©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tuexenia 7: 507–513. Göttingen 1987

# Ein neues Pegel-Meßgerät zur standörtlichen Charakterisierung von Pflanzengesellschaften auf stau- oder grundwasserbeeinflußten Böden

– Walter F. Müller –


## Zusammenfassung

Vorgestellt wird die Neukonstruktion eines kontinuierlich registrierenden Grundwasser-Pegel-Meßgerätes, das speziell für die Untersuchung von Pflanzengesellschaften auf Böden mit hoch anstehendem Stau- oder Grundwasserhorizont in Abhängigkeit von Grundwasserschwankungen entwickelt wurde. Besonderer Wert wurde auf leichte Bedienung, stabile Ausführung und niedrige Herstellungskosten des Gerätes gelegt.
Am Beispiel von Gesellschaften des *Caricion davallianae* wird die Abhängigkeit der Meßergebnisse vom Registrierintervall diskutiert, sowie auf die Zusammenhänge zwischen Vegetation und Grundwassergang hingewiesen.

## Abstract

A new apparatus is described which allows continuous measurement of the groundwater level. It was developed especially in order to examine plant communities on soils with a high water table and the effects of groundwater fluctuations. Special emphasis was placed von convenient handling, mechanical durability and low production costs. Groundwater measurements from various communities of the *Caricion davallianae* are discussed in relation to the registration frequency of the apparatus. The influence of groundwater levels on the vegetation is also discussed.


## Einleitung

Im Rahmen synökologischer Untersuchungen wurden bereits von mehreren Autoren Messungen des Grundwasserganges herangezogen, um Zusammenhänge zwischen Vegetation und Standort aufzuzeigen (z.B. ELLENBERG 1968, KLÖTZLI 1969, NIEMANN 1973, BOEKER 1978, MÜLLER, W.F. 1986, JECKEL 1986). Bei diesen Messungen wird nach der bei STEUBING (1965) beschriebenen Methode ein perforiertes Rohr in den Boden eingegraben und mittels Metermaß oder elektronischer Meßeinrichtungen (BOEKER 1978) in bestimmten Zeitabständen der Grundwasserstand gemessen. Dabei wird in der Regel an Hand weniger punktueller Messungen (meist 14-tägiger Meßturnus) ein kontinuierlicher Grundwassergang unter Annahme einer geradlinigen Veränderung des Grundwasserstandes zwischen den Einzelmessungen konstruiert. Die Ganglinien stellen das Ausgangsmaterial zur Berechnung von Dauerlinien dar, in denen die Zeit, in der sich der Grundwasserstand über einem bestimmten Niveau befunden hat, dargestellt wird (vergl. KLÖTZLI 1969). Der exakte Grundwassergang läßt sich jedoch nur mit Hilfe von kontinuierlich registrierenden Pegel-Meßgeräten erfassen (vergl. KAUSCH 1957). Derartige Schreibpegel werden bereits seit Jahren zur Klärung von wasserwirtschaftlichen Fragen herangezogen (RÖSSERT 1984). Die vergleichsweise hohen Anschaffungskosten dieser Geräte (ca. 2500.– DM/Stk.) haben dazu geführt, daß sie bei vegetationskundlichen und ökophysiologischen Untersuchungen bisher kaum benutzt wurden.

Das hier vorgestellte Gerät ist auf die Belange vegetationskundlicher Fragestellungen zugeschnitten und daher in einigen Punkten gegenüber bisher gebräuchlichen Schreibpegeln vereinfacht, wodurch eine erhebliche Reduzierung der Herstellungskosten erreicht wird.

Das vorgestellte Gerät kostet in Selbstbauweise (reiner Materialwert) ca. 650.– DM. Eine in Bonn ansässige Firma hat sich bereit erklärt, das Gerät für ca. 1200.– DM herzustellen. Anfragen werden über den Autor weitergeleitet. Am Nachbau interessierte Institutionen können die Konstruktionspläne gegen eine geringe Gebühr beim Autor anfordern.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

## Konstruktionsdaten und Arbeitsweise

Das hier vorgestellte Meßgerät stellt eine Neukonstruktion dar, die speziell zur Untersuchung von Pflanzengesellschaften in Abhängigkeit vom Grundwassergang entwickelt wurde. Das Pegel-Meßgerät weist folgende Konstruktionsmerkmale und Eigenschaften auf:

- Meßbereich bis ca. 150 cm Grundwasserschwankung
- Untersetzung 4:1 (für Meßbereich 100 cm)
- hohe Registriergenauigkeit (Grundwasserschwankungen ab 3 mm werden exakt erfaßt)
- Nennregistrierzeit 31 Tage (Abhängig von der verwendeten Schreibertrommel)
- unauffällige Konstruktion, die im Gelände leicht getarnt werden kann
- stabile Ausführung
- wartungsfreier Betrieb

Abbildung 1 zeigt die Grundversion des Pegel-Meßgerätes. Es basiert auf dem Schwimmerprinzip unter Verwendung eines großdimensionierten Schwimmers (7), der über eine Untersetzung die Schreiberspitze bewegt. Die Genauigkeit des Gerätes ist von Größe und Form des Schwimmkörpers sowie der im mechanischen Übertragungssystem auftretenden Haftreibung abhängig.
Der Schwimmer mit 80 mm Durchmesser wird zur Aufhebung von Reibungsverlusten mit einem Gegengewicht (8) exakt austariert, so daß ein optimales Verhältnis zwischen Schwimmervolumen (d.h. dessen Auftrieb im Wasser) und Gegengewicht erreicht wird. Gleichzeitig sind alle beweglichen Teile kugelgelagert. Die Übertragung der Schwimmerbewegung erfolgt über ein großdimensioniertes Treibrad (14) auf die Schreibeinrichtung (4). Die Kopplung zwischen der Bewegung des Schwimmers und der Schreiberspitze wird dadurch erreicht, daß auf die Treibradwelle (15) ein zweites festes Untersetzungsrad (13) montiert ist, dessen Umfang sich im gewünschten Untersetzungsverhältnis des Gerätes zum Treibradumfang verhält. Unterhalb dieser Untersetzungsrolle befindet sich auf einer starren Achse (10) eine kugelgelagerte Um-

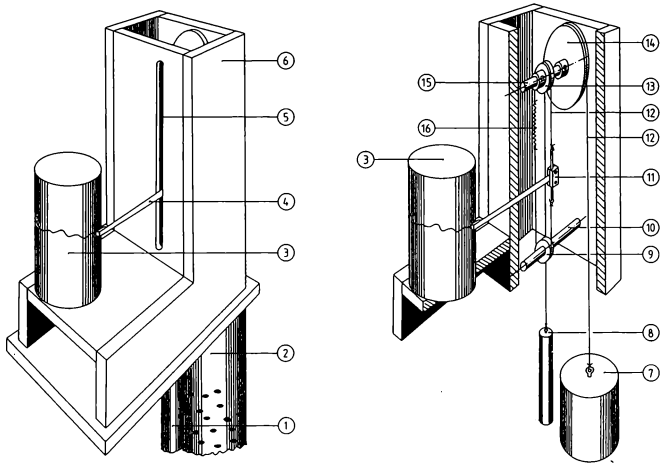



Abb. 1: Pegel-Meßgerät; Außen- und Innenansicht.
1 Gegengewicht – Führungsrohr
2 Schwimmer – Führungsrohr
3 Schreibtrommel
4 Schreibeinrichtung
5 Schreiberführung
6 Gehäuse
7 Schwimmer
8 Gegengewicht
9 Umlenkrolle
10 starre Achse
11 Halterung der Schreiberfeder
12 Spezialfaden
13 Untersetzungsrad
14 Treibrad
15 Treibradwelle
16 Feder

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

lenkrolle (9). Um Untersetzungs- und Umlenkrolle ist ein geflochtener Spezialfaden (12) gelegt, der über eine Feder (16) gespannt wird. Gleichzeitig trägt dieser Faden die Halterung (11) für die Schreiberfeder, die auf der Schreibtrommel (3) mit leichtem Anpressdruck aufliegt. Als Schreiber werden wartungsfreie Faserschreibspitzen verwendet.
Die Schreibertrommel mit einer Trommelhöhe von 180 mm und einem Durchmesser von 93 mm wird von einem quarzgesteuerten Uhrwerk angetrieben. Die Umdrehungsdauer beträgt 31 Tage (eine andere Nennregistrierzeit kann durch Auswechseln der Schreibertrommel erzielt werden). Nach ca. 2 Jahren muß die in der Trommel eingesetzte 1,5-V-Batterie ausgewechselt werden. Anstelle dieser Trommel kann jedoch auch jede andere Schreibertrommel mit den angegebenen Maßen eingesetzt werden.

Die Untersetzung des Gerätes beträgt 4:1 und ermöglicht damit die Registrierung von Schwankungen bis ca. 1,0 m. Werden andere Untersetzungen gewünscht, so kann dies durch Auswechseln der Untersetzungsrolle und Umlenkrolle geschehen. Für Untersuchungen in Feucht- und Naßwiesen, Sümpfen, Mooren und Bruchwäldern reicht die gewählte Untersetzung von 4:1 im allgemeinen jedoch völlig aus, weil damit der für die Pflanzen dieser Standorte bedeutsame Durchwurzelungshorizont abgedeckt werden kann.

Das ganze Gerät wird mit einer Hart-PVC-Haube verschlossen (in der Abb. nicht dargestellt). Im oberen Teil der Haube befinden sich Lüftungsschlitze, die die Bildung von Kondenswasser verhindern sollen.
Als Erweiterung kann in das Gerät ein kostengünstiger kontinuierlich arbeitender Regenmesser mit geringem Umbauaufwand eingebaut werden (Prototyp vorhanden).

Die zusätzlichen Kosten für den Regenmesser werden sich voraussichtlich auf deutlich unter 200.– DM/Stk. (reiner Materialwert) belaufen.

## Einsatz von Grundwasserschreibern bei standörtlichen Untersuchungen von Pflanzengesellschaften

Abb. 2 zeigt drei Darstellungen des Grundwasserganges unter einem Bestand des *Caricetum davallianae* vom 17.8.–13.9.1985 mit jeweils unterschiedlichem Ableseintervall.
In Abb. 2a erfolgte die Messung im 14-tägigen Abstand, in Abb. 2b ist der Gang des Grundwassers so dargestellt, wie er sich bei Messung im 2-tägigen Turnus ergeben würde und in Abb. 2c wurde die Ganglinie des Grundwassers aus 4 Messungen pro Tag ermittelt.
Obwohl der gleiche reale Grundwassergang den drei Darstellungen zugrundeliegt, unterscheiden sie sich nicht unerheblich.

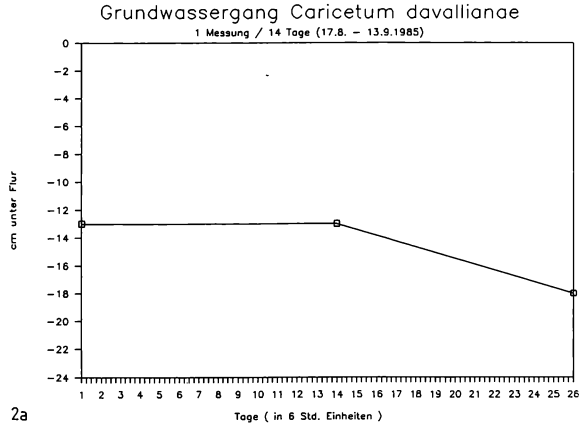
In Tab. 1 sind charakteristische Eckwerte der einzelnen Abbildungen gegenübergestellt. Es wird deutlich, daß mit Verkürzung des Ableseintervalls eine Erhöhung der Präzision sowie des Informationsgehaltes der Darstellungen erreicht wird. Besonders klar wird dies in der Anzahl der dargestellten Hochpunkte. In Abbildung 2a kann nur ein Hochpunkt erkannt werden, während wir in Abb. 2c (Meßintervall: 4 Messungen/Tag) insgesamt 22 derartige Punkte unterscheiden können. Es zeigt sich also, daß der Grundwasserstand stark oszilliert. Dies wird jedoch nur in Abbildung 2c deutlich, während bei längeren Ableseintervallen ein ausgeglichener Grundwassergang vorgetäuscht wird.

Weiterhin läßt sich ablesen, daß mit zunehmender Registriergenauigkeit die erfaßten Maxima und Minima sowie die Differenz dieser beiden Werte in aller Regel größer werden. Erwartungsgemäß schlägt sich die höhere Registriergenauigkeit aus Abb. 2c auch bei der Berechnung des mittleren Grundwasserstandes nieder, der nach Tab. 1 bei 4 Messungen/Tag etwa 14,92 cm unter Flur und bei 1 Messung/14 Tagen etwa 16,67 cm unter Flur beträgt.

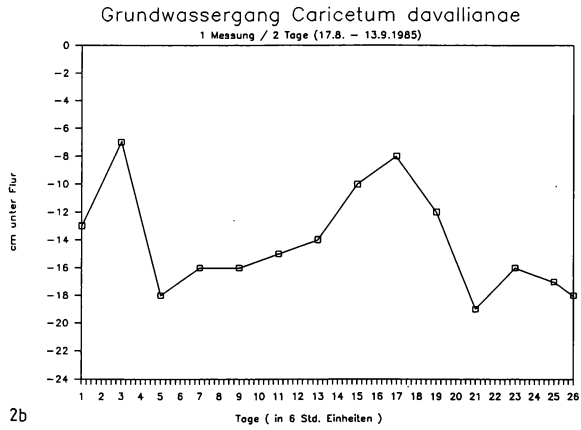
Tab. 1
Grundwasserganglinien- Eckwerte in Abhängigkeit von der Meßpunktdichte

| Meßintervall | Abbildung | Anzahl der Hochpunkte | Maximum cm u. Flur | Minimum cm u. Flur | Maximale Amplitude in cm | Mittlerer Grundwasserstand in cm u. Flur |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 Messung / 14 Tage | 2a | 1 | -13 | -18 | 5 | -16,67 |
| 1 Messung / 2 Tage | 2b | 3 | - 7 | -19 | 12 | -14,21 |
| 4 Messungen / Tag | 2c | 22 | - 7 | -22 | 15 | -14,92 |

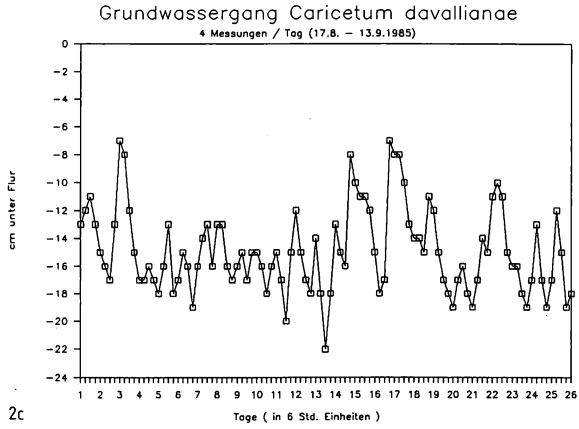
©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at




2a



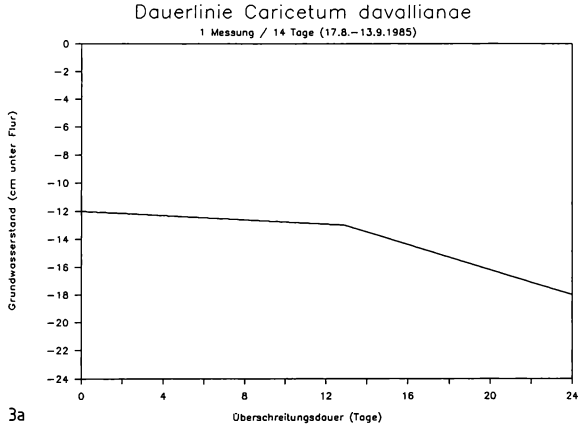

2b



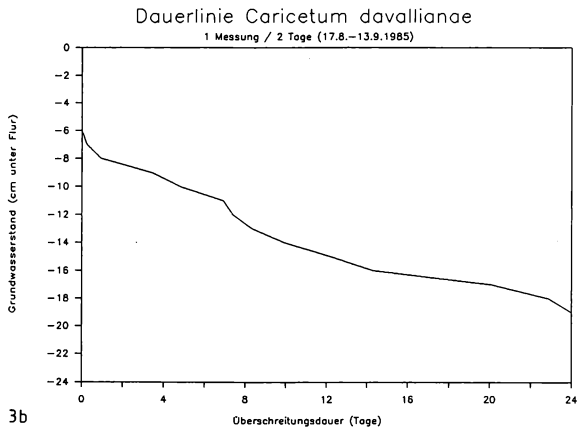

2c

Abb. 2: Grundwasserganglinien des *Caricetum davallianae* mit unterschiedlicher Meßpunktdichte. 2a: 14tägiger Meßturnus; 2b: 2tägiger Meßturnus; 2c: 4 Messungen/Tag.

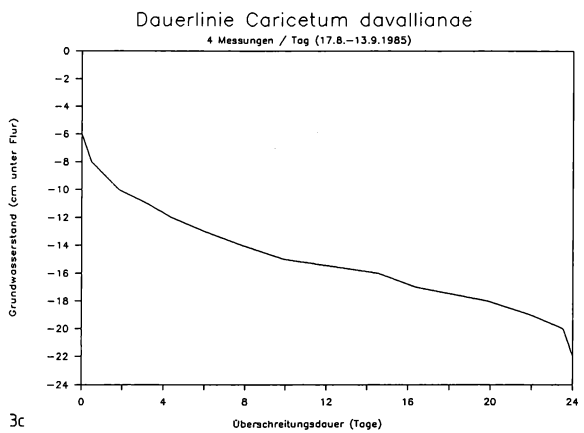
©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at




3a




3b




3c

Abb. 3: Grundwasserdauerlinien des *Caricetum davallianae* nach Abb. 2 mit unterschiedlicher Meßpunktdichte. 3a: 14tägiger Meßturnus; 3b: 2tägiger Meßturnus; 3c: 4 Messungen/Tag.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Aus den Ganglinien (Abb. 2a–c) wurden nach der bei RÖSSERT (1984) beschriebenen Methode Dauerlinien erstellt, die angeben, an wievielen Tagen im Beobachtungszeitraum ein Grundwasserstand überschritten wurde (Abb. 3a–c). Mit verkürztem Meßintervall nimmt die Dauerlinie einen sigmoiden Verlauf an (Abb. 3c). Vor allem weist jedoch die Kurve mit höchster Auflösung (Abb. 3c) die Maxima und Minima der Realität entsprechend aus, während in Abb. 3a diese Extremwerte zufällig nicht mit den Meßzeitpunkten zusammen fallen und daher nicht registriert werden. Darüberhinaus liegt das Niveau der Dauerlinie aus Abb. 3c deutlich niedriger als in Abb. 3a, was sich bereits bei der Berechnung des mittleren Grundwasserstandes zeigen ließ (Tab. 1, Abb. 2a, c).

Die zusätzlichen Informationen, die bei Untersuchungen mit einem Ableseintervall von 4 Messungen/Tag (Erfahrungsgemäß etwa gleichzusetzen mit kontinuierlicher Registrierung) gegenüber dem gebräuchlichen 14-tägigen Meßturnus gewonnen werden können, erlauben wichtige Aussagen zu ökologischen Fragestellungen. Insbesondere wird erst bei hoher Meßdichte (Abb. 2c) die Oszillation des Grundwasserganges, die auf Evapotranspirationsvorgänge zurückzuführen ist, deutlich. Gleiches gilt auch für tageszeitliche Rhythmen im Grundwassergang. Bei Strahlungswetterlagen kommt es zu einer Absenkung des Grundwasserspiegels im Laufe des Tages und anschließender Auffüllung während der Nacht. Aus diesen bereits von KAUSCH (1957) beachteten Grundwasserschwankungen folgt für vergleichende Untersuchungen die zwingende Notwendigkeit der kontinuierlichen Registrierung, da nur so exakte Aussagen über Zeitpunkt und Dauer von Grundwasserhöchst- und -niedrigstständen zu erlangen sind. Darüberhinaus lassen sich erst bei hoher Meßpunktdichte genügend genaue mittlere Grundwasserstände ermitteln.

Besonders bedeutungsvoll ist die Erfassung der Grundwasserhöchststände in Böden mit oberflächennahem Grund- oder Stauwasser, weil bei zeitweiser Vernässung des Durchwurzelungshorizontes anaerobe Verhältnisse an den Wurzeln auftreten können und dies als ökologisches Auswahlkriterium eine Rolle bei der Artenzusammensetzung von Pflanzengesellschaften spielen kann. Gleichzeitig hängt vom Gang des Grundwassers im oberflächennahen Bereich zum Teil auch die Nährstoffversorgung der Pflanzen ab (z.B. Abhängigkeit der Stickstoffmineralisation vom Bodenwasserhaushalt) (vergl. GROOTJANS, SCHIPPER & VAN DER WINDT 1986).

Die bisher gewonnenen Erfahrungen bei der Untersuchung von Pflanzengesellschaften auf grund- oder stauwassernahen Standorten haben gezeigt, daß nur dann exakte Aussagen über die ökologische Bedeutung des Grund- oder Stauwassers gemacht werden können, wenn die Messungen mit genügend kurzen Ableseintervallen durchgeführt werden (mindestens 4 Messungen/Tag). Weil dies nur mit sehr hohem personellen Aufwand zu realisieren ist, bieten sich kontinuierlich registrierende Grundwasserschreiber als kostengünstige Alternative an und daher sollte der Einsatz dieser Pegel-Meßgeräte in der Zukunft verstärkt genutzt werden.

## Danksagung

Besonderer Dank für die Erstellung der Konstruktionspläne und die Ausführung der Arbeiten zum Bau der Grundwasserschreiber gilt Herrn Feinmechanikermeister F. ESCHWEILER, Inst. f. Landwirtschaftliche Botanik, Universität Bonn.

## Schriften

BÖCKER, R. (1978): Vegetations- und Grundwasserverhältnisse im Landschaftsschutzgebiet Tegeler Fließtal (Berlin West). – Verh.Bot.Ver.Prov. Brandenburg 114: 1–164. Berlin.

ELLENBERG, H. (1968): Zur Stickstoff- und Wasserversorgung ungedüngter und gedüngter Feuchtwiesen – ein Nachwort.-Ber. geobot.Inst. ETH, Stiftg Rübel 41: 194–200. Zürich.

GROOTJANS, A., SCHIPPER, P., VAN DER WINDT, H. (1986): Influence of drainage on N-mineralization and vegetation response in wet meadows. – Acta Oecol., Oecol. Plant. 7 (21) (1): 3–14. Montrouge.

JECKEL, G. (1986): Grundwasserganglinien unter verschiedenen Pflanzengesellschaften in nordwestdeutschen Heidemooren. – Tuexenia 6: 195–204. Hannover.

KAUSCH, W. (1957): Die Transpiration als Ursache für tägliche Grundwasserschwankungen. – Ber.dt. bot.Ges. 70 (9): 436–444. Stuttgart.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

KLÖTZLI, F. (1969): Die Grundwasserbeziehungen der Streu- und Moorwiesen im nördlichen Schweizer Mittelland. – Beitr.Geobot.Landesaufn. d. Schweiz, 52: 1–277. Bern.
MÜLLER, W.F. (1984): Floristisch- vegetationskundliche Untersuchungen an Pflanzengesellschaften des Caricion davallianae Klika 1934 in der nördlichen Kalkeifel. – Tuexenia 6: 127–143. Hannover.
NIEMANN, E. (1973): Grundwasser und Vegetationsgefüge. – Nova Acta Leopoldina 38 (6): 1–148. Leipzig.
RÖSSERT, R. (1984): Grundlagen der Wasserwirtschaft und Gewässerkunde. 3. Aufl. – Oldenbourg, München. 302 S.
STEUBING, L. (1965): Pflanzenökologisches Praktikum – Parey, Berlin. 262 S.

Anschrift des Verfassers:
Walter F. Müller
Institut für Landwirtschaftliche Botanik der Universität Bonn
Meckenheimer Allee 176
D-5300 Bonn 1

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Tuexenia - Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft

Jahr/Year: 1987

Band/Volume: NS_7

Autor(en)/Author(s): Müller Walter F.

Artikel/Article: Ein neues Pegel-Meßgerät zur standörtlichen Charakterisierung von Pflanzengesellschaften auf stau- oder grundwasserbeeinflußten Böden 507-513