©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.biologiezentrum.at

Untersuchungen zum Wasserhaushalt an Pflanzen der „Heißländen" im Augebiet der Wiener Lobau

Von **Herbert Slad** und **Rudolf Maier**, Wien

Einleitung

Die Aulandschaft der Donau im Raume Wiens, die Lobau, fußt auf dem quartären Schotterkörper der Praterterrasse, dessen Mächtigkeit zwischen ca. 7 und 20 m schwankt, so daß er eine wesentliche Stellung im Hinblick auf den Wasserhaushalt dieser Aulandschaft einnimmt. Regulierungsmaßnahmen, die im Jahre 1884 abgeschlossen wurden, führten als Folge der Grundwasserabsenkung zu einer weiträumigen Trockenlegung der Aulandschaft. Vielerorts wurde die natürliche Auwaldentwicklung gestoppt und in grundwasserferneren Arealen blieben Schotterflächen zurück, die sich heute als steppenartige Landschaftsformen, als sogenannte „Heißländen", präsentieren. Der Inselcharakter einer Heißländ innerhalb des Auwaldes wird also durch bodenbedingte Gegebenheiten — trockenliegende Schotterbänke ehemaliger Nebenarme der Donau bzw. deren Aufschüttungen — geprägt. Heißländen unterscheiden sich demnach vom Auwald durch den oberflächennahen Schotterkörper des Untergrundes, der eine offene Baum- bzw. Strauchschicht und eine zum Teil typisch xerophile Vegetation trägt (Abb. 1).

Die geringe Wasserkapazität des Schotterkörpers läßt Heißländen als Trockenstandorte erscheinen. An extremen Stellen wird die Schotterfläche mit einer Trockenmoos-Flechten-Pioniergesellschaft bedeckt, mit den Moosen *Ceratodon purpureus* L. (Brid.), *Racomitrium canescens* (Timm.) Brid., *Syntrichia ruralis* L. (Brid.), *Tortella inclinata* (Hedw.) Limpr. und den Flechten *Cladonia pyxidata* agg., *Squamaria lentigera* (Web.) Poelt und *Toninia caeruleanigricans* (Lightf.) Th. Fr. Die Stauden- bzw. Halbstrauchflur wird u. a. gebildet von den Gräsern *Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng, *Festuca ovina* agg., *Melica ciliata* agg., *Stipa pennata* agg., weiters von *Eryngium campestre L., Carlina vulgaris L., Centaurea stoebe L., Echium vulgare* L., *Petrorhagia saxifraga* (L.) Lk., *Chondrilla juncea* L., *Hieracium pilosella* L., *Picris hieracioides* L., *Knautia arvensis* (L.) Coult. s. str., *Scabiosa ochroleuca* L., *Dorycnium germanicum* (Gremli) Rikli, *Teucrium botrys* L., *Teucrium chamaedrys* L., *Thymus serpyllum* agg., *Epilobium dodonaei* Vill., *Oenothera biennis* agg., *Reseda lutea* L., *Potentilla verna* agg., *Fragaria vesca* L., *Sanguisorba minor* agg., *Asperula cynanchica* L., *Galium verum* agg., *Verbascum lychnitis* L. Das Zentrum der Heißländ in typischer Ausprägung bedecken einzelne Solitärsträucher von *Berberis vulgaris* L., *Ligustrum vulgare* L., *Prunus spinosa* L., *Rosa rubiginosa* L., *Salix purpurea* L. und *Crataegus monogyna* Jacq. Die dominierenden Holz-

©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 1: Eine Heißländ der Lobau.

gewächse aber sind *Hippophaë rhamnoides* L. und *Populus nigra* L., die über Wurzelausläufer vom Rand der Heißländ dem Zentrum zustreben.

Vegetationskundliche und forstwirtschaftliche Aspekte über Heißländen finden sich bei Sauberer (1942), Hartmann (1947, 1948), Jurko (1958), Wendelberger, E. (1960), Wendelberger, G. (1964), Hübl (1972). Margl (1973) und Zukrigl (1973).

Die Strategie der Heißländpflanzen in Hinblick auf ihren Wasserhaushalt wird bestimmt durch die geringe Wasserkapazität des Schotterkörpers bei gleichzeitig stark schwankendem Grundwasserstand und einem eher trokkenen und heißen sommerlichen Mikroklima.

Methoden

Mikroklima: Die Erfassung des Standortklimas erfolgte mittels eines Thermohygrographen, um Vergleiche mit umliegenden Klimastationen ziehen zu können.

Für mikroklimatische Messungen wurden elektrische Geräte (Temperatur: NTC-Fühler, Yellow-Springs; Luftfeuchtigkeit: kapazitiver Fühler, Vaisala) eingesetzt. Die Bodentemperatur wurde einerseits mit NTC, ähnlich wie bei Maier und Maier (1974) beschrieben, ermittelt, andererseits wurden Pt 100 in Verbindung mit einem batteriebetriebenen Kompensationsschreiber (Joens) zur längerfristigen Temperaturmessung eingesetzt. Ferner wurde mit der Zucker-Inversionsmethode nach Pallmann et al.

©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.biologiezentrum.at

(1940) gearbeitet. Strahlungsmessungen erfolgten durchwegs mit Pyranometern, Sternpyranometern nach DIRMHIRN für Dauerregistrierungen, LI-COR 185 (Lambda Instr. Corp.) für Momentanmessungen.

Die Evaporation wurde mit PICHE-Evaporimetern unter Verwendung grüner Filterpapierscheiben von 3 cm Durchmesser registriert.

Die Transpiration von Pflanzen wurde an mindestens fünf Blättern nach der Schnellwägemethode mit einer elektronischen Waage (SARTORIUS) bestimmt. Ferner wurde ein Wasserdampfdiffusionsporometer nach KÖRNER verwendet. Die Bestimmung des Wassersättingungsdefizites erfolgte durch Aufsättigen von Blättern (STOCKER 1929, HÄRTEL 1936).

Standort

Abb. 2 zeigt einen schematischen Umriß einer Heißländ, charakterisiert durch das Fehlen einer geschlossenen Baum- bzw. Strauchschicht im Zentrum (stark umrandet) und einem geschlossenen Gürtel vor allem von Sanddorn und Pappel als Grenze zum eigentlichen Auwald.

Außerhalb der Gehölze liegt der Schotter mit der dominierenden Kornfraktion von über 10 mm und einem Humusgehalt von ca. 1 % offen zutage (SLAD 1979). Die gelegentlichen Überflutungen, wie auch die Auswaschung des Oberbodens durch Regenfälle, haben zur Folge, daß im Schotterkörper in etwa 5 cm Tiefe ein abgeschwemmter Humushorizont auftritt.

Luft- und Bodentemperaturen

Das extreme Temperaturklima einer Heißländ kommt schon im Wetterhüttenklima zum Ausdruck, wobei im Sommer beträchtlich höhere Temperaturen registriert werden als in der nahe gelegenen Meßstation Großenzersdorf, im Winter dagegen ist die Heißländ kälter (Abb. 3).

Krautige Pflanzen, aber auch Holzgewächse im Jugendstadium, sind den Temperaturextremen der bodennahen Luft- bzw. obersten Bodenschichten unterworfen. Das extremere Mikroklima der Heißländ wird schon im Frühjahr offenkundig, wie dies ein Tagesgang der Luft- und Bodentemperaturen in Heißländ und Auwald (Abb. 4) verdeutlichen soll. Die Temperaturkarte, mit Hilfe der Zuckerinversion erstellt, hebt den Heißländbereich mit höheren Temperaturen deutlich vom Auwald ab, wie dies beispielhaft für Mai 1977 in Abb. 2 dargestellt ist.

Niederschlag und Grundwasser

Die Jahressumme der Niederschläge im Untersuchungsgebiet betrug im Jahre 1976 510 mm, 1977 451 mm und 1978 372 mm. Die Wasserstandsschwankungen der Donau wirken sich mit zeitlicher Verzögerung auf den Grundwasserstand im Schotterkörper des Auwaldes bzw. der Heißländen aus. Der überwiegende Anteil des Grundwassers stammt jedoch aus den Zuflüssen des Weinviertels. Niederschlagswasser trägt nur unbedeutend zur Anreicherung bei, da von den ohnehin relativ geringen Niederschlagsmengen durchschnittlich nur etwa 30 % bis zum Grundwasser gelangen (BRIX 1972).

©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.biologiezentrum.at

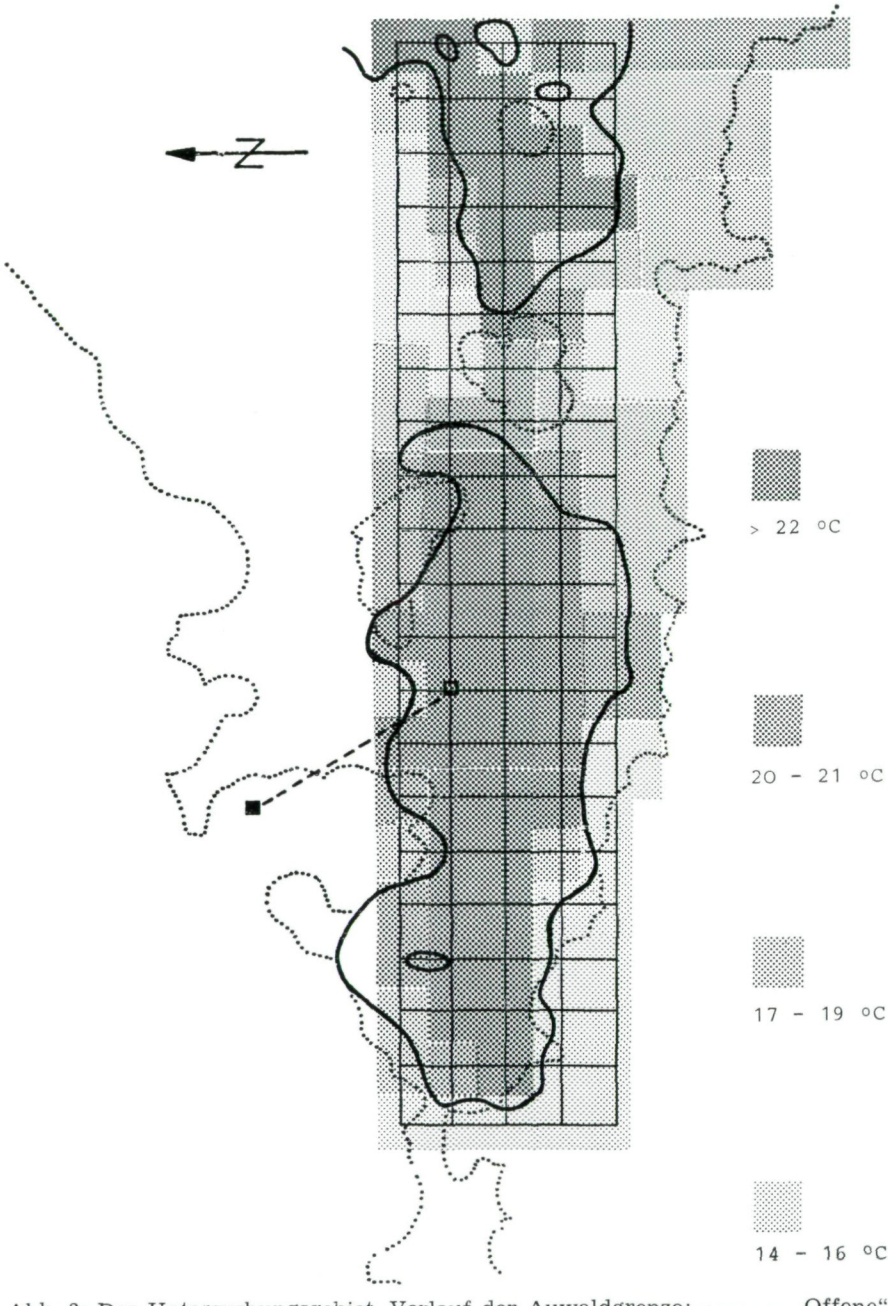

Abb. 2: Das Untersuchungsgebiet. Verlauf der Auwaldgrenze: - - - - -, „Offene" Heißländ: ———— ,dazwischen geschlossener Baum- bzw. Strauchgürtel. Rasterung: Temperaturverteilung im Mai 1977. □■: Mikroklimatische Meßstationen.

©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.biologiezentrum.at

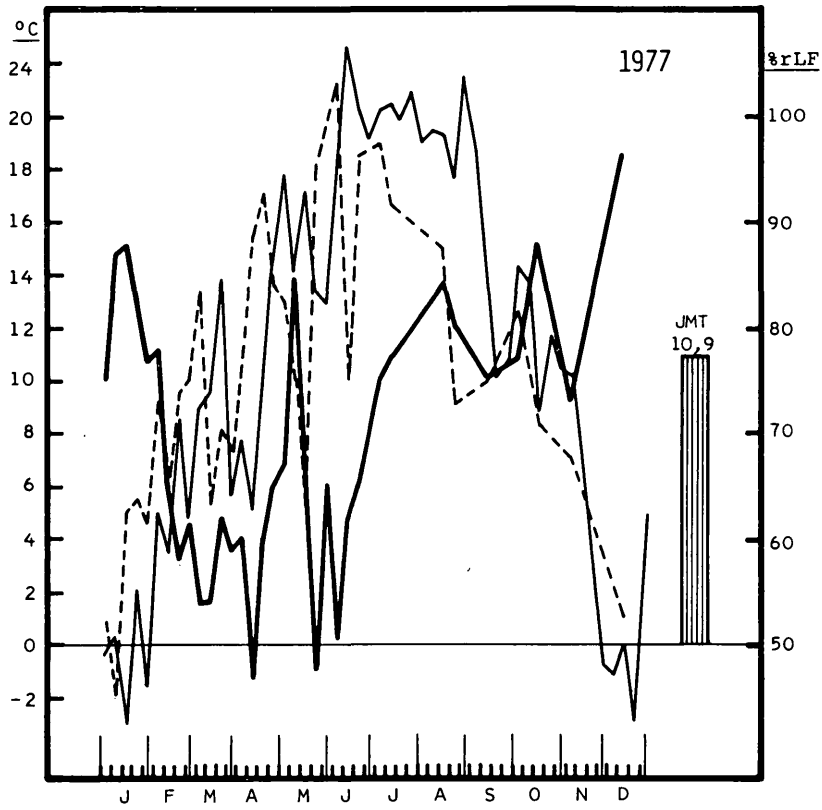

Abb. 3: Wochenmittel der Temperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit in der 2-m-Luftschichte (Jänner—Dezember 1977). Heißländ: ———, Station Großenzersdorf: - - - - -.

Tabelle 1 zeigt die Extremwerte wie auch die mittleren Grundwassertiefen in den Jahren 1974 bis 1978, wobei die Tiefstände eher im Frühjahr und Herbst, Hochstände im Sommer zu verzeichnen sind. Gelegentlich wird die Heißländ überschwemmt, im Jahre 1975 sogar über 1 m.

Tabelle 1 : Grundwasserstände der Heißländ (Extremspiegellagen und Jahresmittel in Meter, bezogen auf Heißländniveau) in den Jahren 1974 bis 1978

	tiefster Wasserstand	höchster Wasserstand	mittlerer Wasserstand
1974	— 2,00	+ 0,20	— 0,45
1975	— 2,50	+ 1,25	— 0,37
1976	—	—	—
1977	— 3,40	—	—
1978	— 2,55	— 1,10	— 1,75

©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.biologiezentrum.at

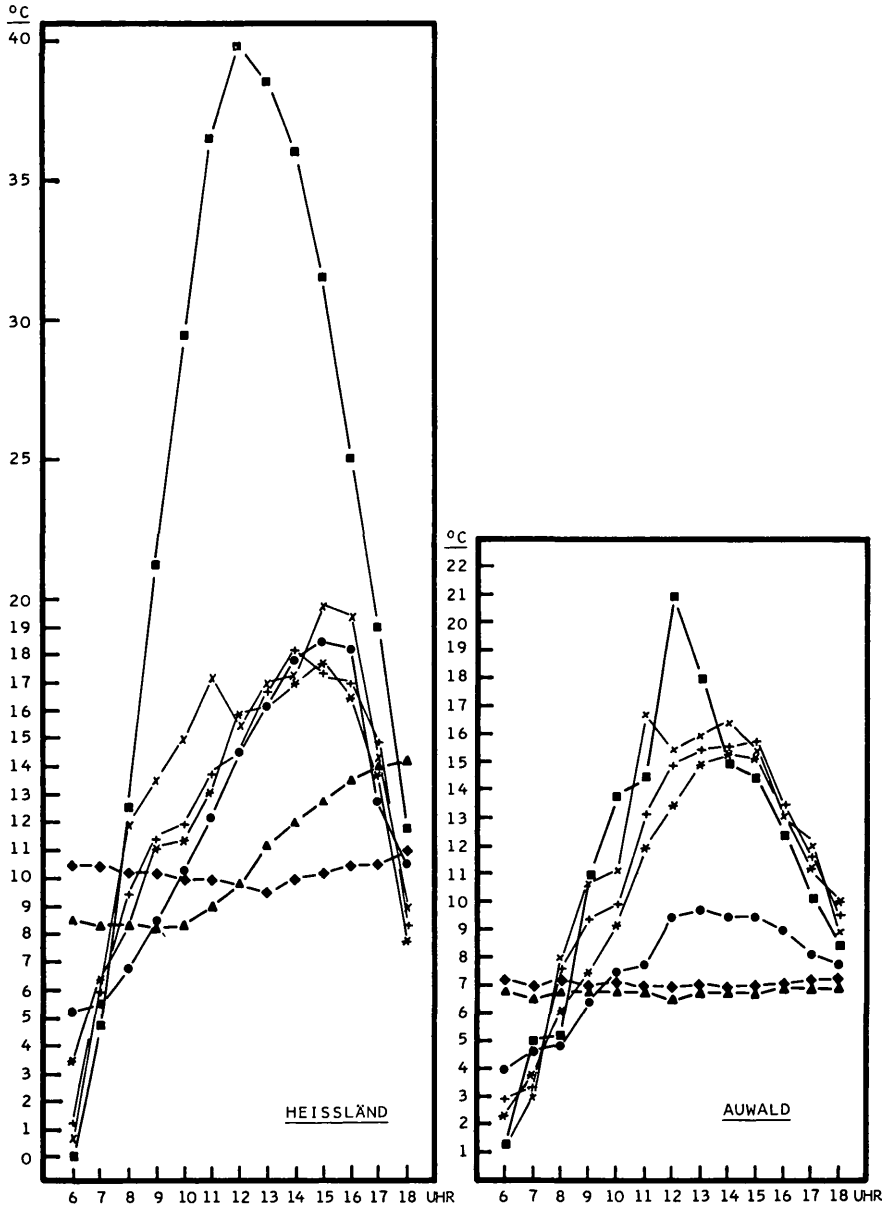

Abb. 4: Tagesgang der Temperatur in bodennahen Luftschichten und im Boden am 11. 4. 1976. Links: Heißländ, rechts: Auwald. 100 cm, Luft: *———*; 50 cm, Luft: +———+; 10 cm, Luft: x———x; 1 cm, Boden: ■———■; 5 cm, Boden: ●———●; 20 cm, Boden: ▲———▲; 40 cm, Boden: ◆———◆.

©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.biologiezentrum.at

Transpiration und Wassersättigungsdefizite

Holzgewächse

Unter den Gehölzen lassen sich zwei Typen unterscheiden. Jene, die als Solitärpflanzen die Heißländ besiedeln, und jene, die auf vegetativem Weg dem Zentrum der Heißländ zustreben.

Als Vertreter der Solitärpflanzen wurden *Crataegus* und *Ligustrum* untersucht. *Crataegus* ist ein durchaus an Trockenheit angepaßter Strauch, wie es sein häufiges Vorkommen, etwa in pannonischen Trockenrasen (WALTER 1956), belegt. Der große Unterschied zwischen dem Vorkommen in Trockenrasen und auf Heißländen liegt unter anderem wohl darin, daß hier im Aubereich die Wasserverhältnisse stark wechseln können, so daß die Pflanzen im gleichen Jahr sozusagen „im Wasser stehen" oder aber großer Trockenheit ausgesetzt sind, sobald der Grundwasserspiegel fällt. Ein Vergleich der Transpiration von *Crataegus* in der Heißländ und im angrenzenden Auwald zeigt, daß im Frühjahr (27. April 1977, siehe Abb. 5) Heißländpflanzen in den Morgen- und Vormittagsstunden stärker transpirieren als Auwaldpflanzen. Zu Mittag liegen die Transpirationswerte an beiden Standorten gleich hoch.

Am 9. Mai 1976 (Abb. 6) haben Heißländpflanzen eine wesentlich größere Amplitude im Tagesgang der Transpiration, dieser ist charakterisiert durch ein relativ hohes Vormittags- und Nachmittagsmaximum. Auwaldpflanzen neigen dazu, am Morgen stärker zu transpirieren als auf der Heißländ, das heißt, der Transpirationsgipfel am Morgen liegt vor jenem der Heißländpflanzen. Durch Einschränkung der Transpiration liegen die Auwaldpflanzen am späten Vormittag und zu Mittag in der Nähe der Heißländpflanzen, am Nachmittag hingegen bleibt ihre Transpiration deutlich unter jener des Weißdorns auf der Heißländ.

Im folgenden Jahr (13. Mai 1977, Abb. 7) läßt sich eine Ähnlichkeit im Transpirationsverhalten gegenüber dem Vorjahr erkennen. Die Heißländpflanze hat einen ausgeprägten Morgengipfel um 8 Uhr, sie schränkt aber, offenbar als Folge der stark ansteigenden Evaporation, die Wasserdampfabgabe ein. Das relativ kühle Wetter, die hohe relative Luftfeuchtigkeit und zeitweise einsetzender Niederschlag ab dem späten Vormittag lassen keinen neuerlichen Anstieg der Transpirationsraten am Nachmittag erkennen. Die Auwaldpflanzen bleiben durchwegs in der Wasserdampfabgabe unter jener der Heißländpflanzen und zeigen praktisch keine wesentliche Veränderung der Transpiration während des ganzen Tages – entsprechend der geringen Veränderung der Evaporation. Die Transpiration liegt hier sehr niedrig, die hohe relative Luftfeuchtigkeit und die übrigen mikroklimatischen Faktoren erklären dies.

Im Juni (8. Juni 1977, Abb. 8) ist die mikroklimatische Situation auf der Heißländ, wenn man die Evaporation im Tagesgang verfolgt, weitaus extremer als in der Au. Dies zwingt den Weißdorn auf der Heißländ zu einer starken Einschränkung der Transpiration, sie liegt zum überwiegenden Teil unter jener der Auwaldpflanzen. Die zweigipfelige Kurve, wie sie im Mai 1976 zu registrieren war bzw. der Morgengipfel der Mai-Kurve des

©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.biologiezentrum.at

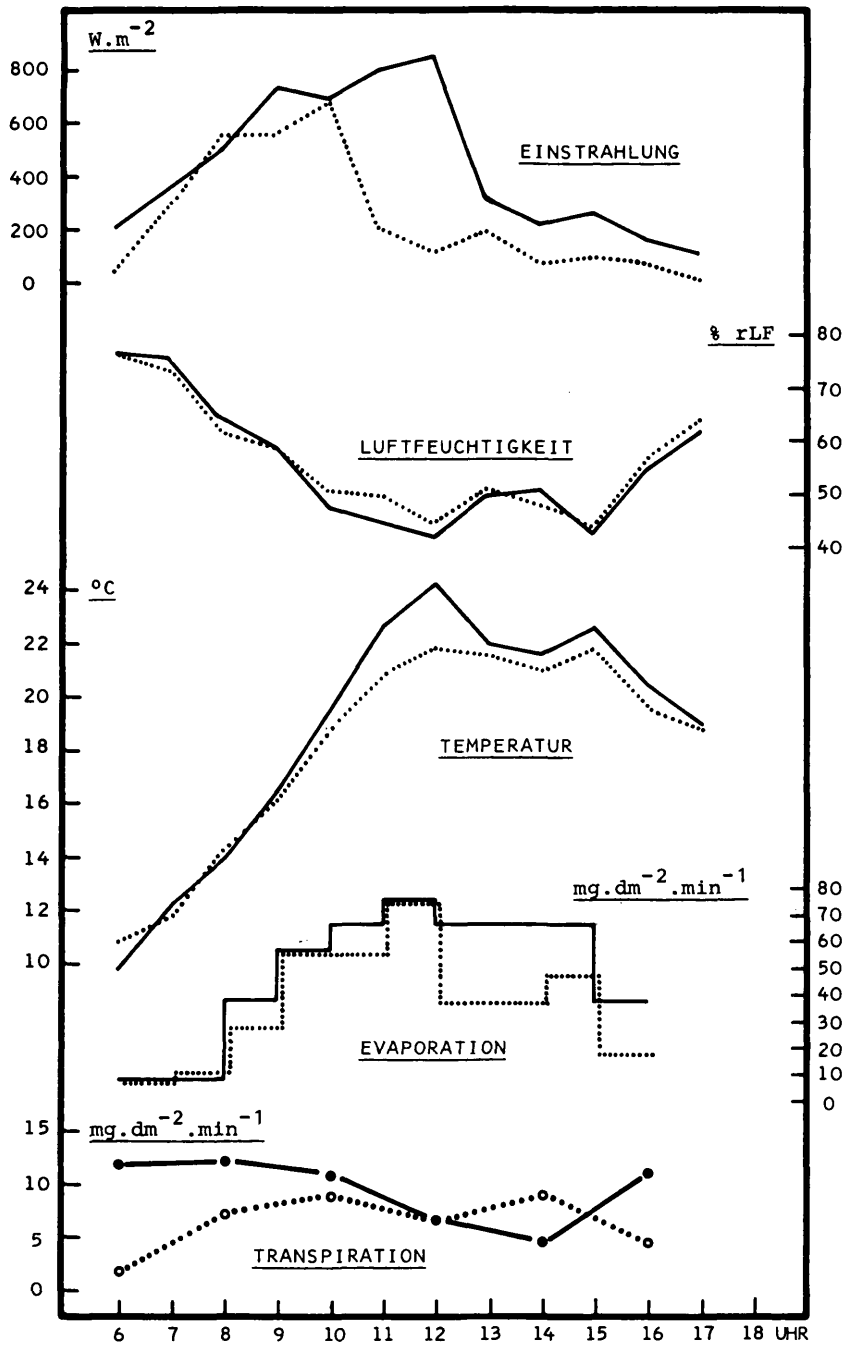

Abb. 5: *Crataegus monogyna*: Tagesgang der Transpiration sowie Mikroklima am 27. April 1977. Heißländ: ———, Auwald: - - - - -.

©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.biologiezentrum.at

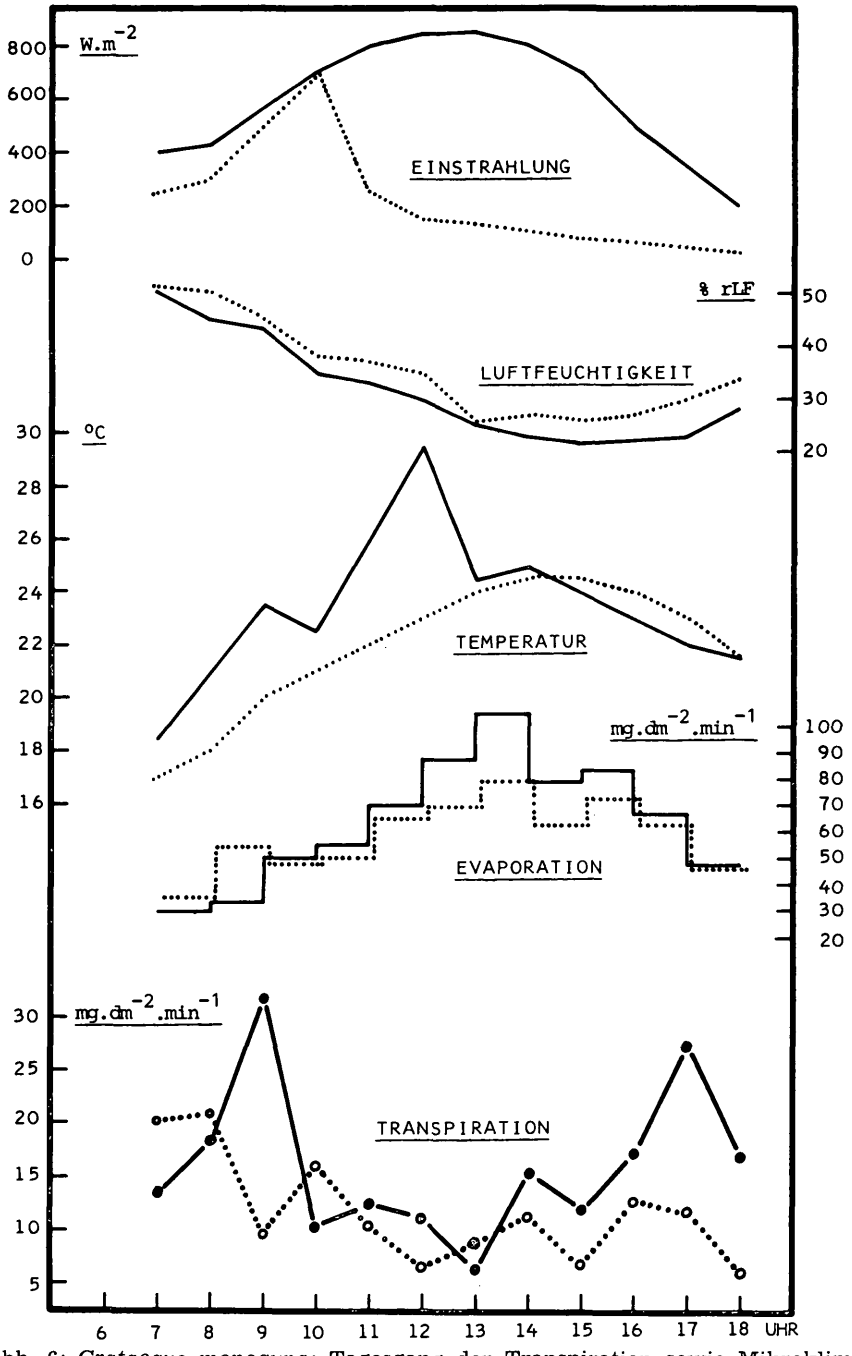

Abb. 6: *Crataegus monogyna*: Tagesgang der Transpiration sowie Mikroklima am 9. Mai 1976. Heißländ: ———, Auwald: - - - - -.

©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.biologiezentrum.at

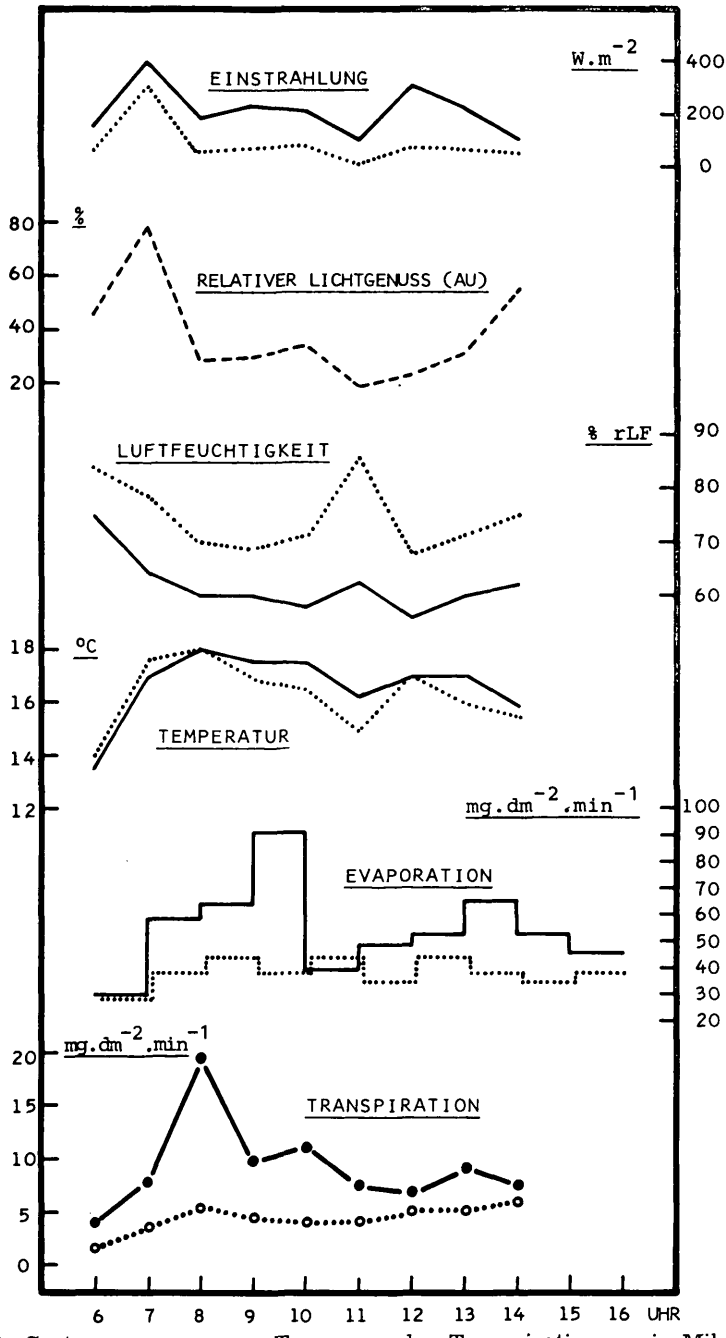

Abb. 7: *Crataegus monogyna*: Tagesgang der Transpiration sowie Mikroklima am 13. Mai 1977. Heißländ: ———, Auwald: - - - - -.

©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.biologiezentrum.at

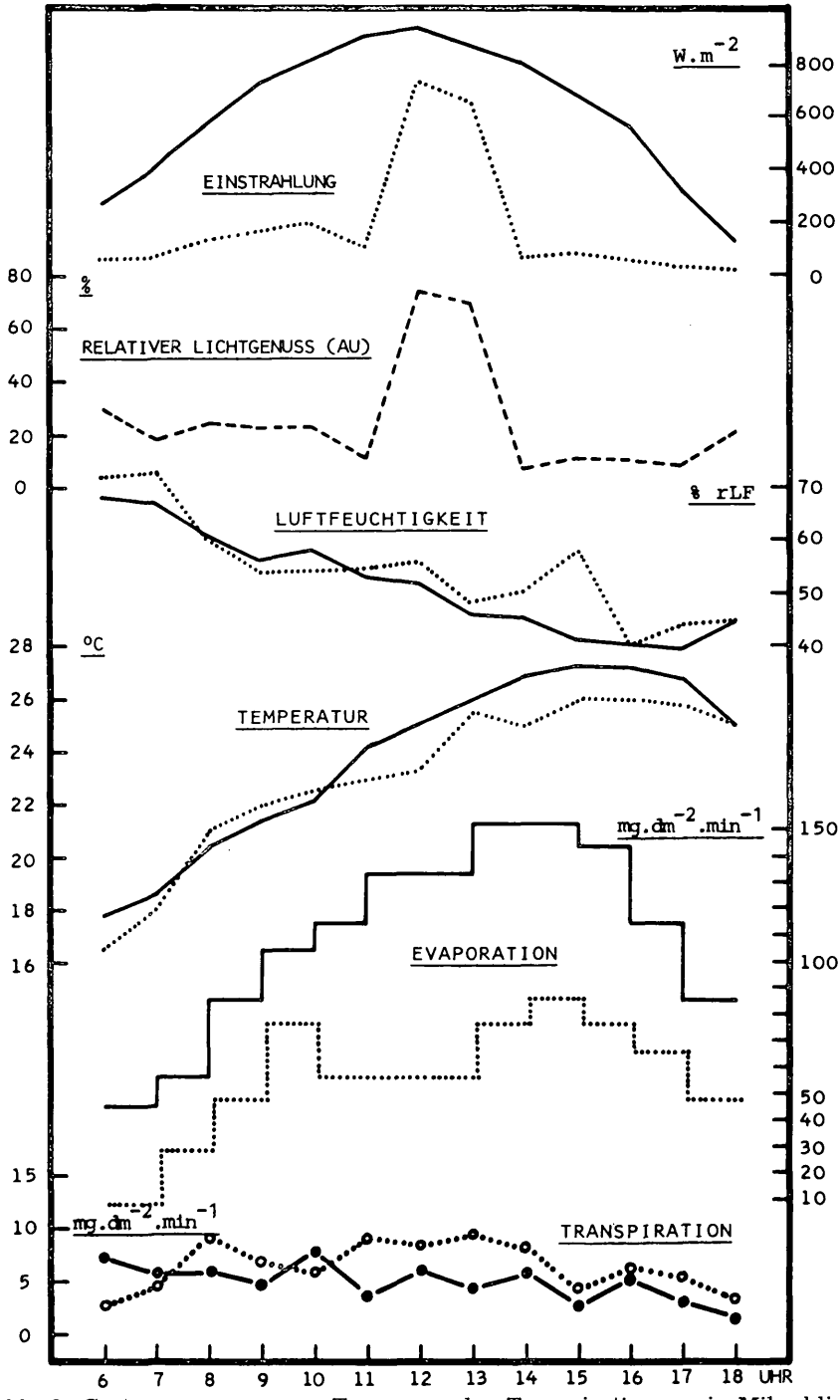

Abb. 8: *Crataegus monogyna*: Tagesgang der Transpiration sowie Mikroklima am 8. Juni 1977. Heißländ: ———, Auwald: - - - - -.

©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.biologiezentrum.at

Jahres 1977 ist verschwunden. Die Transpiration des Weißdorns im Auwald unterscheidet sich, außer in der höheren Intensität, nicht von jener im Mai. Einen durchaus ähnlichen Verlauf – auch in der Höhe der Transpiration – zeigt der Weißdorn am 24. Juni 1977 (Abb. 9) im Auwald. Auf der Heißländ liegt jetzt die Transpiration der Heißländpflanzen zum überwiegenden Teil höher als bei jenen in der Au.

Ab Juli haben die Blätter der Weißdornbüsche auf der Heißländ bereits ein gelbliches Aussehen, in der Folge sterben Blätter ab und gelegentlich treibt nun der Weißdorn neu durch. Die Transpiration zu dieser Zeit liegt bei den Heißländpflanzen höher als im Auwald, wie dies Abb. 16 für den August 1977 bzw. Abb. 17 für den September belegen.

Ligustrum zeichnet sich durch eine niedrige Transpiration aus. Im April (27. 4. 1977) erreichen die Transpirationswerte noch $10\ mg \cdot dm^{-2} \cdot min^{-1}$, im Mai und Juni fällt die Wasserdampfabgabe unter $5\ mg \cdot dm^{-2} \cdot min^{-1}$ (Abb. 10).

Die Tagesschwankungen der Transpiration sind bei *Ligustrum* gering, und wie der Verlauf im Juni zeigt, besteht praktische kein Unterschied zwischen der Wasserdampfabgabe bei Heißländ- und Auwaldsträuchern. Dafür haben Heißländpflanzen zu dieser Zeit (8. Juni) ein höheres Sättigungsdefizit (Abb. 14). Das hohe Wasserdefizit am 17. Juni 1977 (Abb. 14), welches 60 % übersteigt (gegenüber Auwaldpflanzen um 40 % höher), charakterisiert die Bedingungen für die Pflanzen der Heißländ als äußerst extrem, so daß, ähnlich wie bei Sanddorn und Weißdorn, Blattschäden ab dem Monat Juli anzutreffen sind. Die Spaltenregelung, die noch im Juni zu einer gleich hohen Transpiration von Au- und Heißländpflanzen führt, ist nun gestört und das drückt auch der Transpirationswert am 30. August 1977 (Abb. 16) — einem sehr heißen Tag — aus, an dem die Heißländpflanzen etwa fünfmal stärkere Wasserverluste aufzuweisen haben als die Auwaldpflanzen. Dies führt dazu, daß die Blätter vertrocknen. Als dessen Folge nimmt die Wasserdampfabgabe stark ab, wie die Transpirationsmessung am 7. September 1977 (Abb. 17) bei einem ähnlichen Klima wie am 30. August zeigt.

Von diesen beiden Pflanzen unterscheidet sich *Hippophaë* insofern, daß die Besiedlung der Heißländ durch den Sanddorn über Wurzelausläufer vor sich geht. Dennoch sind die Pionierpflanzen nicht in der Lage, ihre Wasserbilanz auf der Heißländ zu stabilisieren. Stocker (1970) untersuchte Sanddornbestände in Sanden der Ostseeküste. Während einer Regenperiode fand er eine sehr gute Überstimmung der Evaporation mit der Transpiration. In Trockenperioden antwortet der Sanddorn auf Spitzen der Evaporation mit einer leichten Einschränkung der Transpiration. Auch Pisek & Cartellieri (1939) zeigen den Zusammenhang zwischen Transpiration und Evaporation an einem Standort in der Nähe von Innsbruck. Im wesentlichen erwartet man beim Sanddorn einen Eingipfler, der nur um die Mittagszeit, wenn die Bedingungen extremer sind, einige Unregelmäßigkeiten im Transpirationsverlauf aufweist.

An den Standorten der Lobau ist die Situation völlig anders: nicht nur, daß keine auch nur annähernde Eingipfeligkeit im Transpirationsverlauf

©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.biologiezentrum.at

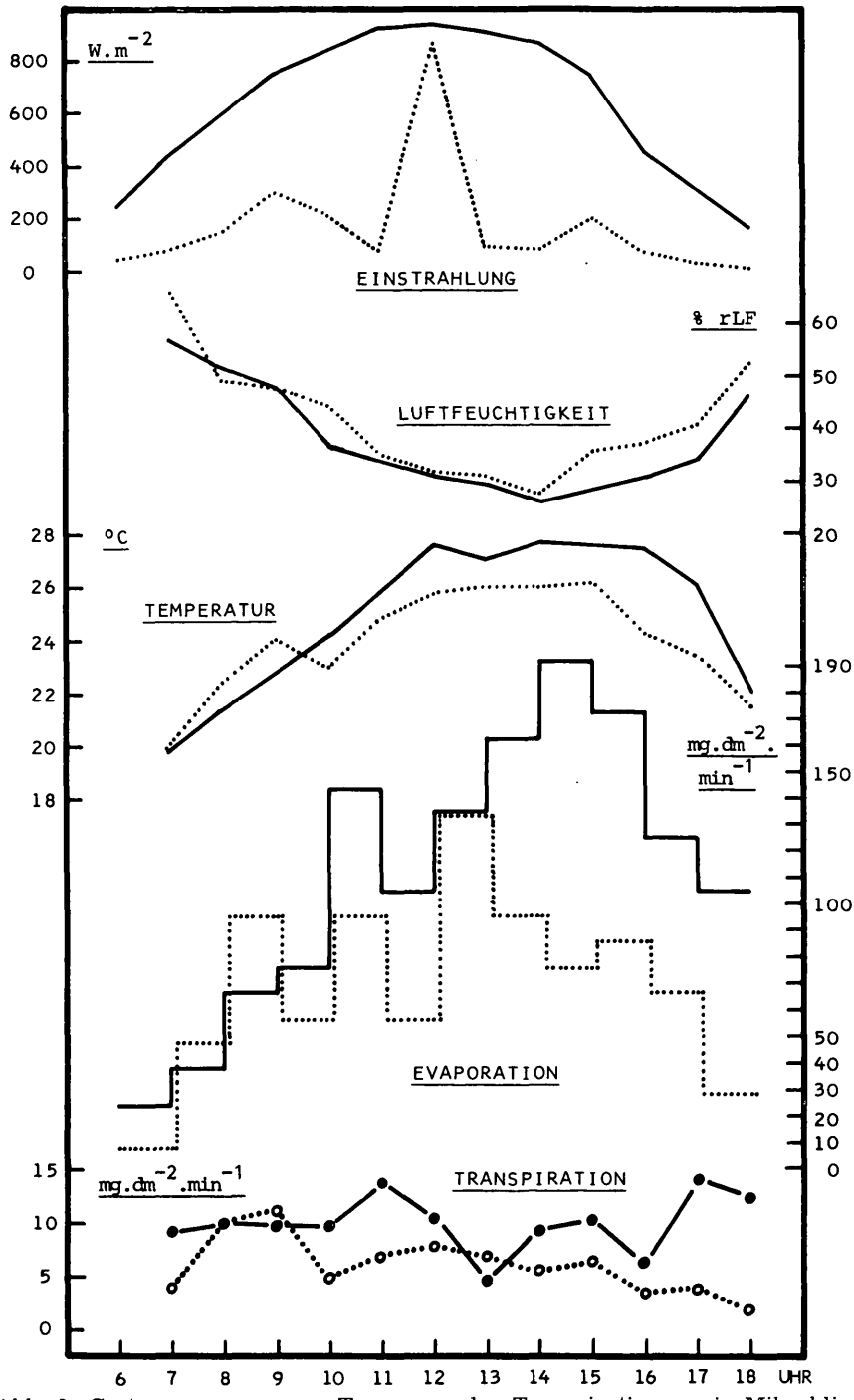

Abb. 9: *Crataegus monogyna*: Tagesgang der Transpiration sowie Mikroklima am 24. Juni 1977. Heißländ: ———, Auwald: - - - - -.

©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.biologiezentrum.at

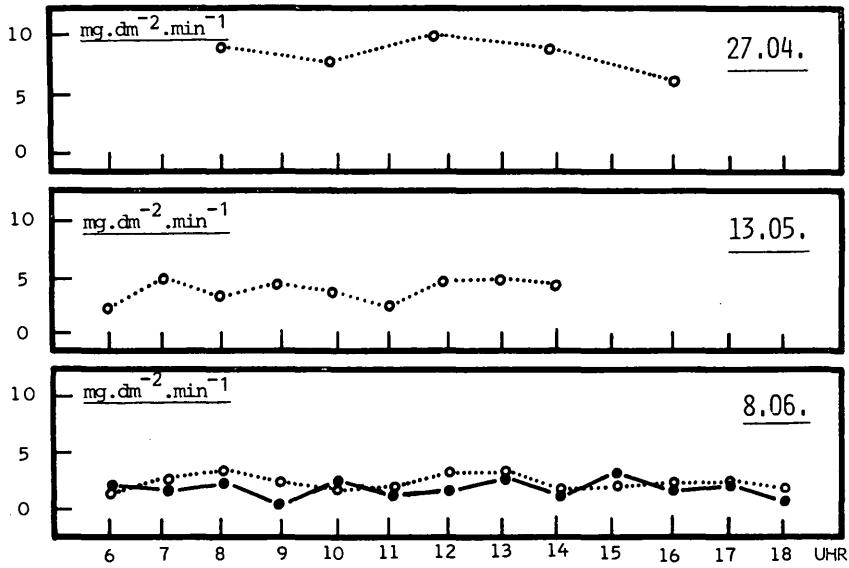

Abb. 10: *Ligustrum vulgare:* Tagesgänge der Transpiration vom 27. April, 13. Mai und 8. Juni 1977. Heißländ: ———, Auwald: - - - - -. Mikroklimatische Daten in den Abb. 5, 7 und 8.

festzustellen ist, liegt sie in ihren Spitzenwerten auch deutlich unter jenen, die Stocker (1970) festgestellt hat. Der Strauch in der Au (im Ausnahmefall finden sich auch Exemplare im eigentlichen Auwald) transpiriert weniger als die Pionierpflanzen der Heißländ (Abb. 11, klimatische Daten in Abb. 8).

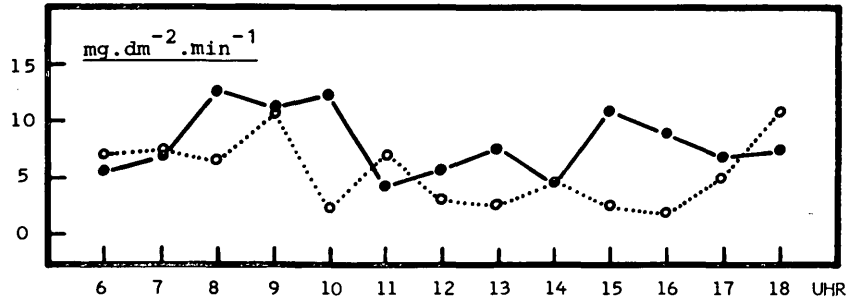

Abb. 11: *Hippophaë rhamnoides*: Tagesgang der Transpiration am 8. Juni 1977. Heißländ: ———, Auwald: - - - - -. Mikroklima in Abb. 8.

Vergleicht man die Evaporation in der Au mit ihrem Maximalwert um 80 bis 90 mg · dm^{-2} · min^{-1}, so ist ersichtlich, daß diese Werte deutlich über jenen liegen, die Stocker (1970) an der Ostseeküste gefunden hat. Auf der Heißländ liegt die Evaporation in ihren Spitzenwerten sogar mehr

©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.biologiezentrum.at

als das Doppelte über jenen bei STOCKER (1970). Die Eingipfeligkeit der STOCKERschen Transpirationskurve von *Hippophaë* und der unregelmäßige Verlauf der Transpiration in den Lobaubeständen drückt sehr deutlich die angespannte Wassersituation dieser Pflanze aus. Wenn STOCKER (1970) ein Sättigungsdefizit von etwa 15 % und PISEK & CARTELLIERI (1939) eines von 10 bis 12 % angeben, so liegt dieses in der Lobau bei Heißländpflanzen zwischen 21 und 28 % und bei Aupflanzen zwischen 18 und 20 % (Abb. 14).

Sind am 8. Juni die Unterschiede zwischen Heißländ- und Aupflanzen in der Transpiration noch gering, so steigert sich der Unterschied gegen Ende August beträchtlich: Heißländpflanzen transpirieren etwa das Achtfache (Abb. 16). Bei den Heißländpflanzen handelt es sich um kleine, durch Ausläufer mit der Mutterpflanze in Verbindung stehende Pionierposten, die, ähnlich wie die vorher beschriebenen Solitärpflanzen Liguster und Weißdorn, zu dieser Zeit geschädigt sind, was sich im Vertrocknen der Blätter äußert, so daß auch die Wasserdampfabgabe dieser Blätter stark reduziert wird (Abb. 16), ja sogar unter den Transpirationswert der Auwaldpflanzen zu liegen kommt.

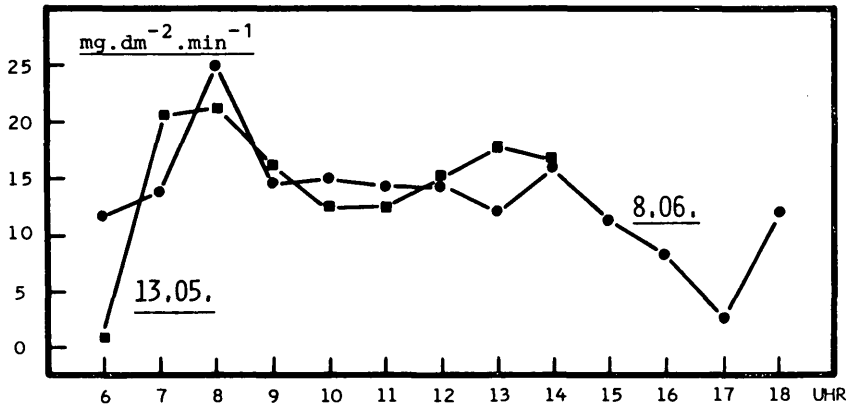

Abb. 12: *Populus nigra:* Tagesgänge der Transpiration am 13. Mai und 8. Juni 1977 auf der Heißländ. Mikroklima in Abb. 7 und 8.

Der Tagesgang der Transpiration von *Populus* auf der Heißländ (entspricht Pflanze IV in Abb. 13) ist in Abbildung 12 für den 13. Mai und 8. Juni 1977 wiedergegeben. Die Pappel hat zu dieser Zeit das geringste Wassersättigungsdefizit (Abb. 14) von allen untersuchten Holzgewächsen, und es ist kein Unterschied zwischen Bäumen der Heißländ und des Auwaldes festzustellen.

Ein Vergleich der Transpiration in Heißländ und Auwald ergibt eine deutlich stärkere Transpiration der Heißländpflanzen (Abb. 16 und 17), jedoch kaum Unterschiede in der Spaltöffnungsweite (Abb. 17). Somit kann angenommen werden, daß die Wasserversorgung der Pappel in diesem Umweltmuster die am besten geregelte ist. Dies ist auch daran zu erken-

©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.biologiezentrum.at

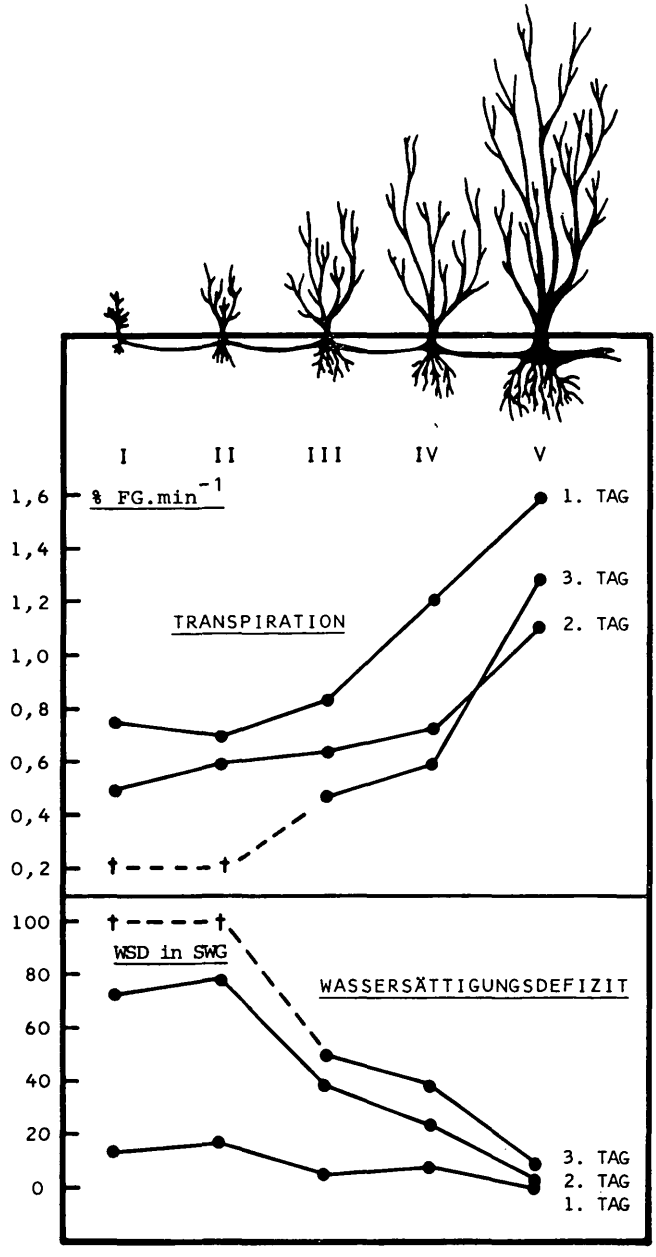

Abb. 13: *Populus nigra*: Transpiration und Wassersättigungsdefizite (Mittag) von Ausläuferpflanzen vor (1. Tag) und nach Trennung der Verbindung zur Mutterpflanze (2. und 3. Tag). †: Blätter abgestorben.

©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.biologiezentrum.at

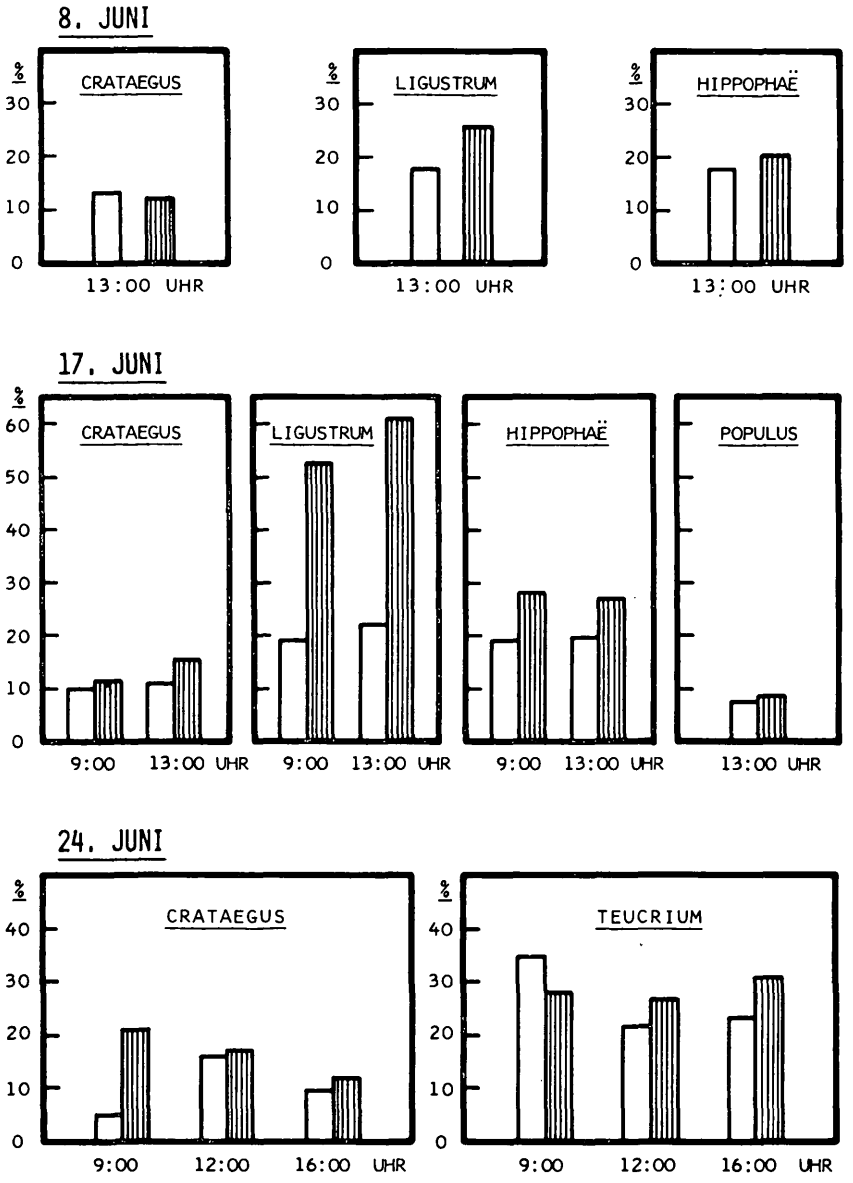

Abb. 14: Wassersättigungsdefizit in % Sättigungswassergehalt bei Pflanzen der Heißländ (linierte Blöcke) und des Auwaldes (leere Blöcke) am 8., 17. und 24. Juni 1977. Mikroklima in Abb. 8 und 9.

©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.biologiezentrum.at

nen, daß selbst bei den Pionierpflanzen des Heißländgebietes keine wasserstreßbedingte, vorzeitige Laubverfärbung zu beobachten ist. Allerdings ist die Transpiration dieser Pionierpflanzen deutlich niedriger als bei größeren Bäumen, das Wassersättigungsdefizit ist nicht entscheidend verändert (Abb. 13, 1. Tag).

Um die Abhängigkeit des Pappeljungwuchses von den Mutterbäumen klarzustellen, wurden Ausläuferpflanzen vom Mutterbaum, einer mächtigen Pappel im Auwald, getrennt, so daß für die Jungpflanze plötzlich die Situation eines Solitärstrauches gegeben war. Zuvor wurde die Transpiration zu Mittag an den fünf miteinander in Verbindung stehenden Pflanzen untersucht bzw. Proben für die Bestimmung des Wassersättigungsdefizites genommen (Abb. 13, 1. Tag.). Nach der Trennung der Jungpflanzen vom Mutterbaum war schon nach wenigen Stunden ein Nachlassen der Turgeszenz der Blätter zu bemerken. Nach 24 Stunden erscheint die Transpiration der Jungpflanzen (I bis IV) im Vergleich zur Mutterpflanze (V) relativ erhöht (Abb. 13, 2. Tag). Der Turgeszenzverlust, der sich, wie schon erwähnt, wenige Stunden nach Trennung der Jungpflanzen von der Mutterpflanze eingestellt hat, läßt darauf schließen, daß die stomatäre Regelung der Pflanzen versagt, so daß es zu einer unkontrollierten Wasserabgabe der Blätter kommt. Am dritten Tag führt dies bereits zum Tod der Blätter bei den Pionierpflanzen I und II; die Blätter dieser zentrumsnahen Sträucher waren vergilbt, teiweise bereits abgefallen und somit unmeßbar (Abb. 13. 3. Tag). Bei den Pflanzen III und IV dürfte die Wasserbeschaffung durch ein besser ausgebildetes Wurzelsystem entsprechend funktionieren, dennoch liegt ihr Wassersättigungsdefizit am dritten Tag bereits relativ hoch (Abb. 13). Vor dem Trennen der Jungpflanzen von ihrer Mutterpflanze liegt das Wassersättigungsdefizit bei allen Pflanzen relativ niedrig. Vor allem bei den Sträuchern I und II aber steigen die Werte 24 Stunden später ganz beträchtlich und dies führt ja in der Folge auch zum Abfallen der Blätter.

Von den Holzgewächsen hat also die Pappel den am besten geregelten Wasserhaushalt. Es konnte allerdings gezeigt werden, daß Pionierposten der Pappel ohne Kontakt mit der Mutterpflanze nicht lebensfähig sind (Abb. 13). Auch den jüngeren Pflanzen von *Hippophaë* fehlt eine tiefgehende Wurzel. Die Wassernachlieferung dürfte in erster Linie durch die Muttersträucher erfolgen, sie ist aber nicht so effektiv wie bei der Pappel, Trockenschäden treten auf.

Ligustrum, trotz der Fähigkeit zur Ausläuferbildung, wirkt als Solitärstrauch, dessen feines aber dichtes Wurzelwerk dennoch nicht ausreicht, im Heißländboden die Pflanze in Extremsituationen ausreichend mit Wasser zu versorgen.

Bei *Crataegus* ist anzunehmen, daß er als Tiefwurzler in den Einflußbereich des Grundwassers vorstößt. Dennoch sind, wie gezeigt werden konnte, diese Sträucher nicht in der Lage, ihren Wasserhaushalt so weit zu stabilisieren, daß vorzeitige Blattverfärbungen bzw. Blattschäden vermieden werden können. Die Gründe dafür können mehrfacher Natur sein. Es wäre vorstellbar, daß die Schwankungen des Grundwassers den Wur-

©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.biologiezentrum.at

zeln längerfristig Staunässe verschafft, die von den Pflanzen nicht vertragen wird (im Gegensatz zur Pappel), so daß es unter Umständen zu einer Schädigung von Wurzeln kommt. Eine Grundwassersenkung hätte dann zur Folge, daß die Hauptmasse funktionsfähiger Wurzeln im trockenen Oberboden vorliegt. Es wäre aber auch denkbar, daß die Leitungssysteme in den Pflanzen nicht auf derartige Bedingungen – nämlich Staunässe im Boden bei relativ hoher Verdunstung – ausgelegt sind. Der bei *Crataegus* ab Juli zu beobachtende Neutrieb an schwachen, dünnen Sprossen legt jedenfalls nahe, daß der Strauch Kontakt mit dem Grundwasser besitzen dürfte.

Holzgewächse im Heißländbereich weisen im Vergleich zum Auwald im Monat Mai in den Vormittags- und Nachmittagsstunden eine um das drei- bis vierfach erhöhte (15 bis 20 $mg \cdot dm^{-2} \cdot min^{-1}$) Wasserdampfabgabe auf, wobei die Ähnlichkeit im Verlauf bei *Populus* (Abb. 12) und bei *Crataegus* (Abb. 6) auffällt. Im Sommer ändert sich die Situation. Sowohl im Auwald wie auch der Heißländ ist die Wasserdampfabgabe der Holzgewächse relativ niedrig. Mit einer Ausnahme: Die Pappel (Abb. 12, 16 und 17) hat eine deutlich höhere Transpiration als die übrigen Gehölze (Abb. 8, 10 und 11).

Halbsträucher

Will man das Transpirationsverhalten von *Teucrium chamaedrys* (Abb. 15) charakterisieren, so läßt sich diese Pflanze, dem Wasserumsatz entsprechend, sicherlich nicht den Krautigen zuordnen, sondern eher den Holzpflanzen.

Die Transpiration liegt während des ganzen Tages bei Heißländpflanzen zum Teil deutlich unter bzw. annähernd gleich der Transpiration von Auwaldpflanzen. Nur ein sehr hoher Transpirationsgipfel der Heißländpflanzen um 15 Uhr fällt hier heraus, der zeitlich mit der höchsten potentiellen Verdunstung zusammenfällt (Klima Abb. 9). Im übrigen konnte keine Parallelität zum Tagesgang der potentiellen Evaporation festgestellt werden (siehe auch Härtel 1935), wie Bosian (1933) darlegt. *Teucrium* kann von der Morphologie her nicht den krautigen Pflanzen zugeordnet werden, so daß diese Pflanze — u. a. auf Grund ihres verholzenden Stengels — als Halbstrauch klassifiziert wird (Hegi 1964).

Krautige Pflanzen

Der Tagesgang der Transpiration krautiger Pflanzen wurde an *Verbascum lychnitis* und *Echium vulgare* am 24. Juni 1977 untersucht (Abb. 15). Das Mikroklima dieses Tages ist in Abb. 9 wiedergegeben und kann als heißer, wolkenfreier Sommertag charakterisiert werden.

Der Verlauf der Transpiration bei *Verbascum* und bei *Echium* ergibt, daß im Heißländbereich eine weitaus stärkere Transpiration der Pflanzen als im Aubereich vorliegt. Königskerze und Natternkopf, üblicherweise Besiedler gestörter Biotope, die sich zusätzlich auch als eher trockene Standorte ausweisen, können als Tiefwurzler angesprochen werden. Abb. 16 zeigt ebenfalls die intensivere Transpiration der Heißländpflanzen, wengleich in der Höhe der Transpiration starke Unterschiede vorliegen.

©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.biologiezentrum.at

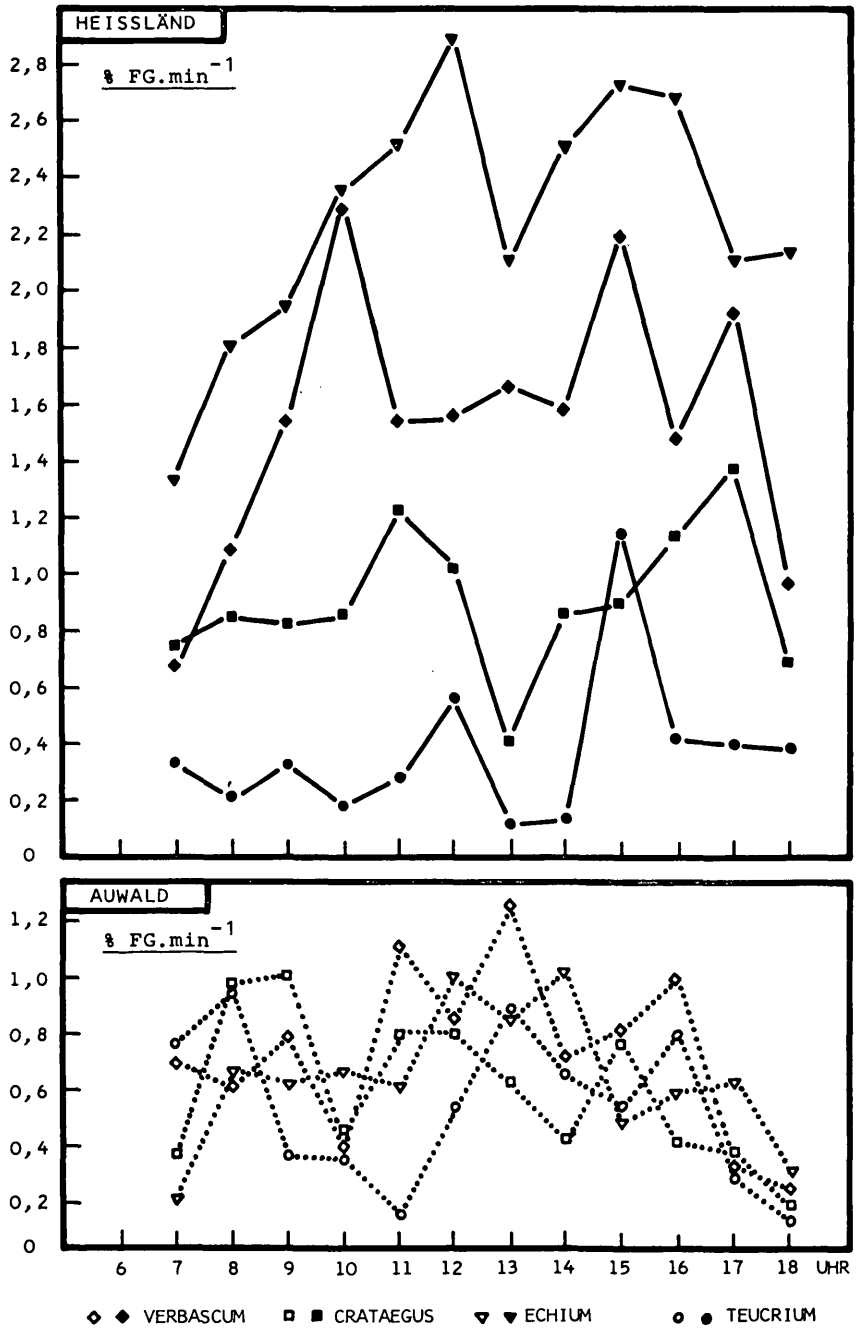

Abb. 15: Tagesgänge der Transpiration von *Teucrium chamaedrys*, *Verbascum lychnitis*, *Echium vulgare* und *Crataegus monogyna* auf der Heißländ und im Auwald am 24. Juni 1977. Mikroklima in Abb. 9.

©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.biologiezentrum.at

Vergleich der Transpirationsintensität von Pflanzen der Heißländ und des Auwaldes

Krautige Pflanzen weisen im Sommer relativ starke Schwankungen im Tagesverlauf der Transpiration auf und unterscheiden sich in der Höhe der Transpiration zwischen Heißländ und Auwald beträchtlich (siehe auch Abb. 16). Stellt man die Wasserdampfabgabe von Gehölzen und Krautigen in einem Diagramm gegenüber, wie in Abb. 15 für den 24. Juni 1977, so fällt auf, daß die Werte des Heißländstandortes weitaus stärker streuen als jene des Auwaldes.

Schon unter den krautigen Pflanzen ist die Transpiration bei einem Vergleich von *Verbascum* und *Echium* auf der Heißländ stark unterschiedlich (beide allerdings mit relativ hoher Transpirationsintensität) und davon heben sich deutlich das verholzende *Teucrium* und der verholzte *Crataegus* ab. Im Auwald dagegen sind die Transpirationskurven ohne signifikante Unterschiede: krautige, verholzende und verholzte Pflanzen lassen sich hier in ihrem Transpirationsverhalten kaum voneinander isolieren.

Überblickt man die Abb. 16 und 17, so sieht man, daß an diesen, vom Klima her als Modelltage anzusprechenden Terminen, mit Ausnahme von *Hippophaë* (Abb. 17) alle Pflanzen der Heißländ die höhere Transpiration aufweisen. Dabei ist zu bedenken, daß diese erhöhte Transpiration nicht nur Ausdruck der klimatischen Situation sein muß, sondern, wie bei den Holzpflanzen gezeigt wurde, dies bereits die Folge von Blattschädigungen sein kann.

Das wasserleitende System in Heißländ- und Auwaldpflanzen

Im Vergleich zu allen übrigen Holzgewächsen besitzt die Pappel die größten wasserleitenden Gefäße, und zwar sowohl in der Au wie auch in der Heißländ (siehe Tabelle 2).

Die Werte liegen bei etwa 40 µ (der Tracheendurchmesser der Pappel schwankt zwischen 25 und 100 µ, GREGUSS 1959) und sind fast doppelt so hoch gegenüber den Pflanzen *Rosa, Crataegus, Hippophaë* und *Ligustrum,* welche nur etwa 20 µ erreichen.

Die Unterschiede im Gefäßdurchmesser zwischen Heißländ und Au sind bei der Pappel eher unbedeutend (Au: 39,8 µ, Heißländ: 39,3 µ, ≙ 98,7 %); bei *Rosa* und bei *Crataegus,* beides Solitärsträucher, sind die Unterschiede bei Heißländ- und Aupflanzen gering (*Rosa*: Au: 24,1 µ, Heißländ: 23,0 µ,

Tabelle 2 : Durchmesser der wasserleitenden Gefäße im Sproß von Heißländ- und Auwaldpflanzen. Angabe der Mittelwerte in µm und prozentuelle Abweichung der Heißländwerte von jenen im Auwald

	Populus	Rosa	Crataegus	Hippophaë	Ligustrum
Auwald	39,8	24,1	23,6	22,5	20,4
Heißländ	39,3	23,0	21,5	18,3	17,0
	(98,7 %)	(95,6 %)	(95,4 %)	(81,5 %)	(84,8 %)

©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.biologiezentrum.at

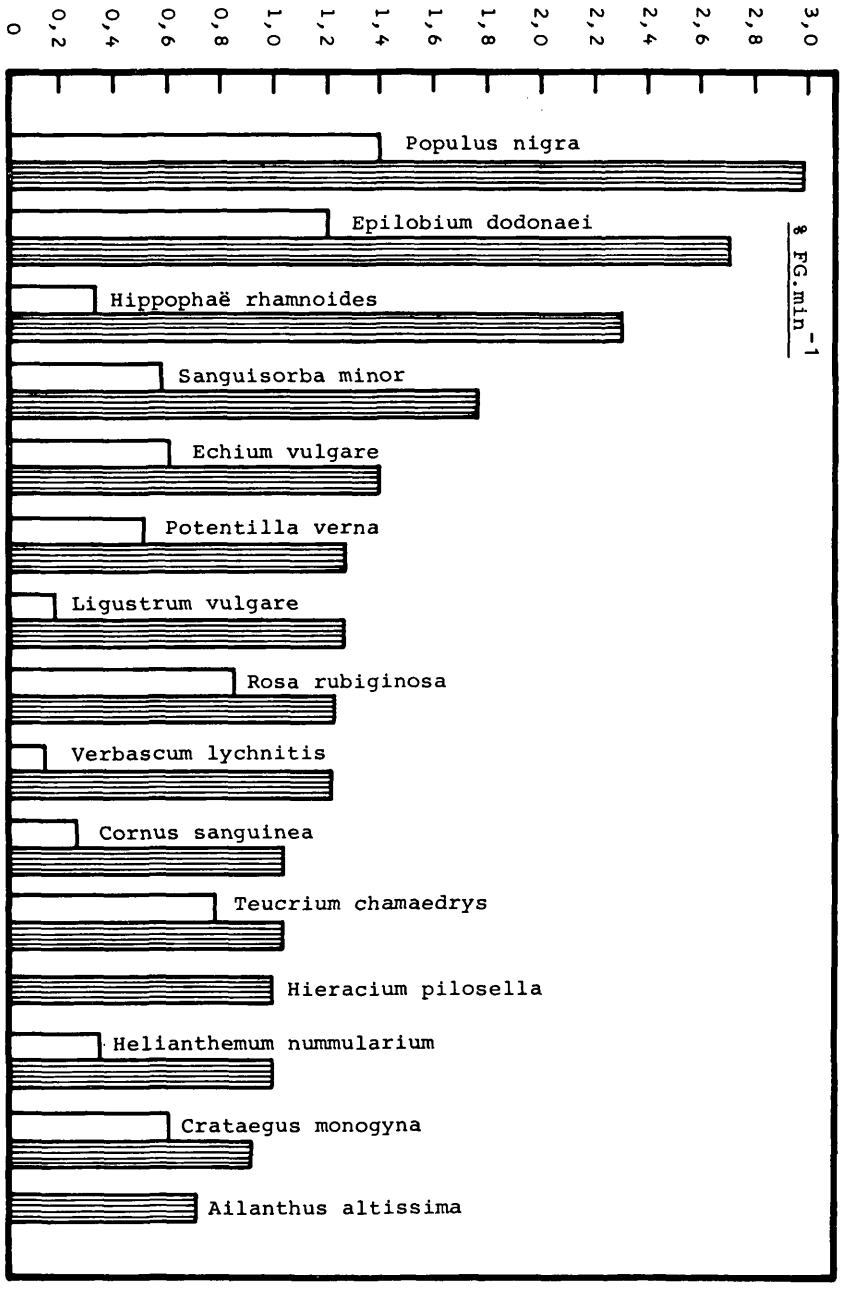

Abb. 16: Mittagstranspiration bei Pflanzen der Heißländ und im Auwald am 30. August 1977. Heißländ: linierte Blöcke, Auwald: leere Blöcke.

©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.biologiezentrum.at

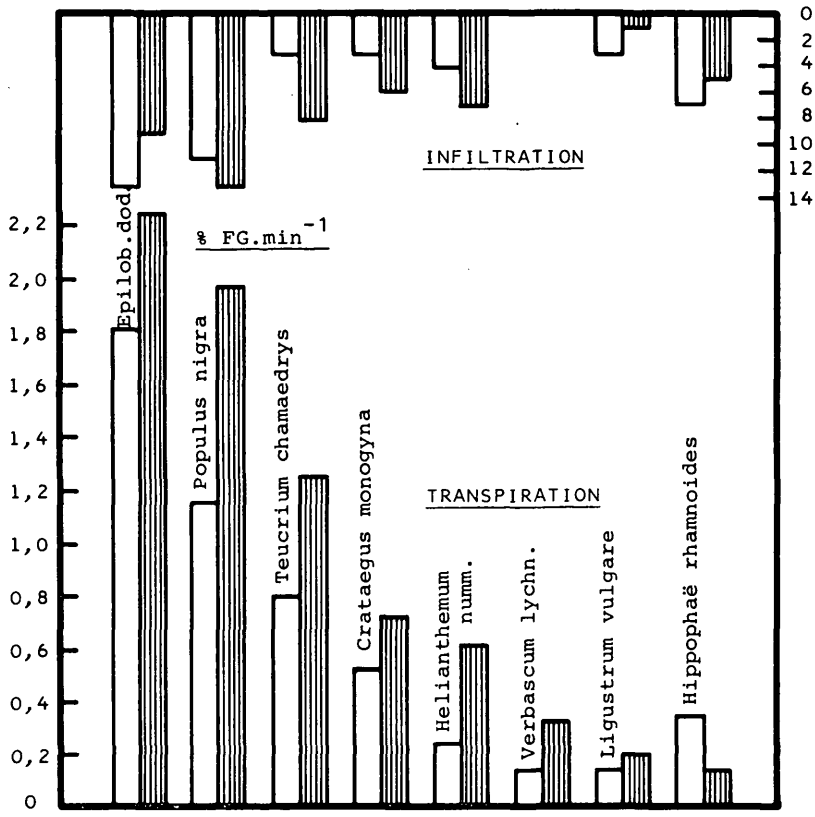

Abb. 17: Mittagstranspiration und Infiltration bei Pflanzen der Heißländ und im Auwald am 7. September 1977. Heißländ : linierte Blöcke, Auwald : leere Blöcke.

≙ 95,6 %; *Crataegus*: Au: 23,6 µ, Heißländ: 21,5 µ, ≙ 95,4 %), sie sind größer bei *Ligustrum* (Au: 20,4 µ, Heißländ: 17,0 µ, ≙ 83,3 %). Die größten Differenzen im Gefäßdurchmesser zwischen Auwald- und Heißländpflanzen treten bei *Hippophaë* auf (Au: 22,5 µ, Heißländ: 18,3 µ, ≙ 81,5 %).

Zusammenfassung

Heißländen heben sich klimatisch und edaphisch vom umliegenden Auwald ab. Die extremeren Bedingungen für das Pflanzenwachstum lassen Vegetationsformen erkennen, die an xerotherme Standorte erinnern.

Im Extremfall ist die Heißländ nur von Stauden bestanden, gelegentlich durchsetzt von Solitärsträuchern, wie z. B. *Crataegus monogyna.* Vom Auwald dringt *Populus nigra* über Ausläuferpflanzen in die Heißländ ein, die sich im vorliegenden Fall mit *Hippophaë-rhamnoides*-Beständen der Heißländrandbereiche mischt.

©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.biologiezentrum.at

Der Wasserhaushalt der Pflanzen wird, abgesehen vom trockeneren, heißen Klima der Heißländ, von der geringen Wasserkapazität des Schotterkörpers und dem relativ stark schwankenden Grundwasser bestimmt.

Die Wasserdampfabgabe der Pflanzen folgt nicht dem Verlauf der Evaporation, auch nicht bei *Hippophaë,* einer Pflanze, deren Wasserhaushalt als ungewöhnlich stabil beschrieben wird. Die angespannte Situation in Hinblick auf den Wasserhaushalt der Pflanzen wird vor allem dadurch deutlich, daß etwa ab Juli bei *Crataegus, Ligustrum* und *Hippophaë* im Untersuchungsjahr ein Vergilben bzw. Vertrocken der Blätter eintritt. Nur *Populus* zeigt trotz intensiver Transpiration keine derartigen Schäden.

Bei den krautigen Pflanzen liegt im Sommer die Transpiration der Heißländpflanzen über jener im Auwald; der Halbstrauch *Teucrium chamaedrys* ähnelt in seinem Transpirationsverhalten eher den Holzpflanzen.

Die höhere Evaporation im Heißländbereich bedeutet zwar, daß Krautige auf der Heißländ im allgemeinen eine höhere Transpiration aufweisen als Auwaldpflanzen, es trifft jedoch nicht zu bei holzigen Gewächsen, wenn man davon die Pappel ausklammert.

Die Pappel besitzt die größten wasserleitenden Gefäße, deren Durchmesser bei Auwald- wie bei Heißländpflanzen annähernd gleich groß sind. Bei allen übrigen Holzgewächsen (*Rosa, Crataegus, Ligustrum, Hippophaë*) sind die Lumina der Gefäße enger, wobei zusätzlich eine Verringerung der Gefäßquerschnitte bei Heißländpflanzen — vor allem bei *Hippophaë* — festzustellen ist.

Literatur

BOSIAN, G.: Assimilations- und Transpirationsbestimmungen an Pflanzen des Zentralkaiserstuhls. Zeitschr. f. Bot. *26*, 209, 1933.

BRIX, F.: Hydrologie, Geologie, Bodenkunde. Naturgeschichte Wiens, Band 2, 499—520. Verlag f. Jugend und Volk. Wien, München 1933.

GREGUSS, J.: Holzanatomie der europäischen Laubhölzer und Sträucher. Budapest, 1959.

HÄRTEL, O.: Ökologische Untersuchungen an Pflanzen des Frauensteins bei Mödling unter besonderer Berücksichtigung der hochsommerlichen Trockenheit. Diss. Univ. Wien 1935.

HÄRTEL, O.: Pflanzenökologische Untersuchungen an einem xerothermen Standort bei Wien. Jahrb. wiss. Bot. *83*, 1—59, 1936.

HARTMANN, F.: Die niederösterreichischen Donauauen als forstlicher Standort. Zbl. f. d. ges. Forst- u. Holzw. *70*, 1, 1—38, 1947.

HARTMANN, F.: Von der Versteppung der Donauauen. Natur und Land *35*, 2, 29—32, 1948.

HEGI, G.: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Bd. V/4. Hanser Verlag, München 1964.

HÜBL, E.: Die Trockenvegetation der Donauauen (Heißländen). Naturgeschichte Wiens, Band 2, 717—720. Verlag f. Jugend u. Volk. Wien, München 1972.

JURKO, A.: Podne ekologické pomery a lesne spoločensta podunjskej niziny. (Bodenökologische Verhältnisse und Waldgesellschaften der Donautiefbene.) Bratislava 1958.

MAIER, R. & G. MAIER : *Bulbocodium vernum* L. in Kärnten. II. Das Kleinklima sowie Untersuchungen zum Wasserhaushalt und der Temperaturresistenz in der Vegetation des Lichtblumen-Standortes. Carinthia II *104/84*, 259—286, 1974.

©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.biologiezentrum.at

MARGL, H.: Pflanzengesellschaften und ihre standortgebundene Verbreitung in teilweise abgedämmten Donauauen (Untere Lobau). Verh. Zool.-bot. Ges. Wien *113*, 5—51, 1973.

PALLMANN, H., E. EICHENBERGER und A. HASLER : Eine neue Methode der Temperaturmessung bei ökologischen und bodenkundlichen Untersuchungen. Ber. schweiz. bot. Ges. *50*, 337—362, 1940.

PISEK, A. & E. CARTELLIERI : Zur Kenntnis des Wasserhaushaltes der Pflanzen. IV. Bäume und Sträucher. Jahrb. wiss. Bot. *88*, 22—68, 1939.

SAUBERER, A.: Die Vegetationsverhältnisse der Unteren Lobau. Niederdonau / Natur und Kultur *17*, 1942.

SLAD, H.: Ökologische und ökophysiologische Untersuchungen in einer „Heißländ" der Wiener Lobau. Diss. Univ. Wien 1979.

STOCKER, O.: Eine Feldmethode zur Bestimmung der momentanen Transpirations- und Evaporationsgröße. Ber. dt. bot. Ges. *47*, 126—136, 1929.

STOCKER, O.: Transpiration und Wasserhaushalt in verschiedenen Klimazonen. IV. Untersuchungen an Sandpflanzen der Ostseeküste. Flora *159*, 367—409, 1970.

WALTER, H.: Grundlagen der Vegetationsgliederung. IV/I. Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde, Stuttgart 1956.

WENDELBERGER, E.: Die Auwaldtypen der Donau in Niederösterreich. Cbl. ges. Forstwesen *77*, 2, 65—92, 1960.

WENDELBERGER, G.: Sand- und Alkalisteppen im Marchfeld. Jahrb. f. Landeskde. v. Niederösterreich XXXVI (Festschrift zur Hundertjahrfeier), 1964.

ZUKRIGL, K.: Rettung der Lobau: Bringt Wasser hinter den Damm! Eine forstliche Untersuchung des sterbenden Auwaldes. "Holz-Kurier" 4. Österr. Agrarverlag, 1973.

Anschrift der Verfasser:

Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Wien,
Althanstraße 14, Biologiezentrum, 1190 Wien

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Wissenschaftliche Mitteilungen Niederösterreichisches Landesmuseum

Jahr/Year: 1982

Band/Volume: 2

Autor(en)/Author(s): Slad Herbert, Maier Rudolf

Artikel/Article: Untersuchungen zum Wasserhaushalt an Pflanzen der "Heißländen" im Augebiet der Wiener Lobau. (N.F. 125): 135-159