

# Verein für HÖHLENKUNDE in Obersteier



**SPELEO-AUSTRIA**

**2023**





# Zur Altersbestimmung von megalithischen unterirdischen Trockenmaueranlagen und Steinmonumenten in der Nordoststeiermark, Austria

Sebastian Wiesmair & Heinrich Kusch

Das Gebiet rund um Voralpe in der Oststeiermark/Österreich weist für den mitteleuropäischen Raum eine hohe Dichte an außergewöhnlichen unter- wie auch oberirdischen Steinmonumenten auf, die bisher wissenschaftlich kaum untersucht wurden und von ihren Strukturen her in der Literatur als „prähistorisch“ interpretiert werden. Um die Standorte dieser Menhire, Lochsteine und der unterirdischen, aus Trockenmauerwerk errichteten, Anlagen umfassend zu dokumentieren, wurden vorhandene Daten aus früheren Kartierungen zusammengeführt und in zwei Karten eingezeichnet. Bereiche ohne Daten wurden mit weiteren Kartierungen vervollständigt. Als Ergebnis wurde eine Datenbank von mehr als 500 dieser Steinsetzungen auf einer Fläche von 400 km<sup>2</sup> im Bereich Voralpe und über 120 unterirdischen Trockenmaueranlagen entwickelt, die hier vorgestellt wird. Um das Alter dieser megalithischen Steinsetzungen, der in der Nähe befindlichen Erdställe und unterirdischen Anlagen zu bestimmen, wurde der Versuch unternommen das Expositionsalter einiger bearbeiteter Gesteinsoberflächen mit Hilfe des kosmogen gebildeten Nuklids <sup>10</sup>Be zu bestimmen. Dazu wurden insgesamt neun Proben von jeweils einem Lochstein, einem Menhir, einem vorerst vermuteten prähistorischen Steinbruch und von fünf Abdeck- bzw. Überlagplatten unterirdischer Trockenmaueranlagen in zwei Etappen genommen und deren <sup>10</sup>Be Gehalt gemessen. Die gemessenen Konzentrationen wurden auf die Endglieder-Prozesse: (a) eines Expositionsalters und (b) einer Erosionsrate umgerechnet. Die Berechnungen ergeben Expositionsalter zwischen etwa 10.000 und 55.000 Jahren. Die berechneten Erosionsraten betragen zwischen 12 m/Myr und 75 m/Myr. Als Erosionsraten interpretiert korrelieren die gemessenen Werte gut mit anderen Messungen holozäner Erosionsraten aus diesem Teil der Ostalpen. Die Expositionsalter können als Bearbeitungs- oder Herstellungsalter der Menhire und Steinplatten in den unterirdischen Schächten und Ganganlagen interpretiert werden. Dies wäre jedoch nur dann eindeutig nachgewiesen, wenn bewiesen werden könnte, dass die Steinplatten vor ihrer Aufstellung aus vielen Metern Tiefe unter der Oberfläche stammen oder in einem Steinbruch durch Menschen abgebaut wurden. Um die Herkunft der Megalithen zu bestimmen, wurden einige Gesteinsproben von den Menhiren in Bezug auf ihre mineralogische Zusammensetzung untersucht, mit dem Raster-Elektronenmikroskop analysiert und diese Daten mit veröffentlichten petrologischen Beschreibungen der Gesteine der Umgebung verglichen. Dieser Vergleich zeigte, dass ein Ursprung der eingefügten Steine (Klaubsteine von der Erdoberfläche) in die Seitenwände der Trockenmauern der unterirdischen Anlagen aus der näheren Umgebung wahrscheinlich ist (insbesondere aus dem Strallegg-Komplex). Andererseits entziehen sich Hunderte vom Menschen nachbearbeitete Überlagplatten von steingemauerten Gängen, Schächten, Steinkammern, Menhire und Lochsteine dieser Interpretation und lassen die Fragestellung nach deren Ursprung vorläufig noch offen.

**Abstract: To Determine the Age of Megalithic Underground Dry Stone Walls and Stone Monuments in Northeast Styria, Austria.** The area around Voralpe in Eastern Styria /Austria features a high density of unexplained stone constructions that is unique for this part of Europe. In literature, these constructions have been interpreted as Menhirs and stone-monuments of prehistoric origin. To understand their geographic distribution and in order to provide future interpretations a sound scientific base, existing data from earlier field mapping campaigns was collected and plotted on a map. Areas without any data were then complemented with further field mapping. Thus, a database of more than 500 megalithic monuments from a 400 km<sup>2</sup> region around Voralpe and more than 120 underground stone tunnels was developed and is in here. In an attempt to date the surface exposure age of the man-made building stones, several constructions were dated with the aid of the cosmogenic nuclide <sup>10</sup>Be. A total of nine samples of surface constructions and cover plates of associated subsurface tunnels were dated in two sampling runs. The measured <sup>10</sup>Be concentrations were recalculated to the inferred end-member processes of: (a) an exposure age and (b) an erosion rate. The calculated exposure ages range between about 10000 and 55000 years. The calculated erosion rates range between 12 m/Myr and 75 m/Myr. Interpreted as erosion rates, the measured values correlate well with other measurements of Holocene erosion rates performed in this part of the Eastern Alps. In principle, the exposure ages could be interpreted in terms of the Menhirs' erection age. However, this would only be plausible, if the Menhirs were excavated and mined from at least several meters below the surface or a quarry prior to their erection by humans. To determine the origin of the building stones, several samples were studied for their mineralogical composition and analyzed by electron microscopy. These data were compared with published petrological descriptions of rocks from the region. The comparison shows that the origin of building stones is likely to be in the vicinity (in particular from the Strallegg-Complex). This supports a natural formation of the rock boulders from which the lower side-wall constructions of the underground places were built. Hundreds of man-made underground passages, stone-plates, "Menhirs" and "Holed Stones" have no final interpretation of their origin!

## 1. Einleitung

Im Bereich Voral, in der nordöstlichen Steiermark (Abb. 1), gibt es mehrere hundert megalithische Steinsetzungen und unterirdische Anlagen, die aus Trockenmauerwerk und teils mit tonnenschweren Abdeck- bzw. Überlagplatten errichtet wurden (Abb. 2). Die Kenntnis um die Existenz solcher Steinmonumente in Österreich ist relativ neu und es gibt nur vereinzelt wissenschaftliche Studien zu diesem Thema. Das öffentliche Interesse an den steirischen Steinsetzungen wurde erstmals durch die Veröffentlichung des Bestsellers "Tore zur Unterwelt" international geweckt (Kusch & Kusch 2009). Im Zusammenhang mit der Veröffentlichung dieses Buches begannen auch die systematischen Kartierungen dieser Megalithen und unterirdischen Anlagen in der Oststeiermark, eine Diskussion um das mögliche Errichtungsalter und die mögliche kulturelle Bedeutung derselben. Insbesondere Richtwerte über das Errichtungs- bzw. Mindestbearbeitungsalter sind von hohem Interesse, denn megalithische Monumente fanden in der Prähistorie der Menschheit als kulturelle Symbole und Bauwerke weltweite Verbreitung. Jedoch wurden auch in jüngeren Epochen (z. B. Neuzeit) alte Steinsetzungen als Nutzbauwerke entweder adaptiert oder bereits existente Exemplare unverändert sekundär wiederverwendet (z. B. mittelalterliche oder römische Vermessungsmarken, Grenz- und Gattersteine etc.). Standorte und weitere quantitative Informationen zu den Menhiren und den damit verbundenen Erdställen bzw. aus Trockenmauerwerk errichteten unterirdischen Anlagen wie Gangpassagen, Schutzräumen und Kreisgängen wurden in den letzten 15 Jahren zunächst von Heinrich und Ingrid Kusch gesammelt, teilpubliziert und später durch eine Diplom-, eine Master- und zwei Bachelor-Arbeiten an der Karl-Franzens-Universität Graz erweitert (Günther 2011, Landler 2014, Spiel 2014, Wiesmair 2017). Auch wurde der Versuch, das Herstellungs- bzw. Aufstellungsalter dieser Steinmonumente wissenschaftlich zu ermitteln, gestartet. Einige dieser Daten wurden bereits in den Büchern "*Versiegelte Unterwelt*" und "*Geheime Unterwelt*" sowie in einigen Fachpublikationen veröffentlicht (Kusch 2011 / 2012 / 2015 / 2016 / 2017, Kusch & Kusch 2014, 2021, 2022). Es ist das Ziel der vorliegenden Arbeit: (i) Die vorhandenen Daten zu sammeln, durch neue Kartierung zu vervollständigen und eine Datenbank der Standorte aller bisher gefundenen Megalithen und unterirdischen Trockenmauergänge bzw. Schutzräume vorzulegen, also der Öffentlichkeit zugänglich zu machen: (ii) Einen Versuch zu präsentieren, das Alter der bearbeiteten Oberfläche und somit das Errichtungsalter der megalithischen Monumente mittels Messung des kosmogen gebildeten Isotops  $^{10}\text{Be}$  quantitativ zu erfassen, sowie: (iii) Die Gesteine, aus denen die Steinbauten bestehen, mineralogisch und petrologisch zu beschreiben. Des Weiteren werden diese Daten mit publizierter geologischer Information der Gesteine der Umgebung verglichen, um die Herkunft der verwendeten Steine einzuengen.

### 1.1. Geschichte der bekannten Megalithkulturen

Reste von megalithischen Kulturen sind nicht nur ein

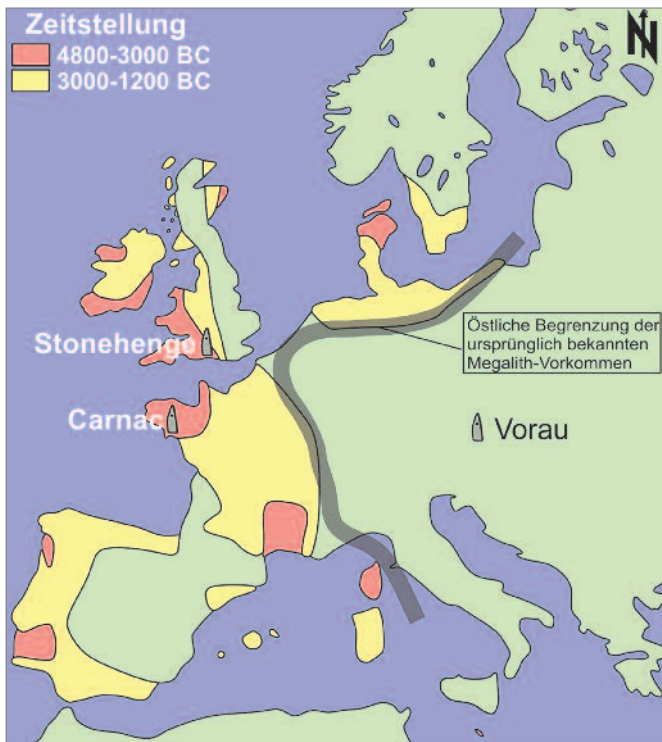


**Abb. 2:** Trockenmauergangabschnitt am Hochkogel, Wechselmassiv, Steiermark. • **Fig. 2:** Section of dry stonewall on the Hochkogel, Wechsel massif, Styria: Foto: Heinrich Kusch

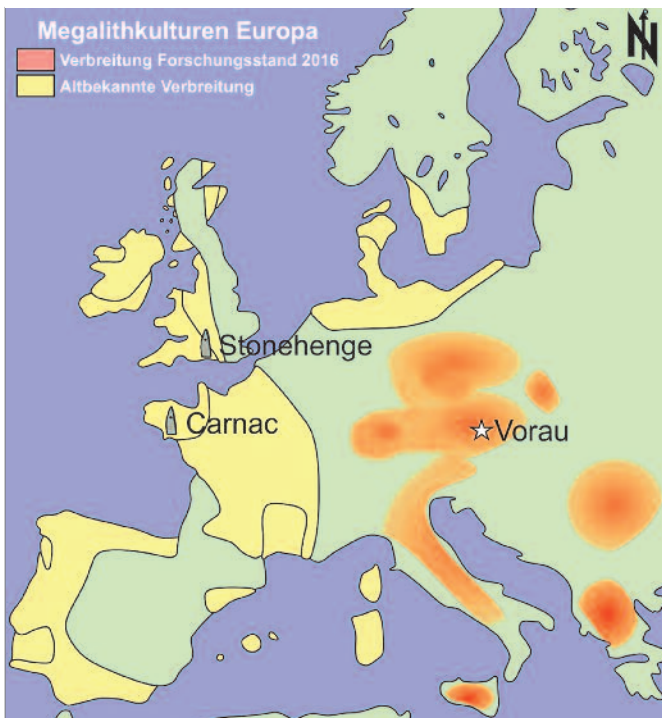
regionales Phänomen, sondern weltweit auf unserem Planeten verbreitet. Neben den berühmten Bauwerken wie Stonehenge in Wiltshire, England oder den Carnac Stones in der Bretagne, Frankreich, finden sich solche Bauten in Europa noch an einem Großteil der Atlantikküste von Spanien, Portugal bis zu den Britischen Inseln (Fergusson 1872, Von Reden 1979, Joussaume 1985, Teichmann 1983) und im Norddeutschen Tiefland, Dänemark und sogar Südschweden. Aber auch im Mittelmeerraum auf den Balearen, und den Inseln Korsika, Sardinien, Sizilien, Malta, Gozo und auf Kreta (Abb. 3). Weitere Gebiete mit bekannten Megalithvorkommen finden sich zusätzlich über ganz Österreich verteilt, im zentralen Bereich und im bayrischen Raum von Deutschland, in Italien, der Schweiz, Rumänien, Bulgarien, Russland und Griechenland (Abb. 4).

Aber auch außerhalb Europas, zum Beispiel im Nahen Osten wie in Israel, Syrien, Jordanien, Saudi Arabien, Ägypten, der Türkei und in einigen Ländern von Nord-, Süd- und Westafrika, auf dem asiatischen Kontinent wie z. B. in Afghanistan, Nepal, Indien, Tibet, China, Mongolei, Burma, Laos, Malaysia, Südkorea, auf den Inseln Japan, Philippinen, Indonesien, Ozeanien und in Australien sowie in vielen Ländern von Nord-, Mittel- und Südamerika wurden in den letzten Jahrzehnten abertausende solcher prähistorischer Bauwerke in hunderten Publikationen und Filmen dokumentiert und zum Teil wissenschaftlich bearbeitet (Fergusson 1872, Gupta 1972, Joussaume 1985, Korn 2005, Leshnik 1974, Sundara 1975, Kusch & Kusch 2018). Obwohl diese Objekte außerhalb von Europa auf anderen Kontinenten vorzufinden sind, weisen ihre Dimensionen und architektonischen Elemente oft auffällige Parallelen zu den europäischen megalithischen Steinsetzungen und den unterirdischen Steinkammern bzw. Steingängen, die aus Trockenmauerwerk errichtet worden sind, auf. Aufgrund dieser globalen Verbreitung und ihrer großen Vielfalt wird heute angenommen, dass es mehr als nur eine einheitliche megalithische Kultur gab (Biedermann 1963, Korn 2005).

**Abb. 1:** (Seite 308-309) Ansicht der Beckenlandschaft von Voral mit Blick auf das Wechselmassiv im Hintergrund. Im zentralen Abschnitt des Bildes liegt gut erkennbar das Augustiner-Chorherrenstift Voral. • **Fig. 1:** View of the Voral basin landscape with a view of the Wechsel massif in the background. The Augustinian monastery in Voral is clearly visible in the central section of the picture: Foto: Heinrich Kusch



**Abb. 3:** Karte der Verteilung der Megalith-Kulturen in Europa mit den beiden weltberühmten Megalithstätten Stonehenge und Carnac. Die in der Grafik gekennzeichnete Lokation der prähistorischen Steinbauten von Voral zeigt, dass eine gute Dokumentation der Bauten für weitere wissenschaftliche Interpretationen wichtig ist. Die unterschiedlichen Farben zeigen verschiedene bekannte, vorläufige Alter megalithischer Kulturen laut Inset • **Fig. 3:** Map of the distribution of megalithic cultures in Europe with the two world-famous megalithic sites Stonehenge and Carnac. The location of the prehistoric stone buildings of Voral marked in the graphic shows that good documentation of the buildings is important for further scientific interpretation. The different colors indicate various known, preliminary ages of megalithic cultures according to Inset. Grafik: Sebastian Wiesmair verändert nach: <http://www.britam.org/picturesYair/dolmen/map.jp>



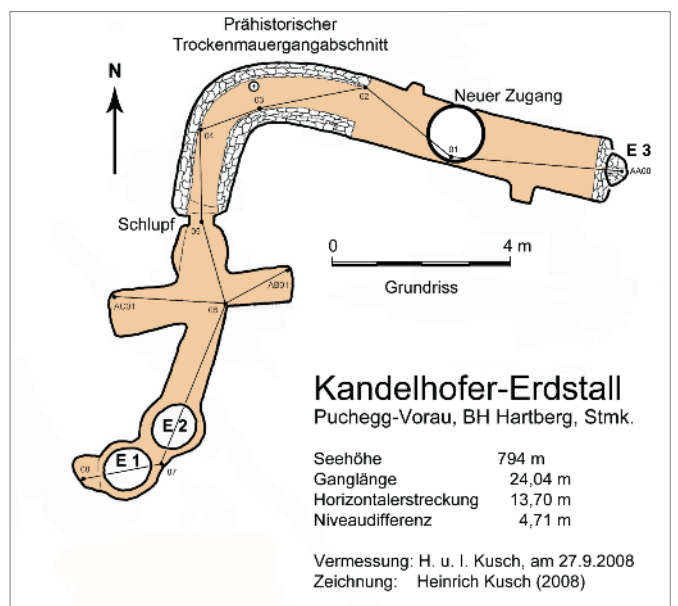
**Abb. 4:** Vorläufig bekannte Ausdehnung und Fundstellen von megalithischen Bodendenkmalen im heutigen West-, Süd-, Mittel- und Osteuropa. • **Fig. 4:** Provisionally known extent and sites of megalithic archaeological monuments in present-day Western, Southern, Central and Eastern Europe. Grafik: Sebastian Wiesmair verändert nach: <http://www.britam.org/picturesYair/dolmen/map.jp>.



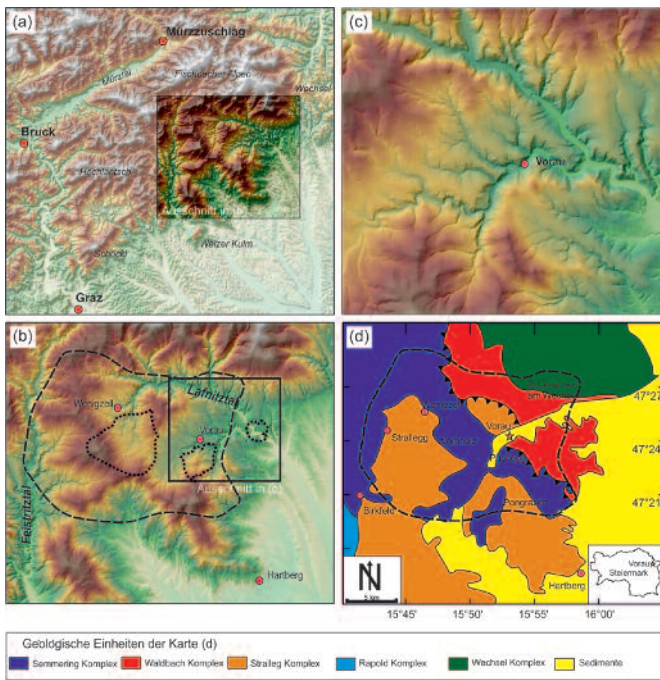
**Abb. 5:** Frontansicht des Einganges zu einer unterirdischen Steinkammer (Schutzraum) einer vorgeschichtlichen Bergsiedlung an den Ausläufern des Hochkogels. • **Fig. 5:** Front view of the entrance to an underground stone chamber (shelter) of a prehistoric mountain settlement on the foothills of the Hochkogel. Foto: Heinrich Kusch



**Abb. 6:** Pyramidenfragment (?) am oberen Hangbereich des Rabenwaldkogels bei Stubenberg. Dies ist einer von sechs kleinen steilwandigen Steinpyramidenresten, die einst eine Höhe von 6 - 7 m bei einem Grundriss von 6 x 6 m gehabt haben. Die linke vordere Seitenkante ist, wie an den herab gerutschten Steinen zu erkennen ist, zerstört. • **Fig. 6:** Pyramid fragment (?) on the upper slope of the Rabenwaldkogel near Stubenberg. This is one of six small steep-walled stone pyramids remains that formerly having been 6 - 7 m high with a floor plan of 6 x 6 m. The front left side edge is destroyed, as can be seen from the stones having slid down. Foto: Heinrich Kusch



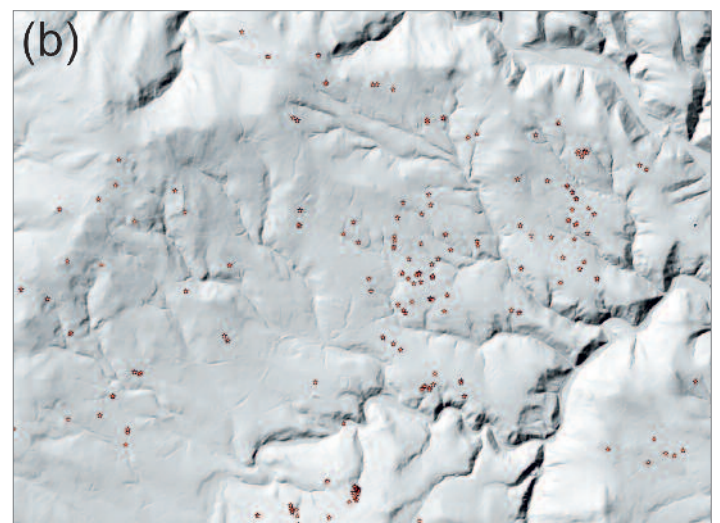
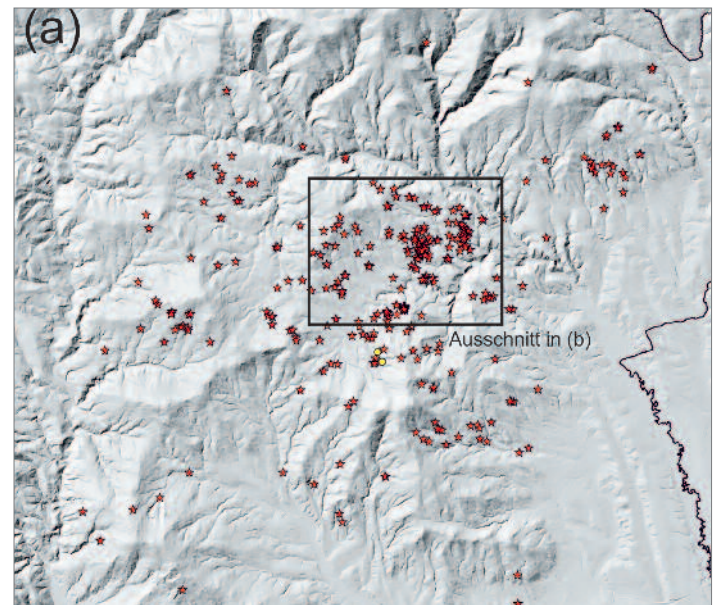
**Abb. 7:** Grundrissplan des *Kandelhofer-Erdstalles* bei Puchegg, der nach der Engstelle im Innern der Anlage eine 6 m lange Trockenmauerpassage aufweist, von dem eine Abdeckplatte auf ein Mindestalter von knapp 24000 Jahren mittels TCN-Methode datiert werden konnte. • **Fig. 7:** Floor plan of the *Kandelhofer Erdstall* near Puchegg, which, after the bottleneck inside the complex, has a 6 m long dry stonewall passage, of which a cover plate can be dated to a minimum age of almost 24,000 years using the TCN method.



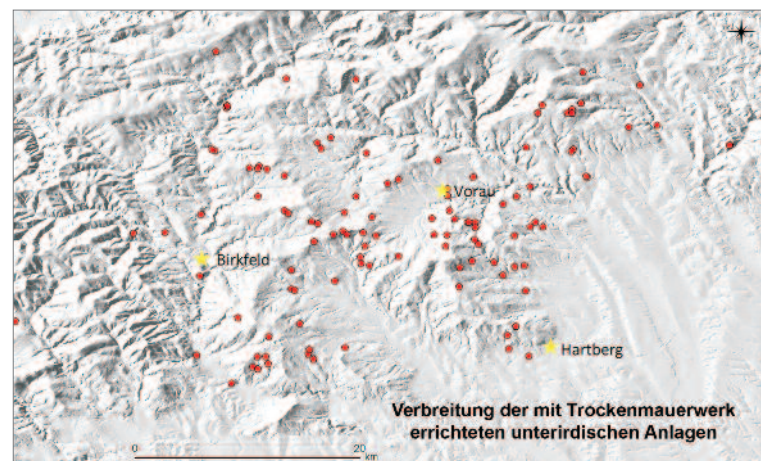
**Abb. 8:** Topographische und geologische Karten des Untersuchungsgebietes: a) Überblick über den nördlichen Teil der Oststeiermark. b) Detailkarte des Gebietes nördlich von Hartberg, in dem gehäuft Menhire vorkommen. Die gepunkteten Linien umreißen die Untersuchungsgebiete, in denen vor dieser Arbeit Menhire und Lochsteine statistisch aufgenommen wurden. Die gestrichelte Linie umreißt den insgesamt kartierten Bereich. Die kleineren Felder innerhalb des großen zeigen die in dieser Arbeit zur Vervollständigung kartierten Bereiche. c) Detailkarte der näheren Umgebung von Vorau. d) Geologische Karte desselben Ausschnitts wie in b) nach Schuster et al. (2001). • **Fig. 8:** Topographic and geological maps of the study area: a) Overview of the northern part of East Styria. b) Detailed map of the area north of Hartberg, in which menhirs occur frequently. The dotted lines outline the study areas in which menhirs and perforated stones were statistically recorded before this work. The dashed line outlines the overall mapped area. The smaller panels within the large one show the areas mapped for completeness in this work. c) Detailed map of Vorau's immediate surroundings. d) Geological map of the same section as in B) according to Schuster et al. (2001). Grafik: Sebastian Wiesmair



**Abb. 9:** Ansicht des 1743 m hohen Hochwechsellmassivs, in Bildmitte befindet sich die Gipfelregion. Gut zu erkennen ist, dass die Baumgrenze bis in eine Höhe von rund 1700 m reicht. • **Fig. 9:** View of the 1743 m high Hochwechsel massif, the summit region is in the middle of the picture. It is easy to see, that the tree line reaches up to a height of around 1700 m. Foto: Heinrich Kusch



**Abb. 10:** Arc-GIS Darstellung der Menhirdaten aus der kartierten Datenbank über das 10 m Höhenmodell der Oststeiermark gelegt. Rote Sterne und Punkte kennzeichnen Stellen mit kartierten Menhiren. • **Fig. 10:** Arc-GIS representation of the menhir data from the mapped database overlaid on the 10 m elevation model of East Styria. Red stars and dots indicate locations with mapped menhirs. Grafik: Sebastian Wiesmair



**Abb. 11:** Karte der eingemessenen unterirdischen Trockenmaueranlagen Zwischen Hartberg und Vorau. • **Fig. 11:** Map of the measured underground dry stonewalls between Hartberg and Vorau. Grafik: Sebastian Wiesmair

Interpretationen über das Alter und die Herkunft dieser Steinmonumente sind in der Wissenschaft oft umstritten (Akcar et al. 2008). Im Allgemeinen wird davon ausgegangen, dass die Wurzeln dieser Kultur in der Jungsteinzeit und der Bronzezeit liegen (Parker, 1996). Durch Ergebnisse von Radiokohlenstoffdatierungen bestätigt, wird angenommen, dass viele der europäischen Megalithen bereits aufgestellt waren, bevor die Tempel von Mesopotamien und die ägyptischen Pyramiden erbaut wurden (Maier, 2005). Gestützt wird diese Annahme auch durch die in jüngster Zeit erfolgten jahrelangen Ausgrabungen in Göbekli Tepe (Ost-Türkei), wo eine großräumige megalithische Kultur bereits vor mehr als 11500 Jahren mittels datiertem organischen Fundmaterial nachgewiesen werden konnte (Schmidt 2006). Es wurde bisher davon ausgegangen, dass Stämme den Vorderen Orient um 6000 BC (= v. Chr.) aufgrund eines Mangels an Ressourcen verlassen haben und mit einer Ausbreitung über Europa begannen. Spuren davon sind mit Altern um 5500 BC am Balkan zu finden. Im Jahre 3500 BC. begann dann die vermutete Ansiedlung von Megalithkulturen auf den dänischen Inseln (Habel, 1987). Weiters wurde früher angenommen, dass die europäische Megalithkultur im 6. Millennium vor heute mit der Ausbreitung von der Insel Malta aus nach Irland begonnen hat (Maier 2005). Ganz allgemein und in vielen Fällen ohne klar verifizierbarer Beweisführung, wird heute im Fachbereich die Vermutung präsentiert, dass die europäischen megalithischen Monumente wohl in zwei charakteristischen Zeitabschnitten erbaut worden sind: Ein älterer, von etwa 4800 bis 3000 BC und ein jüngerer, etwa von 3000 bis 1200 BC. Aus den unabhängig voneinander konstruierten, aber doch sehr ähnlich wirkenden Megalithen wird geschlossen, dass alle megalithischen Kulturen durchaus eine sehr ähnliche Wirtschaft, Weltanschauung und religiöse Grundlage gehabt haben könnten (Maier, 2005).

Das Ende der megalithischen Kultur fand in verschiedenen Gebieten der Welt zu unterschiedlichen Epochen der Geschichte statt. Der Klimawandel und die dadurch entstandene Nahrungsmittel- und Rohstoffknappheit führte vermutlich am Übergang vom Neolithikum zum Bronzezeitalter zu einer erhöhten Gewalt innerhalb der Bevölkerung (Korn, 2005). Eine neue Hierarchie begann und die idealisierte Beerdigung veränderte sich von megalithischen Grabstätten (Dolmen) zu Grabhügeln mit bronzenen Grabbeigaben in der Urnenfelderzeit. Einzelne Dolmen und Menhire wurden weiterhin aufgestellt oder sekundär adaptiert und genutzt, aber die Zahl sank zunehmend, bis ihre kulturell motivierte Errichtung dann endgültig ein Ende fand (Korn, 2005).

Die Errichtung und Aufstellung megalithischer Denkmale setzt sich jedoch bis in die Neuzeit fort, dies wird als „Nachleben“ alter Kultureinflüsse in der Wissenschaft bezeichnet. Beispiele dafür sind steinerne Grabstelen auf Friedhöfen, wenn diese auch typischerweise nur mehr Nutzkonstruktionen für Grabstätten sind und nicht mehr als spirituelle Denkmäler symbolischen Charakter besitzen. In den römischen und mittelalterlichen Epochen bis hinein in die Neuzeit wurden im europäischen Raum diese großen behauenen Steine sekundär adaptiert und oft als Zaunpfosten, Tor- und Gattersteine, Richtsteine, Türschwelle sowie Grundstücksmarkierungen verwendet. Allerdings wurden in Europa nach-

weisbar viele Tausende solcher Denkmale durch die katholische Kirche als sogenannte „heidnische Relikte“ entfernt, überbaut oder zerstört, damit die ansässige Bevölkerung keine traditionell überlieferten Brauchtums- bzw. Kulturlandungen bei den Steinsetzungen und -bauten vollführen kann. Zahlreiche dieser Kultplätze dienen heute der Kirche, mit entsprechenden Adaptionen versehen, weiterhin als Symbolträger ihres Glaubens.

Interessanterweise befanden sich, wie schon erwähnt, bis vor mehr als zwei Jahrzehnten in Europa alle bekannten prähistorischen und megalithischen Bauten praktisch ausschließlich westlich einer Linie, die von der deutschen Ostseeküste bis nach Monaco gezogen wurde (Abb. 3). Östlich dieser Linie waren megalithische Bauwerke erst wieder in Teilen Rumäniens, Bulgariens und in Russland bekannt (Abb. 4). Aber gerade in den letzten 25 Jahren hat sich das Wissen um prähistorische Steinsetzungen in Mittel-Europa (Schweiz, Deutschland und Österreich) um ein Vielfaches vermehrt (Büchi & Büchi 2002, Fischerlehner 1980, Groth 2013, Kusch & Kusch 2009/2014, Wanke et al. 1992), sodass der am Beginn dieses Absatzes zitierte überalterte Forschungsstand durch zahlreiche Publikationen längst überholt ist. Allein in Österreich existieren heute zwischen 1000 und 2000 bekannte Steinsetzungen wie Menhire, Lochsteine und unterirdische Trockenmauergänge, verteilt über die Bundesländer Kärnten, Tirol, Vorarlberg, Salzburg, Oberösterreich, Niederösterreich, Burgenland und die Steiermark. In dieser Zahl sind die in den letzten Jahrzehnten wiederentdeckten prähistorischen Steinbauten (Bodendenkmale) wie Hunderte unterirdische Steinkammern (Abb. 5) oder aus Trockenmauern errichtete Schächte, Gangpassagen, Kreisgänge und andere Arten von Steinsetzungen wie beispielsweise Hunderte Meter lange Mauern, Pyramidenfragmente (Abb. 6), Stein-Plattformen usw. noch gar nicht berücksichtigt. Die Entdeckung von mehreren Hunderten Megalithen und Lochsteinen bzw. den möglicherweise kulturell damit im Zusammenhang stehenden Erdställen und aus Trockenmauern errichteten unterirdischen Anlagen am östlichen Alpenrand rund um Vorau, ist somit für diese Region von großer Bedeutung! Zumal durch stratigraphisch gesichertes und geborgenes Fundmaterial im Rahmen einer archäologischen Ausgrabung im Jahre 2008 sowie eine in diesem Zusammenhang erfolgte TCN-Datierung nachgewiesen werden konnte, dass eine wissenschaftlich untersuchte 6 m lange Trockenmauerpassage in der *Kandelhofer-Erdstallanlage* bei Puchegg (Abb. 7) eindeutig prähistorischen Ursprungs ist (Kusch 2016, Kusch 2017).

Wissenschaftlich gestützt werden diese Fakten durch archäologische Untersuchungen in vielen Ländern Europas (Z. B.: Clinton 2001, Joussaume 1985, Meier & Zschweigert 1997, Palumbo 1955, Schwarzfischer 1980), Amerikas, Asiens und Afrikas. Bei der in den letzten Jahren erfolgten archäologischen Bearbeitung von einigen Erdställen in Tschechien (KOS 2017) erbrachten jene von der Masarykovy-Universität in Brünn durchgeführten <sup>14</sup>C-Datierungen von organischem Material beim Komplex von „Sádky“ bei Modřice aus einer Erdgrube mit einem Gangfragment ein Alter der geborgenen Funde von bis zu 7700 Jahre. Wobei dieser Richtwert nicht unbedingt das Entstehungsalter der unterirdischen Anlage,



sondern den Zeitraum ihrer Nutzung im Jung-Neolithikum anzeigt. Diese unter der Erdoberfläche liegenden Räume könnten im Falle einer Sekundärnutzung auch älter sein! Eine weitere fast 70 m lange unterirdische Anlage mit der Bezeichnung „Rybniky“, die erst 2015 in der Industriezone der Stadt Modřice archäologisch untersucht wurde, weist Engstellen in den niederen Gängen auf und kann so zweifelsfrei als Erdstall (= Schrattel) interpretiert werden. Diese Anlage konnte durch den bei der Ausgrabung geborgenen Fundkomplex in den prähistorischen Abschnitt der Jung-Bronzezeit datiert werden. Angesichts dieser vergleichsweise ersten Wiederentdeckungen im tschechischen Raum, der geographisch nördlich von Voraú liegt, ist es daher umso mehr von großem Interesse, die vorläufige Verteilung, die Herkunft der Menhire und unterirdischen Anlagen von Voraú sowie den Zeitraum, in dem sie errichtet wurden, vorläufig abzugrenzen bzw. zu bestimmen.

### 2. Geologie der Umgebung

Um die Herkunft der Steinbauten des Gebiets um Voraú in einen Kontext mit den umgebenden Gesteinsarten bringen zu können, wird hier eine kurze Zusammenfassung der Geologie des Gebietes bereitgestellt. Voraú liegt in einem Gneis- und Schiefergebiet am östlichen Rand der Alpen, am Übergang des steirischen Beckens zum kristallinen Untergrund der Alpen. Alle Gesteine dieses kristallinen Gneis und Schiefer Untergrundes gehören zum sogenannten "Mittelostalpin" (Tollmann 1977). Im Arbeitsgebiet wird dieses Mittelostalpine Kristallin vom Liegenden zum Hangenden tektonisch in den Wechsel-, Waldbach-, Semmering-, Strallegg-Komplex unterteilt (Abb. 8). Im Gebiet um Voraú treten diese vier Komplexe in einem größeren Maßstab auf. Nachdem die Megalithen zumeist aus kristallinen Gesteinen bestehen, wird auf diese besonderes Augenmerk gelegt.

#### 2.1. Kristalline Gesteine

Die Gesteine des kristallinen Untergrundes, die im Gebiet um Voraú vorkommen, sind Ortho- und Paragneise, in denen drei verschiedene metamorphe Ereignisse nachweisbar sind (Schuster et al. 2001). Das Erste ist ein variszisches Ereignis, das in allen Einheiten zu erkennen ist und ein Alter um 370 Ma zeigt. Beim Zweiten handelt es sich um ein permotriassisches Ereignis. Der Höhepunkt dieser Metamorphose fand um 270 Ma statt. Das Dritte ist ein kretazisches Ereignis, das zwei unterschiedliche Trends aufweist: Im nördlichen Teil des Gebiets nimmt der Metamorphosegrad zum Hangenden hin von der Grünschiefer-Fazies bis zur Anchi-zone ab und die metamorphen Alter steigen von 80 bis zu 120 Ma an. Im Süden ist es umgekehrt: Der Metamorphosegrad steigt von der Grünschiefer-Fazies im Liegenden bis zur Amphibolit- und Granulit-Fazies im Hangenden. Die tektonischen Einzeleinheiten sind wie folgt charakterisiert. Der *Wechsel Komplex* tritt im Nordosten von Voraú auf (Abb. 8d und 9). Er überlagert das Penninikum der Rechnitzer Fenstergruppe als die tiefste Decke des Ostalpins und besteht aus monotonen Gneisen und Grünschiefern (Pahr 1977, Tollmann 1977). Typisch für diese Gneise ist eine Grünschiefer-Paragenese mit der folgenden Mineralogie: Ab + Ms + Chl + Qtz ± Ep ± Tur (mineralische Abkürzungen

nach Kretz 1983) (Schuster et al. 2001). Die Grünschiefer bestehen aus Ep / Czo + Chl + Qtz ± Ab ± Act (Faupl 1970, Müller 1994). Retrograd überprägte, teils chlorithaltige, Granat-Glimmer-Schiefer, Chlorit-Epidot-Albitblasten Schiefer, Amphibolite und Quarzite bilden die sogenannte "Hüllserie". Sie besteht aus der folgenden prograd gebildeten Mineralparagenese: Hgl + Chl + Qtz ± Ep ± Ab (Schuster et al. 2001). Die eoalpidische Metamorphose erlangte Bedingungen der unteren Grünschiefer-Fazies (300° bis 330 °C) (Schuster et al. 2001). Analysen von Zirkonen aus dem Wiesmather-Granitgneis zeigen Metamorphosebedingungen mit Temperaturen von ca. 500 °C und einem Druck von 10 kbar (Schuster et al. 2001).

Der *Waldbach-Komplex* (siehe Abb. 1) befindet sich direkt im Ortsgebiet von Voraú und dessen östliche Umgebung (Abb. 8d). Tektonisch liegt der Komplex über dem südlichen Teil des Wechselfensters und laut Flügel und Neubauer (1984) bildet er eine überkippte Antiform mit einem Kern aus Metapeliten. Diese Metapelite werden von der Voraúer Serie, die aus Orthogneis, Hornblendegneis und Amphibolit besteht, überlagert. Darüber hinaus treten am westlichen Rand des Waldbach-Komplexes transgressiv überliegende permomesozoische Metasedimente auf. Phyllonitischer Glimmerschiefer mit Albitporphyroblasten bilden den liegendsten Teil. Im Gegensatz dazu enthält der Hornblendegneis Schichten von grobkörnigem Granatglimmerschiefer. Weitere wichtige Lithologien sind der Orthogneis und die amphibolhaltigen Gesteine. Die Hauptmetamorphose des Waldbach-Komplexes ist variszisch. Nach Faupl (1970) wurden dabei Bedingungen der oberen Amphibolitfazies und lokal sogar der Anatexis erreicht. In eoalpidischen Zeiten fand eine retrograde metamorphe Überprägung der Gesteine statt (Schuster et al. 2001).

Der *Semmering-Komplex* umfasst Teile von Voraú und große Teile des Gebiets westlich davon (Abb. 8). Mehrere Teildecken prägen diesen Komplex. Tollmann (1964) bezeichnet diese als Faltendecken mit aufrecht und invers liegenden permomesozoischen Sedimentablagerungen und kristallinen Faltenkernen. Dieses Kristallin besteht aus phyllitischem Glimmerschiefer, Phylloniten sowie retrograden Glimmerschiefer oder Gneis (Berka 2000). Der Hüllschiefer kann in phyllitische Glimmerschiefer und Phyllonite, die eine graubraune bis grünlichgraue Farbe und eine mineralische Zusammensetzung von Hgl + Qtz + Chl ± Czo ± Tur-Py zeigen, und Ms-Chl-Grt Schiefer unterteilt werden. Die Ms-Chl-Grt-Schiefer haben eine grau bis dunkelblau-graue Färbung mit Spuren einer rostigen Verwitterung und weisen eine ältere Hochtemperaturparagenese mit der Paragenese Grt + Bt + Ms + Pl + Qtz ± Kfs auf (Schuster et al. 2001). Große Mengen von porphyrischem Granitgneis, genannt "Grobgneis" (Vacek 1892), sind darin eingebettet. Die Mineralparagenese, besteht aus Kfs + Pl + Qtz + Bt + Ms + Zrn (Schuster et al. 2001). Auch kleine Gabbro-Metagabbro- und Amphibolitkörper treten entlang der Grenze des Grobgnaises auf (Wieseneder 1961, 1971). Darüber hinaus sind seidig weiße Leukophyllite (Weißschiefer) sehr verbreitet (HUBER 1994). Diese besitzen eine mineralische Zusammensetzung aus Hgl + Leuchtenbergit (Mg-Chl) + Qtz. Der Semmering-Komplex zeigt eine eoalpidische Überprägung



**Abb. 12:** Ein 1,9 m hoher Lochstein mit abgeschrägter Spitze in Puchegg, Vorau. • **Fig. 12:** A 1.9 m high perforated stone with a bevelled tip in Puchegg, Vorau. Foto: Heinrich Kusch



**Abb. 13:** Prähistorischer Steinbruch im Raum Stambach bei einer Besichtigung des Autors mit S. D. Hans-Adam II. Fürst von Liechtenstein. • **Fig. 13:** Prehistoric quarry in the Stambach area during a tour of the author with S. D. Hans-Adam II Prince of Liechtenstein. Foto: Ingrid Kusch



**Abb. 14:** Eingangsöffnung zu einer 50 m langen aus Trockenmauerwerk errichteten unterirdischen Anlage am Rabenwaldkogel. • **Fig. 14:** Entrance opening to a 50 m long underground passage made of dry stonework on the Rabenwaldkogel. Foto: Heinrich Kusch



**Abb. 15 - 17:** Li.: Ansicht einer Gangpassage aus dem *Streblgang* bei Puchegg. Mitte: Die Trockenmauer-Gangpassage im *Kandelhofer-Erdstall* in Puchegg. Re: Ein mit Trockenmauer errichteter Abschnitt im *Grubergang* bei Stambach. • **Fig. 15 - 17:** Left: View of a passage from the *Streblgang* near Puchegg. Middle: The dry stone passage in the *Kandelhofer-Erdstall* in Puchegg. Right: A section built with dry stone wall in the *Grubergang* near Stambach. Fotos: Heinrich Kusch



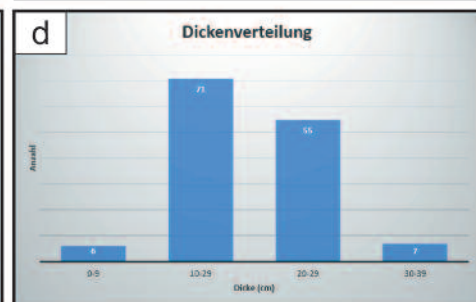
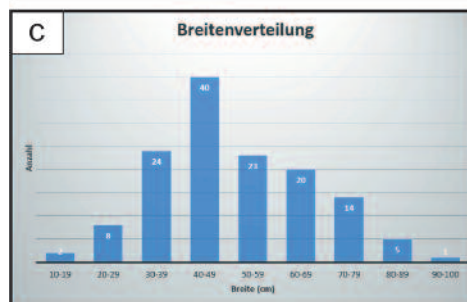
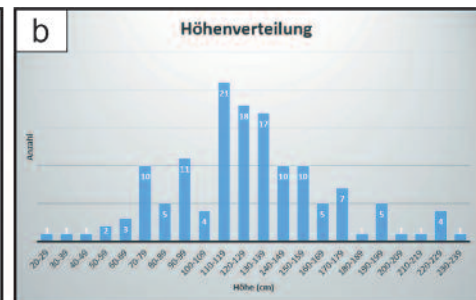
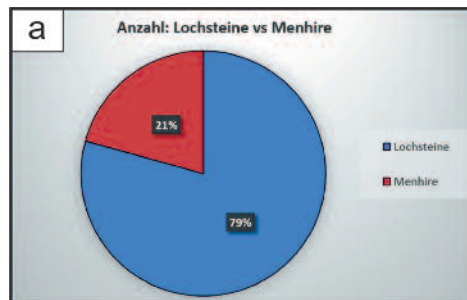
**Abb. 18:** Doppellochsteine, die im rechten Winkel zueinander aufgestellt wurden und über 2,2 m hoch sind, Rabenwald, Pöllau. • **Fig. 18:** Double-hole stones beeing set up at right angles to each other and are over 2.2 m high, Rabenwald, Pöllau. Foto: Ingrid Kusch



**Abb. 19:** Beispiele der typischen Erscheinungsformen der Menhire und Lochsteine. a) Ein Lochstein, der an einem Wegrand neben einem Pfad in ein Marterl integriert ist. Ort: 47°23'14,34" N, 15°52'35,22" E; Seehöhe: 738 m; Datenbanknr.: 392 (Tab. 3). b) Ein fast rechteckig geformter Lochstein mit einem quadratischen Loch. Ort: 47°24'36,18" N, 15°54'14,82" E; Datenbanknr.: 406 (Tab. 3). c) Ein Menhir neben einem Wald. Ort: 47°25'19,74" N, 15°49'56,64" E; Datenbanknr.: 391 (Tab. 3). d) Ein Lochstein mit einer gut gearbeiteten Form und einem quadratischen Loch mit einer Seitenlänge von 7cm. Ort: 47°24'49,62" N, 15°54'14,64" E; Datenbanknr.: 402 (Tab. 3). • **Fig. 19:** Examples of the typical appearance of menhirs and perforated stones. a) A perforated stone integrated into a wayside shrine next to a path. Location: 47°23'14.34" N, 15°52'35.22" E; Altitude: 738 m; Database number: 392 (Table 3). b) An almost rectangular shaped perforated brick with a square hole. Location: 47°24'36.18" N, 15°54'14.82" E; Database number: 406 (Table 3). c) A menhir next to a forest. Location: 47°25'19.74" N, 15°49'56.64" E; Database number: 391 (Table 3). d) A Holed Stone with well worked form and a square designed hole with a side length of 7 cm. Ort: 47°24'49,62" N, 15°54'14,64" E; Database number: 402 (Tab. 3). Fotos: Sebastian Wiesmair



**Abb. 20:** Untersuchung eines knapp 2 m hohen Lochsteines mit gerundeter Spitze im Raum Puchegg durch den Autor dieses Aufsatzes. • **Fig. 20:** Investigation of an almost 2 m high perforated stone with a rounded tip in the Puchegg area by the author of this essay. Foto: Heinrich Kusch



**Abb. 21:** Statistische Auswertung der Menhir Datenbank: a) Vergleich der Menge von Menhiren versus Lochsteinen. b.) Höhenverteilung der Menhire und Lochsteine. c) Breitenverteilung. d) Zeigt die Dicke bzw. Wandstärkenverteilung an. • **Fig. 21:** Statistical evaluation of the menhir database: a) Comparison of the quantity of menhirs versus perforated stones. b) Altitude distribution of menhirs and perforated stones. c) Latitude distribution. d) Shows the thickness or wall thickness distribution. Grafik: S. Wiesmair & S. J. E. Speil

Im Allgemeinen nehmen die coalpinen Metamorphosebedingungen von Süden nach Norden ab (Schuster et al. 2001). Dabei wurden im Raum Birkfeld Bedingungen von 530° - 570 °C und 9 - 11 kbar und in Kirchsschlag 545 °C und 8 kbar gemessen (Schuster et al. 2001).

Der *Strallegg-Komplex* tritt in mehreren unterschiedlichen geographisch voneinander getrennten Gebieten auf. Davon liegen drei Stellen im untersuchten Gebiet. Ein Teil davon liegt im Zentrum in der Nähe von Voralpe, einer in der westlichen Umgebung und einer in der südlichen Umgebung (Abb. 8). Alle diese Gebiete überlappen sich mit Bereichen von mehr oder weniger dichten Megalith-Fundstellen. Der Strallegg-Komplex besteht aus zwei Einheiten: Die Stralleggergneise und die Tommerschiefer (Wieseneder 1971, Koller & Wieseneder 1981, Berka 2000). Beide treten in der Nähe von Voralpe auf. Im südlichen Rand des Gebiets bei Hartberg, Strallegg und Stubenberg findet sich das größte Vorkommen dieser Lithologien. Die Stralleggergneise sind biotitreiche, alumosilikathaltige Glimmerschiefer, Gneis und magmatischer Gneis mit einer polyphasigen Entwicklung. Auffällig sind ihre dunkle Farbe und die schwach ausgeprägte Schieferung. Darüber hinaus zeigen sie eine Überprägung mit der Paragenese Bt + Sil + Pl + Qtz + Ms + Kfs (Schuster et al. 2001). Die Tommerschiefer sind Ms-Chl-Grt-Schiefer und bestehen aus polymetamorphen Granatglimmerschiefern. Die Gesteine des Tommerschiefers sind durch Hellglimmer und bis zu 1,5 mm großen Ilmeniten definiert. In beiden Einheiten kommen feinkörnige Granite und Pegmatite häufiger vor. Im Gegensatz dazu sind Amphibolite, Kalksilikate und Marmor selten in diesem Bereich. Kyanit, Quarzite und Leukophylite hingegen sind im Strallegg-Komplex weit verbreitet. Die Gesteine des Strallegg-Komplexes erlebten eine polymetamorphe Entwicklung (Schuster et al. 2001). Die ältere HT/LP Paragenese zeigt Temperaturen von 625 °C mit 2 - 2,5 kbar für die Stralleggergneise vom Traibachgraben (Berka 2000). Die coalpidische Überprägung hingegen ist druckbetont und Tropper et al. (2001) berechnete Temperaturen von 530° - 600 °C bei 12 - 15 kbar (Schuster et al. 2001).

## 2.2. Jüngere geologische Geschichte und deren Gesteine

Bereits in der obersten Kreidezeit wurden die in 2.1 beschriebenen Gesteine exhumiert und abgekühlt. Danach folgte eine tektonische Ruhepause bis zum Oligozän vor etwa 30 Ma. Erst in dieser Periode begann die Landschaftsentwicklung der Alpen. Die steirischen Becken entwickelten sich etwa 18 Ma und somit senkte sich auch der gesamte Bereich südlich von Voralpe ab. Mit der Entwicklung der steirischen Becken begannen sich auch diese bis vor ca. 10 Ma mit flachmarinen Sedimenten zu füllen. Etwa im selben Zeitraum entstanden durch tektonische Bewegungen entlang der Mur-Mürz-Furche sowie der Lavanttal Störungen Pull-Apart-Becken, die mit terrestrischen Sedimenten befüllt wurden. Sedimentreste von diesem „inneralpinen Tertiär“ sind auch in Teilen des Südabhanges der Fischbacher Tauern im Bereich Voralpe erhalten. Erst in den letzten 4 Millionen Jahren begann die morphologische Hebung der Oststeiermark und somit auch die Ausbildung des heutigen Entwässerungsnetzes (Wagner et al. 2011). Dabei erfolgte die Hebung der steirischen Becken zusammen mit der Erhebung der steirischen

Randgebirge. Der morphologische Höhenunterschied, der zwischen dem oststeirischen Hügelland und den Randgebirgen zu erkennen ist, resultiert aus der simultan stattfindenden Abtragung der Lockergesteine der steirischen Becken. Steile Gräben, typische Verebnungsflächen mit Miozänen und Pannonischen Gesteinsresten belegen die junge Landschaft (Legrain et al. 2014).

Aus den letzten zwei Millionen Jahren sind keine eiszeitlich vergletscherten Bereiche im bearbeiteten Gebiet um Voralpe bekannt. Während der maximalen Ausbreitung der letzten Eiszeit lag in Judenburg die Grenze des Murgletschers und in Völkermarkt die des Draugletschers. Nur vereinzelt traten Hängegletscher auf den Gipfeln der Kor- und Saualpe auf (Van Husen 1997). Deswegen sind in diesem Gebiet der Oststeiermark aus diesem Zeitabschnitt auch keine glazial verfrachteten „Findlinge“ und auch keine aus dem oberflächennahen Gesteinskörper „herausgerodierten Felsformationen“ vorhanden, die als eine mögliche Interpretation für das hohe Alter der Menhire und bearbeiteten Steinplatten herangezogen hätten werden können! Jedoch spielten, verursacht durch die Einwirkungen der westlich gelegenen Gletscher, Faktoren wie Schmelzwasser, leicht erhöhte Erosionsraten, Frostbrüche und geringe Vegetation eine Rolle (Dixon et al. 2016). Einige mit den Eiszeiten verbundene Lockergesteine und Böden, eluvial transportierter Löss, eiszeitliche Flussterrassen und in situ gebildeter Blockschutt prägen die geologische Geschichte dieser Zeit (Winkler-Hermaden 1955). Auch fanden die größten Bergstürze der Alpen in einem Zeitraum um 10000 Jahren statt (Stüwe & Homberger 2010).

## 3. Kartierung

Es ist das Ziel der Kartierung, eine umfassende Datenbank der Menhire und der aus Trockenmauerwerk errichteten unterirdischen Gangpassagen, Schutzräume, Kreisgänge und Schächte in dem Gebiet um Voralpe zu schaffen (Abb. 8, 10, 11 und Tabelle 4, 5). Grundlegende Vorarbeiten dazu lieferten der international bekannte Felsbild- und Megalithexperte Lothar Wanke, sowie Helmut Bauer und Maria König im letzten Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts. Ergänzend dazu wurden Hunderte von Heinrich und Ingrid Kusch jahrelang gesammelte Datensätze von Steinsetzungen (GPS-Gerät Garmin 62st) mit den Vermessungsdaten der Lochsteine und Menhire von drei Studenten (K. Steinbauer, A. Landler und S. J. E. Speil) der Karl-Franzens-Universität Graz kombiniert (Landler 2014, Speil 2014). Nachdem diese zusammengetragen waren, wurden sie in Arc-Gis geplottet, um einen Überblick der Bereiche zu erhalten, die noch nicht untersucht wurden. Danach begann die Kartierung der noch unbearbeiteten Gebiete im Bereich um Voralpe (Abb. 8, 10 und 11) auf einer Fläche von insgesamt etwa 400 km<sup>2</sup>. Zur Erfassung und Überprüfung von Breiten- und Längengrad sowie der Seehöhe wurde zusätzlich das GPS-Gerät "Garmin etrex 20" verwendet. Ergänzend zu diesen Datensätzen wurden bei Hunderten alten Steinsetzungen die Maße der Höhe, Breite und Dicke der Menhire sowie bei Lochsteinen die Lochform und Lochgröße dokumentiert. Darüber hinaus wurden die Orientierung der Löcher und typische Merkmale der näheren Umgebung (z.B. Marterln, Gebäude oder

Grundstücksgrenzen) festgehalten. Die Beurteilung, ob ein Lochstein "in situ" ist oder in historischer Zeit verlegt wurde, erweist sich als sehr komplex. Einen ersten Hinweis stellen Informationen von Einheimischen dar. Sie wissen oft über Versetzungen, das Entfernen oder die komplette Zerstörung von Monolithen und unterirdischen Anlagen innerhalb der letzten hundert Jahre gut Bescheid.

Ein weiteres Problem ergibt sich durch die erst vor kurzem konstruierten Menhire, die als Zierstein bei Hauseinfahrten verwendet werden und in keinem Zusammenhang mit den prähistorischen Steinsetzungen stehen. Solche neu aufgestellten „Ziersteine“ wurden nicht in die Datenbank aufgenommen! Beweis für die „in situ“ Lage eines Lochsteins kann seine Lage und Orientierung sein (Abb. 12). Wenn ein Lochstein im Wald, auf Wiesenhängen und an stark bewachsenen Stellen in der Landschaft steht oder das bestehende Loch bzw. die Breitseite parallel zu einem bestehenden Pfad liegt, ist der Menhir eher in seiner ursprünglichen Position geblieben, zumindest im letzten Jahrhundert. Aus diesem Grund deutet der Begriff "in situ" nur darauf hin, dass ein Stein wahrscheinlich im Zeitraum der letzten drei, vier oder noch mehr Generationen nicht bewegt wurde. Die oft mehrfache Umsetzung von Mehren innerhalb der letzten Jahrhunderte und/oder Jahrtausende durch die Bevölkerung und die katholische Kirche ist ein bekanntes Problem in der Archäologie. Teichmann (1983) beobachtete bereits, dass dies oft große Unterschiede im Gesamtbild der Erscheinungsform von Mehren ergibt, die sonst noch andere Eindrücke, Aussagen und/oder Interpretationen erlaubt hätten.

Es sollte auch erwähnt werden, dass die Menhire und Lochsteine im Gebiet um Voralpe nicht die einzigen Bauwerke prähistorischen Alters, vorerst „Unbestimmter Zeitstellung“, sind. Heinrich und Ingrid Kusch haben mit Hilfe der einheimischen Bevölkerung vereinzelt Steinbrüche (Abb. 13), in denen die Menhire möglicherweise sogar abgebaut wurden, und zahlreiche unterirdische Trockenmauergänge (Abb. 14) gefunden (Kusch & Kusch 2009 / 2014, Kusch 2017). Diese heute noch teilweise begehbaren Felsgänge und Erdstallanlagen haben laut Kusch und Kusch (2014) in Summe eine Gesamtgangelänge von bis zu mehreren Kilometern und stehen zweifellos in einem gewissen Zusammenhang mit den Steinsetzungen an der Oberfläche. Die derzeit berühmtesten unterirdischen Anlagen in diesem Bereich sind der *Strebl-Felsgang* (Abb. 15), der *Kandelbofer Erdstall* (Abb. 16) in Puchegg und der *Grubergang* (Kusch 2016/2017) bei Pongrazen (Abb. 17).

Die Ergebnisse der Kartierung (Forschungsstand Sommer 2017) zeigen eine hohe Dichte an Mehren und Lochsteinen und unterirdischen Anlagen im Untersuchungsgebiet Voralpe und seiner Umgebung (Abb. 18). Besonders im Ortsgebiet von Voralpe selbst, ist die Dichte am höchsten und führt zu überlappenden Markierungen in der Karte (Abb. 10 und 11). Insgesamt konnten bis zu diesem Bericht 511 Standorte (Forschungsstand 2017) solcher prähistorischen Steinsetzungen eingemessen und fotografisch dokumentiert werden (siehe Tabelle 4). Mehr als 50 noch nicht kartografierte Standorte sind den Autoren bekannt. Im Durchschnitt konnte auf einem Areal von 400 km<sup>2</sup> somit bis jetzt 1,4 Menhire und/oder Lochsteine pro km<sup>2</sup> gefunden werden. Aufgrund

weiterführender Feldforschungen und Informationen durch die Bevölkerung in Bezug auf Menhire und/oder Lochsteine, wird die endgültige Anzahl und einige ihrer Standorte ständig zu korrigieren sein. Die Tendenz der Gesamtzahl an Mehren und/oder Lochsteinen bleibt durch neue jährliche Entdeckungen steigend. Auch die Zahl der registrierten unterirdischen Trockenmauerwerk-Anlagen mit derzeit über 300 Gängen und Schutzräumen ist durch jährliche Neufunde einem fortlaufenden Anstieg ausgesetzt (siehe Tabelle 5). Die Tabelle 5 zeigt im Gegensatz zur Tabelle 4 zwar nur 121 archäologische Fundplätze von unterirdischen Gängen und Schutzräumen auf, jedoch erhöht sich diese Anzahl um ein Vielfaches, weil die Einmessung der bei den prähistorischen Bergsiedlungen vorhandenen Schutzräume nur jeweils mit einem einzigen Richtwert dokumentiert wurde, um die Lage und nicht die Ausdehnung dieser Siedlungen auf den Bergkuppen zu fixieren. Die Anzahl der kartierten Steinkammern bzw. Schutzräume wurde seitlich neben den Koordinaten vermerkt. Im Sommer 2018 wurden erstmals mit einem Bodenscanner Messungen über diesen Steinhügeln vorgenommen, wobei festgestellt werden konnte, dass es unter diesen Hunderten noch verschlossenen Steinanhäufungen im Wald tatsächlich Hohlräume gibt, die allerdings mit Schwemmsand entweder ganz oder teilweise verfüllt sind. Dies belegt zusätzlich zu den TCN-Datierungen auch das hohe Mindestalter dieser Anlagen von über 10000 Jahren BP (= vor heute). Die Nachforschungen in diesem Teil der Oststeiermark legen auf Grund von Erzählungen und Berichten nahe, dass es in der Vergangenheit noch wesentlich mehr megalithische Hinterlassenschaften gegeben haben muss, denn allein in den letzten 30 Jahren wurden nachweisbar weit über 200 alte Lochsteine bei Bauarbeiten zerstört, viele von den Grundbesitzern verkauft, vergraben oder entfernt. Mindestens fünf Großmenhire (über 6 m Länge) wurden gesprengt, weil diese für den Abtransport im steilen Gelände zu schwer und mit modernen Maschinen nicht zu beseitigen waren. Durch Hinweise der einheimischen Bevölkerung kann heute angenommen werden, dass der Gesamtbestand an Steinsetzungen in diesem Gebiet einst weit über 1500 Stück oder vielleicht sogar mehr betragen hat.

#### 4. Erscheinungsbild und Gesteinsbestand der megalithischen Steinsetzungen

In diesem Abschnitt wird das allgemeine Erscheinungsbild der Menhire und ihre geografische Verteilung anhand der erfassten Datenbank zusammengefasst und einige charakteristische Beispiele des Gebiets um Voralpe beschrieben, um zu verdeutlichen, wie unterschiedlich ihr Auftreten, Aussehen und ihre Verwendung sein kann. Erklärend soll an dieser Stelle erwähnt werden, dass der Begriff „Menhir“ aus dem bretonischen Sprachraum kommt und soviel wie „langer Stein“ bedeutet. Nicht jeder lange Naturstein ist auch ein Menhir, als archäologisches Kriterium für die Vergabe dieser Bezeichnung wird von Fachkreisen vorausgesetzt, dass mindestens eine Seite des Steines vom Menschen bearbeitet sein muss, also der Stein in seinem Aussehen künstlich verändert worden ist. Dies trifft ausnahmslos auf alle aufgenommenen Objekte im Raum Voralpe und Umgebung zu! Abbildung 19 zeigt das variable Erscheinungsbild von vier

Steinsetzungen und belegt, warum die Bezeichnung „Menhir“ nahelegt. Das erste große Unterscheidungsmerkmal ist das Auftreten oder Fehlen von Löchern. 79% der kartierten Menhiren enthalten Löcher und werden im Folgenden als „Lochsteine“ bezeichnet (Abb. 20). Diese Lochsteine weisen zumeist nur ein Loch auf, jedoch gibt es Lochsteine mit bis zu vier Löchern, die aber meist sekundären Ursprungs sind. Der Großteil dieser Löcher findet sich im oberen Bereich der Menhire und diese sind, bezogen auf die Breite, in der Regel zentral angeordnet. Aufgrund der Tatsache, dass viele Lochsteine in den letzten Jahrhunderten versetzt wurden, ist es heute allerdings unmöglich, die Orientierung der Löcher bedeutungsvoll statistisch auszuwerten.

Auch die Form der Löcher ist nicht einheitlich. Die Mehrheit hat eine mehr oder weniger runde Form (Abb. 19d). Diese runden alten Löcher variieren im Durchmesser zwischen drei und sieben Zentimeter, wobei die meisten von ihnen einen Durchmesser von vier bis fünf Zentimeter haben. Einige zeigen jedoch auch eine rechteckige oder quadratische Form mit Seitenlängen von 4 bis 10 cm (Abb. 19c). In diesen sekundär erweiterten ehemals runden Löchern wurden zur Befestigung von Ketten oder Seilen für die Holzgatter in den letzten Jahrhunderten teils Eisenbänder durchgezogen und diese mit Holzkeilen gefestigt. Bei einigen wenigen Steinen wurden auch länglich geformte, rechteckige Löcher aus dem Stein geschlagen, wo dünne Bretter für einen Zaun oder eine Absperrung durchgesteckt worden sind. Jedoch zählen all diese nachträglichen Veränderungen zu den sekundären Nutzungsformen der Lochsteine und haben nichts mit der ursprünglichen Aufstellung und deren Nutzung zu tun!

Die Menhire und Lochsteine selbst zeigen primär zwei verschiedene Formen und können bis zu mehrere Meter hoch sein. Die erste Form hat ein mehr oder weniger natürliches Erscheinungsbild ohne geometrische Symmetrien (Abb. 19a und 19c). Andere haben eine nahezu rechteckige Form und scheinen daher vom Menschen absichtlich in diese spezielle Form gebracht worden zu sein (Abb. 19b und 19d). Allerdings haben die meisten Menhire eine ähnlich stark verwitterte Oberfläche, sodass aus dem Grad der Verwitterung (Gesteinspatina) eine Annahme einer vermutlichen Altersinformation abgeleitet werden kann, aber nicht mehr. Trotzdem zeigt die Form mancher Menhire und Lochsteine Anzeichen einer späteren Anpassung. Sie variiert auch stark in Bezug auf ihre Abmessungen. Um einen Mittelwert für eine richtungsweisende Statistik über die Steinsetzungen in diesem Gebiet zu bekommen, wurden rund 140 Objekte im Raum Voralpe präzise vermessen. Die Höhe der Steine wurde vom heutigen Bodenniveau bis zur Spitze des Menhirs oder Lochsteins gemessen! Das bedeutet, dass die vergrabenen Bereiche der Menhire und Lochsteine nicht in den Messungen enthalten sind. Die Gesamtlänge eines Megaliths kann in einigen Fällen auch das Doppelte des herausragenden Oberteils oder auch mehr betragen. Die sichtbare Höhe zeigt Werte zwischen 20 und 231 cm an. Die Mehrzahl von ihnen liegt zwischen 110 und 160 cm mit stetig fallenden Zahlen in Richtung der beiden Extrema (Abb. 21b). Die wenigen kleineren Beispiele können größtenteils auf zerstörte ehemals größere Menhire und Lochsteine zurückgeführt werden. Aber auch auf sekundär mit Sedimenten

zugeschüttete Steinstellen, wie bei einer Freilegung eines nur 0,5 m aus dem Bodenniveau ragenden Lochsteins in der Gemeinde Riegersbach nachgewiesen werden konnte. Dieser steckte mehr als 2,7 m tief im Erdreich und wies eine Gesamtlänge von über 3,2 m auf. Das Gewicht der Steine liegt im Schnitt zwischen 200 kg und mehr als einer Tonne, bei ganz großen Exemplaren kann das errechnete Gewicht auch bis zu 60 Tonnen betragen.

Die Verteilung der Lochsteinbreiten zeigt ein ähnliches Muster (Abb. 21c). Sie variiert zwischen 18 und 91 cm, während das Intervall von 40 bis 49 cm die höchste Anzahl an Menhiren und Lochsteinen beinhaltet. Um diesen Wert sind die Maße der Menhire in etwa normal verteilt. Der Großteil der Menhire und Lochsteine zeigt eine Dicke (Wandstärke) zwischen 10 und 29 cm. Nur wenige Ausnahmen erreichen kleinere Werte von bis zu 8 cm oder größere Werte von bis zu 34 cm (Abb. 21d). Zusammenfassend gesagt wäre ein durchschnittlicher Menhir oder Lochstein etwa 128 cm hoch (über dem heutigen Bodenniveau), etwa 51 cm breit und etwa 20 cm dick. Markant sind die Spitzen der Steinsetzungen, die entweder einseitig abgeschrägt, mit einer beidseitigen zulaufenden Spitze, halbrund oder in einigen wenigen Fällen horizontal sein können. Diese Formen finden sich interessanterweise weltweit ausnahmslos bei allen Menhiren, die aus der prähistorischen Epoche stammen. Ob diese Formgebung ursprünglich begründet war und einen wie auch immer gearteten Zweck erfüllte ist anzunehmen. Heute ist aber in mündlich tradierten Überlieferungen aus dem Raum um Voralpe nichts mehr darüber in der Bevölkerung bekannt.

Bezüglich der geografischen Verteilung der Megalithen konnte auf Grund fehlender Daten von bereits entfernten Steinsetzungen kein systematisches Auftreten festgestellt werden. So gibt es zum Beispiel doch Zusammenhänge zwischen der Verteilung der Menhire bzw. der Lochsteine und hunderten Flurdenkmälern wie Holzkreuzen, Marterln oder Kapellen. Da diese heute oft bei ehemaligen Standorten von Menhiren zu finden sind, entstehen dadurch sehr wohl imaginäre Linien, die wieder bei Lochsteinen enden können. Dieses netzartig ausgebildete Muster der Standorte wäre ein eigenes Forschungsprojekt! Auch die Orientierung der Löcher weist oft auf den nächsten Lochstein hin, daraus kann aber ohne weitere Untersuchung nichts abgeleitet werden. Die Verteilung mit der Seehöhe schwankt zwischen 369 und 1186 m, wobei die Mehrheit insgesamt 337 Stück zwischen 600 und 800 m liegt (Abb. 10 und Tabelle 1). Wenn man sich die Standorte im Feld und auf der Karte ansieht, kann die Ursache dieser Verteilung möglicherweise in der Topografie des Landschaftsraumes gefunden werden. Auch könnte eine für uns heute nicht mehr erkennbare Ursache aus früheren Zeiten für die Platzierung der Steine verantwortlich gewesen sein. Vielleicht ist die Antwort in den tradierten Überlieferungen der einheimischen Bevölkerung zu finden. Heute befinden sich viele von den Steinsetzungen neben Pfaden (Abb. 12 und 18), Gehöften oder Feldern, auf Wiesen und in Wäldern. Abbildung 10 zeigt außerdem, dass die größte Konzentration von Menhiren um das weitere Gebiet von Voralpe zu finden ist, aber auch entlang von Bergrücken. Dieser Aussage liegt jedoch nur der derzeitige Forschungs-

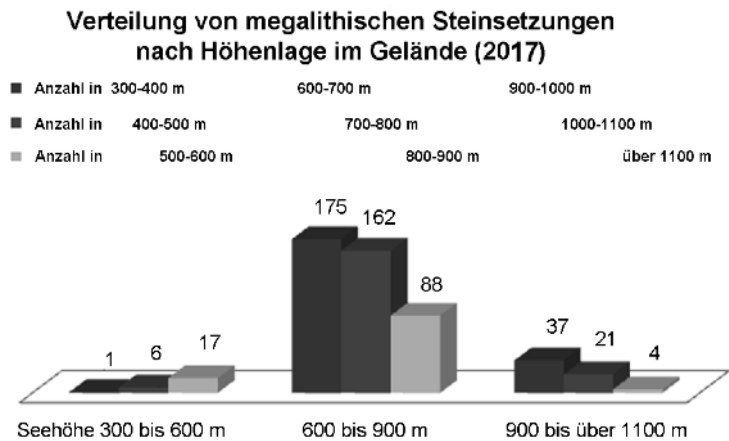
stand (2017) zugrunde. Obwohl im allgemeinen Bereich der Menhir-Ansammlungen rund um Vorau und der Oststeiermark auch Erdställe und über 794 Felsgänge bekannt sind, konnten mit einigen wenigen Ausnahmen nur bedingte räumliche Korrelationen zwischen diesen verschiedenen Bauwerken quantifiziert werden. Dies kann jedoch an den oftmals verfüllten und nicht mehr zugänglichen unterirdischen Anlagen in der Nähe der Lochsteine oder an der Tatsache liegen, dass die Lochsteine in der Vergangenheit von ihrem ursprünglichen Standplatz entfernt oder umgestellt wurden. Dort, wo die unterirdischen Gänge heute noch bei einigen Bauernhöfen zugänglich sind, befinden sich interessanterweise im näheren Umfeld jedoch meist mehrere prähistorische Steinsetzungen.

Eine Frage stellt sich da, wie wurden kilometerweit ohne Straßen diese Tausende, teils tonnenschweren Steine durch das unwegsame Gelände, durch Wälder, die tief eingeschnittenen Gräben und über die steilen Berghänge hunderte Meter weit hinauf transportiert? Ergänzend soll hier auch angeführt werden, dass bei den heute bekannten Trockenmauerhängen und Steinkammern des Gebietes weit über 1500 teilbearbeitete Überlagplatten mit einem Gewicht von bis zu einer Tonne oder mehr dazukommen, die ebenfalls über steile Berghänge und durch unwegsames Gelände bis auf Seehöhen von 1300 Metern transportiert werden mussten. Antworten auf diese Fragestellungen gibt es derzeit noch keine! Leichter zu beantworten ist die Frage über die Herkunft der aus Steinen errichteten Trockenmauern im Wandbereich der Steingänge und der Seitenwände der Steinkammern, die offensichtlich aus der unmittelbaren Umgebung der Objekte aufgesammelt, zusammengetragen und verbaut worden sind. Nach heutiger Kenntnis wurden im prähistorischen Zeitabschnitt zigtausend Tonnen an fertig zubereiteten Steinplatten bzw. Steinmaterial im steilen Gelände um Vorau von Menschen kilometerweit transportiert, aufgestellt und bei den teilweise mit einem Kraggewölbe errichteten unterirdischen Steinmonumenten verwendet!

**4.1. Gesteinsbestand**

Bezüglich des Gesteinsbestandes bestehen die kartierten Menhire aus drei verschiedenen Gesteinsarten. Dabei handelt es sich um verschiedene Schiefervarianten, Gneis und Amphibolit. Der Großteil der während der Kartierungsarbeit untersuchten Monolithe wurde als Schiefer identifiziert. In Bezug auf die einzelnen Hauptminerale variieren sie jedoch. Somit kann man sie in mehrere Untergruppen unterteilen: Granat-Glimmer-Schiefer, Glimmer Schiefer und Chlorit-Biotit-Schiefer. Der geschätzte Anteil dieser Schiefervarianten liegt bei 80% des gesamten beobachteten Vorkommens. Die restlichen 20% der Monolithe bestehen zu 15% aus Gneis und zu 5% aus Amphibolit. Nur ganz selten wurden auch andere Gesteinsarten wie Pegmatit oder Sandstein als Baustein verwendet. Das Auftreten der unterschiedlichen Gesteinstypen konnte keinem Muster zugewiesen werden. Es waren keine Orte ausfindig zu machen, in denen speziell nur ein Typ auftrat oder der Anteil zumindest signifikant erhöht war. Auch war zu beobachten, dass das Erscheinungsbild der Monolithe hinsichtlich ihrer Mineralogie den Umgebungsgesteinen sehr ähnelt.

**Tab. 1:** Übersicht der Verteilung von megalithischen Steinsetzungen nach Höhenlagen (Forschungsstand 2017). • **Tab. 1:** Overview of the distribution of megalithic stone formations according to altitude (research status 2017). Grafik: Heinrich Kusch



Um die Herkunft der für die Setzungen verwendeten Steine weiter einzuengen, wurden mehrere Dünnschliffe aus Proben von Menhiren und Lochsteinen, sowie von lokalen in-situ Gesteinen und nahegelegenen Steinbrüchen hergestellt. Die Anzahl der Proben wurde absichtlich klein gehalten, da es ein wichtiges Anliegen war, diese möglicherweise kulturell bedeutenden Objekte so wenig wie möglich zu beschädigen. Zu beprobende Menhire wurden sehr gezielt ausgesucht, um trotzdem jeden einzelnen Gesteinstyp ausreichend beschreiben zu können. Insgesamt wurden 11 Dünnschliffe aus Menhir und Lochsteinproben erstellt und analysiert (Abb. 22). Dabei handelt es sich um die Nummern 261, 262, 263, 265, 270, 361, 374, 387, 391, 398 und 407 aus der Datenbank (Tabelle 4). Drei von ihnen wurden auch für geobarometrische Untersuchungen verwendet. Zusätzlich wurden auch neun Proben von anstehendem Gestein aus der Umgebung untersucht, um nicht nur die Monolithe an sich vergleichen zu können, sondern auch, um einen ersten Vergleich mit der Umgebung durchzuführen. Als Resultat kann dann auch ein erster Versuch der Herkunftsbestimmung durchgeführt werden.

Drei Haupttypen an Gesteinen konnten, wie bereits oben erwähnt, identifiziert werden: Gneis, verschiedene Arten von Schiefer und Amphibolit. Die meisten dieser Proben haben ein metamorphes Schiefergefüge. Der Gneis besteht hauptsächlich aus Plagioklas, Quarz, Granat, Chlorit und Biotit. Die Schiefer bestehen hauptsächlich aus Quarz, Granat, Plagioklas und Muskovit. Abhängig von der jeweiligen Probe können auch andere Mineralien wie Chlorit, Hornblende und opake Phasen auftreten. Alle diese Dünnschliffe zeigen eine ausgeprägte Schieferung und eine schon fortgeschrittene Alteration. Die Amphibolite bestehen hauptsächlich aus Amphibol, Plagioklas, Zoisit und Granat. Andere Mineralien, die in den Proben auftreten, sind: Titanit, Muskovit und Chlorit. Wie schon die Schiefer zeigen auch die Amphibolite eine ausgeprägte Schieferung. Die Mineralzusammensetzung und die Textur variieren nur gering zwischen den einzelnen Proben des jeweiligen Gesteinstyps. Betrachtet man die einzelnen Gesteinsarten hinsichtlich ihrer mineralischen Zusammensetzung und ihrer Struktur, gibt es keine bemerkenswerten Unterschiede zwischen den Proben aus den Menhiren

und den Lochsteinen und den Proben aus den in-situ Aufschlüssen.

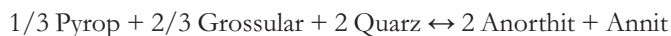
Vier der in-situ Proben wurden aus Gebieten innerhalb des Semmering-Komplexes entnommen. Diese wurden als zwei Amphibolite, ein Granat-Muskovit-Schiefer und ein Paragneis identifiziert. Vier weitere Proben wurden im Bereich des Waldbach-Komplexes genommen. Und zwar zwei Granat-Chlorit-Muskovit-Schiefer und ein Gneis. Die letzte Umgebungsprobe, ein Granatmuskovitschiefer, wurde im Bereich des Strallegg-Komplexes gesammelt. Hinsichtlich ihres Gefüges und ihrer Mineralzusammensetzung passen sie gut in die jeweilige petrologische Beschreibung der Gesteine von Schuster et al. (2001).

Die Gesteinsarten und ihre mineralischen Paragenesen der Menhire und Lochsteine stimmen weitgehend mit allen geologischen Einheiten dieser Region überein. Acht der beprobten Menhire (Datenbanknummern 261, 262, 263, 265, 270, 391, 398 und 407) wurden aus verschiedenen Schieferarten hergestellt. Zusätzlich treten noch Menhire und Lochsteine aus Gneis (Datenbanknummern 374 und 387) und Amphibolit (Datenbanknummer 361) auf. Genauere Informationen wie Lokalität und Größe der beprobten Monolithe sind Tabelle 4 zu entnehmen. Die gleichen drei Gesteinsarten werden sowohl im Wechsel-, Waldbach-Komplex, Semmering-Komplex als auch im Strallegg-Komplex beschrieben (Schuster et al. 2001). Daher kann der Ort des Ursprungs der Menhire und Lochsteine anhand ihrer Mineralogie und Struktur allein nicht eindeutig identifiziert werden und petrologische Berechnungen sind notwendig, um eine genauere Zuordnung treffen zu können.

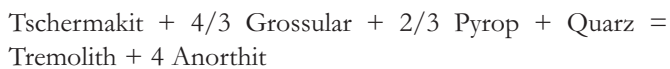
### 5. Geothermobarometrie

Um die Herkunft der Bausteine der Steinkonstruktionen näher zu bestimmen, werden im Folgenden die Bildungsbedingungen der Mineralgesellschaften der Gesteine bestimmt. Dazu wurden mit Hilfe des Rasterelektronenmikroskops chemische Analysen der gesteinsbildenden Minerale durchgeführt und mittels thermobarometrischer Methoden der Bildungsdruck und die Bildungstemperatur ermittelt.

Drei Proben wurden gezielt ausgewählt, da sie genügend Phasen besitzen, die sich auch im paragenetischen Gleichgewicht befinden und somit für diese Art von Berechnungen geeignet sind. Dabei wurden die Menhirproben mit den Datenbanknummern 262, 265 und 270 verwendet. Genauere Informationen wie Lokalität und Größe der beprobten Monolithe sind Tab. 3 zu entnehmen. Für das Geothermometer wurde jeweils der Eisen - Magnesium - Austausch zwischen Granat und Biotit und zwischen Granat und Amphibol verwendet. Die Druckberechnung basiert auf zwei ähnliche Methoden. Dabei wurde einerseits die Mineralparagenese Granat-Plagioklas-Biotit und andererseits die Mineralparagenese Granat-Amphibol-Plagioklas herangezogen. Die Geobarometer wurden jeweils sowohl mit der Eisenendgliederreaktion als auch der Magnesiumendgliederreaktion gerechnet. Nimmt man die Magnesiumendgliederreaktion, basiert das Granat-Plagioklas-Biotit-Geobarometer nach Hoisch (1990) auf der folgenden Endgliedreaktion:



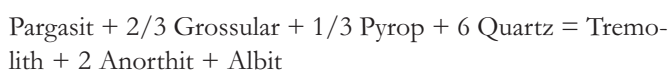
Das Granat-Amphibol-Plagioklas-Geobarometer nach Dale et al. (2000) basiert auf der Reaktion:



Zur Berechnung mittels Eisenendgliederreaktionen folgt das Granat-Plagioklas-Biotit-Geobarometer nach Hoisch (1990) folgender Reaktion:



Das Granat-Amphibol-Plagioklas-Geobarometer nach Dale et al. (2000) basiert auf der Reaktion:



Es wurden pro Probe jeweils drei Punkte aneinander angrenzender Minerale analysiert und zur Berechnung herangezogen. Somit ergeben sich auch jeweils drei Thermometer und Barometer je Probe. Die Schnittfläche derselben ergeben die errechneten Bildungsbedingungen. Die Geothermobarometer zeigen alle ähnliche Druck- und Temperaturbedingungen (Abb. 23). Die Temperatur variiert zwischen 440° und 600 °C. Das Granat-Amphibol-Thermometer deutet auf etwas niedrigere Bildungstemperaturen von etwa 440° bis 500 °C und das Granat-Biotit-Thermometer auf etwas höhere Bildungstemperaturen von 450° bis 600 °C hin. Die errechneten Bildungsdrucke haben eine große Spannweite. Sie erreichen Werte von etwa 10 bis zu sogar 22 kbar.

### 6. Ein Datierungsversuch

Aufgrund des Mangels an historischen Dokumenten und alten archäologischen Aufzeichnungen war das Errichtungsalter der Menhire bisher völlig unbekannt. Es wurden auch keine passenden organischen Artefakte für eine Kohlenstoffdatierung gefunden. Im Rahmen einer archäologischen Ausgrabung im *Kandelhofer-Erdstall*, im Auftrag des Bundesdenkmalamtes, gelang es im Jahre 2008 in einem sechs Meter langen Trockenmauergang und nach dem Schlupf, zwei prähistorische Artefakte zu bergen (Kusch 2016). So gibt es vorläufige Interpretationen der zeitlichen Zuteilung dieser unterirdischen Anlage in den prähistorischen Zeitraum (Kusch & Kusch 2014, Kusch 2016/2017).

Eine potentielle Möglichkeit das Errichtungsalter der Menhire und jene von Menschen bearbeitete Oberfläche der Abdeckplatten von unterirdischen Gängen zu bestimmen, ist die Datierung mittels kosmogen erzeugter Nuklide wie <sup>10</sup>Be oder <sup>26</sup>Al (TCN-Methode) (Ivy-Ochs & Kober 2008). Obwohl dieses Verfahren eine Reihe an Einschränkungen für die archäologische Anwendung hat (AKCAR et al. 2008), wurde hier der Versuch unternommen, die Alter der vom Menschen bearbeiteten Oberflächen der steirischen Megalithe und der bearbeiteten Deckplatten der unterirdischen Trockenmauergänge mit dieser Methode zu datieren.



6.1. Die Methode

Die Verwendung von kosmogenen Nukliden hat sich in den letzten 20 Jahren zu einer wichtigen Methode zur Charakterisierung und Datierung von Landschaften und Oberflächen entwickelt. Kosmogene Isotope werden in Gesteinen bei dem Beschuss durch kosmische Strahlung im Rahmen verschiedener nuklearer Prozesse gebildet (z.B. Spallation, Kernemission, Myoneninduktion). Die Eindringtiefe der kosmischen Strahlung beschränkt sich auf die obersten Zehnermeter der Erdoberfläche (mit einem stark exponentiellen Abfall unterhalb der obersten 10 cm), sodass die Konzentration der neu gebildeten Isotope in den obersten Zentimetern eines Gesteins Aufschluss über die Exposition der Erdoberfläche geben kann (Kubik et al. 1998). Zu den wichtigsten dabei neu gebildeten Isotopen zählen <sup>10</sup>Be, <sup>26</sup>Al, <sup>21</sup>Ne (gebildet aus Si in Quarz), <sup>14</sup>C (gebildet aus <sup>12</sup>C in der Atmosphäre) oder <sup>36</sup>Cl (gebildet aus Ca in Kalzit). Die meisten dieser Isotope sind radiogen, sodass - in Abhängigkeit ihrer Halbwertszeit - die Konzentration nur zu Beginn der Produktion im Gestein etwa linear ansteigt. Danach kommt es zunehmend zur Sättigung, bis die Produktionsrate mit der Zerfallsrate ein Gleichgewicht bilden und die Konzentration konstant bleibt (Ivy-Ochs & Kober 2008).

Kosmogene Isotope werden mit unterschiedlichen Raten produziert und haben verschiedene Halbwertszeiten. Eine beträchtliche Anzahl an Studien in der Literatur befasst sich mit der Kalibrierung dieser Methoden für verschiedene Anwendungsbereiche (Kubik et al. 1998). So findet zum Bei-

spiel die sehr bekannte und gut kalibrierte Radiokohlenstoffdatierung, die auf dem kosmogenen Isotop <sup>14</sup>C basiert, aufgrund der kurzen Halbwertszeit nur bis zu Zeitspannen von 50 ky Anwendung. Sie ist zusätzlich noch auf die Anwendung an organischem Material beschränkt. Andere kosmogen gebildete Isotope, wie <sup>10</sup>Be oder <sup>26</sup>Al in Quarz, können für die Abschätzung von Oberflächenprozessen bis zu einer Zeitspanne von mehr als fünf Millionen Jahren verwendet werden (Ivy-Ochs & Kober 2008) und sind gut für die Bestimmung von Expositions- und Erosionsraten kalibriert (Heisinger & Nolte 2000). Trotz des hohen nasschemischen Aufwandes, der Notwendigkeit von spezieller Massenspektrometrie und der beträchtlichen Kosten gibt es heute eine Reihe von Labors, die sich mit der Messung von <sup>10</sup>Be und <sup>26</sup>Al in Quarz befassen. Gemessene Isotopen-Konzentrationen können im Rahmen von zwei Prozess - Endgliedern interpretiert werden: Als Erosionsrate (in Meter pro Jahr) oder als Expositionsalter (in Jahren) (Brown et al. 1992). Um zwischen diesen Endgliedern oder komplizierteren Expositionsgeschichten zu unterscheiden, ist eine detaillierte Analyse mehrerer Proben aus verschiedenen Tiefen und Orientierungen eines einzelnen Aufschlusses nötig. Da beide Endglieder Interpretationen für die Gesteine im Bereich Vorau von Relevanz sein könnten, werden diese nun kurz beschrieben.

*Expositionsalter:* Die Konzentration von <sup>10</sup>Be oder <sup>26</sup>Al in Quarz kann direkt als Expositionsalter interpretiert werden (Abb. 24A). Dieser Interpretation liegt zugrunde, dass die

**Tab. 2:** Inputdaten der neun untersuchten Proben zur Umrechnung der <sup>10</sup>Be Konzentrationen in Erosionsraten und Expositionsalter mittels des CRONUS-Earth Online-Rechner (Version 2.2). • **Tab. 2:** Input data of the nine examined samples to convert the <sup>10</sup>Be concentrations into erosion rates and age of exposure using the CRONUS-Earth online calculator (version 2.2).

Sample name	Latitude (Decimal degrees)	Longitude (Decimal degrees)	Elevation (meters)	Elevation flag	Sample thickness (cm)	Sample density (g cm-3)	Shielding correction
SGP192012	47 338	15 901	588	std	1	02.Aug	1
FHM192012	47 407	15 828	1100	std	2	02.Aug	1
LS192012	47 466	15 820	816	std	2	02.Aug	1
SBPK92012	47 341	15 905	823	std	3	02.Aug	1
MZ292012	47 357	15 907	900	std	3	02.Aug	1
SSP12012	47 333	15 877	755	std	2	Feb.65	0.9989
STKH22013	47 369	15 820	1009	std	2	Feb.65	0.9956
KEPU12013	47 389	15 891	794	std	2	Feb.65	1
SBPK22014	47 338	15 903	825	std	3	Feb.65	0.9786
Sample name	Erosion rate (cm yr-1)	<sup>10</sup> Be concentration (Atoms g-1)	Uncertainty in <sup>10</sup> Be concentration (Atoms g-1)	Name of Be-10 standardization	<sup>26</sup> Al concentration (Atoms g-1)	Uncertainty in <sup>26</sup> Al concentration (Atoms g-1)	Name of Al-26 standardization
SGP192012	0	78959	2182	07KNSTD	0	0	KNSTD
FHM192012	0	125836	4524	07KNSTD	0	0	KNSTD
LS192012	0	127710	3041	07KNSTD	0	0	KNSTD
SBPK92012	0	375302	5723	07KNSTD	0	0	KNSTD
MZ292012	0	534334	7709	07KNSTD	0	0	KNSTD
SSP12012	0	177209	4619	NIST_27900	0	0	KNSTD
STKH22013	0	111904	5104	NIST_27900	0	0	KNSTD
KEPU12013	0	216659	6234	NIST_27900	0	0	KNSTD
SBPK22014	0	451033	10114	NIST_27900	0	0	KNSTD

gemessene Oberfläche plötzlich neu entstanden ist. Sie bietet sich daher zum Beispiel zur Bestimmung des Eisrückzugs am Ende der letzten Eiszeit an und ist in diesem Zusammenhang auch erfolgreich verwendet worden (Stroeven et al. 2016). Eiszeitliche Gletscher schürften neue Oberflächen, die aber zunächst noch von Eis bedeckt sind. Im Rahmen des Eisrückzugs am Ende einer Eiszeit wird diese Oberfläche plötzlich freigelegt und akkumuliert seither kosmogen gebildete Isotope, deren Konzentration proportional zum Alter des Eisrückzuges ist.

In ähnlicher Weise kann die Methode zur Bestimmung prähistorischer Monumente dienen, wenn die Gesteinsblöcke in zumindest 5 - 10 Meter Tiefe einst in einem Steinbruch oder einer Höhle abgebaut, dann aufgestellt und seit diesem Zeitpunkt nicht über große Distanzen hinwegbewegt wurden. Die Halbwertszeit von  $^{26}\text{Al}$  beträgt etwa 0.7 My Jahre und von  $^{10}\text{Be}$  etwa 1.4 My, sodass die Methodik es erlaubt, einen Zeitraum von zumindest einigen Hunderten Jahren bis zu 4 oder 5 Millionen Jahren zu erfassen. Aufgrund der regional variablen kosmischen Strahlungsintensität müssen bei dieser Methode eine Reihe von Korrekturen berücksichtigt werden (Tabelle 2). Zum Beispiel muss für die Seehöhe, die geografische Breite, die Abschirmung durch Berge, die Probengeometrie, die Überdeckung durch Boden und Gestein, Korrekturfaktoren berücksichtigt werden (Kubik et al. 1998). Vor allem aber sollte die Probe aus den obersten wenigen Zentimetern der Oberfläche entnommen werden, damit das berechnete Alter nicht durch den exponentiellen Abfall der Isotopenkonzentration mit zunehmender Tiefe im Gestein beeinflusst wird (Abb. 24).

*Erosionsraten:* Die Konzentration von  $^{10}\text{Be}$  und  $^{26}\text{Al}$  in Quarz kann auch als Erosionsrate interpretiert werden (Abb. 24b). Dieser Interpretation liegt die Annahme zugrunde, dass die kosmogene Isotopenkonzentration durch kumulative Anreicherung während des kontinuierlichen erosiven Transports des Gesteins durch die letzten Meter hin zur Erdoberfläche gebildet wurde. Obwohl dies im Prinzip am Aufschluss durchgeführt werden kann, sind solche Messungen jedoch in der Regel aufgrund der heterogenen Erosion von anstehendem Gestein nicht sehr repräsentativ (episodisches Abbrechen von Gesteinsfragmenten, vergangene Überdeckung von Vegetationen, Böden, Reorientierung von Gesteinsblöcken etc.). Um diesem Problem zu entgehen, wurde am GFZ in Potsdam die Methode entwickelt, gemittelte Erosionsraten anhand von Sedimentproben aus aktiv einschneidenden Flüssen zu messen (Von Blanckenburg 2008). Die  $^{10}\text{Be}$  Konzentration in Sand aus Flüssen kann verwendet werden, um die Erosionsraten des Einzugsgebietes oberhalb des Probenahmepunktes auf dem Zeitmaßstab von einigen Tausend Jahren widerzuspiegeln und wurde bereits sehr erfolgreich auf verschiedene steirische Gebiete angewendet (Legrain et al. 2014, Dixon et al. 2016).

## 6.2. Proben der TCN Datierung

In einem Versuch, das Errichtungsalter der Menhire zu bestimmen, wurden insgesamt neun Proben in zwei Probendurchgängen zur Bestimmung des  $^{10}\text{Be}$  Gehalts gesammelt. Die ersten fünf Proben wurden von Heinrich Kusch und

Ingrid Kusch, sowie Kurt Stüwe am 29. September 2012 genommen. Sie wurden dabei von Regisseur Peter Behringer und einem Filmteam von Servus TV begleitet. Die  $^{10}\text{Be}$  Konzentrationen wurden im TCN-Labor in Kalifornien-Berkeley, Purdue-University, USA, von Prof. D. Granger analysiert. Die zweite Probenahme erfolgte zwei Jahre später und die vier genommenen Proben wurden danach von Prof. D. Fabel im TCN-Labor von NERC, Glasgow, Schottland analysiert.

*Probe SBPK1-9/2012* (erster Probendurchgang) wurde von einer vom Menschen bearbeiteten Oberseite eines mehrere Meter langen Felsens am Pongrazer Kogel entnommen, der aufgrund einer Reihe von Schlitzten als prähistorischer Steinbruch für den Menhir Abbau interpretiert wird (Abb. 26a und 27a). Diese Reihe von eindeutig künstlich erzeugten Schlitzten zeigt, dass dort wahrscheinlich Keile eingesetzt wurden, um weitere fast 4 m lange Platten abzuspalten. Die Probenposition ist: 47°20'30,0" N; 15°54'20,5" E und die Seehöhe beträgt: 825 m.a.s.l.

*Probe LS1-9/2012* (erster Probendurchgang) entstammt einem Lochstein in Sommersgut bei Wenigzell, wenige Kilometer von Voralpe entfernt. Datenbanknummer 148 (Tabelle 4). Die Probe wurde von diesem Exemplar entnommen, weil dieser Lochstein in seinem Erscheinungsbild sehr typisch und somit repräsentativ für die gesamten Lochsteine von Voralpe ist. Er besteht aus Granat-Glimmer-Schiefer, weist eine Höhe von 1,80 m auf und steht neben einem Marterl (Abb. 26B). Die Probe wurde an einer flachen nach oben gerichteten Stelle von den obersten wenigen Zentimetern des Gesteinsverbandes von der NW-Seite des Lochsteins, der SW-NE orientiert ist, entnommen. Der Horizont ragt in allen Richtungen maximal 5° über die Horizontale. Die Probenposition ist: 47°27'57,6" N; 15°49'12,0" E und die Seehöhe beträgt: 816 m.a.s.l.

*Probe MZ2-9/2012* (erster Probendurchgang) entstammt dem sogenannten „Schiff“ am Almer Menhir, Zeilerviertel (Abb. 26c). Das so genannte „Schiff“ ist ein abgerundeter Block mit einer Größe von ca. 7,6 m x 3 m x 2 m, gelegen in einem Wald, wo sich einst ein prähistorischer Steinbruchabschnitt befunden hat. Laut Kusch und Kusch (2009) wurden beide keilförmig zulaufenden Unterseiten von Menschen nachbearbeitet. Die Probe wurde von der flachen oberen unbearbeiteten Seite genommen. Die Probenposition ist: 47°21'28,1" N; 15°54'27,2" E und die Seehöhe beträgt: 900 m.a.s.l.

*Probe FHM1-9 2012* (erster Probendurchgang, etwa 2 kg Gestein) entspringt der sogenannten *Franzosenhöhle* bei Miesenbach, einer Steinkammer mit niederer Eingangsöffnung (Abb. 25 und 26d). Die Probenahmestelle befindet sich in der Nähe des Waldbodens auf dem Deckstein der Eingangsöffnung. Dieser Deckstein ist 1 m lang, mehrere Dezimeter dick und scheint an der Oberseite, aber auch seitlich, bearbeitet worden zu sein. Das Gesteinsmaterial ist Quarzit. Der Eingang ist nahezu exakt in Richtung Süden orientiert. Der Zugang der mit Trockenmauerwerk errichteten Kammer mit einem ovalen Durchmesser von 3,2 m x 2,2 m liegt auf einem 15° steilen, südlich gerichteten Hang. Die Probe wurde

**Tab. 3:** Berechnete Expositionsalter und Erosionsraten der neun teilkorrigierten Gesteinsproben. Berechnet mit dem CRONUS-Earth Online-Rechner.  
 • **Tab. 3:** Calculated exposure ages and erosion rates of the nine partially corrected rock samples. Calculated with the CRONUS-Earth online calculator.

Probennummer	Breitengrad	Längengrad	Seehöhe (m)	Expositionsalter (y)	Erosionsrate (m/Myr)
LS1-9 / 2012	47°27'57,6" N	15°49'12,0" E	816	13953 ± 333	53,07 ± 1,29
MZ2-9 / 2012	47°21'28,1" N	15°54'27,2" E	900	55084 ± 806	12,28 ± 0,19
SBPK1-9 / 2012	47°20'30,0" N	15°54'19,8" E	825	41104 ± 633	16,94 ± 0,27
SBPK22014	47°20'30,0" N	15°54'19,8" E	825	55625 ± 1265	14,46 ± 0,34
FHM1-9 / 2012	47°23'14,4" N	15°45'47,5" E	1100	10893 ± 393	65,62 ± 2,40
SGP1-9 / 2012	47°20'16,8" N	15°56'6,6" E	588	10382 ± 288	75,08 ± 2,11
STKH22013	47°22'19,3" N	15°49'21,8" E	1009	10293 ± 285	73,25 ± 3,40
KEPU12013	47°23'21,9" N	15°53'29,2" E	794	23965 ± 694	31,71 ± 0,94
SGPU12012	47°23'01,0" N	15°52'39,1" E	755	20258 ± 531	38,08 ± 1,02

genommen, um das vermutliche Bearbeitungsalter der Abdeckplatten dieser Kammer einzuengen. Die Probenposition ist: 47°23'14,4" N; 15°45'47,5" E und die Seehöhe beträgt: 1100 m.a.s.l.

*Probe SGP1-9/2012* (erster Probendurchgang) wurde aus einem großteils mit Trockenmauerwerk errichteten Gang, mit dem Namen "*Grubergang*", in der Nähe von Pongrazen entnommen (Abb. 26e). Der Eingang dieser unterirdischen Anlage befindet sich im Keller eines Bauernhauses. Der Ursprung der entnommenen Probe ist eine von Menschen an allen sichtbaren Seiten bearbeitete große Abdeckplatte (2,1 m x 1 m x 0,2 m) des gemauerten Steinganges, deren Position direkt unter dem Vorplatz des Gehöfts liegt. Die Probenposition ist: 47°20'16,8" N; 15°56'6,6" E und die Seehöhe beträgt: 588 m.a.s.l.

*Probe SBPK22014* (zweiter Probendurchgang) wurde am 5. Oktober 2014 von Heinrich Kusch und Ingrid Kusch (Abb. 27a) wie schon Probe SBK1-9/2012 (erster Durchgang) aus dem Menhir Steinbruch Pongrazer Kogel entnommen. Die entnommene Probe orientiert sich in Richtung Osten. Im Gegensatz zu Probe SBK1-9/2012 wurde sie von der unbearbeiteten Fläche genommen, um einen Vergleich mit der ersten Probe zu haben und somit Rückschlüsse auf einen möglichen Abspaltungszeitraum des dort entnommenen Monoliths gewinnen zu können. Die Probenposition ist: 47°20'30,0" N; 15°54'19,8" E und die Seehöhe beträgt: 825 m.a.s.l.

*Probe STKH22013* (zweiter Probendurchgang) entstammt einer Steinkammer am südwestlichen Hang des Berges Hinterdeck in Prätis. Sie wurde am 28. November 2012 von Heinrich Kusch und Ingrid Kusch genommen. Die Probe wurde aus dem Kraggewölbe unmittelbar unterhalb der Deckplatten aus der mit Trockenmauerwerk errichteten Steinkammer entnommen. Über dieser befindet sich eine Überdeckung von etwa 0,4 m Waldboden (Abb. 27b). Die Steinkammer befindet sich im Wald und ist in Richtung S-W orientiert. Außerdem ist die Stelle vom frühen Morgen bis zum Abend der Sonne ausgesetzt. Die Probenposition ist: 47°22'19,3" N; 15°49'21,8" E und die Seehöhe beträgt: 1009 m.a.s.l.

*Probe KEPU12013* (zweiter Probendurchgang) wurde am 20. Oktober 2013 von Heinrich Kusch und Ingrid Kusch aus

dem *Kandelhofer-Erdstall* in der Nähe der Erzherzog Johann Höhe in Puchegg entnommen (Abb. 27c). Hier wurde eine teilbearbeitete Überdeckplatte aus dem Steingang beprobt. Der *Kandelhofer Erdstall* ist ein über 26 m langer unterirdischer Gang mit einer 6 m langen eingefügten Passage aus Trockenmauerwerk (siehe auch Kusch 2016 / 2017). Der Gang ist heute von einer etwa einen Meter dicken Sedimentschicht bedeckt und orientiert sich in Richtung O-W. Die Probenposition ist: 47°23'21,9" N; 15°53'29,2" E und die Seehöhe beträgt: 794 m.a.s.l.

*Probe SGPU12012* (zweiter Probendurchgang) entstammt dem *Strebl-Felsgang* in Puchegg. Sie wurde am 20. September 2012 von Kurt Stüwe genommen. Der *Strebl-Gang* ist ein 89 m langer, unterirdischer und begehrbarer Felsgang mit einem 4 m langen Zugangsfragment aus Trockenmauerwerk. Die Probe wurde dem Deckstein am Eingang entnommen, der zurzeit keine direkte Überlagerung aufweist. Der Eingang ist in Richtung W orientiert (Abb. 27d). Die Probenposition ist: 47°23'1,0" N; 15°52'39,1" E und die Seehöhe beträgt: 755 m.a.s.l.

### 6.3. Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen unterschiedliche <sup>10</sup>Be Konzentrationen (Tabelle 2). Um eine Überinterpretation der Ergebnisse zu vermeiden, wurden alle neun Analysen sowohl in: (a) ein Expositionsalter als auch (b) eine Erosionsrate umgerechnet. Die Berechnung des Alters erfolgte mit dem CRONUS-Earth Online-Rechner (<http://hess.ess.washington.edu/>).

In Expositionsalter umgerechnet ergeben sich verschiedene Altersgruppen (Tabelle 3). Die bearbeiteten Deckplatten der Gänge zeigen ein Expositionsalter von 10893 ± 393 y (*Franzosenhöhle*, Miesenbach), 10382 ± 288 y (*Grubergang*, Stambach), und 10293 ± 285 y (Schutzraum Prätis). Auffallend sind bei diesen drei Datierungen (korrigiert) die zeitlich nahezu deckungsgleichen Resultate bei einer Entfernung der einzelnen Objekte von mehr als 10 km! Die analysierten bearbeiteten Decksteine des *Kandelhofer Erdstalls* und des *Strebl-Felsanges* in Puchegg zeigen relativ ähnliche Expositionsalter von 23965 ± 694 y (*Kandelhofer-Erdstall*), beziehungsweise 20258 ± 531 y (*Strebl-Felsgang*). Der untersuchte Lochstein zeigt ein Expositionsalter von 13953 ± 333 y (Probe LS1-9/2012).

Hingegen zeigt die unbearbeitete Oberfläche vom "Schiff" (Probe MZ2-9/2012) ein Expositionsalter von 55084 ± 806 y,

was dem doppelten Bearbeitungsalter der Deckplatten beim *Sreblgang* und beim *Kandelhofer-Erdstall* entspricht. Die beiden Gesteinsproben des Steinbruchs zeigen auch ein wesentlich höheres Alter als die der Deckplatten und des Lochsteins. Die Alter der beiden Steinbruchproben sind:  $41104 \pm 633$  y (bearbeitete Felsoberfläche von der eine rund 0,5 m starke Steinplatte abgespalten worden war) und  $55625 \pm 1265$  y (unbearbeitete Außenfläche des Steinblocks). Der Differenzzeitraum zwischen beiden Datierungen entspricht vermutlich jenem Zeitpunkt, an dem die einst darüber befindliche Steinplatte entfernt wurde.

In Erosionsraten umgerechnet können die Daten ebenfalls in Subgruppen unterteilt werden (Tabelle 3). Auf der einen Seite befinden sich die Proben des Steinbruchs und des großen Blocks mit errechneten Erosionsraten von  $12,28 \pm 0,19$  m/Myr (das „Schiff“),  $14,46 \pm 0,34$  m/Myr und  $16,94 \pm 0,27$  m/Myr. Auf der anderen Seite gibt es die beiden Decksteine des *Kandelhofer Erdstalls* und des *Strebl-Felsanges* mit Erosionsraten von ca.  $31,71 \pm 0,94$  (*Kandelhofer Erdstall*) und  $38,08 \pm 1,02$  (*Strebl-Felsgang*). Die drei Deckplatten mit Erosionsraten von  $65,62 \pm 2,40$  (*Franzosenhöhle*),  $73,25 \pm 3,40$  m/Myr (*Schutzraum Prätis*) und  $75,08 \pm 2,11$  (*Grubergang*) sind signifikant höher. Darüber hinaus zeigt der Lochstein eine ziemlich ähnliche Erosionsrate von  $53,07 \pm 1,29$ . Alle diese Erosionsraten können auch in Tab. 3 verglichen werden.

## 7. Diskussion

Die bei dieser Kartierung dokumentierte hohe Dichte an Steinsetzungen ist in diesem Teil Mitteleuropas äußerst ungewöhnlich (Abb. 10). Weltweit sind ähnliche megalithische Monumente aus verschiedenen prähistorischen und späteren Zeitabschnitten (Indien, Indonesien) bekannt. Der mit diesem Aufsatz vorliegende Beweis für eine Präsenz einer prähistorischen Megalith-Kultur östlich der Linie in Abbildung 3 ist eine archäologische Sensation, denn steinzeitliche Menhire sind offiziell bislang fast ausschließlich im westlichsten Europa bekannt. Im mitteleuropäischen Raum wurden jedoch in den letzten Jahrzehnten Steinsetzungen aus Deutschland, der Schweiz und in Österreich gut dokumentiert. Diese wurden aber hinsichtlich ihres Errichtungsalters und ihrer kulturellen Bedeutung, sieht man von Deutschland ab, in den anderen beiden Ländern bisher kaum untersucht. Eine konkrete Interpretation ist derzeit weder (i) bei der kartierten geographischen Verteilung der Steinsetzungen und unterirdischen Anlagen, (ii) beim gemessenen Alter noch (iii) bei den petrologischen Daten möglich, weil die wissenschaftlichen Untersuchungen und die Feldforschungen noch nicht abgeschlossen sind. So war es zum Beispiel aufgrund oft umgestellter und entfernter Menhire unmöglich, eine bedeutungsvolle statistische Auswertung der ursprünglichen regionalen Verteilung durchzuführen. Das einzige auffallende Muster war, dass die Anzahl der Menhire und Lochsteine in der Nähe von Häusern und entlang einiger Feldgrenzen wuchs. Dies kann als Hinweis interpretiert werden, dass viele Menhire in den letzten Jahrhunderten sekundär verlegt oder gänzlich entfernt worden sind. Die pragmatische Wiederverwendung von bereits vorhandenen umgelegten oder stehenden Großsteinen im Gelände wurde weltweit in allen Kulturräumen praktiziert, ist also nicht nur auf den Bereich

Vorau beschränkt. Auf Grund dieser Beobachtungen und von archäologisch untersuchten Fundsituationen (z.B. Kulm, Ringkogel, *Kandelhofer-Erdstall*) kann angenommen werden, dass die Menhire und Lochsteine sowie die unterirdischen Anlagen im Raume Vorau und Umgebung sehr wohl als prähistorische Monumente anzusprechen sind, allerdings mit epochal unterschiedlichen Nutzungsarten. Verschiedene Interpretationsmöglichkeiten werden im Folgenden diskutiert.

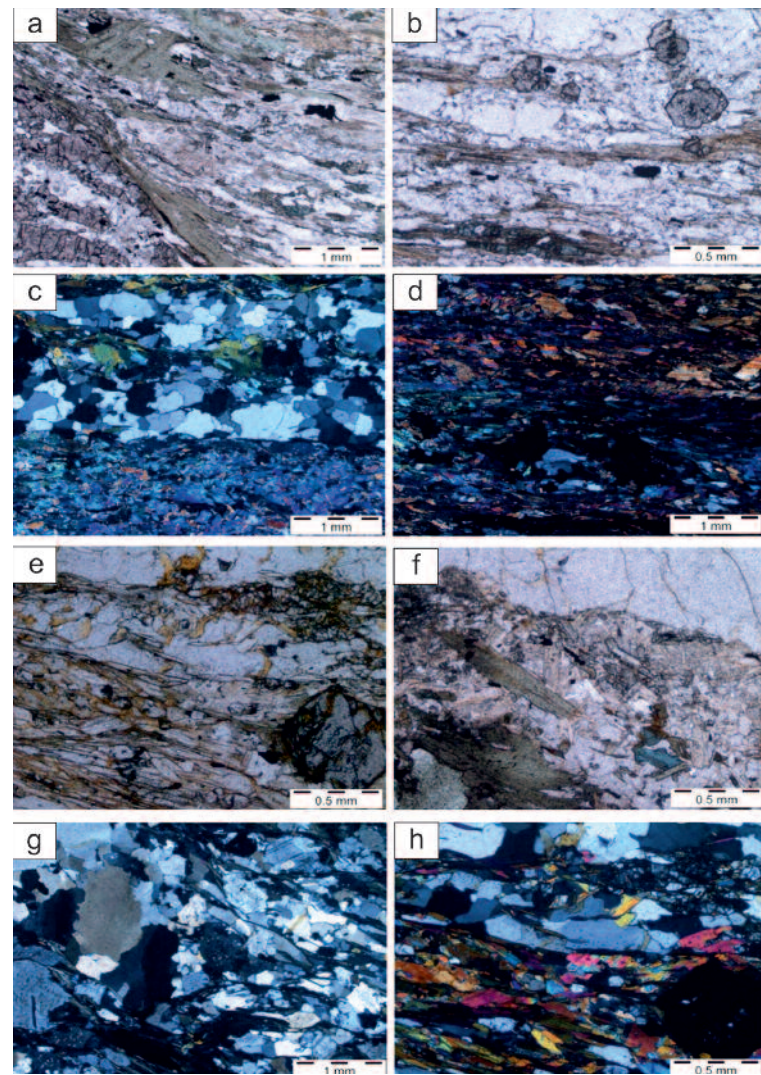
### 7.1. Interpretation der Expositionsalter

Als Expositionsalter gerechnet ergeben die gemessenen  $^{10}\text{Be}$  Konzentrationen Alter zwischen etwa 10000 und 55000 Jahren (Tabelle 3). Sie stammen somit aus dem geologischen Zeitalter des Jungpleistozäns, in dem ein großer Teil der Alpen westlich der Oststeiermark vergletschert war (Van Husen 1997). Diese Alter würden somit dem Zeitpunkt entsprechen, in dem die für die Monumente verwendeten Steine entweder durch natürliche oder künstliche Prozesse an die Oberfläche gebracht wurden. Diese Interpretation setzt aber voraus, dass die bearbeitete Oberfläche bis zu ihrer Exposition von einer über 30 Meter dicken Gesteinsüberlagerung gegenüber kosmogenen Nukliden geschützt war. Andernfalls kommt es zu kaum interpretierbaren Mischaltern.

Eine archäologische Interpretation dieser Alter wird bereits im Buch „Versiegelte Unterwelt“ angedeutet (Kusch & Kusch 2014). Dabei wird das Alter des 7,6 m langen und 60 Tonnen schweren Gesteinsblockes das "Schiff" (Probe MZ2-9/2012; Expositionsalter  $55084 \pm 806$  y) als Referenz verwendet, denn der gezielt beprobte Teil an der Oberseite des Blocks weist keine Bearbeitungsspuren auf. Die beiden bearbeiteten Felsflächen der Seitenteile befinden sich unterhalb der Probenahmestelle. Der Ursprung dieses Blocks könnte ein Erdbeben im Rahmen eines Erdbebens vom nahe gelegenen Masenberg sein. Es könnte sich aber auch um einen sogenannten „Findling“ aus einer früheren Kaltzeit handeln, die der letzten Eiszeit vorausgegangen ist und in Europa von ca. 70000 – 54000 y vor heute präsent war (Bassinot et al. 1994, Hantke 2011). Um jetzt das mögliche Alter der Platzierung der untersuchten Monolithe zu erhalten, wurde das Expositionsalter eines Lochsteins errechnet (Probe LS1-9/2012). Diese Probe zeigt ein korrigiertes Expositionsalter von etwa  $13953 \pm 333$  y. Durch den Vergleich und die bereits sehr verwitterten Bearbeitungsspuren am Lochstein wurde die Möglichkeit, dass dieses Alter des Steins das Resultat eines erratischen Blocks war, ausgeschlossen (Kusch & Kusch 2014, Kusch 2017). Darüber hinaus gab es während der letzten Eiszeit zwischen 26000 – 15000 y und der darauffolgenden jüngeren kalten Phase in diesem Gebiet keine Eisbedeckung! Folglich konnte auch dieser Einfluss auf das Expositionsalter generell ausgeschlossen werden. Als Ergebnis kann das korrigierte Expositionsalter des Lochsteins als vorläufiger Richtwert der möglichen Bearbeitung des Lochsteins und seinem vermuteten Aufstellungszeitraum zugewiesen werden (Kusch & Kusch 2014). Im Rahmen dieser Interpretation ist die Deutung der zwei gemessenen Alter vom Steinbruch Pongrazen konsistent: Dort ergibt sich ein Expositionsalter von 55625 Jahren für die unbearbeitete Vorderseite des Gesteinsblocks (Probe SGPK22014, ver-

gleichbar mit dem "Schiff", Probe MZ2-9/2012), wogegen über 41000 Jahre für die obere Seite ermittelt wurden (Tabelle 3). An dieser Oberseite weisen Keilspuren darauf hin, dass dort bereits zu jener Zeit eine Steinplatte abgehoben wurde, als dieser Steinbruch noch in Verwendung stand (Kusch & Kusch 2014). Die Zeitdifferenz zwischen un bearbeiteter Vorderseite und bearbeiteter Oberseite (Altersunterschied von rund 14000 Jahren) ergibt den errechneten Zeitpunkt, an dem eine Platte zum Bau eines prähistorischen Bauwerks oder Menhirs bzw. Lochsteins von dem Block abgehoben wurde. Interessanterweise ist dieser Wert den Altern der insgesamt drei gemessenen Deckplatten (*Franzosenhöhle*, *Grubergang* und *Schutzkammer Prätis*) auffallend ähnlich. Zusammenfassend weisen viele der berechneten Alter auf menschliche Spuren im Bereich Vorau um etwa 10000 Jahre vor heute hin (Kusch & Kusch 2014). Die Implikation dieser Interpretation ist, dass eine megalithische kulturelle Entwicklung in Vorau vermutlich im Jungpaläolithikum (40000 – 9700 Jahre vor heute) und dem anschließenden Mesolithikum stattfand. Diese Annahme wird noch zusätzlich durch Fundgut, das bei archäologischen Untersuchungen im *Kandelhofer-Erdstall* bei Puchegg im Jahre 2008 geborgen worden ist (Kusch 2016/2017) und eindeutige Fakten gestützt, dass einzelne unterirdischen Anlagen und auch Trockenmauergänge in diesem Gebiet bereits aus dem prähistorischen Zeitraum, allerdings derzeit noch „Unbestimmter Zeitstellung“, stammen. Der älteste Fund aus dieser Anlage stammt aus einem 6 m langen Trockenmauergang, der im Inneren der Erdstallanlage sekundär errichtet wurde. Bei diesem Fundstück handelt es sich um ein typologisch dem „Gravettien“ zuweisbares Silexklingenfragment, das direkt am Felsboden des Ganges aufliegend unter einer 0,5 m starken eingeschwemmten bzw. äolisch eingelagerten feinen Quarzsandschichte, die mit weiteren jüngeren Sedimentschichten bedeckt war, geborgen werden konnte. In diesem Fall würde das Expositionsalter der Deckplatte ( $23965 \pm 694$  y) dieses Ganges mit dem ermittelten Alter der prähistorischen Steinklinge korrespondieren. Weltweit, wie z. B. in anderen Teilen Europas, in Asien, Nord- und Südamerika, werden solche teilweise mit Kraggewölbe versehenen Trockenmauergänge mit unterschiedlichen Altersangaben generell als prähistorisch eingestuft. Im Raum Vorau wäre somit die älteste bekannte datierte megalithische Kultur in Europa zu finden. Dies könnte ein bedeutendes Umdenken über die Altersklassifikation der megalithischen Kulturen in Europa und weltweit zur Folge haben.

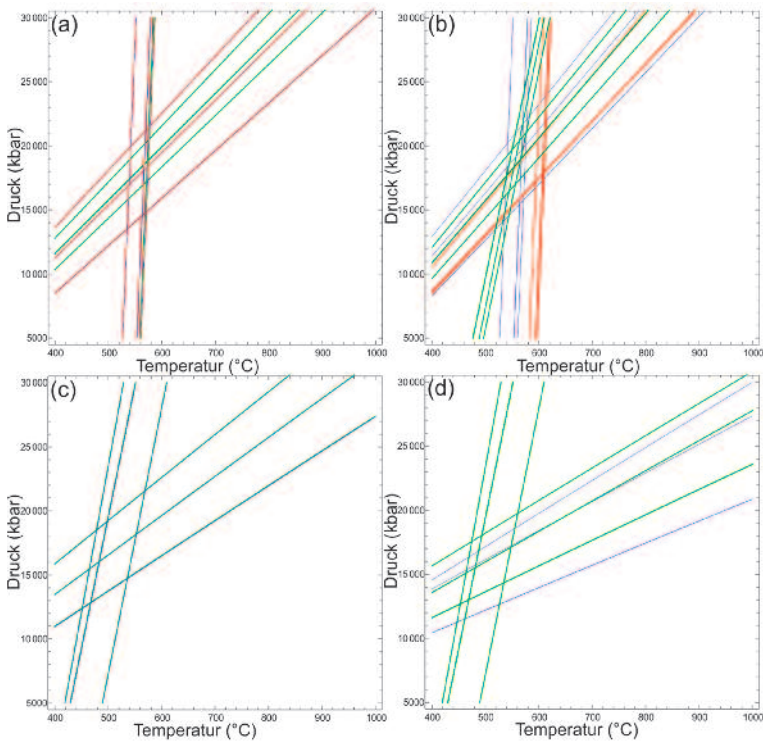
Die Interpretation der erhaltenen Expositionsalter ist keinesfalls trivial. Aus diesem Grund zeigen wir auch die anderen möglichen Interpretationsmöglichkeiten der berechneten Expositionsalter auf. Eine Möglichkeit wäre eine natürliche Entstehung der Blöcke durch Ausbrechen aus dem Gesteinsverband am Ende der Eiszeit. Eine dafür allerdings notwendige Erosion von mehr als 10 m massivem Gesteinsmaterial in einem geologisch gesehen extrem kurzen Zeitraum von wenigen tausend Jahren ist jedoch kaum plausibel und auf Grund der ermittelten Erosionsraten für eine solche Interpretation nicht anwendbar! Denn in den letzten 10000 Jahren hat sich die Oberfläche im Raume um Vorau wenig verändert, zumal jungsteinzeitliche Fundplätze (Alter über



**Abb. 22:** Dünnschliffbilder der Gesteine aus denen die Menhire gebaut sind. a) Die Probe entstammt einem Lochstein aus Granat-Chlorit-Biotit-Schiefer (Datenbanknr. 263). b) Die Probe entstammt einem Lochstein aus Granat-Chlorit-Schiefer (Datenbanknr. 264). c) Die Probe entstammt einem Lochstein aus Granat-Glimmer-Schiefer (Datenbanknr. 261). Die Aufnahme wurde mit gekreuzten Nicols getätigt. d) Die Probe entstammt einem Lochstein aus Granat-Glimmer-Schiefer (Datenbanknr. 265). Die Aufnahme wurde mit gekreuzten Nicols getätigt. e) Die Probe entstammt einem Lochstein aus Gneis (Datenbanknr. 374). Die Aufnahme wurde mit gekreuzten Nicols getätigt. f) Die Probe entstammt einem Lochstein aus Granat-Chlorit-Biotit Schiefer (Datenbanknr. 262). • **Fig. 22:** Thin section images of the rocks from which the menhirs are built. a) The sample is from a hole rock of garnet-chlorite-biotite shale (database no. 263). b) The sample is from a hole rock of garnet-chlorite shale (database no. 264). c) The sample is from a hole rock of garnet mica shale (database no. 261). The recording was made with crossed Nicols. d) The sample is from a hole rock of garnet mica shale (database no. 265). The recording was made with crossed Nicols. e) The sample comes from a perforated rock of gneiss (database no. 374). The recording was made with crossed Nicols. f) The sample comes from a hole rock of garnet-chlorite-biotite schist (database no. 262). Fotos: Andreas Landler/Sasha Speil; Grafik: Sebastian Wiesmair

7000 Jahre) dort nur knapp unter der heutigen Erdoberfläche liegen!

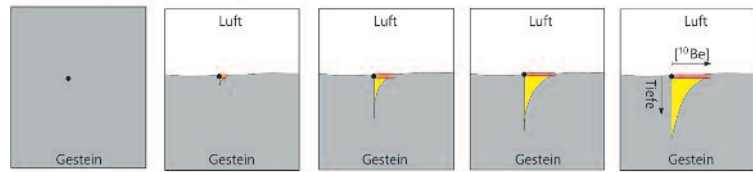
Zusätzlich muss bedacht werden, dass die Produktionsrate kosmogener Isotopen nicht oberflächengebunden ist und einem exponentiellen Abfall unterliegt. Somit sind nur die obersten 10 cm eines Gesteines in etwa konstant und die Produktion ist eine Funktion der Tiefe (z.B. Farber et al. 2008). Infolgedessen wird eine Oberfläche, die durch Abspaltung einer zum Beispiel 5 m dicken Platte entstanden ist,



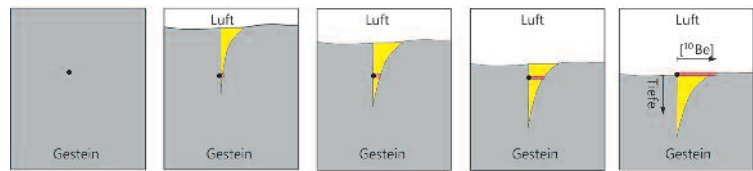
**Abb. 23:** Berechnung der Bildungsbedingungen der Gesteine. Die drei Proben werden in unterschiedlichen Farben dargestellt. Die roten Linien sind vom Lochstein mit der Datenbanknr. 262 (Tabelle 3). Die blauen Linien sind vom Lochstein mit der Datenbanknr. 265 (Tabelle 3). Die grünen Linien sind vom Lochstein mit der Datenbanknr. 270 (Tabelle 3). Für jede Farbe (Probe) wurden drei Analysenpaare verwendet und daher sind jeweils drei Linien dargestellt. a) Flacher Reaktionen Satz: Fe-Endgliedreaktion des Granat-Plagioklas-Biotit-Geobarometers. b) Flacher Reaktionen Satz: Mg-Endgliedreaktion des Granat-Plagioklas-Biotit-Geobarometer; c) Flacher Reaktionen Satz: Fe-Endgliedreaktion des Granat-Amphibol-Plagioklas-Geobarometers. d) Flacher Reaktionen Satz: Mg-Endgliedreaktion des Granat-Amphibol-Plagioklas-Geobarometers. Auf jedem der vier Diagramme sind außerdem die Ergebnisse der entsprechenden Endglieder Reaktionen des Granat-Biotit Thermometers (steiler Liniensatz) dargestellt). • **Fig. 23:** Calculation of the formation conditions of the rocks. The three samples are shown in different colors. The red lines are from the hole stone with database no. 262 (Table 3). The blue lines are from the hole stone with database no. 265 (Table 3). The green lines are from the hole stone with database no. 270 (Table 3). Three pairs of analyzes were used for each color (sample) and therefore three lines are shown for each. a) Flat Reactions Set: Fe end member reaction of garnet-plagioclase-biotite geobarometer. b) Flat reaction set: Mg end member reaction of garnet plagioclase biotite geobarometer; c) Flat Reactions Theorem: Fe end member reaction of garnet amphibole plagioclase geobarometer. d) Flat Reactions Set: Mg end member reaction of garnet amphibole plagioclase geobarometer. Also shown on each of the four diagrams are the results of the corresponding end member reactions of the garnet-biotite thermometer (steep set of lines). Grafik: Sebastian Wiesmair

an der Oberseite einen wesentlich älteren  $^{10}\text{Be}$  Wert anzeigen als jener, der auf der Unterseite gemessen wird. Dieser Aspekt muss beachtet werden und erzeugt einen weiteren komplexen Faktor in der Altersbestimmung von Oberflächen, da oft kein Hinweis besteht, aus welcher Tiefe die Bausteine abgebaut, oder um wieviel sie nachbearbeitet wurden, bevor sie aufgestellt worden sind. Deswegen wurden im weiteren Umfeld und näheren Raum Vorau im Jahre 2017 und 2018 noch 26 weitere Proben (Abb. 28) genommen und am Institut für Erdwissenschaften an der Karl-Franzens-Universität in Graz im Rahmen eines Forschungsprojektes bearbeitet, um anhand einer Konstanz in den Oberflächen-

**Interpretationsmodell A:** plötzliche Freilegung (Ergebnis: „Expositionsalter“ in My)



**Interpretationsmodell B:** kontinuierliche Erosion (Ergebnis: „Erosionsrate“ in m/My)



**Abb. 24:** Schematische Illustration der zwei Endglieder Interpretationsmodelle für die Anreicherung kosmogener Isotopen in Gesteinen. A) Modell Vorstellung für die Berechnung von Expositionsaltern. B) Modell Vorstellung zur Berechnung von Erosionsraten. Der schwarze Punkt zeigt jeweils die Position der Gesteinsprobe. Gelb ist der Bereich, der kosmogene Isotope anreichert und der rote Balken zeigt die kosmogene Isotopen-Konzentration in der zu untersuchenden Probe. Man beachte, dass diese Konzentration für beide Modellvorstellungen gleich sein kann! • **Fig. 24:** Schematic illustration of the two end members Interpretation models for the accumulation of cosmogenic isotopes in rocks. A) Model idea for calculating exposure ages. B) Model idea for calculating erosion rates. The black dot shows the position of the rock sample. Yellow is the area of cosmogenic isotope enrichment and the red bar shows the cosmogenic isotope concentration in the sample to be taken. Note that this concentration can be the same for both models! Grafik: Sebastian Wiesmair



**Abb. 25:** Innenansicht eines Schutzraumes der sogenannten *Franzosenhöhle*, die einer prähistorischen Bergsiedlung angehört. Diese Siedlungen wurden vor mehr als 10.000 Jahren an den Berghängen in rund 1000 m Seehöhe angelegt. • **Fig. 25:** Interior view of a shelter of the so-called *Franzosenhöhle*, which belongs to a prehistoric mountain settlement. These settlements were created more than 10,000 years ago on the mountain slopes at around 1000 m above sea level. Foto: Heinrich Kusch

altern ein möglichst sicheres Bearbeitungsalter der Steinsetzungen und zugerichteten Deckplatten der gemauerten Steingänge ermitteln zu können.

## 7.2. Interpretation der Erosionsraten

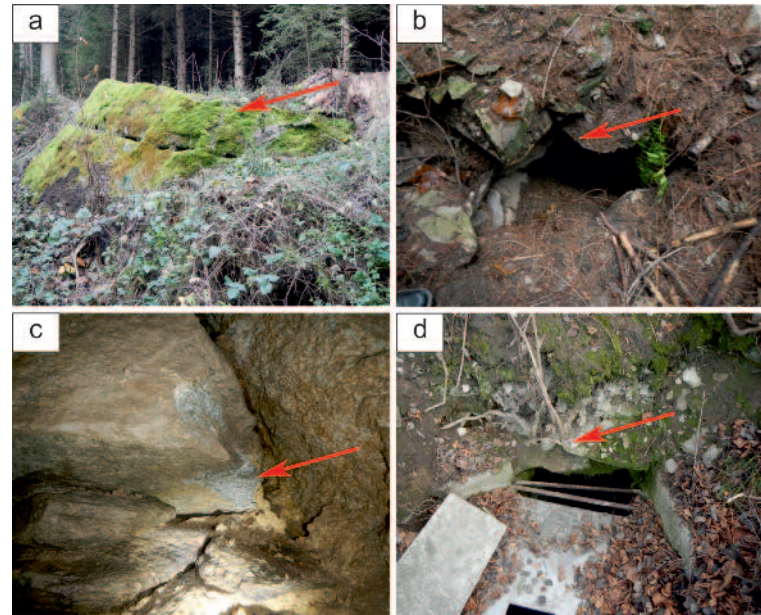
Die berechneten Erosionsraten können etwas leichter interpretiert werden. Die hier ermittelten Werte für Erosionsraten liegen zwischen 12 m/Myr und 75 m/Myr und sind die ersten direkt am Fels gemessenen Erosionsraten für die Steiermark. Es ist jedoch zu betonen, dass die hier präsentierten Messungen an bearbeiteten Gesteinsblöcken (Menhiren und Deckplatten von Kammern) vorgenommen wurden, die in



**Abb. 26:** Fotos der Probenstellen des ersten Probenlaufs. Die roten Pfeile zeigen den Punkt der genommenen Probe. a) Probenahme auf der bearbeiteten Oberfläche beim sogenannten "Steinbruch" am Pongrazer Kogel; Position: 47°20'30,0" N; 15°54'20,5" E. (siehe auch 2. Probe von dieser Lokalität auf Abb. 23). b) Probenahme beim Lochstein in Sommersgut bei Wenigzell; Position: 47°27'57,6" N; 15°49'12" E, Datenbanknummer 148 (Tabelle 3). c) Das sogenannte „Schiff“, im zweiten Steinbruchareal am Pongrazerkogel; Position: 47°21'25,2" N; 15°54'25,2" E., Foto: Ingrid Kusch. d) Die *Franzosenhöhle* im Wald bei Miesenbach; Position: 47°24'25,2" N; 15°49'40,8" E. e) Eine unterirdische Trockenmauerpassage im "Grubergang" in Pongrazen; Position: 47°20'16,8" N; 15°54'3,6" E. • **Fig. 26:** Photos of the sample sites of the first sample run. The red arrows show the point of the sample taken. a) Sampling on the worked surface at the so-called "quarry" on the Pongrazer Kogel; Position: 47°20'30.0"N; 15°54'20.5" E. (see also 2nd sample from this locality on Fig. 23). b) Sampling at the Lochstein in Sommersgut near Wenigzell; Location: 47°27'57.6"N; 15°49'12" E, database number 148 (Table 3). c) The so-called "Schiff", in the second quarry area on the Pongrazerkogel; Position: 47°21'25.2"N; 15°54'25.2" E., Photo: Ingrid Kusch. d) The *Franzosenhöhle* in the forest near Miesenbach; Position: 47°24'25.2" N; 15°49'40.8" E. e) An underground dry stone wall passage in the "*Grubergang*" in Pongrazen; Position: 47°20'16.8"N; 15°54'3.6" E. Fotos: a, d - Heinrich Kusch, c, e Ingrid Kusch

noch nicht endgültig bestimmten Zeiträumen durch den Menschen umgelagert bzw. bearbeitet wurden und nicht mehr im originalen Gesteinsverband liegen. Andere Erosionsratenmessungen mittels der  $^{10}\text{Be}$  Methode wurden typischerweise als gemittelte Erosionsraten für fluviatile Einzugsgebiete gemessen und mögen somit für geologische Interpretationen deutlich repräsentativer sein. Trotzdem stimmen die hier bestimmten Werte gut mit anderen durch  $^{10}\text{Be}$  Messungen ermittelte Erosionsraten (Abb. 29) aus diesem Bereich der Alpen überein (Legrain et al. 2014, Dixon et al. 2016).

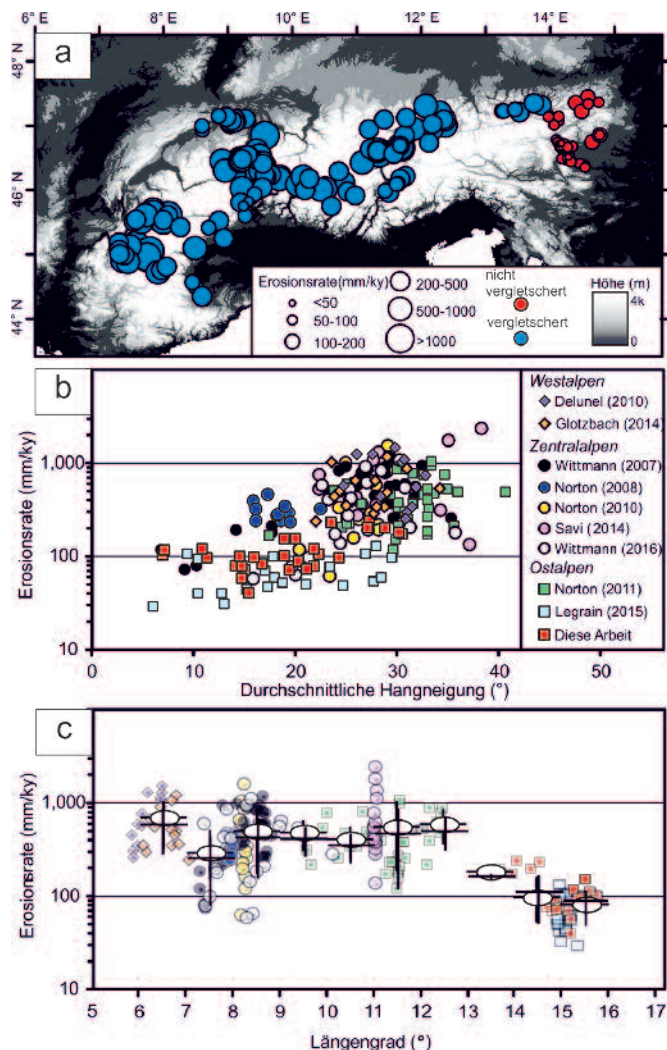
Die oben erwähnten Erosionsraten aus den anderen Fachartikeln wurden im Gegensatz zu den hier bearbeiteten Proben ausschließlich aus Flusssedimenten genommen. Sie stammen größtenteils aus dem Einzugsgebiet des Voraubachs oder der Lafnitz. Wobei die Lafnitz selbst von Dixon et al. (2016) als Probenstelle ausgewählt wurde. Die von diesen Autoren gemittelten Erosionsraten von  $<100 \text{ km}^2$



**Abb. 27:** Fotos der Probenstellen des zweiten Probenlaufs. Die roten Pfeile zeigen den Punkt der genommenen Probe. a) Der sogenannte "Steinbruch" am Pongrazer Kogel Position: 47°20'30,0" N; 15°54'20,5" E, (siehe auch 1. Probe von dieser Lokalität auf Abb. 22). b) Ein Schutzraum am südwestlichen Hang von Hintereck in Prätis; Position: 47°22'19,3" N; 15°49'21,8" E. c) Der *Kandelhofer-Erdstall* nahe der Erzherzog Johann Höhe in Puchegg; Position: 47°23'22,2" N; 15°53'29,5" E. d) Der Eingang des *Strebl Felsganges* in Puchegg; Position: 47°23'1,02" N; 15°52'39,12" E. • **Fig. 27:** Photos of the sample sites of the second sample run. The red arrows show the point of the sample taken. a) The so-called "quarry" at the Pongrazer Kogel Position: 47°20'30.0" N; 15°54'20.5" E, (see also 1st sample from this locality on Fig. 22). b) A shelter on the southwestern slope of Hintereck in Prätis; Position: 47°22'19.3"N; 15°49'21.8" E. c) The *Kandelhofer Erdstall* near the Archduke Johann Höhe in Puchegg; Position: 47°23'22.2"N; 15°53'29.5" E. d) The entrance to the *Strebl rock passage* in Puchegg; Position: 47°23'1.02"N; 15°52'39.12"E. Fotos: a, b - Sebastian Wiesmair, c - Ingrid Kusch, d - Heinrich Kusch



**Abb. 28:** Neue Probenahme 2017 im dritten Probedurchgang an einem Lochstein bei der Familie Höfler, Anger Nr. 25, Schäffern. • **Fig. 28:** New sampling 2017 in the third sampling run on a perforated stone at the Höfler family, Anger No. 25, Schäffern. Foto: Heinrich Kusch



wurden aus Proben von Einzugsbecken in der direkten Umgebung gemessen: In der oberen Feistritz (Probe: „Ratten“ von Dixon et al. (2016), im Stanzbachtal (Probe: „Stanz“ von Dixon et al. (2016), und aus der Breitenau (Probe "Mooskogel" von Dixon et al. (2016). Die Erosionsraten dieser mit 81 m/Myr, 104 m/Myr und 99 m/Myr sind annähernd gleich. Dies zeigt zusätzlich zu all den bekannten Fakten auf und bestärkt die Annahme, dass die Menhire und Lochsteine, sowie die unterirdischen Anlagen mit Trockenmauerwerk „prähistorische Monumente“ sind, da sie in den letzten 10000 Jahren den gleichen Erosionsprozessen preisgegeben waren wie jene Proben von Dixon et al. (2016) oder Legrain et al. (2015).



**Abb. 30:** Neu wiederentdeckter prähistorischer Steinbruch am Osthang des Pongrazerkogel nahe Vorau in einer Seehöhe von 1012 m. Ein 4 m langer und drei Tonnen schwerer, herausgebrochener Rohling liegt noch „in situ“ in diesem Areal des Steinbruchgeländes. • **Fig. 30:** Newly rediscovered prehistoric quarry on the eastern slope of the Pongrazerkogel near Vorau at an altitude of 1012 m. A 4 m long and three tons broken out blank is still "in situ" in this area of the quarry site. Foto: Heinrich Kusch



**Abb. 31:** Interessant ist auch die Tatsache, dass die gebrochenen Steine (Rohlinge) im Steinbruchareal feinbearbeitet, also „Endgefertigt“ wurden, wie an diesem Beispiel zu erkennen ist. Hier stellt sich die Frage, wie diese teils Tonnen schwere Steine dann zu den kilometerweit entfernt im Gelände gelegenen Plätzen, wo sie gebraucht wurden, transportiert worden sind. • **Fig. 31:** Also interesting is the fact that the broken stones (blanks) were finely machined in the quarry area, i.e. "finished", as can be seen in this example. This raises the question of how these stones, some of which weighed tons, were then transported to the locations several kilometers away in the terrain where they were needed. Foto: Heinrich Kusch

Alle publizierten und die hier gemessenen Erosionsraten aus diesem Teil der Ostalpen zeigen deutlich langsamere Werte als die im Großteil der Alpen bekannten, siehe z.B. Norton et al. (2011) und Wittmann et al. (2016) und Abb. 29. Dies ist ein Resultat der ausbleibenden Vergletscherung des Ostteils der Alpen, die während der letzten Eiszeiten nie vergletschert waren! Glaziale Erosion produziert herkömmlicherweise höhere Raten als fluviatile. Des Weiteren spielen in einst vergletscherten Bereichen auch andere Erosionsprozesse und Raten eine Rolle. Dies ist ihrer anderen Morphometrie geschuldet. Messungen der mittleren Einschnittsgeschwindigkeit des Murtals zeigen, dass die eiszeitlichen Erosionsraten







362	47°24'57,48" N	15°54'08,82" E	685	Ja		63*118*33
363	47°25'01,08" N	15°54'22,62" E	670	Ja		39*114*25
364	47°24'55,14" N	15°54'25,38" E	638	Ja		55*137*18
365	47°24'51,60" N	15°54'18,12" E	660	Ja		35*120*23
366	47°24'45,06" N	15°54'15,18" E	677	Ja		33*120*26
367	47°24'44,90" N	15°54'14,96" E	677	Ja		33*113*26
368	47°24'42,84" N	15°54'08,40" E	686	Ja		55*125*29
369	47°24'36,18" N	15°54'14,82" E	677	Ja		50*180*17
370	47°25'03,96" N	15°55'04,74" E	649	Ja		50*80*12
371	47°23'17,30" N	15°46'01,40" E	1091	Ja		45*145*17
372	47°23'36,00" N	15°44'53,80" E	1034	Ja		105*200*20
373	47°27'56,20" N	16°05'23,00" E	624	Ja		70*112*18
374	47°23'24,24" N	15°53'30,61" E	779	Ja		37,5*97*12,5
375	47°17'15,40" N	15°49'13,10" E	507	Ja		91*197*18
376	47°17'20,60" N	15°44'21,60" E	930	Ja	Nein	36*132*34
377	47°14'25,30" N	15°42'55,60" E	550	Ja		46*220*29
378	47°20'17,70" N	15°56'03,60" E	600			39*206*25
379	47°26'19,10" N	15°57'45,70" E	739	Ja		70*174*38
380	47°28'16,90" N	15°59'38,80" E	1186		Nein	
381	47°27'59,90" N	16°03'40,00" E	693	Ja		
382	47°24'41,70" N	15°55'26,80" E	642	Ja		
383	47°28'00,60" N	16°02'57,10" E	739	Ja		2 Lochsteine 1 entfernt
384	47°27'52,50" N	16°02'58,20" E	677	Ja		
385	47°27'21,20" N	16°03'27,70" E	632	Ja		2 Lochsteine 1 b. Nachbar
386	47°27'44,60" N	16°05'25,70" E	615	Ja		Lochstein entf. u. 1 Menhir
387	47°24'53,90" N	15°40'21,10" E	960	Ja	Nein	
388	47°12'03,20" N	15°54'51,90" E	511		Nein	
389	47°27'05,00" N	15°59'49,50" E	857	Ja	Nein	2 Lochsteine
390	47°26'55,40" N	15°58'32,90" E	808			
391	47°26'56,70" N	15°58'30,40" E	813	Ja		
392	47°26'48,10" N	15°58'26,10" E	805	Ja		
393	47°27'00,30" N	15°58'08,30" E	844			
394	47°27'03,40" N	15°58'04,90" E	852	Ja	Nein	
395	47°25'58,40" N	15°58'30,70" E	647			
396	47°26'04,50" N	15°58'24,00" E	681			
397	47°25'58,00" N	15°58'09,40" E	684			
398	47°26'02,60" N	15°58'09,40" E	693			
399	47°26'32,30" N	15°57'09,50" E	693	Ja	Nein	2 Lochsteine
400	47°16'02,50" N	15°45'18,20" E	812			
401	47°27'16,20" N	16°03'00,00" E	742	Ja		
402	47°27'39,20" N	16°00'09,60" E	982	Ja		
403	47°26'18,90" N	16°03'47,60" E	540			
404	47°27'56,10" N	16°05'23,00" E	628	Ja		
405	47°26'11,50" N	15°59'18,80" E	700	Ja		
406	47°26'10,40" N	15°59'13,40" E	707	Ja		wurde entfernt
407	47°26'16,10" N	15°59'25,20" E	716	Ja		Inschrift 1897

der Steiermark langsamer sind als vergleichsweise im vergletscherten Gebietes des Alpenraumes (Wagner et al. 2010). Wagner et al. (2010) erklärt es als Resultat eines abwechselnden Prozesses der Auffüllung und der Einschneidung des Murtals in den Eiszeiten und den Zwischeneiszeiten.

Auch kann eine Korrelation zu noch größeren Zeitmaßstäben gefunden werden. Niedrigtemperatur Geochronologie Daten von Apatit (U - Th) / He oder Apatit Spaltspuren Datierungen stimmen mit den hier erhaltenen Erosionsraten auch gut überein (Hejl 1997, Legrain et al. 2014).

### 7.3. Verwendungszweck und Herkunft

Obwohl das Alter der beprobten Menhire und Überlagplatten im Bereich Voralpe mit Richtwerten für ein Mindestalter bestimmt werden konnte, sind zusätzlich einige Aspekte der Verwendung aus ihrer geografischen Lage her abzuleiten. Es liegt nahe, dass der Bereich Voralpe aufgrund seiner vor-mittelalterlichen kulturell-religiösen Bedeutung mitbestimmend bei der Ortswahl für die Gründung des Augustiner-Chorherren Stiftes Voralpe in der Mitte des 12. Jahrhunderts war. Besiedelt war das Gebiet um den Masenberg nachweisbar allerdings schon seit der Jungsteinzeit (Neolithikum). Dies belegen Siedlungen am Ringkogel, am Kulm und zahlreiche Streufunde. Menhire hat es auf jeden Fall zu diesem Zeitpunkt in diesem Gebiet bereits gegeben, denn Lochsteinfragmente wurden im Rahmen der archäologischen Ausgrabungen am Kulm in der neolithischen Kulturschicht eines Siedlungshorizontes geborgen. Es kann für den

prähistorischen Abschnitt ein Vorkommen von weit über 1500 Lochsteinen und ebenso vielen Abdeckplatten von unterirdischen Anlagen in dieser Region angenommen werden. Wie einzelne Fundumstände heute belegen, wurden diese alten Steinsetzungen dann in späteren Epochen wie in der Römerzeit (z. B. Villa Rustica bei Löffelbach) als Bausteine verwendet, später im Mittelalter in Kirchenmauern, als Türüberlagen oder Türschwellen beim Kirchen- bzw. Burgenbau integriert und später die Marterln/Kapellen bei alten Menhirstandplätzen aufgestellt. Als Beispiel ist hier der Lochstein in Abbildung 19A gezeigt. Er befindet sich neben einem Weg und wurde zur Errichtung eines Marterls verwendet. Auch die beiden Löcher fanden Verwendung in der Befestigung des Holzkreuzes. Bei diesem Lochstein handelt es sich um eine sekundäre Nutzung des Lochsteins als religiöses Flurdenkmal. Solche Flurdenkmale gibt es Hunderte im Raum um Voralpe, aber nicht jedes steht heute im Zusammenhang mit einem Lochstein oder Menhir. Jedoch stehen in vielen Fällen diese dort, wo einst Steinsetzungen vorhanden waren. Ab dem Mittelalter wurden die Steine meist von der Kirche oder den Grundeigentümern entfernt und ein Holzkreuz, später dann oft eine Kapelle an dieser Stelle errichtet, wie dies durch wenige Inschriften belegt ist (Wilfinger 1993).

Auch die Bauern nutzten in der Folge Lochsteine und Menhire als Grenzsteine, Tor- und Gattersteine, Absperrungen oder Zaunpfosten. Diese Verwendungen können manchmal ein Hinweis darauf sein, dass sie seit ihrer Errichtung über längere Zeit nicht bewegt wurden. Aufgrund immer größer werdender forst- und landwirtschaftlicher Geräte, Erweiterungen von Agrarflächen und des Neu- und Zubaus von Gehöften stieg die Zahl der Versetzungen und auch Zerstörung der Steine im letzten Jahrhundert wieder extrem an. Auch Antiquitätenhändler kamen in den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts nach Voralpe und kauften Dutzende Lochsteine von den Grundeigentümern ab, die sie mit Lastwägen in andere Bundesländer und nach Wien zum Verkauf abtransportierten. Speziell in den letzten Jahren wurden diese Menhire populär und fingen an viele Touristen anzuziehen. Als Konsequenz gibt es heute auch eine moderne Verwendung der prähistorischen Steinsetzungen: Zwei kilometerlange Rundgänge wurden nahe der Orte Voralpe und Strallegg angelegt, die an vielen alten Menhir- und Lochsteinplätzen vorbeiführen und so als Anziehungspunkt für Touristen genutzt werden können. In Summe muss gesagt werden, dass derzeit über 30 Richtwerte für ein Mindestalter des Bearbeitungszeitraumes der Steine durch die TCN-Datierungen bereits vorhanden sind, aber eine endgültige Bestimmung über das genauere Aufstellalter der Steinsetzungen derzeit noch ungeklärt bleibt. Bereits geborgene archäologische Funde im Freiland und in den unterirdischen Gangpassagen, wie z.B. Steinwerkzeuge oder Keramik, stützen eine Interpretation des Errichtungsalters in einem derzeit noch unbestimmten Abschnitt der prähistorischen Epoche (Mesolithikum und Jungpaläolithikum) in der Nordoststeiermark.

### 8. Schlussfolgerungen

Eine Datenbank der Menhire und Lochsteine und der unterirdischen steingemauerten Anlagen im Gebiet um Voralpe wurde erstellt. Zum Zeitpunkt der Datenaufnahme wurde

**Tab 5:** Vorläufige Datenbank der steingemauerten unterirdischen Anlagen im Raum zwischen Hartberg und Wenigzell (Forschungsstand 2017). Alle Datensätze wurden von Heinrich & Ingrid Kusch in jahrelanger Feldforschungsarbeit eingemessen und die Objekte dokumentiert. • **Tab. 5:** preliminary database of the stone-walled underground facilities in the area between Hartberg and Wenigzell (research status 2017). All data sets were measured by Heinrich & Ingrid Kusch in years of field research and the objects were documented.

Fund- stelle	Breitengrad	Längengrad	Seehöhe (m)	Ort	Art
1	47°24'04,68"N	15°53'23,28"E	684	Vorau	Trockenmauerwerkpassagen
2	47°24'58,20"N	15°54'37,56"E	647	Saubachgraben	Gemauerter Stolleneingang
3	47°25'46,80"N	15°52'56,52"E	856	Riegersbach	Gemauerter Felsgang
4	47°22'57,48"N	15°53'44,82"E	843	Puchegg	Gemauerter Gang
5	47°28'24,24"N	15°57'56,70"E	1276	Lorenzerkogel	Gemauerter Schacht
6	47°28'03,24"N	15°57'44,46"E	1214	Hochkogel	Gemauerte Schutzräume
7	47°21'45,30"N	15°54'53,10"E	863	Kuppe Zeilerviertel/Puchegg	8 gemauerte Schutzräume
8	47°22'49,20"N	15°54'21,48"E	800	Lehenbauer Puchegg	Teilgemauerter Felsgang
9	47°23'01,02"N	15°52'39,12"E	755	Puchegg	Felsgang mit Steingang (Strebhlgang)
10	47°28'02,64"N	15°59'08,34"E	1288	Hochkogel	Gemauerter Zugang zu Kammer
11	47°28'02,82"N	15°59'22,26"E	1214	Hochkogel	Gemauerter Steingang
12	47°26'07,14"N	15°49'30,96"E	841	Vornholz	Gemauerter Schacht
13	47°23'22,20"N	15°53'29,46"E	794	Puchegg	Steingang (Kandelhofer Erdstall)
14	47°22'12,24"N	15°53'22,68"E	987	Puchegg	Gemauerter Rundgang
15	47°23'41,40"N	15°56'04,02"E	685	Kleinschlag	Gemauerter Wassergang
16	47°22'36,36"N	15°57'58,74"E	632	Kleinlungitz	Gemauerter Abgang
17	47°22'48,36"N	15°57'36,12"E	655	Kleinlungitz	Gemauerter Schacht
18	46°40'45,12"N	15°17'35,16"E	413	Falkenstein	Gemauerter Quellgang
19	47°20'17,52"N	15°56'03,48"E	586	Pongrazen	Trockenmauerung
20	47°19'37,74"N	15°45'55,44"E	683	Winkel-Boden	Steinerer Durchgang
21	47°19'34,56"N	15°46'04,38"E	651	Winkel-Boden	Verfallener steinerer Durchgang
22	47°27'22,08"N	16°00'34,26"E	965	Hohenau	Gemauerter Gang
23	47°20'38,82"N	15°53'59,64"E	952	Pongrazen	Unterirdischer gemauerter Gang
24	47°22'14,10"N	15°47'56,46"E	1009	Prätis	Steingang
25	47°24'31,80"N	15°57'21,96"E	570	Reinberg	Gemauerter Schacht
26	47°20'50,40"N	15°49'15,00"E	703	Prätis	Gemauerter Gang
27	47°19'59,64"N	15°48'00,48"E	595	Obersaifen	Felsgang
28	47°22'55,82"N	15°57'21,66"E	663	Schnellerviertel	Zugeschütteter Steingang
29	47°23'11,34"N	15°41'35,70"E	685	Waisenegg	Unterirdischer Gang
30	47°23'21,90"N	15°45'34,50"E	1132	Strallegg	Gemauerter Gang
31	47°26'36,72"N	15°47'10,32"E	875	Wenigzell	Schlossriegel
32	47°24'03,18"N	15°56'42,54"E	680	Lebing	Felsgang
33	47°24'51,06"N	15°51'03,54"E	898	Vornholz	Gemauerter Steingang
34	47°24'40,44"N	15°50'32,16"E	910	Vornholz	Stein- und Felsgang
35	47°20'41,64"N	15°56'36,18"E	632	Stambach	Gemauerter Steinkammer und Felsgang
36	47°20'45,18"N	15°57'05,46"E	594	Stambach	Gemauerter Gang und gemauerter Schacht
37	47°26'51,96"N	15°47'48,00"E	868	Wenigzell	Gemauerter Gang
38	47°18'15,24"N	15°43'21,60"E	960	Baiersdorf	Gemauerte Nische und Felsgang
39	47°24'02,94"N	15°44'18,36"E	887	Strallegg	Zugang zu einem unterirdischen Gang
40	47°16'25,32"N	15°57'17,88"E	369	Schildbach	Gemauerter Steinschacht und Gang
41	47°17'24,12"N	15°56'15,78"E	574	Neuberg	Ganganlage mit Trockenmauerwerk
42	47°19'32,64"N	15°57'07,86"E	541	Staudach	Unterirdischer Gang
43	47°24'25,14"N	15°53'24,30"E	638	Vorau	Gemauerter Steinschacht
44	47°16'46,26"N	15°56'20,58"E	399	Löffelbach	Gemauerter Gang
45	47°16'48,54"N	15°48'28,38"E	634	Hinteregg	Gemauerter Steingang
46	47°23'03,54"N	15°49'46,98"E	898	Schachen	Gemauerter Schacht und Felsgang
47	47°24'03,72"N	15°49'00,30"E	784	Wenigzell	Gemauerter Steingang
48	47°21'58,62"N	15°54'41,16"E	856	Zeilerviertel	Gemauerter Gang
49	47°22'09,30"N	15°56'36,42"E	685	Erdwegen	Gemauerter Gangteil
50	47°22'48,90"N	15°54'44,16"E	749	Puchegg	Gemauerte Kreisanlage
51	47°12'16,56"N	15°28'59,52"E	1040	Schöckelkreuz	Trockenmauerung
52	47°26'21,24"N	15°47'21,06"E	841	Sommersgut	Gemauerter Gang
53	47°20'53,28"N	15°55'38,46"E	674	Burgruine Alt-Schilleiten	Unterirdischer Gang mit Trockenmauerteiern
54	47°10'27,06"N	15°28'40,26"E	704	Rinnegg, St. Radegund	Teilgemauerter Stollen
55	47°17'57,66"N	15°46'19,80"E	885	Rabenwald	Gemauerter Steingang
56	47°22'19,30"N	15°49'21,80"E	1009	Prätis	Bergsiedlung mit 113 Kammern
57	47°22'09,60"N	15°49'58,70"E	907	Schachen	Trockenmauerung
58	47°25'20,50"N	15°44'44,60"E	1026	Strallegg	Trockenmauerung
59	47°25'30,30"N	15°44'23,00"E	1045	Strallegg	Gemauerter Gang
60	47°21'09,10"N	15°49'13,80"E	635	Prätis	Unterirdische Anlage
61	47°21'40,60"N	15°49'26,10"E	732	Prätis	Gemauerter Steingang
62	47°20'44,70"N	15°49'40,00"E	684	Prätis	Steingemauerte Zisterne und Steingang
63	47°17'50,50"N	15°56'40,30"E	688	Ringkogel, Hartberg	Gemauerter Schacht
64	47°17'50,50"N	15°56'40,30"E	689	Ringkogel, Hartberg	Gemauerter Gang
65	47°23'14,70"N	15°45'46,90"E	1099	Bergviertel, Miesenbach	Steinkammer (Franzosenhöhle)
66	47°22'45,50"N	15°47'12,20"E	1044	Bergviertel, Miesenbach	Steinanhäufung 1 bis 72 (vermutlich Siedlung)
67	47°29'39,10"N	15°49'00,10"E	1031	Rieglerviertel, Waldbach	Steinanhäufung 1 bis 14 (vermutlich Siedlung)
68	47°22'20,20"N	15°39'52,00"E	726	Klein Mirthof	Teilgemauerte unterirdische Anlage
69	47°25'22,80"N	15°44'19,20"E	1033	Strallegg	Steinkammer 1 bis 4 (vermutlich Siedlung)
70	47°20'15,10"N	15°41'52,20"E	697	Birkfeld	Neuzeitliche Brunnfassung
71	47°28'24,00"N	15°42'50,80"E	783	Kirchenviertel	Neuzeitliche Brunnfassung
72	47°28'16,90"N	15°42'48,30"E	794	Birkfeld	Steinanhäufung (1)
73	47°28'21,00"N	15°42'51,30"E	816	Birkfeld	Steinanhäufung (2)
74	47°28'23,00"N	15°42'51,40"E	804	Birkfeld	Steinanhäufung (3)
75	47°20'58,40"N	15°54'34,10"E	928	Pongratzerkogel	Steinanhäufung 1 bis 49 (vrmtl. Siedlung)
76	47°22'23,10"N	15°48'24,20"E	1060	Prätis	Steinanhäufung mit gemauerter Steinkammer 1 bis 28 (vrmtl. Siedlung)
77	47°21'52,90"N	15°46'59,70"E	946	Schloffereck	Steinanhäufung mit gemauerter Steinkammer 1 bis 17 (vrmtl. Siedlung)
78	47°21'11,40"N	15°51'02,40"E	916	Innere Zeil	Steinanhäufung mit gemauerter Steinkammer 1 bis 77 (vrmtl. Siedlung)
79	47°22'14,50"N	15°52'45,70"E	890	Puchegg	Gemauerter Kreisgang
80	47°25'02,20"N	15°45'34,70"E	1130	Wenigzell	Steinanhäufung 1 bis 3 über Steinkammer
81	47°25'24,10"N	15°43'54,70"E	1027	Strallegg	Steingang (Brunnstube)
82	47°20'31,30"N	15°45'54,90"E	791	Köppelreith, Pöllau	Gemauerter Rundgang
83	47°23'16,90"N	15°48'26,80"E	872	Sichart, Wenigzell	Gemauerter Zugang und Rundgang

ermittelt, dass auf einer Fläche von rund 400 km<sup>2</sup> um Vorau im Mittel 1,4 Menhire oder Lochsteine pro Quadratkilometer zu finden sind, während bei den mit Trockenmauerwerk errichteten Gängen und Kammern im Mittel vorläufig nicht ganz eine Anlage pro km<sup>2</sup> vorzufinden ist. Es ist zu erwarten, dass sich diese Anzahl durch den künftigen Forschungsstand zunehmend erhöht. Einzig die Beobachtung, dass megalithische Monumente in höheren Konzentrationen in der Nähe von Gehöften und Ortschaften vorkommen, konnte gemacht werden. Dies betrifft allerdings nur die Steinsetzungen. Die gemauerten Steingänge und -kammern sind oft weit von den Ansiedlungen entfernt im Gelände zu finden. In vier Fällen der steingemauerten Gänge ist ihre frühe Existenz bereits während der Römerzeit durch Fundkomplexe belegt. Prähistorische Funde in Steingängen konnten, wie schon erwähnt, bei archäologischen Ausgrabungen im Jahre 2008 geborgen und zeitlich zugeteilt werden (Kusch 2016 / 2017). Sie stützen heute das prähistorische Alter (Jungpaläolithikum / Mesolithikum) der untersuchten steingemauerten Gänge, wobei allerdings der genaue Errichtungszeitraum der unterirdischen Anlagen nach wie vor offen bleibt und vorläufig mit „Unbestimmte Zeitstellung“ anzugeben ist. Um das Oberflächenalter verschiedener „Megalithischer Monumente“ zu bestimmen, wurde der kosmogene <sup>10</sup>Be Gehalt von insgesamt neun Gesteinsproben von Menhiren, Lochsteinen und Deckplatten von den assoziierten unterirdischen Anlagen und Kammern gemessen und in Expositionsalter und Erosionsraten umgerechnet. Die berechneten Expositionsalter liegen zwischen etwa 10000 und 55000 Jahren und die errechneten Erosionsraten liegen zwischen 12 m/Myr und 75 m/Myr. Vorläufig handelt es sich bei diesen Auswertungen um Richtwerte eines möglichen Mindestalters der untersuchten Objekte. Wenn als Erosionsrate interpretiert, korrelieren diese Erosionsraten gut mit publizierten Erosionsraten aus der Umgebung. Diese sind allerdings deutlich geringer als weiter westlich einstmals vergletscherten Teil der Alpen. Aufgrund der bereits oben genannten

84	47°22'50,00"N	15°46'52,00"E	1020	Miesenbach	Gemauerter Gang
85	47°15'07,00"N	15°43'03,10"E	489	Anger Weiz	Gemauerter Wassergang
86	47°22'34,40"N	15°54'43,40"E	763	Puchegg	Gemauertes Steingangfragment
87	47°22'17,40"N	15°38'21,70"E	955	Haslau, Birkfeld	Gemauerter Steingang
88	47°16'31,60"N	15°46'44,00"E	838	Stubenberg	Steinkammer und Pyramidenfragment
89	47°16'43,80"N	15°46'48,20"E	907	Rabenwaldkogel	Viele Schutzräume
90	47°16'23,90"N	15°44'41,50"E	830	Krughof	Gemauerter Schachteinstieg
91	47°16'23,90"N	15°44'16,20"E	819	Kargl Gebiet	Gemauerter Steingang
92	47°26'15,80"N	15°42'15,40"E	801	Feistrütz	Unterirdischer Steingang
93	47°26'17,10"N	15°42'07,20"E	810	am Berghang	Steinkammer
94	47°29'41,30"N	15°45'59,80"E	942	Nordhang bei Retteneegg	Viele Schutzräume u. 2 Mauerreste einer Siedlung
95	47°19'44,00"N	15°53'58,10"E	1055	Masenberg/Pongrazerkogel	Schutzräume und 2 Mauerreste einer Siedlung
96	47°21'39,90"N	15°53'19,30"E	1064	Nordhang des Pucheggerkogels	Steinkammer einer Siedlung
97	47°15'53,60"N	15°44'04,80"E	701	Floing	5 Schutzräume
98	47°15'47,50"N	15°44'18,40"E	655	Floing	Großer Steinanhäufung mit Gangfragment
99	47°16'15,80"N	15°46'59,30"E	777	Stubenberg	Steinkammer
100	47°26'17,70"N	15°59'26,50"E	721	Burgfeld	Stollen mit gemauertem Eingangsteil
101	47°26'12,50"N	15°59'19,50"E	706	Burgfried, St. Lorenzen	Gemauerte Brunnstube
102	47°17'21,40"N	15°44'50,00"E	1044	Rabenwaldkogel, Baierdorf-Umgebung	Gemauerter Steingang
103	47°28'30,30"N	15°59'47,20"E	1002	Hochkogel	Steinkammer
104	47°16'03,20"N	15°44'48,00"E	709	Floing	Gemauerter Gang
105	47°22'14,70"N	15°48'34,70"E	965	Präts	Gemauerter Steingang
106	47°30'59,30"N	15°42'18,80"E	1166	Kirchenviertel	Gemauerter Schacht
107	47°24'58,90"N	16°00'05,90"E	614	Thalberg	Gemauerter Schacht
108	47°25'00,60"N	16°00'02,10"E	572	Thalberg	Gemauerter Schacht
109	47°26'23,40"N	15°57'09,50"E	652	St. Lorenzen	Gemauerter Gang (Brunnstube)
110	47°22'17,60"N	15°38'21,40"E	957	Schoberkogel, Birkfeld	Gemauerter Gang
111	47°26'31,00"N	16°06'55,40"E	639	Karnegg	Steinkammer im Graben
112	47°26'29,30"N	16°06'54,20"E	620	Grabengrund, Karnegg	Gemauerter Steinschacht
113	47°27'27,00"N	16°03'26,70"E	667	Wiesenhöf	Gemauerter Schacht im Graben
114	47°29'22,20"N	16°02'36,10"E	777	Schaueregg	Stollenfragment mit Trockenmauerfragment
115	47°22'49,50"N	15°54'24,40"E	793	Puchegg	Gemauerter Steingang
116	47°16'27,10"N	15°41'23,40"E	479	Hartberg	Römerzeitlich gemauerter Steingang (Anger)
117	47°29'58,80"N	15°59'54,20"E	1030	Hochkogel	Mehrere Steinhäufen; vmtl. Bergsiedlung
118	47°28'13,40"N	15°59'21,00"E	1271	Hochkogel	Steinbauten mit Schutzräumen
119	47°28'02,40"N	15°59'22,50"E	1242	Hochkogel	Wasserstollen
120	47°28'30,40"N	15°59'47,40"E	1014	Hochkogel	Steinkammer
121	47°18'04,50"N	15°32'42,60"E	819	Hohenau-Passail	Unterirdischer Gang

Altersinterpretation bleibt das genaue Aufstellalter der Menhire durch den Menschen weiterhin ungeklärt und Interpretationen eines prähistorischen Alters sind auf Grund der archäologischen Resultate von bearbeiteten Erdställen realistisch. Die Tatsache, dass Menhire gehäuft in der Nähe von menschlichen Ansiedlungen der prähistorischen und historischen Epoche (die in diesem Bereich der Steiermark erst seit es schriftliche Aufzeichnungen gibt und so in der heutigen Siedlungsform in der Regel ein Produkt der letzten 1000 Jahre sind) vorkommen, weist nicht ausschließlich auf deren erstmaligen Aufstellungszeitraum, sondern lediglich auf deren sekundäre Nutzung in jüngerer Zeit hin. Abgesehen von alten Überlieferungen der einheimischen Bevölkerung, die berichten, dass die Lochsteine die „Wächter der Eingänge von der Oberwelt zur Unterwelt“ sind und auch den Verlauf von unterirdischen Gängen anzeigen sollen, fehlen für diesen Raum jegliche weitere Hinweise auf ihre Vorgeschichte. Andererseits könnte die Tatsache, dass die gemessenen Erosionsraten gut mit geologischen Erosionsraten korrelieren, die über den Zeitmaßstab von tausenden Jahren gemittelt wurden, aufzeigen, dass die Menhire bereits vor Tausenden Jahren in diesem Gebietsabschnitt aufgestellt worden sein können.

Aufgrund des Fehlens von organischem Material erfordert eine weiterführende Interpretation ergänzende TCN Datierungen und Kartierungen in diesem Gebiet. Da das weltweite Interesse in den letzten Jahren kontinuierlich anstieg und auch die internationale Unterstützung durch S. D. Hans-Adam II., dem Fürst von Liechtenstein, in einem Forschungsprojekt an der Karl-Franzens-Universität in Graz mit 26 zusätzlichen TCN-Proben gefördert wurde, gewinnen die Forschungen im Raum Vorau wesentlich an Bedeutung. Dieses derzeit bereits in der Endauswertung befindliche Forschungsprojekt wird helfen, die Kenntnis um das Alter der

Steinsetzungen und unterirdischen Trockenmaueranlagen zu vervollständigen bzw. zu festigen. Mit Hilfe von Informationen und Erzählungen der anwohnenden Bevölkerung steigt jährlich kontinuierlich die Anzahl der kartierten Megalithen, unterirdischen Anlagen und prähistorischen Steinbrüchen an. Ein erst in den letzten Jahren wiederentdeckter Steinbruch (Abb. 30 und Abb. 31) im oberen Hangbereich des Pongrazerkogels zeigt, dass es sich bei diesem ebenfalls neu beprobten Exemplar in den oberen Hangpartien des Pongrazerkogels um keinen Einzelfall in der näheren und weiteren Umgebung von Vorau handelt, sondern derzeit um das derzeit fünfte prähistorische Steinbruchareal, das in diesem Gebiet in den letzten Jahren wiederentdeckt worden ist.

Um die Herkunft der Megalithen einzuengen, wurden petrologische Daten von ausgewählten Menhiren und Lochsteinen mit petrologischen Daten von

Proben aus nahen Steinbrüchen und mit publizierten Daten aus der Literatur verglichen. Der Gesteinsbestand der Proben sind Gneise, Granatglimmerschiefer und Amphibolite. Einzelne Bestimmungen der Bildungsbedingungen der Gneise ergeben etwa 440° - 600°C Bildungstemperatur und 10 - 22 kbar Bildungsdruck. Diese Werte stimmen gut mit den variszischen Bildungsaltern des Strallegg-Komplex überein, der in der Vorauer Umgebung aufgeschlossen ist. Eine lokale Herkunft der Menhir-Gesteinsblöcke ist daher wahrscheinlich.

### Danksagung

K. Stüwe sei für die Betreuung und Hilfe bei dem vorliegenden Auszug aus der Masterarbeit des Hauptautors an der Karl-Franzens-Universität in Graz, die dieser Arbeit zugrunde liegt, gedankt. S. Speil, A. Landler und K. Steinbauer wird für die Diskussionen und Bereitstellung der Daten aus ihren Bakkalaureatsarbeiten gedankt. I. Kusch sei für die zur Verfügung gestellten Hunderten Messdaten der archäologischen Objekte, sowie die Jahrzehnte lange Unterstützung bei der Feldforschung gedankt. Dafür waren von ihr und dem Zweitautor in diesem Zeitraum weit über 1300 Forschungseinsätze im Gelände um Vorau notwendig. D. Sorger und S. Weigand wird für die Hilfe mit der Thermobarometrie gedankt. D. Granger und D. Fabel wird für die <sup>10</sup>Be Analysen gedankt. A. Pock wird für die Unterstützung bei der Probenherstellung gedankt.

Ferner gilt unser Dank den unzähligen Grundbesitzern und der einheimischen Bevölkerung, den Bürgermeistern der betroffenen Gemeinden und Firmen, die uns seit Jahren schon mit vielen Tausenden Hinweisen versorgt haben und uns so erst die heute vorliegenden Forschungserfolge erst ermöglichten. Der Energie Burgenland sei für die Mitarbeit, dem Rotary-Club Feldbach und einigen Privatpersonen sei

für die finanzielle Unterstützung der Datierungen gedankt. Auch sei unseren engsten Mitarbeitern/-innen aus dem Raum Vorau, Birkfeld, Miesenbach, Anger, Stubenberg, Hartberg, Pöllau und Pinggau sowie allen Mitgliedern des Vereines „Sub Terra Vorau“ gedankt, die die Forschungen schon seit dem Jahre 2006 bzw. ab 2011 aktiv mitgestalten und unterstützen. Ein Danke gilt auch der Hilfestellung und Unterstützung der jeweils zuständigen Forstverwaltungen, sowie dem Bundesdenkmalamt in Wien und Graz, sowie der Führung des Augustiner-Chorherrenstiftes in Vorau. Seiner Durchlaucht Hans-Adam II, Fürst von Liechtenstein wird für sein Interesse an diesen schon über zwei Jahrzehnte andauernden Feldforschungen und die Förderung von über 25 TCN-Datierungen im Rahmen eines internationalen Forschungsprojektes an der Karl-Franzens-Universität in Graz auf das Herzlichste unser Dank ausgesprochen.

### Ausgewählte Literatur

- AKCAR N., IVY-OCHS I. & SCHLÜCHTERER C. (2008): Application of in-situ produced terrestrial cosmogenic nuclides to archaeology. - *Eiszeitalter und Gegenwart Quaternary Science Journal*, v. 57/1–2, Hannover, p. 226-238.
- BASSINOT, F. C., LABEYRIE, L.D., VINCENT, E., QUIDELLEUR, X., SHACKLETON, N. J. & LANCELOT, Y. (1994): The astronomical theory of climate and age of the Brunhes-Matuyama magnetic resersal, in: *Earth and Planetary Science Letters*, 126, Amsterdam, p. 91-108.
- Berka, R. (2000): Die Stellung der Traibachschiefer im Semmering-Wechsel System, unveröff. Dipl. Arb. Formalnatwiss. Fak. Univ. Wien, 133 p.
- BIEDERMANN, H., (1963): Das Europäische Megalithikum; p. 7-13; *Illustrierte Welt Kunstgeschichte* 4004, Verlag Ullstein GmbH, Frankfurt Berlin.
- BROWN, E.T., BROOK, E.J., RAISBECK, G.M., YIOU, F. & KURZ, M.D. (1992): Effective attenuation lengths of cosmic rays producing <sup>10</sup>Be and <sup>26</sup>Al in quartz: Implications for exposure age dating. - *Geophysical Research Letters*, v. 19, p. 369-372.
- BÜCHI, U. & BÜCHI, G. (2002): Die Megalithe der Surselva Graubünden - Die Menhire auf Planezzas/Falera, Bd. 8, Forch/Erlenbach, 151 p.
- CLINTON, M. (2001): The souterrains of Ireland, Wicklow/Dublin.
- DALE, J., HOLLAND, T. & POWELL, R. (2000): Hornblende-garnet-plagioclase thermobarometry: a natural assemblage calibration of the thermodynamics of hornblende. - *Contributions to Mineralogy and Petrology*, v. 140, p. 353-362.
- DIXON, J. L., VON BLANCKENBURG, F., STÜWE, K. & CHRISTL, M. (2016): Glaciation's topographic control on Holocene erosion at the eastern edge of the Alps. - *Earth Surface Dynamics* doi: 10.5194/esurf-2016-29.
- FARBER, D. L., MERIAUX A.S. & FINKEL R.C. (2008): Attenuation length for fast nucleon production of <sup>10</sup>Be derived from near-surface production profiles. - *Earth and Planetary Science Letters*, v. 274, p. 295-300.
- FAUPL, P. (1970): Zur Geologie des NW-Abschnittes des Wechselgebietes zwischen Trattenbach (NÖ.) und Frörschnitz (Stmk.) – Österreich. - *Mitteilungen der Gesellschaft der Geologie und Bergbaustudenten*, v. 19, p. 27-70.
- FERGUSON, J. (1872): *Rude Stone Monuments in all countries – Their age and uses*, John Murray, London, 559 p.
- FISCHERLEHNER, E. (1980): Lochsteine (Gattersteine) in Oberösterreich. - *Manus – Deutsche Zeitschrift für Vor- und Frühgeschichte*, 46, 4, Hückeswagen, p. 95-110.
- FLÜGEL, H. W. & NEUBAUER, F. (1984): Erläuterungen zur geologischen Karte der Steiermark, Geologische Bundesanstalt, 127 p., Wien.
- GROTH, J. (2013): *Menhire in Deutschland*, Halle (Saale), 504 p.
- GÜNTHER, R. (2011): *Archäologisches Museum Vorau Sub Terra*, unpubl. Diplomarbeit an der Fakultät für Architektur der Technischen Universität Graz.
- GUPTA, S. P. (1972): *Disposal of the Dead and Physical Types in Ancient India*, Oriental Publishers, New Delhi, 346 p.
- HABEL, J. (1987): *Von Megalithenkulturen über die Kelten zu König Arthus*, Hagenberg Verlag, p. 12-25.
- HANTKE, R. (2011): *Eiszeitalter - Kalt-/Warmzeit-Zyklen und Eis-transport im alpinen und voralpinen Raum*, hep Verlag, Bern, 570 p.
- HEISINGER, B. & NOLTE, E. (2000): Cosmogenic in situ production of radionuclides: Exposure ages and erosion ages. - *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, v. 172, p. 790-795.
- HEJL, E. (1997): “Cold spots” during the Cenozoic evolution of the Eastern Alps: thermochronological interpretation of apatite fission-track data. - *Tectonophysics*, 272, p. 159-173.
- HOISCH, T. (1990): Empirical calibration of six geobarometers for the mineral assemblage quartz + muscovite + biotite + plagioclase + garnet, in: *Contributions to Mineralogy and Petrology* v., 104, p. 225-234
- HUBER, M. (1994): *Bildung und geotektonische Bedeutung von Scherzonen (Leukophylliten) am Alpenostrand*; unveröff. Diss. Inst. für Geowissenschaften, Leoben, 136 p., Leoben.
- IVY-OCHS, S. & KOBER, F. (2008): Surface exposure dating with cosmogenic nuclides; Eiszeitalter und Gegenwart, in: *Quaternary Science Journal*, v. 57, p. 179-209.
- JOUSSAUME, R. (1985): *Des Dolmens pour les Morts – Les mégalithismes à travers le monde*, Hachette, 398 p.
- KOLLER, F. & WIESENEDER, H. (1981): *Gesteinsserien und Metamorphosen der Rechnitzer Serie im Burgenland und des Unterostalpins in der Oststeiermark*. - *Exk.-Führer ÖMG-DMG-Tagung 1981*, *Fort-schr. Miner.* 59, Beih. 2, p. 167-178.
- KORN, W. (2005): *Megalithenkulturen. Rätselhafte Monumente*, Theiss Verlag Stuttgart, 160 p.
- KOS, P. (2017): *Neue Erdställe in Mähren - Erdstallartige unterirdische Räume aus der Jungsteinzeit bis zur Bronzezeit*. - *Der Erdstall*, 43, p. 6-15.
- KRETZ, R. (1983): Symbols for rock-forming minerals, in: *American Mineralogist*, v. 68, p. 277-279.
- KUBIK, P. W., IVY-OCHS, S., MASARIK, J., FRANK, M. & SCHLÜCHTER, C. (1998): <sup>10</sup>Be and <sup>26</sup>Al production rates deduced from an instantaneous event within the dendro-calibration curve, the landslide of Köfels, Ötz Valley, Austria. - *Earth and Planetary Science Letters*, v. 161, p. 231-241.
- KUSCH, H. (2011): *Die unterirdischen Anlagen und prähistorischen Steinsetzungen der Oststeiermark (Österreich), aktueller Forschungsstand 2010*. - *Der Erdstall*, 37, p. 70-79.
- KUSCH, H. (2012): *Zur kulturgeschichtlichen Bedeutung der künstlich geschaffenen unterirdischen Anlagen bei Vorau und Umgebung, Nordoststeiermark, Austria*. - *Speleo-Austria 2012, Mitteilungen des Vereins für Höhlenkunde in Obersteier*, 29-31, p. 254-263.
- KUSCH, H. (2015): *Zum Richtalter der steingemauerten unterirdischen Gangpassagen und Anlagen sowie Steinsetzungen im Raum Vorau und Umgebung in der Nordoststeiermark, Österreich*. - *Mitteilungen des Vereins für Höhlenkunde in Obersteier*, 32-34, p. 176-187.
- KUSCH, H. (2016): *Zur archäologischen Untersuchung des Kandelhofer-/Kandlhofer-Erdstalles bei Puchegg, Steiermark, Österreich*. - *Der Erdstall* 42, p. 12-35.
- KUSCH, H. (2017): *Vorläufige archäologische und historische Verifizierung der megalithischen Steinsetzungen und unterirdischen Trockenmauer-Anlagen in der Nordoststeiermark, Österreich*. - *Der Erdstall* 43, p. 72-87.

- KUSCH, H. & KUSCH, I. (2009): Tore zur Unterwelt, V.F. Sammler, Graz, 208 p.
- KUSCH, H. & KUSCH, I. (2014): Versiegelte Unterwelt, V.F. Sammler, Graz, 208 p.
- KUSCH, H. & KUSCH, I. (2018): Asiens Unterwelt, V.F. Sammler, Graz, 240 p.
- KUSCH, H. & KUSCH, I. (2021/2022): Geheime Unterwelt, Authal-Verlag, Bad Vöslau, 240 p.
- LANDLER, A. (2014): Menhire in Vorau, Bakkalaureatsarbeit, Karl-Franzens-Universität Graz, Institut für Erdwissenschaften, 39 p.
- LEGRAIN, N., STÜWE, K. & WÖLFLER, A. (2014): Incised relict landscapes in the eastern Alps. - *Geomorphology*, v. 221, p. 124–138.
- LEGRAIN, N., DIXON, J., STÜWE, K., VON BLANCKENBURG, F. & KUBIK, P. (2015): Post-Miocene landscape rejuvenation at the eastern end of the Alps. - *Lithosphere* 7, 1, p. 3-13.
- LESHNIK, L. S. (1974): South Indian 'Megalithic' Burials - The Pandukal Complex, Franz Steiner Verlag, Wiesbaden, 309 p.
- MAIER, B. (2005): Stonehenge: Archäologie, Geschichte, Mythos, Verlag C. H. Beck OHG, München, 108 p.
- MEIER, G. & ZSCHWEIGERT, H. (1997): Die Hochkultur der Megalithzeit - Verschwiegene Zeugnisse aus Europas großer Vergangenheit, Veröffentlichungen aus Hochschule, Wissenschaft und Forschung, Bd. 18, Grabert-Verlag, Tübingen, 512 p.
- MÜLLER, W. (1994): Neue geochronologische und strukturgeologische Daten zur geodynamischen Entwicklung des nördlichen Semmering- und Wechselgebietes (Niederösterreich); Unveröff. Diplomarbeit Formal u. Naturwiss. Fak. Univ. Wien, 267 p.
- NORTON, K.P., VON BLANCKENBURG, F., DIBIASE, R., SCHLUNEGGER, F. & KUBIK, P.W. (2011): Cosmogenic <sup>10</sup>Be-derived denudation rates of the Eastern and Southern European Alps. - *International Journal of Earth Sciences*, v. 100, p. 1163–1179.
- PAHR, A. (1977): Ein neuer Beitrag zur Geologie des Nordostsporns der Zentralalpen. - *Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, v. 2, p. 23-33.
- PALUMBO, G. (1955): Inventario delle pietrefitte salentine. - *Revista di Science Preistoriche*, X, Firenze, p. 86-146, 22 Tafeln.
- PARKER, G. (1996): Hrg. Knauers neuer historischer Weltatlas (Times Atlas of World History, Deutsche Übersetzung) 5. Ed. Bechtermünz Verlag 579 p.
- SCHMIDT, K. (2006): Sie bauten die ersten Tempel – Das rätselhafte Heiligtum der Steinzeitjäger, München, 282 p.
- SCHUSTER, K., BERKA, R., DRAGANTIS, E., FRANK, W. & SCHUSTER, R. (2001): Lithologien, Metamorphosegeschichte und tektonischer Bau der kristallinen Einheiten am Alpenostrand. - *Geologische Bundesanstalt Arbeitstagung*, Neuberg an der Mürz, p. 29-56.
- SCHWARZFISCHER, K. (1980): Hinweise aus Kleinfunden in Erdställen. - *Der Erdstall*, 6, Roding, 57-98.
- SPEIL, S.J.E. (2014): Menhire um Schachen bei Vorau. Kartierung und erdwissenschaftliche Untersuchungen, unveröffentlichte Bachelorarbeit der Studienrichtung Erdwissenschaften, Karl-Franzens-Universität Graz, Institut für Erdwissenschaften, 38 p.
- STROEVEN, A. P., HÄTTESTRAND, C., KLEMAN, J., HEYMAN, J., FABEL, D., FREDIN, O., GOODFELLOW, B. W., HARBOR, J. M., JANSEN, J. D., OLSEN, L., CAFFEE, M. W., FINK, D., LUNDQVIST, J., ROSQVIST, G. C., STRÖMBERG, B., JANSSON, K. N. (2016): Deglaciation of Fennoscandia. - *Quaternary Science Reviews*, 147, 91-121.
- STÜWE K. & HOMBERGER R. (2010): Geologie der Alpen aus der Luft, Weishaupt Verlag, Gnas, 297 p.
- SUNDARA, A. (1975): The early chamber Tombs of South India, New Delhi, 260 p.
- TEICHMANN, F. (1983): Der Mensch und seine Tempel: Megalithkultur in Irland, England und der Bretagne, Verlag Urachhaus Johannes M. Mayer GmbH Stuttgart, 249 p.
- TOLLMANN, A. (1964): Das Permoskyth in den Ostalpen sowie Alter und Stellung des "Haselgebirges". - *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Monatshefte*, p. 270-299.
- TOLLMANN, A. (1977): Geologie von Österreich. Band 1. Die Zentralalpen, Deuticke, Wien, 766 p.
- TROPPEL, P., BERNHARD, F. & KONZETT, J. (2001): Trace Element Mobility in Contact Metamorphic Rocks: Baddeleyite-Zirconolite-(Zircon) Veins in Olivine-Bearing Marbles from the Stubenberg Granite Contact Aureole (Styria, Austria). - *Journal of Conference Abstracts*, 6/1, 278.
- VACEK, M. (1892): Über die krystallinischen Inseln am Ostende der alpinen Centralzone. - *Verh. geolog. R.-A.*, v. 15, p. 367-377.
- VAN HUSEN, D. (1997): LGM and late-glacial fluctuations in the eastern Alps. - *Quaternary Journal International*, v. 38/39, p. 109-118. doi: 10.1016/S1040-6182(96)00017-1.
- VON BLANCKENBURG, F. (2008): Kosmogene Nuklide in den Geo- und Umweltwissenschaften. - *Geowissenschaftliche Mitteilungen*, v. 33, p. 6-18.
- VON REDEN, S. (1979): Die Megalith-Kulturen - Zeugnisse einer verschollenen Urreligion, DuMont, Köln, 342 p.
- WAGNER, T., FABEL, D., FIEBIG, M., HÄUSELMANN, P., SAHY, D., XU, S. & STÜWE, K. (2010): Young uplift in the non-glaciated parts of the eastern Alps. - *Earth and Planetary Science Letters*, v. 295, p. 159–169, doi:10.1016/j.epsl.2010.03.034.
- WAGNER, T., FRITZ, H., STÜWE, K., NESTROY, O., RODNIGHT, H., HELLSTROM, J. & BENISCHKE, R. (2011): Correlations of cave levels, stream terraces and planation surfaces along the River Mur. Timing of landscape evolution along the eastern margin of the Alps. - *Geomorphology*, v. 295, p. 159–169.
- WANKE, L., BAUER, H. & KONIG, M. (1992): Vom Lochstein zum Seelenloch – Versuch einer gesamtheitlichen Betrachtung. - *Jahrbuch der GE.FE.BI.*, VIII, Graz, p. 3-59.
- WIESENEDER, H. (1961): Die Korund-Spinellfelse der Oststeiermark als Reste einer Anatexis. - *Miner. Mittbl. Joanneum*, 1961/1, p. 1-30.
- WIESENEDER, H. (1971): Gesteinsserien und Metamorphose im Ostabschnitt der Österreichischen Zentralalpen. - *Verh. Geol. Bundesanstalt*, v. 2, p. 344-357.
- WIESMAIR, S. (2016): Megalithic Monuments in Styria, unveröffentl. Master Thesis am Institut für Erdwissenschaften der Technischen-Universität Graz, 2016/17, 99 p.
- WILFINGER, H. (1993): Religiöse Flurdenkmäler und Gottesdienststätten im Pfarrbereich Hartberg, Hartberg, 330 p.
- WINKLER-HERMADEN, A. (1955): Ergebnisse und Probleme der quartären Entwicklungsgeschichte am östlichen Alpensaum außerhalb der Vereisungsgebiete. - *Denkschr. Akad. Wiss. math.-naturw. Kl.*, 110, Wien.
- WITTMANN, H., MALUSÀ, M.G., RESENTINI, A., GARZANTI, E. & NIEDERMANN, S. (2016): The cosmogenic record of mountain erosion transmitted across a foreland basin: Source-to-sink analysis of in situ <sup>10</sup>Be, <sup>26</sup>Al and <sup>21</sup>Ne in sediment of the Po river catchment. - *Earth and Planetary Science Letters*, in print.