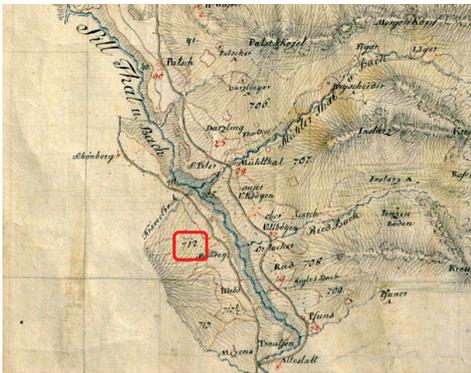


ANDREAS MAIER
KURT SCHARR
CLEMENS GEITNER
BERNHARD KOHL
GERHARD MARKART

Historische Waldnutzung und Hochwasserentstehung

Was wissen wir über den Wald- zustand und seine hydrologische Wirkung vor 200 Jahren?



Andreas Maier

Mag., Leopold-Franzens-Universität
Innsbruck.

Kurt Scharr

Univ.-Prof. Mag. Dr., Leopold-Franzens-
Universität Innsbruck.

Clemens Geitner

Assoziierter Professor Dr., Leopold-
Franzens-Universität Innsbruck.

Bernhard Kohl

Mag. Dr., Bundesforschungszentrum für
Wald.

Gerhard Markart

Dipl.-Ing. Dr., Abteilungsleiter am
Bundesforschungszentrum für Wald.

HOCHWASSER SPIELT im dicht be-
siedelten Alpenraum heute ebenso wie
in der Vergangenheit eine große Rolle.
Entstehung und lokalspezifische
Kontexte historischer Hochwasser
sind vor allem in ihrem Zusammen-
wirken jedoch nicht immer klar. So
sind etwa Magnitude und Frequenz
in erster Linie niederschlagsgesteuert,
das wird auch häufig im Zusammen-
hang mit anthropogenem Klimawan-
del diskutiert. Zur Abschätzung dieser
Zusammenhänge ist daher die Analyse
historischer Hochwasserereignisse

*HiLaK – Historische Landnutzung als Grund-
lage für Klimaschutzmaßnahmen heute*, EFRE-
Projekt Eurl36 im Rahmen des INTERREG
V-A Programms Österreich-Bayern 2014-
2020. Lead: Universität Innsbruck (In-
stitut für Geschichtswissenschaften und
Europäische Ethnologie), Projektpartner:
Technische Universität München (Lehr-
stuhl für Wald- und Umweltpolitik); wei-
tere Partner: Bundesforschungszentrum
für Wald (BFW) Innsbruck; Bayerisches
Landesamt für Umwelt Augsburg.

Abbildungen nach S. 32.

höchst relevant. Dazu muss allerdings der Wandel in der Landbedeckung und -nutzung systematisch mitberücksichtigt werden. Bisherige Untersuchungen hingegen legten ihren Fokus in der Regel nur auf Veränderungen von Flächenanteilen weniger Hauptnutzungsformen (Wald, Wiese, Ackerland, Siedlungsraum). Dabei wurde jedoch oft vernachlässigt, dass auch innerhalb dieser Einheiten markante Veränderungen stattgefunden haben. Diese betreffen insbesondere den Wald, dessen Struktur und die damit verbundenen Prozesse des Energie-, Wasser- und Nährstoffhaushalts, die aufgrund jahrhundertelanger (Über-)Nutzung fundamental andere waren als gegenwärtig. Insbesondere sekundäre Waldnutzungsformen wie Waldweide, Streunutzung oder Schneitelung dürften eine deutlich verstärkte Abflussreaktion bewirkt und damit zeitweise verstärkt zu Hochwässern in den Alpen geführt haben, die bislang weder durch Niederschlagsereignisse noch Landbedeckungstypen hinreichend erklärt werden können. Eine systematische Abschätzung des Beitrages historischer Evidenzen zu dieser Fragestellung fehlt bislang.

Das übergeordnete Ziel des Forschungsvorhabens ist es daher, ein besseres Verständnis des Landnutzungs- und Klimaeinflusses bei der Entstehung historischer wie aktueller Hochwässer zu entwickeln. Durch historische Recherche wurde im Rahmen des Interreg-Österreich-Bayern-Projektes HiLaK (Historische Landnutzung als Grundlage für Klimaschutzmaßnahmen heute) erstmalig versucht, die hydrologisch relevante Landnutzung in Testgebieten – inhaltlich und räumlich detailliert – für den Zeitraum um 1850 im Bereich der Ostalpen (Grenzregion Tirol-Bayern) zu rekonstruieren. Dadurch sollen bestehende Abfluss-Datenreihen in die Vergangenheit hinein verlängert werden, was ihre Aussagekraft auch für Prognosen verbessert. Zudem wäre damit eine klarere Differenzierung zwischen den Effekten von Landnutzung und jenen des Klimawandels in Alpinen Einzugsgebieten möglich. Dem Klimawandel muss global vernetzt entgegengearbeitet werden, auf Landnutzungseffekte kann man vor Ort zielgerichtet (re)agieren.

Forschungsstand, Fragestellung und Methodik

DER ZENTRALE Schwerpunkt des Projektes liegt auf der Erfassung historischer Daten auf Basis von Quellen des Tiroler Landesarchivs (TLA) in Innsbruck und des Bayerischen Hauptstaatsarchives (BHSTA) München. Hier ist zunächst Grundlagenforschung zu leisten, da die wissenschaftliche Beschäftigung mit Wald aus historischer Perspektive während der letzten Jahrzehnte, von kleineren Studien abgesehen¹, weitgehend vernachlässigt worden war und in der Regel nur ältere Monographien mit einer Gesamtbetrachtung

dieses Forschungsgegenstandes vorliegen.² Die Archivarbeiten verfolgten daher zunächst das Ziel, eine Übersicht zu den Archivbeständen, ihrem Erschließungsgrad und ihrer Relevanz für das gegenständliche Forschungsthema zu erlangen. In einem zweiten Schritt galt es, die inhaltliche Beschaffenheit der Quellen im Hinblick auf ihren potentiellen Informationsgehalt für hydrologische Modellierungen der Abflussverhältnisse zu bewerten. Schließlich waren dabei auch die Schwierigkeiten der Aufbereitung historischer Daten für deren Einspeisung in moderne Abflussberechnungen zu bewältigen, sodass diese in einem anschließenden Forschungsvorhaben gezielt und systematisch für einen größeren Raum umgesetzt werden können.

Gesichtete Archivalien wurden in einem elektronischen Register (Google-Drive Tabellen) mit einem ausführlichen Regest versehen. Besonders aufschlussreiche Quellen wurden mittels Doc-Scan-App fotografiert und in das Transkribus-System eingespeist. Diese Software erleichtert nicht nur die Ordnung und Aufbewahrung eingescannter Quellen, sondern ermöglicht durch verschiedene Tools wie Layout- und Handschriftenerkennung ein wesentlich effizienteres und für den späteren Forschungsverlauf auch nachhaltigeres Arbeiten mit umfangreichen Quellenbeständen.³ Als wichtiges methodisches Werkzeug ist schließlich noch die Georeferenzierung zu nennen. Die ausgehobenen historischen Pläne wurden dafür in hoher Auflösung digitalisiert, nahtlos zusammengefügt und bestmöglich georeferenziert. Dies erleichterte die Verortung einzelner, in den Quellen zum Teil ausführlich beschriebener Waldparzellen wesentlich und ermöglicht eine spätere Überlagerung und Verschneidung mit anderen Datensätzen in Geographischen Informationssystemen.

Quellenlage im Überblick

IM BHSTAA befindet sich eine Reihe von Forstkarten, die 1808 während der bayerischen Herrschaft in Tirol angefertigt wurden und nur teilweise auch im TLA überliefert sind.⁴ Aus einer Innsbrucker Handschrift geht hervor, dass sich bereits 1812 die Brouillons (Erstentwürfe) dieser Karten im Archiv der Saline Halle befanden, während die reingezeichneten Originale bei der *königlichen Generaladministration der Salinen* in München aufbewahrt wurden.⁵ Heute befinden sich insgesamt fünf von zehn Teilkarten des gesamten Nordtiroler Gebietes inklusive des Vinschgaus (Südtirol) sowie die dazugehörigen Waldbeschreibungen für acht von diesen Karten im TLA. Die dazugehörigen Bestände liegen, was vorerst teilweise bestätigt werden konnte, in München.⁶ Weitere relevante Quellen sind vermutlich in den Beständen *Finanzministerium* (MF),

General-Bergwerks- und Salinenadministration (GBS), *Generaldirektion der Berg-, Hütten- und Salzwerke* (GDion BHS) und *Hofkommission Tirol* zu suchen.⁷

Die Überlieferungssituation für Quellen zur bayerischen Waldgeschichte scheint insgesamt günstiger zu sein als in Tirol. Zum einen weisen die bayerischen Quellen seit dem 16. Jh. eine hohe Homogenität und Kontinuität auf. Zum anderen lässt auch die inhaltliche Qualität relativ früh profunde Aussagen, etwa hinsichtlich der Lokalisierung und Dimension einzelner Holzschläge innerhalb der Traunsteiner Salinenwälder, zu.⁸ Eine der dafür aussagekräftigsten Quellen ist die Forstbestandserhebung des Salinenwaldmeisters Xaver Huber von 1802. Ähnlich wie in Tirol existiert zumindest für die Wälder der Saline Traunstein eine Forstkarte vom Beginn des 19. Jh. Diese war das Ergebnis starker Modernisierungsbestrebungen in der Forstwirtschaft der bayerischen Salinenwälder ab der zweiten Hälfte des 18. Jh. Zu Beginn des 19. Jh. war das Niveau der Forsteinrichtung in den Salinenwäldern jenem im restlichen Bayern weit voraus.⁹ Das politische Hauptmotiv für diesen Entwicklungsschub lag in der Befürchtung einer Holzknappheit, die wiederum mit einem starken Anstieg der Produktionskosten bei den Salinen ab Mitte des 18. Jh. einherging. Mit ähnlichen Problemen potentieller Energieknappheit waren auch die entsprechenden Forstverwaltungen der Salinen des Salzkammergutes (Aussee, Hallstatt) und Hallein konfrontiert. Deshalb wurden diese Wälder auch zwischen 1796 und 1804 erstmalig vollständig erfasst.¹⁰

Bereits 1789 erging der Auftrag der bayerischen Hofkammer zur Erstellung eines geometrischen Plans im Maßstab 1:4.000 für die Landgerichte Traunstein, Marquartstein und Reichenhall. Zur Umsetzung gelangte diese Planung – vermutlich bedingt durch die politische Situation während der einsetzenden Koalitionskriege – allerdings erst 1802 durch den erwähnten Salinenwaldmeister Huber. Zur Beschreibung der Salinenwälder sollte sich die Visitations-Kommission an einen 27 Fragen umfassenden Katalog halten. Das Ergebnis dieser erstaunlich qualitätvollen und präzisen Arbeit lag bemerkenswert rasch (bereits nach drei Monaten) vor: eine Forstkarte (120 × 175 cm)¹¹ für die genannten Landgerichte sowie ein Generalbericht mit einer genauen Beschreibung.¹² Die Studie von Martin Zierhut enthält vier weitere schematische Karten des Reviers Traunstein. Eine dieser Karten ist von besonderem Interesse, da darauf die Wälder hinsichtlich der auf ihnen liegenden Nutzungsrechte zu Beginn des 18. Jh. kategorisiert wurden (Abb. 1). Darin bestätigt sich, wie das auch für das Tiroler Forstrevier Ellmau zu zeigen sein wird, dass siedlungsnaher Wälder deutlich stärker mit Holz- und Streubezugsrechten belastet waren als siedlungsferne.

Das TLA verfügt über umfangreiche Bestände, die für die gegenständliche Fragestellung von zentraler Bedeutung sind. Ihr Erschließungsgrad ist aller-

dings zum Teil sehr unterschiedlich (*Karten und Pläne; Handschriften; Forst- und Waldamtsakten; Montanistika; Waldpurifikationsprotokolle*).¹³ Die Waldkarten befinden sich im TLA im Bestand *Karten und Pläne*. Der Bestand ist über ein Register gut erschlossen, wenn auch vermutlich nicht ganz vollständig. Hierzu korrespondierende schriftliche Erläuterungen dürften, im Abgleich mit jenen des BHSTAA, in anderen Beständen liegen. Neben einigen kleinformatigen Waldkarten (etwa des Forstreviers Matri am Brenner oder diversen Waldverleihungen im Bezirk Kitzbühel) sind hier sieben großformatige Exemplare aus der Zeit zwischen 1808 und 1843 zu nennen. Diese liegen mittlerweile als Teilergebnis in digitaler und georeferenzierter Form vor. Dem ebenfalls durch Repertorien gut erschlossenen Bestand *Handschriften* kommt auch eine Schlüsselrolle zu. Darin ist ein Großteil der umfangreicheren und ausführlichen Waldbeschreibungen vom 16. bis zur Mitte des 19. Jh. enthalten.

Aus der eingehenden Analyse von 25 Handschriften des TLA konnten folgende Erkenntnisse gewonnen werden: Waldbeschreibungen sind hinsichtlich ihres Aufbaus, ihres Umfangs und ihrer Informationsdichte überaus heterogene Quellen. Die Palette reicht von eher kurz gehaltenen Überblickswerken, bis hin zu äußerst ausführlichen Darstellungen, die pro Waldstück zahlreiche Angaben in unterschiedlichen Kategorien enthalten können. Hier gilt es daher festzulegen, welche Kriterien letztlich, entlang der Fragestellung, für eine bestmögliche Verwertbarkeit historischer Angaben anzusetzen sind. Zentral dafür ist:

- die Referenzierbarkeit von Waldbeschreibungen mit historischen Karten;
- eine möglichst umfangreiche Information zur Waldbeschaffenheit, hier in tendenziell abnehmender Bedeutung aufgezählt: Bestandsdichte, Anteil an Bewuchs- und Kahlfächen, Bodenbeschaffenheit, Baumartenzusammensetzung, Zustand des Wuchses und Alterszusammensetzung;
- Existenz von Informationen zur Intensität der Waldnutzung (bes. Waldweide, Streuentnahme, Schneiteln).

Entlang dieses Regelsets wurden die Handschriften in Hinblick auf ihre Verwertbarkeit beschrieben. Dabei lässt sich festhalten, dass bislang nur eine Handschrift wirklich alle geforderten Kriterien in vollem Umfang erfüllt. Das ist einerseits zwar bedauerlich, da es bedeutet, dass die meisten analysierten Handschriften in einem oder mehreren Teilbereichen nur unzureichende Informationen für eine weitere Bearbeitung liefern. Andererseits liegt mit TLA-HS 4393, einer 1839 durchgeführten Waldbeschreibung des Forstreviers Ellmau (dem engeren Untersuchungsgebiet), zumindest eine entsprechend detaillierte Karte vor. Daneben existiert eine Reihe weiterer Handschriften, welche zumindest die meisten der genannten Kriterien erfüllen.

Die bayerischen Waldkarten von 1808

WÄHREND DER bayerischen Besetzung Tirols (1806-1814) im Zuge der Napoleonischen Kriege ließen die Behörden für sämtliche Wälder Tirols eine aktuelle Bestandsaufnahme durchführen. Davon liegen heute zehn Teilkarten des gesamten Nordtiroler Gebietes inkl. des Vinschgaus aus dem Jahr 1808 vor. Tirol war während dieser Zeit in drei Waldamtsbezirke gegliedert: Innsbruck, Brixlegg und Kitzbühel. Dass das Unterinntal ab der Linie Achensee-Jenbach-Zillertal gleich in zwei separate Waldämter unterteilt wurde, während der flächenmäßig viel größere Rest sich nur ein Waldamt teilte, mag damit zusammenhängen, dass die Wälder der Saline in Hall in letzterem Einzugsgebiet lagen. Diese als *Amtswälder* bezeichneten Wirtschaftsflächen wurden schon im Verlauf des Spätmittelalters als eigenständiger Forstbereich ausgewiesen. Sie dienten bereits früh hauptsächlich der Versorgung der Saline in Hall.¹⁴ Die verbleibenden Waldämter Brixlegg und Kitzbühel zählten auch aus Gründen der Transportlogistik (Holztrift aus dem Oberland über den Inn bis zum Haller Rechen) nicht mehr zum unmittelbaren Einzugsbereich der Saline. Für diese beiden Waldämter ist im TLA jeweils eine Forstkarte überliefert. Daneben wurden weitere acht Karten unter Zugrundelegung der von Peter Anich, Blasius Huber und Ignaz Meinhart 1774 angefertigten Tirolkarte entworfen.¹⁵ Von diesen sind in Innsbruck jedoch nur noch drei vorhanden.¹⁶ Für alle acht Forstreviere liegen zudem ergänzende Forstbeschreibungen vor.¹⁷ Diesen Karten kommt somit eine Sonderstellung zu, da sie die einzigen sind, für welche zumindest teilweise die Original-Waldbestandsbeschreibungen vorhanden sind.

Sie enthalten sämtliche Wälder des jeweiligen Gebietes, teilen diese in Gemein-, Privat- und Staatswald ein und verweisen darüber hinaus über zahlreiche Symbole (z.B. für Holzrechen und Ländplätze¹⁸, Klausanlagen¹⁹, Kohlemeiler, Sägewerke, Bergwerke etc.) auf weitere wald-bezogene Informationen. Jede ausgewiesene Waldfläche verfügt über eine eigene Parzellenummer. Diese vermutlich 1808 eingeführten Nummerierung wurde in der Folge weitergeführt, was eine Referenzierung zwischen Beschreibungen und Waldstandorten entscheidend erleichtert.

TLA-HS. 3916 ist entsprechend den Karten in acht Kapitel unterteilt (I-VIII). Jeder Wald wird dabei mit entsprechender Parzellenummer und Name angeführt sowie entlang folgender Kategorien beschrieben: Ausdehnung und Grenzen des Waldes; Klima und Bodenbeschaffenheit; Bewuchs (Baumart); Ertrag; Almen in der Nähe; Nutzung durch Gemeinden; Bemerkungen. Besonderes Augenmerk ist dabei auf die Definition der verwendeten Begrifflichkeiten zur Bewertung des Waldzustandes zu legen, wie das etwa auch in der Einleitung zu einer Handschrift zum Ausdruck kommt:

Die relativen Ausdrücke beim Bestand wurden so geordnet, daß gut einen guten, geschlossenen Stand, mittelmässig die mit eingemischten größern und kleinern Blößen²⁰ noch etwas durchfurchten Waldtheile ausdrücken, ausgelichtet, wo schon einige Stämme aus diesen Waldtheilen herausgenommen [wurden]. Ausgespiegelt oder ausgehackt zielt schon auf einen größeren Grad des Auslichtens hin. Schlecht oder sehr schlecht hieß ich eine Waldung, welche durch üble Wirthschaft sich zu diesen Grad erschwungen, schütter aber diejenige, die durch Naturereignisse ohne menschliches Zuthun so weit herabgesunken ist, wo der Ausdruck einzeln steht, einen noch höhern Grad des schlechten Bestandes anzeigt.²¹

Mitunter birgt der im 19. Jh. verwendete Wortschatz zur Beschreibung von Waldzuständen freilich einen gewissen Auslegungsspielraum. Die in der zitierten Quelle vorhandene Präzisierung bietet hier jedoch eine Hilfe. Ähnliche Angaben fanden sich bislang in keiner anderen Handschrift. Beurteilt man die Verwertbarkeit dieser Handschrift für die Ableitung von Abflussbeiwerten (Standortparameter, der im Wesentlichen die Infiltrationshemmung und somit die Bildung von Oberflächenabfluss bei Starkregen beschreibt) anhand der zuvor präsentierten Kriterien, zeigen sich nur hinsichtlich der Angabe über die Nutzungsintensität Schwächen. Die Quelle (Abb. 2 und 3) informiert lediglich darüber, dass die Gemeinde Matrei und einige Hofstellen in der Nähe des genannten Waldes sich aus dieser Parzelle mit Holz versorgen und Letztere darüber hinaus ihr Vieh dort weiden lassen dürfen. Zusätzliches Quellenstudium und die Bestimmung durchschnittlicher Nutzungsintensitäten auf Basis überlieferter Holzbedarfszahlen im Landgericht Kufstein könnten diese Leerstelle allerdings ausgleichen.²² Die vorliegende Studie konzentriert sich daher auf das Forstrevier von Ellmau, weil hier sowohl historisches Kartenmaterial als auch korrespondierende Beschreibungen vorliegen.

Das Testgebiet Ellmau im Unterinntal

FÜR DAS Forstrevier Ellmau existieren drei verschiedene Karten (aus den Jahren 1808, 1839 und 1843).²³ Sie lassen sich mit TLA-HS. 4393, welche die aufgestellten Kriterien erfüllt, gut verbinden.²⁴ Zudem liegen für das Gebiet zwischen Aubach- und Hausbachgraben an den Südhängen des Wilden Kaisers, nördlich des Dorfes Ellmau, aktuelle hydrologische Erhebungen vor (Abb. 4 und 5). Diese konnten im Zuge der Arbeiten mit dem historischen Material in Abgleich gebracht werden. Insgesamt bot sich daher eine gute Ausgangslage, um die Untersuchungs- und Analysesystematiken zu erproben und abzustimmen.

Der Aubach (HZB-Code 2-8-254-6), ein rechtsufriger Zubringer der Weißache in Ellmau, umschließt mit seinen Nebenbächen ein hydrologisches Einzugsgebiet von ca. 5 km². Synonym wird er als Auenbach oder Ahabach geführt. Höchste Erhebung des Einzugsgebietes ist der Tuxeck (2.225 m). Neben dem Bestand und der Nutzung wird das Abflussverhalten im Einzugsgebiet maßgeblich vom geologischen Substrat geprägt – direkt unter dem Tuxeck ist durchlässiger Karbonatschutt, darunter anschließend Buntsandstein, teilweise überlagert von verschiedenen Formen von Moränen. Buntsandstein, der in Teilen schluff- und tonreich ausgeprägt ist, und Moränen begünstigen die Bildung wasserstauer Böden. Nach der Waldtypisierung des Landes Tirol, einer Modellierung der potentiell-natürlichen Vegetation, sind 66% des Einzugsgebiets bewaldet (3,2 km²).²⁵ Diese Waldtypisierung gibt im Testgebiet 18 unterschiedliche Waldkategorien aus (Abb. 4, 5 und 6).

Für dieses Forstrevier lassen sich daher auf Basis der ausgewerteten Quellen folgende Charakteristika festhalten: Die Waldamtskarte von 1839 bildet den gesamten heutigen Bezirk Kitzbühel sowie die zu Kufstein gehörenden Gemeinden Ellmau, Scheffau, Söll, Walchsee, Ebbs, Niederndorf, Niederndorferberg, Rettenschöss und Erl ab. Die einzelnen Forstbezirke des Waldamtes Kitzbühel sind darauf klar voneinander abgegrenzt, von SW nach NO sind dies: Hopfgarten, Kirchberg, Ellmau, Kitzbühel, Pillersee/Fieberbrunn, Erl und Kössen. Die Karte ist vergleichbar mit jenen aus der bayerischen Zeit, d.h. es werden dieselben Waldparzellennummern verwendet und ähnliche farbliche Unterteilungen in Gemein-, Staats- und Privatwälder vorgenommen. Über den genaueren Entstehungskontext liegen keine Informationen vor, ebenso fehlt bislang eine dazugehörige Waldbeschreibung.²⁶ Ein ähnlicher Befund lässt sich auch für die Karte des Forstreviers Ellmau aus dem Jahr 1843 festhalten. Letztere setzt sich aus sechs Einzelblättern zusammen. Sie liegen mittlerweile digitalisiert, zusammengesetzt und georeferenziert vor.

Auch hier wird zwischen Gemein- und Staatswäldern (gelbe bzw. grüne Flächen) farblich unterschieden. Staatswälder sind zudem mit Flurnamen versehen. Ebenso sind Zäune, die einzelne Parzellen ganz oder teilweise umfassten, eingetragen. Die erwähnten Waldparzellennummern von 1808 fehlen hier allerdings und die Waldflächen setzen sich aus mehreren, unterschiedlich großen Parzellen, versehen mit roten Nummern, zusammen. Die Bedeutung dieser Zahlen ist noch offen, eine Legende fehlt. In den aktuell von der Gemeinde Ellmau verwendeten Waldkarten sind noch in einigen Fällen die Umrisse der damals landesfürstlichen Wälder, die sich heute in Gemeindebesitz befinden, deutlich zu erkennen.

Bei der Referenzierung der ausgewerteten Waldbeschreibungen kommt beiden Karten eine entscheidende Rolle zu. Die Karte von 1839 wie auch die zeitgleich angelegte TLA-HS. 4393 bedienen sich der bayerischen Waldnummern zur Identifikation der Wälder. Die Schwierigkeit besteht nun darin, die Wald-

flächen der Karte von 1839 auf jene von 1843 umzulegen, weil diese die bei weitem höchste Genauigkeit aufweist. Durch das Überlagern bzw. Einbetten dieser Karte in Satellitenaufnahmen ist nicht nur ein Auffinden der Flächen in den aktuellen Waldbeständen sehr gut möglich, sondern nebenbei auch eine Zu- bzw. Abnahme der Waldbestände seit 1843 leicht erkennbar – wobei Ersteres häufiger zu beobachten ist. Aus diesem unmittelbaren ersten Vergleich von historischem mit aktuellem Kartenmaterial erschließt sich auch der große Wert dieses methodischen Schrittes für die weitere Forschung.

Für das Testgebiet zwischen Aubach- und Hausbachgraben wurde anhand der Karte von 1839 ermittelt, welche Wälder innerhalb dieses Bereichs liegen. Das betrifft die Staatswälder 939, 697 und 699 sowie die Gemeinwälder 696, 698, 699, 700, 703 und 704. Auf den unten eingefügten Kartenausschnitten von 1839 und 1843 wurden diese je mit roter (Staatswald) bzw. gelber Einkreisung (Gemeinwald) kenntlich gemacht (Abb. 7). Dabei werden der Unterschied hinsichtlich der Präzision beider Karten und die Schwierigkeit bei der Abgrenzung deutlich. Bei den Staatswäldern, die nicht so zahlreich sind und in allen Karten farblich von den Gemeinwäldern unterschieden werden, ist dies weiters kein Problem. Den genauen Grenzverlauf der 1839 beschriebenen Wälder innerhalb der gelb schraffierten Gemeinwaldflächen zu bestimmen, birgt hingegen eine gewisse Unsicherheit in sich. Für die Abgrenzung der Wälder im Testgebiet konnte auf die Lokalkenntnisse des derzeitigen Waldaufsehers von Ellmau, Herrn Georg Berger, zurückgegriffen werden. Das Ergebnis ist eine Waldabgrenzung in der Karte von 1843 für das Testgebiet (Abb. 8). Sie fungiert in Kombination mit TLA-HS. 4393 im Weiteren als Basis für die Berechnung der Abflussbeiwerte (Abb. 7 und 8).

Den zweiten Baustein für die weitere Auswertung liefert die TLA-HS. 4393. Sie erfüllt die aufgestellten Kriterien für die Verwertbarkeit historischer Quellen im Sinne einer modernen hydrologischen Untersuchung am besten. Die Handschrift wurde von k.u.k. Bergrat Andreas Egger angefertigt. Letzterer scheint auch als Verfasser der Karte des Waldamtes Kitzbühel von 1839 auf. Das mag erklären, warum diese Beschreibung mit den dort verwendeten Waldparzellennummern übereinstimmt. Sie umfasst neben Ellmau (Teil B) auch das Forstrevier Erl (Teil A). Vor der eigentlichen Beschreibung der einzelnen Wälder sind in der Handschrift die Kapitel *Altersversuche*, *Wachstumsversuche* und *Holzmaßberechnung* enthalten. Sie zeugen insgesamt vom hohen fachlichen Wissensstand des Verfassers. Nach dem Hauptteil mit der Beschreibung aller Wälder der beiden Forstreviere sind zusammenfassende Überblickstabellen eingefügt. Die Handschrift (ca. 300 Seiten, ohne Folierung oder Seitennummerierung) umfasst höchstwahrscheinlich alle Wälder der Waldkarte von 1839. Jeder einzelne Wald wird darin auf zwei Doppelseiten charakterisiert:

Seite 1 enthält übliche Informationen, wie sie die meisten Waldbeschreibungen ausweisen:

Nummer und Name des Waldes; Beschreibungen der Grenzverläufe der Parzellen (anhand topographischer, natürlicher oder künstlicher Merkmale wie Erosionseinschnitte, Bäche, Zäune, Weidelichten, Siedlungen etc.); Lage, Beschaffenheit des Terrains und Holzwachstum (mit den wesentlichen Informationen zur Waldbeschaffenheit); Forst- und Weiderechte (unterteilt in Holz- und Streubezugs- sowie Weiderechte).

Seite 2 enthält darüberhinausgehende, quantitative Angaben:

Ausdehnung des Waldes (Länge, Breite, Fläche); Anteil an ‚holzloser‘ (in fruchtbare Blößen und Holzschläge unterteilt) und baumbestandener Fläche (nach Alter der Bäume – Periode I-IV); Turnus (Veranschlagte Wachstumszeit bis zur erneuten Hiebsreife); gegenwärtiger Materialvorrat (in Perioden I-IV); gegenwärtiger Ertrag; Abgabe an Streu sowie Bau-, Zaun-, Zimmer-, Brenn- und Kohlholz pro Jahr (ermittelt anhand eines 5-jährigen Durchschnittes); daraus resultierender Überschuss bzw. Mangel; künftig zu erwartender Überschuss und Mangel; Weide-Viehbestand (in Stück Rinder, Pferde, Schafe und Ziegen).

Eine zusätzliche *Anmerkungsspalte* enthält schließlich aufschlussreiche Bemerkungen des Verfassers zum Zustand der Wälder und des Forstverwaltungssystems. Darin wird die Waldwirtschaft im Revier Ellmau durchwegs schlecht dargestellt. Nach Auffassung des Bergrates könnten hier viele Maßnahmen gesetzt werden, um den Holztertrag zu steigern und den Zustand der Wälder zu verbessern:

Die großen Holz- und Streuabgaben, der große Viehstand und besonders das Kleinvieh, die vielen holzverschwender Gewerbe, die in diesem Reviere bestehen, und die beschränkte Bildung des Försters in Verbindung der Neigung des Unterthans zur Aufrechthaltung der forstnachteiligen Uebungen haben die Forstwirtschaft dergestalt sinken lassen, daß nur durch ein tüchtiges gebildetes Individuum, das Kenntnisse, Willen und Kunst besitzt, die Forstwirtschaft in Ordnung gebracht werden kann.²⁷

Mit den *forstnachteiligen Uebungen* sind besonders die Streuentnahme – durch das Ausharken des Waldbodens oder das Schneiteln von Bäumen (= Abhacken von Ästen) –, das Ausschwenden von Jungbäumen und Gestrüpp und die Beweidung, insbesondere durch Ziegen, welche dem Wald durch ihre Fressgewohnheiten (v.a. Verbiss von Nadelbäumen) den größten Schaden bereiten, gemeint. Gerade diese über Jahrhunderte ausgeübten Kulturtechniken dürften mitunter den größten Einfluss auf das Abflussverhalten von Waldflächen gehabt

haben, da durch sie die bodennahe Vegetationsschicht nahezu vollständig und regelmäßig wiederholt abgetragen und der verbliebene mineralische Oberboden verdichtet wurde. Da in dieser Handschrift konkrete Zahlen über die Menge der entnommenen Streu und auch des Holzes auf Basis einer fünfjährigen Beobachtung sowie eine Quantifizierung der Weidrechte eingetragen wurden, können hier Nutzungsintensitäten annäherungsweise für einzelne Waldflächen abgeleitet werden. Die Angaben darüber, aus welchen Altersklassen und Geländetypen sich eine Waldfläche anteilmäßig zusammensetzt, ermöglichen darüber hinaus einen genauen Vergleich der jeweiligen Waldbeschaffenheit.²⁸ Auf Basis dieser Werte lassen sich aussagekräftige Berechnungen über das Verhältnis von baumloser zur baumbestanden Fläche; die Belastung mit Holz- und Streuentnahme pro Hektar und die Belastung mit Weidrechten pro Hektar Waldfläche anstellen. Bis dato konnten auf diese Weise 30 Waldflächen im gesamten Forstrevier Ellmau ausgewertet werden – verteilt auf Standorte an schattigen Nord- und sonnigen Südhängen sowie siedlungsnahen und -fernen Gebieten (Abb. 11).

TAB. 1. DARSTELLUNG DER BERECHNUNGSMETHODEN UND AUSGANGSWERTE ANHAND DES GROSSEN STAATSWALDES NR. 939 UND DES GEMEINWALDES 704 (ABB. 8)

Kategorie	Wald Nr. 939	Wald Nr. 704
Fläche	84,96 ha	15,84 ha
Waldflächen (WF) Zusammensetzung	10% Weidelichten, 30% Blößen, 20% Holzschläge, 6% 19-jährige, 10% 30-jährige, 12% 70-jährige, 12% 113-jährige Bäume	12% Felsen, Muhren und Weidlichen, 20% Blößen, 6% Schläge, 20% 24-jährige, 8% 42-jährige, 16% 60-jährige, 18% 102-jährige Bäume
Streuentnahme Gesamt ^a	15,3 fm (0,30 fm/ha WF)	202 fm (18,7 fm/ha WF)
Holzentnahme Gesamt ^a	28,78 fm (0,56 fm/ha WF)	153,5 fm (14,20 fm/ha WF)
Weide- und Holzbezugsrechte ^b	60 Grasrechte und 3 Bezieher: 1. Wochenbrunner Gut, 2. Wochenbrunner Alm, 3. ein Wirt in Ellmau. ^c	60 Grasrechte und 9 Bezieher: 1. Oberötting, 2. Unterötting, 3. Oberkaiser, 4. Unterkaiser, 5. Grueb, 6. Vorderbucher, 7. Hinterbucher, 8. Lechner, 9. Lederer

QUELL: © TLA-HS. 4393.

a. Streu- und Holzentnahme ermittelt anhand eines 5-jährigen Durchschnitts.

b. Dieser Bezieher hat das Recht zur Befriedigung seines Haus- und Hofbedarfs an Holz.

c. Die Nachfahren dieses Wirtes (Jakob Hochfilzer) besitzen die damals angemeldeten Holz- und Weidrechte (die sich über die TLA-HS. 4393 bis 1721 nachweisen lassen) immer noch; freundliche Auskunft Georg Berger v. 24. Februar 2021. Vgl. zur aktuellen Waldbewirtschaftung in der Gemeinde Ellmau: Amt der Tiroler Landesregierung (Hrsg.), Waldwirtschaftsplan Gemeinde Ellmau für die Jahre 2013-2032, Innsbruck 2012 (unveröffentlichter Bericht).

Am einfachsten lässt sich das Verhältnis zwischen baumloser und bestandener Fläche ermitteln. Dazu müssen die Prozentangaben entsprechend addiert werden, also Felsen, Weide, Schläge und Blößen als baumlose und alle Prozentangaben zu Bäumen unterschiedlicher Altersklassen als bestandene Fläche. Hier ergibt das für Nr. 939 ein Verhältnis von 60% baumloser und 40% bestandener Fläche, bei Nr. 704 ist dieses Verhältnis genau umgekehrt: 38% baumlos, 62% bestanden. Aus der Analyse der 30 Wälder zeichnet sich eine Bandbreite des Verhältnisses baumlos/bestanden von 30/70 bis 60/40 ab. Hier existieren also mitunter recht deutliche Differenzen.

Die ausgewählten Wälder sind außerdem pro Hektar Waldfläche²⁹ wie folgt belastet: Nr. 939 weist gerundet 1,4 Grasrechte und 0,059 Bezugsrechte auf; Nr. 704 dagegen ganze 3,79 Grasrechte und 0,882 Bezugsrechte. Jeder der drei Holzbezieher in Nr. 939 hat für seine Grundversorgung 17,03 ha Waldfläche zur Verfügung, während die neun Nutzungsberechtigten von Nr. 704 sich mit 1,2 ha begnügen müssen. Setzt man diese Werte wiederum in Relation mit den für die anderen 28 Wälder ermittelten Zahlen (nicht dargestellt), kann festgestellt werden, dass die Weidebelastung auf beiden Wäldern verhältnismäßig hoch war – die Bandbreite reicht bislang von 0 bis 3,79 Grasrechte pro Hektar, wobei ein Großteil der Wälder Werte unter 1 aufweist. Waldparzelle Nr. 704 ist somit am stärksten mit Weide belastet. Dieser Bereich wird heute noch von einer Nutzungsgemeinschaft bewirtschaftet, die schon im 19. Jh. bestanden haben dürfte.³⁰ Auch im Hinblick auf die Holz- und Streubezugsrechte pro Hektar Waldfläche gehört Nr. 704 zum Spitzenfeld. Durchschnittlich werden hier Werte von 0,1 bis 0,3 erzielt. Der mit großem Abstand höchste Wert liegt hier bei 1,508 und bezieht sich auf zwei vergleichsweise kleine Gemeinwälder in Siedlungsnähe (Nr. 694 und 695) südöstlich von Ellmau.³¹ In absoluten Zahlen ausgedrückt bedeutet dies, dass aus Nr. 939 jährlich rund 0,57 m³ Holz und 0,3 m³ Streu entnommen werden, während es bei Nr. 704 – dessen bestandene Fläche im Vergleich zu Nr. 939 nur ca. ein Fünftel so groß ist – 14,2 m³ Holz und 18,7 m³ Streu pro Jahr sind. Bei Nr. 694 und 695 sind es sogar 40,2 m³ Holz und 49,5 m³ Streu, die aus einer nur geringfügig größeren Waldfläche wie jener von Nr. 704 entwendet werden. Sowohl eine Klassifizierung des Zustandes und der Nutzungsintensität als auch eine genaue Lokalisierung sind hier also möglich.

Generell bestätigen die errechneten Werte die Annahme, dass siedlungsferne Wälder sowie Staatswälder generell geringer mit Streu- und Weidetätigkeiten belastet gewesen sein dürften als siedlungsnahe und gemeinschaftlich genutzte Wälder. Da diese Fragestellung aber an weitreichendere wie generelle Überlegungen der damals geübten Forst- und Weidepraxis geknüpft ist, muss deren Beantwortung vorerst offenbleiben (Abb. 12 und 13).

Ableitung von Abflussbeiwerten

VOM BUNDESFORSCHUNGSZENTRUM für Wald (BFW), Institut für Naturgefahren in Innsbruck, wurden in den letzten 30 Jahren ca. 400 Starkregensimulationen (Berechnungen mit ca. 100 mm/h) in über 40 Einzugsgebieten/Regionen der Ostalpen durchgeführt und auf diesen Flächen der entstandene Abfluss gemessen. Dieser Datensatz enthält auch zahlreiche Waldflächen auf unterschiedlichen geologischen Substraten. Basierend auf diesen Felddaten wurde eine Geländeanleitung erstellt, mit der unter Beurteilung von Vegetation, Art und Intensität der Landnutzung, der Bodeneigenschaften (locker, bindig, dicht...) und von Geländeeigenschaften (z.B. dichtes Kleingerinnenetz) nachvollziehbar und auf einfache Weise der Abflussbeiwert – das Verhältnis von Abfluss auf der Fläche zur Niederschlagsmenge – für verschiedene Landbedeckungseinheiten bestimmt werden kann.³² Im Rahmen des von der Wildbach- und Lawinerverbauung (WLVB), Sektion Tirol, beauftragten Projektes „Abflussbeiwertkarte für Nordtirol (PSINOT)“³³ wurde eine solche Abflussbeiwertkarte für den Aubach erarbeitet (Abb. 14)³³: Diese zeigt mittlere (gelb – 30-50%) und lokal hohe (orange bis rot – 50-100%) Abflussbeiwerte im Zentrum des Einzugsgebietes (aktuell genutzte Almflächen und ein Moorkomplex) sowie mittlere Abflussbeiwerte auch für die Wälder direkt oberhalb von Ellmau. Aus allen anderen Waldflächen ist nur geringer Abfluss (dunkelgrün = < 10%) bei Starkregen zu erwarten.

Die aktuellen Abflussbeiwerte können z.B. über Feldkartierung, Beobachtung und Nachrechnung von Abflussereignissen überprüft werden. Diese Überprüfbarkeit ist für die Vergangenheit viel schwieriger und mit großem Aufwand für ungenauere Ergebnisse verbunden. Bevor eine solche Überprüfung nicht erfolgt ist, sprechen wir daher von Abflussdispositionskarten. Anhand der historischen Nutzungsdaten aus 1839 und dem aktuellen Wissen über die hydrogische Reaktion von Waldflächen auf unterschiedliche Beanspruchungen wurde eine Grobklassifikation der Waldflächen für die Karte aus 1843 in Bezug auf das Abflussverhalten (die Abflussdisposition) versucht. Den Beschreibungen von k.u.k. Bergrat A. Egger zufolge war die Weideintensität in den Waldflächen mit der Nummer 704 die höchste im Aubach-Einzugsgebiet. Man kann daher davon ausgehen, dass auch die (flachgründigen) Böden, auf dem an und für sich durchlässigen Karbonatschutt, stark verdichtet waren – vergraste Flächen mit sehr lockerem Baumbestand und vielen Freiflächen – und dass sich eine Rasenvegetation einstellte, die zumindest lokal zu einer Verfilzung der Bodenkruone und einer Art Strohdacheffekt führte. Diesen Flächen ist zumindest eine mittlere Abflussdisposition zu unterstellen (30-50%), also deutlich höher als heute, nachdem zumindest in den höheren Bereichen schon seit Jahrzehnten keine Weidebelastung mehr gegeben ist, sich die Bestände in der Zwischen-

zeit schließen konnten und sich eine intensive, durchlässige Bodendeckung mit Zwergsträuchern, Krummholz u.a. Pflanzen entwickelt hat (Abb. 15).

Den Ausführungen von Bergrat Egger zufolge war die Nutzungsintensität der Parzellen 697, 698, 699, 700 geringer als auf 704 und die Bestockung höher (70% der Fläche). Diese Parzellen liegen jedoch auf Bundsandstein bzw. Moränenmaterial. Aus diesen Substraten hervorgegangene Böden reagieren bei Belastung rasch mit Verdichtung und entsprechend höherem Abfluss. Daher ist auch auf diesen Flächen von einer zumindest mittleren Abflussdisposition auszugehen (30-50%).

Besonders kritisch müssen die Parzellen 940 und 696 um 1843 bei Starkregen reagiert haben, die von A. Egger gemeinsam beschrieben wurden: Nur 50% der Fläche waren bestockt, bei gleichzeitig intensiver Schneitelung und Bestoßung. Für diese Flächen wird sogar von Strichwirtschaft (temporäre Ackerwirtschaft, oftmals in steilen Lagen) berichtet.³⁴ Offene Böden in steiler Lage reagieren bei Starkregen besonders heftig, vor allem auch mit hohem Bodenabtrag. Diese Flächen wurden daher der Abflussdispositionsklasse 4 (51-75%) zugeordnet.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass bei ausreichend neuem Kartenmaterial und ebenso genauer Beschreibung von Waldzustand, Art und Intensität der Landnutzung eine Einschätzung/Bewertung der Abflussdisposition für 1843 möglich ist. Je genauer die historische Kartengrundlage, je kleiner die jeweiligen Parzellen und je genauer die Angaben zu den Standortverhältnissen, Waldbestand, Art und Intensität der Land- bzw. Zusatznutzungen, umso höher sind Genauigkeit und Nachvollziehbarkeit derartiger Abflussdispositionskarten. Zusammenfassend ergibt der Vergleich der beiden Abflusskarten:

- *Die Waldparzellen aus 1843 sind teilweise gegenüber der aktuellen Waldfläche etwas versetzt. Dieser Fehler (ev. durch Papierverzug bzw. limitierter Genauigkeit der damaligen Vermessung) kann durch händische Nachjustierung/Anpassung lokal zumindest teilweise korrigiert werden.*
- *Es ist gegenüber 1843 eine deutliche Zunahme der Waldfläche festzustellen.*
- *Die aktuelle Abflussbeiwertkarte ist deutlich detaillierter. Dies deshalb, weil die Zuweisung von Abflussdispositionsklassen für 1843 nur parzellenweise erfolgen kann und diese Parzellen eben teilweise sehr groß sind bzw. mitunter unterschiedliche Parzellen gemeinsam beschrieben sind.*
- *Das Abflussverhalten der Waldflächen war vor knapp 180 Jahren aufgrund der intensiven Zusatznutzungen deutlich schlechter. Die Genauigkeit der Abflussdispositionskarte für 1843 sollte über Nachrechnung historischer Abflussereignisse für den Aubach falsifiziert werden. Diese Recherche und Rechenarbeit hätte aber den Umfang der gegenständlichen Studie bei weitem gesprengt und soll daher im Rahmen eines späteren Projektes erfolgen.*

Zusammenfassung und Ausblick

AUS HISTORISCHER Perspektive kann zunächst festgehalten werden, dass sowohl für den bayerischen als auch den Tiroler Raum viel Quellenmaterial zur Waldnutzung im 19. Jh. vorliegt. Darüber hinaus weisen einige Dokumente eine ausreichende inhaltliche Qualität auf, um mit ihnen historische Abflussdispositionen für die darin differenzierten Waldparzellen errechnen zu können.

Ein zentrales Problem des Quellenbestandes liegt allerdings in der Rekonstruktion von Aktenzusammenhängen zwischen historischen Waldkarten und korrespondierenden Waldbeschreibungen. Bislang konnten im TLA nur in einem Fall die originalen Schriftoperate einer konkreten Waldkarte zugeordnet werden. Das betrifft die Beschreibungen und Karten für Wälder im Ötz-, Wipp- und Stubaital, rund um Innsbruck, im Riss- und im Inntal bis Schwaz von 1808, alle aus der bayerischen Besatzungszeit. Daneben ließen sich weitere Verbindungen zwischen Forstkarten und Waldbeschreibungen, die ursprünglich wohl nicht für diese Karten angefertigt wurden, herstellen, da das unter bayerischer Herrschaft eingeführte Waldnummerierungssystem für die Tiroler Wälder auch in den Jahrzehnten danach noch Verwendung fand. Aus den Beständen des TLA konnten vorerst rund 25 unterschiedliche Beschreibungen von Forstrevieren ausgehoben, ausführlich gesichtet und inhaltlich ausgewertet werden. Zudem war es möglich, sie mit den bayerischen Karten (1808), einer Karte des Waldamtes Kitzbühel (1839) und einem Plan des Forstreviers Ellmau (1843) in Verbindung zu bringen.

Bei der Analyse des Materials zeigte sich, dass nicht alle Waldbeschreibungen als Grundlage für die Berechnung historischer Abflussdisposition geeignet sind. Aufbauend darauf konnten Mindestkriterien festgelegt werden, die für die Eignungsprüfung (Ausscheidung oder weitere Analyse) potentieller Quellen in der Folge zur Verfügung stehen. Die Qualität sowohl der Waldbeschreibung als auch des historischen Kartenmaterials für das ganze Forstrevier Ellmau ist bemerkenswert. Besonders die Tatsache, dass quantifizierbare Angaben über den Bezug von Streu und Holzprodukten sowie die Intensität der Waldweide vorhanden sind, ermöglicht einen differenzierten Einblick in die Waldbestände und deren Zustand während der ersten Hälfte des 19. Jh. Die Waldbeschreibungen der Forstreviere Ellmau und Erl (TLA-HS. 4393) wurden daher entsprechend detailliert und beispielhaft ausgewertet. Sie konnte mit den Karten von 1808, 1839 und 1843 in Bezug gesetzt werden. Darauf fußt schließlich die im Testgebiet durchgeführte Erprobung und Abstimmung methodischer Werkzeuge wie Verfahren, die bei der Ableitung von historischen Abflussdispositionen in Zukunft Anwendung finden können.

Bei ausreichend genauem Kartenmaterial und ausreichend genauer Beschreibung von Waldzustand, Art und Intensität der Landnutzung ist eine Einschätzung/Bewertung der Abflussdisposition für die Vergangenheit möglich. Der Vergleich der Waldkarten zeigt eine deutliche Zunahme der Waldflächen von 1843 bis 2020. Die Abflussdispositionskarte für 1843 ist aufgrund der teilweise sehr großen Parzellen zwangsweise weniger detailliert als die aktuelle Abflussbeiwertkarte. Aufgrund deutlich geringerer Bestockung, höherer Auflichtung und intensiveren Zusatznutzungen (Waldweide, Streurechen, Schneitelung, Strichwirtschaft) ist im Einzugsgebiet Aubach für das Jahr 1843 von einer deutlich höheren Abflussdisposition auf allen Waldparzellen gegenüber heute auszugehen. Was das für die Abflussspitzen am Auslass des Einzugsgebietes bedeutet hat, kann auf dieser Grundlage in einem Folgeprojekt modelliert werden. □

Anmerkungen

1. Vgl. Peter Blickle, *Wem gehört der Wald? Konflikte zwischen Bauern und Obrigkeiten um Nutzungs- und Eigentumsansprüche*, in: Peter Blickle (Hrsg.), *Studien zur geschichtlichen Bedeutung des deutschen Bauernstandes (= Quellen und Forschungen zur Agrargeschichte 35)*, Stuttgart-New York 1989, S. 37-48; Josefa Berger et al., *Die Brennstoffversorgung der Bergwerke und Schmelzhütten in den Bergrevieren Rattenberg und Brixlegg mit Holz aus dem Brandenbergtal*, in: Klaus Oeggl und Veronika Schaffer (Hrsg.), *Cuprum Tyrolense. 5550 Jahre Bergbau und Kupferverhüttung in Tirol*, Brixlegg 2013, S. 257-269; Werner Rösener, *Der Wald als Wirtschaftsfaktor und Konfliktfeld in der Gesellschaft des Hoch- und Spätmittelalters*, in: *Zeitschrift für Agrargeschichte und Agrarsoziologie* (2007), 1, S. 14-31; Klaus Brandstätter et al., *Waldnutzung und Waldentwicklung in der Grafschaft Tirol im Spätmittelalter und der Frühen Neuzeit*, in: Thomas Stöllner u. Klaus Oeggl (Hrsg.), *Bergauf bergab. 10.000 Jahre Bergbau in den Ostalpen (= Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum 207)*, Bochum 2015, S. 547-552; Klaus Brandstätter u. Gerhard Siegl, *Waldnutzungskonflikte und nachhaltige Waldbewirtschaftung in Tirol vom Mittelalter bis ins 21. Jahrhundert*, o. O., doi: 10.5169/seals-583361; Andreas Maier, *Maximilians Ordnung für die gemeinen Wälder in Tirol von 1502 und ihre Auswirkungen auf spätere Waldordnungen*, in: Wolfgang Ingenhaeff (Hrsg.), *Bergbau und Maximilian I. (= 18. Internationaler Montanhistorischer Kongress, Schwaz, Hall in Tirol, Sterzing 2019. Tagungsband)*, Wattens 2020, S. 71-89; Andreas Maier u. Georg Neuhauser, *Die Höltzungen sein der Bergwercke Hertze und des Fürsten Schatz. Die Bedeutung des Waldes in der Grafschaft Tirol mit besonderer Berücksichtigung der Regierungszeit Maximilians III. (1602-1618)*, in Druck.
2. Vgl. die älteren Arbeiten: Julius Trubrig, *Die Reform des Tiroler Forstwesens im 16. Jahrhundert*, Wien; ders., *Die Organisation der landesfürstlichen Forstverwal-*

tung unter Maximilian I., Innsbruck 1906; Hermann Wopfner, Das Almendregal des Tiroler Landesfürsten, Innsbruck 1906; Heinrich Oberrauch, Tirols Wald und Waidwerk. Ein Beitrag zur Forst- und Jagdgeschichte (= Schlern-Schriften 88), Innsbruck 1952; div. Sammelwerke: Wolfgang Ingenhaeff und Johann Bair (Hrsg.), Bergbau und Holz. Schwazer Silber (= 4. Montanhistorischer Kongress, Schwaz 2005), Innsbruck 2006; Hans P. Bobek (Hrsg.), Österreichs Wald. Vom Urwald zur Waldwirtschaft, Wien ²1994; neuere Monographie zur Waldnutzung österreichischer Regionen oder Bundesländer: Elisabeth Johann, Geschichte der Waldnutzung in Kärnten unter dem Einfluß der Berg-, Hütten- und Hammerwerke, Klagenfurt 1968; ders., Wald und Mensch. Die Nationalparkregion Hohe Tauern (Kärnten) (= Das Kärntner Landesarchiv 30), Klagenfurt 2004; ders., Forstgeschichte Oberösterreichs, Linz 1975; Engelbert Koller, Forstgeschichte des Landes Salzburg, Salzburg 1975; umfangreichere Arbeiten zur Waldnutzung außerhalb Österreichs: Dorin-Ioan Rus, Wald- und Ressourcenpolitik im Siebenbürgen des 18. Jahrhunderts (= Neue Forschungen zur ostmittel- und südosteuropäischen Geschichte 9), Frankfurt a. M 2017; Winfried Schenk, Waldnutzung, Waldzustand und regionale Entwicklung in vorindustrieller Zeit im mittleren Deutschland. Historisch-geographische Beiträge zur Erforschung von Kulturlandschaften in Mainfranken und Nordhessen (= Erdkundliches Wissen 117), Stuttgart 1996; Seit Oktober 2019 (bis 2022) wird die Waldnutzung im Frühneuzeitlichen Tirol unter dem Einfluss des Bergbaus an der Universität Innsbruck durch ein vom österreichischen Fonds zur Förderung der Wissenschaft (FWF) finanziertes Projekt (P31751; Leitung Dr. Georg Neuhauser) bearbeitet.

3. Transkribus-Website: <https://readcoop.eu/>.
4. Vgl. Martin Zierhut, Die Geschichte der Traunsteiner Salinenwälder (= Forstliche Forschungsberichte 194), München 2003.
5. TLA-HS. 3917.
6. Das betrifft die Positionen: Plansammlung 8896 – Situationskarte des k. bayerischen Waldamtes Brixlek im ehem. Oberwaldamte Schwaz, 1808; Plansammlung 8898 – Situationskarte des k. bayerischen Waldamtes Kitzbühel im ehem. Oberwaldamte Schwaz, 1808. Mithin eine der Ursachen für den oftmals fehlenden Überlieferungszusammenhang zwischen Karten und dazugehörigen schriftlichen Beständen liegt in der seit dem 19. Jh. in den Archiven üblichen, getrennten Aufbewahrung beider Quellenarten.
7. z.B. MF 14236: Organisation des Salinenforstwesens in den Landgerichten Innsbruck, Schwaz, Telfs, Reutte, Landeck und Fürstenberg für die Saline Hall, 1808; MF 14259: Tirolisches Salinenwaldwesen, 1807; MF 14282: Patznauerthal, Waldmeisterei Telfs Forstwartei, 1808; MF 14341: Hall, Waldamt, 1808; MF 69188: Forstverhältnisse im nördlichen Tirol im Bereich der Landgerichte Kitzbühel, Kufstein und Rattenberg; Verordnungen für Wald, Fischerei, Güterzertrümmerung und Jurisdiktionsgrenzen vom 18.-19. Jahrhundert, 1808-1810; GDION BHS 1793: Abgabe von Tiroler Salinenakten und -rechnungen an die Krone Österreichs; darin zwei Abhandlungen über das Forstwesen in Tirol (Abschriften, 1806), 1814-1877;

Hofkommission Tirol 240: Abgabe der Forstakten des Ziller- und Brixentals an Österreich; darin vier Forstaktenverzeichnisse von 1811-1814; Karte vom Zillertal von ca. 1810, 1810-1815.

8. Vgl. dazu Zierhut 2003, Traunstein.
9. Zierhut 2003, Traunstein, S. 481.
10. Zierhut 2003, Traunstein, S. 473.
11. Als Faksimile abgedruckt bei Zierhut 2003, Traunstein, S. 296-297 und 307.
12. Plansammlung 5811 bzw. Bestand Regierungsforstamt 4635.
13. Vgl. dazu Wilfried Beimrohr, Das Tiroler Landesarchiv und seine Bestände (= Tiroler Geschichtsquellen 47), Innsbruck 2002, S. 241.
14. Vgl. Oberrauch 1952, Wald.
15. Das lässt sich aus der Einleitung zu TLA-HS. 3917 erschließen.
16. I – Unterinntal bis Schwaz inkl. Innsbruck, II – Unterinntal (umfasst Wipp- und Stubaital) sowie IV – Silz (Ötztal).
17. TLA-HS. Nr. 3916, Forstbeschreibung der Königl. Baierischen Salinen Waldungen in der Forstinspektion Hall. Auch die im TLA nicht überlieferten restlichen fünf Karten (III – Telfs, V – Lechtal, VI – Pitz- und Kaurntal sowie Landeck, VII – Stanzertal und Paznaun, VIII – Vinschgau) werden darin beschrieben. Die Karten dazu dürften sich im BHSTAA befinden.
18. Auffangplatz für das Triftholz; Ein großer Rechen über den Inn existierte bereits seit dem Spätmittelalter bei Hall. Die freie Fläche zwischen Fluss und Stadtmauer wurde als Ländplatz genutzt, wie zeitgenössische Darstellungen aus dem Schwazer Bergbuch Mitte des 16. Jh. zeigen.
19. Klausen waren Stauvorrichtungen, mit denen Wasser für die Trift gespeichert und bei Bedarf auf einmal freigesetzt werden konnte. Das war besonders bei Gewässern mit fallweise niedrigem Wasserstand wie dem Inn nötig, um Holzstämme triften zu können.
20. Bewuchsarme bzw. bewuchslose Flächen.
21. TLA-HS. 3916, Einleitung Kapitel VI.
22. Das wäre mit folgender Handschrift möglich: TLA-HS. 3912. Sie besteht aus drei Mappen (A, B, C): A enthält Bevölkerungszahlen, B enthält den Bedarf an Forstprodukten und C enthält Angaben über den Viehbestand. Die Mappen sind jeweils in die neun Gemeinden des Landgerichts Kufstein unterteilt, weisen pro Dorf bzw. Siedlung die entsprechenden Zahlen aus und bieten einen guten Überblick. D.h. durch eine Analyse der Zahlen aus allen drei Mappen könnten Durchschnittswerte in Bezug auf Holz- und Streubedarf pro Kopf und Viehbestand einzelner Regionen ermittelt werden. Diese könnten in einem weiteren Schritt auf Waldbeschreibungen ohne derartige Angaben umgelegt werden.
23. Waldamtskarte Kitzbühel 1839, TLA-Karten und Pläne 2329; Karte Forstbezirk Ellmau 1843, TLA-Karten und Pläne 2671 1-6.
24. Waldbeschreibung der Forstreviere Erl und Ellmau 1839, TLA-HS. 4393
25. AdTLR (2019): Amt der Tiroler Landesregierung: Waldtypisierung Tirol [<https://www.tirol.gv.at/umwelt/wald/schutzwald/waldtypisierung/>]. Die hydrologische Be-

wertung fußt weitgehend auf dem potentiellen Waldtyp und den dazugehörigen Bodeninformationen, da für Tirol keine flächendeckende Grundlage zur aktuellen Waldsituation verfügbar ist.

26. Möglicherweise ist eine solche auch nie angefertigt worden. Im Bestand Handschriften sind mehrere Waldbeschreibungen aus den 1820er bis 1840er Jahren des Waldamtes Kitzbühel erhalten, die meist nur für einzelne Gemeinden – oder Forstreviere – angelegt wurden. Es ist anzunehmen, dass diese Karte, die das gesamte Waldamt Kitzbühel zeigt, lediglich als Überblickswerk diente.
27. TLA-HS. 4393.
28. Der Umrechnung in metrische Maße basiert auf: Wilhelm Rottleuthner, Alte lokale und nichtmetrische Gewichte und Maße und ihre Größen nach metrischem System, Innsbruck 1985. Länge und Breite der Waldflächen wird in Klafter angegeben. Ein Klafter entsprach 1,896484 m (S. 26). Als Flächenmaß wurde das tirolische Jauch (= 1000 Quadratklafter) verwendet, ein Quadratklafter enthielt 3,596652 m². Das ergibt für ein tirolisches Jauch: 3.596,652 m² (S. 35 u. 37). Umgerechnet in ha sind das 0,36 ha pro Jauch bzw. 2,78 Jauch pro ha. Die Holzmengen wurden in Niederösterreichischen Klaftern à 108 Kubikfuß ‚scheiterhoch‘ angegeben. Damit ist ein aus 3 Fuß langen (= 0,948 m) Holzscheitern aufgeschichteter Holzstoß mit 6 Fuß (= 1 Klafter) Höhe und Breite gemeint. Ein solcher Stoß hat ein Raumvolumen von 3,4111974 m³, als Holzanteil wurden der Hohlräume wegen drei Viertel dieser Masse veranschlagt – also 2,558 fm³ Holz (S. 103 u. 111).
29. Für die Berechnung der Weidebelastung wurde die gesamte Waldfläche verwendet. Für die Berechnung des Belastungswertes der Streu- und Holzentnahme pro Hektar Waldfläche wurde neben der aktuell mit Wald bestandenen Fläche auch die Fläche der Schläge miteingerechnet.
30. Freundliche Auskunft von Georg Berger v. 24. Februar 2021. Für die auf den Wäldern der Gemeinde liegenden Nutzungsrechte in Form von Viehweide liegen auch noch regelmäßig aktualisierte Verzeichnisse vor, allerdings werden diese Rechte in der Regel nicht mehr ausgeübt, bestehen aber weiter. Vgl. Forstsatzungskommission für die Gemeinde Ellmau (Hrsg.), Verzeichnis über die in der Gemeinde Ellmau für das Jahr 2017 bewilligte Ziegen- und Schafweide, Ellmau 2017.
31. Die hier nur vorläufig ermittelten Werte müssen allerdings im Zuge eines Folgeprojektes überarbeitet werden, da bei der Beschreibung der Waldstandorte in der Handschrift von 1839 teilweise mehrere Waldflächen zusammengefasst wurden, obwohl diese in manchen Fällen weit auseinanderliegen. Es kommt mitunter vor, dass einer von zwei zusammengefassten Wäldern nicht mit Grasrechten belastet ist, seine Fläche aber im Zuge dieses Erstversuchs einer Berechnung nicht ausgewiesen werden konnte. Auch ist noch offen, inwiefern für die Kalkulation von Weidebelastungen anteilmäßig solche Flächen abgezogen werden müssten, in denen eben keine Weide stattfand bzw. möglich war (etwa in felsigem Terrain).
32. Gerhard Markart, Bernhard Kohl, Bernadette Sotier, Thomas Schauer, Günther Bunza u. Roland Stern, Provisorische Geländeanleitung zur Anschätzung des Oberflächenabflussbeiwertes auf alpinen Boden-/Vegetationseinheiten bei konvektiven Starkregen (Version 1.0 = BFW Dokumentation Nr. 3./2004) [<http://>

bfw.ac.at/040/pdf/bfw-doku_3_1-33.pdf]; G. Markart, B. Kohl, B. Sotier, Klaus Klebinder, T. Schauer, G. Bunza, Herbert Pirkel u. R. Stern, A Simple Code of Practice for the Assessment of Surface Runoff Coefficients for Alpine Soil-/Vegetation Units in Torrential Rain (Version 2.0 = Report in the frame of the Interreg-SEE-Project cc-WaterS; WP7 – Water Supply Management Measures, Act 7.1/ 2011), https://www.bfw.gv.at/wp-content/uploads/BFW_prov_code_of_practice_23_12_2011-1.pdf.

33. Bernhard Kohl, Abflussbeiwertkarte Nordtirol (PSNOT). Bericht an die Wildbach- und Lawinenverbauung, Sektion Tirol 2021, unveröffentlicht.
34. TLA-HS. 4393. Im Anmerkungsteil des Tabellenblattes der Wälder 940 und 696 ist die Rede davon, dass die ‚Strichwirtschaft‘ nicht nur im Forstrevier Ellmau, sondern im ganzen Waldamt Kitzbühel ausgeübt wird. Siehe auch: Stuber/Bürgi, Hüeterbueb, S. 52. Dort wird die sogen. ‚Reutholzwirtschaft‘ im Emmental beschrieben, die laut Anmerkung Eggers in Ellmau parallel zur Strichwirtschaft betrieben wurde und ebenfalls eine Form des Ackerbaus im Wald meint (hier nach Brandrodung).

Abstract

Historical Forest Use and Flood Formation: What Do We Know About the State of the Forest and Its Hydrological Effects 200 Years Ago

Floods play a major role in the Alpine region. Their formation is complex and not yet sufficiently clarified, especially as far as historical events are concerned. Although their magnitude and frequency are predominantly precipitation-driven, land cover and its changes also play a significant role. To estimate rainfall-runoff relationships, the analysis of historical flood events is highly relevant. However, it is a challenge to adequately reconstruct land cover and land use and their changes in the past. In this context, forests play a central role in the Alpine region, because they provide a strong attenuation for surface runoff. The area covered by forests, but also their structures, have been subject to strong fluctuations due to population development and mining since the early modern period, as they were the only energy resource of importance in historical times and provided additional space for agricultural activities. The overarching goal of a larger research project, the initial results of which are presented here, is to gain a better understanding of the land use and climate influence on the formation of historical, current, and future floods. Through historical research in the Tyrolean lowlands (municipality of Ellmau), the hydrologically relevant land use for the first half of the 19th century is reconstructed for the first time. The results are evaluated for their applicability/usability in the hydrological modelling of runoff conditions in the past.

Keywords

Tyrolean lowlands, floods, forests, land cover, land use

ANHÄNGE

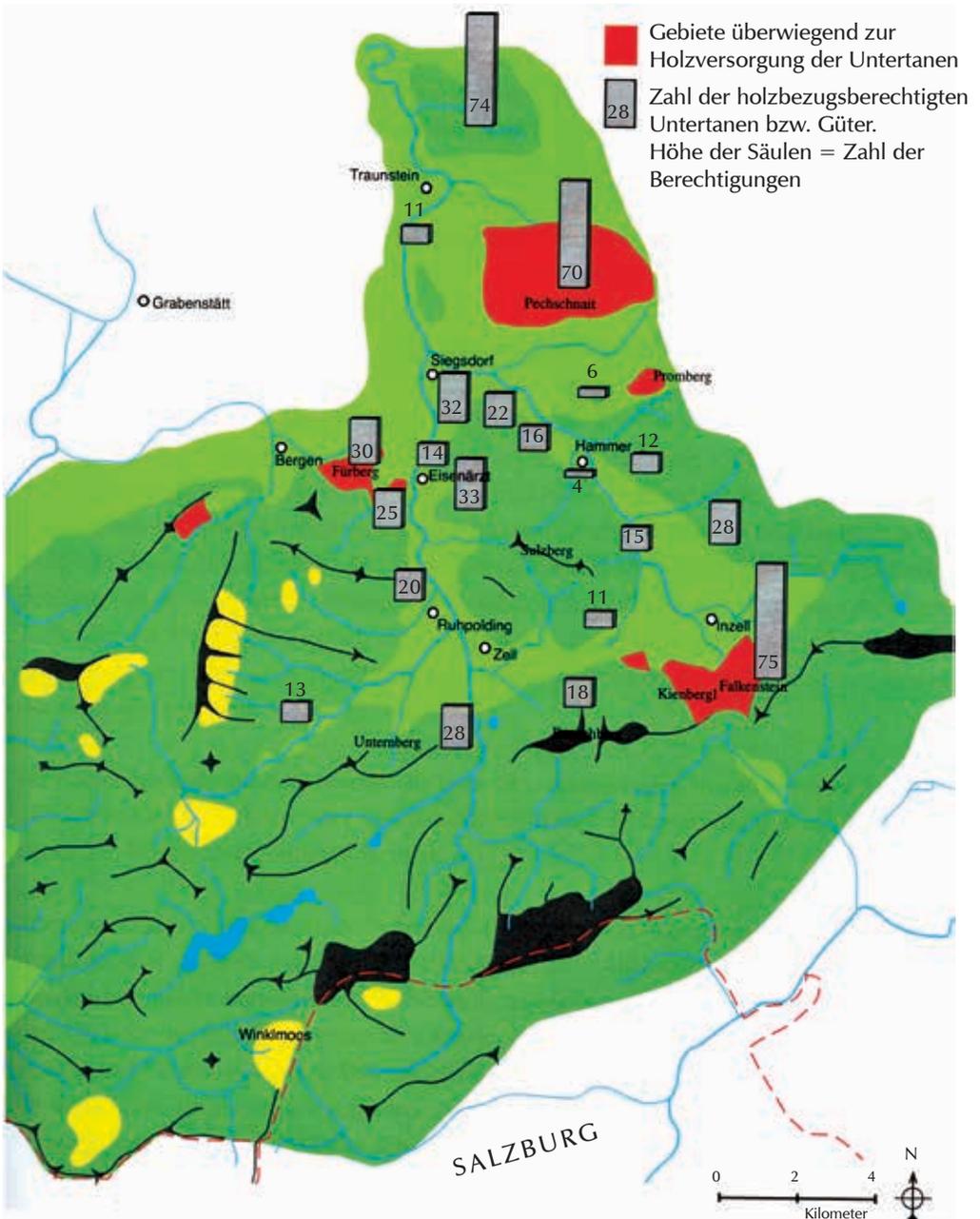


ABB. 1. Schematische Darstellung der Traunsteiner Salinenwälder, kategorisiert nach den darauf liegenden Nutzungsrechten zu Beginn des 18. Jh.

QUELLE: © Zierhut 2003, Karte 10, S. 349.

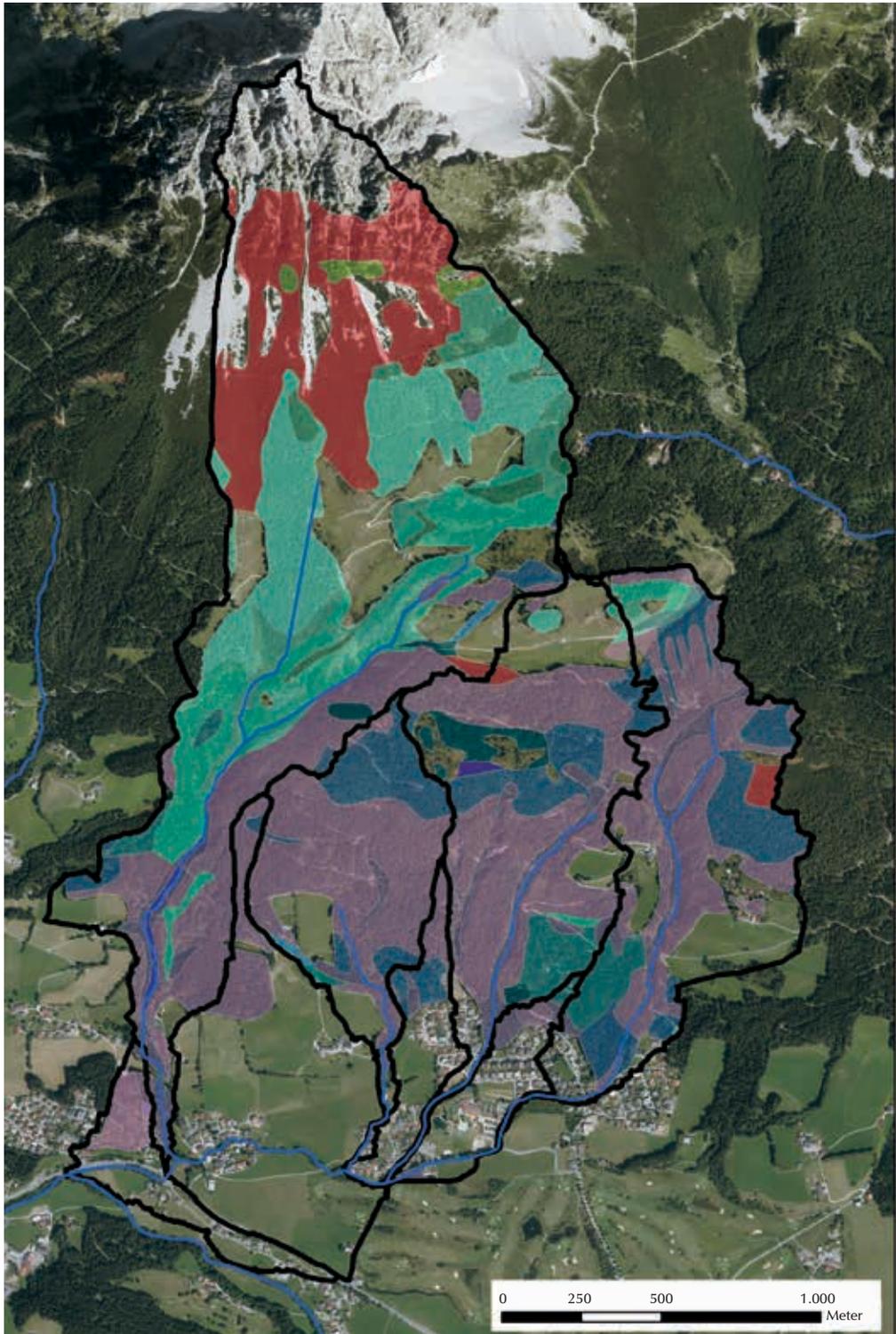
ABB. 2. Beispiel einer Waldbeschreibung von 1808 aus TLA-HS. 3916.^a

a. „Mattreyerwalderberg, Nr. 712:/Dieser ausgeplänterte und mit/Schlägen angegriffene Waldort ist/ mit Fichten und Lerchen von jedem/Alter schlecht bestanden. Der in/der Höhe stehende und noch nicht ganz/ausgewachsene Wald kann ein Quan-/tum von beyl[äufig] 2500. Klafter abwer-/fen. Blößen, Mähder, Schläge und/jüngerer Holz sind eingemengt. Der/Wuchs ist schön. Der Boden art-/haft gut, aber beraset und hie/und da etwas muß [Moos]. Die Mattrey-/er Waldenhöf, und der Markt Mat-/trey beziehen daraus das Holz, und die/ersteren haben auch den Weidge-/nuß.“



Abb. 3. Bayerische Waldkarte 1808, Nr. 1 – Unterinntal. Im Ausschnitt Wald Nr. 712: Mattreyerwalderberg.

QUELLE: ©TLA-HS. 5237.



Auenbach_вТРК

Zirben-, Lärchenwälder und Krummholzbestände

 k – Latschen, Grünerlen, Laubholz-Buschwälder, Verbuschende Flächen

Subalpine Fichtenwälder

 Fs7 – Subalpiner trockener Karbonat-(Lärchen-)Fichtenwald

Subalpine Fichtenwälder

 FT7 – Feuchter basischer (Grauerlen-) Fichten-Tannen-Wald

 FT8 – Feuchter saurer Fichten-Tannenwald

 FT16 – Frischer Lehm-(Buchen-)Fichten-Tannenwald

Fichten-Tannen-Buchenwälder

 Ftb1 – Frischer Lehm-Fichten-Tannen-Buchenwald

 Ftb2 – Frischer Silikat-Fichten-Tannen-Buchenwald der Nordalpen

 Ftb6 – Frischer Karbonat-Fichten-Tannen-Buchenwald

 Ftb7 – Mäßig frischer Karbonat-Fichten-Tannen-Buchenwald

 Ftb10 – Reicher Lehm-Fichten-Tannen-Buchenwald

 Ftb11 – Reicher Silikat-Fichten-Tannen-Buchenwald

 Ftb13 – Hochmontaner Karbonat-Fichten-Tannen-Buchenwald

 Ftb16 – Auflagehumus-Karbonat-Fichten-Tannen-Buchenwald

Buchenwälder

 Bu5 – Mäßig trockener Silikat-(Eichen-)Buchenwald

 TB2 – Frischer Silikat-Buchenwald mit Nadelholz

 LhB1 – Reicher Lehm-Edellaubholz-Buchenwald

Laubwälder

 Er2 – Montane Grauerlenau

Waldtypenkomplexe

 N – Nass-/Feuchtstandorte undifferenziert

ABB. 4. Waldkarte für den Aubach laut Waldtypisierung Tirol.
Es herrschen Fichten-reiche Bestände mit wechselnden Anteilen an Buchen
und Tannen vor. — = Grenzen der Teileinzugsgebiete.

QUELLE: © Grundlage Orthophoto Land Tirol.

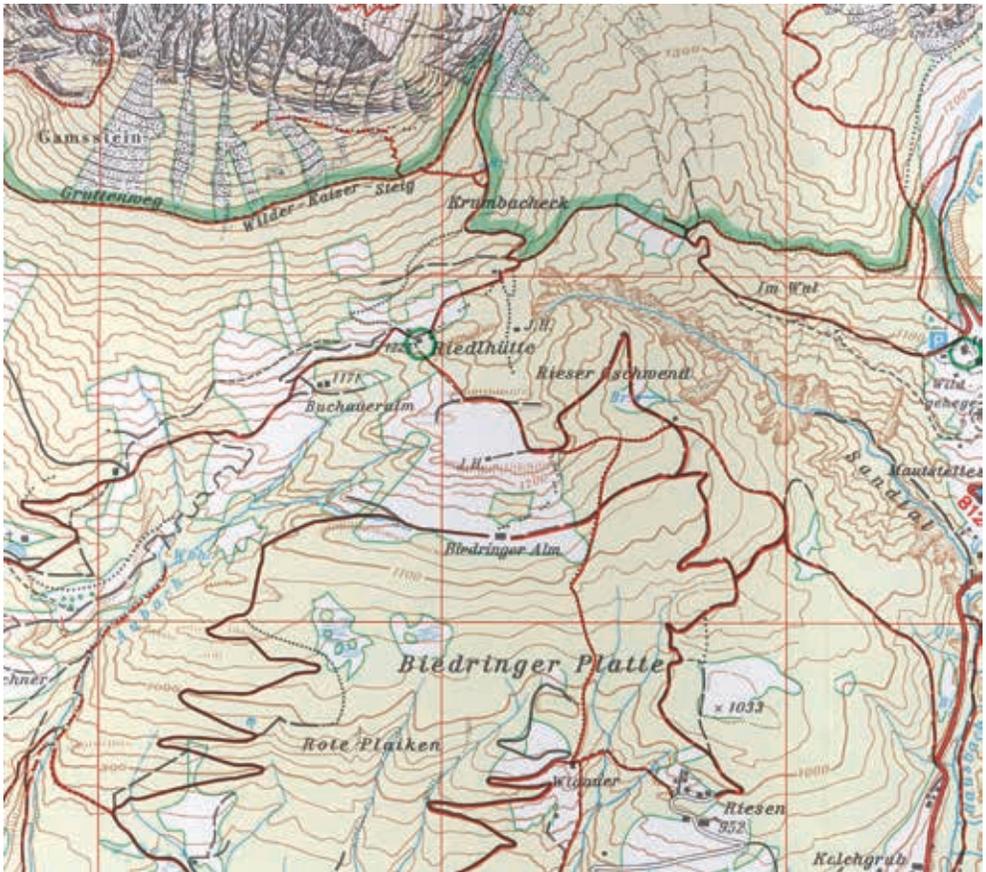


Abb. 5. Das Testgebiet in Ellmau zwischen Aubach- (Westen) und Hausbachgraben (Osten).

QUELLE: © Alpenvereinskarte 8 (1998), Kaisergebirge, M 1:25.000;
 die Seitenlänge eines roten Quadranten entspricht in der Karte einem Kilometer.



Abb. 6. Besprechung in Ellmau vor der Begehung. Links im Hintergrund der Wilde Kaiser mit dem Untersuchungsgebiet – v.l. K. Scharr, B. Kohl, A. Maier, G. Markart.

QUELLE: © C. Geitner, Nov. 2020.

ABB. 7



ABB. 8

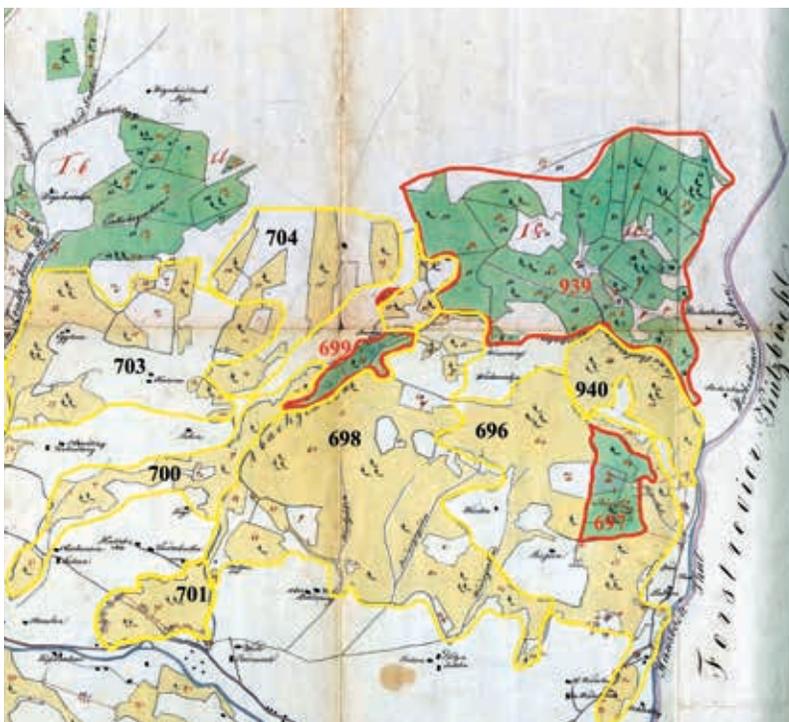


ABB. 7, 8. Ausschnitte des Testgebietes aus den Waldkarten von 1839 (7) und 1843 (8).
Rot: Staats-, gelb: Gemeinwälder.

QUELLE: © TLA-Karten und Pläne 2329 und 2671, 1-6.



ABB. 9

ABB. 10

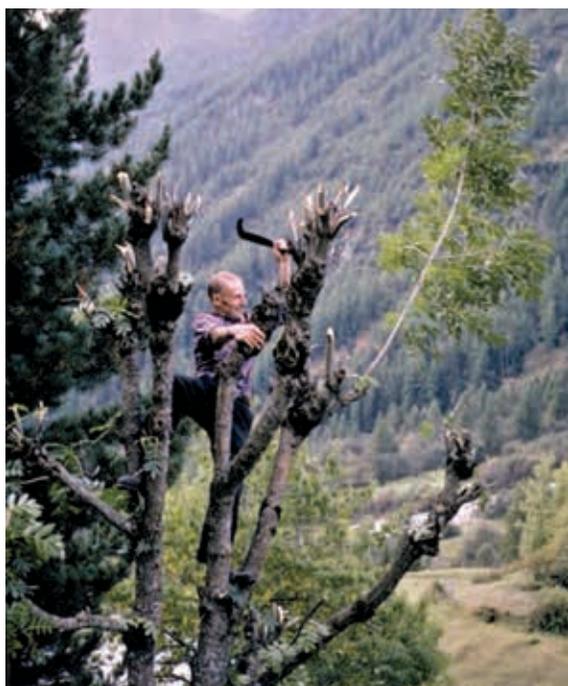


Abb. 9, 10. Geschneitelte Fichten am Rand eines kleinen Waldbestandes im Salzburgerischen Glemmtal (9). Schneiteln (10) eines Laubbaumes bis in die Baumkrone im Lötschental im Kanton Wallis im Jahr 1995.

QUELLE: © (9) Aufnahme A. Maier, Dez. 2020; (10) Martin Stuber und Matthias Bürgi, Hüeterbueb und Heitisträhl. Traditionelle Formen der Waldnutzung in der Schweiz 1800 bis 2000, Bern u.a., 2012, S. 37.



ABB. 11. Waldamtskarte von 1839 mit den bislang 30 ausgewerteten Wäldern.
 Rot: Staatswälder; gelb: Gemeinwälder; schwarz: Testgebiet nördlich von Ellmau.

QUELLE: © TLA.



ABB. 12

ABB. 13



ABB. 12, 13. Mischwaldstreifen der Waldung Nr. 704 im hochalpinen Bereich unterhalb des Tuxeck-Gipfels (2.225 m), während der Begehung, Ansichtskarte (12) Ellmau 1950; Auch wenn in der alten Aufnahme die Latschenkiefern vom Schnee verdeckt werden, ist die Zunahme des Waldbestandes seit den vergangenen 70 Jahren gut erkennbar; vgl. dazu Abb. 7 und 8 mit den Waldkarten von 1839 und 1843, die ebenfalls auf einen ausgelichteten Bestand in diesem Bereich schließen lassen.

QUELLE: © (13) Aufnahme C. Geitner, Nov. 2020, (12) <https://chronik-ellmau.at/bilder/>.

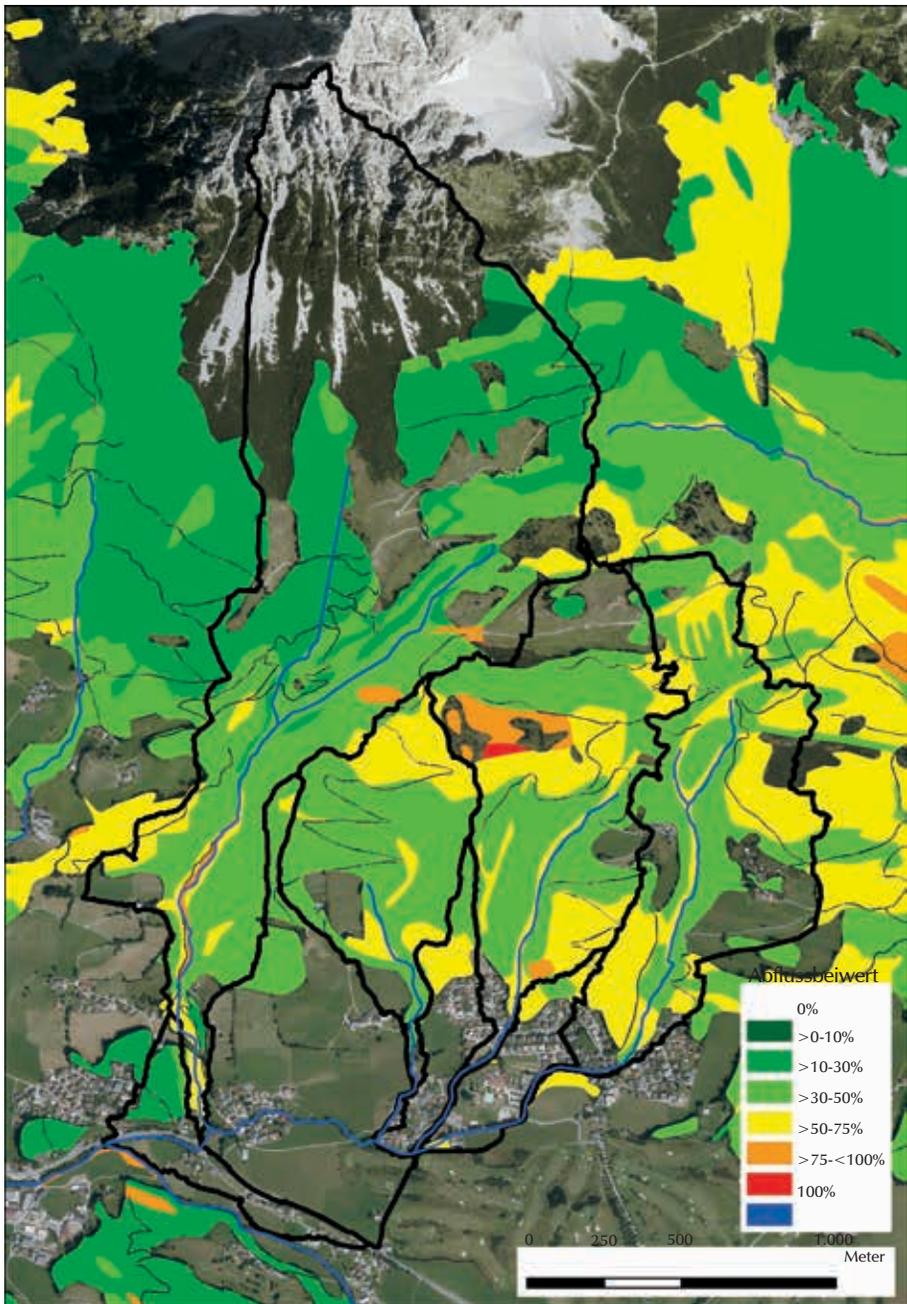


Abb. 14. Aktuelle Abflussbeiwertkarte für das Einzugsgebiet des Aubaches bei Ellmau.

QUELLE: © B. Kohl 2021.

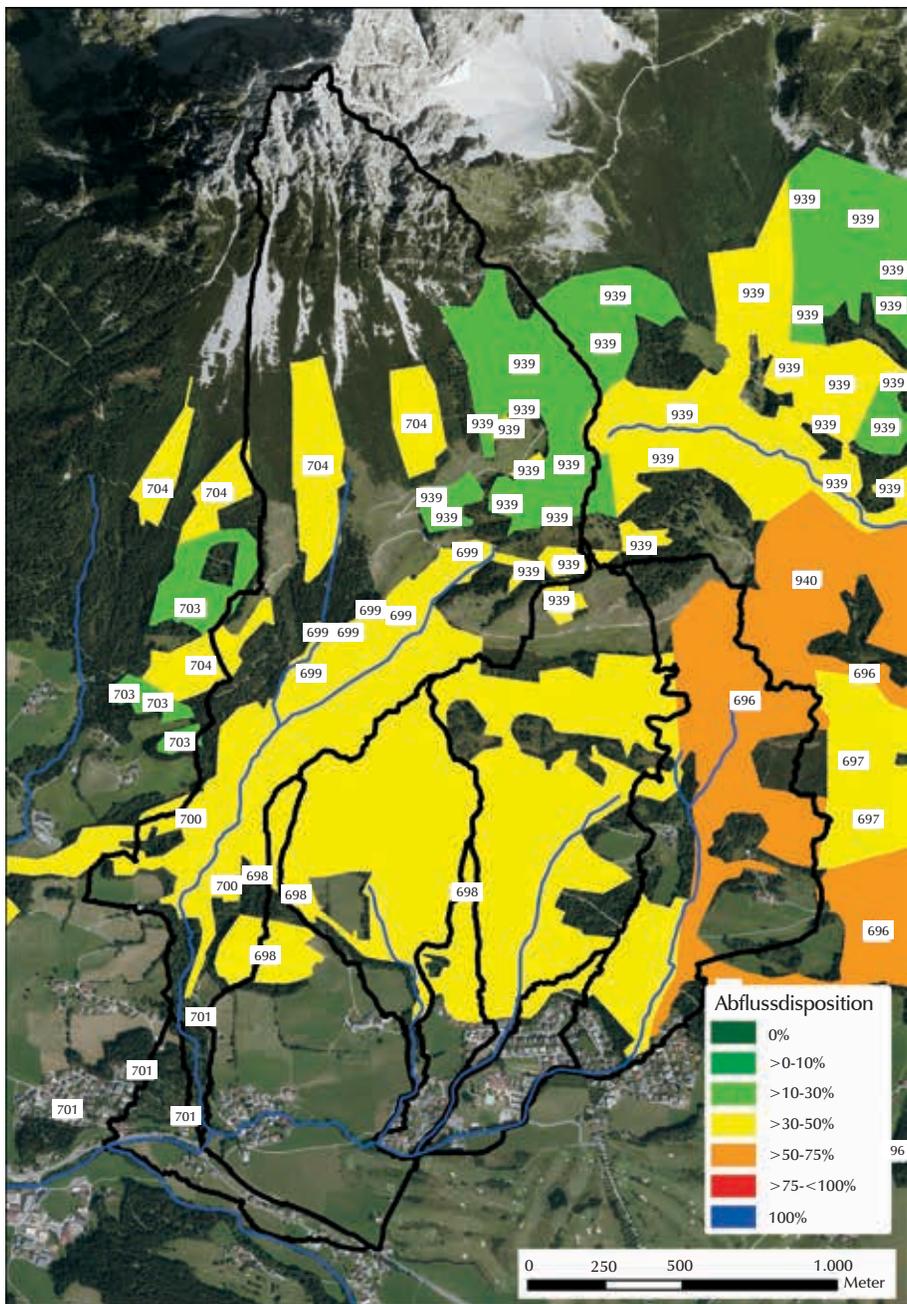


Abb. 15. Abflussdispositionsmappe für die Waldflächen im Aubach-Einzugsgebiet (Karte von 1843) basierend auf der Beschreibung der Waldkarte aus 1839. Viele Weide- und Holzbezugsrechte/ha, hohe Holzentnahme, intensive Streunutzung, noch dazu auf abflussförderndem Substrat bedeuten eine höhere Abflussbereitschaft. Daher ergibt sich für den Großteil des Einzugsgebietes eine zumindest mittlere Abflussdisposition (gelb).

QUELLE: GBA (2008): Geologische Bundesanstalt, Geofast 1:50.000, Blatt 91 – St. Johann i. Tirol 2008 [https://opac.geologie.ac.at/ais312/dokumente/91_M31.pdf]; und nach Bewertungen nach der Geländeanleitung von Markart et al. (2004, 2011).

