

Verlauf der Paläoloisach im Außerfern – Ein Rekonstruktionsversuch

Christian Wolkersdorfer^{1,2,3}

¹Department of Environmental, Water and Earth Sciences, Tshwane University of Technology, Private Bag X680, Pretoria, 0001, Südafrika;

²Laboratory of Green Chemistry, Lappeenranta University of Technology, Sammonkatu 12, 50130 Mikkeli, Finnland;

³Weidach 16, 6632 Ehrwald/Tirol; E-Mail: christian@wolkersdorfer.info

Zusammenfassung

Mittels geomorphologischer Beschreibungen und hydrogeologischen Untersuchungen wird der Verlauf einer Paläoloisach (post-Bergsturz) im Bereich des nördlichen Fernpasses postuliert. Diese verlief in der Ortslage Biberwier auf der orographisch rechten Talseite in einem Randtälchen und wechselte im Ortsteil Rauth auf die orographisch linke Talseite. Eine Datierung ist derzeit nicht möglich; auf jeden Fall muss sie nach dem Fernpassbergsturz und vor der ersten Kartendarstellung des Gebiets bestanden haben.

Abstract

Using geomorphological and hydrogeological methods a post-rockslide Paleaoloisach in the northern branch of the Fernpass rockslide is postulated. This Paleaoloisach must have flown on the orographic right side of the valley and changed to the left side at Biberwier's suburb Rauth. With the methods used it is not possible to date this Paleaoloisach but it must have existed before the first maps of the area.

Einleitung

Dies sind ein erster Versuch, und eine Diskussionsbasis, den Verlauf einer Paläoloisach im südlichen Außerfern zu beschreiben. Bisher sind dem Verfasser keine Publikationen bekannt, die sich mit einer Paläoloisach befasst hätten, oder die sich der hydrologischen Verhältnisse des Gewässers im Außerfern angenommen hätten. Für den Bayerischen Teil der Loisach hingegen stehen zahlreiche Untersuchungen über die post- und präglaziale Loisach, deren Sedimente und deren Paläoverlauf zur Verfügung (z.B. Frank 1979; Knauer 1952; Wrobel 1970). In den einzigen Arbeiten, die sich mit den hydrologischen oder hydrogeologischen Verhältnissen im Außerferner Teil der Loisach auseinandersetzen, ist keine detaillierte Beschreibung der Gewässer oder dessen Verlaufs enthalten (Köhler 1986; Köhler and Lumasegger 1992; Schuch 1981). Der Begriff Paläoloisach wird hier gewählt, um diese von der in Bayern beschriebenen Urloisach zu unterscheiden. Dabei handelt es sich um einen interglazialen Flusslauf (Krause 2001), der zuerst von Knauer (1952) beschrieben wurde und die Meyer und Schmidt-Kaler (2018) näher untersuchten. Da der Fernpassbergsturz postglazial erfolgte (Prager et al. 2006), muss das Alter der hier beschriebenen Paläoloisach jünger sein als das der Urloisach in Bayern, womit sich der Name Paläoloisach gegenüber dem der Urloisach ergibt, um Verwechslungen zu vermeiden. Unter Paläoloisach sei hier allerdings nicht ein potentieller Verlauf der Loisach vor dem Fernpassbergsturz verstanden (Prä-Loisach) – detaillierte Forschungen dazu stehen bisher aus, obgleich immer wieder eine Entwässerung der Loisach nach Süden, ins Inntal hinein, diskutiert wird (z.B. Abele and Maier 1975; Penck and Brückner 1901).

Beim vorläufigen Arbeitsgebiet handelt es sich um den Bereich zwischen die heute als Loisachquellen bezeichnete Region westlich von Biberwier und dem Eintritt der Loisach in das Ehrwalder Becken („Lermooser Moos“; Abb. 1). Im Ehrwalder Becken selbst ist der Verlauf der Loisach seit dem Ende des 19. Jahrhunderts stark anthropogen verändert (Haudek 1991; Moser 2004) und seit 2014 sind die dortigen Altarme der Loisach instandgesetzter Teil des „Naturschutzgebietes Ehrwalder Becken“, das seit 1991 Naturschutzgebiet ist (Amt der Tiroler Landesregierung).

Methoden

Bei hydrogeologischen Untersuchungen zwischen den Loisachquellen und dem Ortsausgang von Biberwier ließen sich mehrere Trockentäler identifizieren, die einen anderen als den heutigen Verlauf der Loisach nach dem Fernpassbergsturz nahelegen. Für die Untersuchung kamen die geologische Karte 1:50 000 (GEOFAST 116 – Telfs, Ausgabe 2011/04), LADAR-Daten (TirisMaps), historische Karten (Tiris Historische Karten Tirol), Kernbohrungen und hydrogeochemischen Untersuchungen (Hauptionen und Spurenelemente) zum Einsatz. Außerdem wurden die Aussagen der Einheimischen in Biberwier herangezogen, die sich auf die Loisach oder den Dorfbach beziehen.

Der Name Loisach

Nicht immer lagen die Quellen der „Loisach“ am Fernpass. Vielmehr wandelte sich die Bezeichnung des Flusses im Laufe der Jahrhunderte (Tab. 1), und noch bei Weber (1837) heißt es: „Der Ursprung dieses grösstentheils baierischen Flusses findet man bei Lähn, die übrigen Zuflüsse von allen Bergen nieder, die bei Ehrwald gesammelt, unter der Ehrwalderschanze, nordwärts abfallend, aus dem Lande treten, und nach einem meist nordöstlichen Laufe von 8 ½ Meilen bei Wolfratshausen in die Isar fallen“ und gleichlautend schreibt Borne (1881): „Die Loisach entspringt in Tyrol zwischen Reutte und Lermoos im Zwischenthoren, fließt in den Kalkalpen über Lermoos und Garmisch, tritt bei Eschenlohe in Eocänschichten, durchfließt hier den Kochelsee, in dessen nordöstlicher Fortsetzung den sumpfigen Rohrsee und das diese Seen umschliessende Haselmoos, und tritt bei Rain in das Schwäbisch-Bayerische Plateau“. Auch Müller (1905) schreibt 24 Jahre später: „Hinter der Klause zieht die Straße in dem hochgelegenen reichlich mit Schutt bedeckten Hinterthorntale über Heiterwang (991 m) und Bichelbach bis zu dem oft von Lawinen heimgesuchten Lähn, einem Ort unweit der Loisachquelle, und senkt sich dann nach Lermoos (989 m) in das oberste Talbecken dieses Flusses, das wohl heute reichlich mit Schutt gefüllt ist, dessen Moorgründe aber auf die frühere Wasserbedeckung des auffallend großen Kessels deutlich genug hindeuten“.

Tab. 1: Historische Namen der heute als Loisach und Lussbach bezeichneten Fließgewässer in historischen Karten Tirols.

| Year | Loisach | Lussbach | Reference |
|-----------------------------|--|---------------------------------------|-----------------------|
| 1561 | – Fons Loyse ² | – | Lazius 1561 |
| 1573 | – Loÿsa fluss ² | – | Ortelius 1573 |
| 1595 | Loik, fons Loisa Fluss ² | – | Bertellus 1595 |
| 1604 | – Loÿsa fluss ² | – | Warmund Ygl 1604 |
| 1654 | Loÿsa fluss | – | Sanson 1654 |
| 1760 | Achen Bach Laysach (Loysach Bach) | Rigl Bach | Anich & Hueber |
| 1765 | Achen-Bach ³ | – | Peter Anich |
| 1798 | – | Loysach | Bacler d'Albe |
| 1810 | Aach Bach | Loisach Bach | '1. Landesaufnahme' |
| 1861 | Louisach Bach | Riegel Bach | Kulturen-Skelett |
| 1870 | – Ach Loisach | Riegl Bach | '2. Landesaufnahme' |
| 1872 | – | Loisach Bach | |
| 1881 | – | Loisach | Borne 1881 |
| 19 th century | – | Lauchwaldbach, Loisach, Lus | Moser 1932 |
| 19 th century | – Loisach ⁴ | – | Spezialkarte 1:75.000 |
| 1904 | Achen Bach Loÿsach Bach | | 'Straßenkarte' |
| 2015 | Schmittebach Loisach ¹ | Rigtalbach Lussbach ⁵ | Katastermappe |
| 2016 | Loisach (Feuer-Bach) Kleine Ach (Loisach) ¹ | Rigetel-Bach Luss-Bach ⁵ | AV-Karte 4/1 digital |
| 2018 | Loisach (2-6-26) | Lussbach (2-6-26-4) | Tiris |

¹oberstromig | unterstromig Schmitte; ²exakter Verlauf nicht eindeutig; ³oberstromig des Zusammenflusses mit dem Lussbach; ⁴oberstromig | unterstromig des Zusammenflusses mit dem Lussbach; ⁵oberstromig | unterstromig Gries

Daraus folgt, dass das heute durch Lermoos fließende, als Lussbach bezeichnete Gewässer einst den Namen Loisach trug und südlich Lähn seine Quelle hatte. Folgt man der allgemein üblichen Benennung von Flüssen und Quellen, ist dort tatsächlich die Quelle der Loisach zu suchen, denn der Ursprung eines Fließgewässers ist üblicherweise an der von der Mündung am weitesten entfernten Stelle. Von der Einmündung des Lussbachs in die Loisach bis zur Quelle des Lussbachs sind es etwa 7,7 km und von dieser Einmündung bis zur Loisachquelle nur etwa 6 km. Korrekterweise müsste daher die Loisachquelle im Riege-Tal bei Lähn zu verorten sein. Gemäß dem Wasserbuch (QU70803002) liegt „[die] Quelfassung der Loisachquelle [...] ca. 650 m westlich des Wasserbehälters der Brünnenquelle und ca. 800 m östlich des Mittersees. Sie entspringt am Fuße eines von West nach Ost geneigten bewaldeten Steilhanges, ca. 80 m westlich führt ein Wandersteig Richtung Mittersee vorbei“ auf dem Grundstück 1908/2 Gemeinde

70803 Biberwier Katastergemeinde 86003 Biberwier (Rechtswert: 40456,75 Hochwert: 248193,22 Meridian: M28 Höhe: 1061,21), GK100009.

Welche Gründe dazu führten, dass die „Loisachquellen“ heute südwestlich von Biberwier liegen, und ab wann sich der Name allgemein durchsetzte, ließ sich bislang nicht eruieren.

Ergebnisse und Diskussion

Heutiger Verlauf der Loisach und des Dorfbachs

Eine Loisachquelle *sensu stricto* lässt sich nicht lokalisieren, vielmehr wäre es korrekt von einem Quellgebiet zu sprechen, das sich südwestlich von Biberwier befindet. Es umfasst von der Trinkwasserfassung der Gemeinde Biberwier bis zur Stempelstelle „Loisachquelle“ auf einer Länge von 300 bis 400 m eine Vielzahl kleinerer und größerer Quellaustritte.

Von Quellgebiet auf 1061 müA (Meter über Adria) ausgehend verläuft die Loisach zunächst 530 m in nordöstlicher Richtung über Material des Fernpassbergsturzes und Till, bis sie auf den Steilabfall der Weißwand trifft (Hauptdolomit) und diesem 350 m folgend in östliche Richtung umknickt. Kurz vor dem Sportplatz Biberwier ändert sie 400 m lang ihren Verlauf in Richtung Südosten, und nachdem sie zwischen 2 Tomas und unter der Fernpassstraße (B179) durchgeflossen ist auf 170 m Richtung Nordosten. Das Gebiet um den Sportplatz (ehemals Falte-Moos) besteht unter anderem aus Ausbruchsmaterial aus dem Lermooser Tunnel (Anonymus 1981), was den Verdacht nahelegen würde, dass die Loisach im Zuge der Baumaßnahmen umgeleitet worden war. Die ist jedoch nicht der Fall, wie sich aus den historischen Karten ergibt. Vielmehr hatte die Loisach auch vor dem Bau der Fernpassstraße annähernd den gleichen Verlauf wie heute (Abb. 1 und Abb. 2). Abele (1964) kartiert an dieser Stelle eine „Verlandungszone“ sowie „Mur- oder Schwemmkegel“ und auf der Katastermappe von 1856 zieht von den Weißwänden ein Bach hinab, der nahe der heutigen Unterführung in die Loisach mündete.

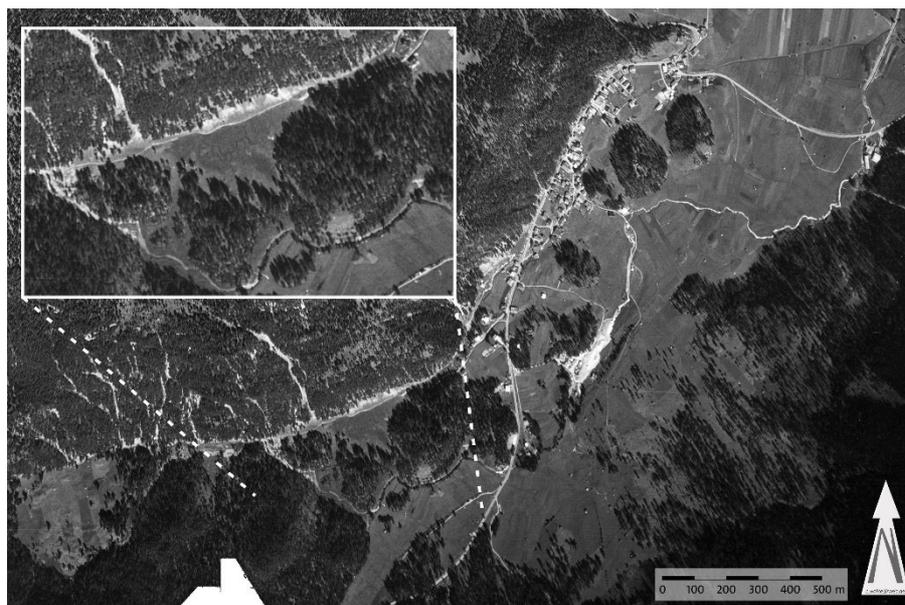


Abb. 1: Britisches Luftbild Biberwier vom August 1953 mit Bildeinsatz „Fußballplatz“. Durch die Lichtverhältnisse tritt der Verlauf der Loisach deutlich hervor (NCAP_JARIC_ASM_0070_AM S_13343). Im Bildeinsatz sind die Vernässungszone und die von den Weißwänden herunterziehende Rinne erkennbar.

Dem Toma Sonnbichl (ehemals Narrenbichl) umfließt die Loisach nun südlich auf einer Länge von 260 m, um dann für 170 m nach Südwesten bis zur L391 auf (1019 müA) abzuknicken. Auf diesen 1880 m ab dem Quellgebiet besitzt die Loisach ein Gefälle von 22,3 ‰.

Von dort fließt die Loisach nun auf einer Strecke von 190 m über eine Geländestufe und legt dabei einen Höhenunterschied von 15 m zurück (1005 müA), was einem Gefälle von 78,9 ‰ entspricht. Höhenmäßig entspricht dies der Quelle des Dorfbachs auf Grundstück 157/9, südlich Hausnummer Im Tal 15.

An dieser Geländestufe ist deutlich die rückschreitende Erosion der Loisach zu erkennen, der jedoch durch den Straßenbau Einhalt geboten wurde.

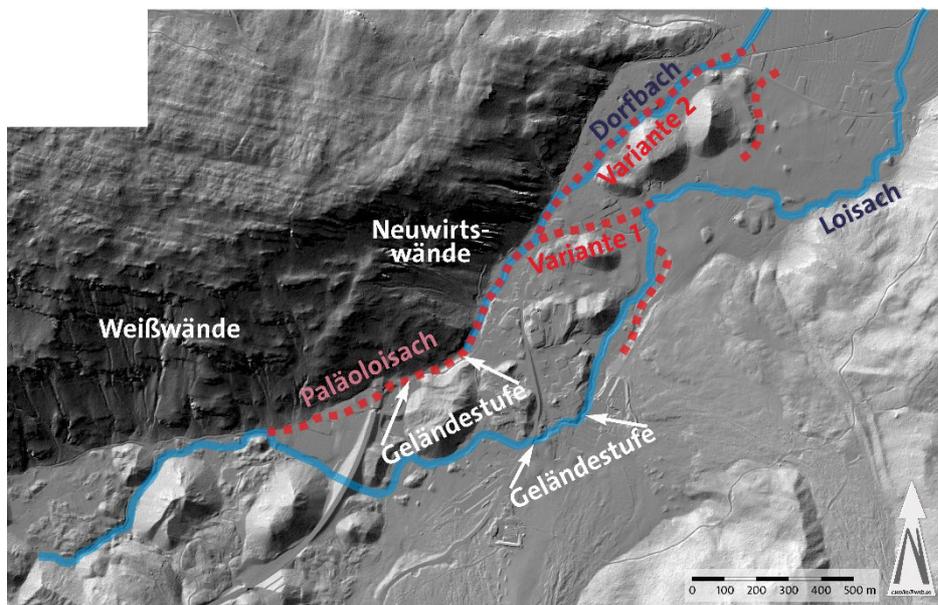


Abb. 2: Loisach und Dorfbach südwestlich von Biberwier sowie prognostizierter Verlauf der Paläoloisach mit Variante 1 und 2 (veränderte Tiris Lidar data).

Ab dieser Stelle fließt die Loisach für 780 m östlich an mehreren Tomahügeln vorbei in nördliche Richtung. An den Flanken im Schwemm- und Murenkegel ist abzulesen, dass der Fluss im Lauf der Zeit sein Bett um etwa 70 m nach Westen verlegt hat. Zwischen dem Campingplatz und dem Gebäude Mühlsteig 8 gibt es Prallhänge und ein Trockental, aus dem zahlreiche kleinere Quellen austreten und die dortigen Fischteiche mit Wasser versorgen.

Im Bereich Rauth trifft die Loisach auf einen querstehenden Toma (Scheibenbühl laut Josephinischer Landesaufnahme) und ändert ihren Lauf für 600 m in Richtung Osten, um dann in nördlicher Richtung bei 967 müA in das Ehrwalder Moos einzutreten. Bis dorthin hat die Loisach vom Ausgang der Geländestufe bis zur Verbindungsstraße nach Ehrwald 1780 m und einen Höhenunterschied von 38 m zurückgelegt, was einem Gefälle von 21,3 ‰ entspricht und etwa identisch mit dem oberhalb der Geländestufe ist.

Einen einfacheren Verlauf weist der westlich der Loisach verlaufende Dorfbach auf. Er entspringt am Auslauf eines Trockentales südlich des Anwesens Im Tal 15 auf einer Geländehöhe von 1005 müA, am nördlichen Abhang des Narrenbichls. Von dort fließt der Dorfbach auf 1377 m Länge in nordöstlicher

Richtung, bis er auf 968 müA die Ebene des Ehrwalder Mooses erreicht. Daraus errechnet sich ein Gefälle von 26,9 ‰. Hydrochemisch unterscheidet sich das Wasser der Quelle deutlich vom Wasser der Loisach; erst ab dem Hotel Halali zeigen die Auswertungen eines Tracertests und hydrochemische Berechnungen einen Einfluss von Loisachwasser, das dem Dorfbach unterirdisch zuströmt.

Auf fast der gesamten Strecke liegt das Bett der Loisach entweder in den Lockerablagerungen des Fernpassbergsturzes oder in Schwämm- und Murkegeln (21 – 22 ‰ Gefälle). Nur zwischen dem Narrenbichl und dem Elektrizitätswerk hat sich der Fluss in härtere Gesteine des Bergsturzes eingegraben (79 ‰ Gefälle). Insgesamt beträgt das Gefälle vom Quellgebiet bis zur Straße nach Ehrwald 24 ‰. Der Dorfbach fließt fast ausschließlich in einem kleinen Tälchen zwischen den Ablagerungen des Fernpaßbergsturzes und dem anstehenden Hauptdolomit und Plattenkalk. Sein Gefälle ist mit 27 ‰ in der gleichen Größenordnung wie das Gesamtgefälle der Loisach.

Auffallende Änderungen des Bachverlaufs

Im Verlauf der Loisach fallen zwei Charakteristika auf: der Fluss knickt einmal vor einem Murkegel nahe dem Sportplatz abrupt nach Südosten ab und wenige hundert Meter in dem gedachten weiteren Verlauf findet sich ein Trockental, das dem vorherigen Verlauf entspricht und nach etwa 500 m den Verlauf des Dorfbaches vorzeichnet. Wie bei der Geländestufe der Loisach an der L391 fällt das Trockental auf weniger als hundert Metern von 1020 auf 1005 müA ab. Schuch (1981) hat dort bis 1002 müA eine 18 m mächtige Ton-Schluff-Abfolge erbohrt (Bohrung 1), die er als dünnen Gehängeschutt über Grundmoräne deutet. Die Schluff- und Sandlagen könnten glaziofluviale Ablagerungen, Murablagerungen sowie Ablagerungen des Fernpassbergsturzes darstellen. Das Grundwasser stand bei 1017 müA. Weitere Aufschlussbohrungen des Verfassers erbohrten im Trockental gleichartige Sande und Schluffe sowie einen von 1008 müA bis 1006 müA nach Norden abfallenden Grundwasserspiegel, der bei 1005 müA als Quelle zutage tritt. Eine von den Einheimischen angenommene Verbindung von einer Versickerungsstelle der Loisach (Dreadlloch) zu dieser Quelle ließ sich trotz dreier Tracertests mit Uranin nicht nachweisen. Geringfügig erhöhte Na⁺- und Cl⁻-Konzentrationen legen allerdings den Schluss nahe, dass die Quelle von Grundwasser gespeist wird, dass diesem Trockental folgt, denn am Beginn des Trockentales stehen die Salzsilos der Fernpassstraße.



Abb. 3: Biberwier, Ortsteil Rauth, Blickrichtung Süden (Februar 2014). Rechts die Talung des Dorfbachs, links an der Brücke der Loisachknick Rauth. Das Tal zwischen dem Aufnahmepunkt und dem gegenüberliegenden Tomahügel ist mit fluvialen Sanden und Kiesen gefüllt und wird von einem Graben zur Loisach hin entwässert.

Ein weiterer Knick im Verlauf findet sich im Ortsteil Rauth, wo der Fluss scharf aus der nördlichen Richtung in eine östliche umknickt. Zwischen dieser Stelle und dem Dorfbach am Fuße der Neuwirtswände befindet sich eine relativ breite Eintalung, die heute durch einen Drainagegraben entwässert wird und von dem die Einheimischen sagen, dass beim Bauen viel Wasser anfiel. Tatsächlich ließ sich bei Bohrarbeiten (Kleinbohrungen bis maximal 5 m Teufe) bereits in 60 cm Teufe eine starke Wasserführung im Bereich Rauth nachweisen. Bis 4 m Teufe finden sich gerundete und eckige Ablagerungen aus Kiesen und Sanden, die als fluviatile Ablagerungen und im Bohrlochtiefsten möglicherweise als Grundmoräne gedeutet werden können. Ob es sich dabei auch um durch den Fernpassbergsturz umgelagerte fluviatile Sedimente handelt, lässt sich ohne tiefere Bohrungen nicht sagen.

Schlussfolgerungen

Aus den morphologischen und geologischen sowie hydrogeologischen Geländebefunden lässt sich ableiten, dass die heutige Loisach nach dem Fernpassbergsturz in nördliche Richtung in dem orographisch rechten (westlichen) Randtälchen zwischen den Felssturzmassen, den Tomahügeln und dem anstehenden Hauptdolomit und Plattenkalk floss („Paläoloisach“). Darauf deutet ein Trockental zwischen dem Narrenbichl und den Neuwirtswänden hin, das für die verhältnismäßig kleine Durchflussmenge des Dorfbaches zu klein erscheint, selbst wenn man einen in der Vergangenheit größeren Durchfluss annähme. Die Geländestufe an der Talstation Marienberglift und die Erosion der dortigen Murenablagerungen machen einen verhältnismäßig jungen Eindruck. Mit großer Wahrscheinlichkeit hat eine Mure aus den Weißwänden das Randtälchen verlegt und die Paläoloisach gezwungen, sich einen neuen Weg Richtung Osten zu suchen, der im Wesentlichen dem heutigen Verlauf folgt. Ein Teil des Wassers, das aus dem Weiß- und Neuwirtswänden stammt, fließt heute unterirdisch in diese Murenablagerung und strömt der Quelle im Tal zu. Eine Verbindung der Quellen zur Loisach (Dreadlloch) ließ sich tracertechnisch und hydrochemisch nicht nachweisen; vielmehr weisen die erhöhten Na und Cl-Konzentrationen auf einen Einfluss von Streusalz hin. Erst ab dem Hotel Halali scheint Loisachwasser unterirdisch den Dorfbach zuzufießen, wie die Tracerauswertung und die Hydrochemie des Dorfbaches zeigen. Ein alter Prallhang am nördlichsten Tomahügel in Biberwier legt nahe, dass der als Variante 1 bezeichnete Fließweg der Paläoloisach gegenüber der Variante 2 der wahrscheinlichere ist (Abb. 2). Bei Variante 1 floss die Paläoloisach aus dem orographisch rechten Randtälchen durch zwei Tomahügel hindurch in das orographisch rechte Randtälchen. Bei der Variante 2 wäre die Paläoloisach dem heutigen Verlauf des Dorfbaches gefolgt. Da dieser jedoch verhältnismäßig wenig in die Sedimente eingeschnitten ist, wäre das ein weiterer Beleg für die Variante 1 für den Verlauf der Paläoloisach.

Der heutige Verlauf der Loisach ab dem Fußballplatz könnte einem älteren Verlauf des Pfarrer-Fink-Baches entsprechen, der im Bereich des ehemals geplanten Dorfhofs sein Quellgebiet hat.

Eine Datierung des Verlaufs der Paläoloisach ist mit den hier vorgestellten Methoden nicht möglich, da diese ursprünglich ein anderes Ziel hatten. Zur Datierung wären weitere, vor allem tiefere Kernbohrungen nötig, und es müsste eine Datierung von Paläoböden erfolgen. So zeigte sich bei der 5 m tiefen Bohrung am Dreadlloch, dass sich in dieser Teufe ein durchwurzelter Paläoboden befindet, der möglicherweise von einer Moräne überschüttet wurde. Ob es sich dabei um eine aus den Weißwänden oder vom Schachtkopf handelte lässt sich ohne weitere Untersuchungen nicht beurteilen. Um dies zu klären, wären die oben

erwähnten Bohrungen im Bereich des Fußballplatzes und im Bereich Rauth nötig. Ohne Zweifel ist die Paläoloisach älter als die ältesten bekannten topographischen Karten, da sie – soweit sich das mit Sicherheit sagen lässt – alle eine Loischach zeigen, die einen Knick nach Osten aufweist.

Danksagung

Der Autor dankt der National Research Foundation (NRF) Südafrika unter dem SARChI Chair für Mine Water Management für die Finanzierung des Aufenthalts in Tirol. Dank auch an die LMU München, die es ermöglichte, in zwei Sommern studentische Geländeübungen im Zwischentoren durchzuführen, in dessen Rahmen die vorgestellten Untersuchungen erfolgten. Dank auch an die Bezirkshauptmannschaft Reutte, die die Genehmigungen zur Untersuchung erteilte und alle Einwohner des Talkessels, die mich bei meiner Arbeit unterstützten und uns jederzeit auf ihre Privatgelände ließen. Armin Hanneberg stellte Literatur zur Verfügung, die in südafrikanischen Bibliotheken nicht auffindbar war. Meinen Töchtern Karoline und Franziska danke ich für Ihre Geduld bei den Geländearbeiten.

Literatur

- Abele, G. (1964): Die Fernpaßtalung und ihre morphologischen Probleme. – Tübinger Geograph. Studien, 12:1-123, 7 Abb., 4 Bilder, 3 Tab., 1 Faltkarte.
- Abele, G. & Maier, J. (1975): Fernpass – Garmisch Partenkirchen. – Innsbrucker Geograph. Stud., 2:145-165, 3 Abb., 1 Tab.
- Amt der Tiroler Landesregierung Ehrwalder Becken. In. <http://www.tirolerschutzgebiete.at/schutzgebiete/naturschutzgebiete/ehrwalder-becken.html> Accessed 2018-09-22.
- Anonymus (1981): Fernpaß-Schnellstraße Lermooser Tunnel – Taufe und Anschlag am 2. Oktober 1981. – 32 p., 44 Abb.; Innsbruck (Landesbaudirektion Tirol).
- Borne, M. v. d. (1881): Die Fischerei-Verhältnisse des Deutschen Reiches, Oesterreich-Ungarns, der Schweiz und Luxemburgs. – 306 p., Berlin (Moeser).
- Frank, H. (1979): Glazial übertiefte Täler im Bereich des Isar-Loisach-Gletschers. – Eiszeitalter und Gegenwart, 29:77-99, 8 Abb., 1 Tab., 2 Taf.
- Haudek, O. (1991): Ehrwald in Wort und Bild – Chronik des Zugspitzdorfes. – zahlr. Abb, zahlr. Tab.; Ehrwald (Eigenverlag Gemeinde Ehrwald).
- Knauer, J. (1952): Diluviale Talverschüttung und Epigenese im südlichen Bayern. – Geol. Bavarica, 11:1-32, 11 Abb.
- Köhler, M. (1986): Lermooser Tunnel (Außerfern, Tirol) – Baugeschichtliche Verhältnisse, Prognose und tektonische Schlußfolgerungen. – Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, 13(15):363-379, 1 Abb., 1 Taf.
- Köhler, M. & Lumasegger, M. (1992): Hydrogeologische Untersuchung des Fernpaßgebietes. – 239 p., Innsbruck (ILF Consulting).
- Krause, K.-H. (2001): Die geologisch-hydrogeologische Situation im Jung- und Altmoränengebiet des Andechser Höhenrückens zwischen Ammer- und Würmsee und in der nördlich angrenzenden

- Wurzelzone der westlichen Münchener Schotterebene (Oberbayern). – 94 Abb., 22 Tab., 5 Anh.; München (unveröff. Diss. TU München).
- Meyer, R. & Schmidt-Kaler, H. (2018): Auf den Spuren der Eiszeit südlich von München – westlicher Teil: Wanderungen in die Erdgeschichte, 3rd edn. – 128 p., 164 Abb.; München (Pfeil).
- Moser, H. (2004): Lermoos, 3 edn. – 149 p., zahlr. Abb.; Lermoos (Eigenverlag Gemeinde Lermoos).
- Müller, J. (1905): Das spätmittelalterliche Straßen- und Transportwesen der Schweiz und Tirols. Eine geographische Parallele. – Geogr. Z., 11(2):85-99.
- Penck, A. & Brückner, E. (1901): Die Alpen im Eiszeitalter: 3 Bde. – Leipzig (Tauchnitz).
- Prager, C., Patzelt, G., Ostermann, M., Ivy-Ochs, S., Duma, G., Brandner, R. & Zangerl, C. (2006): The age of the Fernpass rockslide (Tyrol, Austria) and its relation to dated mass movements in the surroundings. – In: Tessadri-Wackerle, M. (ed) Pangeo Austria 2006. – p. 258–259, Innsbruck (Innsbruck Univ. Press Conf. Series).
- Schuch, M. F. (1981): Bericht über die Ergebnisse der Hydrogeologischen Untersuchungen im Bereiche des Weißen-, Mitter- u. Finstersees. – 14 p., 1 Abb., 8 Beil.; Innsbruck (Michael F. Schuch).
- Weber, B. (1837): Das Land Tirol mit einem Anhang – Vorarlberg – ein Handbuch für Reisende – Einleitung – Nordtirol (Inn-, Lech-, Grossachenregion): 1. – 862 p., Innsbruck (Wagner).
- Wrobel, J.-P. (1970): Hydrogeologische Untersuchungen im Einzugsgebiet der Loisach zwischen Garmisch-Partenkirchen und Eschenlohe/Obb. – Bayer. Akad. Wiss., Math.-nat. Kl., Abh., N. F., 146:1-87, 38 Abb., 23 Tab., 3 Anl.