

UDC 581.526.45:581.52(497.1) = 30

ÜBER DIE GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE UNTER EINIGEN WIESENGESELLSCHAFTEN IN NORDWESTKROATIEN

LJUDEVIT ILIJANIC

(Botanisches Institut der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität, Zagreb)

Eingegangen am 28. Dezember 1987

Im vorliegenden Beitrag werden Ergebnisse dreijähriger Untersuchungen der Grundwasserverhältnisse unter einigen Wiesengesellschaften in Nordwestkroatien dargestellt, und zwar in *Ononido-Arrhenatheretum* und *Bromo-Cynosuretum cristati* aus dem *Arrhenatherion*-, im *Deschampsietum cespitosae* aus dem *Deschampsion*- und in *Succisa pratensis-Juncus conglomeratus*-Gesellschaft aus dem *Molinion*-Verband.

Die Ergebnisse zeigten grosse Schwankungen der Grundwasseroberfläche in den ersten drei Gesellschaften bei einem verhältnismässig tiefen Grundwasserstand. In der Vegetationsperiode befand sich in der Mehrzahl der untersuchten Bestände die Grundwasseroberfläche im Durchschnitt tiefer als 200 cm unter der Bodenoberfläche. Für den Wasserhaushalt in der Vegetationsperiode spielt im Wurzelraum Grundwasser demnach keine oder wenigstens eine viel kleinere Rolle als Regenwasser und zeitweise auf der Bodenoberfläche stagnierendes Überschwemmungswasser (besonders im *Deschampsietum*, seltener und kürzer auch im *Cynosuretum*).

In der *Succisa pratensis-Juncus conglomeratus*-Gesellschaft schwankte die Grundwasseroberfläche viel weniger, und der mittlere Grundwasserstand während der Vegetationsperiode war um etwa 100 cm unter der Bodenoberfläche.

Floristische Zusammensetzung und pflanzensoziologische Gliederung der untersuchten Wiesen werden in der pflanzensoziologischen Tabelle und die Grundwasser-Ganglinien in Diagrammen dargestellt.

Einleitung

Zahlreiche Untersuchungen sind über die Grundwasserverhältnisse in verschiedenen, besonders in Grünlandgesellschaften in Europa durchgeführt worden. In diesem Zusammenhang vgl. z. B. Ellenberg (1952), R. Tüxen (1954, 1978), Zarzycky (1956, 1958), Meisel (1960), Balátová-Tuláčková (1965, 1966, 1968, 1972 u. a.), Balátová-Tuláčková et al. (1977), Dierschke (1969), Eskuche (1955, 1962), A. Müller (1956), Kovács (1968), Klötzli (1969), Hundt (1972), Blažková (1973), um nur einige zu nennen. Bibliographie über die Grundwasserverhältnisse in Pflanzengesellschaften findet sich besonders bei Tüxen (1961) und Tüxen und Grootjans (1978).

Auch in Jugoslawien wurden in verschiedenen Grünlandgesellschaften besonders in Flusstälern (Save-, Drave-, Morava-Tal) solche Untersuchungen durchgeführt (vgl. Cincović 1959, Ilijanić 1962, 1971, R. Jovanović-Dunjić 1965a, b, Knežević 1975, Seliškar 1980, 1986).

Im vorliegenden Beitrag werden Ergebnisse dreijähriger Untersuchungen der Grundwasserstandmessungen dargestellt, die vor zwei Jahrzehnten in einigen Wiesengesellschaften der *Molinio-Arrhenatheretea*-Klasse in Nordwestkroatien durchgeführt wurden. Um eventuelle Veränderungen der Grundwasserverhältnisse in einem zwanzigjährigen Zeitabschnitt festzustellen, wurde eine zusätzliche dreijährige Untersuchung an denselben Lokalitäten, bzw. in denselben Wiesenbeständen vorgesehen. Deswegen wurden die Ergebnisse der ersten Untersuchungen früher nur teilweise veröffentlicht (Ilijanić 1971b). Da wiederholte Grundwassermessungen in der vorgesehenen Zeit nicht verwirklicht werden konnten, möchte ich die wichtigsten Resultate der genannten Untersuchungen jetzt etwas ausführlicher veröffentlichen.

UNTERSUCHUNGSGEBIET

Wie einleitend erwähnt, die Untersuchungen wurden in Nordwestkroatien und zwar in folgenden engeren Gebieten durchgeführt (Abb. 1):

1. Krapina-Tal im Kroatischen Zagorien (Hrvatsko zagorje) unweit der Bundesstrasse Zagreb—Zabok, und zwar: in der Umgebung von Zaprešić (Lokalität Nr. 1 auf der Karte, Abb. 1), bei Kupljenovo (Lok. 2) und bei Zabok (Lok. 3 und 4);

2. Umgebung von Zagreb: bei dem Dorf Selnice bei Sesevete (Lok. 11—13, bei dem Dorf Sv. Nedjelja unweit von Samobor (Lok. 10) und bei dem Dorf Klinča Selo (Lok. 9) an der Strasse Zagreb—Jastrebarsko;

3. Umgebung von Karlovac (Kupa-Tal): zwischen Ozalj und der Mündung des Nebenflusses Dobra in die Kupa (Lok. Nr. 7, 15—18) und bei dem Dorf Draganići (Lok. 20).

Die allgemeinklimatische Verhältnisse des Untersuchungsgebietes sind auf Klimadiagrammen nach Walter (1955) für Stubičke Toplice, Zagreb und Karlovac dargestellt (Abb. 2). Wie aus den Klimadiagrammen hervorgeht, kann das Klima als humid bezeichnet werden.

Pflanzengeographisch liegt das ganze Untersuchungsgebiet in der *Carpinion betuli illyricum*-Zone im Sinne von Horvat, Glavač und Ellenberg (1974).

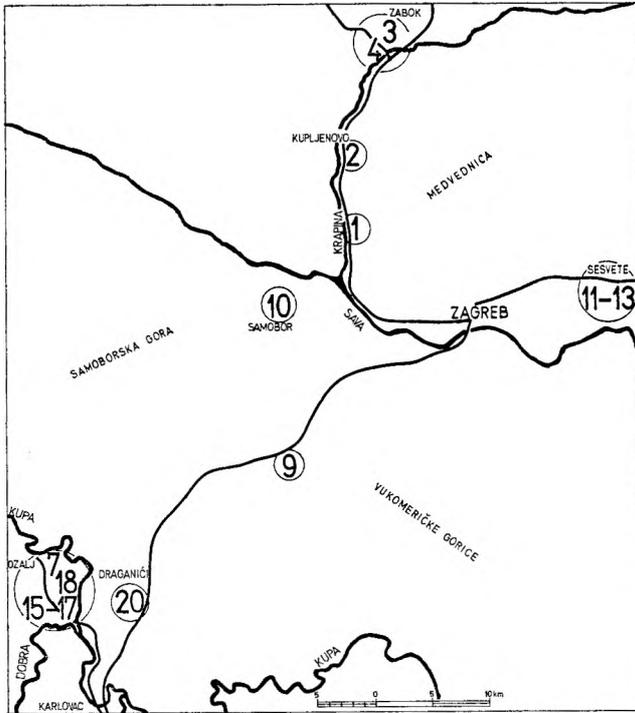


Abb. 1. Untersuchungsgebiet

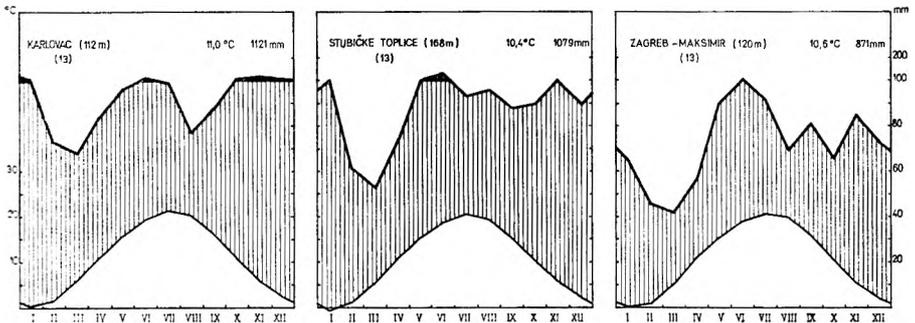


Abb. 2. Klimadiagramme

Untersuchungsobjekte und Methoden

Für die Untersuchungen der Grundwasserverhältnisse wurden ursprünglich 20 Wiesenbestände im dargestellten Gebiet ausgewählt. Fünf Bestände (und zwar auf den Lokalitäten 5, 6, 8, 14 und 19) sollten, weil sie umgeackert wurden, schon im ersten Untersuchungsjahr weggelassen werden. Darum fehlen auf der Karte (Abb. 1) und in den Tabellen die Nummern dieser Lokalitäten, bzw. sind nur die Nummern der

anderen 15 Lokalitäten angegeben, wo Grundwassermessungen drei Jahre lang, und zwar vom Frühjahr 1966 bis zum Frühjahr 1969 durchgeführt wurden.

Alle Wiesenbestände wurden nach den üblichen pflanzensoziologischen Methoden (Braun-Blanquet 1964, Mueller-Dombois und Ellenberg 1974) auf der Oberfläche von 25 m² (5 × 5 m), und zwar wenigstens einmal, in der Regel vor dem ersten Schnitt, jedes Untersuchungsjahr aufgenommen, und als eine Aufnahme für jeden untersuchten Wiesenbestand in die Tabelle 1 eingetragen, d.h. in jeder Vegetationsaufnahme in der Tabelle sind alle Arten angegeben, die während der drei genannten Jahren gefunden wurden.

Für jede Art ist die grösste Artmächtigkeit (kombinierte Schätzung von Abundanz und Deckungsgrad) nach sechsteiligen Skala in der Tabelle angegeben. Nach der pflanzensoziologischen Analyse können die untersuchten Wiesenbestände folgenderweise gegliedert werden (Tab. 1):

Klasse: *Molinio-Arrhenatheretea* Tx 37

Ordnung: *Arrhenatheretalia* Pawl. 26

Verband: *Arrhenatherion elatioris* Br.-Bl. 25

Ass. *Ononido arvensis-Arrhenatheretum elatioris* (H-ić 41)

Ilijanić et Šegulja 83

Ass. *Bromo racemosi-Cynosuretum cristati* H-ić 30

Ordnung: *Molinietales* W. Koch 26

Verband: *Deschampsion cespitosae* H-ić 30

Ass. *Deschampsietum cespitosae* H-ić 30

Verband: *Molinion caeruleae* W. Koch 26

Succisa pratensis-Juncus conglomeratus-Gesellschaft

Grundwasserstandmessungen: Mit »holändischem Bohrer« (Durchmesser 8 cm) wurde einmal monatlich in jedem beschriebenen Bestand ein Bohrloch bis zu der Tiefe gebohrt auf der sich das Wasser befand, d.h. es wurde Grundwasseroberfläche bzw. Wasserstand im Gewicht mit der Bodenluft (»gespanntes Grundwasser« Schroeder 1968, »confined groundwater«, Ward 1967) gemessen. Die gemessene Tiefe wird als Grundwasserstand genommen.

Wo möglich, wurden in Beständen noch »Brunnen« für vergleichende Messungen des »Grundwasserspiegels« im hydrologischen Sinne (»Druckspiegel«, vgl. Schroeder 1968, Keller 1961, Weckmann 1964) gebohrt, wie es allgemein bei Grundwasserganglinien-Untersuchungen in Pflanzengesellschaften üblich ist.

»An der Grundwasseroberfläche ist der Wasserdruck gleich der Spannung der Grundluft, am Grundwasserspiegel gleich dem Atmosphärendruck. In der Regel ist zwar die Spannung der Grundluft gleich dem jeweiligen Atmosphärendruck, es kann aber in Böden mit schwer durchlässigen oberen Schichten auch der Fall eintreten, das die Spannung p_1 der Grundluft den Änderungen des Atmosphärendruck p_{at} nur langsam folgt« (Schroeder 1968:20, vgl. auch Scheffer und Schachtel 1970: 212).

In unseren Beständen ist dies, wie die Untersuchungen zeigten, am meisten der Fall, besonders in der Zeit, wenn der Grundwasserstand zu steigen beginnt und die oberen dichteren Bodenschichten mit Regen- und (oder) Überschwemmungs-Wasser gesättigt sind. Dann kommt bis zu einem recht erheblichen Unterschied zwischen der »Grundwasseroberfläche« und dem »Grundwasserspiegel«.

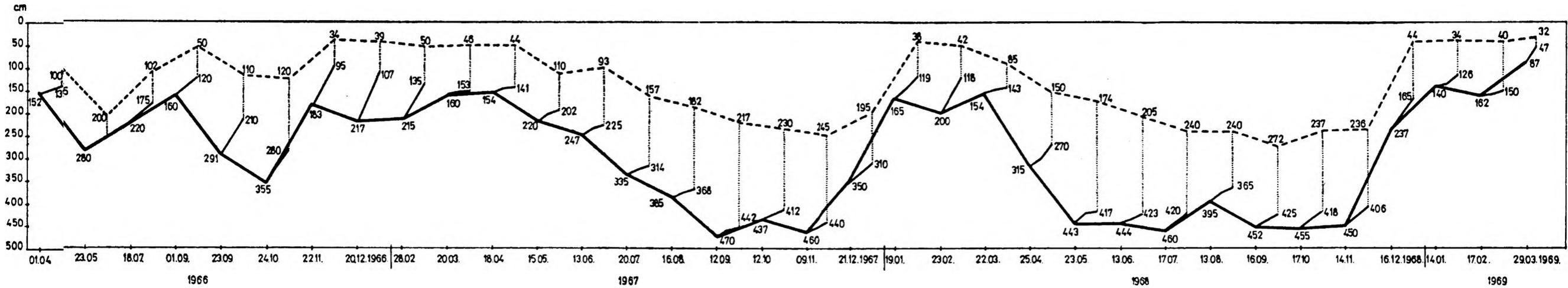


Abb. 3. Schwankungen der Grundwasseroberfläche (untere Kurve) und des Grundwasserspiegels (obere Kurve) im *Ononido-Arrhenatheretum* (Lok. 11, Aufn. 1) bei Sesevete (Erläuterung im Text).

Als Beispiel sei die Grundwasserschwankung im *Ononido-Arrhenatheretum* bei Sesvete (Abb. 3) dargestellt. Die untere Kurve auf dem Diagramm bezeichnet die Schwankung der »Grundwasseroberfläche« und die obere die Schwankung des »Grundwasserspiegels«, der im Vergleichsbohrloch (im »Brunnen«) in demselben Wisenbestand gleichzeitig gemessen wurde.

Um die Unterschiede leichter zu vergleichen, sind im Diagramm auch die Zahlen angegeben. Diejenigen oberhalb der oberen Kurve bezeichnen die Tiefe unter der Bodenoberfläche, auf der sich der »Grundwasserspiegel« (d.h. der Wasserstand im Gewicht mit Atmosphärendruck) befand, die Zahlen unterhalb der unteren Kurve die Tiefe bzw. das Niveau der »Grundwasseroberfläche« (d.h. den Wasserstand im Gewicht mit Bodenluftdruck).

Die mehr oder weniger schrägen, von der unteren Kurve nach oben ausgezogenen Linien (und die Zahlen daneben) zeigen die Höhe der Wassersteigung im Bohrloch zehn Minuten nach Entfernung der Bodenschicht über der Grundwasseroberfläche. Je schräger und kürzer die Linie, desto langsamer und geringer ist die Wassersteigung und umgekehrt, z. B. am 23. September 1966 erschien das Wasser (»Grundwasseroberfläche«) im Bohrloch erst in einer Tiefe von 291 cm unter der Bodenoberfläche. In zehn Minuten stieg es um 81 cm, d.h. der Wasserstand war 210 cm unter der Bodenoberfläche, während der »Grundwasserspiegel« (im »Brunnen«) auf 110 cm unter der Bodenoberfläche stand (Abb. 3).

Wie aus dem Diagramm und den angegebenen Zahlen hervorgeht, stand das Wasser unter Druck. Aber erst nach der Bodenentfernung konnte das Wasser (verhältnismässig schnell) aufsteigen. Vor Entfernung der Bodenschicht bis zur Nähe der Grundwasseroberfläche hört man häufig in solchen Fällen ein Zischen, da die Luft über dem Grundwasser unter dem Druck aus dem Boden schnell austritt.

Unserer Meinung nach zeigen die untere Kurve und die entsprechenden Zahlen im Diagramm (Abb. 3) demnach, vom ökologischen Standpunkt aus, viel besser die natürlichen Grundwasserhältnisse, als die obere Kurve, bzw. Grundwassermessungen im »Brunnen«.

Die Grundwasserganglinien in den hier dargestellten Diagrammen und die Zahlen in den Tabellen beziehen sich auf die Schwankungen der Grundwasseroberfläche, d.h. der Grundwasserverhältnisse unter natürlichen Bedingungen in Bodenprofilen.

Ergebnisse

1. Ass. *ONONIDO-ARRHENATHERETUM ELATIORIS*

Grundwasserstandmessungen wurden in 4 Beständen (Tab. 1, Aufn. 1—4) auf folgenden Lokalitäten durchgeführt (Abb. 1):

Aufn. 1 (= Lokalität Nr. 11) bei Selnice in der Umgebung von Sesvete;
Aufn. 2 (= Lok. 7) in der Umgebung von Ozalj;

Aufn. 3 (= Lok. 17) bei dem Dorfe Mali Erjavec im Kupa-Dobra Tal;

Aufn. 4 (= Lok. 2) bei Kupljenovo im Krapina-Tal, unweit des linken Krapina Ufers.

In allen Beständen dominierte *Trisetum flavescens* als aspektbildende Art vor dem ersten Schnitt. Verbands- Ordnungs- und Klassenkennarten sind gut vertreten. Die Verbindung mit dem *Bromo-Cynosuretum*

cristati ist deutlich, aber in dieser Assoziation sind mehrere Arten feuchterer Standorte vorhanden (vgl. Tab. 1).

Der höchste Grundwasserstand (maximaler Grundwasserstand) und geringste Jahresschwankungen wurden während der drei Untersuchungsjahre bei dem Dorfe Mali Erjavec (Lok. 17, Aufn. 3) festgestellt (Abb. 4, Tab. 2), d.h. in der Gegend zwischen den Kupa- und Dobra-Flüssen. Der mittlere Grundwasserstand in drei Jahren war in diesem Bestand 165 cm (in der Vegetationsperiode 173 cm) und die grösste Schwankung (maxim. — minim. Grundwasserstand) 195 cm (144 cm in der Vegetationsperiode).

Der niedrigste mittlere Grundwasserstand im *Ononido-Arrhenatheretum* wurde im Krapina-Tal (Lok. 2, Aufn. 4) festgestellt, und zwar 344 cm (bzw. 358 cm in der Vegetationsperiode), aber die Schwankung der Grundwasseroberfläche war ähnlich (200 cm) wie im vorigen Bestand auf der Lokalität 17 (vgl. auch Abb. 4).

Eine viel grössere Schwankung des Grundwasserstandes wurde in Selnice bei Sesevete (Lok. 11, Aufn. 1) festgestellt, und zwar 318 cm in drei Jahren bzw. 297 cm in der Vegetationsperiode. In diesem Bestand des *Ononido-Arrhenatheretum* wurde auch der niedrigste Grundwasserstand, und zwar 470 cm unter der Bodenoberfläche im September 1967, gemessen (vgl. Tab. 2, Abb. 4).

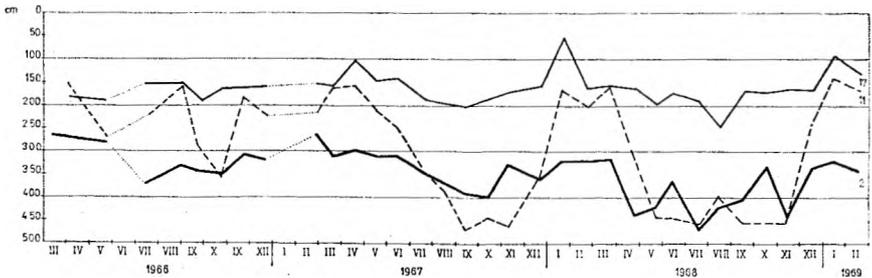


Abb. 4. Grundwasserschwingung im *Ononido Arrhenatheretum*: 2 — bei Kupljenovo (Aufn. 4), 11 — Selnice bei Sesevete (Aufn. 1), 17 — Mali Erjavec (Aufn. 3)

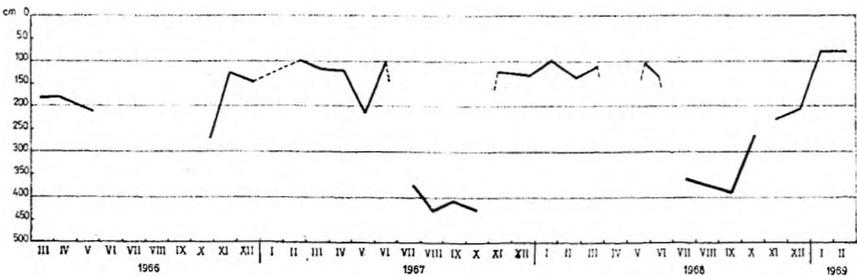


Abb. 5. Grundwasserschwingung im *Ononido-Arrhenatheretum* in der Umgebung von Ozalj (Lok. 7, Aufn. 2)

Ganz andere Verhältnisse herrschten im Bestand in der Umgebung von Ozalj (Lok. 7, Aufn. 2). Dort konnte man während des Jahres zwei Wasserstockwerke unterscheiden (Abb. 5). Der Wiesenbestand liegt in der Nähe eines kleinen Baches der während der Regenperioden das obere Bodenwasserstockwerk mit Wasser füllt, wo es sich zeitweise auf undurchlässiger Bodenschicht als Stauwasser (»oberes Grundwasser«) sammelt.

2. Ass. *BROMO RACEMOSI-CYNOSURETUM CRISTATI*

In dieser Wiesengesellschaft wurden Grundwasserstandmessungen in acht Beständen (Tab. 1, Aufn. 5—12) u. zw. auf folgenden Lokalitäten untersucht (Abb. 1):

Aufn. 5 (= Lok. 9) Klinča Selo an der Strasse Zagreb—Jastrebarsko;

Aufn. 6 (= Lok. 12) Selnice bei Sesvete in der Umgebung von Zagreb;

Aufn. 7 (= Lok. 10) Nedjelja bei Samobor in der Umgebung von Zagreb;

Aufn. 8 (= Lok. 18) bei dem Dorfe Slapno in der Umgebung von Ozalj;

Aufn. 9 (= Lok. 20) Draganići in der Umgebung von Karlovac (an der Strasse Karlovac—Draganići (—Zagreb);

Aufn. 10 (= Lok. 4) in der Umgebung von Zabok (Krapina-Tal);

Aufn. 11 (= Lok. 1) in der Umgebung von Zaprešić, unweit vom linken Krapina-Ufer.

Aufn. 12 (= Lok. 3) in der Umgebung von Zabok (Krapina-Tal) unweit von Lok. 4 (Aufn. 10).

Das *Bromo-Cynosuretum cristati* wurde von Horvatić (1930) dem Verband *Arrhenatherion* und der Ordnung *Arrhenatheretalia* untergeordnet (vgl. auch Horvatić 1958, 1963). Es sei betont, dass in dieser Gesellschaft, wie sie von Horvatić erfasst wurde, nicht selten, besonders im »westlichen Gebiet« im Sinne von Ilijanić (1963, 1971) die Arten der *Molinietalia*-Gesellschaften vorhanden sind (vgl. auch Tab. 1) die auf feuchtere Standort hinweisen, wie auch aus den »Zeigerwerten« nach Ellenberg (1974, 1982, Landolt 1974) hervorgeht, und einige Bestände weisen nähere Verwandtschaft mit *Molinietalia*-Wiesen auf.

Die Schwankungen der Grundwasseroberfläche in den untersuchten Beständen war beträchtlich (Tab. 2, Abb. 6, 7 u. 8). Die grösste Grundwasserschwankung, ausgenommen die Verhältnisse an der Lokalität 20 (Draganići) die gesondert dargestellt werden (Abb. 8), wurde in Selnice (bei Sesvete, Lok. 12, Aufn. 6) und zwar 309 cm in drei Jahren und in der Umgebung von Zaprešić (Lok. 1, Aufn. 11) mit einer Schwankung der Grundwasseroberfläche von 308 cm (Abb. 6 u 7) ermittelt. An den genannten zwei Lokalitäten wurde auch der niedrigste (minimale) Grundwasserstand, und zwar in Selnice 434 cm unter der Bodenoberfläche im November 1967 bzw. 432 cm im November 1968 und bei Zaprešić (Lok. 1) 468 cm im August 1968 gemessen.

Der mittlere Grundwasserstand in der Vegetationsperiode war im *Bromo-Cynosuretum* auch verhältnismässig tief, und zwar zwischen 152 cm in Nedjelja (Lok. 10, Aufn. 7) und 287 cm bei Zaprešić (Lok. 1, Aufn. 11), im letzten Bestand tiefer als in einigen Beständen des *Arrhenatheretum* (vgl. die Werte von Lok. 17 und 7 mit denen in Lok. 12 und 1 in Tab. 2).

Die Grundwasserverhältnisse in Draganići (Lok. 20, Aufn. 9) sind auf einem gesonderten Diagramm (Abb. 8) dargestellt, denn hier han-

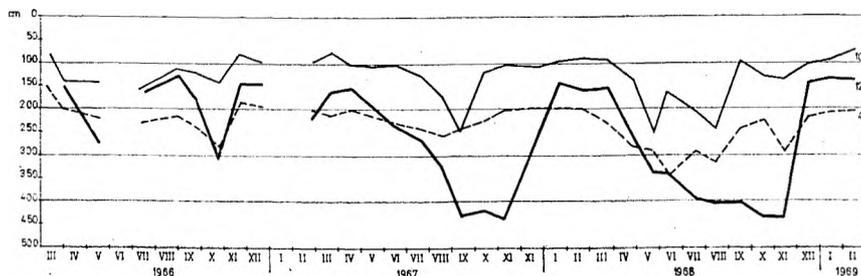


Abb. 6. Grundwasserschwankung im *Bromo-Cynosuretum cristati*: 4 — Umgebung von Zabok (Aufn. 10), 10 — Nedjelja bei Samobor (Aufn. 7), 12 — Selnice bei Sesvete (Aufn. 6)

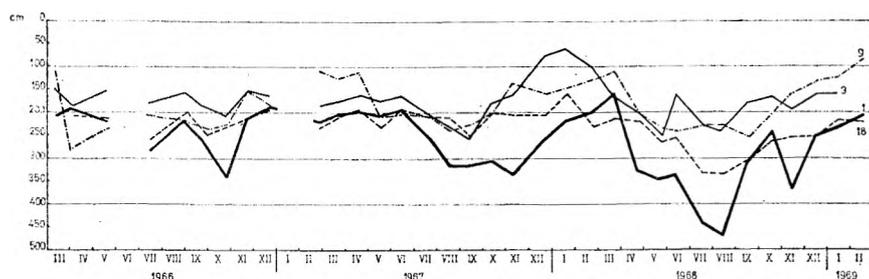


Abb. 7. Grundwasserschwankung im *Bromo-Cynosuretum cristati*: 1 — Umgebung von Zaprešić (Aufn. 11), 3 — Umgebung von Zabok (Aufn. 12), 9 — Klinča Selo (Aufn. 5), 18 — bei dem Dorf Slapno (Aufn. 8)

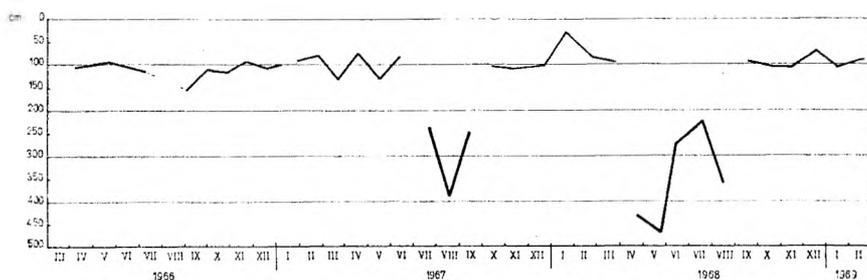


Abb. 8. Grundwasserschwankung im *Bromo-Cynosuretum cristati* in Draganići (Aufn. 9, Lok. 20)

delt es sich, wie im *Arrhenatheretum* bei Ozalj (Lok. 7), um zwei Wasserstockwerke, und die Grundwasserkurven sind deswegen unterbrochen gezeichnet.

In regenreicheren Jahren, wie im Jahr 1966, befand sich das Wasser fast das ganze Jahr über auch im oberen Wasserstockwerk (Stauwasser), im Mittel nicht viel tiefer als 100 cm unter der Bodenoberfläche. Der minimale Wasserstand lag in diesem Jahr im oberen Stockwerk Anfang September 155 unter der Bodenoberfläche.

In den Sommermonaten 1967 und von April bis einschließlich August 1968 verschwand das Stauwasser aus dem oberen Stockwerk als Folge

<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>															
<i>Trifolium pratense</i> L.	2	2	2	2	3	3	2	1	2	3	3	2	3	1	1
<i>Holcus lanatus</i> L.	2	3	3	2	2	1	2	3	2	2	2	2	1	2	3
<i>Ranunculus acris</i> L.	1	2	1	2	3	3	2	2	1	3	3	2	2	1	1
<i>Centaurea jacea</i> L. var. <i>pectinata</i>	2	2	2	1	2	2	1	1	1	2	3	1	+	1	1
<i>Rhinanthus minor</i> L.	1	2	2	1	1	1	3	2	1	2	1	+	1	1	+
<i>Festuca pratensis</i> L.	1	1	2	1	1	2	1	2	2	2	2	2	1	+	1
<i>Prunella vulgaris</i> L.	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1
<i>Poa pratensis</i> L.	2	1	2	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	+	1
<i>Carex hirta</i> L.	.	+	1	1	1	2	+	1	1	1	+	1	1	+	.
<i>Cerastium holsteoides</i> Fries emend. Hyl.	1	2	+	1	1	1	+	1	2	1	1	.	+	.	.
<i>Trifolium dubium</i> Sibth.	1	2	2	+	1	.	.	2	4	.	1	1	1	+	1
<i>Trifolium repens</i> L.	1	.	2	1	2	2	.	2	2	1	1	2	1	2	1
<i>Leontodon autumnalis</i> L.	.	1	.	2	1	.	2	2	1	2	1	2	1	2	1
<i>Bromus racemosus</i> L.	+	2	1	.	1	2	1	2	1	2	1	1	1	.	.
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	.	+	1	1	+	1	+	1	+	1	1	.	+	.	+
<i>Festuca rubra</i> L.	+	1	1	2	.	.	1	.	+	1	1	.	+	1	2
<i>Leontodon saxatilis</i> Lam.	.	1	.	.	2	.	1	2	.	1	1	2	+	1	1
<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	.	2	1	+	1	+	+	.	.	2	1	.	1	+	+
<i>Alopecurus pratensis</i> L.	1	.	.	1	1	2	.	.	.	1	1	1	1	+	.
<i>Leontodon hispidus</i> L. subsp. <i>hastilis</i> (L.) Rchb.	.	1	2	2	.	.	2	1	+	1	2	2	.	.	.
<i>Leucanthemum leucolepis</i> (Briquet et Cav.) Hic	1	1	.	.	.	1	.	.	.	1	+	.	1	+	1
<i>Vicia cracca</i> L.	.	1	+	1	1	.	.	.	.	+	.	1	.	.	.
<i>Oenanthe silaifolia</i> MB.	.	.	+	.	.	.	.	1	+	1	.	1	1	.	.
<i>Leontodon hispidus</i> L. subsp. <i>hispidus</i>	.	.	.	1	1	.	1	.	.	.	.	.	.	2	1
Begleiter															
<i>Plantago lanceolata</i> L.	2	2	2	2	1	1	2	2	1	2	2	1	1	+	1
<i>Ajuga reptans</i> L.	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	+	1
<i>Taraxacum officinale</i> Web.	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2	.	+	1	1
<i>Ranunculus repens</i> L.	.	1	+	.	1	2	1	2	1	1	2	2	2	2	.
<i>Galium verum</i> L.	2	1	1	2	1	1	+	.	3	2	1	+	+	1	1
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	.	+	.	+	+	+	.	1	1	+	+	1	1	1	+
<i>Rumex crispus</i> L.	1	+	1	1	.	1	.	1	+	+	1	1	1	1	.
<i>Potentilla reptans</i> L.	.	1	1	+	1	1	.	1	1	2	1	2	1	1	.
<i>Briza media</i> L.	.	1	1	2	.	.	1	1	.	+	.	.	1	1	1
<i>Medicago lupulina</i> L.	.	1	1	1	1	+	.	.	1	1	+	.	.	+	1
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	.	1	.	2	.	.	1	2	2	1	1	.	2	1	3
<i>Cichorium intybus</i> L.	.	1	.	+	1	1	+	.	+	1	2	1	+	.	.
<i>Betonica officinalis</i> L.	1	.	1	2	.	1	2	.	.	1	1	1	2	.	1
<i>Carex pallescens</i> L.	.	.	.	1	.	.	1	1	.	(+)	1	.	2	1	1
<i>Lolium perenne</i> L.	+	1	.	1	1	.	.	.	1	1	+	.	.	.	.
<i>Carex spicata</i> Huds.	+	.	1	.	1	+	.	1	1	1	1	.	.	.	.
<i>Veronica serpyllifolia</i> L.	.	+	+	1	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	+
<i>Hypochoeris radicata</i> L.	.	1	.	1	+	.	.	1	.	.	.	.	.	+	1
<i>Galium palustre</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	1	1	1	.
<i>Stellaria graminea</i> L.	.	+	.	.	.	+	.	+	.	1	.	.	+	.	+
<i>Equisetum arvense</i> L.	.	1	1	.	+	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.
<i>Ranunculus sardous</i> Cr.	.	+	+	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.
<i>Juncus articulatus</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.
<i>Luzula campestris</i> (L.) DC.	.	+	.	1	.	.	.	+	.	.	.	+	+	1	.
<i>Verbena officinalis</i> L.	.	+	+	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Picris hieracioides</i> L.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	.
<i>Sedum sexangulare</i> L. em. Grimm	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	+
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Rauschel	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	2	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium fragiferum</i> L.	.	.	.	.	2	.	.	.	1	.	.	2	.	.	.
<i>Veronica arvensis</i> L.	+	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus bulbosus</i> L.	+	1	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill.	.	.	1	.	.	(+)	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	1	.	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Valerianella locusta</i> (L.) Laterr.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	1
<i>Carex caryophyllea</i> Latourr.	.	.	.	1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex leporina</i> L.	.	.	+	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	+	1
<i>Polygala vulgaris</i> L.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Centaureum erythraea</i> Rafn	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Juncus compressus</i> Jacq.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	1	.	.	.	.
<i>Mentha aquatica</i> L.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	.	.	2	+
<i>Carex flava</i> L.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.

Ausserdem in Aufn. 1: *Salvia pratensis* L. (1), *Vicia angustifolia* L. (1), *Medicago falcata* L. (1), *Cardamine hirsuta* L. (1), *Inula helenium* (+), *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Agropyron repens* (L.) PB., *Vicia sepium* L., *Crepis setosa* Hall. f.; Aufn. 2: *Agrimonia eupatoria* L., *Medicago sativa* L., *Clinopodium vulgare* L. (1), *Plantago major* L.; Aufn. 3: *Setaria glauca* (L.) PB., *Rhinanthus serotinus* (Schönh.) Oborny; Aufn. 4: *Agrimonia eupatoria* L. (1), *Setaria glauca* (L.) PB., *Danthonia decumbens* (L.) DC., *Carex flacca* Schreb., *Filipendula vulgaris* Moench (1), *Thymus pulegioides* L., *Linum catharticum* L. (1), *Allium vineale* L.; Aufn. 5: *Salvia pratensis* L., *Vicia angustifolia* L., *Lathyrus tuberosus* L., *Linaria vulgaris* Mill. (1), *Thalictrum flavum* L., *Rhinanthus serotinus* (Schönh.) Oborny; Aufn. 6: *Danthonia decumbens* (L.) DC., *Carex flacca* Schreb. (1), *Eleocharis palustris* (L.) Roem. et Schult., *Festuca arundinacea* Schreb. (1); Aufn. 9: *Juncus inflexus* L.; Aufn. 10: *Lathyrus tuberosus* L.; Aufn. 11: *Filipendula vulgaris* Moench, *Glechoma hederacea* L., *Ancmone nemorosa* L.; Aufn. 12: *Eleocharis palustris* (L.) Roem. et Schult. (1), *Festuca arundinacea* Schreb., *Phleum pratense* L.; Aufn. 13: *Glechoma hederacea* L., *Carex brizoides* L. (2), *Iris pseudacorus* L., *Ranunculus auricomus* L., *Caerx vulpina* L., *Cuscuta* sp.; Aufn. 14: *Juncus inflexus* L. (1), *Carex gracilis* Curt., *Spiranthes spiralis* (L.) Chevall., *Ranunculus flammula* L.; Aufn. 15: *Crocus neapolitanus* Mord. et Lois.

Tabelle 2. Maximale, minimale und mittlere Grundwasserstände (cm unter der Bodenoberfläche) und Grundwasserschwan- kungen (Amplitude)

Nr. d. Lokalität Nr. d. Aufnahme	<i>Arrhenatheretum</i>				<i>Bromo-Cynosuretum</i>						Desch.	<i>Succ.-Junco.</i>				
	17 3	7 2	11 1	2 4	10 7	20 9	3 12	9 5	4 10	18 8		12 6	1 11	13 13	15 14	16 15
*1.	a)	245	450	470	463	250	470	259	252	340	332	434	468	430	145	120
	b)	50	80	152	263	70	30	60	110	150	159	125	160	100	55	72
	c)	195	370	318	200	180	440	199	142	190	173	309	308	330	90	48
2.	a)	245	450	470	463	250	470	259	252	340	332	434	468	430	135	117
	b)	101	100	152	270	93	75	152	112	195	193	125	192	100	65	80
	c)	144	350	318	193	157	395	107	140	145	139	309	276	330	70	37
3. 1966—1968		167	235	234	315	119	112	171	206	212	221	185	235	189	110	102
		163	229	311	335	122	154	178	174	218	212	272	259	272	96	99
		166	230	347	381	142	195	175	189	258	256	298	306	293	113	105
		165	231	297	344	128	153	175	190	229	230	252	267	251	106	102
		170	233	223	319	133	116	174	235	220	227	179	235	186	112	99
4. 1966—1968		162	271	300	337	142	194	198	197	228	214	264	254	271	96	98
		189	287	418	418	180	308	209	231	291	284	353	371	334	121	106
		173	264	314	358	152	206	194	221	246	242	265	287	264	110	101

*1. a) Minim. b) Maxim. Grundwasserstand und c) Grundwasserschwankung (III. 1966—II. 1969)

2. a) Minim. b) Maxim. Grundwasserstand und c) Grundwasserschwankung in Vegetationsperiode (IV—IX)

3. Mittlerer Grundwasserstand in angeführten Jahren und Mittelwerte 1966—1968

4. Mittlerer Grundwasserstand in Vegetationsperiode (IV—IX) in angeführten Jahren und Mittelwerte für drei Vegetationsperioden (1966—1968)

einer dreimonatigen starken Trockenperiode, da von Februar bis zum einschließlich April 1968 ausserordentlich wenig Niederschläge im Untersuchungsgebiet fielen.

In der Gegend von Draganici wurden folgende Niederschlagsmenge in der genannten Jahreszeit gemessen:

Februar	26,2 mm
März	19,4 mm
April	15,1 mm

d. h. insgesamt in drei Monaten viel weniger als in derselben Jahreszeit in »normalen« Jahren.

Zum Vergleich seien die Angaben über die Niederschlagsmenge in derselben Jahreszeit (II—IV) in einigen anderen Jahren in Draganici angegeben:

1968	60,6 mm
1967	214,7 mm
1966	225,0 mm
1964	159,9 mm
1962	303,1 mm

In den angegebenen Jahren fielen, wie aus den oben erwähnten Zahlen hervorgeht, um etwa drei bis fünfmal (wie im Jahr 1962) mehr Niederschläge als in derselben Jahresperiode im 1968.

Ende April 1968, d. h. schon im Frühjahr wurde das Grundwasser im genannten Bestand in Draganici erst in einer Tiefe von 432 cm und im Mai noch tiefer, bzw. in 470 cm unter der Bodenoberfläche festgestellt (vgl. Abb. 8).

3. Ass. *DESCHAMPSIETUM CESPITOSAE*

In dieser Wiesengesellschaft wurden Grundwasserstandmessungen in einem Bestand bei dem Dorf Selnice bei Sesevete (Lok. 13, Aufn. 13) durchgeführt.

Die Assoziation wurde von Horvatic 1930 im Rahmen des besonderen Verbandes *Deschampsion* H-ic 30 beschrieben, der damals der Ordnung *Molinietalia* W. Koch 26 untergeordnet wurde (Horvatic 1930). Später hat Horvatic (1958, 1963) diesen Verband als die selbständige Ordnung *Deschampsietalia* gefasst. Die erste Lösung scheint besser zu sein, da die Selbständigkeit der Ordnung *Deschampsietalia* H-ic (58) 63, unserer Meinung nach, pflanzensoziologisch nicht genügend begründet ist (Ilijanic 1973:166, vgl. auch Balatova-Tulackova 1987).

Die Schwankung der Grundwasseroberfläche, d. h. der Unterschied zwischen dem höchsten (100 cm) und dem niedrigsten (468 cm) Wasserstand (Amplitude) im Bestand des *Deschampsietum cespitosae* (Abb. 9, Tab. 2) war viel grösser als in fast allen anderen untersuchten Wiesenbeständen. Der mittlere Grundwasserstand schwankte zwischen 186 cm (im Jahr 1966) und 334 cm (1968) bzw. betrug für alle drei Jahre 251 cm und in Vegetationsperiode (IV—IX) 264 cm, d. h. der Grundwasserstand war im Durchschnitt dem benachbarten *Bromo-Cynosuretum cristati-*-Bestand (Lok. 12) ähnlich bzw. tiefer als in fast allen anderen untersuchten *Cynosuretum*-Beständen.

4. *SUCCISA PRATENSIS-JUNCUS CONGLOMERATUS*-Gesellschaft

Diese hier als *Succisa pratensis-Juncus conglomeratus*-Gesellschaft bezeichnete Wiese, ist unserer Meinung nach dem Verband *Molinion*

GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE UNTER EINIGEN WIESENGESELLSCHAFTEN

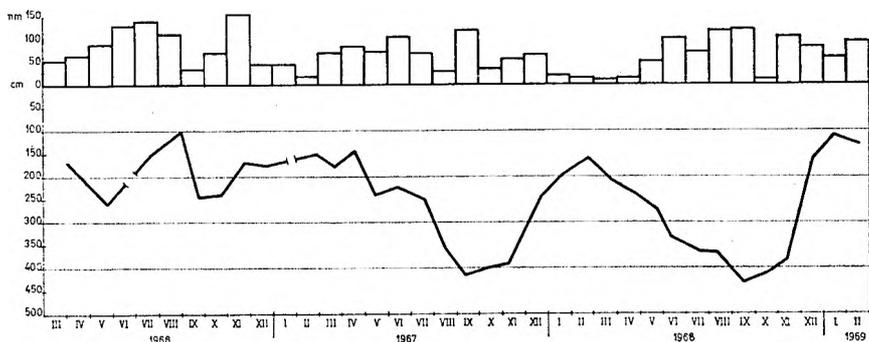


Abb. 9. Grundwasserschwankung im *Deschampsietum*-Bestand bei Selnice in der Umgebung von Sestve (Aufn. 13, Lok. 13) und Niederschlagsmenge (in Sestve)

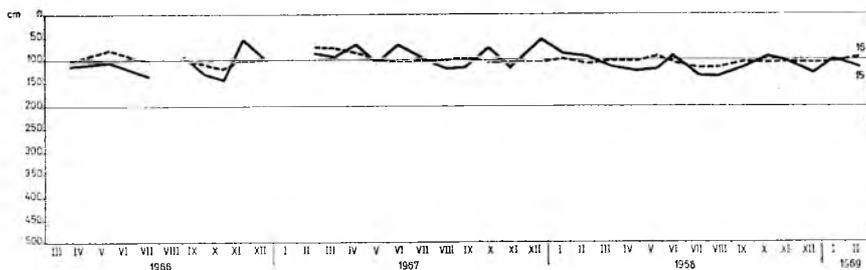


Abb. 10. Grundwasserschwankung in der *Succisa pratensis*-*Juncus conglomeratus*-Wiese bei dem Dorf M. Erjavec (Lok. 15, Aufn. 14, und Lok. 16, Aufn. 15).

und der Ordnung *Molinietalia* unterzuordnen. Für die Zugehörigkeit zu diesem Verband spricht besonders die Anwesenheit einiger Arten wie *Succisa pratensis* (dominante Pflanze), *Gentiana pneumonanthe*, *Iris sibirica*, *Molinia caerulea* obwohl auch Verwandtschaft mit *Calthion*-Wiesen zum Ausdruck vorkommt. *Ophioglossum vulgatum*, das vielleicht auch zu den oben angegebenen Pflanzen als *Molinion*-Art gezählt werden könnte, ist hier als Kennart des *Bromo-Cynosuretum cristati* wie auch bei Horvatić (1963) angenommen, da diese Pflanze in diesem Gebiet wirklich im *Cynosuretum* am häufigsten vorhanden ist. Das aber spricht auch für die Verwandtschaft des *Bromo-Cynosuretum cristati* mit *Molinietalia*-Gesellschaften, wie schon betont wurde (vgl. Seite 47). Einzelheiten über die floristische Zusammensetzung dieser Gesellschaft im Vergleich zu anderen untersuchten Wiesen sind aus der Tabelle 1 zu ersehen.

Die Grundwasserverhältnisse in dieser Gesellschaft wurden im Kupa-Dobra-Tal zwischen den Dörfern M. Erjavec und G. Pokupje untersucht (Lok. 15 u. 16, Aufn. 14 u. 15 auf Tab. 1).

Im Unterschied zu anderen Wiesenbeständen, wo der Boden im ganzen Wurzelraum schwerer ist, zeigt der Boden in der *Succisa pratensis*-*Juncus conglomeratus*-Ges. unter 50 cm Tiefe sandige und kiesige Textur.

Der mittlere Grundwasserstand lag um etwa 100 cm und schwankte viel weniger als in allen anderen untersuchten Wiesengesellschaften (Abb. 10, Tab. 2).

Der minimale Grundwasserstand wurde in einer Tiefe von 145 cm (Lok. 15, Aufn. 14) bzw. nur 120 cm (Lok. 16, Aufn. 15) und der höchste (maximale) 55 bzw. 72 cm unter der Bodenoberfläche festgestellt (vgl. Tab. 2).

Demnach unterscheiden sich die untersuchten zwei Bestände dieser Gesellschaft nach ihren Grundwasserverhältnissen wesentlich von denen der drei anderen untersuchten Gesellschaften.

Diskussion und Schlußfolgerungen

Nimmt man die Bodenfeuchtigkeit in den obersten Bodenschichten in Betracht, sind die »trockenste« die *Arrhenatheretum*-Bestände; dann folgen in dieser ökologischen Reihe *Bromo-Cynosuretum*, *Deschampsietum*, und die »feuchtesten« *Succisa pratensis-Juncus conglomeratus*-Bestände.

Wenn das Grundwasser dabei die entscheidende Rolle spielte, ist der niedrigste Grundwasserstand im *Arrhenatheretum*, der höchste in *Succisa pratensis-Juncus conglomeratus*-Wiese zu erwarten.

Wie aus den dargestellten Ergebnissen hervorgeht, konnten für die letzteren in diesem Sinne zu erwartende Verhältnisse wirklich festgestellt werden (vgl. Tab. 2). In anderen untersuchten Gesellschaften gilt die zu erwartende Gesetzmässigkeit jedoch nicht bzw. nicht in allen Beständen. Zum Beispiel war der maximale Grundwasserstand im *Deschampsietum* (100 cm unter der Bodenoberfläche) tiefer als in einigen Beständen des *Arrhenatheretum* (vgl. Aufn. 2 und 3) und im *Cynosuretum* (Aufn. 7, 9 und 12), und der minimale Grundwasserstand im *Deschampsietum* (430 cm) war auch tiefer unter der Bodenoberfläche als in einigen Beständen des *Arrhenatheretum* und *Cynosuretum*, obwohl umgekehrte Verhältnisse zu erwarten gewesen wären.

Daraus kann geschlossen werden dass das Grundwasser kein entscheidender Faktor für die Feuchtigkeitsunterschiede bzw. für die Zusammensetzung der untersuchten Wiesenbeständen ist. Es fragt sich aber, ob das Grundwasser überhaupt und, wenn ja, in welchem Masse eine Rolle spielt. Jeglichen Einfluss könnte man jedenfalls nicht ausschliessen, besonders in Beständen, wo die Grundwasseroberfläche nicht tiefer als 1 m unter der Bodenoberfläche liegt, wie es in den *Succisa pratensis-Juncus conglomeratus*-Beständen gemessen wurde (vgl. Abb. 10).

In anderen Beständen ist das meistens aber in der kälteren Jahreshälfte der Fall, wenn der Boden auch »von oben« oft zu viel Wasser erhält.*

Gegen Winterende oder nach längerer Regenperiode im Frühling, nicht ganz selten auch am Sommeranfang (besonders in *Succisa pratensis-Juncus conglomeratus*-Ges., und im *Deschampsietum*, etwas seltener auch

* In diesem Zusammenhang schreibt Klapp /1971:37/ folgendes: »Nun rechnet man noch oft mit einem mehr oder weniger stabilen »Grundwasserstand«. Tatsächlich wechselt aber die Lage des Grundwassers und damit seine Wirkungsmöglichkeit gewöhnlich sehr stark und leider meist in einem starken Gegensatz zu dem jahreszeitlich so sehr verschiedenen Wasserverbrauch. Aus ganz natürlichen Gründen steigt das Grundwasser im Winterhalbjahr als der Zeit geringsten Wasserverbrauchs gewöhnlich stark an /Abb. 24/, um mit der Jahreszeit stärksten Wasserverbrauchs zu sinken. Die »Sprunghöhe« der Grundwasseroberfläche kann dabei sehr beträchtlich sein und oft ein völliges Abreissen der Verbindung zum Wurzelraum bedeuten«.

im *Cynosuretum*) stagniert Regen- oder Überschwemmungswasser in der Regel kürzere oder längere Zeit auf der Bodenoberfläche. Manchmal muss die erste Mahd deswegen etwas verschoben werden.

Dieses Wasser hat jedoch, wegen des (besonders im *Deschampsietum*) schwer durchlässigen oder undurchlässigen Oberbodens, keine direkte Verbindung zum Grundwasser, wie nach wiederholten Bodenbohrungen und Feuchtigkeitsbestimmungen festgestellt werden konnte. Die in solchen Fällen kontinuierliche Zeichnung der Grundwasserganglinien in Diagrammen in Verbindung mit dem Wasserstand auf der Bodenoberfläche (vgl. z. B. Ilija nić 1962) zeigt keine vollkommen natürlichen Grundwasserverhältnisse, denn zwischen dem auf der Bodenoberfläche stagnierenden Wasser und dem Grundwasser befindet sich in solchen Fällen, wie bei unseren Untersuchungen wiederholt festgestellt werden konnte, eine »trockene« Bodenschicht, wo die Bodenluft meistens von oben und unten unter Wasserdruck steht und das Grundwasser nicht nach oben steigen kann bzw. nur steigt, wenn dieser Bodenschicht durchbohrt wird.

In der Vegetationsperiode wenn die Pflanzen das Wasser am notwendigsten brauchen, sank das Grundwasser in fast allen untersuchten Beständen der drei ersten Gesellschaften verhältnismässig tief, und das Grundwasser spielte in einzelnen Beständen keine oder jedenfalls keine bedeutende Rolle. Dies läßt sich besonders auf Grund der gemessenen Tiefstwerte der Grundwasserstände schliessen, da sogar in sieben Beständen (von denen drei im *Arrhenatheretum*, drei im *Cynosuretum* und ein Bestand im *Deschampsietum*) die Grundwasser-oberfläche tiefer als 400 cm unter der Bodenoberfläche festgestellt wurde und der mittlere Grundwasserstand in der Vegetationsperiode meistens tiefer als 200 cm unter der Bodenoberfläche war (mit Ausnahme der *Succisa pratensis*-*Juncus articulatus*-Wiese), wie aus Tabelle 2 ersichtlich ist.

Der Einfluss des Grundwassers auf die Vegetation hängt jedenfalls nicht nur von der Tiefe des Grundwasserstandes, sondern auch vom Wurzeltiefgang und dem Saug- (Kapillar-) Saum als Raum aufsteigenden Grundwassers ab. »Wurzelzugängliches Grundwasser ist von grosser Bedeutung für den Grünlandwuchs und für die Abgrenzung der Kulturarten. Tatsächlich kann aber das Zusammenwirken hohen Regenspeichervermögens und hoher Niederschläge den Grünlandwuchs vom Grundwasser weitgehend unabhängig machen. Die früher geringe Beachtung des »Regengrünlandes« (S. 26) rührt wohl daher, dass es weniger Anreiz für kulturtechnische Massnahmen bietet. Unter mehr als 3000 von uns untersuchten, mässig trockenen bis frischen Wiesen und Weiden fanden sich 20—70% auf nicht grundwasserführenden Böden; hierbei allerdings viele auf Böden mit grundsätzlich vom Grundwasser zu unterscheidender Staunässe« (Klapp 1971:37).

Obwohl Grünlandpflanzen verschieden tief wurzeln (vgl. z. B. Kutschera und Lichtenegger 1982) die grösste Wurzelmasse, wie viele Untersuchungen zeigen, befindet sich in der obersten Bodenschicht (vgl. Klapp 1970:80). In diesem Zusammenhang schreibt auch R. Tuxen (1978:465) folgendes: »Genaue Wurzel-Diagramme von Grünlandgesellschaften sind von verschiedenen Autoren mitgeteilt worden (vgl. Tuxen, R. u. Ottilie Willmanns, 1959). Daraus ergibt sich, dass nur die obersten 5—10 cm intensiv von den Wurzeln der Grasnarbe durchzogen werden und nur ein ganz geringer Prozentsatz grössere Tiefen erreicht.« ... und etwas weiter:« Auch die kapillare Steig-höhe des Grundwassers sowie die Steig-Geschwindigkeit wird meistens

überschätzt. Sie ist von weit geringerer Wirkung, als vielfach behauptet wird« (R. Tüxen 1978:465, vgl. auch Lutz und Chandler 1962:205).

Unsere Erfahrungen stimmen mit den angeführten Angaben überein. Für den untersuchten Bestand des *Deschampsietum* bei Selnice (Lok. 13, Aufn. 13) konnte experimentell festgestellt werden, daß das Grundwasser keine entscheidende Rolle für die Entwicklung und Erhaltung dieser Gesellschaft im Gebiet spielt. Die ersten kontinuierlichen zweijährigen Grundwasserstandmessungen und Bodenfeuchtigkeitsmessungen in demselben Bestand wurden schon 1957 und 1958 vergleichend mit Untersuchungen in benachbarten *Bromo-Cynosuretum*- und *Arrhenatheretum*-Beständen durchgeführt (Ilijanic 1962).

In der Zeit von 1958 bis 1962, wurden im Gebiet Hydromeliorationsmassnahmen unternommen und mehrere Entwässerungskanäle gegraben. Der *Deschampsietum*-Bestand befindet sich etwa 80 m vom nächstliegenden, im Jahr 1962 angelegten Kanal entfernt. Es war interessant und vom praktischen Standpunkt auch wichtig, festzustellen, wie stark werden die unternommenen Hydromeliorationsmassnahmen auf die Grundwasser- und Vegetations-Verhältnisse Einfluss nehmen.

Im Vergleich zu den Grundwasserschwankungen in den Jahren 1957 und 1958 konnte zehn Jahre später bzw. 1967 und 1968 eine starke Grundwassersenkung festgestellt werden (Abb. 11), obwohl nach der Niederschlagsmenge besonders im Abflussjahr 1967 ein umgekehrter Effekt zu erwarten gewesen wäre (vgl. Ilijanic 1971 b, Tab. 1 und 2). Die Grundwasserabsenkung wird demnach durch die Entwässerungsmassnahmen verursacht. Im Pflanzenbestand konnten trotzdem keine wesentlichen Unterschiede beobachtet werden, so dass man noch immer vom *Deschampsietum cespitosae*-Bestand (im Sinne Horvatićs) sprechen kann (Tab. 3). Die Bodenoberfläche hat auch ihre charakteristische äussere Morphologie (Dschomben!) beibehalten, ein Zeichen, dass im oberen Boden keine grundlegenden ökologischen Veränderungen entstanden sind.

Überschwemmungen sind durch die Entwässerungsmassnahmen etwas reduziert worden, aber im *Deschampsietum*-Bestand kommt es im Frühjahr und Spätherbst noch immer zu einer Stauung des von etwas höher gelegenen Nachbarflächen abfliessenden Regenwassers, das in Mikrodepressionen der schweren, undurchlässigen Dschombenböden längere Zeit liegen verbleibt. So wird das Alterieren der übermässig feuchten und der trockenen Periode, das für die Erhaltung der Dschomben und auch des *Deschampsietum* Bestandes notwendig ist, fortgesetzt (Ilijanic 1971 b:266—267).

Über die Genese, Textur und Morphologie der »Dschombenböden« vgl. besonders M. Gračanin (1941, 1951:215—221).

Die floristische Zusammensetzung blieb bis heute noch immer »im Rahmen« des *Deschampsietum cespitosae*, woraus geschlossen werden kann, dass das Grundwasser im Gebiet keine oder wenigstens eine in dieser Wiese nicht entscheidende Rolle spielt. Ein viel wichtigerer bzw. entscheidenderer ökologischer Faktor ist der durch Niederschläge und Überschwemmungswasser verursachte spezifische Bodenwasserhaushalt in der oberen Bodenschicht bzw. im Wurzelraum.

Ganz andere, grundsätzlich verschiedene Grundwasserverhältnisse herrschten, wie dargestellt, in der *Succisa pratensis*-*Juncus conglomeratus*-Wiese, wo ein minimaler Grundwasserstand in 145 cm (Aufn. 14) bzw. 120 cm (Aufn. 15) unter der Bodenoberfläche gemessen wurde und der mittlere Grundwasserstand in dreijährigen Untersuchungen nur um einige cm in einer Tiefe von 100 cm unter der Bodenoberfläche

GRUNDWASSERVERHÄLTNISS E UNTER EINIGEN WIESENGESELLSCHAFTEN

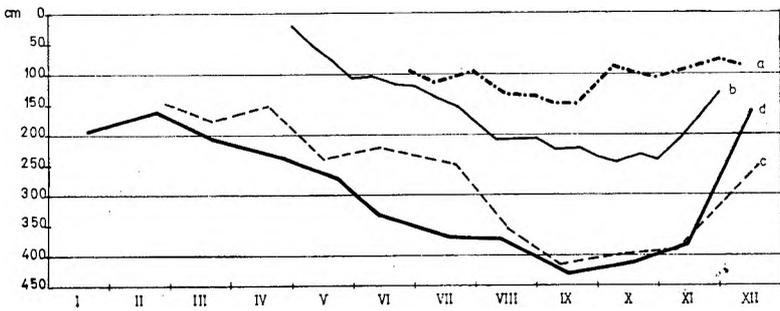


Abb. 11. Grundwasserschwankung im *Deschampsietum cespitosae*-Bestand bei Selnice (Lok. 13, Aufn. 13) vor (2 obere Kurven; a = 1957, b = 1958) und nach den Hydromeliorationsmassnahmen (2 untere Kurven im Diagramm: c = 1967, d = 1968).

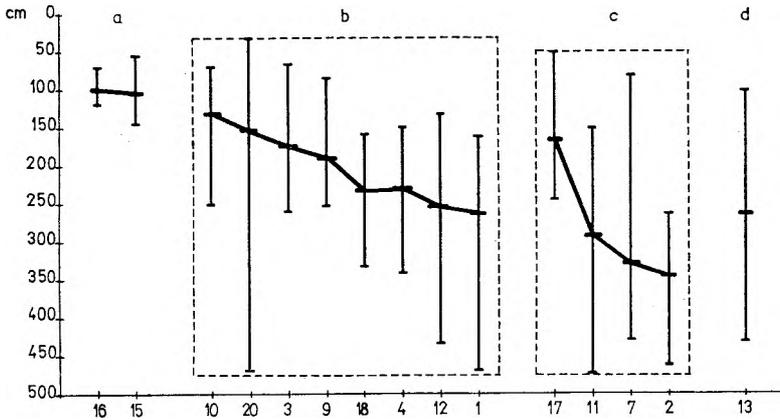


Abb. 12. Mittlere Grundwasserstände und Schwankungsbereich der Grundwasser Oberfläche in: a — *Succisa pratensis-Juncus conglomeratus*-Gesellschaft, b — *Bromo-Cynosuretum cristati*, c — *Ononido-Arrhenatheretum elatioris*, d — *Deschampsietum cespitosae* (unter der Abszisse sind die Nummern der Lokalitäten angegeben)

schwankte, d. h. viel weniger als in allen untersuchten Beständen der anderen drei Gesellschaften (Tab. 2, Abb. 12).

Es sei aber bemerkt, dass auch hier im Frühjahr 1968 nach der erwähnten dreimonatigen Trockenperiode (vgl. S. 50) die Entwicklung der Grasnarbe ziemlich geschwächt wurde, wie auch in anderen Beständen. Nur im Bestand des *Bromo-Cynosuretum cristati* in Klinča Selo (Lok. 9, Aufn. 5), wo die Wiese in dieser Zeit künstlich berieselt wurde, entwickelte sich die Vegetation viel besser als in anderen unberieselten Beständen.

Nach den dargestellten Ergebnissen kann geschlossen werden, dass die genannten Wiesengesellschaften im Untersuchungsgebiet, ausgenommen untersuchte *Succisa pratensis-Juncus conglomeratus*-Bestände, als »Regenwiesen« bezeichnet werden können, d. h. als Wiesen, in denen das

Grundwasser keinen entscheidenden ökologischen Faktor im Bodenwasserhaushalt darstellt, obwohl jeder Einfluss des Grundwassers jedenfalls nicht ausgeschlossen ist.

Wegen der verhältnismässig hohen Niederschläge in der Vegetationsperiode (humides Klima, vgl. Klimadiagramme Abb. 2) und der grossen Wasserkapazität des Bodens (besonders in oberen Bodenschichten) bekommen diese Wiesen genügend Wasser »von oben«, um in der Vegetationsperiode entsprechende Bodenfeuchtigkeit im Wurzelraum ohne direkten stärkeren Grundwassereinfluss zu erhalten.

Aus dem Gesagten darf jedoch keinesfalls geschlossen werden, dass sich die untersuchten Wiesengesellschaften im ganzen Verbreitungsgebiet dem Grundwasser gegenüber gleich verhalten. Je trockener in einem Gebiet das Klima ist, desto wichtiger — unter sonst analogen anderen Standortbedingungen — wird das Grundwasser für die Erhaltung entsprechender Bodenfeuchtigkeit.

Für das Gebiet Nordkroatiens bzw. der Save-Niederung wurde diese Gesetzmässigkeit schon früher hervorgehoben: »Die Grundwasserwirkung ist auf die untersuchten Wiesengesellschaften innerhalb des gesamten Gebietes nicht die gleiche. Die Bedeutung des Grundwassers nimmt von Westen nach Osten zu. Im westlichen Teil zeichnet sich das Klima durch grössere Feuchtigkeit aus, so dass die Pflanzen ihren Bedarf vorwiegend aus dem Niederschlagswasser »decken« können. Weiter ostwärts ist das Klima weniger humid, und daher ist die Vegetation hier in grösserem Mass vom Grundwasser abhängig« (Ilijanić 1962: 166—167)*.

Aus den dargestellten Ergebnissen geht hervor, dass in drei von vier untersuchten Wiesengesellschaften und zwar im *Ononido-Arrhenatheretum elatioris*, im *Bromo-Cynosuretum cristati* und im *Deschampsietum cespitosae*, Grundwasser im Untersuchungsgebiet, besonders in der Vegetationsperiode, keine entscheidende Rolle im Wurzelraum bzw. im Wasserhaushalt der Wiesenvegetation spielt.

Viel wichtiger ist der Einfluss des Regenwassers, und die meisten Bestände der untersuchten Wiesen könnten als »Regenwiesen« (teilweise gleichzeitig Überschwemmungswiesen) bezeichnet werden.

Nur die hier als *Succisa pratensis-Juncus conglomeratus*-Gesellschaft bezeichnete Wiese scheint im Gebiet an grundwassernahe Standorte gebunden zu sein.

* Wenn aber die Standortverhältnisse (wie z. B. Bodenwasserhaushalt, Grundwasserhältnisse u. a.) von einem Gebiet zum anderen unter sonst verschiedener Humidität des Klimas ähnlich (analog) sind, kommt ein gesetzmässiger Unterschied (bzw. pflanzengeographische Gliederung) in der Vegetation zum Ausdruck. Eine solche, in diesem Zusammenhang gesetzmässige Gliederung der Wiesenvegetation auf analogen Standorten unter verschiedenen makroklimatischen Verhältnissen kann, wie aus zahlreichen pflanzensoziologischen und pflanzengeographischen Untersuchungen hervorgeht (vgl. Horvatić 1930, 1939, Zeidler 1954, R. Jovanović 1957, Cincović 1959, Ilijanić 1963, 1969, 1973, 1979, Micevski 1964, R. Jovanović-Dunjić 1965, 1971, Seliškar 1986 u. a.) im Gebiet Jugoslawiens vom *Molinion* in den perhumiden Gebieten Nordwestjugoslawiens (Slowenien) über *Deschampsion* und *Trifolion pallidi* bis zu *Trifolion resupinati*-Wiesen in den ariden Gebieten Südostjugoslawiens (Makedonien) verfolgt werden (vgl. Ilijanić 1973).

Diese Gesetzmässigkeit tritt desto mehr in Erscheinung je »natürlicher« die Wiesen sind, d. h. je weniger sie durch verschiedene Meliorationsmassnahmen (Düngung, Bewässerung, Entwässerung u. a.) »kultiviert« und in Fettwiesen umgewandelt werden.

Literatur

- Balátová-Tuláčková, E.*, 1965: Die Sumpf- und Wiesengesellschaften der Mineralböden südlich des Zábreh bei Hlučín. *Vegetatio* 13 (1), 1—51, Den Haag.
- Balátová-Tuláčková, E.*, 1966: Synökologische Charakteristik der südmährischen Überschwemmungswiesen. *Rozpr. Českoslov. Akad. Věd. Řada matem. a přírod. věd* 76 (1), 1—41, Praha.
- Balátová-Tuláčková, E.*, 1968: Grundwasserganglinien und Wiesengesellschaften (Vergleichende Studie der Wiesen aus Südwestslowakei). *Acta sci. natur. Acad. sci. Bohemoslov. 2, N. S.* (2), 1—37.
- Balátová-Tuláčková, E.*, 1972: Flachmoorwiesen im mittleren Opava-Tal (Schlesien). *Vegetace ČSSR A4*, 1—201, Verl. Tschechoslow. Akad. Wiss. Prag.
- Balátová-Tuláčková, E.*, 1987: Zur Verbreitung einiger aus Kroatien beschriebenen Feuchtwiesengesellschaften. *Acta Bot. Croat.* 46, 65—71.
- Balátová-Tuláčková, E., V. Zelená, M. Tesařová*, 1977: Synökologische Charakteristik einiger wichtiger Wiesentypen des Naturschutzgebietes Zdářské vrchy. *Rozpr. Českoslov. Akad. Věd. Rada matem. a přírodních věd* 87 (5), 1—115, Praha.
- Blažková, D.*, 1973: Pflanzensoziologische Studie über die Wiesen der Südböhmischen Becken. *Studie ČSAV (Praha)* 10, 1—70.
- Braun-Blanquet, J.*, 1964: Pflanzensoziologie. Dritte Aufl. Springer Verl. Wien — New York.
- Čincović, T.*, 1959: Livadska vegetacija u rečnim dolinama zapadne Srbije (Wiesenvegetation in den Flusstälern Westserbiens). *Zborn. radova Poljopriv. fak. Univ. Beograd* 7 (272), 1—62.
- Dierschke, H.*, 1969: Grundwasser-Ganglinien einiger Pflanzengesellschaften des Holtumer Moores östlich von Bremen. *Vegetatio* 17, 372—383, Den Haag.
- Horvat, I., V. Glavač, H. Ellenberg*, 1974: Vegetation Südosteuropas. *Geobot. selecta* Bd. IV, Gustav Fischer Verl., Stuttgart.
- Ellenberg, H.*, 1952: Auswirkungen der Grundwassersenkung auf die Wiesengesellschaften am Seitenkanal westlich Braunschweig. *Angew. Pflanzensoz. (Stolzenau) Weser* 6, 1—46.
- Ellenberg, H.*, 1982: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. Dritte Aufl. Verl. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Eskuche, U.*, 1955: Vergleichende Standortsuntersuchungen an Wiesen im Donauried bei Herberlingen. *Jahresh. Vereins vaterl. Naturk. Württemberg* 109, (2), 33—135, Stuttgart.
- Eskuche, U.*, 1962: Herkunft, Bewegung und Verbleib des Wassers in den Böden verschiedener Pflanzengesellschaften des Erfttales, 1—72. *Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf*.
- Gračanin, M.*, 1941: Geneza džomba (Zur Genesis der Dschombenböden). *Poljopriv. nauč. smotra* 3, 53—63, Zagreb.
- Gračanin, M.*, 1951: *Pedologija III. dio, Sistematika tala. Školska knjiga, Zagreb.*
- Horvatić, S.*, 1930: Soziologische Einheiten der Niederungswiesen in Kroatien und Slavonien. *Acta bot. (Zagreb)*, 5, 57—118.
- Horvatić, S.*, 1939: Splošna primerjava vegetacije nižinskih travnikov Slovenije z ono Hrvatske in Slavonije. *Zbor. Prir. društva (Ljubljana)* 1, 40—43.
- Horvatić, S.*, 1958: Geographisch-typologische Gliederung der Niederungswiesen und-Weiden Kroatiens. *Angew. Pflanzensoz. (Stolzenau/Weser)* 15, 63—73.

- Horvatić, S., 1963: Vegetacijska karta otoka Paga s općim pregledom vegetacijskih jedinica Hrvatskog primorja. Prirodoslov. istraživ. Jugoslav. akad. znan. umjetn. 33, Acta biol. IV, Zagreb.
- Hundt, R., 1972: Ökologisch-geobotanische Untersuchungen in Biozönosen dargestellt am Wasserfaktor. Biol. Rundsch. 10 (3), 170—187.
- Ilijanić, Lj., 1962: Prilog poznavanju ekologije nekih tipova nizinskih livada Hrvatske (Beitrag zur Kenntnis der Ökologie einiger Niederungswiesentypen Kroatiens). Acta Bot. Croat. 20/21, 95—167.
- Ilijanić, Lj., 1963: Typologisch-geographische Gliederung der Niederungswiesen Nordkroatiens im klimatischen Zusammenhang. Acta Bot. Croat. 22, 119—132.
- Ilijanić, Lj., 1969: Das *Trifolion pallidi*, ein neuer Verband der Ordnung *Trifolio-Hordeetalia* H-ić. Acta Bot. Croat. 28, 151—160.
- Ilijanić, Lj., 1971a: Fitocenološko i fitogeografsko raščlanjenje livadne vegetacije Posavine. Savjetovanje o Posavini, III, 317—322, Poljoprivredni fakultet, Zagreb.
- Ilijanić, Lj., 1971b: Istraživanje utjecaja sniženja podzemne vode u asocijaciji *Deschampsietum caespitosae* H-ić u okolici Sesveta (Untersuchungen über die Auswirkung der Grundwassersenkung auf das *Deschampsietum caespitosae* H-ić in der Umgebung von Zagreb). Spomenica uz 70. god. prof. Gračanina, 257—267, Zagreb.
- Ilijanić, Lj., 1973: Allgemeiner Überblick über die wechselfeuchten Niederungswiesen Jugoslawiens im Zusammenhang mit den klimatischen Verhältnissen. Acta Bot. Acad. Sci. Hung. 19, (1—4), 165—179.
- Ilijanić, Lj., 1979: Die Vegetationsverhältnisse des Sees von Cerknica. Sumpf-, Moor-, und Wiesen-Vegetation. Acta carsologica (Ljubljana) 8 (2), 167—200.
- Ilijanić, Lj., N. Šegulja, 1983: Phytozöologische und ökologische Untersuchungen der Glatthaferwiesen in der Podravina (Nordkroatien). Acta Bot. Croat. 42, 63—88.
- Jovanović, R., 1957: Tipovi dolinskih livada Jasenice (Talwiesentypen in Jasenica). Arhiv biol. nauka (Beograd) 9 (1—4), 1—14.
- Jovanović, R., 1965a: Zavisnost močvarnih i livadskih fitocenoza od visine podzemne vode u dolini Velike Morave (Abhängigkeit der Sumpf- und Wiesengesellschaften von der Höhe des Grundwassers im Tale der Grossen Morava). Zaštita prirode (Beograd) 29/30, 25—49.
- Jovanović (-Dunjić), R., 1965b: Tipologija, ekologija i dinamika močvarne vegetacije u dolini Velike Morave (Doktorska disertacija), Beograd.
- Jovanović (-Dunjić), R., 1971: Ekološko-biljnogeografska analiza močvarne i livadske vegetacije u dolini V. Morave. Arhiv. biol. nauka (Beograd) 21 (1969), 55—69.
- Keller, R., 1961: Gewässer und Wasserhaushalt des Festlandes. Eine Einführung in die Hydrogeographie. Haude u. Spener, Berlin.
- Klapp, E., 1971: Wiesen und Weiden. Eine Grünlandlehre. Vierte Aufl. Verl. Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- Klötzli, F., 1969: Die Grundwasserbeziehungen der Streu- und Moorbiesen im nördlichen Schweizer Mittelland. Beitr. Geobot. Landesaufn. d. Schweiz 52, 1—296, Verl. Hans Huber, Bern.
- Knežević, M., 1975: Istraživanje vodnog režima staništa na poplavnim livadama u okolici Osijeka. Acta Bot. Croat. 34, 81—90.
- Kovács, M., 1968: Die Vegetation im Überschwemmungsgebiet des Ipoly (Eipel)-Flusses. II. Die ökologischen Verhältnisse der Pflanzengesellschaften. Acta Bot. Acad. Sci. Hung. 14 (1—2), 77—112.
- Kutschera, L., E. Lichtenegger unter Mitarbeit von M. Sobotik, 1982: Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünlandpflanzen. Band I, *Monocotyledoneae*. Gustav Fischer Verl. Stuttgart—New York.

- Landolt, E., 1977: Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Veröffentl. Geobot. Inst. ETH Stift. Rübel, Zürich 64, 1—208.
- Lutz, H. J., R. F. Chandler, 1962: Šumska zemljišta. Naučna knjiga, Beograd (Transl. from Orig.: Forest Soils, Eighth Printing, John Wiley et Sons, Inc., New York).
- Meisel, K., 1960: Auswirkung der Grundwasserabsenkung auf die Pflanzengesellschaften im Gebiete um Moers (Niederrhein). Arb. a. d. Bundesanst. f. Vegetationsk. Stolzenau/Weser.
- Micevski, K., 1964: Tipološki istraživanja na vegetacijata na nizinske livadi vo Makedonija. God. zborn. Prir.-mat. fak. Skopje 15, 121—174.
- Mueller-Dombois, D., H. Ellenberg, 1974: Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley and Sons, New York — London — Sydney — Toronto.
- Scheffer, F., P. Schachtschabel, 1970: Lehrbuch der Bodenkunde. Siebente Aufl. Ferdinand Enke Verl., Stuttgart.
- Schroeder, G., 1968: Landwirtschaftlicher Wasserbau. Vierte Aufl. Springer Verl., Berlin — Heidelberg — New York.
- Seliškar, A., 1980: Traviščna vegetacija Ljubljanskega barja. Magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- Seliškar, A., 1986: Vodna, močvirna in traviščna vegetacija Ljubljanskega barja (vzhodni del) (Water, Boggy Marshy and Grassy Vegetation of Ljubljansko barje — The Ljubljana Moor — Eastern Part.) Scopolia/Ljubljana 10, 1—43.
- Tuxen, R., 1954: Pflanzengesellschaften und Grundwasserganglinien. Angew. Pflanzensoz. (Stolzenau/Weser), 8, 64—98.
- Tuxen, R., 1961: Bibliographie der Arbeiten über Grundwasser-Ganglinien unter Pflanzengesellschaften. Excerpta Bot. Sectio B Sociologica 3, 327—240, Gustav Fischer Verl., Stuttgart.
- Tuxen, R., 1978: Pflanzengesellschaften als Indikatoren für Land- und Wasserwirtschaft. Documents phytosociologiques N. S. Vol. 2, 453—467.
- Tuxen, R., A. P. Grootjans, 1978: Bibliographie der Arbeiten über Grundwasserganglinien unter Pflanzengesellschaften II. Excerpta bot. sectio B Sociologica 17 (1), 50—68, Gustav Fischer Verl., Stuttgart — New York.
- Walter, H., 1955: Klimmagramme als Mittel zur Beurteilung der Klimaverhältnisse für ökologische, vegetationskundliche und landwirtschaftliche Zwecke. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 68, 331—334.
- Ward, R. C., 1967: Principles of Hydrology. McGraw-Hill, London — New York — Toronto — Sidney.
- Weckmann, A., 1964: Hydrologie. Verl. für Bauwesen, Berlin.
- Zarzycki, K., 1956: Meadow association and the ground-water level. Bul. Acad. Polon. Cl. II, 4, (5) 183—187.
- Zarzycki, K., 1958: Die wichtigsten Grünlandgesellschaften des oberen Weichseltales und die Grundwasserganglinien. Acta Soc. Bot. Pol. 27 (3), 383—426.
- Zeidler, H., 1954: Das *Alopecurion utriculati*, ein neuer Verband balkanischer Wiesengesellschaften. Vegetatio 5/6, 292—301. Den Haag.

SUMMARY

THE GROUNDWATER REGIME OF SOME MEADOW COMMUNITIES IN NORTH-WEST CROATIA

Ljudevit Ilijanić

(Department of Botany, Faculty of Science, University of Zagreb)

A three-year investigation into the groundwater regime of the larger area of Zagreb, of the valley of the river Krapina in Hrvatsko Zagorje and the river valley of the Kupa in the larger environs of Karlovac (Fig. 1) involved the meadow communities *Ononido-Arrhenatheretum* and *Bromo-Cynosuretum cristati* from the alliance *Arrhenatherion*, *Deschampsietum cespitosae* (all. *Deschampsion*) and the community *Succisa pratensis-Juncus conglomeratus* (all. *Molinion*) (Tab. 1).

The groundwater level in the profile of the soil was measured by boring with a drill 8 cm in diameter, and the oscillations of the level are shown in diagrams and tab. (Figs. 3—12 and Table 2).

The results have shown considerable oscillations in the groundwater level of the assoc. *Ononido-Arrhenatheretum*, *Bromo-Cynosuretum* and *Deschampsietum*, and that during the vegetation season the groundwater level was on the average over 200 cm below the surface of the soil in the majority of the stands studied. Hence, it can be concluded that the groundwater in the area investigated where the climate is humid (Fig. 2) is not of great importance for the water regime in the rhizosphere zone during the vegetation season in the investigated meadow stands of these communities.

Oscillations in the groundwater level were noticeably smaller in the *Succisa pratensis-Juncus conglomeratus*-community (Fig. 10, Table 2) and during the vegetation period the groundwater surface was on the average at a depth of 100 cm below the surface of the soil; consequently, the groundwater level should be considered of greater significance to this type of meadow vegetation in the area investigated.

SAŽETAK

O REŽIMU PODZEMNE VODE U NEKIM LIVADNIM ZAJEDNICAMA U SJEVEROZAPADNOJ HRVATSKOJ

Ljudevit Ilijanić

(Botanički zavod Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu)

U livadnim zajednicama *Ononido-Arrhenatheretum elatioris* i *Bromo-Cynosuretum cristati* iz sveze *Arrhenatherion*, *Deschampsietum cespitosae* iz sveze *Deschampsion*, te u zajednici *Succisa pratensis-Juncus conglomeratus* iz sveze *Molinion* izvršena su trogodišnja istraživanja režima podzemne vode u široj okolini Zagreba, u dolini rijeke Krapine u Hrvatskom Zagorju i u dolini rijeke Kupe u široj okolini Karlovca (sl. 1). Fitocenološki sastav i raščlanjivanje istraživanih livada prikazani su na fitocenološkoj tabeli (tab. 1).

Dubina na kojoj se nalazila razina podzemne vode u profilu tla mjerena je bušenjem »holandskim svrdlom« promjera 8 cm, a kolebanje razine prikazano je na dijagramima (sl. 3—12) i tab. 2.

Rezultati istraživanja pokazali su da je u istraživanim sastojinama asoc. *Arrhenatheretum*, *Cynosuretum* i *Deschampsietum* kolebanje razine podzemne vode veliko, a u vegetacijskoj sezoni podzemna voda u većini sastojina nalazila se prosječno dublje od 200 cm ispod površine tla, pa se može zaključiti da podzemna voda u području istraživanja gdje je klima humidna (sl. 2) nije od bitnog značenja za vodni režim tih zajednica u zoni rizosfere u vrijeme vegetacijske sezone.

Znatno manje kolebanje podzemne vode bilo je u zajednici *Succisa pratensis-Juncus conglomeratus* (sl. 10, tab. 2), a u vegetacijskoj sezoni nalazila se podzemna voda u prosjeku na dubini od oko 100 cm, pa se može zaključiti da je veće njezino značenje u području istraživanja za taj tip livada.

Prof. dr. Ljudevit Iljanić
Botanički zavod Prirodoslovno-matematičkog fakulteta
Sveučilišta u Zagrebu
Marulićev trg 20/II
41000 Zagreb (Jugoslavija)