

Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark	Band 101	S. 27—33	Graz 1971
----------------------------------	----------	----------	-----------

# Uferterrassen in Abhängigkeit von der Wetterlage

(Beobachtungen an einem Moränensee im Osthindukusch)

Von Gerald GRUBER

Mit 2 Abbildungen (im Text)

Eingelangt 30. Jänner 1971

## Einleitung

Seit langer Zeit gehören Seen zum Untersuchungsgebiet der Geographie. Abgesehen von Größen, Tiefen, Verteilung, Pflanzen- und Tierwelt stellen wie bei anderen Gewässern auch bei ihnen die Uferlinien und deren Entwicklung einen Schwerpunkt des Interesses dar. Am Beispiel des Würmsee weist z. B. W. ULE auf die Umformung der Ufergehänge durch den Wellenschlag hin, dessen abtragende und aufschüttende Wirkung auch von Steilküsten und Flußufem bekannt ist (W. ULE 1901, 1902).

Anlässlich einer alpinistischen Expedition in den Osthindukusch wurden vom Verfasser neben kulturgeographischen und glaziologischen Beobachtungen auch die folgenden an einem Moränensee durchgeführt. An ihrem Beispiel soll versucht werden, einen Beitrag für die enge Komplexität zwischen Terrassenbildung und herrschender Witterung zu leisten. An Hand der vorhandenen Terrassen wurde ein Schluß auf den vergangenen Witterungscharakter versucht.

## Arbeitsgebiet und Zeit

Die Hindukuschexpedition 1964 der Hochtouristengruppe Steiermark des Österreichischen Alpenvereins hatte Berge im Grenzkamm von Afghanistan-Pakistan (Wakhan : Chitral) als Ziel.<sup>1)</sup> Diese im Hauptkamm des Ost- oder Hohen Hindukusch gelegenen Gebiete erreichen Höhen von über 7000 m und stellen die Hauptwasserscheide zwischen dem Amu Darja und dem Indus dar. Politisch gehört der Abschnitt zum einstigen Fürstentum Chitral (NW Pakistan), welches von Peshawar aus über Dir und den Lowaraipaf zu erreichen ist. Das eigentliche Arbeitsgebiet befand sich nördlich des im Tirich Tal gelegenen, höchsten dauerbesiedelten Dorfes Shagrom (2900 m), das nach Überquerung des 3900 m hohen Zani Passes aus dem Chitral Haupttal erreicht wurde (R. PISCHINGER 1965).

Von Shagrom wurde das nach Norden an den Grenzkamm heranführende Udren Tal verfolgt (R. SCHOMBERG 1936, S. 303). Auf diese im Gegensatz zur Half Inch Karte (1 : 126720)<sup>2)</sup> und zur Karte 1 : 1 Mill. unterschiedliche Namensgebung (dort wird das Udren Tal und sein Gletscher als „Atrak“ Tal und -Gletscher bezeichnet) wurde an anderer Stelle bereits mehrfach hingewiesen (G. GRUBER 1965, S. 44, A. DIEMBERGER 1965, S. 172, T. TRÜBSWETTER 1967, S. 102).

1) Der besondere Dank für die Unterstützung dieser Kundfahrt gilt dem Bundesministerium für Unterricht, dem Österreichischen Alpenverein, dem Land Steiermark und der Stadt Graz.

2) Für die Vermittlung und die Möglichkeit der Einsichtnahme danke ich bestens Herrn Prof. Dr. H. PASCHINGER und der Royal Geographical Society in London.

### Der See und seine Lage

Der die Wasserscheide und die Landesgrenze bildende west-östlich streichende Hauptkamm des Hindukusch entsendet vom Shakhauer über eine tiefe Scharte und den Udren Zom einen Kamm nach Süden. Er trennt das Udren Tal vom weiter östlich liegenden Rosh Gol.<sup>3)</sup> Hier im nördlichsten Udren Tal (Nord Atrak Gl. der Karte) erreicht ein vom Udren Zom westwärts abfallender Felskamm das Tal. Zwischen seinem Fuß und der orographisch linken Seitenmoräne des Nord Udren Gletschers befand sich im Sommer 1964 ein kleiner Abdämmungssee (ca.  $36^{\circ} 31' 30''$  n. B.,  $71^{\circ} 57' 30''$  ö. L.). Sein Ostufer wurde teilweise durch eine Felswand gebildet. In den übrigen Himmelsrichtungen bestand das Ufergehänge aus Moränen- und Hangschutt. Der in rd. 4600 m gelegene See besaß eine N—S Erstreckung, die weitgehend parallel zur Fließrichtung des Gletschers und der Seitenmoräne lag, welche an einem Hangsporn das Moränentälchen absperrte.



Abb. 1: Tagesterrassen am Westufer (Moränenaußenseite). Aufn. G. GRUBER.

Zur Zeit des Eintreffens am See (11. 8. 1964) hatte dieser eine Länge von ca. 100 m und eine Breite von ca. 18 m. Bis zum 24. 8. war er auf eine Größe von ca.  $70 \times 15$  m zurückgegangen. Diese rasche Verkleinerung ging in erster Linie auf das sehr flache Südufer zurück. Durch dieses bedingt, dürfte der See — wie sich später bei der Untersuchung zeigte — zur Zeit des Höchststandes eine Länge von ca. 150 m erreicht haben. Die übrigen Uferseiten weisen stärkere Neigungen ( $20$ — $35^{\circ}$ ) auf (ostseitige Felswand fast senkrecht) und lassen somit See-spiegelveränderungen in erster Linie in der vertikalen Komponente erscheinen. Das Wasser des Sees wies eine starke Trübung durch Schwebstoffe (Moränenlehm) auf, die eine Durchsichtigkeit von nur wenigen Zentimetern gewährte.

<sup>3)</sup> Detailskizze bei R. FISCHINGER 1965, a. a. O., S. 133. Neue Höhenverhältnisse zu dieser Skizze ergeben sich aus der Arbeit von G. GRUBER, „Hinduraj-Hindukusch 1965“, in: Jahrbuch des ÖAV, Bd. 91, Innsbruck, 1966, S. 118—130 und ders., „A Panorama of the Hindu Kush“, in: „The Alpine Journal, Vol. LXXII, No. 314, May 1967, London, p. 1—14.

## Das Seeufer

Schon beim Eintreffen am See fielen die vielen Terrassen auf, die besonders deutlich das Westufer, d. h. den Außenhang der Seitenmoräne bedeckten (Abb. 1 = NW Ecke des Sees). Ihr Abstand untereinander war in den unteren Abschnitten weitgehend gleich groß und deutlich unterscheidbar. An steileren Uferpartien waren jedoch die Terrassenabfälle meist höher ausgebildet. Im oberen Hangteil waren die Terrassen teilweise undeutlich ausgebildet und schwerer unterscheidbar. Vereinzelt waren auch Abschnitte vorhanden, bei denen die mit Lehm bedeckten Streifen durch breitere Schutteile voneinander getrennt waren.

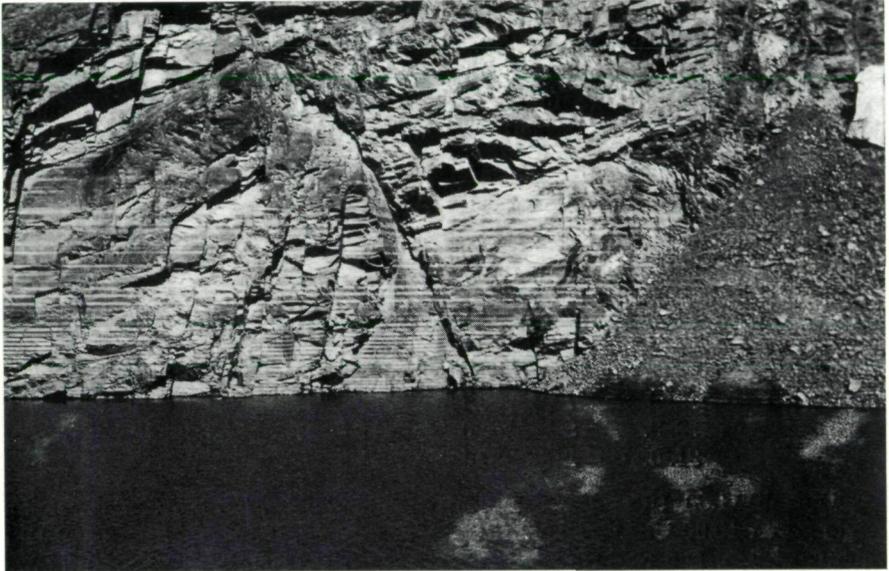


Abb. 2: Moränensee Ostufer. Die hellen, lehmbedeckten Streifen entsprechen den Terrassenflächen am Westufer. Aufnahme G. GRUBER.

An der ostseitigen Felswand zeigte sich eine deutliche horizontale Bänderung. Diese bestand aus hellen und dunklen Streifen, die im oberen Teil ebenfalls unterschiedliche Stärke aufwiesen. Der Fels war an den hellen Stellen mit einer dünnen Schicht feinsten Moränenlehms überzogen. An den dunklen dazwischenliegenden Streifen schien der Fels eingewaschen (Abb. 2).

Weiters erbrachte die Beobachtung, daß die dunklen Felsstreifen mit den Terrassenabfällen, die hellen Streifen mit den lehmbedeckten Terrassenflächen der übrigen Uferpartien korrespondierten. So ergab sich die Vermutung, die sich später bewahrheitete, daß die Terrassenabfälle und die dunklen Felsstreifen ihren Ursprung in der Zeit der Wind- und Wellenbewegung haben. Die stetige Neubildung von Terrassen mußte daneben durch eine laufende Niveauänderung des Seespiegels hervorgerufen werden. So wurden Windbewegung und Wasserabsenkung einer eingehenderen Beobachtung unterzogen.

## Die Windbewegung

Die auftretenden Winde zeigten mit Ausnahme eines Schlechtwettertages einen sehr pünktlichen Verlauf. So begann an den schönen Tagen am Vormittag um 11.00 Uhr ein von Nord nach Süd wehender Wind, der seinem ganzen Cha-

rakter nach als Gletscherwind angesprochen werden konnte und seinen Ursprung in der starken Vergletscherung dieses Abschnittes hatte. Der nördliche Udren Gletscher teilt sich gegen den Hauptkamm in mehrere Äste. Sein NE Zufluß geht in steile Hänge über, die vergletschert bis in Höhen von über 7000 m ansteigen. Die Erwärmung der tieferliegenden Talabschnitte (meist fast völlig mit Schutt bedeckte Gletscherteile) mit ihren aufsteigenden Luftmassen sind wohl als auslösendes Moment anzusehen. Die gleichzeitig mit der Erwärmung der Talbereiche entstehenden Hangwinde, zeigten sich darin, daß um die Mittagszeit die hochliegenden Kämme und Gipfel in Wolken eingehüllt wurden. Auf diese tageszeitlichen Konvektionsströmungen, die in größerer Höhe auch örtliche Niederschläge bewirken können, wurde an verschiedenen Stellen hingewiesen (C. TROLL 1952, S. 126, K. H. PAFFEN 1956, S. 23).

Die Stärke der durch die Sonneneinstrahlung hervorgerufenen Erwärmung und die dadurch ausgelöste Luftbewegung kann aus einigen Temperaturmeßwerten abgeschätzt werden (Schleuderthermometer).

Tag	Uhrzeit, Temperatur			Seehöhe m
	7 Uhr	14 Uhr	21 Uhr	
9. 8.	19	22	20	rd. 3000
10. 8.	15	26	20	3350
11. 8.	7			3600
11. 8.		27		4100
11. 8.			17	4600
12. 8.	7	15	11	4600
13. 8.	2	20	11	4600
21. 8.	—2	14	—1	4600

Die ab 11.00 Uhr über den Tag anhaltende, konstante Windbewegung zeigte gegen 19.00 Uhr eine kurzfristige Verstärkung, um sich gegen 20.00 Uhr völlig zu legen. Die Nachtstunden zeigten keinerlei bemerkenswerte Luftbewegung. Dies stellt gegenüber der sonst bekannten Beobachtung, daß der Gletscherwind Tag und Nacht mit annähernd gleicher Stärke weht, einen bedeutenden Unterschied dar (R. GEIGER 1961, S. 433).

### Terrassenbildung und Folgerung

Um den Vorgang der Terrassenbildung zu erfassen, wurden am 21. und 22. 8. an drei Stellen des Ufers Profile angelegt und mehrere Steine als Pegel beobachtet. Sie sollten Auskunft geben über die zeitliche Entstehung der Terrassen im Zusammenspiel zwischen sinkendem Wasserstand und Windbewegung.

In den einzelnen Profilen wurden nach jeweils zwei Stunden an der bestehenden Uferlinie Stäbe in den Boden gesteckt. Über Nacht (19—7.00 Uhr) wurde die Beobachtung unterbrochen, doch um 7.00 Uhr des folgenden Tages wieder aufgenommen. Neuerlich wurden alle zwei Stunden Stäbe an der jeweiligen Uferlinie gesetzt. Dabei zeigte sich, daß zwischen diesen beiden Beobachtungen der Wasserspiegel um rd. 4 cm abgesunken war. Das Ufer war mit feinem Schlamm bedeckt, der auch an der ostseitigen Felswand sich angesetzt hatte. Die Nacht war windstill gewesen. Interessanterweise hielt jedoch auch über Tag das Absinken des Wasserstandes in derselben Größenordnung an. Weder ein oberordischer Zufluß noch Mehrverluste durch verstärkte Verdunstung konnten beobachtet werden. So dürfte die Hauptabsenkung wohl durch Versickern im Boden zu erklären sein. Dies stellt gegenüber Beobachtungen in der Sahara, bei

denen die Tonabsätze vorwiegend durch Verdunstung am Tage entstanden und solcherart Tagesmarken gebildet haben, eine völlige Umkehrung dar (E. KLITZSCH 1966, S. 165 u. Abb. 4).

Betrachtet man Bild 1, so fallen bei der Vielzahl der vorhandenen Terrassen deren große Gleichmäßigkeit im unteren Hangteil auf. Insgesamt zeigte sich die Entstehung der Terrassen von der Art, wie sie auch bei der Bildung von Steilküsten auftritt (H. LOUIS 1968, S. 321, W. WUNDT 1953, S. 103). Im vorliegenden Fall konnten an Hand der Profilstäbe die zeitliche Rückverlegung der Uferlinie und die „Kliffbildung“ in Abhängigkeit von der im Profil vorhandenen Neigung des Ufergehänges beobachtet werden. So zeigte sich bei den Profilen — wie schon früher erwähnt — die auch tagsüber gleichbleibende Absinktendenz des Wassers. Es bildete sich solcherart von 19.00 Uhr über Nacht bis 11.00 Uhr vormittags eine gleichmäßig fallende Terrassenfläche. Diese wurde mit Beginn der Windbewegung dem Wellenangriff unterworfen. Es bildete sich eine Terrassenkante, die nach und nach zurückverlegt wurde. Bei Profil 1 mit flachem Ufer war um 13.00 Uhr die Terrassenkante zwischen die Profilstäbe 9 und 11.00 Uhr zurückgewichen. Die solcherart entstandene Terrassenstufe wurde durch den bis ca. 19.00 Uhr andauernden Wind bei fallendem Seespiegel im Laufe des Tages noch höher, wogegen die Kante ihre Lage beibehielt.

Bei Profil 2 mit steilerem Ufer war die Terrassenkante um 13.00 Uhr zwischen die Profilstäbe 7 und 9 Uhr zurückgewichen; um 15 Uhr durch Nachbrechen des Ufers bis zum Stab 7 Uhr. Auch bei Beendigung der Windbewegung lag sie in etwa diesem Bereich. Die Höhenverhältnisse einiger Terrassen wurden ausgemessen. Dabei ergaben sich im Mittel Höhen von je 4 cm für Terrassenabfall und -fläche. An steileren Uferpartien verschoben sich die Werte bis zum Verhältnis von 6 : 2 für Abfall zu Fläche. Auf den Flächen waren deutlich kleine lehmüberdeckte Ablagerungswülste vom Erosionsmaterial zu erkennen (Abb. 1).

Kleine Höhendifferenzen im unteren Teil der gegenüberliegenden Felswand (Abb. 2) zu der Entwicklung auf den Moränenhängen dürften ihre Erklärung in mit unterschiedlicher Intensität ankommenden Wellen (Windrichtung) finden.

Im Gegensatz zum unteren Teil des Moränenhanges und der Felswand zeigen die höheren Abschnitte keine so gleichmäßige Ausbildung. Hier finden sich größere Abfälle bzw. die Terrassenflächen sind kaum angedeutet vorhanden. Diesen Abschnitten entsprechen auch an der Felswand breite, dunkle Streifen. So lag der Schluß nahe, daß sich ihre Entstehung in Zeiträumen länger dauernder Windbewegung vollzogen hat und die Windbewegung eine deutliche Störung gegenüber derjenigen bei Schönwetterlagen aufgewiesen haben mußte.

Eine solch wechselhafte Periode zeigt auch die am 21. 8. 64 aufgenommene Abb. 1. Am linken unteren Bildrand sind deutlich fünf Terrassenstufen zu erkennen. Oberhalb dieser gut ausgebildeten Terrassen findet sich ein Streifen, bei dem nur andeutungsweise eine Stufe aufscheint. Die Rückrechnung ergibt, daß dieser Streifen seinen Ursprung in der Zeit um den 15.—16. 8. haben muß. Genau für diesen Zeitraum zeigen auch unsere Tagebuchaufzeichnungen den Einbruch von Schlechtwetter, das besonders am 16. 8. tagsüber herrschte (starke Wolkenbildung, Nebel über dem Gletscher, geringe Niederschläge in der Höhe als Schnee, wechselnde Windbewegung) (G. GRUBER 1965, S. 45).

Setzt man die Auszählung der Terrassen nach oben hin fort, so läßt sich eine Zahl von 14—15 gleichmäßig ausgebildeter feststellen. Dies würde dem Zeitraum bis Anfang August entsprechen. Wir selbst hatten uns seit dem 1. 8. 64 in Chitral aufgehalten und in den Tallagen durchwegs schönes, niederschlags- und wolkenfreies Wetter erlebt.

Über den deutlich unterscheidbaren Terrassen finden sich weitere. Ihr Aufbau ist — wie vorhin schon erwähnt — nicht gleichmäßig und immer wieder durch undeutlich ausgebildete Abschnitte unterbrochen. Nach den bisherigen Erfahrungen würde dies bedeuten, daß vor dem Monat August das Wetter im Berggebiet einem häufigen Wechsel unterworfen war, dem im August eine andauernde Schönwetterperiode nachfolgte.

In diesem Zusammenhang kann zufällig auf Beobachtungen während einer norwegischen Expedition unter Prof. Arne NAESS zurückgegriffen werden. In einem allgemeinen Bericht über diese Fahrt zum Tirich Mir (7700 m), dem höchsten Berg des Hindukusch, finden sich die folgenden Bemerkungen über den Ablauf des Wettergeschehens (P. VIGERUST 1964).

26. 5.— 1. 6.	Schneefall
bis 9. 7.	keine Bemerkungen
10. 7.—12. 7.	Wetter sehr schön
16. 7.	Schneefall
17. 7.—21. 7.	Schneefall
22. 7.	schönes Wetter
24. 7.	leichter Schneefall
25. 7.	Wetterbesserung
26. 7.	schönes Wetter
29. 7.	Neuschnee

Diese Bemerkungen zeigen eindeutig, daß der Juli durch wechselndes Wetter gekennzeichnet war, worauf auch die Ausbildung der Seeterrassen schließen ließ.

Bei einer genauen Auszählung der Terrassen ließen sich 46 Stück deutlich ermitteln. Über diesen befand sich ein Streifen, der vor längerer Zeit einmal unter dem Niveau des Seespiegels gelegen haben dürfte. Doch waren die damals entstandenen Terrassen in der Zwischenzeit stark überformt worden und nur gelegentlich erkennbar.

Eine Höhenmessung (Staffelung) des Seeufers ergab einen Höhenunterschied von 374 cm vom Wasserspiegel zur obersten noch deutlich feststellbaren Terrasse (22. 8.). Auch aus der Anzahl der Terrassen — 46 — und deren mittleren Höhenunterschied (Tagesspiegelabsenkung = 8 cm) ergibt sich annähernd diese Zahl (368 cm). Beobachtet man nun, daß einige Terrassen höher als die Norm sind, andererseits die obersten Terrassenkomplexe einen kleineren Höhenunterschied haben (um ca. 6 cm, wahrscheinlich bedingt durch die z. Zt. ihrer Ausbildung größere Seefläche mit langsamerer Spiegelabsenkung), so läßt sich wohl annehmen, daß die tatsächliche Zahl der verflossenen Tage seit dem Seehöchststand über der Zahl 46 liegt. Daraus ergibt sich, daß der Seehöchststand zwischen Mitte Juni und Anfang Juli gefallen sein muß.

Der See dürfte zu dieser Zeit auch keine zusammenhängende Eisbildung mehr aufgewiesen haben, da sonst keine Wellenbewegung möglich wäre. Der über der obersten deutlich ausgebildeten Terrasse ansetzende Streifen überformter Terrassen zeigt, daß der See in manchem Jahr ein noch höheres Spiegelniveau erreicht. Ob dies auf größere Schneemengen im Winter (Jänner—April) (H. FLOHN 1959, S. 309, ders. 1969, S. 209), eine schnellere Schneeschmelze oder verstärkten Zufluß — er fehlte im Beobachtungszeitraum völlig — zurückzuführen ist, muß ohne meteorologische Werte ungeklärt bleiben.

### Literatur

- DIEMBERGER A. 1965. Bergsteiger erschließen den Hindukusch. Jahrbuch des Österreichischen Alpenvereins, Bd. 90, S. 164-186. Wagner, Innsbruck.
- FLOHN H. 1959. Bemerkungen zur Klimatologie von Hochasien. Die heutige Vergletscherung und Schneegrenze in Hochasien (H. v. WISSMANN), Akademie der Wissenschaften, Nr. 14, S. 309-331, Steiner, Wiesbaden.
- 1969. Zum Klima und Wasserhaushalt des Hindukuschs und der benachbarten Hochgebirge. Erdkunde, Bd. 23, Heft 3, S. 205-215. Bonn.
- GEIGER R. 1961. Das Klima der bodennahen Luftschicht. Vieweg, Braunschweig.
- GRUBER G. 1965. Hindukush 1963/1964. Berge der Welt, Bd. 15, S. 37-46. Zürich. Karte: Half Inch 1:126 720, Blatt Nr. 42 D/SW und 37 P/SE-P/NE. Karte: 1 : 1 Mill., Blatt Nr. NJ 42, NJ 43.
- KLITZSCH E. 1966. Bericht über starke Niederschläge in der Zentralsahara. Zeitschrift für Geomorphologie, Bd. 10, S. 161-168. Berlin.
- LOUIS H. 1968. Allgemeine Geomorphologie. Berlin, S. 1-522.
- PAFFEN K. H. 1956. Zum Klima des NW Karakorum. Erdkunde, Bd. 10, S. 22-23. Bonn.
- PISCHINGER R. 1965. Steirische Hindukuschexpedition 1964. Österreichische Alpenzeitung, Folge 1343, Jg. 83, S. 130-135. Wien.
- SCHOMBERG R. 1936. Mountains of North-West Chitral. The alpine Journal, Vol. 48, No. 253, S. 302-310. London.
- TROLL C. 1952. Die Lokalwinde der Tropengebirge und ihr Einfluß auf Niederschlag und Vegetation. Bonner Geogr. Abhandlungen, Heft 9, S. 124-182.
- TRÜBSWETTER T. 1967. Gipfelziele im Bereich des Udren- und des Darband-Tales. Österreichische Alpenzeitung, Folge 1355, Jg. 85, S. 102-103. Wien.
- ULE W. 1901. Der Würmsee (Starnbergersee) in Oberbayern. Wissenschaftliche Veröffentl. d. Vereins f. Erdkunde zu Leipzig, Bd. 5.
- 1902. Die Aufgabe geographischer Forschung an Seen. Abhandlungen der K. K. Geogr. Gesellschaft in Wien, Bd. 4, No. 6, S. 1-14.
- VIGERUST P. 1964. Tirich Mir Südwand. Alpinismus, 2. Jg., Heft 10, S. 40-43. Heering, München.
- WUNDT W. 1953. Gewässerkunde, Berlin.

Anschrift des Verfassers: Dr. Gerald GRUBER, Universität Frankfurt a. M., Seminar f. Wirtschaftsgeographie, Bockenheimer Landstraße 140, D-6 Frankfurt a. M.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark](#)

Jahr/Year: 1971

Band/Volume: [101](#)

Autor(en)/Author(s): Gruber Gerald

Artikel/Article: [Uferterrassen in Abhängigkeit von der Wetterlage. 27-33](#)