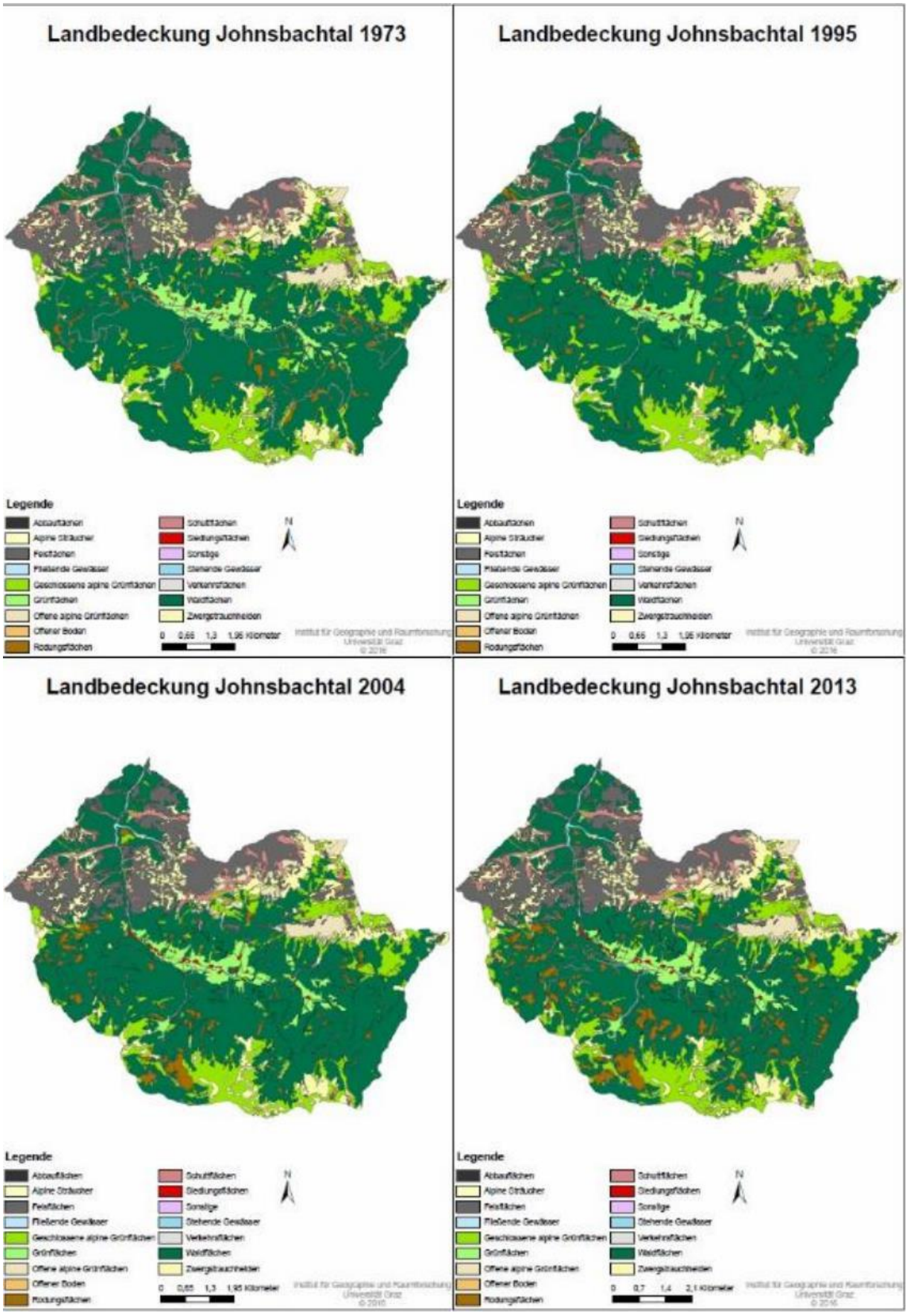


Abbildung 12: Veränderung der Landbedeckung im Johnsbachtal 1973, 1995, 2004 und 2013. Quelle: Institut für Geographie und Raumforschung, Universität Graz

4. Geomorphologische Prozesse

Da im Rahmen der Arbeit geomorphologische Naturgefahren untersucht werden, wird im folgenden Kapitel ein kleiner Überblick über die Geomorphologie allgemein gegeben. Des Weiteren wird erarbeitet, welche geomorphologischen Prozesse in dem untersuchten Gebiet relevant sind und ab wann es sich bei relevanten Prozessen auch um Naturgefahren handelt.

Die Geomorphologie beschäftigt sich allgemein mit der Formung der Erdoberfläche. Sie behandelt sowohl Oberflächenprozesse am Land sowie Prozesse unter der Meeresoberfläche (vgl. AHNERT 2009: 13).

Der Forschungsgegenstand hat sich dabei „[…] *immer mehr zu einer Wissenschaftsdisziplin entwickelt, die in engem Austausch mit ihren geowissenschaftlichen Nachbardisziplinen sowie den ökologischen und hydrologischen Fächer betrieben wird* (ZEPP 2014: 15).

Solche Nachbardisziplinen sind zum Beispiel die Geologie, Pedologie, Hydrologie oder Klimatologie. Sie helfen dabei geomorphologische Prozesse zu verstehen, ihre Ursachen zu ergründen und Struktur und Gesetzmäßigkeiten von geomorphologischen Ereignissen zu beschreiben (vgl. ZEPP 2014: 18f).

Die stattfindenden Prozesse kann man wiederum in endogene- und exogene Prozesse unterteilen. Endogene Prozesse finden dabei mit Hilfe von erdinnerer Energie statt, exogene Prozesse werden mit Energie von außen gespeist, wobei die Gravitation am Ende bei all diesen Prozessen eine wichtige Rolle spielt (vgl. ZEPP 2014: 20). Es kommt dabei oft zu einem Wechselspiel zwischen endogenen- und exogenen Prozessen. Endogene Prozesse bedeuten oft eine Relieferhöhung, was wiederum zu einer Erhöhung der potentiellen Energie führt, welche exogene Abtragungsprozesse nutzen können (vgl. AHNERT 2009: 28). Die treibende Kraft exogener Prozesse stammt direkt oder indirekt immer von der Sonnenenergie. Da die Distanz zur Sonne überall auf der Erde unterschiedlich ist, ist auch die Energiezufuhr überall unterschiedlich. Im Mittel kann man zwar verschiedene Regionen miteinander vergleichen, weshalb es auch zu einer Einteilung von Klimazonen kommt, in der Praxis sagen diese Mittel aber noch wenig über die geomorphologischen Prozesse aus, da das Morphoklima hier eine viel entscheidendere Rolle spielt. Geomor-

phologische Ereignisse werden oft durch kurzfristige klimatische Gegebenheiten auf einem begrenzten Raum ausgelöst und nicht so sehr durch die Monats- oder Jahresmittel von Niederschlag oder Temperatur (vgl. AHNERT 2009: 41).

Langfristige Werte von Temperatur und Niederschlag spielen natürlich auch eine gewisse Rolle, beispielsweise bei der chemischen Verwitterung. Um konkrete geomorphologische Ereignisse und ihre Wirksamkeit in Bezug auf Erosion und Akkumulation besser beschreiben zu können, ist die Analyse von Frequenz und Magnitude entscheidender. Auf diese Merkmale wird im späteren Teil der Arbeit noch näher eingegangen. Man kann dabei auch von der Größenfrequenzanalyse sprechen, welche als statistische Auswertungsmethode dienen kann (vgl. AHNERT 2009: 41).

Die verschiedenen Abtragungs- und Ablagerungsprozesse kann man dabei weiter unterteilen in fluviale Prozesse, äolische Prozesse, glaziale Prozesse, litorale Prozesse und gravitative Massenbewegungen. Des Weiteren kann man diese Prozesse noch einmal hinsichtlich Dauer und Ausdehnung eines Ereignisses unterteilen (vgl. ZEPP 2014: 23).

Geomorphologische Prozesse finden auf der ganzen Welt, in unterschiedlicher Intensität und Häufigkeit, statt. Der Einfluss auf den Menschen variiert stark, ob sich der Mensch in Küstennähe, in einer ebenen Steppe oder aber in alpinen Tälern aufhält. Außerdem kann sich Frequenz und Magnitude solcher Prozesse im Laufe der Zeit ändern. Um diese Änderungen zu untersuchen, muss man den interdisziplinären Charakter der Geomorphologie berücksichtigen. So können sich zum Beispiel klimatische Bedingungen oder die Wirtschaftsweise der Menschen ändern.

Geomorphologische Ereignisse haben aber nicht nur einen Einfluss auf den Menschen, auch der Mensch kann Einfluss auf die Geomorphologie nehmen. Dies macht er einerseits planvoll und direkt, indem er sich durch Bebauungsmaßnahmen beispielsweise vor Hochwasser oder Lawinen schützt, andererseits nimmt er aber auch indirekten Einfluss in den Landschaftshaushalt, wobei sich das Wirken oft erst zeitverzögert zeigt (vgl. ZEPP 2014: 301).

Besonders relevante Ereignisse in einem alpinen Tal, wie dem Johnsbachtal, sind gravitative Massenbewegungen. Durch intensive Niederschlagsereignisse können aber auch fluviale Prozesse eine große Rolle spielen. Wenn sich alpine Täler in unmittelbarer Nähe eines Gletschers befinden, kann es durch die Klimaerwärmung ebenfalls zu einer starken Zunahme von Intensität und Häufigkeit von geomorphologischen Ereignissen kommen.

4.1 Relevante Geomorphologische Prozesse

In Österreich werden geomorphologische Ereignisse hauptsächlich durch exogene Energien, also durch Sonne, Niederschlag und Wind ausgelöst. Gravitation spielt aber ebenso immer eine wichtige Rolle. Je größer der Höhenunterschied des Erdreliefs ist, desto größer ist die potentielle Energie. Gesteinsmaterial, aber auch Wasser, wird dabei immer von einem Ort höherer-, zu einem Ort niedrigerer potentieller Energie transportiert (vgl. ZEPP 2014: 20).

Ob es nun zu gravitativen Massenbewegungen kommt, hängt davon ab, ob sich die Bodenpartikel in einem Gleichgewicht befinden. Je steiler Hänge sind, je geringer die innere Reibung des Materials des Hanges ist und je geringer die Kohäsion des Ausgangmaterials ist, desto anfälliger sind Hänge für gravitative Massenbewegungen (vgl. ZEPP 2014: 105f).

Welch enorme Rolle die Hangneigung und die Reibung dabei spielen, lässt sich an einfachen Beispielen zeigen. Auf einen Körper wirkt auf der Erde immer die Erdanziehungskraft. Da die Erdanziehungskraft immer senkrecht, beziehungswiese zum Erdmittelpunkt gerichtet ist, verweilt ein Körper auf einer ebenen Fläche so lange in Ruhe, bis eine weitere Kraft auf ihn wirkt. Sobald die Fläche, auf der ein Körper ruht, aber nicht mehr eben, sondern schief ist, wirkt ein Teil der Erdanziehungskraft sozusagen hangabwärts, während ein anderer Teil normal zur Hangneigung wirkt. Wie groß diese Kräfte sind, ist vor allem von der Hangneigung α abhängig. Die Hangabwärts gerichtete Kraft wird wie folgt beschrieben:

$$F_H = mg \sin \alpha$$

Wobei m die Masse und g die Erdbeschleunigung beschreiben. Im Gegensatz dazu wird die Komponente der Gewichtskraft, welche normal zum Hang wirkt folgendermaßen beschrieben:

$$F_N = mg \cos \alpha$$

Wenn man nun die Reibung vernachlässigt, würde sich die Kraft, mit der ein Körper beschleunigt wird, bei doppelter Hangneigung ebenfalls fast verdoppeln. Ein Stein mit einer Tonne Gewicht wird auf einem Gefälle von nur einem Grad bereits mit ca. 174 Newton beschleunigt. Durch die Reibung wird das allerdings bis zu einem gewissen Grad verhindert, wodurch sich auch auf schiefen Ebenen im Gebirge Gesteine und Geröll ansammeln können und nicht sofort den Hang hinabstürzen. Ist der Hang allerdings steil genug,

sodass die hangabwärts gerichtete Kraft größer ist, als die ihr entgegengesetzte Reibungskraft oder kommt beispielsweise Wasser ins Spiel, wodurch die Reibung geringer wird, wie das bei Muren immer der Fall ist, wird Material in Bewegung gesetzt und stürzt, rutscht, gleitet oder fließt den Hang hinunter. Alpine Täler, besonders solche mit einem hohen Gefälle, sind daher besonders gefährdet von Muren, Rutschungen oder Steinschlägen heimgesucht zu werden.

Weiter kann man geomorphologische Ereignisse noch in zahlreiche kleinere Kategorien einteilen, je nach Feuchtigkeitsgehalt und Geschwindigkeit der Prozesse. Im Wildbach- und Lawinenkataster, welcher als Grundlage für die spätere Ergebnisauswertung dient, werden unter anderem auch fluviatiler Feststofftransport, murartiger Feststofftransport, Lawinen und Hochwasser genannt.

Da es bei fluviatilen (=fluvialen) Prozessen sehr stark von der Fließgeschwindigkeit abhängt, ob Material abgetragen oder abgelagert wird, sind auch hierbei alpine Regionen mit steilen Hängen und somit höheren Fließgeschwindigkeiten von Flüssen und Regionen mit hohen Niederschlagsspitzen besonders gefährdet.

Um das Gefahrenpotenzial geomorphologischer Prozesse besser abschätzen zu können, kann man deren Eigenschaften kategorisieren. Man kann beispielsweise die Frequenz, die Magnitude, die Dauer, die räumliche Ausdehnung, die Geschwindigkeit, die räumliche Verteilung und das zeitliche Auftreten beschreiben. Gravitative Massenbewegungen und fluviale Prozesse werden dabei wie in der Tabelle 1, hinsichtlich potenzieller Naturgefahr, bewertet (vgl. SCHROTT & GLADE 2008: 133ff).

	Gravitative Massenbewegungen	Fluviale Prozesse
Frequenz	Mittel – hoch	Mittel – hoch
Magnitude	Gering – mittel	Gering – hoch
Dauer	Kurz – mittel	Mittel – lang
Räumliche Ausdehnung	Begrenzt – mittel	Mittel – groß
Geschwindigkeit	Mittel – schnell	Langsam – mittel
Räumliche Verteilung	Punktuell – diffus	Linear – diffus
Zeitliches Auftreten	episodisch	Zyklisch – episodisch

Tabelle 1: Eigenschaften von gravitativen Massenbewegungen und fluvialen Prozessen. Grundlage: SCHROTT & GLADE 2008: 133ff, eigene Darstellung

4.1.1 Muren / murartiger Feststofftransport

Muren zählen zu den Fließvorgängen. Dabei muss Schutt so wasserdurchtränkt sein, dass er breiartig hangabwärts fließen kann. Seltener spricht man auch von Schlammströmen oder auf Englisch von debris flows. Als Grundlage für Muren, die zumeist in einzelnen Schüben abgehen, dient akkumulierter Schutt, welcher durch besondere meteorologische Konstellationen schubartig abfließt (vgl. ZEPP 2014: 112). Muren können dabei Geröll, Geschiebe, Erdreich, Schlamm, Felsbrocken und Bäume als wassergetränkte Materialströme transportieren (vgl. AULITZKY 1973: 50).

Im Grunde genommen ist eine Mure nichts anderes, als ein Bindeglied zwischen der flächenhaften Abtragung und der Ablagerung an einem tiefer gelegenen Ort. Sie transportiert den durch Verwitterung entstandenen Schutt, mit Hilfe von angestautem Wasser, hangabwärts (vgl. AHNERT 2009: 83, 94).

Voraussetzungen für Muren sind:

„*1. eine umfangreiche Akkumulation von Schutt mit hinreichend großem Anteil von Feinmaterial,*

2. relativ seltene, stoßweise Zufuhr von Starkregen- oder Schneeschmelzwasser in Mengen, die groß genug sind, um die Porenräume der Schuttakkumulation zu füllen und positiven Porenwasserdruck zu erzeugen und

3. ein großes Gefälle“ (AHNERT 2009: 94).

Man kann vergangene Murenereignisse in der Natur oft an den Bildern erkennen, die sie in der Landschaft hinterlassen. Entlang des Murenabgangs entsteht meist in der Mitte eine rinnenartige Murenbahn mit Murendämmen auf den Seiten. Diese hohlartigen Murenbahnen können dazu führen, dass sich weitere Muren denselben Weg noch einmal suchen. Im flacheren Gelände, wo die Mure schließlich zum Stillstand kommt, bildet sich für gewöhnlich ein Murkegel aus der bewegten Masse. Diese Murkegel bestehen aus einer unsortierten Mischung aus Grob- und Feinmaterial und haben ein Gefälle von 8 – 12 Grad. Sie sind somit steiler als die Schwemmkegel aus Sedimenten von Bächen, aber flacher als die Sturzkegel von abgestürzten Blöcken (vgl. AHNERT 2009: 94).

Muren können durch ihre hohe Geschwindigkeit, ihr plötzliches auftreten und die große Fracht, die sie mit sich führen, besonders verheerenden Schaden anrichten. Sie können

ganze Ortschaften unter Schlamm und Geröll begraben, Häuser wegreißen und Landwirtschaftliche Flächen zerstören. Große Murenereignisse mit zahlreichen zerstörten Häusern und über 100 Toten sind historisch sehr weit zurückdatiert, so zum Beispiel 1737 in Zell am See oder 1567 in Rauris (vgl. AULITZKY 1973: 54).

4.1.2 Fluvialer Feststofftransport (= Fluviatiler Feststofftransport)

Da eine Kategorie der geomorphologischen Prozesse im Wildbach- und Lawinenkataster „fluviatiler Feststofftransport" genannt wird, in der Literatur aber ausschließlich von dem fluvialen Feststofftransport die Rede ist, werden die beiden Begriffe in dieser Arbeit gleichgesetzt.

Bei fluvialem Feststofftransport dient das Wasser unmittelbar dem Denudationsprozess, während bei gravitativen Massenbewegungen das Wasser hauptsächlich bei der Änderung der Kohäsion und des Porenwasserdrucks eine Rolle spielt (vgl. ZEPP 2014: 128).

Kommt es durch Niederschlag zu einem Oberflächenabfluss, kann es dabei immer auch zu Feststoff- und Lösungstransport kommen. Dieser hängt dabei von der Vegetation auf der Oberfläche, des Bodenmaterials, der Intensität des N,iederschlags sowie der Fließgeschwindigkeit ab, woraus sich im Groben auch die Abflussganglinie zusammensetzt. Hervorgehoben werden dabei noch einmal die Form des Einzugsgebietes und die Landnutzung (vgl. ZEPP 2014: 116 - 133).

Bei fließenden Gewässern, die streckenweise ein hohes Gefälle, aber insgesamt nur ein vergleichsweise kleines Einzugsgebiet aufweisen, spricht man von Wildbächen. Besonders hohe Abflussraten haben solche Wildbäche meist nach Starkregenereignissen oder plötzlicher Schneeschmelze (vgl. KREIKEMEIER et al. 2004: 70). Dadurch wird die Fließgeschwindigkeit relativ schnell, stark erhöht, wodurch die kinetische Energie des Fließgewässers größer wird und somit auch mehr Material erodiert und transportiert werden kann. Bei hoher Fließgeschwindigkeit kommt es außerdem vermehrt zu turbulentem Fließen, wobei zusätzliche „Druck- und Saugkräfte" zu vermehrter Erosion führen (vgl. ZEPP 2014: 127).

Um Bodenpartikel aus dem Bodengefüge herauszulösen, bedarf es Energie. Diese Energie kann entweder durch Reibung, wie es bei Fließprozessen vorkommt, auftreten oder durch den Einschlag des Niederschlags. Je größer die Durchmesser der Tropfen sind und

je intensiver der Niederschlag pro Zeiteinheit ist, desto mehr kinetische Energie besitzen die Tropfen des Niederschlags. Es kommt zur Planschwirkung, wobei es zu einem Zerspritzen von Wasser und Bodenpartikeln kommt (vgl. ZEPP 2014: 130f).

Großflächiger Hangabtrag findet vor allem bei hohen Niederschlagsintensitäten statt, welche in Österreich hauptsächlich bei sommerlichen Gewitterregen auftreten. Ansonsten bilden sich oft parallele Hangrillen und -Rinnen, die zur Hangdenudation führen (vgl. ZEPP 2014: 133).

Auch bei flächenhaftem Niederschlagsabfluss kommt es auf die Intensität des Niederschlags und auf die Hangneigung an, ob mehr oder weniger Material erodiert werden kann. Je größer die Hangneigung und je tiefer das abfließende Wasser ist, desto höher wird die Abflussgeschwindigkeit. Dabei verdoppelt sich die Fließgeschwindigkeit beinahe, wenn der Abfluss statt nur einem Zentimeter, zwei Zentimeter tief ist. Bei einer Hangneigung von nur 17° und einer Abflusstiefe von zwei Zentimetern ist die Fließgeschwindigkeit bereits 0,8 Meter pro Sekunde (vgl. AHNERT 2009: 111).

4.1.3 Hochwasser

Für den Begriff Hochwasser gibt es im Grunde keine einheitliche Definition. Allgemein bezeichnet man damit aber einen Abfluss, der höher ist als der Gewöhnliche. Gibt es ausreichende Beobachtungszeiträume, kann man Hochwässer nach ihrem periodischen Eintreten einteilen, zum Beispiel als 10-jähriges-, 50-jähriges-, oder 100-jähriges Hochwasser. Im praktischen Sprachgebrauch und auch in dieser Arbeit wird dann von einem Hochwasser gesprochen, wenn die Abflussmenge das vorhandene Flussbett übersteigt und somit nicht mehr geschlossen abfließen kann (AULITZKY 1973: 31).

Bei Hochwasserereignissen steigt die Ganglinie meist kurz, steil an, während sie nach dem Maximum nur langsam wieder abnimmt (vgl. ZEPP 2014: 119). Dabei kann es in niederschlagsreicheren Zeiten vorkommen, dass ein zweites Hochwasserereignis stattfindet, welches zusätzlich vom ersten Hochwasserereignis gespeist wurde, da sich die neue Hochwasserganglinie mit der langsam abklingenden ersten Hochwasserganglinie überschneiden (vgl. AHNERT 1999: 143). Allgemein könnte man davon ausgehen, dass sich die Fließgeschwindigkeit bei Hochwasser nicht zwingend erhöht. Wenn das Gefälle gleichbleibt und sich der Querschnitt des Fließgewässers beim Übertreten des Flussbettes

erhöht, sollte sich die Geschwindigkeit laut der Kontinuitätsgleichung verringern. Es spielen dabei aber zahlreiche weitere Faktoren eine Rolle, sodass man solche Aussagen nur anhand von statistischen Auswertungen treffen kann. Dabei wurde festgestellt, dass sich die Fließgeschwindigkeit bei lokalen Hochwässern in der Regel um die Kubikwurzel des Abflusses erhöht (vgl. ebd. 149).

Bei Hochwasser können also einerseits die Wassermassen selbst Schaden verursachen. Es ist aber auch die Schleppkraft des Wassers höher, wodurch mehr Material entlang des Hochwassers erodiert werden kann. Zusätzlich kann die Hochwasserfracht, vor allem Schwemmholz, Schaden verursachen oder zu Verklausungen führen, wodurch das aufgestaute Wasser noch weiter steigen kann. Geht der Hochwasserpegel wieder zurück, werden außerdem oft Schotter, Sande und andere Schwebfracht auf den angrenzenden Flächen des Flusses abgelagert. Ebenso sind bei dem Rückgang des Hochwasserereignisses die Uferflächen besonders Wasserdurchtränkt, wodurch es vermehrt zu Seitenerosion bis hin zu Rutschungen auslösenden Uferunterschneidungen kommen kann (vgl. AHNERT 1999). Freuen sich Menschen in manchen Regionen dabei über zusätzliche natürliche Düngung der landwirtschaftlichen Fläche, können die Ablagerungen in anderen Regionen den landwirtschaftlichen Ertrag schmäler oder in Gärten und öffentlichen Grünanlagen Schaden anrichten.

Auslöser sind für Hochwässer zumeist langanhaltender Niederschlag oder besonders extreme Starkregenereignisse. Es kann aber auch durch eine Schneeschmelze zu erhöhter Wasserführung kommen, beziehungsweise kann der Boden durch den geschmolzenen Schnee so gesättigt sein, dass er bei weiterem Niederschlag kein Wasser aufnehmen kann und es somit auch durch relativ gewöhnliche Niederschlagsereignisse zu Hochwasser kommen kann (vgl. AULITZKY 1973: 16f).

4.1.4 Lawinen

Lawinen sind definiert als mit Luft gemischter Schneemassen, die plötzlich einen Hang hinunterstürzen. Die Bewegung ist dabei gleitend, fließend, strömend und, über Stufen, frei fallend. Ursachen für das Abgehen von Lawinen können sehr vielfältig und komplex sein, weshalb eine detaillierte Analyse in dieser Arbeit nicht stattfindet. Neben gewissen Schnee- und Wetterkonstellationen, spielt aber auch hier die Hangneigung wieder eine wichtige Rolle. Lockerschneelawinen gehen dabei besonders oft bei einer Hangneigung

zwischen 35 und 40 Grad ab. Man kann Lawinen nach ihrem Feuchtigkeitsgehalt, nach ihrer Art der Bewegung oder nach der Fläche auf der sie sich bewegt einteilen. Nasse Fließlawinen können dabei beispielsweise Geschwindigkeiten bis zu 30 Meter pro Sekunde erreichen (vgl. AULITZKY 1973: 54 – 58).

Lawinen können genauso wie Muren, Steinschläge oder andere gravitative Massenbewegungen den Transport von Material nach sich ziehen. Dies kann zu Gefahren für den Menschen und seine Infrastruktur führen. Der durch Lawinen abgelagerten Schutt auf Hangverflachungen kann später aber auch Grundlage für einen Murenabgang sein (vgl. ZEPP 2014: 111). Ein solcher Schutttransport kommt vor allem im Frühjahr mit sogenannten Grundlawinen vor. Diese bestehen aus schwerem Nassschnee, welcher eben Bodenmaterial und Gesteinsschutt mittransportieren kann. Wenn Schmelzwasser den Schnee noch weiter durchfeuchtet, gehen die Nassschneelawinen in murenartige Sulzströme über (vgl. AHNERT 1999: 93). Lawinen verhindern außerdem oft die Ausbildung eines Hochwaldes. Flächen auf denen besonders häufig Lawinen abgehen, könne dabei sogar gänzlich frei von Wald sein (vgl. Hasitschka et al. 2014: 28). Hänge, die frei von Wald sind, können wiederum einen positiv gekoppeltlen Effekt auf weitere gravitative Prozesse haben.

4.1.5 Weitere häufige potentielle Gefahren im alpinen Raum

Sturzdenutation findet vor allem durch Verwitterungsprozesse statt, wobei typisch ist, dass größere Partikel weiter entfernt zum Liegen kommen, als kleinere Partikel. Beispiele dafür sind Steinschläge, Felsstürze und Bergstürze, welches alle sehr schnelle Prozesse sind, die sich in erster Linie durch die Volumensgröße unterscheiden. (vgl. ZEPP 2014: 107f). Ein Steinschlag oder Felssturz findet zumeist an unbewachsenen Stellen, mit einer Grenzneigung von 40 Grad, statt (WICHMANN & BECHT 2004: 155).

Grundlage für solche Sturzprozesse ist erneut die Schwerkraft. Allerdings kann es nur dann zu solchen Vorfällen kommen, wenn eine Kluft in dem Gestein entsteht. Dies geschieht zum Beispiel durch Wurzeldruck, Frostwirkung oder chemische Verwitterung. Besonders häufig werden solche Abstürze dann ausgelöst, wenn es in der Nacht zu einem Frost kommt und untertags wieder auftaut. Weitere Auslöser können Erdbeben, Blitzeinschläge oder Starkregen sein (vgl. AHNERT 2009: 88).

Wenn man den Felssturz auf Abbildung 13 betrachten, kann man sich gut vorstellen, welch gewaltigen Schaden solche Sturzereignisse in bewohnten Gebieten anrichten können.

Abbildung 13: Felssturz in Vang Vieng, Laos. Eigene Aufnahme

Bei Versatzdenudation kommt es durch eine widerholte Volumensänderung zu einer sehr langsamen Abtragung von Hangmaterial, wobei es im Normalfall zu einer lateralen Bewegung kommt (vgl. ZEPP 2014: 109f).

Rutschungen und Gleitungen finden auf einer Gleitfläche statt, wobei die ursprünglichen Lagerungsverhältnisse innerhalb der Rutschmasse gleichbleiben. Man kann sie weiter als Translationsrutschungen und Rotationsrutschungen unterscheiden (vgl. ZEPP 2014: 110f).

Der Unterschied zwischen einem Bergrutsch und einem Bergsturz liegt darin, dass einerseits die Geschwindigkeit unterschiedlich ist, andererseits das Material bei einem Bergrutsch in seiner ursprünglichen Zusammensetzung erhalten bleiben kann, während es bei einem Bergsturz für gewöhnlich in kleine Teile zertrümmert wird (siehe Abbildung 13) (vgl. AHNERT 2009: 88f). Dadurch lassen sich diese Ereignisse auch auf Luftbildern gut unterscheiden.

Zusammenfassend kann man noch einmal festhalten, dass bei gravitativen Massenbewegungen die Hangneigung eine sehr wichtige Rolle spielt. Ebenso wurden bereits die Niederschlagsintensität und das Vorhandensein von Wasser angesprochen. Es gibt dazu eine

Studie, bei der der Zusammenhang zwischen Niederschlag und Rutschungen, Muren und weiteren ähnlichen gravitativen Massenbewegungen untersucht wurde. Corominas und Moya halten darin fest, dass kurze und intensive Niederschlagsevents von einem bis zwei Tagen vor allem Schuttrutschungen, Muren und vereinzelt auch Steinschläge auslösen können, während langanhaltender Niederschlag vor allem Rotationsrutschungen, langsameres Erdfließen oder einen Schuttstrom auslösen können. Besonders gefährdet ist eine Region dann, wenn an einem Tag mehr als 140 mm Niederschlag niedergeht, innerhalb von einer Woche mehr als 160 mm, oder innerhalb von zwei Wochen mehr als 200 mm Niederschlag niedergeht (COROMINAS & MOYA 1999)

4.2 Theoretische Grundlagen zu geomorphologischen Naturgefahren und Naturkatastrophen

Im Zuge dieser Arbeit sollen die Ursachen und Auswirkungen von Naturgefahren auf alpine Täler untersucht werden. Doch wann kann man überhaupt von Naturgefahren sprechen? In den Medien wird oft von Naturgefahren und sogar Naturkatastrophen berichtet. In Südostasien starben in den letzten Jahren zahlreiche Menschen durch Tsunamis wie 2011 in Fukushima oder 2004 nach einem verheerenden Seebeben. Von der ganzen Welt gibt es Berichte über Tote und zerstörte Gebäude nach Erdbeben. In Österreich gibt es fast jährlich Todesopfer nach Lawinenabgängen und die Bilder sogenannter Jahrhundert-Hochwasser sind den meisten Menschen hierzulande wahrscheinlich noch immer sehr präsent in Erinnerung. Doch was wäre, wenn die genannten Gebiete nicht bewohnt wären, es somit keine Gebäudeschäden und keine Todesopfer geben würde? Würde man dann immer noch von Naturgefahren oder Naturkatastrophen sprechen, oder würde man die Vorgänge der Natur ganz natürlich und neutral beschreiben?

Wasser, welches im Gebirge hunderte Meter in die Tiefe stürzt, Lawinen die zufällig gefilmt werden oder Meteoriten, die in die Erdatmosphäre eintreten, verglühen und irgendwo an einem unbewohnten Ort auf die Erde stürzen, werden für gewöhnlich nicht als Naturkatastrophen bezeichnet, sondern als Naturschauspiel. Zahlreiche Menschen suchen Riesenwellen, aktive Vulkane, oder durch die Natur geformte Landschaften absichtlich auf, um sich zu erholen, um etwas Besonderes zu sehen oder zu erleben.

Warum werden in dieser Arbeit also geomorphologische Naturgefahren untersucht und worum handelt es sich dabei überhaupt?

Allgemein spricht man von einer Katastrophe, wenn eine plötzliche, massive Störung für überdurchschnittlich hohe Verluste sorgt. Von Naturkatastrophe spricht man dann, wenn die Natur als Auslöser festgestellt wird, oder es zumindest einen kausalen Zusammenhang zwischen der Natur und der Katastrophe gibt (vgl. FELGENTREFF & DOMBROWSKY 2008: 13).

Wenn im Zuge der Diplomarbeit von geomorphologischen Naturgefahren die Rede ist, muss man den Begriff Naturgefahr in Bezug zum Menschen setzen. Die Geomorphologie alleine ist keine Gefahr, sie „*beschreibt und ordnet die Oberflächenformen der Erde, und sie erforscht ihre Entstehungs- und Weiterbildungsprozesse*“ (ZEPP 2008: 19). Geomorphologische Prozesse sind also in erster Linie keine Gefahr, sie sind lediglich landschaftsformend und finden seit je her statt. „*Die Geomorphologie ist (…) ein Teilgebiet der Geographie im Sinne einer umfassenden Mensch-Umwelt-Wissenschaft, weil die Erdoberfläche eine wesentliche Randbedingung für das Handeln von Einzelpersonen und Gesellschaften darstellt und andererseits anthropogene Eingriffe reliefverändernde Prozesse auslösen*“ (ebd.). Solange der Mensch auf der Erde lebt, muss man die Geomorphologie, möchte man sie ganzheitlich beschreiben, also auch in Bezug zum Menschen setzen. Sie wird eben auch als Mensch-Umwelt-Wissenschaft beschrieben. So haben geomorphologische Prozesse einen natürlichen Einfluss auf den Menschen, auf sein Handeln und auf seine Lebens- und Wirtschaftsweise. Genauso hat aber auch der Mensch durch sein Eingreifen in die Natur einen Einfluss auf geomorphologische Aktivitäten. Und genau da kann aus einem natürlichen geomorphologischen Prozess eine Gefahr oder im schlimmsten Fall sogar eine Katastrophe werden.

„*Lawinen, Steinschlag, Bergstürze, Rutschungen, Talzuschub, Solifluktion, Muren, Überschwemmungen, Schwemmkegel etc. prägen viele Täler und sind natürliche Prozesse. Zu „Naturgefahren“ und „Naturkatastrophen“ werden diese Prozesse erst dann, wenn der Mensch durch Erschließungsmaßnahmen eingreift, so dass Siedlungen, Verkehrswege und Menschenleben von den Ereignissen betroffen sind*“ (VEIT 2002: 117).

Man könnte aber auch soweit gehen und gar nicht erst von einer Naturkatastrophe sprechen, sondern lediglich von Naturrisiken und Sozialkatastrophen. Naturrisiken wären in diesem Fall natürliche Ereignisse, welche im schlimmsten Fall menschliche Infrastruktur oder sogar menschliches Leben bedrohen. Um eine Sozialkatastrophe handelt es sich dann, wenn in irgendeiner Weise auch der Mensch selbst eine Mitschuld an so einem

Schaden trägt. So könnte man Schutzmaßnahmen ergreifen um die Auswirkungen von Naturereignissen auf den Menschen abzumildern. Vielleicht war menschliches Handeln aber sogar Auslöser für ein Ereignis, welches im späteren Verlauf Schaden angerichtet hat. So kann es durch eine Landnutzungsänderung, wie Entwaldung, zu vermehrten gravitativen Massenbewegungen kommen (vgl. FELGENTREFF & GLADE 2008).

Man könnte nun also sagen, dass man dann von einer Naturkatastrophe spricht, wenn menschlicher- oder Sachschaden verursacht wird und der Auslöser dafür ein natürliches Ereignis ist. Allerdings kann man auch hierbei unterscheiden, ob der Mensch an dem Schadensausmaß eine Mitschuld trägt oder nicht. Da man durch Schutzmaßnahmen beispielsweise direkt vor etwaigen Schäden vorsorgen kann. Nicht zu vernachlässigen sind auch indirekte Folgeerscheinungen menschlichen Handelns. So kann eine Landnutzungsveränderung, oder die Versiegelung von Böden zu vermehrten Hochwässer führen oder gravitative Massenbewegungen auslösen (vgl. FELGENTREFF & DOMBROWSKY 2008: 14f).

In dieser Arbeit soll der Schwerpunkt nun aber nicht auf die Erforschung des Begriffs der Naturkatastrophe gelegt werden. Vielmehr wird der Fokus darauf gelegt, gewisse natürliche Prozesse und ihre Auswirkungen auf die Menschen zu untersuchen. Es wird untersucht, ob Ereignisse, die das Wirken und Leben des Menschen in alpinen Tälern beeinflussen, in Magnitude und Frequenz zunehmen. Natürlich muss man dafür gewisse Begrifflichkeiten abklären und festlegen, wobei es sich beispielsweise um relevante Ereignisse handelt. Die Begriffe der Katastrophe und des Risikos können aber so vielseitig betrachtet und beschrieben werden, dass es schwer ist, sie nun vollkommen korrekt, im Sinne der Wissenschaft, zu beschreiben. In der Finanz- und Wirtschaftswelt hat der Risikobegriff eine ganz andere Bedeutung, als für Versicherer. Eine Katastrophe ist für den Menschen etwas ganz Anderes als für die Natur selbst. Und selbst über Auslöser und Folgewirkungen kann man differenziert diskutieren.

So ist es im mitteleuropäischen Raum schon schwierig überhaupt noch von natürlichen Ereignissen zu sprechen, wenn man bedenkt, dass die Landschaft seit Jahrtausenden oder noch länger vom Menschen direkt oder zumindest in ihrer Fernwirkung beeinflusst wurde. Noch schwieriger wird es, wenn man nun versucht die Grenze zwischen schädlichem- und unschädlichem Verhalten zu ziehen. Wenn man nun versucht, schädliche Na-

turereignisse oder ihre, für den Menschen, schädlichen Auswirkungen zu verhindern, versucht man im Grunde genommen, die Natur zu manipulieren. Aus einem ohnehin schon vom Menschen beeinflussten „natürlichen“ Prozess soll also ein noch unnatürlicherer Prozess werden. Wenn man behauptet, dass der Mensch Mitverursacher von Naturkatastrophen ist, sollte man zumindest unterscheiden, ob der Mensch durch sein Handeln oder nicht-Handeln eine Katastrophe verursacht, oder ob er im Rahmen seines modern-zivilisierten Verhalten und dem nicht-Beachten von Gefahren selbst zum Opfer von Katastrophen wird. Im Umweltschutz allgemein steht im Moment das Verursacherprinzip im Vordergrund, welches beispielsweise beim CO2-Ausstoß leicht anzuwenden ist. Bei Ereignissen wie Hochwässer, Muren oder Lawinen kann man das Verursacherprinzip aber nicht einfach anwenden, da eine Vielzahl von Komponenten zur Ursache beitragen (vgl. AULITZKY 1973: 118f).

Da in dieser Arbeit aber hauptsächlich der Wildbach- und Lawinenkataster als Grundlage für die Untersuchung von Risiko, Gefahren und Katastrophen dient, werden in diesem Sinne solche Ereignisse als relevant betrachtet, die aufgrund der direkten Auslöser und in ihrer ursprünglichen Grundwirkung natürlichen Ursprungs sind und in ihrer Wirkung Schaden für die Menschen anrichten. Da man in weiterer Arbeit feststellen könnte, ob es sich nun lohnt, gewisser alpine Täler vor solchen Ereignissen zu schützen, oder ob man im Extremfall sogar Umsiedlungen von Menschen in Betracht ziehen könnte, wird dabei bewusst nicht näher auf die mögliche Verhinderung oder auf menschgemachte Ursachen eingegangen.

Im weiteren Verlauf der Arbeit soll auch eine Abschätzung über zukünftige Ereignisse und das Risiko für die Menschen im Johnsbachtal abgegeben werden, weshalb als weitere Grundlage Luftbilder untersucht werden, um mögliche Ereignisse zu finden, die den Menschen nicht direkt betroffen haben und somit nicht im Wildbach- und Lawinenkataster festgehalten wurden. Außerdem wird untersucht, ob es einen Konsens als Auslöser relevanter Ereignisse gibt, wie zum Beispiel vermehrten Niederschlag. Es soll dann weiter untersucht werden, ob es in den letzten Jahren eventuell zu vermehrtem Neiderschlag gekommen ist und somit die Wahrscheinlichkeit für weitere „Naturkatastrophen“ steigen könnte.

Sieht man sich die letzten Jahrzehnte, vor allem aus der Sicht der Versicherungswirtschaft an, kann man bereits feststellen, dass es vermehrt zu Katastrophenereignissen kommt und

die Schadensmeldungen dabei enorm zunehmen. So nahmen seit den 1960er Jahren sogenannte Naturkatastrophen um das Dreifache zu, der volkswirtschaftliche Schaden um das Siebenfache und versicherte Schäden sogar um das Vierzehnfache. Gründe sind laut Berz hauptsächlich „(…) *die zunehmende Verstädterung, die Besiedelung und Industrialisierung hochgefährdeter Regionen, die Verwundbarkeit moderner Technologien und auch die anthropogenen Umweltveränderungen (…)*“ (BERZ 2004: 167). Bei über zwei Dritteln solcher Schäden waren Stürme, Überschwemmungen und Unwetter der Auslöser. Dies lässt den Verdacht aufkommen, dass es durch die weltweit beobachtbare Umwelt- und Klimaveränderung zu vermehrten Schäden kommt und kommen wird. Es wird dabei davon ausgegangen, dass es bei einer Erwärmung der Erdatmosphäre zu einer Intensivierung von Sturm- und Niederschlagsereignissen kommt, die wiederum, wie bereits erwähnt, Auslöser für Hangrutschungen, Muren, Überschwemmungen und Felsstürze sein können (vgl. BERZ 2004).

Wenn man feststellt, dass das Schadensausmaß in den letzten Jahren, in Folge von Naturkatastrophen, stark zugenommen hat, muss man allerdings auch einige wirtschaftliche Faktoren berücksichtigen. Der Geldwert einer Volkswirtschaft kann steigen, die Immobilienwerte allgemein können steigen, die Inflationsrate muss berücksichtigt werden und genauso können die Kosten für Arbeitskräfte und somit für den Wiederaufbau nach Schäden steigen. So hat sich auch die Bewertung von Naturkatastrophen in ihren Klassen der Münchner Rückversicherungsgesellschaft in den letzten Jahren stark verändert. Im Jahr 1980 musste ein Schaden von mehr als 25 Millionen US$ entstehen, um als mittelschwere Katastrophe kategorisiert zu werden. Zwischen 2000 und 2005 musste der Schaden bereits mehr als 50 Millionen US$ ausmachen um als mitteschwere Katastrophe eingestuft zu werden. Eine schwere Katastrophe stieg sogar um mehr als 100 Prozent, von 85 Millionen US$ auf über 200 Millionen US$ im selben Zeitraum. Und auch in der zweithöchsten Kategorie, der verheerenden Katastrophe, verdoppelte sich der Gesamtschaden als Bemessungsgrundlage von 275 Millionen US$ auf über 500 Millionen US$ (vgl. MÜNCHENER RÜCKVERSICHERUNGS-GESELLSCHAFT 2007. – Zitiert nach ELVERFELDT et al. 2008: 32).

5. Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse, wie die Auswertung des Ereigniskatasters, die Auswertung der Niederschlags- und Abflussdaten sowie die Auswertung der Luftbilder vorgenommen.

5.1 Auswertung des Ereigniskatasters

Der für diese Arbeit herangezogene Ereigniskataster stammt vom 16.07.2015 und umfasst das Gebiet der ehemaligen Gemeinde Johnsbach. Das älteste datierte Ereignis stammt aus dem Jahr 1895. Die jüngsten Aufzeichnungen stammen aus dem Jahr 2012. Dazu kommen noch vereinzelt Ereignisse, die anhand von Schätzungen bis in das 15. Jahrhundert zurückreichen, sich aber auf kein genau definiertes Datum beziehen. Insgesamt sind in dem Kataster 43 Ereignisse registriert, wobei sich manche Ereignisse auf dasselbe auslösende Ereignis beziehen. Sieben der aufgezeichneten Ereignisse liegen zwar in der ehemaligen Gemeinde Johnsbach, nicht aber im Einzugsgebiet des Johnsbachs, also nicht mehr im Johnsbachtal, dem eigentlichen Untersuchungsgebiet. Dafür liegt ein kleiner Teil des Einzugsgebietes des Johnsbachs nicht mehr in der alten Gemeinde Johnsbach, weshalb es von diesem Teil des Johnsbachtals keine Aufzeichnungen von Naturereignissen gibt.

5.2 Übersicht, Verortung und statistische Auswertung der Ereignisse des Wildbach- und Lawinenkatasters

Auf der Abbildung 14 sieht man eine Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes, in der alle Ereignisse des Wildbach- und Lawinenkatasters eingezeichnet sind. Diese sind dabei, je nach Ereignistyp, mit unterschiedlichen Symbolen markiert. Die unterschiedlichen Prozessarten sind fluviatiler Feststofftransport, murartiger Feststofftransport, Murgang, Hochwasser, Fließlawine und eine nicht weiter differenzierte Rutschung (vgl. BMLFUW 2015). Andere Prozessarten fanden entweder im untersuchten Zeitraum in dieser Region nicht statt oder bekamen im Ereigniskataster keine Berücksichtigung.

Als Datengrundlage für die Abbildung 14 dienen Orthofotos des Landes Steiermark und die GPS-Daten der Naturereignisse, die im Wildbach- und Lawinenkataster vermerkt

sind. Die violett umrahmten Ereignisse befinden sich zwar noch in der ehemaligen Gemeinde Johnsbach, aber bereits außerhalb des Einzugsgebiets des Johnsbachs und somit nicht mehr im sogenannten Johnsbachtal. An den grün umrandeten Orten, fanden laut Ereigniskataster mehrere verschiedene Ereignisse statt. An dem weiter westlich liegenden Punkt, auf der linken Seite in Fließrichtung des Johnsbaches, wurden 12 unterschiedliche Ereignisse erwähnt, wobei es sich dabei vor allem um Ereignisse handelt, welche vor dem Jahr 2005 aufgezeichnet wurden. Diese Ereignisse fallen in einige unterschiedliche Kategorien, so wurde hier einmal ein fluviatiler Feststofftransport aufgezeichnet, drei Mal ein Murgang und acht Mal ein Hochwasser. In Fließrichtung auf der rechten Seite des Johnsbaches, an dem östlichen der grün markierten Punkte, fanden drei unterschiedliche Ereignisse an ein und demselben Ort, zu unterschiedlichen Zeitpunkten, statt. Bei diesen Ereignissen handelt es sich zwei Mal um einen fluviatilen Feststofftransport und um einen murartigen Feststofftransport (vgl. BMLFUW 2015).

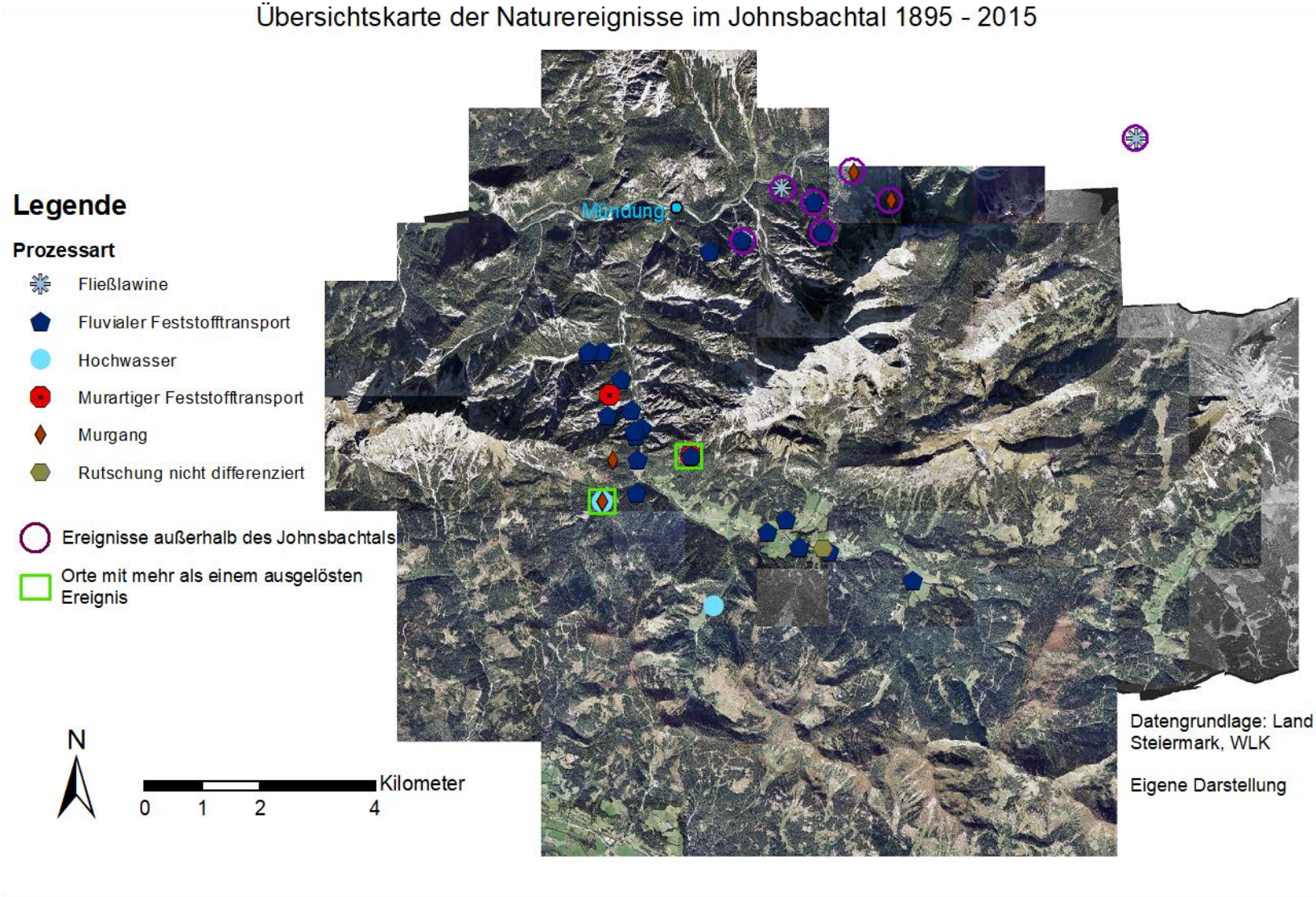


Abbildung 14: Übersichtskarte der Naturereignisse im Johnsbachtal von 1895 bis 2015. Quelle: Land Steiermark, WLK, eigene Darstellung

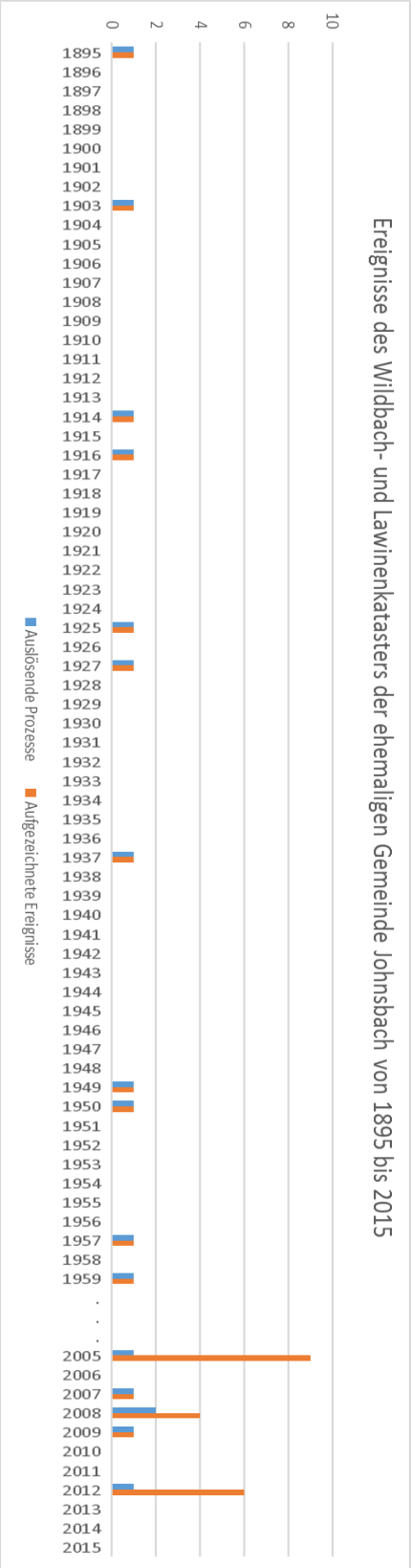


Abbildung 15: Ereignisse des WLK der ehemaligen Gemeinde Johnsbach von 1895 bis 2015, nach Jahren dargestellt. Datengrundlage: WLK, eigene Darstellung

Ab dem Jahr 2005 wurden die Ereignisse im Wildbach- und Lawinenkataster digitalisiert, wobei die Ereignisse zumeist genau, anhand von einer großmaßstäbigen Karte, nach ihren GPS-Daten aufgezeichnet wurden. Ereignisse, die weiter zurückliegen, wurden hingegen erst im Nachhinein in den Kataster eingetragen, wobei im Ereigniskataster zumeist vermerkt ist, dass die Verortung anhand einer Schätzung mittels einer Karte stattfand (vgl. BMLFUW 2015).

Insgesamt kann man auf der Karte in der Abbildung 14 auch sehen, dass es sich bei den meisten schadhaften Ereignissen um fluviatilen Feststofftransport handelt. Dieser fand Großteils entlang des Johnsbachs statt, wobei man eine Häufung in jenem Bereich feststellen kann, wo der Johnsbach am Ende des inneren Johnsbachtales einen Knick macht und in Richtung Zwischenmäuer und weiter Richtung Enns-Mündung fließt.

Auf der Abbildung 15 sieht man eine nach Jahren geordnete Grafik aller Ereignisse, die im Einzugsgebiet des Johnsbaches zwischen 1895 und 2015, laut Ereigniskataster, stattgefunden haben. Insgesamt sind hier 32 Ereignisse aufgezeichnet, wobei zusätzlich zu den aufgezeichneten Ereignissen auch die Anzahl der auslösenden Prozesse dargestellt sind. Von den ursprünglich 43, im Ereigniskataster, festgehaltenen Ereignissen, bleiben deshalb nur 32 über, da wie bereits erwähnt, sieben Ereignisse nicht im eigentlichen Untersuchungsgebiet stattgefunden haben und weitere vier Ereignisse entweder keine oder eine zu ungenaue Datumsangabe besitzen.

Jahr	Auslösende Prozesse	Aufgezeichnete Ereignisse	Ereignisart	Auslöseereignis	Intensität
2012	1	6	Fluviale Feststofftransporte	Starkregen / Gewitter	Mittel / extrem
2009	1	1	Fluvialer Feststofftransport	Langanhaltender Regen	
2008	2	4	Fluviale Feststofftransporte	Starkregen / Gewitter	
2007	1	1	Rutschung nicht differenziert	Starkregen / Schneeschmelze	
2005	1	9	7x Fluviale Feststofftransporte, 1x Murartiger Feststofftransport, 1x Murgang	Starkregen / Gewitter	Gering / mittel
1959	1	1	Murartiger Feststofftransport		Stark
1957	1	1	Hochwasser		Stark
1950	1	1	Hochwasser	Starkregen / Gewitter	Stark
1949	1	1	Hochwasser		stark
1937	1	1	Hochwasser	Starkregen / Gewitter	
1927	1	1	Hochwasser		
1925	1	1	Hochwasser		
1916	1	1	Murgang		
1914	1	1	Hochwasser		
1903	1	1	Murgang		
1895	1	1	Murgang		

Tabelle 2: Ereignisse des WLK der ehemaligen Gemeinde Johnsbach von 1895 bis 2015 mit ausgewählten Merkmalen. Datengrundlage: WLK, eigene Darstellung

Auf der Abbildung 15 und der Tabelle 2 sieht man, dass es in den Jahren 2005, 2008 und 2012 mehrere Schadensereignisse an verschiedenen Orten gegeben hat, die ein und dem-

selben Auslöseereignis zuzuordnen sind. Man sieht aber auch, dass es im Jahr 2008 mehrere Auslöseprozesse gab. In dem Zeitraum von 1960 bis 2004 wurden im Wildbach- und Lawinenkataster gar keine Ereignisse vermerkt. Dieser Zeitraum wird in der Abbildung 15 nicht dargestellt, weshalb man sich bei der Interpretation dieser Grafik nicht täuschen lassen sollte. Es wäre zunächst geplant gewesen, eine Regressionsanalyse und eine Extrapolation der Ereignisse durchzuführen. Dies hat, ob der vielen und langen Zeiträume ohne aufgezeichnetes Ereignis und der allgemein sehr kleinen Stichprobe allerdings keinen Sinn, weshalb darauf verzichtet wird. Würde man eine Analyse durchführen, würde sie eine leichte Steigung anzeigen, da es seit dem Jahr 2005 doch zu einem signifikanten Anstieg von gemeldeten schadhaften Prozessen gekommen ist und gleichzeitig zu einer Dichtezunahme der Ereignisse im Jahresvergleich, dies könnte aber vor allem an der Digitalisierung des WLKs liegen, die seit dem Jahr 2005 stattfindet.

Vergleicht man die Anzahl der unterschiedlichen geomorphologischen Prozesse, die im Johnsbachtal Schaden angerichtet haben, so kann man feststellen, dass der fluviale Feststofftransport mit Abstand den größten Anteil daran trägt. Fast 60% der schadhaften Ereignisse haben ihren Ursprung in solchen Ereignissen. Wie man anhand der Abbildung 16 auf der Folgeseite sieht, verursachen Hochwasser ebenfalls relativ häufig einen Schaden, während Murgänge, murartiger Feststofftransporte und Rutschungen sehr selten vorkommen. Felsstürze finden im Ereigniskataster gar keine Berücksichtigung, wobei dabei nicht auszuschließen ist, dass es in der Region zu Felsstürzen kam. Falls es zu welchen kam, richteten diesen aber offensichtlich keinen Schaden an, sodass sie nicht in Erinnerung blieben. Was man anhand der Grafik ebenfalls nicht sieht, ist das Schadensausmaß der unterschiedlichen Prozesse. Dies wird allerdings später noch diskutiert.

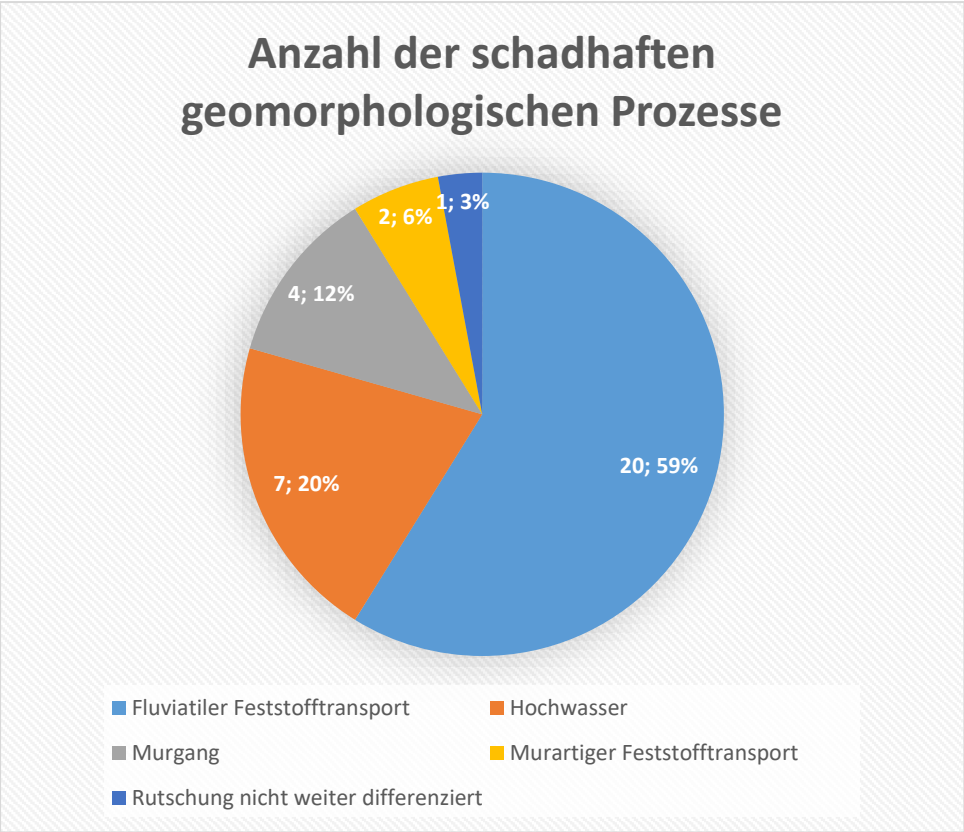


Abbildung 16: Anzahl und Anteil der schadhaften geomorphologischen Prozesse im Johnsbachtal zwischen 1895 und 2015. Datengrundlage: WLK, eigene Darstellung

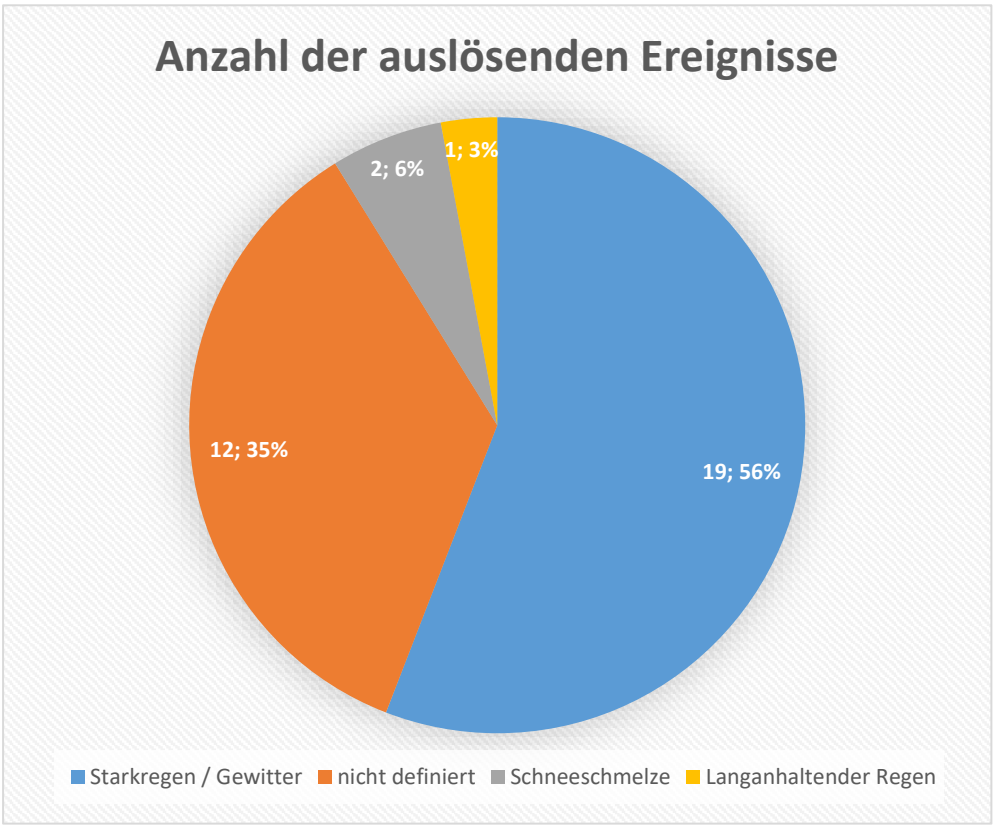


Abbildung 17: Anzahl und Anteil der auslösenden Ereignisse im Johnsbachtal zwischen 1895 und 2015. Datengrundlage: WLK, eigene Darstellung

In der Abbildung 17 sind die auslösenden Ereignisse dargestellt, die in weiterer Folge zu schadhaften Prozessen geführt haben, wobei in dieser Graphik ein Unwetter, welches an mehreren unterschiedlichen Orten einen Schaden angerichtet hat auch öfter als auslösender Prozess dargestellt wird. Zu 12 Ereignissen gibt der Ereigniskataster keine Auskunft über das Auslöseereignis. Von den Prozessen, von denen das auslösende Ereignis bekannt ist, wurden die meisten durch Starkregen oder Gewitter ausgelöst. Bei manchen Ereignissen ist zusätzlich im Ereigniskataster noch das Vorkommen von Hagel vermerkt. Des Weiteren wurden Ereignisse durch Schneeschmelze oder langanhaltenden Regen ausgelöst. Man sieht also, welch entscheidende Rolle der Niederschlag bei all diesen Prozessen spielt. Dazu angemerkt sei, dass es zu einem Ereignis etwas widersprüchliche Angaben gibt, da im WLK selbst als Auslöser Starkregen angegeben wird, in der Access-Datei jedoch Schneeschmelze.

5.3 Besprechung einzelner Fallbeispiele

Die Besprechung einzelner Fallbeispiele soll der Verständlichkeit, der Analyse des Ereigniskatasters dienen. Es soll Aufschluss über gewisse Begrifflichkeiten des WLKs bringen, um eine abschließende Bewertung der Ergebnisse zu erleichtern.

5.3.1 Fallbeispiel 21.6.2012

Als erstes Beispiel werden die Ereignisse des 21. 6. 2012 gewählt, da es dazu relativ viele Daten gibt. Es handelt sich hierbei um ein Auslöseereignis in Form von Starkregen mit Gewitter und Hagel, wodurch sechs unterschiedliche schadhafte Ereignisse vermeldet wurden. Jede der sechs Schadensmeldungen bezieht sich dabei auf fluvialen Feststofftransport. Auf der Abbildung 19, auf der übernächsten Seite, sieht man anhand der roten Kreismarkierungen wo die einzelnen Schadensereignisse verortet sind. Es handelt sich also um einen relativ weitläufigen Bereich und nicht nur um ein punktuelles Ereignis. Alle Schadereignisse fanden noch vor den Zwischenmäuern, im inneren Johnsbachtal statt (vgl. BMLFUW 2015: 1 – 24).

Im Wildbach- und Lawinenkataster sind verschiedene Fakten zur jeweiligen Schadensmeldung aufgelistet. Unter anderem wird die Intensität des Ereignisses, in Bezug auf Flächenausmaß und in Bezug auf den Abfluss, die Ablagerungshöhe und die Erosionstiefe

auch grafisch dargestellt. Eines der Ereignisse wird dabei als mittel eingestuft, während die fünf weiteren Ereignisse als Extrem eingestuft werden. Auf der Abbildung 18 sieht man eine beispielhafte Darstellung für ein Extremereignis. Dabei sieht man, dass sich das Flächenausmaß auf die Quadratmeter der betroffenen Fläche oder aber auf die Anzahl der betroffenen Gebäude, beziehungswiese Grundstücke bezieht (vgl. ebd.).

Allgemein muss dazu gesagt werden, dass eine solche grafische Darstellung im WLK nur für die sechs Ereignisse des 21.6.2012 gemacht wurde. Die weiteren Ereignisse wurden ebenso nur etwa zur Hälfte, hinsichtlich Intensität kategorisiert, dabei aber nie so genau aufgegliedert oder dargestellt, wie es zu dieser Kategorisierung kam (vgl. BMLFUW 2015).

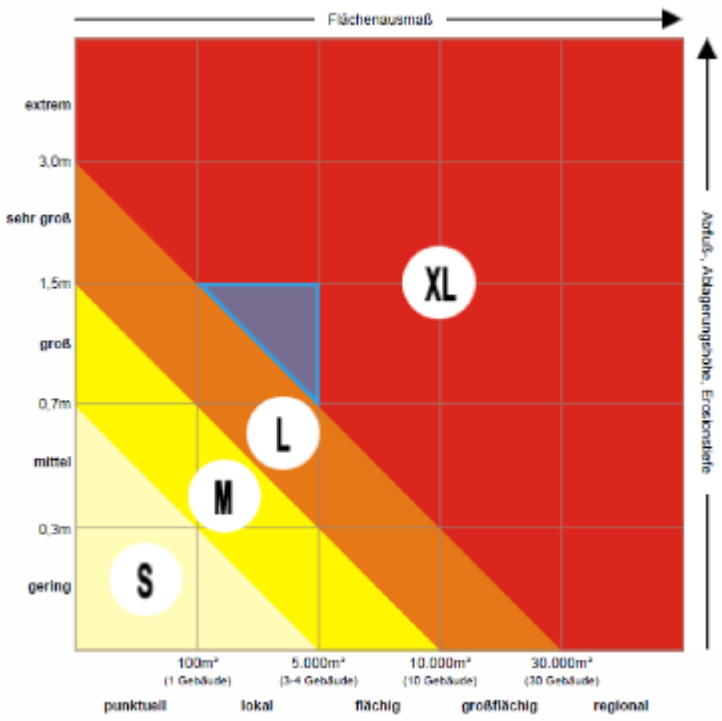


Abbildung 18: Darstellung eines Extremereignisses im WLK. Quelle: BMLFUW 2015: 22

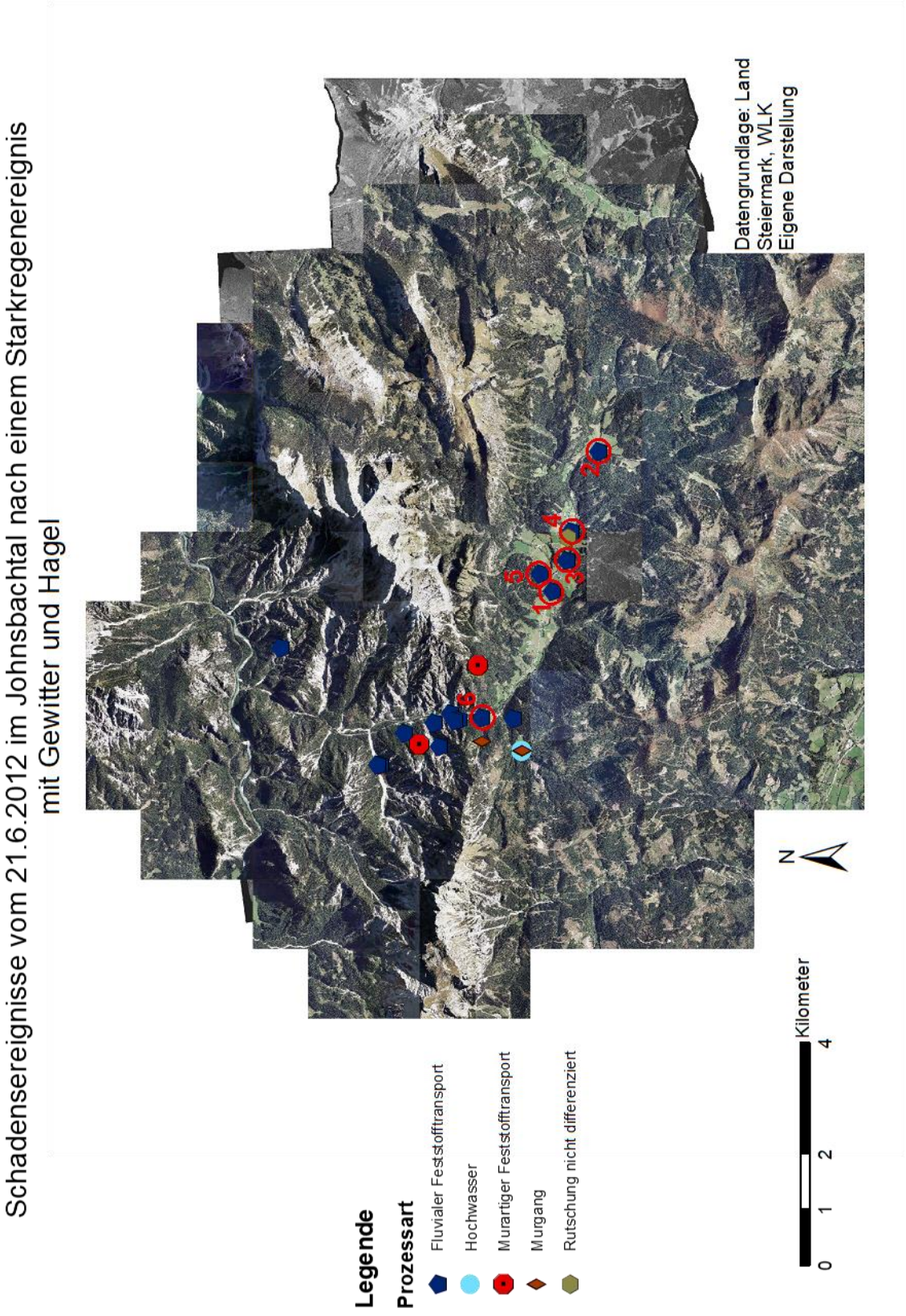


Abbildung 19: Schadensereignisse vom 21.6.2012 im Johnsbachtal nach einem Starkregenereignis mit Gewitter und Hagel, auf Orthofotos von 2013. Datengrundlage: Land Steiermark, WLK, eigene Darstellung

Als Auslöser für diese Ereignisse im Jahr 2012 wird, laut WLK, ein starkes Gewitter mit Hagelschlag genannt, bei dem in sehr kurzer Zeit ca. 80 Millimeter Niederschlag fielen. Dies entspricht zwar nicht dem Wert von 140 mm Niederschlag pro Tag, den Corominas und Moya in ihrer Arbeit als besonders häufigen Auslöser für Muren und Schuttrutschungen nennen. Allerdings handelt es sich bei den schadhaften Prozessen auch „nur" um fluviatile Feststofftransporte. Die genauen Schadensmeldungen sind durch die Nummern auf der Abbildung 19 markiert und lauten wie folgt: Anriss des Johnsbachufers (1), Anriss von an den Johnsbach anrainenden Böschungen (1), Anriss einer Hofzufahrt (1), Verklausung und Geschiebeanlandungen durch mitgeführtes Wildholz (1), Anriss des Johnsbachufers (2), Unterkolkung der Ufersicherung im Bereich der Gemeindestraße (2), Überflutung und Überschotterung des Schwemmkegels (3), Verklausung einer Gemeindestraßenbrücke (3), Rutschungen und Mobilisierung von Totholz und Geschiebe im Sebringbach, einem Zubringer des Johnsbaches (4), Überflutung und Überschotterung des Schwemmkegels (4), Rutschung mit mitführendem Wildholz und Geschiebe im Schulgraben, ebenso einem Zubringer des Johnsbaches (5), Verschlammung von landwirtschaftlichen Flächen (5) und Rutschungen mit großen Mengen an Wildholz und Geschiebe im Pfarrgraben, einem weiteren Zubringer des Johnsbaches (6). Dadurch musste die Straße vorübergehend für den Schwerverkehr, beziehungsweise an manchen Stellen ganz gesperrt werden. Durch die labilen Einhänge und der erosionsanfälligen Bachsole, kam es im Zeitraum nach dem 21. Juni 2012 gehäuft zu Geschiebemobilisierungen, wodurch die Räumungsarbeiten immer wieder wiederholt werden mussten. Außerdem stieg durch diese Ereignisse die Gefahr für Schäden durch mögliche Hochwässer (vgl. ebd.: 1 – 24).

Zusammenfassend kann man sagen, dass das Geschiebe und die Feststoffe sowohl von Seiten- und Sohlenerosion, als auch von Rutschungen in den Bächen und Gräben stammte. Dazu kam ein Wildholzeintrag, sowohl von Grünholz, als auch von Totholz. Die dominante Wirkung bei all diesen Prozessen war die Verschotterung oder Überschotterung. Des Weiteren kann man aus dem Wildbach- und Lawinenkataster herauslesen, dass der Niederschlag etwa sechs Stunden anhielt und dabei, laut Messung, 77 Millimeter ausmachte. Die schadhaften Prozesse selbst dauerten, laut Schätzung, etwa zwei bis drei Stunden. Der Boden war gesättigt und es war das gesamte Einzugsgebiet betroffen (vgl. ebd.).

Auf den Abbildungen 20 bis 23 sieht man Fotos der Ereignisse der Gebietsbauleitung Steiermark Nord, der Wildbach und Lawinenverbauung.

Abbildung 20: Hochwasserereignis mit Wildholzablagerung im Johnsbachtal. Quelle: Gebietsbauleitung Steiermark Nord, Wildbach und Lawinenverbauung.

Abbildung 21: Geschiebeablagerung im Johnsbachtal. Quelle: Gebietsbauleitung Steiermark Nord, Wildbach und Lawinenverbauung.

5.3.2 Fallbeispiel 20.7.2008

Am 20. Juli 2008 ging, laut Wildbach- und Lawinenkataster, ein etwa 30-minütiges Gewitter mit Starkregen nieder, wodurch es zu fluviatilen Feststofftransporten an drei verschiedenen Orten im Johnsbachtal kam. Die Niederschlagsmenge wurde laut WLK nicht festgestellt. Die rot eingekreisten, nummerierten Ereignisse auf der Abbildung 24 zeigen die Schadensmeldungen von diesem Datum. Es handelt sich dabei um den Winterhöllbach, den Gießgraben und den Johnsbach kurz vor den Zwischenmäuern, (1) und (2) (vgl. BML-FUW 2015: 27 – 33).

Abbildung 22: Pfarrgraben im Johnsbachtal. Quelle: Gebietsbauleitung Steiermark Nord, Wildbach und Lawinenverbauung.

Die Ereignisse wurden im WLK zwar nicht hinsichtlich Intensität kategorisiert, bei einer der fluvialen Feststofftransport-Meldungen wird aber eine Feststoffablagerung von 14.000 Kubikmetern beschrieben (1). Dieses Ereignis sollte also mindestens als starke oder extreme Intensität eingestuft werden. Die Schadensprozesse werden wie folgt beschrieben: Schäden an Ufern (2), Teilverfüllung eines Dosierbeckens (2) und Auflandungen (3) (vgl. ebd.).

Abbildung 23: Uferabtrag und Gefährdung der Landesstraße im Johnsbachtal. Quelle: Gebietsbauleitung Steiermark Nord, Wildbach und Lawinenverbauung.

Weitere, besondere Informationen über diese Ereignisse kann man dem WLK nicht entnehmen. Allerdings werden auch hierzu die Niederschlagsdaten, an späterer Stelle ausgewertet.

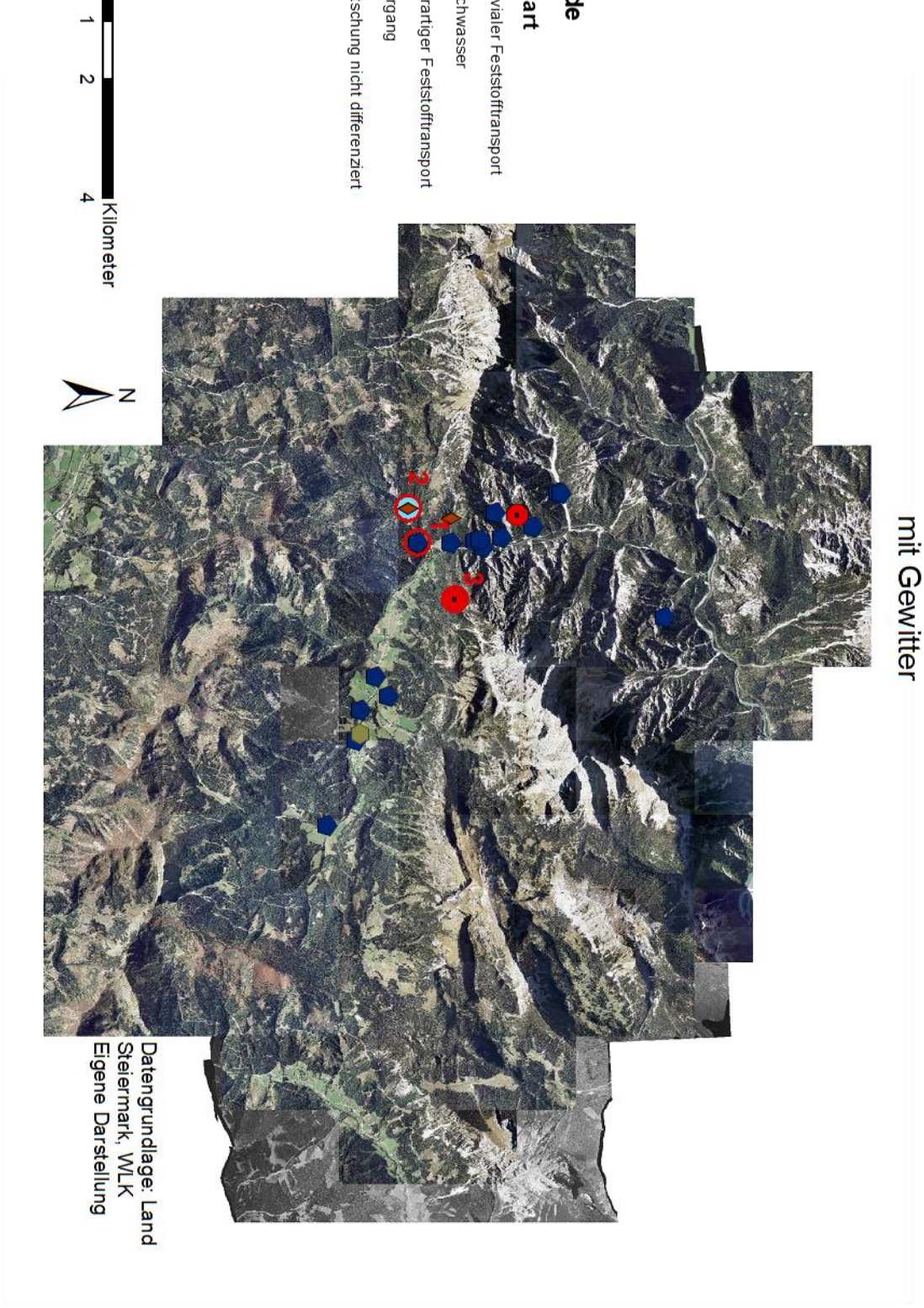


Abbildung 24: Schadensereignisse vom 20.7.2008 im Johnsbachtal nach einem Starkregenereignis mit Gewitter, auf Orthofotos von 2013. Datengrundlage: Land Steiermark, WLK, eigene Darstellung

5.3.3 Fallbeispiel 30. – 31.7.2005

Ein weiteres, großes Ereignis fand im Jahr 2005 statt. Im Wildbach- und Lawinenkataster wurden insgesamt 14 verschiedene Schadensmeldungen am 30. und 31. Juli festgehalten. Von den 14 Ereignissen fanden 9 Prozesse im eigentlichen Johnsbachtal statt. Zwei Murgänge und drei fluviatile Feststofftransporte wurden außerhalb der Johnsbachtales, aber in der Gemeinde Johnsbach aufgezeichnet. Bei den Prozessen innerhalb des Johnsbachtales handelt es sich um einen Murgang, einen murartigen Feststofftransport und sieben fluviatile Feststofftransporte. Die Prozesse an den beiden aufeinanderfolgenden Tagen werden in weiterer Folge ein und demselben Auslöseereignis zugeordnet. Die spätere Auswertung der Niederschlagsdaten begründen den Verdacht, dass sich die Schadensprozesse auf dasselbe Auslöseereignis beziehen. Verhärtet wird der Verdacht dadurch, dass die Schadensmeldungen am 30.7. alle von einem Mitarbeiter des Instituts für Alpine Naturgefahren aufgezeichnet wurden, während die Schadensmeldungen vom 31.7. alle von einer Mitarbeiterin der Wildbach und Lawinenverbauung aufgezeichnet wurden. Aus manchen Textstellen kann man zusätzlich herauslesen, dass die Ereignisse in der Nacht vom 30.7. auf den 31.7. stattfanden (vgl. ebd.: 44 – 83).

Von den Ereignissen, die sich im Untersuchungsgebiet befinden, wurden zwei mit einer mittleren Intensität kategorisiert (3,9) und fünf mit einer geringen Intensität (4,5,6,7,8). Für die anderen beiden fluviatilen Feststofftransporte, die hinsichtlich Intensität nicht kategorisiert wurden, gibt es aber eine Abschätzung der Abflussfracht und Feststoffablagerung. Bei dem einen Ereignis wurden, laut WLK, etwa 1000 Kubikmeter Material abgetragen und 700 m³ davon wieder abgelagert (2). Bei dem anderen Ereignis handelt es sich, laut WLK, etwa um 12000 m³ Abflussfracht und Feststoffablagerung (1). Da über die Abfluss-, oder Ablagerungshöhe und die Erosionstiefe nichts bekannt ist, lassen sich diese beiden Meldungen nicht, wie die Schadensmeldungen vom 21.6.2012 grafisch darstellen und, hinsichtlich Intensität, kategorisieren. Die Meldung mit den 12000 m³ Abflussfracht und Feststoffablagerung würde aber mindestens als starke Intensität, wahrscheinlich sogar als extreme Intensität eingestuft werden (vgl. ebd.). Hierzu kann man sich noch einmal die Abbildung 18 auf der Seite 46 vor Augen führen.

Als Auslöser wird im WLK ein Starkregenereignis mit Gewitter genannt. Dies wird allerdings, hinsichtlich Dauer und Intensität, nicht näher beschrieben. Es wird aber die Ver-

mutung aufgestellt, dass es sich um ein 20 – 30 – jähriges Niederschlags- und Gewitterereignis handelt. Die genauen Schadensmeldungen für die neun Ereignisse im Untersuchungsgebiet lauten wie folgt: Geschiebeablagerungen in den Bachbetten (1), Überschüttung der Landesstraße (1), Feststoffablagerung (3), Geschiebeablagerung (4), Durchlass verlegt (4), Verlegung der Landesstraße (4), Durchlass verlegt (5), Verlegung der Landesstraße (5), Verlegung der Landesstraße (6), Verlegung der Landesstraße (7), Verlegung der Landesstraße (8), Ausbildung eines Murprofils mit Korngrößen von bis zu 10 Metern (9), Rückstauung des Johnsbaches (9), Uferausbruch des Johnsbaches (9) (vgl. ebd.).

Abbildung 25:Aufräumarbeiten nach massiven Geschiebeablagerungen im Johnsbachtal. Quelle: Gebietsbauleitung Steiermark Nord, Wildbach und Lawinenverbauung.

Zusammenfassend muss man leider festhalten, dass die Beschreibung der einzelnen Ereignisse nicht so ausführlich ist, wie die des 21.6.2012. Man kann aber auch bei diesen Schadensmeldungen eine breite Streuung feststellen, die sich vom inneren Johnsbachtal, durch die Zwischenmäuer, bis zur Enns zieht, siehe rote Kreismarkierungen auf der Abbildung 26 auf der Folgeseite. Bei den Ereignissen, die sich bereits außerhalb des eigentlichen Johnsbachtales befinden, handelt es sich um drei fluviatile Feststofftransporte und zwei Murgänge nordöstlich des nördlichsten berücksichtigten Schadereignisses. Besonders durch die weitläufige Schadensausdehnung ist der Umfang des Schadensausmaßes enorm, wenn man bedenkt, dass mehrere Straßen davon betroffen waren (vgl. ebd.).

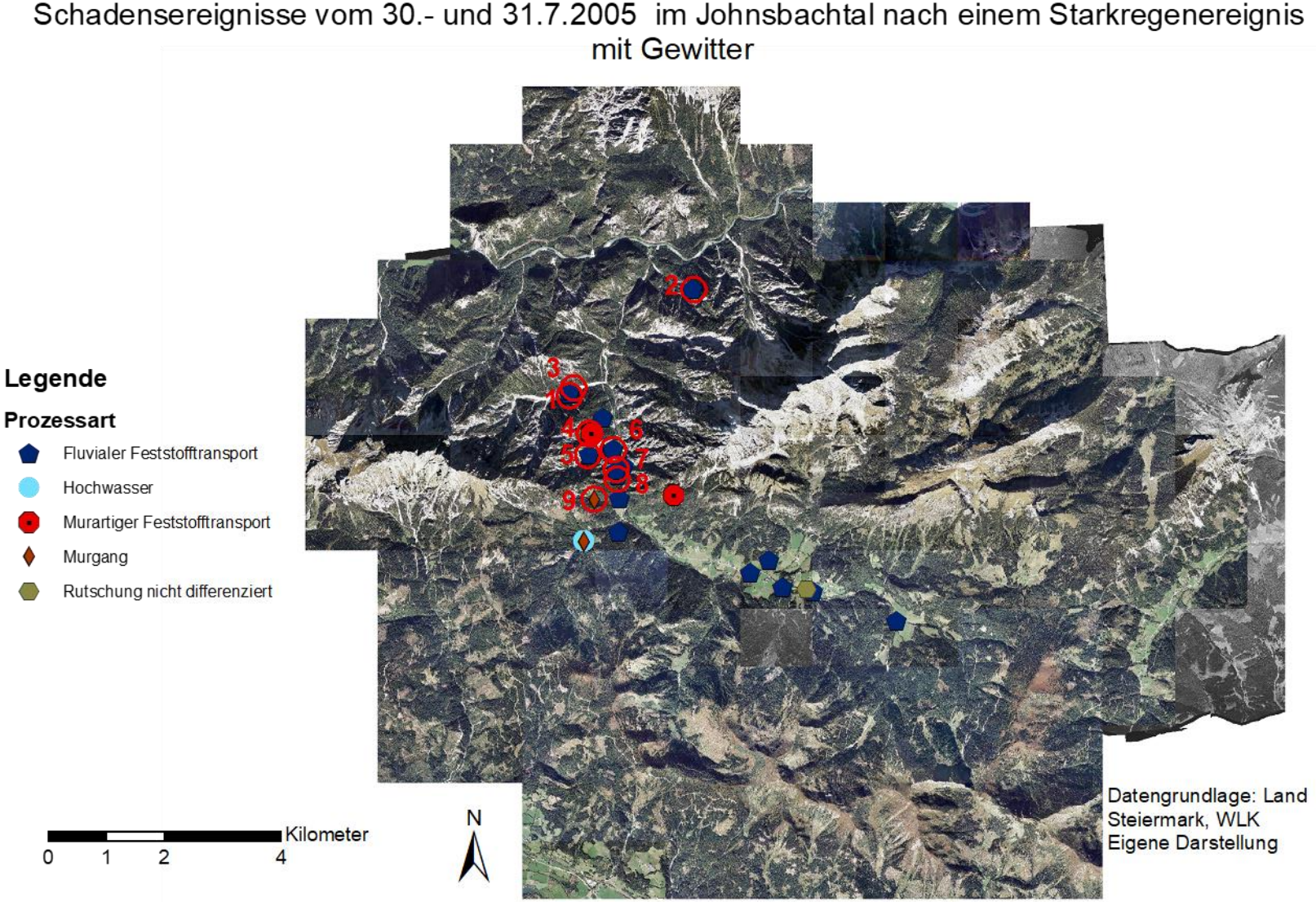


Abbildung 26: Schadensereignisse vom 30. und 31.7.2005 im Johnsbachtal nach einem Starkregenereignis mit Gewitter, auf Orthofotos von 2013. Datengrundlage: Land Steiermark, WLK, eigene Darstellung

5.3.4 Resümee der qualitativen Auswertung der Fallbeispiele

Die drei ausgiebigsten Fallbeispiele des Wildbach- und Lawinenkatasters wurden nun besprochen. Dabei stechen besonders die Ereignisse aus den Jahren 2005 und 2012 mit ihren zahlreichen kleineren und größeren Schäden hervor. Über die weiteren Ereignisse gibt es meist nicht viele Daten, sodass sich eine qualitative Auswertung im Einzelnen nicht lohnt.

Zusammenfassend werden nun dennoch alle, bis jetzt nicht genannten Ereignisse, welche im Johnsbachtal stattgefunden haben, mit ihren etwaigen Besonderheiten beschrieben, bevor es zu einer Auswertung der Niederschlagsdaten kommt.

23.6.2009: Fluviatiler Feststofftransport nach langanhaltendem Regen – nicht weiter spezifiziert (vgl. BMLFUW 2015: 25f).

15.6.2008: Fluviatiler Feststofftransport nach einem ca. 45-minütigen Starkregenereignis mit Gewitter. Geschätzte Abflussfracht und Feststoffablagerung beträgt 800 m³ (vgl. BMLFUW 2015: 34f).

7.9.2007: Rutschung, nicht differenziert. Nach einem Starkregenereignis gleiten etwa 300 m³ sandiges / lehmiges Murmaterial ab (vgl. BMLFUW 2015: 36f).

Abbildung 27: Rutschung im Johnsbachtal 2007. Quelle: Gebietsbauleitung Steiermark Nord, Wildbach und Lawinenverbauung.

1959: Murartiger Feststofftransport mit starker Intensität, nach einem starken Unwetter. Schuttkegel drängen bis zur Kurve der Landesstraße vom innerem Johnsbachtal in Richtung Zwischenmäuer vor. Kein genaues Datum. (vgl. BMLFUW 2015: 84f).

1957: Hochwasser, wodurch eine Brücke verschoben wird. Keine weiterführenden Daten (vgl. BMLFUW 2015: 86f).

1950: Hochwasser nach schwerem Unwetter mit starker Intensität (vgl. BMLFUW 2015: 88f).

1949: Hochwasser nach schwerem Unwetter mit starker Intensität (vgl. BMLFUW 2015: 90f).

2.6.1937: Hochwasser nach schwerem Unwetter mit starker Intensität (vgl. BMLFUW 2015: 92f).

17.8.1927: Hochwasser mit einem Todesopfer. Nicht weiter spezifiziert (vgl. BMLFUW 2015: 94f).

1925: Hochwasser, wodurch eine Brücke zerstört wurde. Genauer Ereigniszeitraum ist nicht bekannt. Fand in den 1920er-Jahren statt (vgl. BMLFUW 2015: 96f).

11.7.1916: Murgang, bei der eine Kapelle vermurt und weggerissen wurde (vgl. BMLFUW 2015: 98ff).

12.7.1914: Hochwasser bei der eine Brücke zerstört wird (vgl. BMLFUW 2015: 101ff).

1903: Murgang mit Vermurung der Landstraße und einem Brückenabtrag (vgl. BMLFUW 2015: 104ff).

1895: Murgang mit Vermurung der Landstraße, Brückenabtrag und Zerstörung einer Kupferschmelzhütte (vgl. BMLFUW 2015: 107ff).

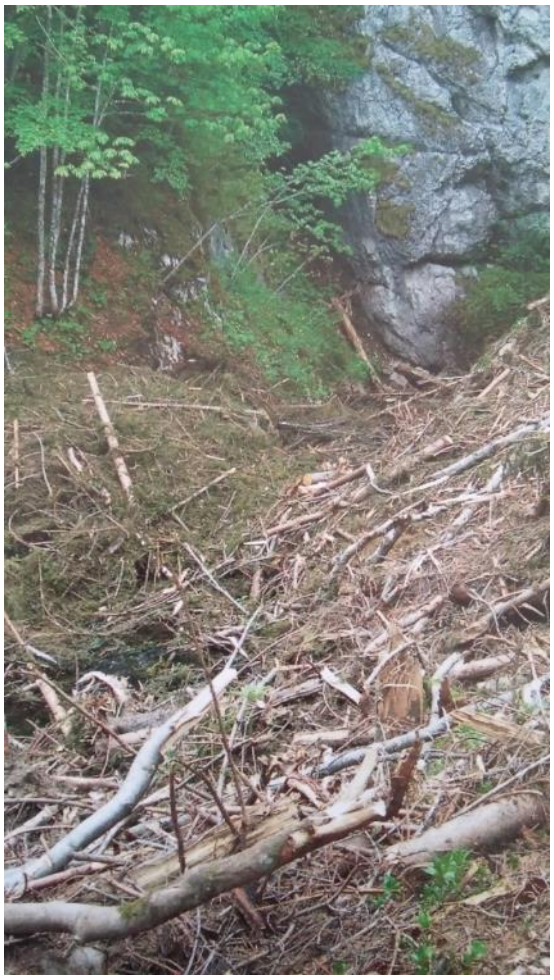


Abbildung 28: Wild- und Totholzablagerung nach einem Lawinenabgang im Johnsbachtal. Quelle: Gebietsbauleitung Steiermark Nord, Wildbach und Lawinenverbauung.

Jährlich wiederholendes Ereignis: Nach einer Schneeschmelze oder stärkeren Regenschauern, kommt es regelmäßig zu einem Vordringen von Schuttmassen bis zur Landesher (vgl. BMLFUW 2015: 110f).

Dazu kommen noch historische Aufzeichnungen, der Zerstörung von Bergbau-Einrichtungen durch wiederholte Unwetter (vgl. BMLFUW 2015: 116ff).

Anhand der Abbildung 29 kann man die Intensitäten der Ereignisse, die laut WLK kategorisiert wurden, feststellen, wobei die Konsistenz oder nicht-Konsistenz der Bewertung der einzelnen Ereignisse klar in Frage gestellt werden muss. Um einen statistischen Vergleich aufstellen zu können, würde man außerdem eine größere Stichprobe, also mehr Ereignisse benötigen, die hinsichtlich ihrer Intensität nach klaren Regeln eingestuft wurden.

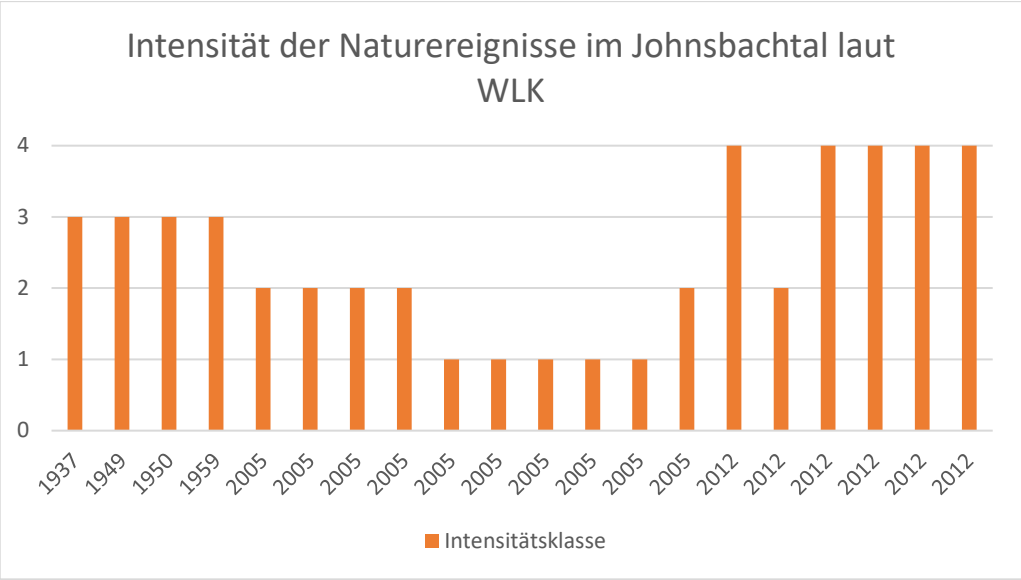


Abbildung 29: Intensität der Naturereignisse im Johnsbachtal laut WLK, nach Jahren. Datengrundlage: WLK, eigene Darstellung

Wenn man sich die Prozessart je nach Ereignisdatum ansieht, kann man feststellen, dass bei den älteren Aufzeichnungen vor allem Hochwässer vorherrschen, während bei neueren Aufzeichnungen, seit der Digitalisierung des Wildbach- und Lawinenkatasters fluviatile Feststofftransporte vorherrschen. In den Abbildungen 30 und 31 sieht man eine Verteilung der einzelnen Prozessarten, nach dem Zeitraum ihres Auftretens eingeteilt.

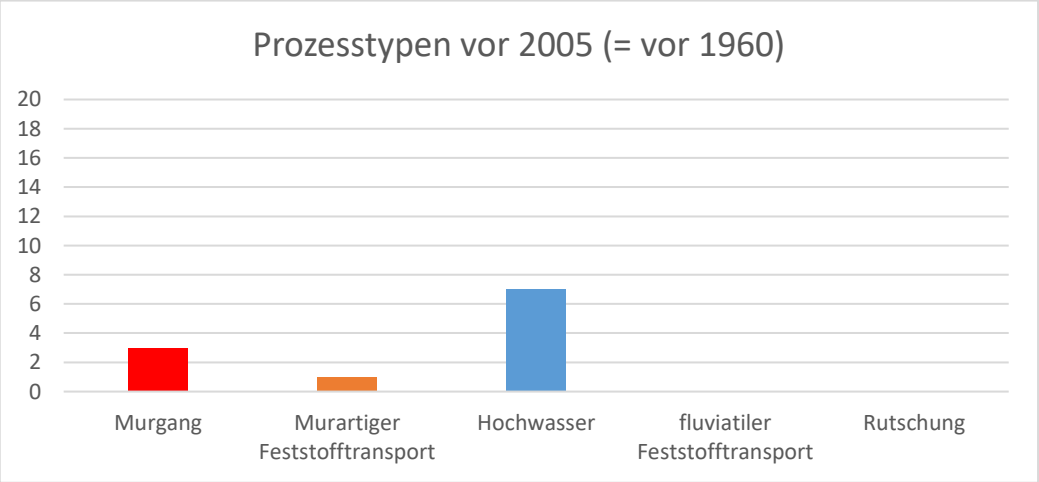


Abbildung 30: Prozesstypen der aufgezeichneten Naturereignisse im Johnsbachtal vor 2005. Datengrundlage: WLK, eigene Darstellung

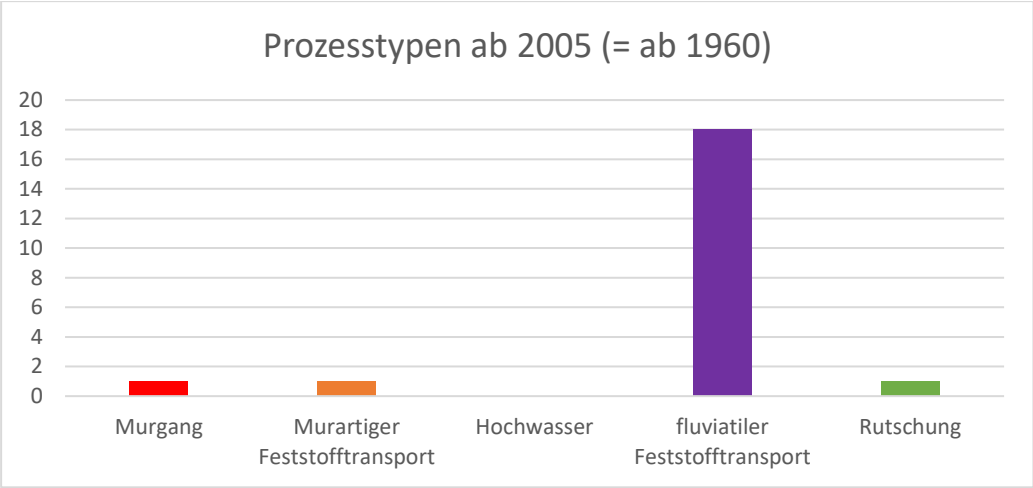


Abbildung 31: Prozesstypen der aufgezeichneten Naturereignisse im Johnsbachtal ab 2005. Datengrundlage: WLK, eigene Darstellung

Wie in dem Kapitel 3.1 beschrieben wurde, wurden nach den Hochwässern in den 1950er-Jahren einige Verbauungsmaßnahmen durchgeführt. Dies könnte tatsächlich dazu geführt haben, dass es seit 1960 zu keinen Hochwässern mehr im Johnsbachtal kam. Es ist aber auch möglich, dass die Ereignisse auf unterschiedlicher Grundlage in ihre Prozesstypen eingeteilt wurden. So wurden die historischen Ereignismeldungen im WLK meist von Privatpersonen aufgezeichnet, während die Ereignisse seit der Digitalisierung im Jahr 2005, von fachkundigen Personen aufgezeichnet wurden. Dass nach dem Jahr 1959 auch kaum Muren oder murartiger Feststofftransport aufgezeichnet wurden, könnte ebenfalls an den Verbauungsmaßnahmen liegen.

Sieht man sich den Ereigniszeitraum der Schadensmeldungen je nach Monat sortiert an, kann man eine eindeutige Häufung in den Sommermonaten feststellen.

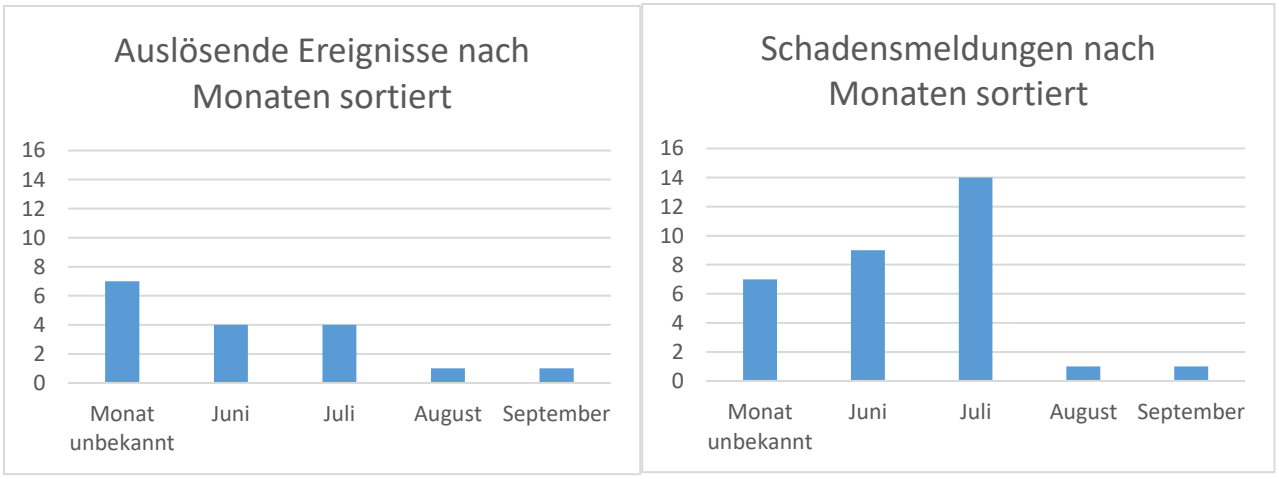


Abbildung 32: Auslösende Ereignisse und Schadensmeldungen im Johnsbachtal, nach Monaten sortiert. Datengrundlage: WLK, eigene Darstellung

In den Grafiken der Abbildung 32 sieht man, dass es im Juni und Juli jeweils zu vier Auslöseereignissen kam und im August und September jeweils ein Auslöseereignis stattfand. Dabei kam es im Juni zu neun verschiedenen Schadensmeldungen, im Juli gab es 14 verschiedene Schadensmeldungen, während es im August und September jeweils nur eine Schadensmeldung gab. Diese Darstellung ist vor allem für die Auswertung der Niederschlagsdaten interessant. Man könnte zwar eine Auswertung des jährlichen Niederschlags vornehmen und eine etwaige Zu- oder Abnahme untersuchen. Offensichtlich kommt es aber in den warmen Monaten, besonders im Juni und Juli zu besonders vielen relevanten geomorphologischen Prozessen, weshalb die Niederschlagsdaten dieser Monate besonders interessant sind. Wenn man sich das Klimadiagramm auf Seite 19 noch einmal in Erinnerung ruft, kann man anhand dessen bereits feststellen, dass die Sommermonate nicht nur die wärmsten sind, sondern im Jahresvergleich auch die niederschlagreichsten Monate sind.

Auf der Abbildung 33 sind noch einmal alle Ereignisse abgebildet, die im Untersuchungsgebiet zwischen 1895 und 2015 stattfanden. Gleichzeitig sieht man hier noch einmal das Johnsbachtal in Abhängigkeit der Hangneigung. Dabei lässt sich zum einen feststellen, dass die meisten Ereignisse in flacheren Gebieten stattfanden. Zum anderen lässt sich aber eine Häufung der Ereignisse in den Zwischenmäuern feststellen. Dies ist jener Bereich, der von besonders steilen Fels- und Berghängen flankiert wird. Auch wenn man also in den steileren Gebieten nur wenige Schadensmeldungen feststellen kann, so kann man davon ausgehen, dass einige Prozesse zumindest ihren Ursprung in diesen Arealen haben. Dass sich die Schadensmeldungen nun vor allem in den flacheren Gebieten häufen, wird zu einem großen Teil daran liegen, dass nur diese Gegenden bewohnt und mit Infrastruktureinrichtungen bebaut sind. Diese Thematik wurde bereits in Kapitel 4.2 näher besprochen, in dem es um die Frage geht wann ein natürlicher Prozess zu einer Naturkatastrophe wird.

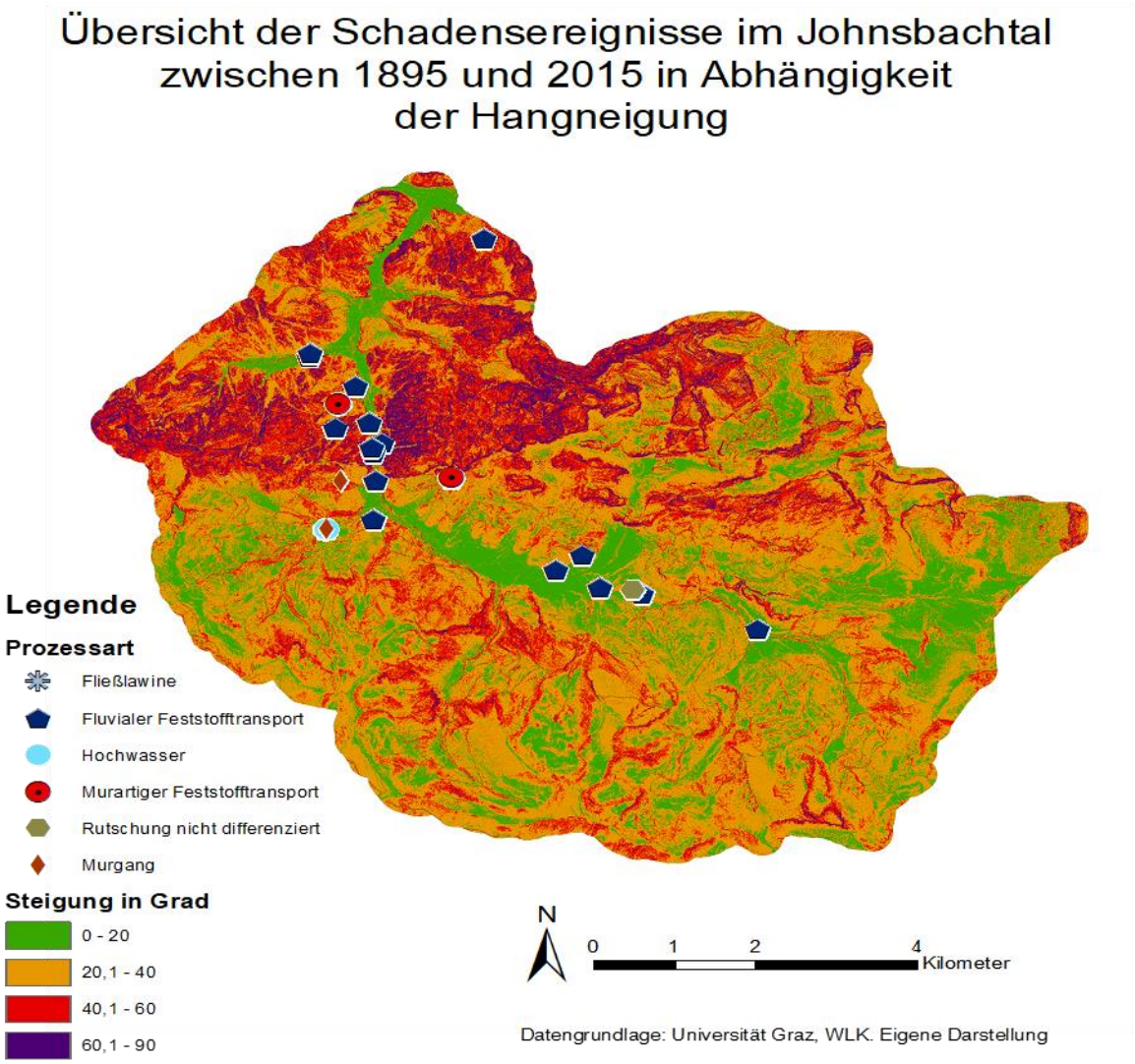


Abbildung 33: Übersicht der Schadensereignisse im Johnsbachtal zwischen 1895 und 2015 in Abhängigkeit der Hangneigung. Datengrundlage: Universität Graz, WLK, eigene Darstellung

5.4 Analyse von Niederschlagsdaten zu den relevanten Ereignissen

Zunächst werden alle Ereignisse des WLKs, die mit konkretem Datum aufscheinen, hinsichtlich des Niederschlags analysiert und anschließend auf Regelmäßigkeiten untersucht, um weitere geomorphologische Aktivitäten anhand des Niederschlags ausfindig zu machen.

Auf der Abbildung 34 sieht man den Niederschlagsverlauf in der Woche vor dem Hochwasserereignis am 12.7.1914. Dabei kann man ein Niederschlagsmaximum mit beinahe 100 mm Niederschlag 5 Tage vor dem Ereignis feststellen. Bei Hochwässern ist es nicht unüblich, dass der Pegel eines Flusses verzögert zum Niederschlag ansteigt. Es ist hier allerdings gut möglich, dass das Datum des eigentlich auslösenden Schadensereignisses nicht korrekt eingetragen wurde, da es sich bei so alten Aufzeichnungen oft um private Gedächtnisprotokolle handelt.

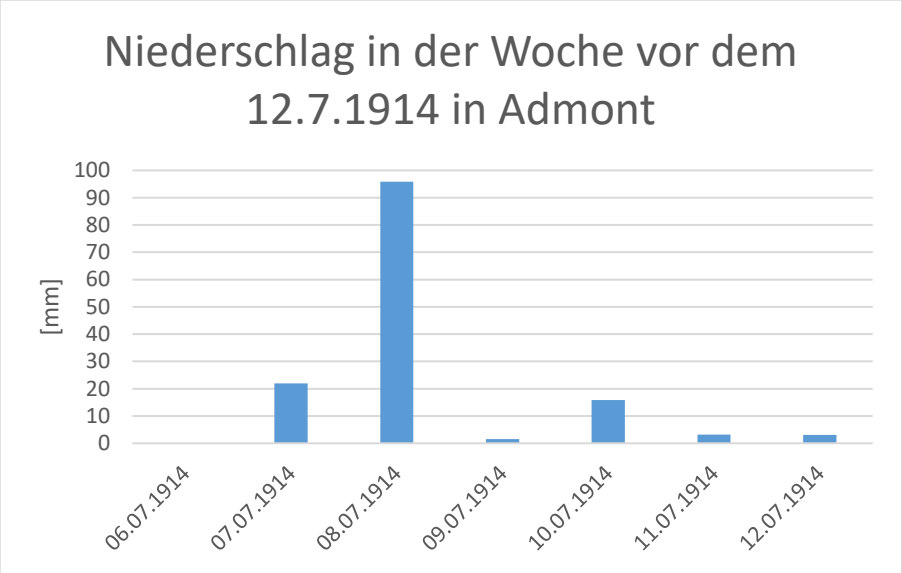


Abbildung 34: Niederschlag in der Woche vor dem 12.7.1914 in Admont. Datengrundlage: ZAMG, eigene Darstellung

Auf der Abbildung 35 sieht man die Niederschlagsverhältnisse in der Woche vor dem 11.7.1916, einem Murgang im Johnsbachtal. Dabei kam es am Tag des Ereignisses zu einem Niederschlag von knapp über 30 mm und in der gesamten Woche vor dem Murgang zu einem Niederschlag von knapp 70 mm.

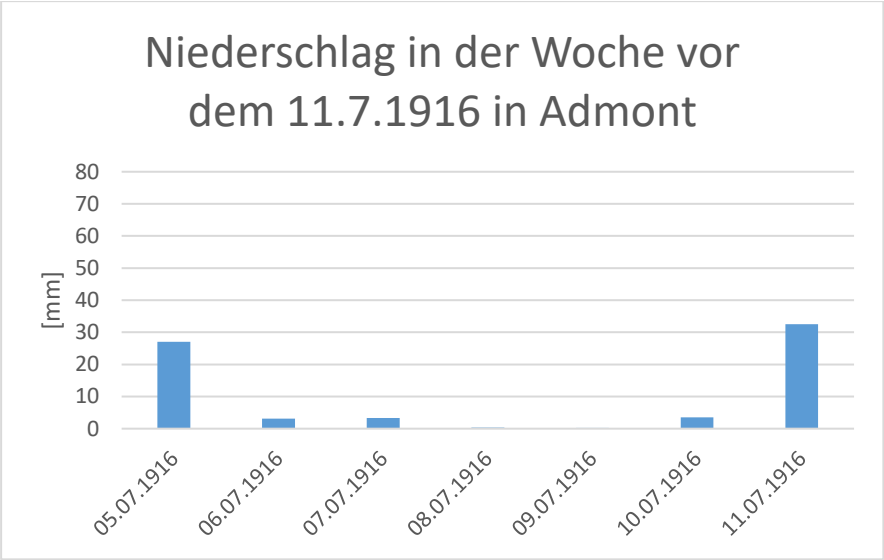


Abbildung 35: Niederschlag in der Woche vor dem 11.7.1916 in Admont. Datengrundlage: ZAMG, eigene Darstellung

Auf der Abbildung 36 sieht man den Verlauf des Niederschlags in der Woche vor dem Hochwasserereignis am 17.8.1927. In dieser Woche fielen, laut den Aufzeichnungen der ZAMG, nur knapp 35 mm Niederschlag, was im Normalfall zu keinem Hochwasserereignis führen sollte. Wie bei allen Ereignissen kann es aber sein, dass der Niederschlag örtlich stark variierte und es im Johnsbachtal selbst zu einem viel höheren Niederschlag kam, als die Messstation in Admont aufzeichnete.

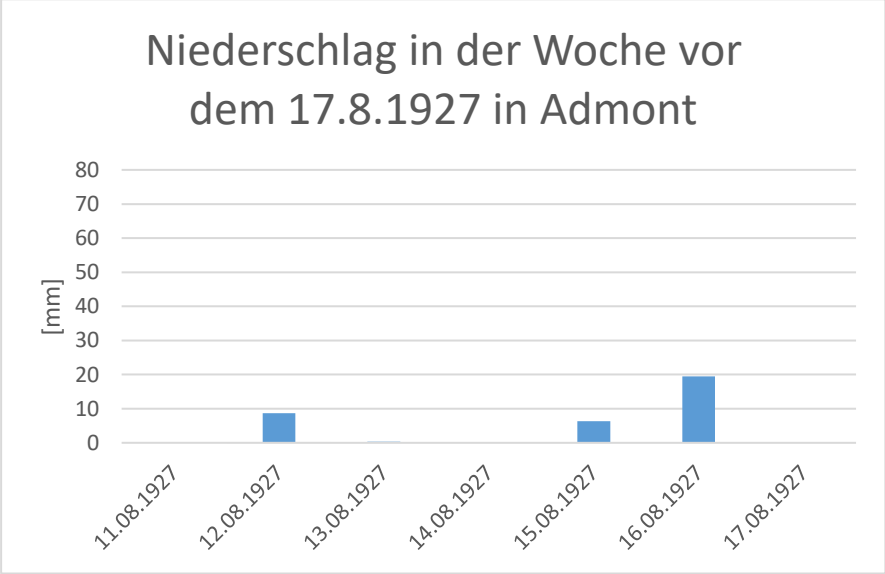


Abbildung 36: Niederschlag in der Woche vor dem 17.8.1927 in Admont. Datengrundlage: ZAMG, eigene Darstellung

Auch für das Hochwasserereignis am 2.6.1937 passen die Niederschlagsdaten nicht wirklich überein. In der Woche davor fielen in Admont gerade einmal 32,3 mm Niederschlag

und am Tag des Ereignisses nur 2,3 mm, siehe Abbildung 37. Wie bereits beschrieben kann es natürlich sein, dass das Datum dieser älteren Ereignisse nicht genau stimmt. Eine weitere Auswertung der gesamten Niederschlagsdaten machen diese Werte auf jeden Fall nicht einfacher.

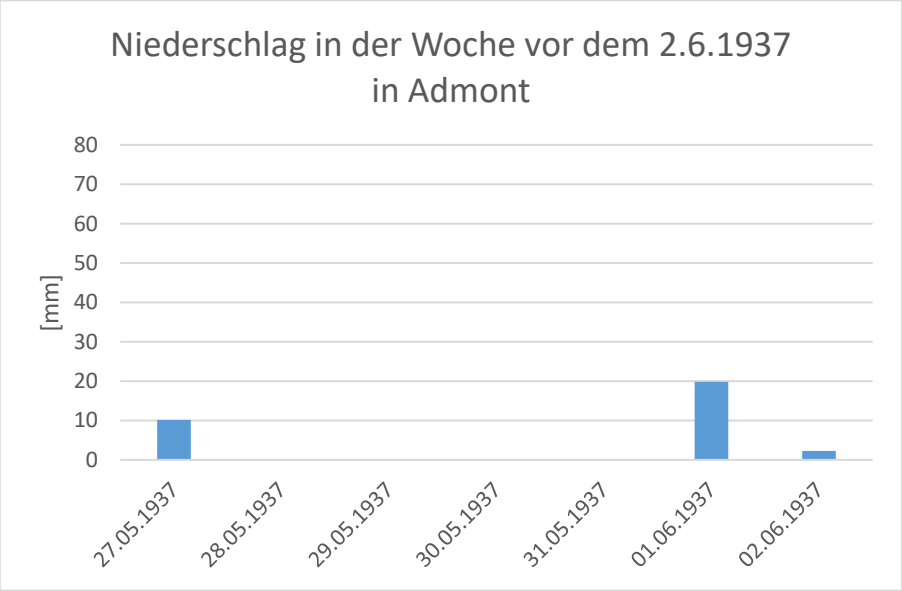


Abbildung 37: Niederschlag in der Woche vor dem 2.6.1937 in Admont. Datengrundlage: ZAMG, eigene Darstellung

Auf der Abbildung 38 sieht man die Niederschlagsverhältnisse in der Woche vor den Schadensereignissen vom 30. auf den 31. Juli 2005. Man sieht, dass es nur an zwei Tagen zu relevanten Niederschlagsereignissen kam, wobei diese nicht aufeinander nachfolgten. Am 30. Juli, am Tag der aufgezeichneten Ereignisse kam es schließlich zu einem Niederschlag von knapp mehr als 40 mm. Einige Ereignisse dieses Zeitraums wurden laut WLK auch dem 31. Juli zugeordnet, wobei es an diesem Tag nur noch knapp über 5 mm Niederschlag gab. Anzumerken sei hierbei noch einmal, dass es sich bei diesem Ereignis um das flächenmäßig größte Ereignis handelt (vgl. BMLFUW 2015).

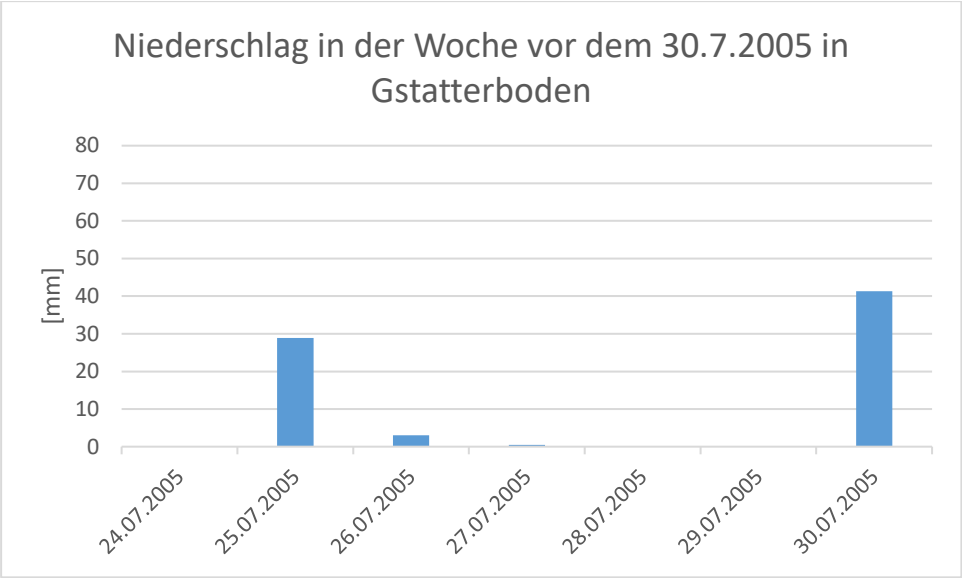


Abbildung 38: Niederschlag in der Woche vor dem 30.7.2005 in Gstatterboden. Datengrundlage: eHYD, eigene Darstellung

Am 7. September 2007 kam es im Johnsbachtal, laut WLK, zu einer nicht weiter differenzierten Rutschung, zu der es in den Daten des WLK etwas widersprüchliche Angaben zum Auslöseereignis gibt. Es wird hierfür einmal eine Schneeschmelze und einmal Starkregen als Auslöser dieser Rutschung angegeben (vgl. ebd.), wobei die Niederschlagsdaten von Gstatterboden und die Jahreszeit eher auf ein Starkregenereignis hindeuten. Es fiel demnach besonders in den Tagen vor der Rutschung relativ viel Niederschlag nieder. An zwei aufeinanderfolgenden Tagen kam es zu einem Niederschlag mit mehr als 70 mm, während am eigentlichen Tag der Rutschung nur noch knapp über 20 mm Niederschlag niedergingen, siehe Abbildung 39.

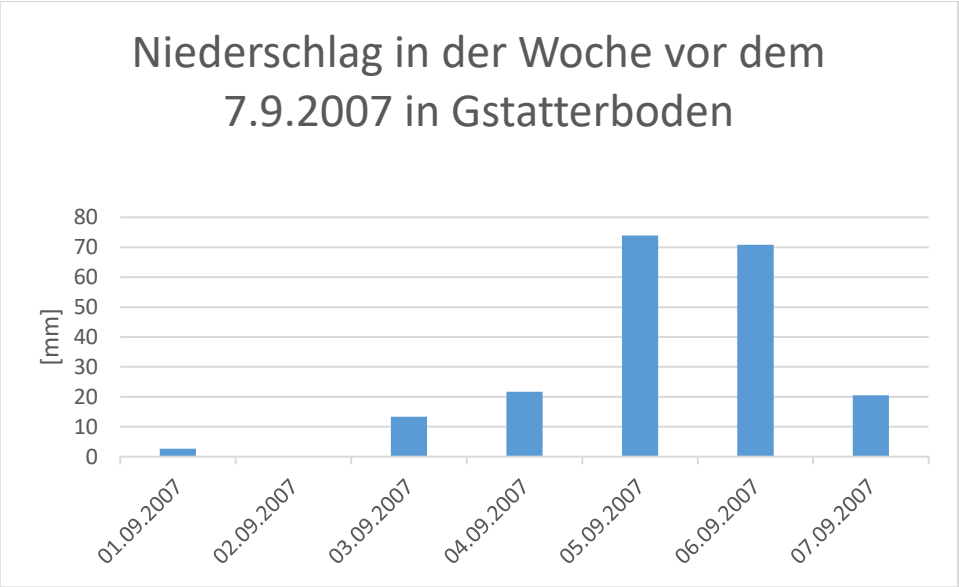


Abbildung 39: Niederschlag in der Woche vor dem 7.9. 2007 in Gstatterboden. Datengrundlage: eHYD, eigene Darstellung

Am 15. Juni 2008 kam es, laut WLK, zu einem fluviatilen Feststofftransport nach einem Starkregenereignis mit Gewitter, welches etwa 45 Minuten anhielt (vgl. ebd.). Laut den Niederschlagsdaten von Gstatterboden gab es jedoch an den Tagen unmittelbar vor dem Ereignis und am Ereignistag selbst, fast gar keinen Niederschlag, siehe Abbildung 40. Es ist natürlich möglich, dass es eine regionale Gewitterzelle über dem Johnsbachtal gab, welche an Gstatterboden vorbeizog. Anhand der vorliegenden Datengrundlage erscheint es jedenfalls vernünftig, dieses Ereignis als Ausreißer zu betrachten, da die Angaben laut WLK und die Niederschlagsdaten so konträr zueinander sind.

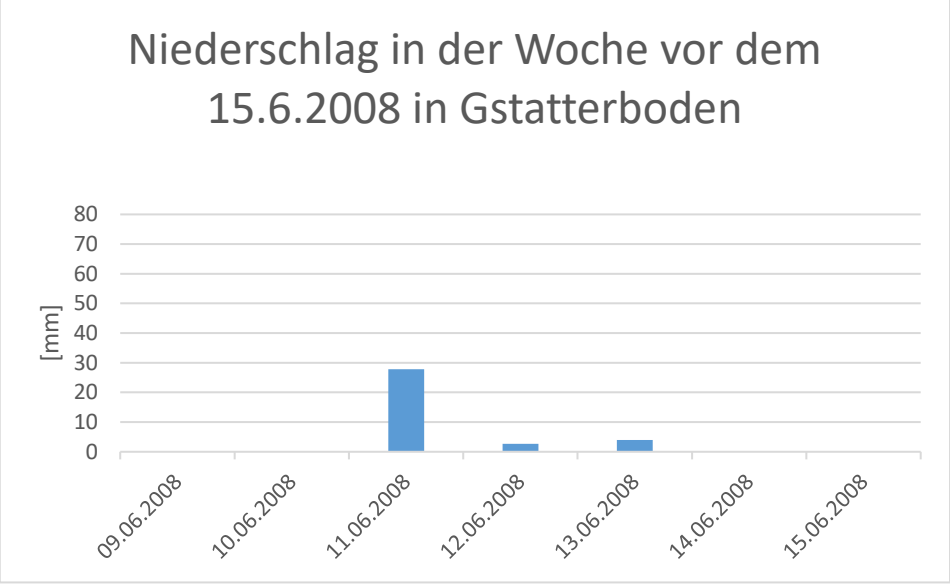


Abbildung 40: Niederschlag in der Woche vor dem 15.6.2008 in Gstatterboden. Datengrundlage: eHYD, eigene Darstellung

Am 20. Juli fanden an drei verschiedenen Orten fluviatile Feststofftransporte statt, wobei einer davon mit 14000 m³ besonders viel Material ablagerte. Die Prozesse wurden laut WLK von einem Starkregenereignis mit Gewitter innerhalb von 30 Minuten ausgelöst (vgl. ebd.), wobei man den Niederschlagsdaten entnehmen kann, dass es an jenem Tag zu etwas mehr als 40 mm Niederschlag kam, siehe Abbildung 41.

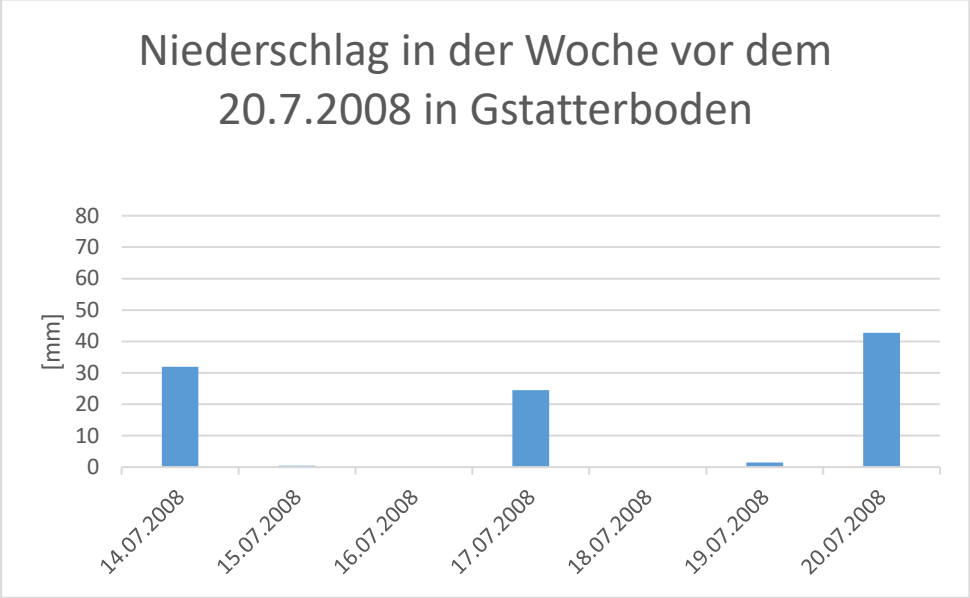


Abbildung 41: Niederschlag in der Woche vor dem 20.7.2008 in Gstatterboden. Datengrundlage: eHYD, eigene Darstellung

Am 23. Juni 2009 kam es, laut WLK, nach lange anhaltendem Regen zu einem fluvialen Feststofftransport (vgl. ebd.). Laut Niederschlagsdaten kam es hierbei an zwei aufeinander folgenden Tagen zu einem Niederschlag mit mehr als 50 mm. Am Tag vor dem Ereignis fielen sogar mehr als 70 mm Niederschlag, siehe Abbildung 42. Ein ähnliches Bild zeigte bereits das Ereignis am 7.9.2007.

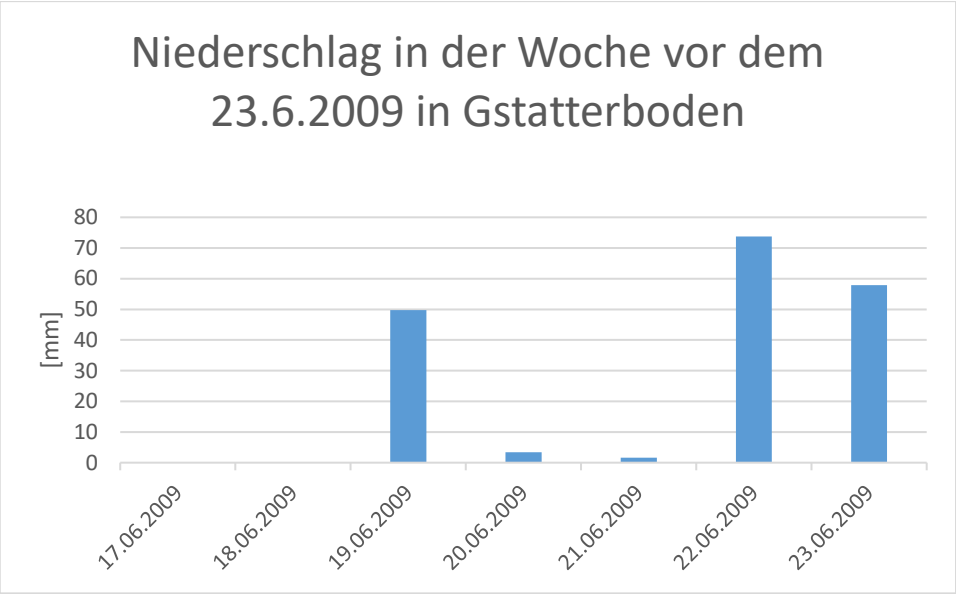


Abbildung 42: Niederschlag in der Woche vor dem 23.6.2009 in Gstatterboden. Datengrundlage: eHYD, eigene Darstellung

Der 21. Juni 2012 ist jener Tag, mit den intensivsten geomorphologischen Prozessen. Laut dem Kataster fielen in ca. sechs Stunden 77 mm Niederschlag, welcher mehrere fluviatile Feststofftransporte auslöste, von denen fünf mit einer extremen Intensität eingestuft wurden (vgl. ebd.). Auf der Abbildung 43 sieht man zwar ein Niederschlagsmaximum dieses Zeitraums am 21. Juni, allerdings nur mit einem Niederschlag zwischen 25 und 30 Millimeter. Wie bereits bei einem vorigen Beispiel erwähnt, kann dies an der Tatsache liegen, dass Gewitterwolken ihren Niederschlag regional sehr unterschiedlich ablassen. Laut WLK handelt es sich bei den Datenangaben um Messwerte und keine Schätzungen (vgl. ebd.), was leider auf ungenaue Aussagen der Niederschlagsauswertung in dieser Arbeit allgemein hindeutet.

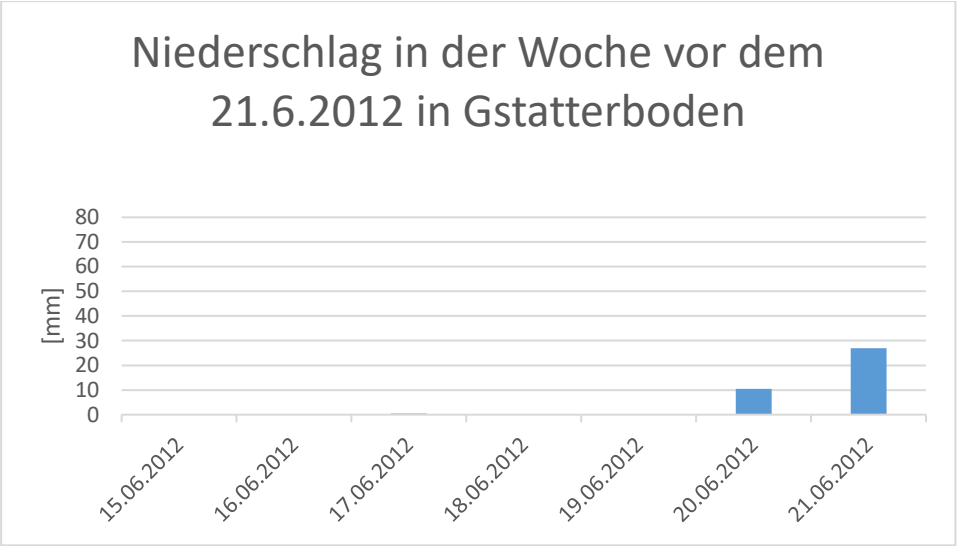


Abbildung 43: Niederschlag in der Woche vor dem 21.6.2012 in Gstatterboden. Datengrundlage: eHYD, eigene Darstellung

Um etwaige Unregelmäßigkeiten in der Daten- und Niederschlagsauswertung zu finden, wurden die Niederschlagsdaten von zwei weiteren, sich in der Nähe befindlichen, Messstationen, der Ereigniszeiträume ab 2005 untersucht. Dabei wurden Großteils keine signifikanten Unterschiede zu den ausgewerteten Daten von Gstatterboden festgestellt. Einzig für das Ereignis am 21.6.2012 lässt sich feststellen, dass eine Messstation südöstlich des Johnsbachtales Daten aufnahm, die denen des WLKs sehr gut entsprechen. In der Abbildung 44 sieht man dazu die Daten der Messstation Wald am Schoberpaß.

Abbildung 44: Niederschlag in der Woche vor dem 21.6.2012 in Wald am Schoberpaß. Datengrundlage: eHYD, eigene Darstellung

Dabei sieht man sehr trockene Tage vor dem 21. Juni 2012 und einen gemessenen Niederschlag von fast 80 mm am Ereignistag.

Für den 15.6.2008, an dem in Gstatterboden keinerlei Neiderschlag festgestellt wurde, kann man allerdings auch in den umliegenden Messstationen keinen Niederschlag feststellen.

Die Regionalität von Starkniederschlagsereignissen im Gebirge ist dabei keine Ausnahme und stellt ein allgemeines Problem bei der Auswertung von Niederschlagsdaten dar. Dies wurde auch in einer Arbeit über Wildbäche in Deutschland festgestellt. Dort belegen nichtamtliche Regenmessungen aus der Land- und Forstwirtschaft in Hessen und Niedersachsen, dass die amtlichen Stellen nicht alle Starkniederschlagsereignisse der letzten 100 Jahre aufzeichneten (vgl. KREIKEMEIER et al 2004: 73).

In der Tabelle 3 sieht man jetzt noch einmal alle Ereignisse, die laut WLK ein genaues Datum besitzen. Da man hierbei keinerlei Regelmäßigkeiten erkennen kann, außer, dass es in jeder Woche vor einem geomorphologischen Ereignis zumindest 32 mm Niederschlag gab, führen diese Daten zu keinen Schlüssen, ab welcher Niederschlagsmenge es wahrscheinlich zu geomorphologischen Prozessen kommt.

Datum des Ereignisses	**Ort der Niederschlagsmessung**	**Niederschlag am Tag des Ereignisses**	**1-wöchiger Niederschlag vor dem Ereignis**
12.07.1914	Admont Moorwirtschaft	3,1	141,6
11.07.1916	Admont Moorwirtschaft	32,5	69,9
17.08.1927	Admont Moorwirtschaft	0	34,9
02.06.1937	Admont / Stift	2,3	32,3
30.07.2005	Gstatterboden	41,3	73,7
07.09.2007	Gstatterboden	20,5	203
15.06.2008	Gstatterboden	0	34,5
20.07.2008	Gstatterboden	42,7	101,1
23.06.2009	Gstatterboden	57,9	186,4
21.06.2012	Wald am Schoberpaß	77,7	83,9

Tabelle 3: Niederschlagsverhältnisse vor relevanten geomorphologischen Ereignissen. Datengrundlage: eHYD, ZAMG, eigene Darstellung.

Zusätzlich zu den Niederschlagsdaten rund um relevante Ereignisse im Johnsbachtal, wird nun auch der jährliche Gesamtniederschlag und dessen Entwicklung untersucht. In der Abbildung 45 sieht man den jährlichen Niederschlag in Gstatterboden von 1971 bis

2013, inklusive einer Prognose bis zum Jahr 2030. Dem gegenüber steht Abbildung 46, mit den Niederschlagswerten der Monate Mai bis September von 1971 bis 2013, inklusive einer Prognose bis 2030. Dies wird deshalb dargestellt, da die meisten Ereignisse laut WLK in den Monaten Juni und Juli stattfanden, vereinzelt aber auch im August und September. Der Mai wurde deshalb auch zu diesen Daten hinzugezählt, da er an den Juni grenzt, in dem besonders viele Ereignisse aufgezeichnet wurden und es bei einer Klimaerwärmung in Zukunft durchaus auch möglich erscheint, dass es im Mai ebenso zu relevanten geomorphologischen Prozessen kommt. Im Mai fällt zwar, laut dem Klimadiagramm auf Seite 19, im Schnitt weniger Niederschlag, als in den Monaten Juni bis August, es kommt aber im Schnitt zu knapp 4 Gewittertagen, wie man dem selben Diagramm entnehmen kann.

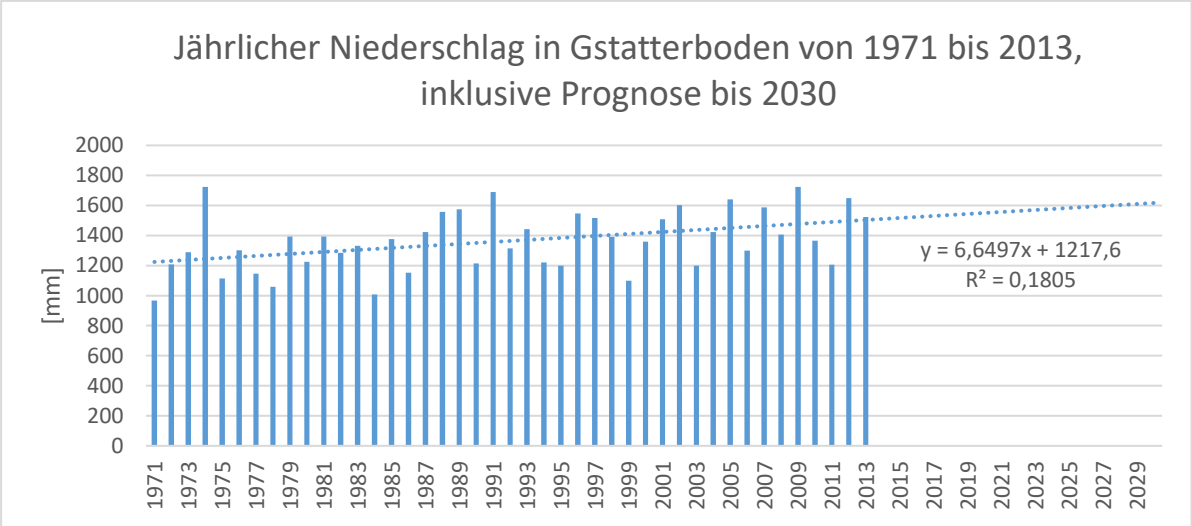


Abbildung 45: Jährlicher Niederschlag in Gstatterboden von 1971 bis 2013, inklusive Prognose bis 2030. Datengrundlage: eHYD, eigene Darstellung

Man sieht auf der Abbildung 45, dass es, laut linearer Regressionsanalyse, zu einem Anstieg des Gesamtniederschlags kommen wird. Von 1971 bis 1988 gab es nur in einem Jahr deutlich mehr als 1400 mm Niederschlag. Seit dem Jahr 1988 fielen hingegen, im Schnitt, in jedem zweiten Jahr deutlich mehr als 1400 mm Niederschlag.

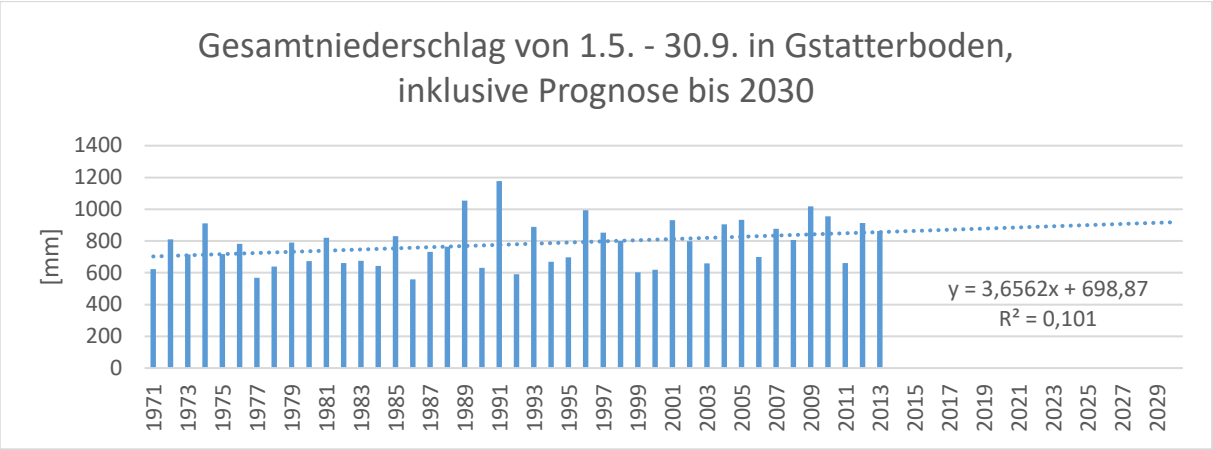


Abbildung 46: Gesamtniederschlag der Monate Mai bis September in Gstatterboden von 1971 bis 2013, inklusive Prognose bis 2030. Datengrundlage: eHYD, eigene Darstellung

In den fünf Monaten von Mai bis September fielen in Gstatterboden zumeist mehr als die Hälfte des jährlichen Niederschlags, wie man der Abbildung 47 entnehmen kann. Auch wenn man sich nur diesen Zeitraum ansieht, in dem es am wahrscheinlichsten ist, dass es zu geomorphologischen Prozessen, wie fluvialen Feststofftransporten, kommt, kann man eine Zunahme seit dem Jahr 1971 feststellen. Dazu wurde ebenfalls eine lineare Regressionsanalyse durchgeführt. Man kann allerdings auch feststellen, dass die Zunahme im gesamten Jahr größer ist, als die Zunahme in den Monaten Mai bis September. Die Abbildungen 45 und 46 sagen zwar sowohl eine Zunahme des jährlichen Niederschlags voraus als auch eine Zunahme in den besonders relevanten Monaten Mai bis September. Die Residuen sind allerdings in beiden Fällen sehr niedrig, weshalb die Aussagekraft nicht sehr genau sein muss. Die Varianz der jährlichen Summen ist für eine genaue Prognose zu groß.

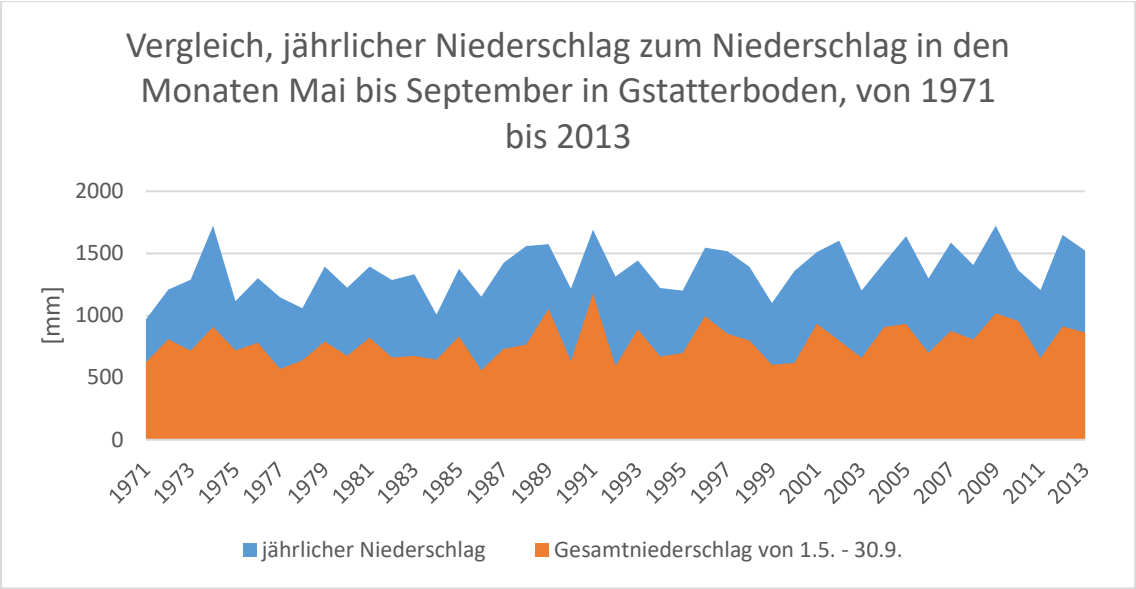


Abbildung 47: Vergleich des jährlichen Niederschlags, zum Niederschlag der Monate Mai bis September in Gstatterboden, von 1971 bis 2013. Datengrundlage: eHYD, eigene Darstellung

Betrachtet man nun noch einmal die einzelnen Ereignisse, so kann man leider keine Regelmäßigkeiten der Niederschlagsverhältnisse feststellen. Dies könnte zwar an einer fehlerhaften Datengrundlage liegen, ändert aber in dem Fall nichts hinsichtlich der Aussagekraft. Würde man nur die Ereignisse ab dem Jahr 2005 betrachten, so kann man feststellen, dass bei jedem Ereignis, außer dem des 15.6.2008, am Tag des Ereignisses oder am Vortag zumindest 40 mm Niederschlag fielen. Als Auslöser für schädigende Naturereignisse spielen also offensichtlich noch weitere Faktoren eine wichtigere Rolle. denn alleine in den Monaten zwischen Mai und September gab es seit 1971 bis 2013, 92 Tage mit einem Niederschlag von mehr als 40 mm Niederschlag. Laut Corominas und Moya sollen aber Gebiete ohnehin erst nach einem eintägigen Niederschlag von mehr als 140 mm, nach einer einwöchigen Niederschlagsmenge von mehr als 160 mm und nach einer zweiwöchigen Niederschlagsmenge von mehr als 200 mm besonders anfällig für diverse geomorphologische Prozesse sein (COROMINAS & MOYA 1999).

In Gstatterboden fielen seit 1971 in den relevanten Monaten Mai bis September an einem einzigen Tag nie mehr als 140 mm Niederschlag. Absolute Spitzenereignisse waren der 30.6.1975 mit 108,5 mm und der 5.7.1997 mit 102,8 mm. Es gab hingegen 11 Wochen in denen 160 mm oder mehr fielen. Zwei der zuvor beschriebenen Ereignisse fanden in solchen Wochen statt. Dies war der fluviatile Feststofftransport am 23.6.2008 und die Rutschung am 7.9.2007. Zu 13 verschiedenen Zeitpunkten fielen mehr als 200 mm Niederschlag innerhalb von 14 Tagen. Innerhalb dieser Zeiträume kam es zu der Rutschung am

7.9.2007 und zu fluviatilen Feststofftransporten am 20.7.2008 und am 23.6.2009. Auffällig dabei ist, dass solch hohe Niederschlagsmengen innerhalb relativ kurzer Zeit stark zunahmen. In der ersten Hälfte des untersuchten Zeitraums von 1971 bis 1992 gab es jeweils 4 einwöchige und zweiwöchige Zeitspannen mit besonders hohem Niederschlag. Zwischen 1993 und 2013 gab es hingegen 7 einwöchige und 9 zweiwöchige Zeitspannen mit besonders hohem Niederschlag.

Neben den durchgeführten Untersuchungen, wäre eine Datengrundlage besonders interessant, der man die genaue Zeitspanne des Niederschlags entnehmen kann. Da man nur bedingt einen Zusammenhang zwischen Niederschlagsdaten und ausgelösten Schadensereignissen herstellen kann, könnte man vermuten, dass besonders kurze und starke Niederschlagsereignisse, geomorphologische Ereignisse auslösen.

5.5 Analyse von Abflussdaten zu den relevanten Ereigniszeiträumen

Auf den Abbildungen 48 – 53 sieht man die Abflusswerte der Liesing, rund um jeweilige Ereigniszeiträume. Dabei ist der Abfluss eine Woche vor dem stattfindenden Ereignis, sowie drei Tage nach dem Ereignis dargestellt. Vergleicht man die einzelnen Abbildungen, so kann man keine wiederkehrenden Auffälligkeiten erkennen. Bei den Ereignissen des 30. – 31.7.2005, des 15.6.2008 und des 20.7.2008 ändert sich der Abfluss der Liesing nur sehr marginal. Er beträgt dabei immer weniger als 10 m³/s, was in etwa dem durchschnittlichen Abfluss der Jahre 2005 – 2014 entspricht. Der durchschnittliche Abfluss der Liesing zwischen dem 1.1.2005 und dem 31.12.2014 beträgt 6,78 m³/s. Bei den Ereignissen des 7.9.2007 und des 23.6.2009 kann man bereits eine deutliche Abflusszunahme beobachten. Am 21.6.2012 verdreifachte sich der Abfluss rund um das Ereignisdatum, zu den Tagen davor sogar. An diesen drei Tagen kann man feststellen, dass der Abfluss meist direkt am Tag des Ereignisses oder einen Tag davor zunahm und es am Folgetag oder zwei Tage danach zu einer Abflussspitze kam. Besonders hervorzuheben ist hierbei noch einmal die starke Abflusszunahme rund um den 21.6.2012, wobei die Abflussspitze zwei Tage nach dem Ereignis mehr als fünf Mal so hoch ist, wie der durchschnittliche Abfluss der letzten Jahre.

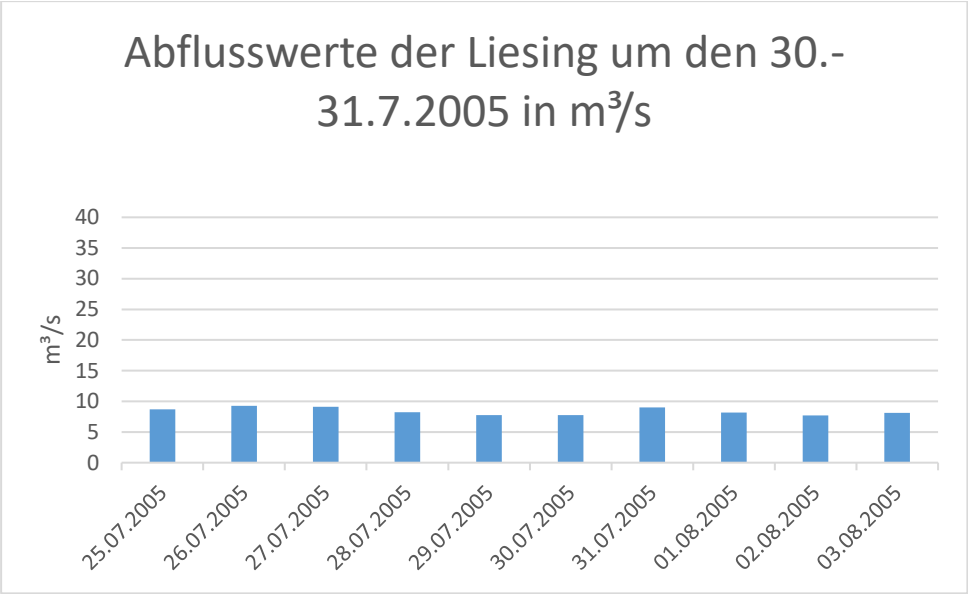


Abbildung 48: Abflusswerte der Liesing um den 30. und 31.7.2005 in m³/s. Datengrundlage: eHYD, eigene Darstellung

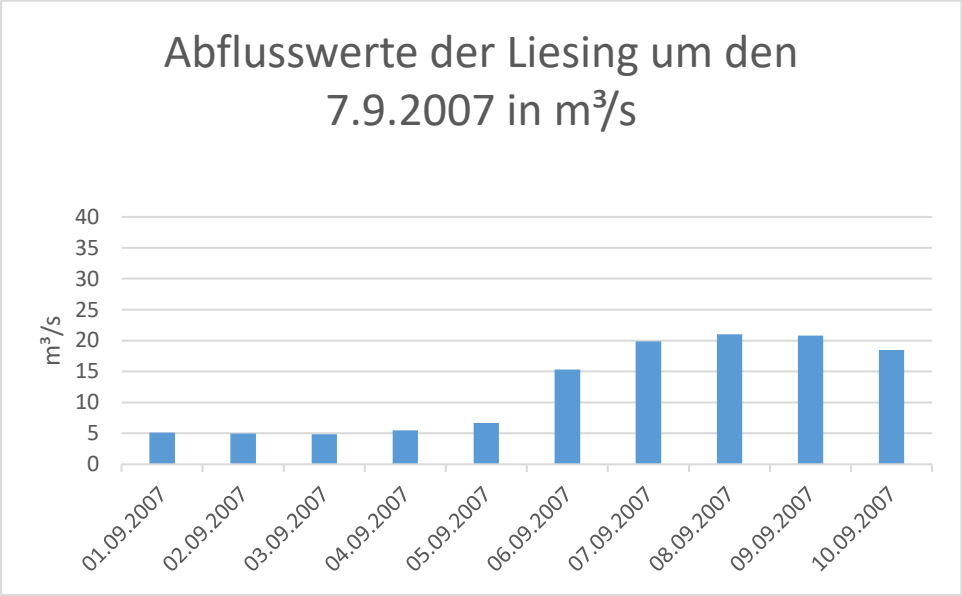


Abbildung 49: Abflusswerte der Liesing um den 7.9.2007 in m³/s. Datengrundlage: eHYD, eigene Darstellung

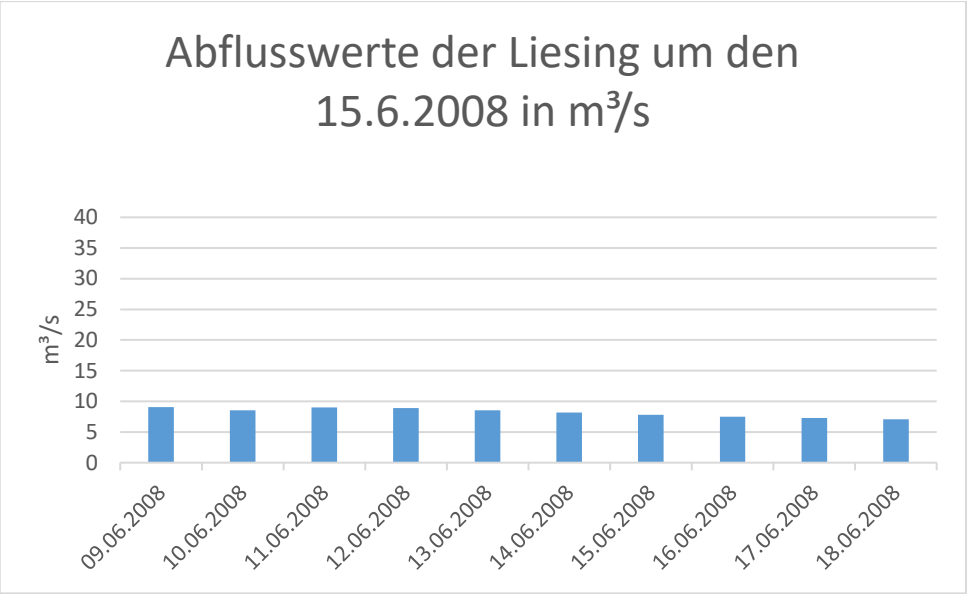


Abbildung 50: Abflusswerte der Liesing um den 15.6.2008 in m³/s. Datengrundlage: eHYD, eigene Darstellung

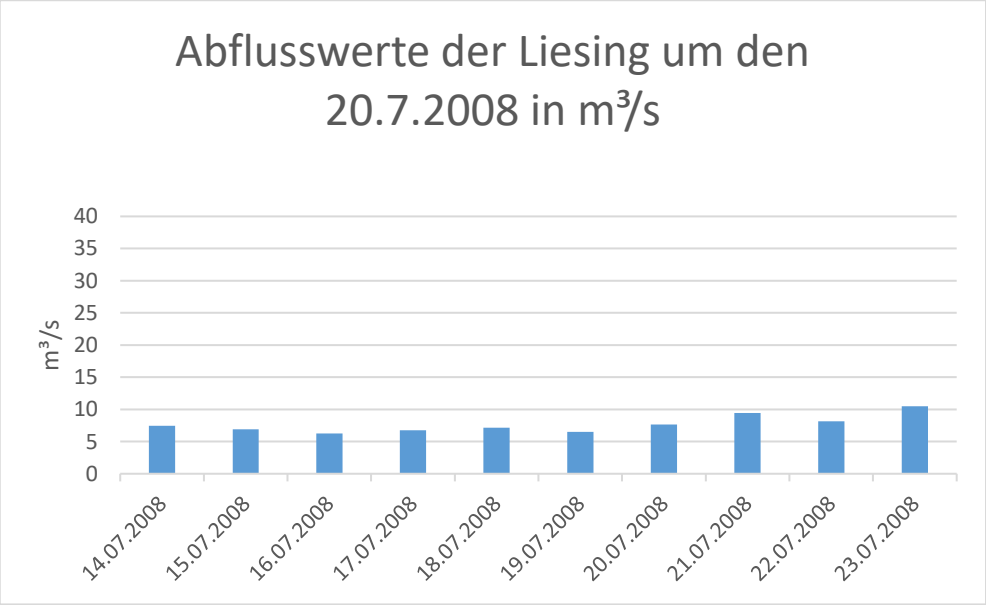


Abbildung 51: Abflusswerte der Liesing um den 20.7.2008 in m³/s. Datengrundlage: eHYD, eigene Darstellung

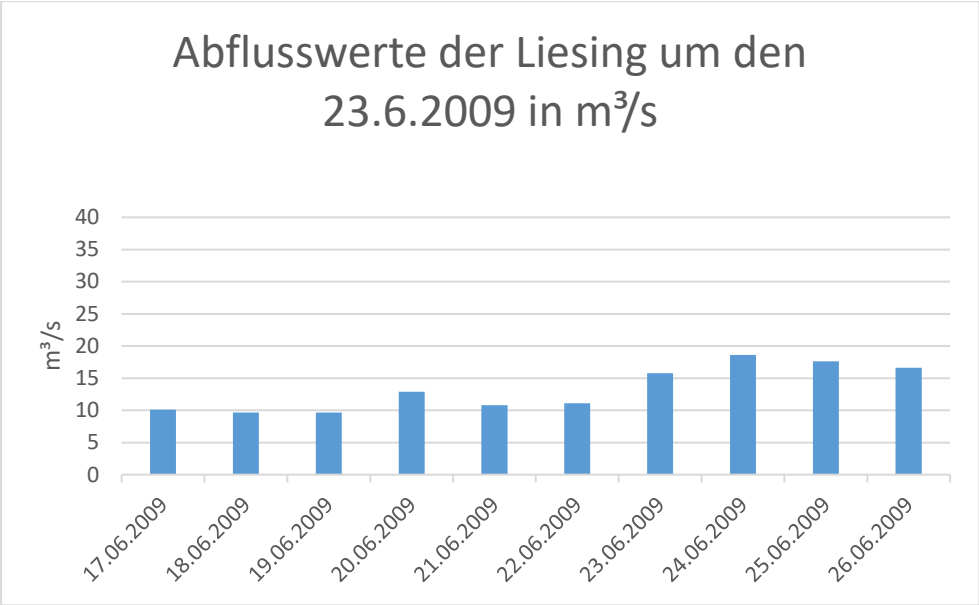


Abbildung 52: Abflusswerte der Liesing um den 23.6.2009 in m³/s. Datengrundlage: eHYD, eigene Darstellung

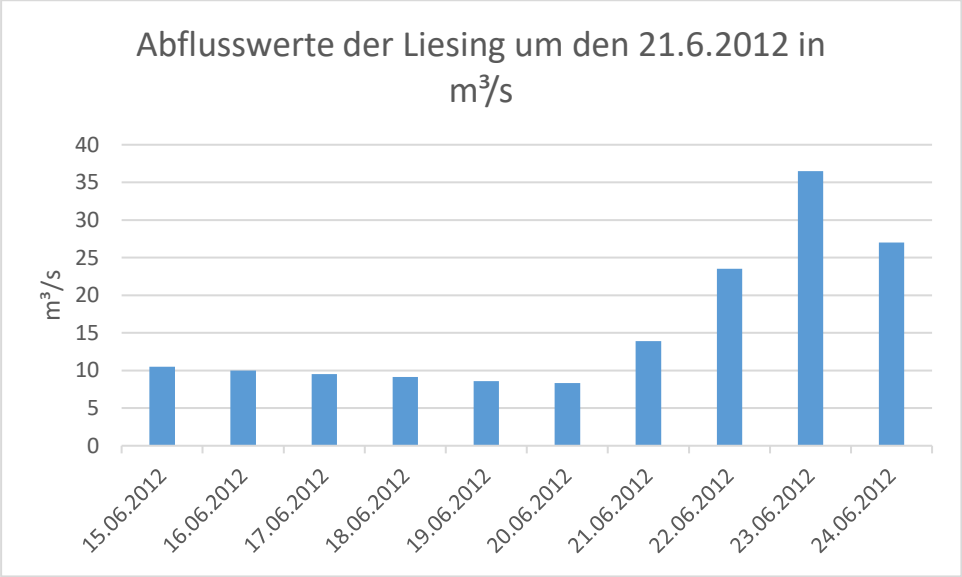


Abbildung 53: Abflusswerte der Liesing um den 21.6.2012 in m³/s. Datengrundlage: eHYD, eigene Darstellung

5.6 Auswertung der Luftbilder

In diesem Kapitel sollen Luftbilder verschiedener Jahre untersucht werden, um zu überprüfen, ob einerseits die Meldungen des WLKs mit aktuellen Luftbildern übereinstim-

men. Andererseits soll untersucht werden, ob es noch weitere geomorphologische Vorkommnisse gab, die im WLK nicht erscheinen. Dazu werden in diesem Fall Orthofotos des Landes Steiermark, der Jahre 1973, 1995, 2004, 2010 und 2013 untersucht.

5.6.1 Auswertung von Luftbildern aus dem Jahr 2013 zum Abgleich von Ereignissen aus dem Wildbach- und Lawinenkataster

Auf der Abbildung 54 sieht man ein Schadereignis vom 21.6.2012. Gut zu erkennen ist dabei der überflutete Schwemmkegel, welcher bei dem Ereignis überschottert wurde. Wobei die Darstellung schemenhaft und nur auf Grundlage des Orthofotos und der Beschreibung des WLKs durchgeführt wurde. Die Ausdehnung beträgt laut dieser Karte in etwa 8000 m², was mit den Daten des WLKs übereinstimmt. Darin wird die Intensität als extrem beschrieben, mit einer Ausdehnung des Ereignisses zwischen 5000 und 10000 m².

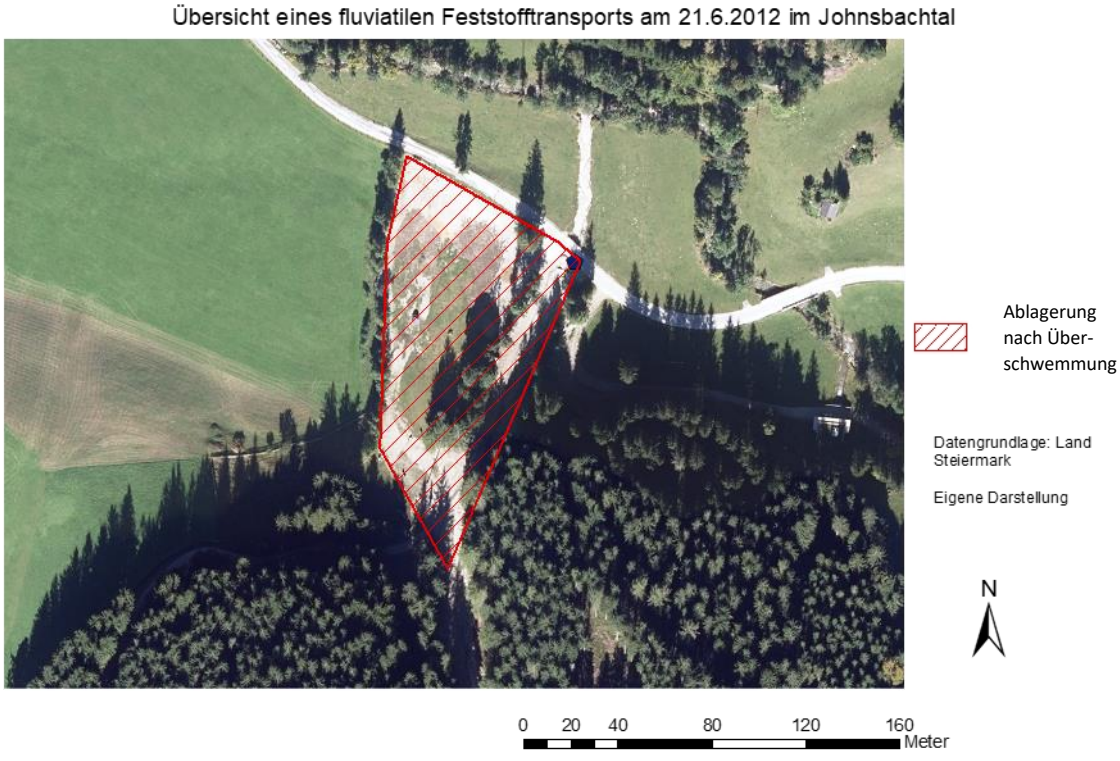


Abbildung 54: Übersicht eines fluviatilen Feststofftransports im Johnsbachtal, anhand eines Orthofotos aus dem Jahr 2013. Datengrundlage: Land Steiermark, eigene Darstellung

Auf der Abbildung 55 sieht man einen weiteren fluviatilen Prozess des 21.6.2012. Hierbei handelt es sich um einen Prozess mittlerer Intensität, wobei die Fläche auf der Karte in

etwa 650 m² entspricht. Wie schon bei der vorigen Abbildung sieht man auch hier eine hellere Fläche als ihre Umgebung, was auf Schotter oder Sande hindeutet.

Abbildung 55:: Übersicht eines weiteren fluviatilen Feststofftransports im Johnsbachtal, anhand eines Orthofotos aus dem Jahr 2013. Datengrundlage: Land Steiermark, eigene Darstellung

Auf der Abbildung 56 sind gleich mehrere geomorphologische Ereignisse eingezeichnet. Hierbei handelt es sich, laut WLK, um fluviatile Feststofftransporte, sowie um einen murartigen Feststofftransport. Man sieht auf der Abbildung die engen Zwischenmäuer, die den Johnsbach und die Landesstraße auf beiden Seiten relativ steil flankieren. Die roten Pfeile markieren hierbei die Bereiche, aus denen Material abgetragen wird, während die roten Flächenmarkierungen die Akkumulationszonen darstellen, welche sich zum Teil bis zur Landesstraße und bis in den Johnsbach erstrecken. Dies wäre für das Johnsbachtal auch die größte Gefahr, wenn die Straße dadurch blockiert wird und der Johnsbach aufgestaut würde. Wie man den einzelnen Ereignissen des WLKs entnehmen kann, war dies in der Vergangenheit immer wieder der Fall und führte in den 1950er-Jahre dazu, dass am Johnsbach und seinen Seitengräben einige Verbauungen stattgefunden haben.

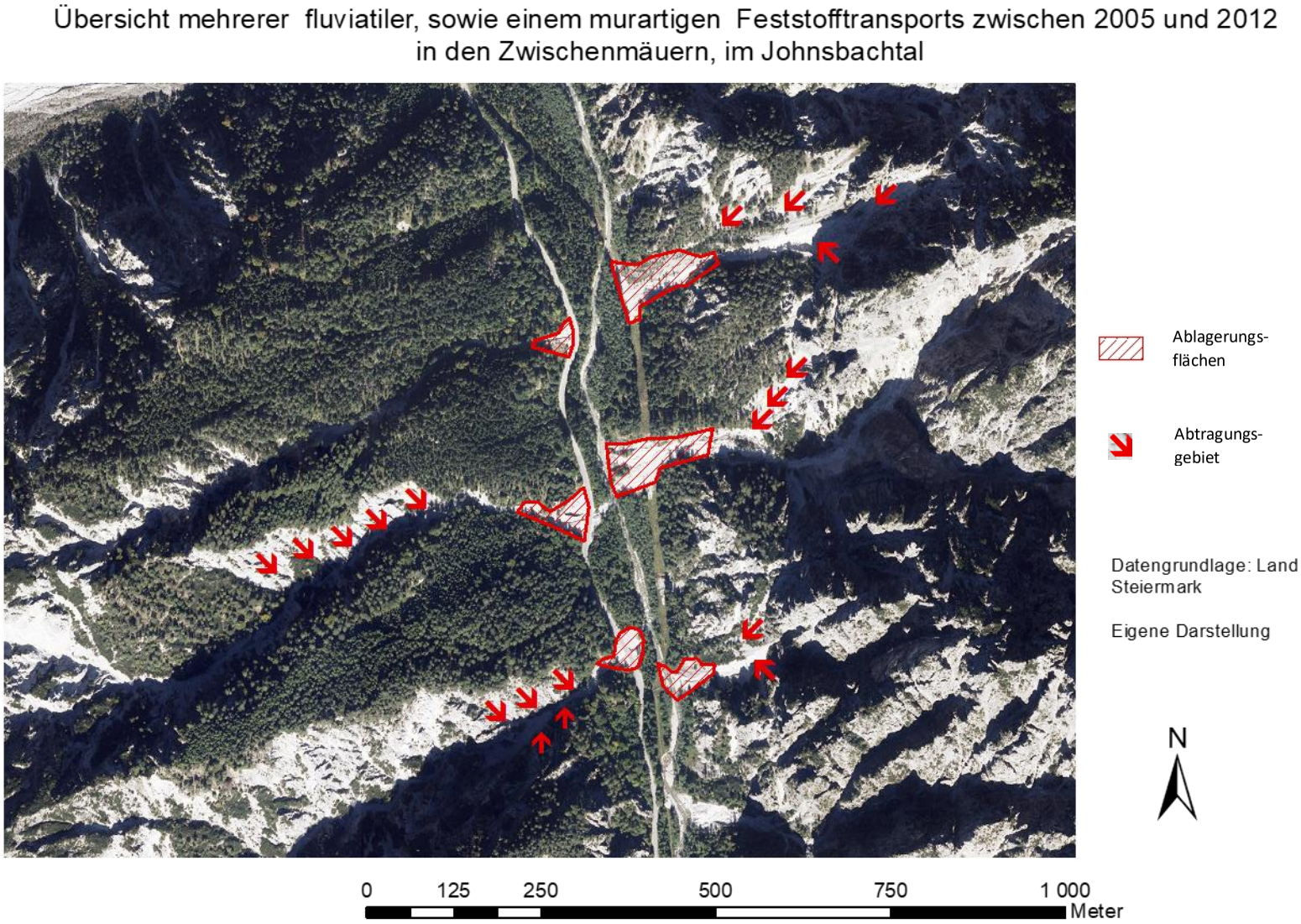


Abbildung 56: Übersicht mehrerer fluviatiler und eines murartigen Feststofftransports zwischen 2005 und 2012 in den Zwischenmäuern im Johnsbachtal, anhand eines Orthofotos von 2013. Datengrundlage: Land Steiermark, eigene Darstellung

5.6.2 Auswertung historischer Luftbilder

Auf der Abbildung 57 sieht man eine Stelle des Johnsbachtales, die im Jahr 2012 von einem fluviatilen Feststofftransport heimgesucht wurde. Auf dem Orthofoto von 1975 sieht man auf derselben Stelle, nur mit noch größerer Ausdehnung, ebenfalls auffällige Gegebenheiten. Es sieht so aus, als wäre es an dem Zusammenfluss eines Seitengrabens mit dem Johnsbach zu Uferanrissen oder sogar einer kleineren Rutschung gekommen. Im Wildbach- und Lawinenkataster findet man ab 1959 keine Einträge, wobei erst ab 2005 auch fluviale Feststofftransporte eingetragen wurden. Davor kann man nur Einträge über Hochwässer, Muren und einen murartigen Feststofftransport finden. Möglicherweise fand hier also zwar ein Ereignis statt, wurde aber nicht eingetragen.

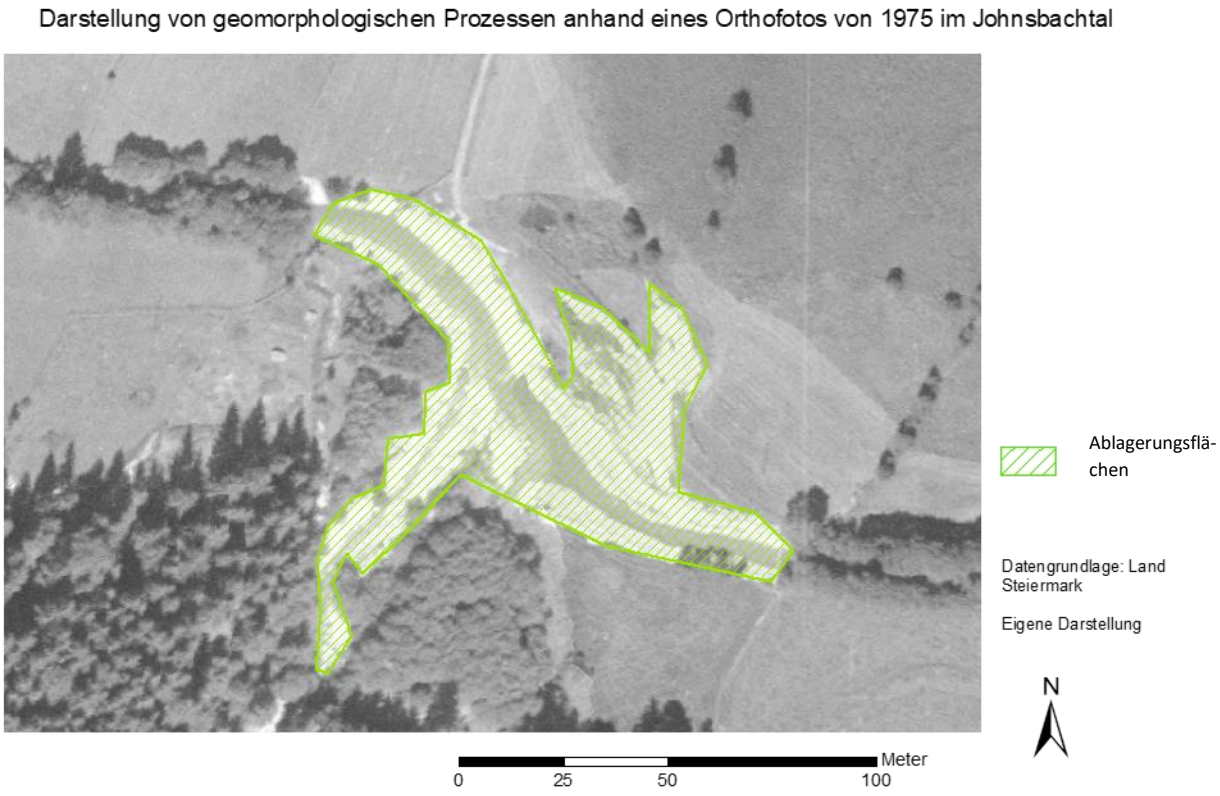


Abbildung 57: Übersicht eines geomorphologischen Prozesses im Johnsbachtal, anhand eines Orthofotos von 1975. Datengrundlage: Land Steiermark, eigene Darstellung

Auf der Abbildung 58 sieht man dieselbe rote Markierung der geomorphologischen Prozesse, die anhand eines Orthofotos von 2013 eingetragen wurden. Zusätzlich wurden nun mit grüner Markierung Auffälligkeiten eingetragen, die man anhand des Orthofotos von 1975 feststellen kann. Dabei sieht man, dass Großteils dieselben Gebiete von Ablagerungsprozessen betroffen sind. Zum Teil sehen die Aktivitäten auf dem Luftbild von 1975 sogar noch größer aus. Es ist klar, dass hier nicht 100% aller geomorphologischen Prozesse in dem Gebiet dargestellt werden können, jedoch kann man feststellen, dass es auch in den Jahren vor 1975 zu Prozessen kam, die in weiterer Folge offenbar keine Berücksichtigung im Ereigniskataster fanden.

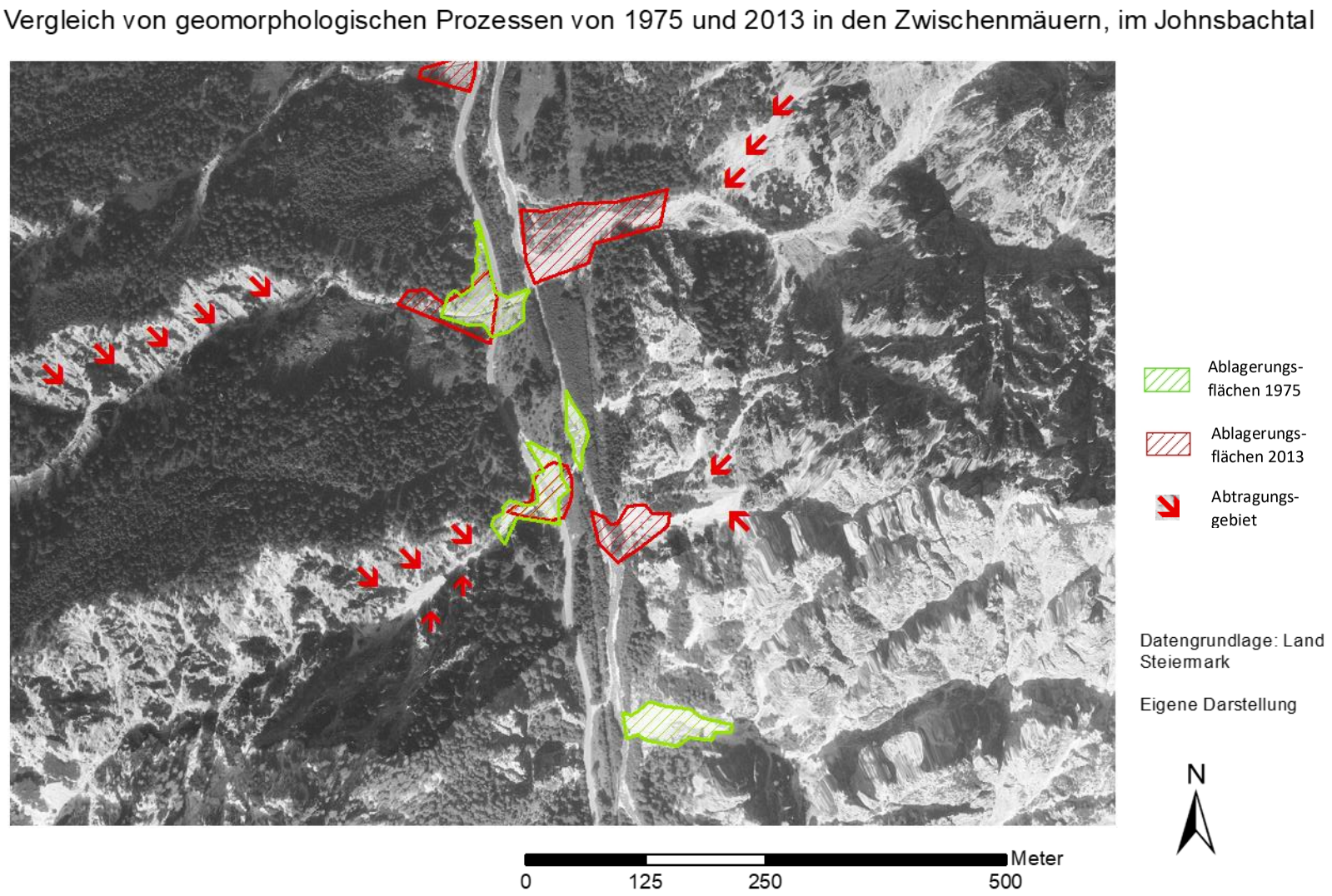


Abbildung 58: Vergleich von geomorphologischen Prozessen anhand von Orthofotos von 1975 und 2013 in den Zwischenmäuern im Johnsbachtal. Datengrundlage: Land Steiermark, eigene Darstellung

Da es im gesamten Zeitraum zwischen 1959 und 2005 keine eingetragenen Ereignisse im WLK gibt, wird nun zusätzlich noch ein Orthofoto aus dem Jahr 1995 betrachtet. Hierbei soll festgestellt werden, ob offensichtliche Ereignisse im Johnsbachtal stattgefunden haben oder nicht. Auf der Abbildung 59 sieht man, anhand der blauen Markierungen, beinahe dieselben Ablagerungsgebiete in den Zwischenmäuern, wie auf den Orthofotos von 1975 und 2013. Im inneren Johnsbachtal wurden auf den Fotos von 1995 hingegen tatsächlich keine auffälligen Stellen gefunden, die auf Muren und fluviatile Prozesse hindeuten. Bei dem Foto in Graustufen und der relativ geringen Auflösung, kann man kleinere fluviatile Prozesse allerdings auch nur schwer erkennen. Beziehungsweise kann man nicht jede hellere Fläche entlang des Johnsbaches automatisch einem geomorphologischen Prozess zuordnen.

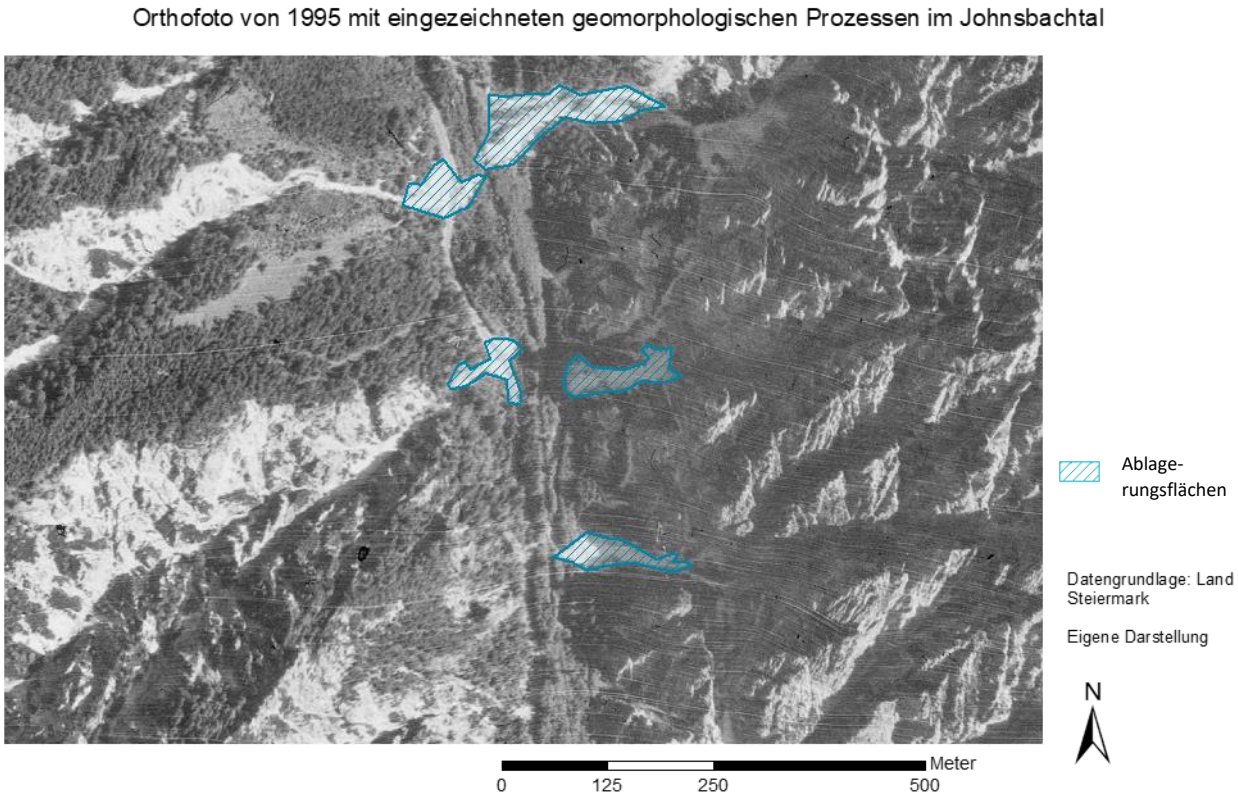


Abbildung 59: Geomorphologische Prozesse, verortet anhand eines Orthofotos von 1995 im Johnsbachtal. Datengrundlage: Land Steiermark, eigene Darstellung

5.6.3 Auswertung aktueller Luftbilder, auf der Suche nach unbemerkten Naturereignissen

Auf der Abbildung 60 sieht man ein Gebiet zwischen dem inneren Johnsbachtal und den höchsten Gipfeln im Johnsbachtal, also ein eher steiles Gebiet.

Auf dem Luftbild von 2013, auf der Abbildung 61 auf der übernächsten Seite, kann man einige Stellen erkennen, die auf einen häufigen oberflächigen Abfluss hindeuten. Ein paar solcher Stellen sind in der Abbildung grün markiert. Dabei dürfte es sich nicht um Murenabgänge handeln, da die typischen Murkegel und die Murdämme entlang der Abflussbahn fehlen. Zumindest kann man diese anhand der Orthofotos nicht klar erkennen. Die violette Markierung zeigt Ablagerungen von Schutt und Geröll. Auch östlich dieser Markierung, im schattigen Bereich findet man eine Ansammlung von Schutt. Besonders auffällig, innerhalb der violetten Markierung, sind die sehr großen Gesteinsbrocken. Einige der größten Gesteine sind dabei violett eingekreist, wobei die Größen dieser Brocken von etwa 7 bis 18 Meter Durchmesser reichen. Diese Schuttansammlungen können bei ungünstiger Wetterkonstellationen durchaus einmal als Muren abgehen und die Menschen und die Infrastruktur im Johnsbachtal gefährden. Offensichtlich war dies in den letzten Jahrzehnten aber nicht der Fall, da es im besagten Gebiet keine Aufzeichnungen für Schadensmeldungen im WLK gibt. Trotzdem zeigt diese Abbildung, dass es in der Vergangenheit auch im Johnsbachtal zu Steinschlägen oder Felsstürzen gekommen sein muss.

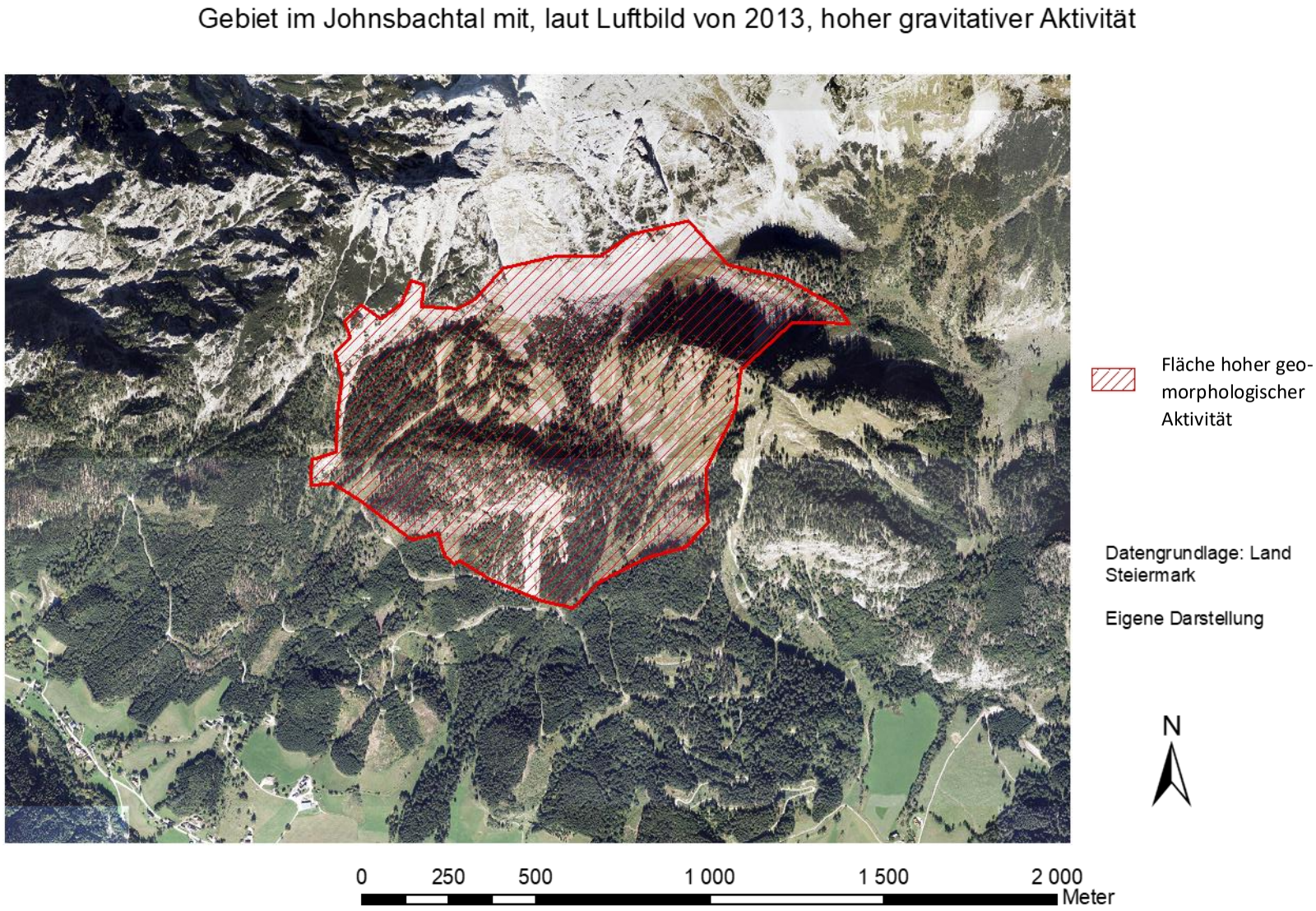


Abbildung 60: Gebiet im Johnsbachtal auf einem Orthofoto von 2013 mit einigen Anzeichen für geomorphologische und gravitative Prozesse. Datengrundlage: Land Steiermark, eigene Darstellung

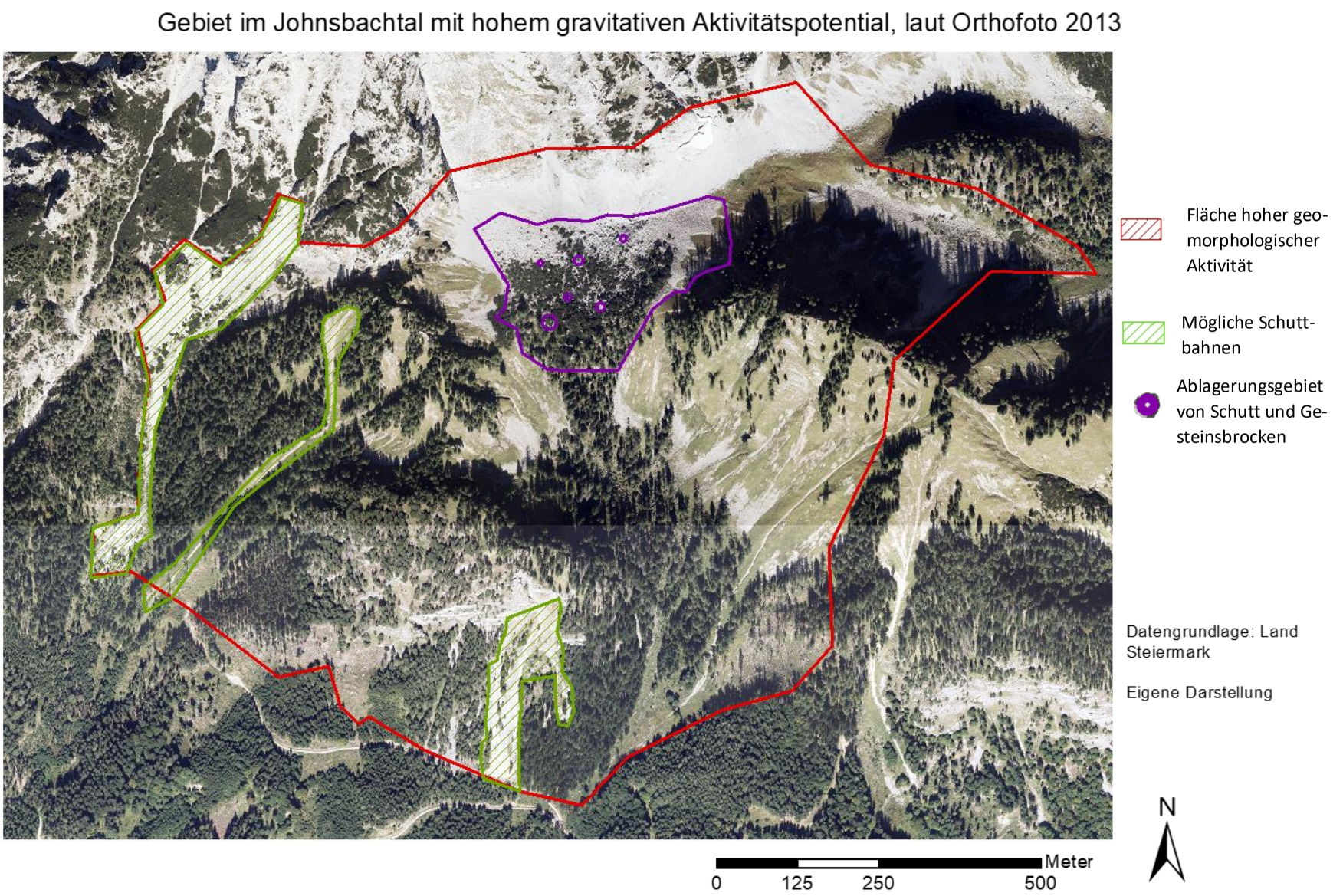


Abbildung 61: Gebiet im Johnsbachtal auf einem Orthofoto von 2013 mit markierten Flächen von Oberflächenabfluss und Schuttansammlungen. Datengrundlage: Land Steiermark, eigene Darstellung

5.6.4 Vergleich der Luftbilder von 1973 und 1995

Es wurde nun bereits festgestellt, dass es auch im Zeitraum zwischen 1959 und 2005 zu geomorphologischen Aktivitäten gekommen sein muss. Anhand eines Vergleichs von Luftbildern aus 1973 und 1995 sollen nun alle möglichen Ereignisse in diese Luftbilder eingetragen werden.

Auf der Abbildung 62 auf der Folgeseite sieht man das Gebiet des Johnsbachtales anhand von Luftbildern aus dem Jahr 1995. Darauf sieht man rot schraffiert mögliche geomorphologische Ereignisse, die anhand von Luftbildern aus dem Jahr 1973 verortet wurden und grün schraffiert mögliche geomorphologische Ereignisse die anhand der Luftbilder aus dem Jahr 1995 eingezeichnet wurden. Die roten Rauten markieren Flächen, die auf allen Orthofotos der Jahre 1973, 1995, 2004, 2010 und 2013 als aktive Gebiete eingestuft wurden. Dazu konnten sechs Flächen ausgemacht werden, die sich zwischen 1973 und 1995 eindeutig änderten (blau beschriftet). Sechs Ereignisse innerhalb von 22 Jahren deuten auf eine eher geringe geomorphologische Aktivität hin, wobei dazu noch die 14 ständig aktiven Gebiete dazukommen. Es war allerdings teilweise sehr schwer, auf den Orthofotos in Graustufen und schlechter Qualität, eindeutige Ereignisse zu verorten. Zum Teil kann man nicht klar unterscheiden, ob es sich hierbei um einen blanken Felsen, ein Schneefeld oder um Schotterablagerungen handelt.

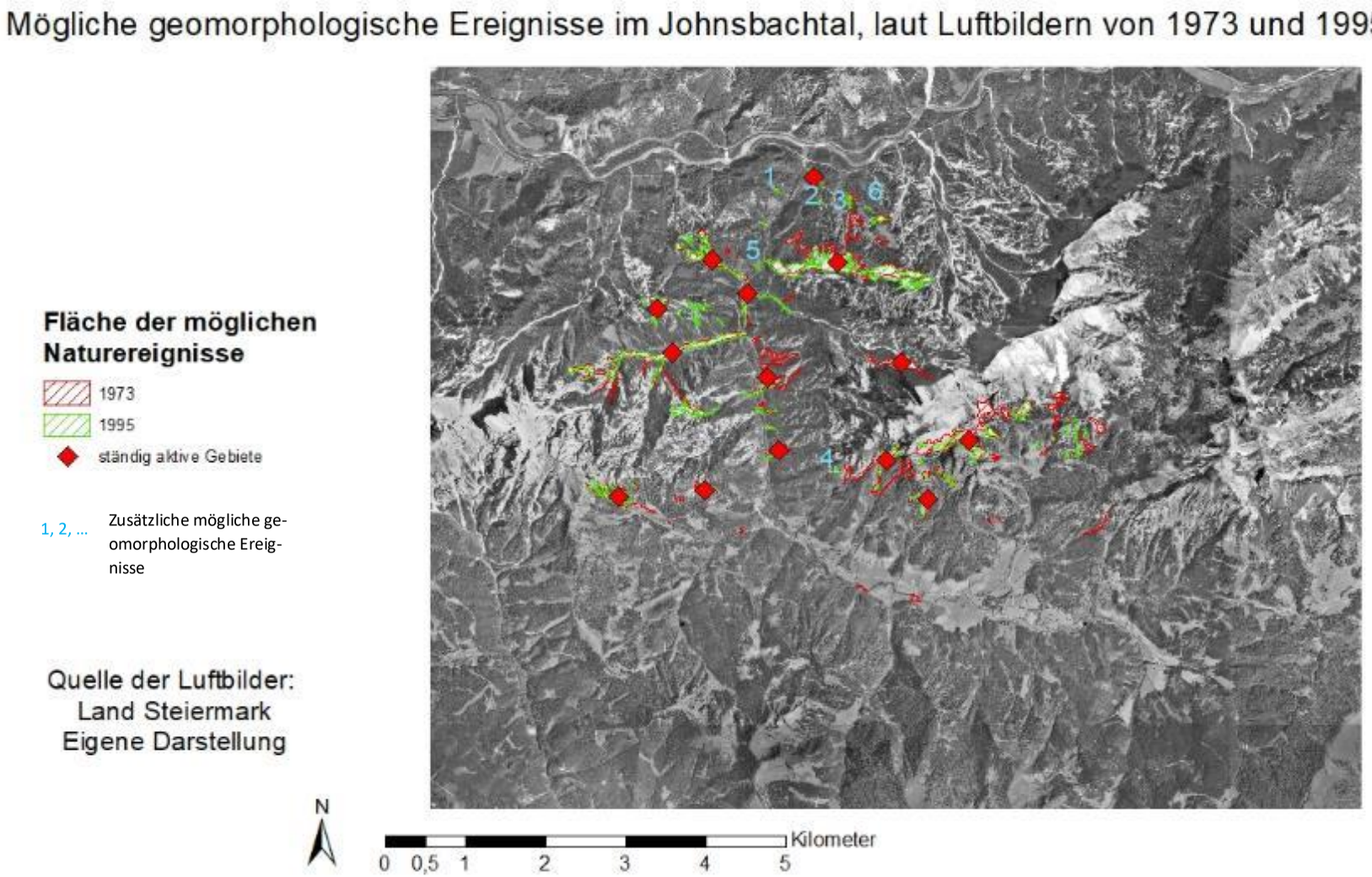


Abbildung 62: Vergleich und Untersuchung der Luftbilder des Johnsbachtales von 1973 und 1995, hinsichtlich geomorphologischer Prozesse. Datengrundlage: Land Steiermark, eigene Darstellung

5.6.5 Vergleich der Luftbilder von 1995 und 2004

Auf der Abbildung 63 auf der Folgeseite sieht man den Vergleich der Luftbilder von 1995 und 2004. Dabei sind in grüner Schraffierung die Flächen von möglichen geomorphologischen Ereignissen, die auf den Luftbildern von 1995 kartiert wurden und in blauer Schraffierung, jene, die anhand der Luftbilder von 2004 verortet wurden. Obwohl es sich in dem Fall nur um 9 Jahre unterschied handelt, konnten hier immerhin 9 zusätzliche Ereignisse festgestellt werden, also bereits mehr, als bei dem Vergleich von 1973 und 1995. Auch wenn es sich bei den Luftbildern von 2004 um keine Bilder in Graustufen handelt, kann nicht immer mit absoluter Sicherheit festgestellt werden, ob es sich bei „auffälligen“ Flächen immer um geomorphologische Ereignisse handelt oder ob beispielsweise die Sonnenspiegelung eine solche Fläche vortäuscht.

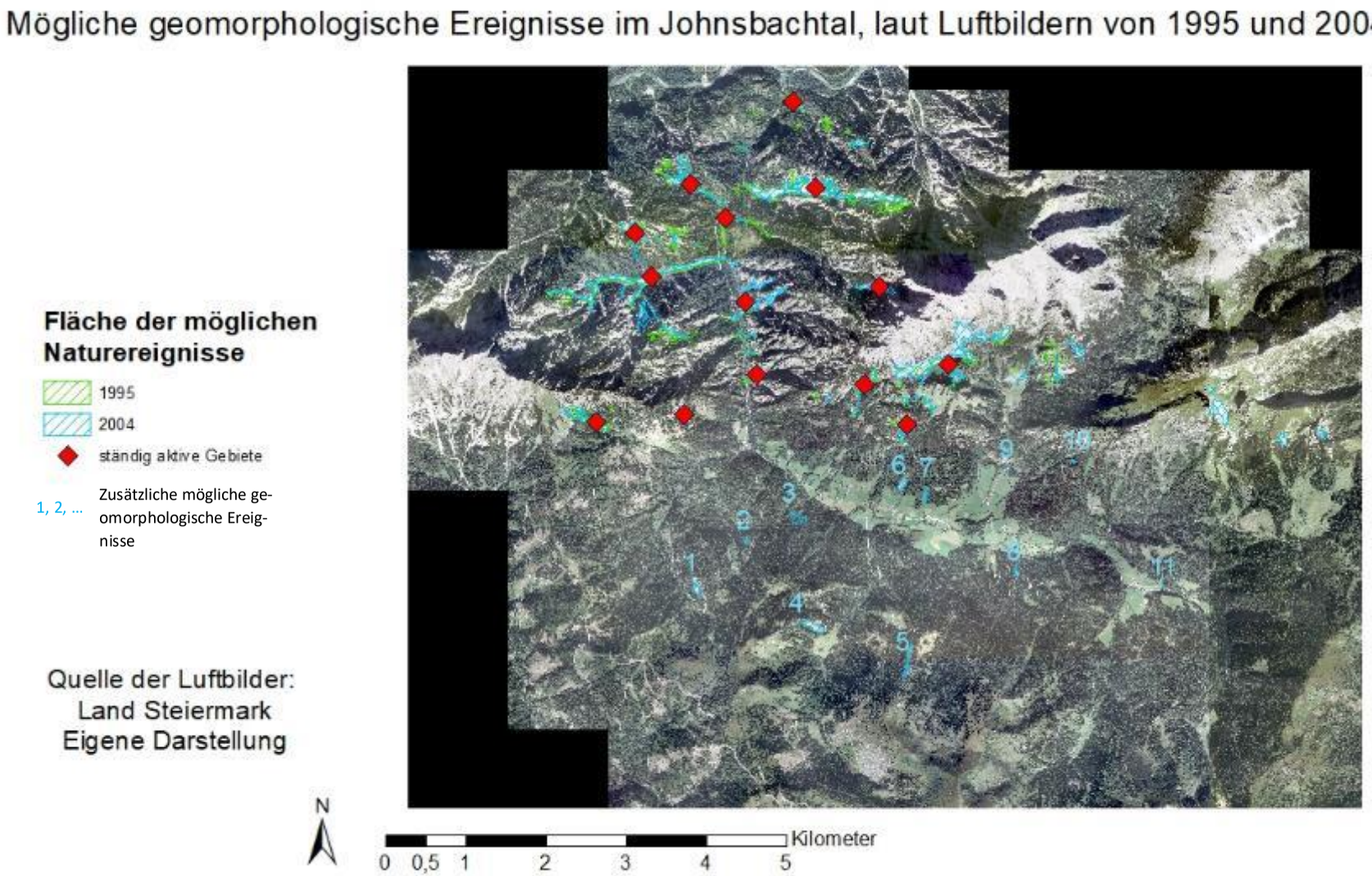


Abbildung 63: Vergleich und Untersuchung der Luftbilder des Johnsbachtales von 1995 und 2004, hinsichtlich geomorphologischer Prozesse. Datengrundlage: Land Steiermark, eigene Darstellung

5.6.6 Vergleich der Luftbilder von 2004 und 2010

Auf der Abbildung 64 auf der Folgeseite sieht man den Vergleich der Luftbilder von 2004 und 2010. Zusätzlich sind alle Ereignisse verortet, welche laut dem Wildbach- und Lawinenkataster in diesem Zeitraum stattgefunden haben. Zum Teil haben diese Ereignisse in den ständig aktiven Gebieten stattgefunden, weshalb sie nicht unter den nummerierten Ereignissen aufscheinen. Nummeriert sind nur jene Flächen, die sich klar von den Luftbildern von 2004 zu den Luftbildern von 2010 verändert haben. Am ehesten kann man die Ereignisse 1, 3 und 4 mit aufgezeichneten fluviatilen Feststofftransporten in Zusammenhang bringen. Auch die Rutschung, die im Jahr 2007 stattfand, kann auf den Luftbildern von 2010 nicht mehr verortet werden.

Auffällig bei diesem Vergleich ist, dass sich 27 zusätzliche Ereignisse auf den Luftbildern von 2010 finden lassen. Besonders im südlichen Teil des Johnsbachtales findet man zahlreiche kahle Flächen, die auf den Luftbildern von 2004 noch bewaldet waren. Die Vermutung liegt hier allerdings nahe, dass es sich dabei auch um gewöhnliche Rodungsflächen handeln könnte, wie man anhand der bereits diskutierten Landnutzungsänderung feststellen kann. Ansonsten wären 27 geomorphologische Prozesse in nur 6 Jahren eine sehr hohe Aktivität und auch eine sehr hohe Zunahme der geomorphologischen Aktivität.

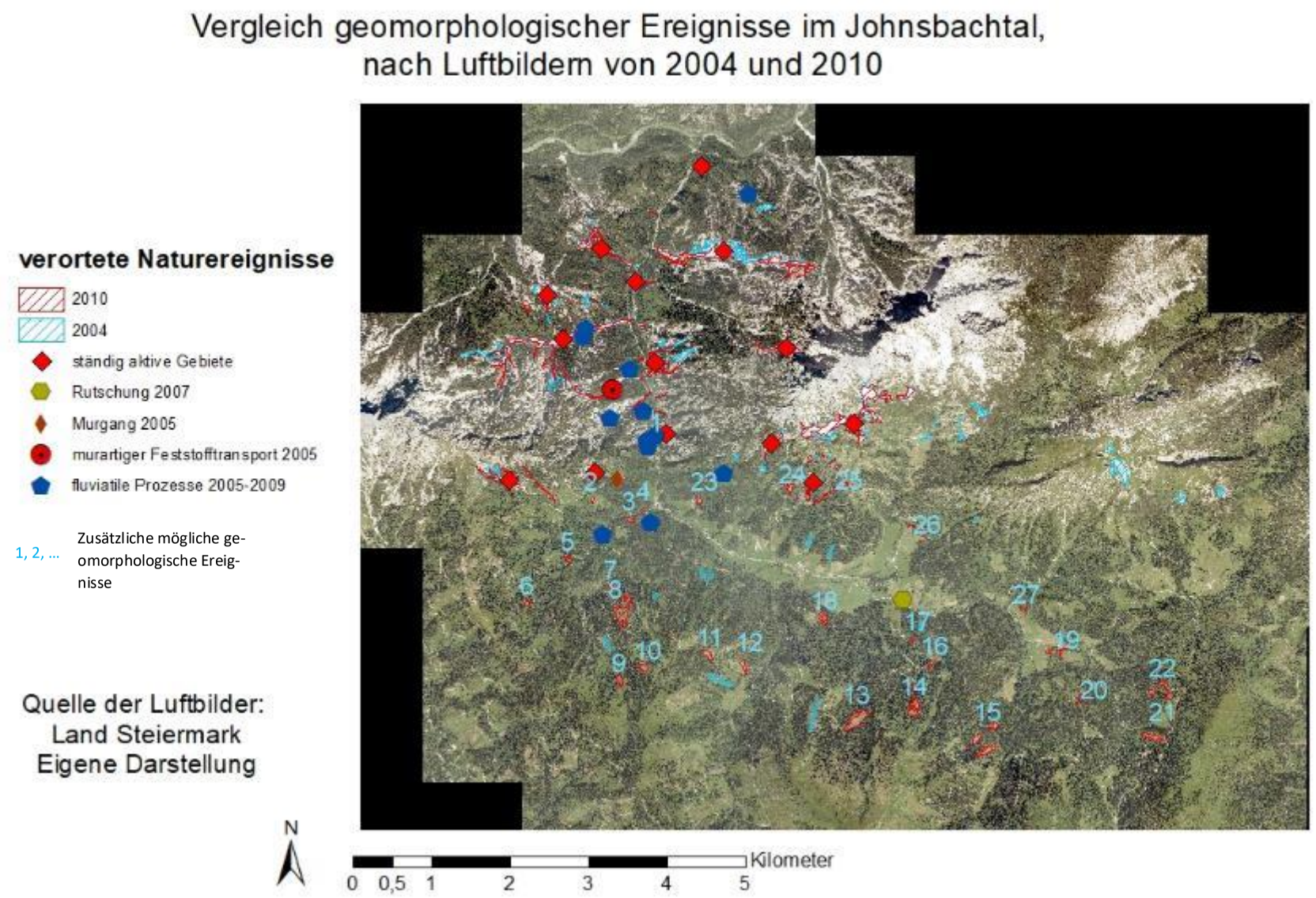


Abbildung 64: Vergleich und Untersuchung der Luftbilder des Johnsbachtales von 2004 und 2010, hinsichtlich geomorphologischer Prozesse. Datengrundlage: Land Steiermark, eigene Darstellung

5.6.7 Vergleich der Luftbilder von 2010 und 2013

Auf der Abbildung 65, der Gegenüberstellung der Jahre 2010 und 2013 sieht man 18 weitere auffällige Flächen, die auf geomorphologische Aktivität im besagten Zeitraum hindeuten. Bei den Ereignissen 2, 4 und 15 dürfte es sich dabei um Flächen handeln, die durch, im WLK aufgezeichnete, fluviatile Feststofftransporte entstanden. Bei den Ereignissen 1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16 und 17 könnte es sich, wie bereits besprochen erneut nur um gewöhnliche Rodungsflächen handeln. Ansonsten könnte man auch hier eine sehr starke Zunahme und allgemein eine sehr hohe Aktivität von geomorphologischen Prozessen feststellen.

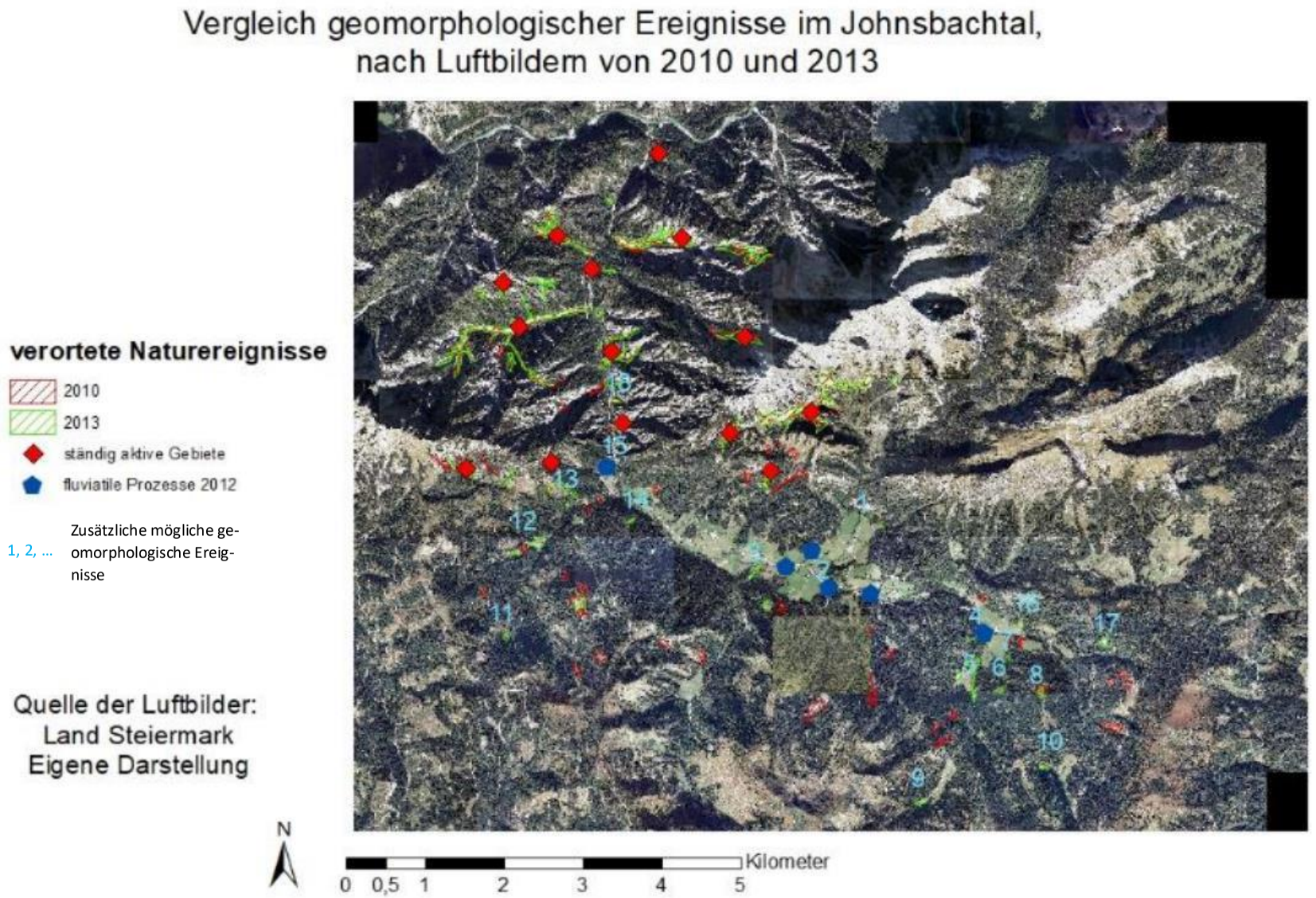


Abbildung 65: Vergleich und Untersuchung der Luftbilder des Johnsbachtales von 2010 und 2013, hinsichtlich geomorphologischer Prozesse. Datengrundlage: Land Steiermark, eigene Darstellung

6. Diskussion und Schlussfolgerung

Aus den Ergebnissen der vorangegangenen Kapitel kann man nun verschiedene Schlüsse ziehen. Der Wildbach- und Lawinenkataster wirkt zwar auf den ersten Blick sehr ausführlich, da er 118 Seiten umfasst und die Ereignisse sehr weit zurückreichen. Das älteste genannte Ereignis stammt aus dem 15. Jahrhundert. Das älteste, nach dem Jahr genau datierte und nach GPS-Daten verortete Ereignis stammt von 1895. Zur statistischen Auswertung ist der WLK allerdings nur bedingt brauchbar. Der Datenumfang ist relativ klein. Für das Johnsbachtal kann man im Endeffekt nur 32 verschiedene Schadensmeldungen in Betracht ziehen, wobei sich diese oft auf denselben Auslöseprozess beziehen.

Wenn man nun rein die Anzahl der im WLK vermerkten Ereignisse betrachtet, kann man keine Änderung von Frequenz und Magnitude von geomorphologischen Naturereignissen feststellen. Wenn man die Ereignisse im Detail betrachtet, kann man feststellen, dass es seit den 1950er-Jahren zu einer abrupten Abnahme von geomorphologischen Ereignissen im Johnsbachtal kam und ab der Jahrtausendwende wieder zu einem starken Anstieg solcher Ereignisse kam. Diese Ergebnisse muss man allerdings mit Vorsicht betrachten, da der WLK erst seit 2005 digitalisiert wurde und selbst ab da nur Ereignisse erfasst, welche zu baulichen Maßnahmen der Wildbach- und Lawinenverbauung führen. Im Kataster ist auffällig, dass in den ersten 50 Jahren besonders viele Hochwässer vermerkt sind, während in den letzten 10 Jahren besonders viele fluviatile Feststofftransporte vermerkt wurden. Des Weiteren wurden bei den älteren Ereignissen immer nur eine Schadensmeldung für ein Auslöseereignis genannt, während es bei den Ereignissen seit 2005 meist zu mehreren Schadenmeldungen pro Auslöseereignis gibt. Die Luftbildauswertung im Kapitel 5.6 legt dazu den Verdacht nahe, dass es auch in dem Zeitraum zwischen 1959 und 2005 zu geomorphologischen Prozessen gekommen ist, diese aber offensichtlich keinen Eintrag in den WLK fanden. Die Auswertung der Luftbilder legt nahe, dass es zu einem Anstieg von geomorphologischen Ereignissen seit der Jahrtausendwende kam, da sich auf den jüngeren Luftbildern mehrere auffällige Flächen befinden, die auf Geschiebeablagerungen hindeuten. Gleichzeitig nahm im selben Zeitraum die Rodung von Waldflächen in höheren Gebirgslagen zu. Dies könnte einerseits Auslöser für eine verstärkte geomorphologische Aktivität sein. Andererseits könnten die gerodeten Flächen selbst jene Flächen darstellen, die als auffällige Flächen auf den Luftbildern verortet wurden. Man kann

also hinsichtlich der Frequenz der Ereignisse keine klare, im naturwissenschaftlichen Sinne, qualitative Aussage über deren Veränderung treffen.

Hinsichtlich Magnitude, also Intensität der Ereignisse ergibt sich ein ähnliches Bild. Die meisten Ereignisse wurden im WLK hinsichtlich ihrer Intensität nicht eingestuft. Bei den älteren Ereignissen, die eingestuft wurden, ist nicht klar, nach welchen Kriterien diese Kategorisierung stattfand. Nur bei dem Ereignis vom 21.6.2012 ist klar ersichtlich und sogar grafisch dargestellt, nach welchen Kriterien man die einzelnen Schadensmeldungen einstufte. Man könnte nun damit argumentieren, dass die Ereignisse nach der Jahrtausendwende zumeist gleich an mehreren Orten Schaden herbeigeführt haben und somit die Intensität zugenommen haben muss. Allerdings ist dies, meiner Meinung nach, für ältere Ereignisse auch nicht ausgeschlossen. Die älteren Einträge basieren jedoch meist auf Zeugenaussagen oder Aufzeichnungen privater Personen und wurden anhand einer Schätzung verortet. Dadurch ist es leicht möglich, dass das genaue Schadensausmaß im WLK nicht klar dargestellt wurde.

Nachdem die Auswertung des WLKs, hinsichtlich Frequenz und Magnitude, ob der niedrigen Anzahl an festgehaltenen Ereignissen, nicht sehr befriedigend ist, müssen noch einmal Zweifel an der Vollständigkeit des Ereigniskatasters geäußert werden. Wie in den vorangegangenen Kapiteln bereits beschrieben, legen dies die lange Lücke zwischen 1959 und 2005, ohne jegliches Ereignis sowie die Auswertung der Luftbilder nahe. Ein ähnliches Problem stellten auch Barnikel und Brecht fest, die in ihrer Arbeit Naturgefahren in ausgesuchten Gebieten in Bayern untersuchten und dafür zahlreiche private-, Gemeinde- und Staatsarchive sowie zahlreiche Ämter nach historischen Naturereignissen durchforstet haben. Dabei stellten sie fest, dass die letzten 100 Jahre verständlicherweise am deutlichsten repräsentiert sind ohne dabei näher darauf einzugehen, warum dies ihrer Meinung nach logisch erscheint. Man kann aber erahnen, dass sie ebenfalls den Verdacht schöpfen, dass Ereignisse besser und genauer festgehalten werden, je näher sie zurückliegen. So fanden näher zurückliegende Ereignisse oft mehrfachen Eintrag in Archive, während zum Beispiel Hochwasserereignisse vor 1983 gar keine Berücksichtigung in behördlichen Datenbanken fanden (BANRIKEL & BRECHT 2004). Außerdem konnte Stangl in einer ähnlichen Arbeit über den Nationalpark Gesäuse 77 Lawinenereignissen, 66 Murenereignissen und 6 Felsstürzen feststellen. Der Nationalpark Gesäuse ist zwar nur zu einem Teil identisch mit dem Untersuchungsgebiet in dieser Arbeit und auch um einiges

größer, Stangl hält aber ebenso fest, dass Ereignisse, die keinen Schaden angerichtet haben oder in unmittelbarer Nähe zum Menschen stattgefunden haben, zumeist nicht berücksichtigt werden (STANGL 2011).

Bei der Verortung ist interessant, dass die Ereignisse des WLKs nicht zwanghaft in den steilsten Gebieten des Johnsbachtales stattgefunden haben. Die meisten Aufzeichnungen stammen aus dem flachen inneren Johnsbachtal, sowie aus dem Bereich der Zwischenmäuer. Dies kann verschiedene Gründe haben. Wie im Kapitel 4.2 beschrieben, werden Naturereignisse erst dann zu Gefahren oder Katastrophen, wenn der Mensch oder seine Infrastruktur davon beeinflusst wird. Da es fast ausschließlich im flachen, inneren Johnsbachtal zu einer Bewohnung und Landnutzung kommt, ist es klar, dass schadhafte Prozesse hier eher aufgezeichnet werden. In den steilen und unbewohnten Hochgebirgsregionen wird es womöglich nicht einmal auffallen, wenn es zu einem Hangabtrag durch einen Oberflächenabfluss kommt. Auch Steinschläge oder Schuttrutschungen werden höchstwahrscheinlich nicht aufgezeichnet werden, solange keine Menschen davon direkt oder indirekt betroffen sind. Dass solche Prozesse im Johnsbachtal jedoch zahlreich stattfinden können, zeigt die Luftbildauswertung im Kapitel 5.6.

Ein klarer Hotspot an Ereignissen befindet sich im Bereich der Zwischenmäuer, zwischen der Mündung des Johnsbaches in die Enns und dem inneren Johnsbachtal. Es befinden sich zwar die Aufzeichnungen von Schadensmeldungen Großteils in eher flacheren Abschnitten, so auch hier. Jedoch wird dieser Bereich von sehr steilen Felswänden und Berghängen flankiert, was man auf der Abbildung 66 noch einmal sehen kann. Die Schadensmeldungen in diesem Bereich beziehen sich zumeist auf eine Verschotterung der Landesstraße, die sich entlang des Johnsbaches, durch dieses schmale Tal schlängelt oder auf eine Verschotterung des Johnsbaches selbst, wodurch es zu Überschwemmungen oder Uferanrissen kam. In diesem Bereich befinden sich im Übrigen auch die meisten ständig aktiven Gebiete des Johnsbachtales.

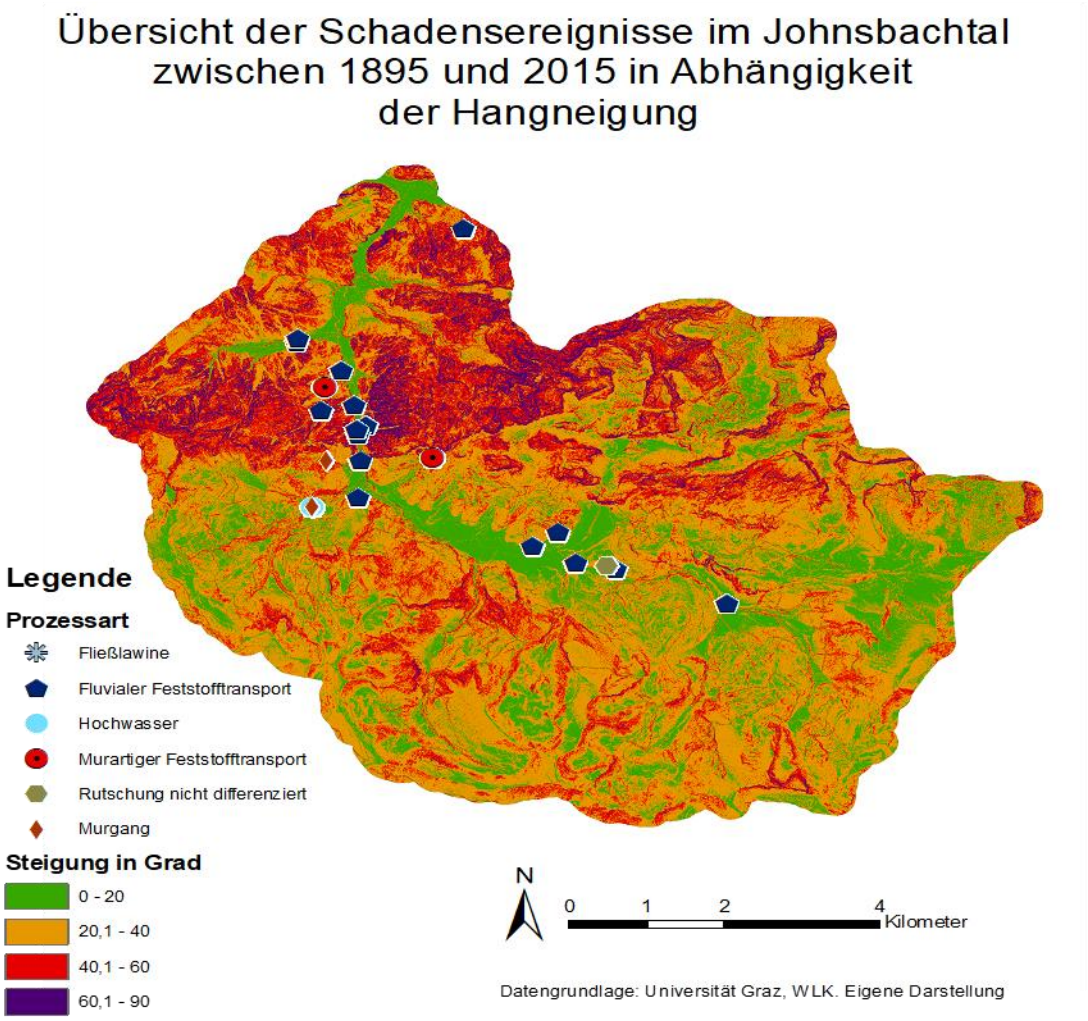


Abbildung 66: Übersicht der Schadensereignisse im Johnsbachtal zwischen 1895 und 2015 in Abhängigkeit der Hangneigung. Datengrundlage: Universität Graz, WLK, eigene Darstellung

Inwiefern sich die Auswirkungen all dieser Ereignisse auf die Menschen im Johnsbachtal änderten, kann anhand des WLKs nicht beurteilt werden. Man kann aber klar feststellen, dass eine Gefahr in erster Linie für die Infrastruktur besteht. 1927 gab es zwar einen Todesfall infolge eines Hochwassers, ansonsten sind im gesamten Ereigniskataster jedoch keine weiteren Personenschäden oder Todesfälle, infolge eines Naturereignisses vermerkt. Selbst wenn die monetären Schäden im Laufe der Zeit zugenommen hätten, würde dies nicht automatisch bedeuten, dass die Intensität der Naturereignisse zunehmen würde.

Auf den Menschen hätte dies hingegen sehr wohl Auswirkungen, da man dadurch vermehrte finanzielle Mittel benötigen würde, um die Schäden wieder zu beseitigen. Da sich die Landnutzung im Johnsbachtal im Laufe der Zeit geändert hat und es vor allem zu einer Zunahme von verbauten Flächen und Straßen kam, kann man davon ausgehen, dass es, bei einer Zunahme von schädlichen Naturprozessen, zu erhöhten finanziellen Belastungen für die Bewohner kommen wird. Dies zeigt ein Beispiel aus der Schweiz, in der seit dem 19. Jhd. durch die Investition von mehreren Milliarden Franken die Zahl der, durch Naturgefahren verursachten Todesopfer stark reduziert werden konnte. Schäden an privatem und öffentlichem Eigentum nahmen hingegen zu. Dabei ist hervorzuheben, dass dies nicht unbedingt durch eine Zunahme von „Naturkatastrophen", sondern viel mehr durch eine intensivere Landnutzung, einen steigenden Wert der gebauten Infrastruktur und durch die immer weitergehende Erschließung von bislang ungenutzten Flächen geschah (vgl. PLATTNER und GUNZENHAUSER 2008: 649). Besonders der gesteigerte Wert der gebauten Infrastruktur und die immer weitergehende Erschließung treffen auch im Johnsbachtal zu.

Da man weder eine Zu- noch eine Abnahme von Naturereignissen klar feststellen kann, macht es nur wenig Sinn, nach Gründen dafür zu suchen. Die bereits angesprochene Änderung der Verbauung und dessen Wert, können aber zumindest eine Ursache für eine Zunahme von monetären Schäden sein. In höheren Gebirgslagen könnte eine weitere Zunahme von Waldrodungen zu einer Zunahme von geomorphologischen Prozessen führen.

Bei der Analyse der Niederschlagsdaten kann man eine leichte Zunahme des gesamten jährlichen Niederschlags feststellen. Viel entscheidender ist jedoch die Tatsache, dass langanhaltende, niederschlagsintensive Zeiträume in den warmen Monaten, ab den 1990er-Jahren besonders zugenommen habe. Solche Phasen spielen eine wichtige Rolle, als Auslöser von geomorphologischen Prozessen, weshalb es durchaus zu einer Zunahme von solchen Ereignissen in Zukunft kommen kann.

Die Gefahr für die Menschen im Johnsbachtal von geomorphologischen „Naturkatastrophen" heimgesucht zu werden, besteht also nach wie vor. Auch wenn sich das Ausmaß bisher im Großen und Ganzen auf die Infrastruktur beschränkte und es zu keinen gravierenden Ereignissen, wie größeren Muren, Steinschlägen oder Hangrutschungen gekommen ist. Es kann, auf Basis dieser Arbeit, keine Änderung von Frequenz und Magnitude

der Ereignisse festgestellt werden, wobei eine weitere Beobachtung, aufgrund einer möglichen Zunahme von intensiven Niederschlagsereignissen, durchaus genaueren Aufschluss über die Verhältnisse im Johnsbachtal bringen kann.

7. Literaturverzeichnis

AHNERT F. (2009[4]): Einführung in die Geomorphologie. – Stuttgart.

AMPFERER O. VON (1935): Geologischer Führer für die Gesäuseberge. Mit einer geol. Karte i. M. 1:25000, Kartenerläuterungen und Beschreibung von 16 Wanderungen. – Wien.

AULITZKY H. (1973): Hochwasser, Muren, Lawinen: Information über Wasserwirtschaft und Katastrophenschutz. – Wien. (=Wasserwirtschaft 2).

BARNIKEL F. & BRECHT. M. (2004): Möglichkeiten einer Bewertung des regionalen Gefährdungspotentials auf Basis historischer Naturgefahrenforschung. – In: BECHT M. & DAMM B. W (Hrsg.): Geomorphologische und hydrologische Naturgefahren in Mitteleuropa. – Berlin und Stuttgart. (= Zeitschrift für Geomorphologie 135), 1 – 10.

BÄTZING W. (1988): Umweltkrise und reproduktive Arbeit – Mensch-Natur-Beziehung am Beispiel des Alpenraumes. – In: Orte guten Lebens – Die Alpen jenseits von Übernutzung und Idyll – Einsichten und Einmischungen aus drei Jahrzehnten. – Zürich.

BERZ G. (2004): Naturkatastrophen und Klimaänderung – Befüchtungen und Handlungsoptionen der Versicherungswirtschaft. – In: Becht M. & Damm B. (Hrsg.): Geomorphologische und hydrologische Naturgefahren in Mitteleuropa. – Berlin und Stuttgart. (= Zeitschrift für Geomorphologie 135), 167 – 180.

BMLFUW (Österreichisches Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft) (Hrsg.) (1986): Wildbäche in Österreich: Wildbachgefahren und Wildbachschutz. – Wien.

BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft) (Hrsg.) (2015): Wildbach- und Lawinenkataster, Johnsbach. – Wien.

BOHNER A., HOLZER W., KRAML B., WINTER S. (2013): Destructive and constructive effects of mudflows – primary succession and success of pasture regeneration in the nature park Sölktäler (Styria, Austria). – In: 5th Symposium for Research in Protected Areas, 71 – 74.

CEVIK Y. (2008): Geomorphologische Analyse einer komplexen gravitativen Massenbewegung am Beispiel Reisenschuh im Pflerschtal, Südtirol. – Diplomarbeit, Universität Wien, Wien.

COROMINAS J. & MOYA J. (1999): Reconstructing recent landslide activity in relation to rainfall in the Llobregat River Basin, Eastern Pyrenees, Spain. – In: Geomorphology 30, 79 – 93. – Barcelona; auch online unter:

http://www.sciencedirect.com.uaccess.univie.ac.at/science/article/pii/S0169555X9900046X (13.4.2017)

Damm B. & Pflum S. (2004): Geomorphologische Naturgefahren und Raumplanung – Bewertungsprobleme am Beispiel von Rutschgefahren in Südniedersachsen. – In: BECHT M. & DAMM B. (Hrsg.): Geomorphologische und hydrologische Naturgefahren in Mitteleuropa. – Berlin und Stuttgart. (= Zeitschrift für Geomorphologie 135), 127 – 146.

ELVERFELDT K. VON, GLADE T. & DIKAU R. (2008): Naturwissenschaftliche Gefahren- und Risikoanalyse. – In: FELGENTREFF C. & GLADE T. (Hrsg.): Naturrisiken und Sozialkatastrophen. – Berlin und Heidelberg, 31 – 46.

FELGENTREFF C. & DOMBROWSKY R. (2008): Hazard-, Risiko- und Katastrophenforschung. – In: FELGENTREFF C. & GLADE T. (Hrsg.): Naturrisiken und Sozialkatastrophen. – Berlin und Heidelberg, 13 – 29.

FELGENTREFF C. & GLADE T. (Hrsg.) (2008): Naturrisiken und Sozialkatastrophen. – Berlin und Heidelberg.

HASITSCHKA J. (2010): Alpingeschichte kurz und bündig. Johnsbach im Gesäuse. – Innsbruck.

HASITSCHKA J., HÖBINGER T., KREINER D. (2014): Gesäuse. Landschaft im Wandel. – Weng im Gesäuse.

KREINER D. (2015): Der renaturierte Johnsbach im Nationalpark Gesäuse – Die Johnsbachmündung. – In: NATIONALPARK GESÄUSE GMBH (Hrsg.): Das Nationalpark Gesäuse Magazin. – Weng im Gesäuse. (= Im Gseis 24), 4 – 7.

KREIKEMEIER A., DAMM B., BÖHNER J. & HAGEDORN J. (2004): Wildbäche in Fulda- und Oberwesereinzugsgebiet (Nordhessen und Südniedersachsen) – Fallbeispiele und Ansätze zur Abfluss- und Abtragsmodellierung. – In: BECHT M. & DAMM B. (Hrsg.): Geomorphologische und hydrologische Naturgefahren in Mitteleuropa. – Berlin und Stuttgart. (= Zeitschrift für Geomorphologie 135), 69 – 94.

LIEB G. K. & PREMM M. (2008): Das Johnsbachtal – Werdegang und Dynamik im Formenbild eines zweigeteilten Tales. – In: NATIONALPARK GESÄUSE GMBH (Hrsg.): Der Johnsbach. – Weng im Gesäuse. (= Schriften des Nationalparks Gesäuse 3) 12 – 24.

MÜNCHENER RÜCKVERSICHERUNGS-GESELLSCHAFT (2007): Naturkatastrophen 2006. Analysen, Bewertungen, Positionen. München.

PLATTNER T., GUNZENHAUSER M. (2008): Ereignisorientierte Notfallplanung als Instrument der Einsatzkräfte bei Naturgefahren. – In: Interpraevent (Hrsg.): Schutz des Lebensraumes vor Hochwasser, Muren, Massenbewegungen und Lawinen. – Dornbirn. (= Conference Proceedings (2): 63 – 73).

SANTI P., BARILLAS CRUZ E., HEWITT K., VANDINE D. (2011): Debris-flow impact, vulnerability, and response. – In: Natural Hazards, Vol.56(1), 371 – 402.

SCHMIED E. (2008): Der Johnsbach. Wald- und Wildfluss. – In: NATIONALPARK GESÄUSE GMBH (Hrsg.): Der Johnsbach. – Weng im Gesäuse. (= Schriften des Nationalparks Gesäuse 3) 4 – 5.

SCHROTT L. & GLADE T. (2008): Frequenz und Magnitude natürlicher Prozesse. – In: FELGENTREFF C. & GLADE T. (Hrsg.): Naturrisiken und Sozialkatastrophen. – Berlin und Heidelberg, 133 – 140.

STANGL J. (2011): Lawinen als gravitativer Prozess – Grundlagen und Bestandsaufnahme im NP Gesäuse. – In: NATIONALPARK GESÄUSE GMBH (Hrsg.): Vielfalt Lawine. Das Kalkül bei Hieflau. – Weng im Gesäuse. (= Schriften des Nationalparks Gesäuse 6) 33 – 41.

STRASSER U. (2011): „Integrative Kooperationsplattform Johnsbachtal“: Ein langfristig angelegtes Projekt zur Mensch-Umwelt-Forschung in einer komplexen Gebirgsregion. – In: NATIONALPARK GESÄUSE GMBH (Hrsg.): Vielfalt Lawine. Das Kalkül bei Hieflau. – Weng im Gesäuse. (= Schriften des Nationalparks Gesäuse 6) 12 – 22.

TAKAHASHI T. (2007): Debris Flow. Mechanics, Prediction and Countermeasures. – London.

THONHAUSER C. (2008): Verbauungsgeschichte und der daraus resultierende Gewässerstrukturwandel. – In: NATIONALPARK GESÄUSE GMBH (Hrsg.): Der Johnsbach. – Weng im Gesäuse. (= Schriften des Nationalparks Gesäuse 3) 25 – 36.

VAN WESTEN C.J., VAN ASCH T.W.J., SOETERS R. (2006): Landslide hazard and risk zonation – why is it still so difficult? – In: Bulletin of Engineering Geology and the Environment, Vol.65(2), 167 – 184.

VEIT H. (2002): Die Alpen. Geoökologie und Landschaftsentwicklung. – Stuttgart.

WICHMANN V. & BECHT M. (2004): Modellierung geomorphologischer Prozesse zur Abschätzung von Gefahrenpotenzialen. – In: BECHT M. & DAMM B. (Hrsg.): Geomorphologische und hydrologische Naturgefahren in Mitteleuropa. – Berlin und Stuttgart. (= Zeitschrift für Geomorphologie 135), 147 – 165.

ZEDLACHER et al. (1999): Generelles Projekt 1999 Johnsbach. – WLF Gebietsbauleitung Unteres Ennstal und Salztal.

ZEPP H. (2008[4]): Geomorphologie: Eine Einführung. – Paderborn.

7.1 Internetlinks

BUNDESFORSCHUNGS- UND AUSBILDUNGSZENTRUM FÜR WALD, NATURGEFAHREN UND LANDSCHAFT (Hrsg.) (2017): Digitale Bodenkarte von Österreich; online 01.03.2017,

http://gis.lebensministerium.at/eBOD/frames/index.php?&146=true&gui_id=eBOD (01.03.2017)

BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft) (Hrsg.) (2015): eHYD; online 13.04.2017,

http://ehyd.gv.at/ (13.04.2017)

LAND STEIERMARK – AMT DER STEIERMÄRKISCHEN REGIERUNG (Hrsg.) (2017): GIS-Steiermark; online 14.04.2017

http://www.gis.steiermark.at/cms/ziel/50190666/DE/ (14.04.2017)

REDLICH K. A. (o.J.): Das Johnsbachtal. Geschichte der Bergbaue des Johnsbachtales; online 01.03.2017,

https://www2.uibk.ac.at/downloads/oegg/GG_15_305_312.pdf (01.03.2017).

STATISTIK AUSTRIA (Hrsg.) (2015): Ein Blick auf die Gemeinde Johnsbach <61219>; online 28.02.2017,

http://www.statistik.at/blickgem/blick1/g61219.pdf (28.02.2017)

ZENTRALANSTALT FÜR METEOROLOGIE UND GEODYNAMIK (ZAMG) (Hrsg.) (2017): Klimadaten von Österreich 1971 – 2000; online 10.03.2017, http://www.zamg.ac.at/fix/klima/oe71-00/klima2000/klimadaten_oesterreich_1971_frame1.htm (10.03.2017).