

Die Vegetation der Steppenheidegebiete bei Bad Dürkheim*)

Vorwort

Diese Arbeit beschäftigt sich innerhalb eines begrenzten Gebietes mit Pflanzengesellschaften, die von anderen Gegenden Deutschlands schon wiederholt beschrieben wurden. Wohl sind die einstmals ausgedehnteren Steppenheiden bei Bad Dürkheim heute auf kleine Inseln im Rebenmeer zusammengeschmolzen, aber noch immer lohnt es sich wegen ihres Reichtums an seltenen Arten und ihrer pflanzengeographisch weitreichenden Beziehungen ausführlich auf sie einzugehen. Die Tatsache, daß das Untersuchungsgebiet in meiner engeren Heimat liegt, ließ mir die Arbeit doppelt reizvoll werden. Ihr Ziel ist es, die Steppenheiden bei Bad Dürkheim und die mit ihnen eng verwandten Steppenheidewälder pflanzengeographisch, ökologisch und soziologisch so darzustellen, daß die Befunde jederzeit im Rahmen einer umfassenderen Untersuchung als kleine Bausteine Verwendung finden und zur Vervollständigung eines Gesamtbildes beitragen können. Vielleicht sind erfahrene Pflanzensoziologen mit der Arbeitsmethode und ihren Ergebnissen, zumal sie von einem Anfänger erarbeitet wurden, nicht ganz zufrieden. Doch habe ich gerade auch deshalb sämtliche Vegetationsaufnahmen ungekürzt, in Tabellen zusammengestellt, wiedergegeben. Sie sind das Ergebnis einer einjährigen fast täglichen Beobachtung und können als Basis für etwaige Verbesserungen, vor allem bezüglich der Einordnung in das System der Pflanzengesellschaften dienen.

Herzlich danken möchte ich Herrn Prof. Dr. Weber für seine vielfältige Hilfe. Er war jederzeit bereit, mich mit gutem Rat weiterzuführen und half selbst beim Bestimmen schwieriger Arten mit. Die Assistenten des Instituts, Herr Dr. Weberling und Herr Dr. Stopp sowie Herr Garteninspektor Hohmann haben mir ebenfalls beim Bestimmen wertvolle Hilfe geleistet. Ausgezeichneten Dank schulde ich auch dem Geologen Herrn Dr. Spuhler, Bad Dürkheim, für seine ungewöhnlich große Hilfsbereitschaft, die in so bescheidener Art dargeboten wurde. In dem von ihm geleiteten naturkundlichen Museum der Pfalz konnte ich mich auch an Hand reichen Herbarmaterials in die Kryptogamengesellschaften einarbeiten. Ebenso danke ich Herrn Dr. Bäßler, dem Vorsitzenden der Pollichia in Neustadt, für sein reges Interesse an meiner Arbeit und Herrn Dr. Grebe, z. Zt. Wetteramt Hannover, für wertvolle schriftliche und mündliche Standortshinweise, Herrn N. Sischka für die sichere Bestimmung der Vögel und Herrn W. Lang für seine Hinweise zur Beschreibung der Bodenprofile. Auch der Familie Henninger in Kallstadt danke ich für ihr Entgegenkommen. Fast täglich mußte ich ihren Weinberg passieren, um zu der kleinen Steppenheide zu gelangen, in der ich wochenlang, meist unbeaufsichtigt, wertvolle Meßgeräte stehen hatte. Der Wetterstation Bad Dürkheim danke ich für die Überlassung von Meßergebnissen, dem Wetteramt Trier für schriftliche Mitteilungen.

*) Staatsexamensarbeit von cand. rer. nat. Arno Kahne unter Anleitung von Prof. Dr. Hans Weber, Botanisches Institut der Universität Mainz.

1. Der Begriff „Steppenheide“

Der Begriff „Steppenheide“ erscheint zum erstenmal in der berühmten Schilderung GRADMANNS über „Das Pflanzenleben der Schwäbischen Alb“ (1898, S. 109). GRADMANN wollte damit die „Heiden“ Süddeutschlands, wie die betreffenden Gebiete seit SENDTNER (1854) angesprochen wurden, von den großen *Calluna*-Heiden Norddeutschlands trennen, mit denen sie nichts als den Namen gemeinsam hatten. Er hat damit die in Frage kommenden Gesellschaften mit einem pflanzengeographisch treffenden und sprachlich schönen Worte gekennzeichnet. Ohne den in seiner Heimat eingebürgerten Begriff fallen zu lassen, hat er durch Hinzuziehung der Bezeichnung „Steppe“ die im Artengefüge so deutliche Verwandtschaft mit den echten Steppen Süd-Osteuropas klar zum Ausdruck gebracht und damit auch im Begrifflichen eine scharfe Trennung von den norddeutschen Zwergstrauchheiden erreicht. Von der Anwendung des zu irrigen Vorstellungen verleitenden alten Begriffes zeugt u. a. noch der Name „Garchinger Heide“ bei München, die etwa mit der „Lüneburger Heide“ überhaupt nichts zu tun hat, vielmehr eine Steppenheide im Sinne Gradmanns darstellt.

Physiognomisch ist die Steppenheide, wie GRADMANN sie beschreibt, schwer mit kurzen Worten zu charakterisieren, da sich ihr Bereich von offenen Trockenrasen bis zu lichten Trockenwäldern erstreckt; leichter gelingt dies durch Aufzeigen ihrer ökologischen Ansprüche, indem sie an Gebiete mit kontinental getöntem Klima, also an starke Erwärmung, hohe Temperaturschwankungen und geringen Niederschlag gebunden ist. Zumindest bei uns bevorzugt sie kalkhaltigen Untergrund und südexponierte Lagen. Auch die Forderungen an den Lichtgenuß sind sehr hoch. Am besten ist aber die Steppenheide durch die bezeichnende floristische Zusammensetzung des Artengefüges charakterisiert, in dem sich auch die Anpassungsfähigkeit der einzelnen Pflanzen an die extremen Bedingungen des Standortes widerspiegelt.

Der Ausdruck „Steppenheide“ ist zu einem festen Begriff in der deutschen Vegetationskunde geworden.

In dem System der süddeutschen Pflanzengesellschaften (OBERDORFER 1957, S. 264) erscheint die Bezeichnung als Untertitel zum BRAUN-BLANQUET'schen Bromion-Verband der Trespentrockenrasen, also sehr eingengt und nicht mehr in dem oben geschilderten allgemeinen Sinne. Danach sind beispielsweise die Trockenrasen an der Nahe nicht als Steppenheiden zu bezeichnen, da sie einer ganz anderen Ordnung angehören, und der Steppenheidewald erscheint sogar in einer anderen Klasse. Auf die Bezeichnung „Pontische Heide“ (GRADMANN 1898 S. 109, auf BECK VON MANNAGETTA zurückgehend) für unsere Pflanzengesellschaft muß wohl aus noch zu erörternden arealkundlichen Gründen verzichtet werden. O. DRUDE prägte den Begriff „trockene Hügelformation“, und in Südfrankreich nennt man ähnliche Gesellschaften „Garigue“.

Wenn in dieser Arbeit der Begriff „Steppenheide“ gebraucht wird, so geschieht dies ganz im Sinne GRADMANNS.

2. Heimat der Steppenheidepflanzen

Will man den floristischen Aufbau der Steppenheide beschreiben, muß man unbedingt auf die interessante Verbreitung ihrer Arten hinweisen. Es ist nämlich eines ihrer wesentlichsten Kennzeichen, daß die bezeichnendsten Vertreter ihr Hauptareal keinesfalls in Mitteleuropa haben. Sie sind bei uns nur in inselartigen Vorposten als Folge einer Arealausdehnung oder als Reliktvorkommen infolge Schrumpfung eines ehemals weiteren Areals zu finden.

Man nimmt an, daß in einer frühen nacheiszeitlichen Periode starke Erwärmung, verbunden mit größerer Trockenheit, auch in unserem Gebiet zu einem verstärkt kontinentalen Klima geführt hat. Dies ermöglichte es den Steppenheidepflanzen aus süd- und osteuropäischen Refugien, wo sie die Eiszeit überdauern konnten, weit nach Mitteleuropa vorzudringen. Diese Einwanderung wird nicht gleichzeitig erfolgt sein, da ja die einzelnen Arten eine oft sehr verschiedene Wandergeschwindigkeit haben; vielen ist es nicht gelungen, bis zu uns vorzudringen. Daraus erklärt sich auch das Zunehmen kontinentaler Arten in mitteldeutschen Trockengebieten sowie die Abnahme mediterraner Vertreter. Im Laufe der später einsetzenden Klimaverschlechterung wurde das zusammenhängendere Steppenareal zerrissen. In Deutschland ist es auf Inseln zusammengeschrumpft, in denen günstige klimatische und edaphische Bedingungen herrschen, während es besonders im südöstlichen Europa noch ausgedehntere Flächen bedeckt. Die Steppenheide ist also das Relikt eines vegetationsgeschichtlichen Vorgangs.

Werden etwa vom Menschen durch Abholzung oder durch Bodenveränderung neue Standorte geschaffen, so können natürlich Steppenelemente sekundär in diese einwandern. Als bekanntes Beispiel sei das Eindringen von *Anemone silvestris* aus Steppenheidewäldern in Lößhohlwege angeführt (OBERDORFER 1957, S. 530). Vielleicht wird damit auch das Vorkommen der gleichen Pflanze in einem Übergangsstadium vom Trockenrasen zum Trockenbusch erklärt, was bei Bad Dürkheim zu beobachten ist (s. Tabelle 1, Aufn. 11). Auch hier sind Primärstandorte im Steppenheidewald vorhanden. Mit dem Beispiel von *Carex humilis* weist ROCHOW (1951, S. 54) auf Reliktstandorte am Kaiserstuhl hin. Es wird hier gezeigt, wie unwahrscheinlich es ist, daß die erwähnte Pflanze sprunghaft die Höhe des Badberges erreicht haben könnte, daß vielmehr die größere Wahrscheinlichkeit bei einer flächenhaften Ausbreitung während der ersten Einwanderungsperiode liegt. Die heutige Zerrissenheit des Standorts müßte in diesem Falle sekundärer Art sein. Auch OBERDORFER (1949, S. 82) weist darauf hin, daß *Carex humilis* „wohl immer ursprüngliche Reliktstandorte“ anzeige. Doch darf dieses Beispiel nicht verallgemeinert werden, da auch heute noch das sprunghafte sekundäre Ausbreiten von Steppenheidepflanzen beobachtet wird. So berichtet R. LAUTERBORN über eine größere Neuansiedlung von *Stipa pennata* am Ufer des Altrheins bei Neuhofen nördlich von Speyer (GLÜCK 1936, S. 63). Ob die kleine Kolonie von *Sesleria coerulea* auf einer Kalkschutthalde bei Leistadt ein ähnliches Beispiel darstellt oder ob sie anthropogen bedingt ist, muß dahingestellt bleiben.

Letzten Endes läßt sich ein Reliktstandort, wie er bei unseren Steppenheiden wohl vorliegt, am sichersten durch die charakteristische Kombination der Arten erkennen.

Das Hauptverbreitungsgebiet einer Reihe von Arten der Steppenheide liegt in den weiten Ebenen Südrußlands, etwa in den Steppen der Ukraine, von Podolien und Bessarabien, also nördlich vom Schwarzen Meer in der ehemaligen römischen Provinz Sarmatien, nach der auch die von dort stammenden Arten bezeichnet werden. Fälschlicherweise werden diese oft auch als pontische Arten dargestellt. Dies ist insofern nicht gerechtfertigt, als aus der südlich vom Schwarzen Meer gelegenen Provinz Pontus nur sehr wenige Arten nach Mitteleuropa vorgedrungen sind. Unter anderen hat schon HUECK (1935, 3) deutlich hierauf hingewiesen. MEUSEL (1939, S. 308) schreibt dazu: „Die Arten der aralokaspischen und auch der pontischen Steppengesellschaften sind im innerasiatischen Bezirk ‚zu Hause‘. Es ist demnach, wie GAMS schon mehrfach betont hat, nicht richtig, unsere im wesentlichen von (südrussischen) Wald- und Wiesensteppenarten bestimmte Vegetation als ‚pontisch‘ zu bezeichnen.“ Auch der oft gebrauchte Ausdruck „pontische Hügel“ für die die Rheinebene beidseitig begrenzenden Kalkvorhügel erweckt nur falsche Vorstellungen und sollte besser vermieden werden. Einige weitere Arten sind heute in den Steppen Ungarns und der nördlichen Balkanhalbinsel verbreitet; sie gehören dem pannonischen Florenelement an.

Die Gesamtheit der aus dem Osten stammenden Arten faßt man zum kontinentalen Florenelement zusammen; doch ist hier noch einmal zwischen europäisch-kontinentalen Arten, die nur in den Steppen und Waldsteppen Osteuropas verbreitet sind und euro-sibirisch-kontinentalen Arten, die sowohl in den osteuropäischen als auch in den süd-sibirischen Steppen beheimatet sind, eine Unterscheidung zu treffen.

Für die kontinentalen Elemente unserer Steppenheide lassen sich zwei Hauptwanderwege rekonstruieren: Ein nördlicher führt über die Flußsysteme der Weichsel, der Oder, der Elbe und des Mains, ein südlicher die Donau aufwärts entweder über die Schwäbische Alb und den Kraichgau oder auf dem Umweg über das Bodenseegebiet in die Oberrheinische Tiefebene. Hier im Süden gebot das große Waldgebiet des Schwarzwaldes als unüberbrückbares Hindernis einem geradlinigen Vordringen Einhalt. In seinem Innern finden wir keinerlei Andeutung einer Steppenflora. Doch liegen entlang der oben aufgezeigten Wege fast alle Steppenheideinseln Deutschlands.

Daß die Oberrheinische Tiefebene auch nach Süden offene Verbindungswege haben muß, zeigt die Tatsache der gerade hier sehr starken Durchmischung der Steppenheide mit Arten submediterraner Hauptverbreitung; diese treten im Gesamtbild genau so stark hervor wie die kontinentalen Arten. Für die südlichen Elemente kommen die Flußsysteme der Rhône und der Mosel als Wanderwege in Betracht. Mit diesen steht die Oberrheinische Tiefebene durch die Burgundische und die Pfalzburger Pforte direkt in Verbindung. Besonders die erstere ist als Pflanzenwanderstraße für Arten mediterraner Herkunft bekannt. Hier bieten sich an den kalkigen Hängen des Jura ausgezeichnete Verbreitungsmöglichkeiten. Am Isteiner Klotz finden wir dann auch bereits die ersten Steppenheiden der Oberrheinebene.

Nur wenige Vertreter der Steppenheide weisen eine rein west- bis mitteleuropäische Hauptverbreitung auf, wie etwa *Genista pilosa*. Sie wer-

den als subatlantische Arten gekennzeichnet. Ebenso treten Arten mit montaner Verbreitung in geringer Anzahl auf. Nur die durch ganz Europa und Asien verbreiteten Arten machen sich auch in der Steppenheide durch spürbaren Anteil bemerkbar.

Daraus ergibt sich, daß die Steppenheiden der Oberrheinischen Tiefebene Pflanzengesellschaften umfassen, deren Artengefüge durch Vertreter ost- und südeuropäischer Assoziationen bestimmt wird. Doch muß an dieser Stelle schon hervorgehoben werden, daß dies je nach Lage, ob weiter südlich oder weiter nördlich, ob am östlichen oder westlichen Rand der Ebene, zu verschiedenen Anteilen geschieht.

Bezüglich der Verbreitung der Steppenheide in ganz Deutschland kann auf die zusammenfassenden Darstellungen HUECK's (1935, Bd. 3) verwiesen werden. Auf einige Steppenheidegebiete innerhalb der Pfalz wird noch hinzuweisen sein. Vorausgeschickt sei nur, daß die in der Literatur verschiedentlich erwähnten Standorte am Nollen bei Neustadt und im Grübentälchen bei Kaiserslautern heute vernichtet sind.

B. HAUPTTEIL

I. Das Untersuchungsgebiet

1. Seine Lage

Die Oberrheinische Tiefebene reicht in ihrer Nord-Süd-Ausdehnung von Mainz bis Basel. In der Mitte der nördlichen Hälfte liegt an ihrem Westrande das Gebiet von Bad Dürkheim im Bereich der Vorhügelzone des Haardtgebirges. Diese Kalkhügelzone ist für uns von besonderem Interesse, da sich dort Reste einer Steppenheide erhalten haben. Nur nördlich von Bad Dürkheim treten die Hügel auffällig in Erscheinung, wo sie stellenweise zu einer Meereshöhe von fast 250 m aufsteigen, während die Stadt selbst etwa bei 130 m ihren tiefsten Punkt erreicht.

Dem Haardtrand folgend zieht sich der Hügelstreifen von Dürkheim in nördlicher Richtung bis gegen Grünstadt. Die Dörfer Ungstein, Leistadt, Kallstadt, Herxheim u. a. haben ihre Anteile daran fast ausschließlich mit Wein bepflanzt. Dadurch ist die Steppenheide auf kleine Inseln zusammengeschmolzen.

Teilweise tritt die Hügelzone terrassenartig bis an den Haardtrand heran, während sie bei Dürkheim selbst, durch ein Tal von ihm getrennt, isoliert aus der Ebene aufsteigt. Stellenweise ist sie 3 km breit. Von Leistadt aus wird sie in west-östlicher Richtung von einem Tal durchschnitten, das bei Herxheim einen Steilabfall nach Süden aufweist, an dessen oberem Rand das charakteristische Felsband des Naturschutzgebietes auffällig in Erscheinung tritt. Besonders bei Kallstadt sind die Hügel durch große Steinbrüche verunstaltet, doch haben sich gerade an deren Stirnkanten schöne Steppenheidereste erhalten können.

Wie aus der „Flora der Pfalz“ (SCHULTZ 1846) zu entnehmen ist, waren die Hügel früher mit viel ausgedehnteren und auch reicheren Steppenheiden bedeckt.

Südlich von Bad Dürkheim reicht die Ebene, leicht ansteigend, bis an den Fuß der Haardt heran. Von einer Hügelzone kann hier kaum die Rede sein; sie beginnt erst wieder südlich von Neustadt und erreicht auf der

kleinen Kalmit bei Landau mit 269 m die größte Höhe der pfälzischen Hügelize. Auch auf diesem, 3 km vom Gebirgsrand entfernt aufragenden Kalkhügel finden sich noch Standorte von Steppenheidepflanzen.

Das ganze Gebiet wird im Westen von den schnell auf teilweise über 500 m ansteigenden Höhen der Haardt begrenzt. Dort aber, wo am Fuß der Berge die Weingärten noch nicht an den Lößinseln in die Höhe geklettert sind, liegen die Standorte der an seltenen und schönen Pflanzen reichen Steppenheidewälder.

Landschaftlich gehört das ganze Gebiet zum Edelweinbaubereich der Mittelhaardt, der sich von Neustadt bis Herxheim erstreckt. Die westlich sich anschließende Übergangszone zum geschlossenen Waldgebiet wird durch das reichliche Auftreten der Kastanie gekennzeichnet.

Das Untersuchungsgebiet liegt sowohl nördlich als auch südlich von Bad Dürkheim und reicht von Deidesheim bis Herxheim am Berg. Doch wurden auch benachbarte Standorte kursorisch in die Untersuchung mit einbezogen.

2. Geologische Verhältnisse

Die Oberrheinische Tiefebene ist ein Grabenbruch. Sie verdankt ihre Entstehung dem Absinken des einst hier vorhandenen niederen Buntsandsteingebirges, das sich von Lothringen bis zum Schwäbisch-Fränkischen Stufenland erstreckte. Gleichzeitig mit dem Einbruch erfolgte eine Emporpressung der Grabenränder, wobei die Gebirgszüge der Haardt, der Vogesen, des Schwarzwaldes und des Odenwaldes entstanden sind. Der erste Einbruch erfolgte in der mittleren Periode des Tertiärs, im Oligozän. Damals war dem Buntsandstein Muschelkalk aufgelagert. In der Südpfalz ist er heute noch stellenweise am Grabenrand an der Oberfläche vorhanden. Im Untersuchungsgebiet findet er sich nur an einer Stelle im Gebirge selbst oberhalb des Basaltbruches bei Forst. Reste einer bezeichnenden Kalkflora, auf die noch zurückzukommen sein wird, weisen dort auf ihn hin.

Die Hügel nördlich von Bad Dürkheim bestehen dagegen alle aus Tertiärkalk. In den oligozänen Grabenbruch war nämlich das Meer eingeströmt, hatte stark am Grabenrand gearbeitet und war dann versiegt. Nach einem zweiten Einbruch des Grabens im Miozän (SPUHLER 1957, S. 6) drang erneut das Meer ein. Es hinterließ als Ablagerung die tertiären Kalke, von denen unsere Vorhügelize aufgebaut wird.

An vielen Stellen, so auch im Gebiet südlich von Bad Dürkheim ist der Tertiärkalk von aufgewehtem Löß bedeckt. Für ihn gibt F. v. RICHTHOFEN eine für die Vegetationsgeschichte unseres Gebietes vielleicht interessante Definition: „Eine durch Wind fortgeführte, aus der Atmosphäre niedergeschlagene, von Steppengräsern festgehaltene Staubablagerung“ (Kosmos-Lexikon 1953, Sp. 1730). In der Rebzone ist der Löß oft mehrere Meter mächtig, wie ein schöner Aufschluß westlich von Forst eindrucksvoll zeigt. Stellenweise ist der Löß auch am Steilabfall des Haardtgebirges auf dem Buntsandstein angeweht, wo er die erwähnten Standorte der Steppenheidewälder abgibt. Die Auflage beträgt hier im Durchschnitt nicht mehr als 30—40 cm, doch konnten mit einem Handbohrer im Steppenwald westlich von Deidesheim auch Auflagen von über 1 m nachgewiesen werden. Über weite Strecken ist hier der Löß am steilen Hang von Buntsandstein-

gehängeschutt überlagert. Dies macht sich am plötzlichen und fast vollständigen Zurücktreten der Steppenpflanzen bemerkbar. An einem Aufschluß konnte der Löß in einer Tiefe von 1,20 m wiedergefunden werden, während über ihm eine geschlossene Schicht von Sand und Gesteinstrümmern mit vollkommen entkalktem Löß vermischt lagert. Theoretisch könnten an Stellen mit einer weniger mächtigen Schicht dieses Gehängeschuttes noch Steppenheidepflanzen den darunter lagernden kalkhaltigen Löß erreichen, dazu müßten aber zuerst ihre Keimlinge in der obersten Schicht gedeihen, was nicht möglich zu sein scheint.

Auf eine geologische Besonderheit des Naturschutzgebietes soll noch hingewiesen werden. Den Namen „Felsberg“ trägt es nach den schönen, riffartigen Felsbildungen des miozänen „Hydrobienkalkes“ (BUCHER 1913, S. 33) am oberen Rand des Barentälchens (s. Abb. I, 2). Der Tertiärkalk wird hier auf 50 m Mächtigkeit geschätzt. Das nordöstlich hinter den Felsen sich anschließende Felsplateau mit den Hauptstandorten der Steppenheide ist von vielen eigenartigen, ziemlich langen und netzartig verteilten Gräben, sog. Karren, zerschnitten. Sie sind zum Teil schmal und spaltenförmig, zum Teil, meist durch sekundäres Absprengen, bis 1 m breit und stellenweise, soweit meßbar, bis 80 m tief. Oft sind sie mit Verwitterungsschutt aufgefüllt. Ihre Entstehung wird als Ergebnis einer mechanischen Erosion, etwa durch Bewegung des Untergrundes gedeutet (RITTER 1916, S. 36). Daneben finden sich häufig auch die Spuren chemischer Korrosion, bei der weichere Einschlüsse im Kalkfels durch das Regenwasser und die darin gelöste Kohlensäure langsam ausgewaschen werden, während die umgebenden, härteren Schichten dem Auflösungsprozeß mehr Widerstand entgegensetzen. Dabei entstehen ovale, meist tellerförmig flache, aber auch bis 50 cm tiefe „Karrenschüsseln“, wie ECKERT ähnliche Bildungen in den Kalkalpen bezeichnet (BUCHER 1913, S. 33).

3. Der Boden

Der Säuregrad ist einer der wichtigsten Bodenfaktoren. Größere Unterschiede der pH-Werte, wie sie besonders im Steppenheidewald zu beobachten sind, prägen sich in einer scharfen Zonierung der Vegetation aus.

Die Steppenheidepflanzen sind fast durchweg an basisch reagierende Böden gebunden; Arten, die an sauren Stellen verbreitet waren, wurden in der Steppenheide nur ganz vereinzelt beobachtet. Besonders schön ist dies im Gebiet westlich von Deidesheim zu sehen. Abb. III zeigt den dortigen Waldrand mit den am Hang hochsteigenden, schraffiert eingetragenen Lößinseln. Allein auf ihnen finden wir Ansammlungen von Steppenpflanzen. An vielen anderen Stellen ist der Löß, wie schon erwähnt, von sauer reagierendem Buntsandsteinverwitterungsboden und Hangschutt bedeckt. Schlagartig ändert sich dort das Bild. Es wird nun von Pflanzen bestimmt, die im Steppenheidewald so gut wie nie zu finden sind: *Festuca vulgaris*, *Poa nemoralis*, *Deschampsia flexuosa*, *Polypodium vulgare* und Moose, wie *Polytrichum attenuatum*, stellenweise auch *Asplenium adiantum nigrum*, *Calluna vulgaris* und *Leucobrium glaucum*.

Mit großer Sicherheit kann man hier von der Pflanzengesellschaft auf die Acidität des Bodens schließen. Durch sein starkes Aufbrausen beim Benetzen mit Salzsäure läßt der Löß bereits hohen Kalkgehalt vermuten.

Nachprüfungen der pH-Werte mit einer Chinhydron-Elektrode nach der bei BRAUN-BLANQUET (1951, S. 213) angegebenen Methode ergaben Werte von über 7,9 (höchster mit dem mir zur Verfügung stehenden Gerät meßbarer Wert). Außerhalb der Steppenheide konnten dagegen Werte im stark sauren Bereich festgestellt werden. Eine der Meßreihen sei beispielhalber hier angeführt:

1. Steppenheidewald: Oberste Schicht 30 cm Löß: pH = 7,87
2. Steppenheidewald nahe der Lößgrenze: Oberste Schicht, Löß: pH = 7,5
3. Laubmischwald 5 m oberhalb der Lößgrenze bei *Calluna vulgaris*, Sand: pH = 4,6

Nur wenige Pflanzen sind an beiden Standorten zu finden, so vor allem *Anthericum liliago* und *Silene nutans*; sie haben eine weitere pH-Amplitude als es sonst bei Steppenheidepflanzen der Fall ist.

In den Trockenrasen der Kalkhügel liegen die pH-Werte der Böden fast ausnahmslos im basischen Bereich. Nur der den größten Teil des Tages im Schatten liegende steil nach Osten abfallende Hang südlich von Leistadt, der von einem dichten Haselgebüsch bedeckt ist, neigt stellenweise zur Versauerung; darauf ließ schon die Anwesenheit von *Polypodium vulgare* schließen. Doch konnte mit dem niedrigsten gemessenen Wert von pH = 6,2 keine starke Versauerung nachgewiesen werden.

Der Boden in den Weinfeldern der Hügel entspricht natürlich nicht mehr der ursprünglichen Kalkverwitterungserde. Sie wurde durch das Auffahren großer Mengen sandhaltigen Materials zum neutralen bis mäßig sauren Bereich hin verändert, da die Weinrebe bei Anwesenheit zu vieler Ca-Jonen zu Kalkchlorose (Bleichsucht) neigt. Durch diesen Sand wurden auf den Hügeln auch Standorte für neue Unkräuter geschaffen, wie etwa *Gagea arvensis*, *Erigeron canadensis*, *Veronica triphyllos* und *V. agrestis*, *Geranium molle*, *G. columbinum* und *G. rotundifolium*.

In den Steppenheiden selbst bewirkt der verwitternde Tertiärkalk eine stark basische Reaktion des Bodens. Die Meßergebnisse reichen hier von pH = 7,0 bis sicher bedeutend über 7,87 hinaus. Die niedrigsten Werte wurden auf den waagrechten Kalktafeln gefunden. Hier ist der Boden stark verwittert und intensiv mit zersetzten Pflanzen- und Tierresten zu einem dunklen Humus vom Typ der Braunerden vermischt. In den breiten Spalten sammelt sich dagegen der frische Kalkschutt, der dem Boden trotz der Anreicherung schlecht verwitternder Pflanzenteile eine stärker basische Reaktion verleiht. Auch der Steilhang nordöstlich von Leistadt mit der *Fumana procumbens*-*Globularia elongata*-Gesellschaft zeigt hohe pH-Werte. Hier wird der ausgewaschene obere Humus immer wieder weggeschwemmt. Die darunter liegende hellere Schicht, an vielen Stellen durch die hier starke Erosion zerrissen, ist ein schlecht verwitterter Kalkboden, der von zahlreichen Gesteinsstrümmern durchsetzt ist.

Die den Pflanzen unseres Untersuchungsgebietes zur Verfügung stehende Bodenschicht weist eine recht unterschiedliche Stärke auf, was sich auch auf die Ausbildung der Pflanzengesellschaft auswirkt. Im Steppenheidewald ist die entscheidende Lößschicht durchschnittlich nur 30 bis 40 cm mächtig; doch enthält die darunter lagernde Sandschicht in ihren oberen Zonen ebenfalls noch Kalk, der im Löß ausgewaschen und hier abgelagert wurde. So dringen die Wurzeln der Pflanzen noch tief in diese

Schicht ein. In den Trockenrasen der Kalkhügel herrschen bezüglich der Bodenauflage ganz andere Verhältnisse. Die *Festuca glauca*-Gesellschaft der exponierten Felsen ist nur sehr dürrtig mit Feinerde versorgt; diese ist hier überhaupt nur zerstreut in flachen Karrenschüsseln und breiteren Felsspalten vorhanden. 10—12 cm sind dabei die Maxima des Meßbaren, doch liegt der Durchschnittswert weit darunter. Auch auf den fast waag-rechten Kalkplateaus, die von der *Stipa capillata*-Gesellschaft besiedelt sind, kann sich keine umfangreichere Feinerdeschicht bilden, da der größte Teil des losen Materials in die tiefen Gräben geschwemmt oder geweht wird. Hier konnten Bodentiefen von 20—25 cm über dem Kalkfels gemessen werden, während der Durchschnitt bei 12—15 cm liegen dürfte. Nur wenig tiefer ist stellenweise der Schuttboden in der *Fumana*-Gesellschaft. Überall tritt auch nackter Fels zutage, auf dem nur noch einige Gesteinsflechten gedeihen.

Angesichts dieser geringen Bodenauflage über dem harten Kalkfels wird die Frage der Bewurzelungsverhältnisse bedeutsam. Auf sie soll später eingegangen werden (S. 170 ff.). Über andere für die Vegetation bedeutungsvolle Bodenfaktoren wie Körnung und Struktur, Bodenwasser, Durchlüftung und Bodenfauna konnten aus Zeitmangel keine Messungen durchgeführt werden. Nur auf den für die Steppenheide besonders wichtigen Faktor der Bodenwärme sei noch kurz eingegangen.

Die Messungen wurden mit sogenannten Stechthermometern in Messinghülsen vorgenommen. Einige charakteristische Ergebnisse sind in Tabelle 14 zusammengestellt. Daraus geht hervor, daß sich die obersten Schichten bei ungehinderter Sonneneinstrahlung sehr stark erwärmen. In Rasenlücken der baum- und strauchfreien Hügelsteppe waren in süd-exponierter Lage an wolkenlosen Sommertagen Temperaturen von über 50° keine Seltenheit; der höchste Wert wurde mit 59° oberhalb des Annaberges gemessen. Diese hohen Werte der obersten Bodenschicht spielen sicherlich eine bedeutsame Rolle bei der Abwehr fremder Pflanzenarten, die in der Steppenheide Fuß fassen wollen. Sie helfen also mit, das hier so charakteristische Artengefüge zu erhalten.

Mit zunehmender Bodentiefe nimmt die Temperatur jedoch sehr schnell ab, um von etwa 20 cm an ausgeglichene Werte zu zeigen, die bei weiterer Bodentiefe nur noch sehr langsam sinken. Fast alle ausdauernden Pflanzen der Steppenheide dringen mit ihren Wurzeln in diese gemäßigten Zonen vor, wenn es die Tiefe der Bodenauflage erlaubt. Meist ist jedoch der harte Fels bald erreicht, der einem weiteren Eindringen Einhalt gebietet, es sei denn, daß eine der zahlreichen Spalten den Weg ins Innere des Gesteins öffnet. Von dieser Möglichkeit wird von den Wurzeln überaus häufig Gebrauch gemacht.

Unter dichten Grashorsten oder dort, wo die Rasendecke etwas geschlossener ist, herrschen auch an der Oberfläche weniger extreme Temperaturen. Während z. B. unter einem dichten Horst von *Carex humilis* an der Erdoberfläche 45° gemessen wurden, zeigte eine Rasenlücke unmittelbar daneben 57°. Trotzdem wäre es den Pflanzen nicht möglich ohne besondere Schutzeinrichtungen, auf die noch eingegangen wird, diese extremen Temperaturen zu ertragen.

Auffällig ist noch die gleichbleibende Temperatur des Bodens ab 20 cm Tiefe, die selbst von recht großen Veränderungen an der Oberfläche nur wenig beeinflußt wird. Um den 26. 7. herrschte eine Hitzeperiode mit starker Insolation, dem 1. 8. waren kühle Tage mit Regen vorausgegangen. Wie die beiden ersten Meßreihen der Tabelle 14 zeigen, war in der Zwischenzeit die Temperatur der obersten Bodenschicht um 29° gesunken; in einer Tiefe von 30 cm hatte sie sich dagegen nur um 4° geändert. Auch im Tag-Nacht-Rhythmus beweisen die unteren Bodenschichten ihre Fähigkeit der Wärmespeicherung. So veränderte sich die Temperatur an der Oberfläche einer Steppenheide vom 22. auf 23. 8. von nachmittags 16 Uhr bis zum nächsten Morgen um 7 Uhr um $23,5^{\circ}$, während sie in einer Tiefe von 20 cm im gleichen Zeitraum nur um $1,5^{\circ}$ zurückging. Daraus geht hervor, daß unsere Pflanzen, trotz der großen Schwankungen an der Oberfläche, in der Tiefe gleichmäßig optimalen Temperaturen ausgesetzt sind, die für die physiologischen Vorgänge in und an den Wurzeln von entscheidender Bedeutung sein dürften.

4. Das Klima

Klimatisch günstige Bedingungen sind im Zusammenwirken mit den Bodenfaktoren die wichtigsten Voraussetzungen für das Vorhandensein einer Steppenheide. Bei der Beurteilung der klimatischen Einflüsse ist es von großer Wichtigkeit, das Gebiets- oder Großraumklima von dem Lokalklima, wie es am Standort einer Pflanzengesellschaft vorherrscht, zu unterscheiden. Vom Gebietsklima wird die sog. Klimaxvegetation (s. S. 163) geprägt, vom Lokalklima eine bestimmte Pflanzengesellschaft (Assoziation). Innerhalb dieses lokalen Klimabezirkes gilt es noch, das von unterschiedlicher Hanglage oder ähnlichen Faktoren bedingte Mikroklima zu beachten, das sich oft in besonderen Ausbildungsformen der Pflanzengesellschaften (Subassoziaton) ausprägt. Für die Vegetation unserer Steppenheide besonders wichtige Klimafaktoren sind Wärme, Licht, Niederschlag und Wind.

a. Gebietsklima:

Die Tabellen 16 bis 18 wurden nach den Karten des vom Deutschen Wetterdienst herausgegebenen Klimaatlas für Rheinland-Pfalz zusammengestellt. Der Vergleich ergibt eine weitgehende klimatische Übereinstimmung mit dem als Trockengebiet bekannten Mainzer Becken, von dem es auf vielen Karten als südlicher Ausläufer erscheint, vor allem was die Niederschlagsverhältnisse anlangt (s. Tabelle 17). Beide Gebiete, sowohl das Mainzer Becken als auch die Dürkheimer Hügel liegen in der Zone mit einem durchschnittlichen Jahresniederschlag von 500—550 mm. Die Hügel erscheinen dabei dicht an der westlichen Grenze einer lokalen Trockeninsel mit weniger als 500 mm Niederschlag. Ein ähnlich trockenes Gebiet finden wir an der Nahe bei Kreuznach noch einmal. Es sind die niederschlagsärmsten Landstriche des ganzen westlichen Deutschland.

Das Gebiet bei Bad Dürkheim liegt im Regenschatten des Pfälzer Waldes und ist davon am stärksten betroffen. Nur wenige km weiter westlich finden wir bereits Gebiete mit 850 mm Niederschlag und im Herzen des Pfälzer Waldes sogar solche mit 950 mm.

Die zum Vergleich angeführten Werte des Beobachtungsjahres bilden selbst hier eine starke Ausnahmeerscheinung. Doch wurden im Laufe der letzten 10 Jahre noch zweimal Werte von weit unter 500 mm Jahresniederschlag gemessen, nämlich 1953 mit 439,8 mm und 1949 mit 419,6 mm.

Der Niederschlag verteilt sich ziemlich gleichmäßig auf das ganze Jahr mit einem Minimum im Februar und einem Maximum in den Sommermonaten. Dieses Maximum steht aber den Pflanzen wegen der gleichzeitigen starken Verdunstung nur beschränkt zur Verfügung, zumal es zum großen Teil aus Gewittern resultiert. Deshalb sind die Niederschläge des Frühjahres für die Vegetation bedeutsamer.

Auch die Temperaturverhältnisse ähneln denen des Mainzer Beckens, was sich in einem gleichen, durchschnittlich zu erwartenden Jahresmittel von 9—10° ausdrückt. Damit gehören beide Gebiete auch zu den wärmsten Deutschlands. Doch ist gerade in dieser Beziehung auf lokalklimatische Besonderheiten zu achten.

Bemerkenswert sind die hohen Julitemperaturen an der Weinstraße, die hier mit über 19° außerhalb von Städten den höchsten Durchschnitt von ganz Deutschland erreichen. Durch sie wird auch die hohe Jahreschwankung von über 18° bedingt, in der sich das kontinental gefärbte Klima besonders deutlich ausdrückt. Die hohen Sommertemperaturen werden im Lee des Haardtgebirges durch eine starke Auflockerung der Bewölkung und dadurch bedingte verstärkte Sonneneinstrahlung verursacht. Das Gebiet an der Weinstraße erreicht auch über 50 heitere Tage im Jahr, an denen die Bewölkung unter 2,0 Zehntel des Himmelsgewölbes liegt. In dieser Hinsicht ist das Mainzer Becken deutlich benachteiligt. (vgl. Tabelle 18).

Die starke Insolation bedingt ihrerseits wieder zahlreiche lokalklimatische Besonderheiten.

Die Vergleichswerte des Pfälzer Waldes wurden angeführt, um zu zeigen, wie scharf die klimatisch begünstigte Zone auf die Oberrheinische Tiefebene und ihre Randhöhen beschränkt ist. Unter den so stark veränderten Bedingungen (s. Tabellen) können wir im Innern des Waldgebietes keine Steppenheide mehr vermuten.

Über die Windverhältnisse liegen keine vergleichbaren Messungen vor.

b. Lokalklima:

Um einen ungefähren Überblick über die Klimaveränderungen auf engstem Raum zu gewinnen, wurden 2 km nördlich und 100 m über der Dürkheimer Wetterstation drei Maximum-Minimum-Thermometer 20 cm über dem Erdboden aufgebaut und beobachtet. Die erste Meßstelle lag frei auf der Kuppe eines Hügels, die zweite in einem windgeschützten Steilhang, beide mit Steppenheide bewachsen. Die dritte Stelle wurde dagegen in einem ca. 400 m entfernten dichten Laubmischwald am Haardttrand angebracht. Einige Ergebnisse veranschaulicht Tabelle 15. Der Vergleich der Werte mit denjenigen der Station zeigt sehr deutlich, daß sowohl die täglichen Höchstwerte als auch die nächtlichen Tiefstwerte in der Steppenheide auf den Hügeln nicht unbedeutend höher liegen als unten im Tal (Dabei muß allerdings beachtet werden, daß die Station ihre Werte

aus einer Höhe von 2 m erhält, während ich in 20 cm Höhe gemessen habe. Doch hatte mich DR. GREBE schon im Frühjahr auf die ungünstige Lage der Station in einem „Frostloch“ aufmerksam gemacht). Wahrscheinlich würden sich die Jahresdurchschnittswerte ebenfalls deutlich von denen der Station unterscheiden.

Auch die mikroklimatischen Unterschiede sind bedeutend. So waren im Sommer an den steil nach Süden abfallenden Kalkfelsen bei voller, fast senkrecht auftreffender Sonne Temperaturen von 40° und mehr keine Seltenheit, allerdings nur knapp über dem Boden. Hier strich die Luft an den heißen Felsen in die Höhe und erhitze sich sehr stark. Dieser Strom von Heißluft war in den frühen Nachmittagsstunden während der Hitzeperiode ständig spürbar und ließ den Aufenthalt hier fast unerträglich werden. Doch schon in geringer Entfernung von den Felsen nahmen die extremen Temperaturen ab, wie folgende Meßreihe zeigt:

1. Boden 1 cm Tiefe: 54°
2. Luft 1 cm Höhe: 40°
3. Luft 10 cm Höhe: 38°
4. Luft 20 cm Höhe: 36,5°

Die Messung wurde im Windschatten um 15 Uhr vorgenommen. Die relative Feuchte der Luft betrug zur gleichen Zeit in 5 cm Höhe 24 %. An diesem extremen Standort waren noch reichlich *Fumana procumbens*, *Festuca glauca*, vereinzelt Exemplare von *Viola arenaria*, *Anthericum ramosum*, *Potentilla arenaria* u. a. zu finden.

Auf dem Plateau des Hügels bei der 1. Meßstelle sind wohl weniger starke Sonneneinstrahlung infolge geringerer Neigung und ausgleichende Winde für die niedrigeren Temperaturen (im Vergleich zur Meßstelle 2) verantwortlich.

Am nahen Waldrand im dichten Schatten der Laubbäume (kein Steppenheidewald!) herrschten natürlich ganz andere Bedingungen. Auffällig sind die niedrigen Maxima, die verhältnismäßig hohen Minima, und daraus resultierend die geringen Tag- Nacht-Schwankungen. Dies wird durch den dichten Kronenschluß der Bäume verursacht, die vor allem bei Nacht ein Abströmen der Wärme nach oben verhindern. Wurden auf dem Plateau des Hügels noch Schwankungen von über 20° festgestellt, so waren es an dem doch recht nahen Waldrand höchstens 10°, meist sehr viel weniger. Auch im Tal wurden durchweg geringere Tag-Nacht-Schwankungen festgestellt als auf dem Plateau des Hügels.

Schon diese kursorischen Untersuchungen zeigen deutlich, wie sehr auf engstem Raum Klimafaktoren stark variieren können.

Zusammenfassend darf gesagt werden, daß unsere Steppenheide einem Klima ausgesetzt ist, das von großer Trockenheit, hohen Sommertemperaturen und großen Tag-Nacht-Schwankungen, sowie starker Sonneneinstrahlung gekennzeichnet ist. Darüberhinaus erhöhen häufige Winde und niedrige Luftfeuchtigkeit die austrocknende Wirkung auf die Pflanzen. Nur hoch spezialisierte Arten können diesen Klimaanforderungen trotzen. In dem vergangenen, selbst hier ungewöhnlich trockenen Sommer wurde fast nirgends beobachtet, daß Unkräuter oder sonstige standortfremde Pflanzen in die kleinen Steppenheiden eindringen konnten, was natürlich

in feuchteren Jahren möglich ist. Wo es auch in diesem Jahr anfänglich vereinzelt geschah, genügte die erste große Hitzeperiode, sie zum Absterben zu bringen. Ein Unkraut, *Diploxaxis tenuifolia*, ist auch auf den trockensten Felsen zu finden und muß zur Begleitflora der Steppenheide gerechnet werden. Im Anschluß an die Erörterung des Klimas soll noch kurz, soweit es meine geringe Erfahrung erlaubt, auf die recht schwierige Klimaxfrage eingegangen werden.

Unter einer Klimaxvegetation versteht man diejenige Pflanzengesellschaft, die unter den gegebenen klimatischen Bedingungen optimale Entwicklung zeigt und als Schluß- oder Dauergesellschaft keine Entwicklungstendenzen zu anderen Vegetationseinheiten mehr zeigt. Großräumig wird auch unser Gebiet in die Klimaxzone des Buchenwaldes einbezogen, doch wird diese Aussage gerade an den Rändern der Oberrheinischen Tiefebene mit ihren Steppenheidegebieten sehr oft in Zweifel gestellt. Auch im Untersuchungsgebiet ist der Buchenwald nirgends großflächig entwickelt, wie man es von einer Klimaxgesellschaft, die mit dem Gebietsklima im Gleichgewicht steht, eigentlich erwarten sollte. Die bewaldeten Ostabhänge der Haardt zeigen keinerlei Tendenzen zur Entwicklung eines Buchenwaldes, die vorgelagerten Hügel noch viel weniger. Nur an einer Stelle finden wir ihn einigermaßen typisch entwickelt, nämlich im Bischofswald bei Battenberg. Doch besteht auch hier die Baumschicht nicht ausschließlich aus der Rotbuche, sondern auch zu einem nicht geringen Anteil aus der Hainbuche.

Die Strauchschicht ist nur an den Rändern stärker entwickelt und setzt sich aus *Corylus avellana*, *Acer campestre*, *Crataegus oxyacantha*, *Evonymus europaeus*, *Hedera helix*, *Sambucus racemosa* und *Clematis vitalba* zusammen. In der Krautschicht ist das massenhafte Auftreten von *Scilla bifolia* auffällig, die bereits Ende März über dem welken Laub des Vorjahres zu vielen Tausenden ihre blauen Sternchen öffnet, reichlich vermischt mit den weißen Blüten des Buschwindröschens. Unter dem Gebüsch aber führt das hübsche Leberblümchen ein etwas verstecktes Dasein. Etwas später, wenn schon das frische Laub der Buchen den Sonnenstrahlen fast den Eintritt verwehrt, erwachen die gelben Blüten der Goldnessel (*Lamium galeobdolon*) und bestimmen das Bild. Weitere charakteristische Arten der Krautschicht sind: *Sanicula europaea*, *Asarum europaeum*, *Melica uniflora*, *Convallaria majalis*, *Neottia nidus avis*, *Potentilla tormentilla*, *P. sterilis*, *Heracleum sphondylium*, *Campanula rotundifolia*, *Luzula campestris*, *L. nemorosa*, *Scrophularia nodosa*, *Lactuca murorum*, *Dryopteris filix-mas* u. a.

Da sich dieser Wald aber auf einen ausgesprochen kühlen Nordabhang beschränkt, dürfte er kaum von dem oben beschriebenen Großraumklima bestimmt sein; er muß wohl als lokalklimatische Besonderheit betrachtet werden.

Der unter den Bedingungen des Hügelklimas immer wiederkehrende Wald an den Ostabhängen der Haardt ist der Laubmischwald, bestehend aus Eichen (*Quercus petraea*) und Edelkastanien. Da diese beiden Arten auch einen wesentlichen Bestandteil des Unterholzes als Stockausschläge bilden, kann hier vielleicht von einer sich selbst erhaltenden, sich nicht mehr weiter entwickelnden Dauergesellschaft gesprochen werden.

II. Die Pflanzengesellschaften der Steppenheide

1. Die Steppenheide im Wechsel der Jahreszeiten

Wenn der naturverbundene Wanderer, dem Dunstschleier und Lärm der Straße entfliehend, seinen Weg zu den runden Kuppen der Hügel lenkt, die wie ein grüner Kranz die bewaldeten Berge der Haardt säumen, wird er sicherlich die kleinen Ödflächen aufsuchen, die da und dort zwischen die gepflegten Weingärten eingestreut sind. Zu allen Jahreszeiten machen sie im grauen Kleid zäher und doch längst abgestorbener Pflanzenteile einen zurückweisenden Eindruck; doch nur von ferne. Der aus der Nähe Schauende wird reich beschenkt. Bald wird er nicht mehr fragen, weshalb der Landmann, der hier sonst den verborgensten Winkel ausnutzt, diese kleinen Flächen noch nicht unter den Pflug genommen hat. Er wird vielmehr staunen über die Vielfalt an Form und Farbe, die er hier mitten in der Kultursteppe des Menschen nicht anzutreffen glaubte. Und er muß dankbar sein, daß hier bis in unsere Tage ein Stück unberührter Natur erhalten wurde, in dem scheinbar Unzeitgemäßes überdauern konnte.

Schon im zeitigsten Frühjahr, wenn noch eisige Stürme an den verdorrten und doch so festen Halmen der *Stipa*-Gräser zerren, erwacht die Steppenheide zu neuem Blühen. Ja selbst an einem schneefreien, kalten Wintertag ist der Besucher nicht enttäuscht. Denn es ist die große Zeit der Moose und Flechten. An den vereisten Felskanten glitzert die seltene Erdflechte *Caloplaca fulgens*, überall leuchten die eingerollten Lager der *Cladonia foliacea* und knisternd zerbröckeln unter dem Tritt des Menschen die abenteuerlichen, geweihartigen Thalli der *Cladonia rangiformis*. Die blaubereiften Kügelchen der *Toninia coeruleonigricans* liegen wie von der Hand eines Säckmanns ausgeworfen in allen Rasenlücken. Dort hat auch die graue Becherflechte *Cladonia pyxidata* ihre starren Fruchtkörper sehr zahlreich aufgerichtet und die flache Schildflechte *Peltigera rufescens* hält ihre rotbraunen, kreisrunden Apothecien wie Nägel auf fingerartig ausgezogenem Thallus. Sie alle sind mitten im Winter zu ihrer ganzen Schönheit entfaltet.

Aber auch die Moose trotzen der Kälte. Sie breiten ihre Rasen und Polster aus, sofern nur die Sonne ihnen das Eis von den Blättchen schmilzt. Zu keiner anderen Jahreszeit findet man sie dann so lebensfrisch und kräftig. Das zierliche Tannenmoos (*Abietinella abietina*) ist locker zwischen den Grashorsten verbreitet, während das Katzenpfötchen (*Rhytidium rugosum*) kräftige Rasen bildet, die der Fuß des Wanderers so gerne sucht. Auf den nackten Kalkfelsen glänzt das Goldmoos (*Camptothecium lutescens*), während das Spaltmoos (*Schistidium apocarpum*) seine versteckten Kapseln dem nahen Auge offenbart. Vielleicht ist aber das Glockenhutmoos (*Encalypta vulgaris*) mit seiner zierlichen Haube und dem glänzendroten Kapselstiel das hübscheste von allen. Doch nur wenig steht ihm das Hornzahnmoos nach, das in der Tiefe breiter „Karren“ seine purpurnen Sporangone fertig ausgebildet hat. Nur das kleine Lebermoos *Grimmaldia fragans* bleibt auch im Winter unauffällig.

Die Gefäßpflanzen bieten demgegenüber ein recht trostloses Bild. Obwohl kein Hauch von Leben mehr in ihren oberirdischen Trieben ist, werden die festen Gräser und Stauden nur sehr schwer geknickt und selbst

dann noch flattern sie im Winde wild auf und ab. Nur vereinzelte Exemplare, manchmal auch kleine Kolonien der Nieswurz (*Helleborus foetidus*) beleben das Bild. Ihre gelbgrünen Blütenstände mit den zahlreichen hängenden, braunrot gesäumten Blütenglöckchen ragen aus dem Schnee, und ihren lederartig harten Blättern kann auch heftiger Frost nichts anhaben. Liegen in der freien Steppenheide die Blütenprosse etwas geneigt dem steinigen Substrat genähert, so steigen sie im windgeschützten Halbdunkel der Gebüsche hoch auf. Bereits im Januar waren einzelne Glöckchen aufgeblüht und ließen die gelben Staubblätter sehen.

Sträunende Stieglitze und Scharen hungriger Drosseln gehören ebenso zu diesem winterlichen Bild wie der aus dem altersgrauen Fels abstreichende Steinkranz.

Doch schon in den letzten Februartagen kann der Wanderer von einem unvergeßlichen Erlebnis beglückt werden, wenn er in den sonnenerwärmten Felsen am Annaberg die erste Blüte der Küchenschelle bewundern darf. Sie wird dort als erstes Lebenszeichen aus dem scheinbar toten Hang hervorgebrochen sein und vielleicht sind ihre frischen blauvioletten Blütenblätter schon bald vom Winde zerzaust. Aber der Frühling läßt nun auf der Südseite nicht mehr locker. Schon lugt die nächste Blüte vollkommen in einen hellen Pelz gehüllt aus der Felsspalte hervor bereit zur Wachablösung. Fast zur gleichen Zeit erwachen die ersten Blüten des Sandfingerkrauts (*Potentilla arenaria*), die bald in großen gelben Kissen den grauen Fels beleben werden. Nun folgt eine Überraschung der andern. An windgeschützten Wänden sonnen sich die ersten Mauereidechsen, die der beginnende März zu neuem Leben erweckte. Die Erdsegge (*C. humilis*) hat über Nacht ihre niedrigen Halme durch das Gewirr toter Pflanzenteile ans Licht geschoben, als habe sie nur auf die ersten Sonnenstrahlen gewartet. Die Karthäusernelke scheint noch zu zögern, doch steuert auch sie vereinzelt zu den ersten Blüten des Jahres bei. Das zierliche Hungerblümchen aber öffnet seine weißen Blütenkreuzchen schon in jeder Rasenlücke. Der Felsgelbstern (*Gagea bohemica*) bricht durch den Kalkschutt und erfreut mit dem leuchtenden Gelb seiner wenigen Blüten. Die wegen ihres hohen Seltenheitswertes oft gesuchte und zum Glück meist übersehene zierliche Felskresse (*Hutschinsia petraea*) mit den feingefiederten Blättchen, versteckt sich zwischen anderen frühblühenden Einjährigen, unter denen die Ohrchenkresse (*Arabis auriculata*) und das Steinkraut (*Alyssum calycinum*) als Steppenheidepflanzen Aufmerksamkeit verdienen. Von der reichen Veilchenflora, die jetzt überall erwacht, wagt sich nur ein Vertreter in die Trockenrasen der Hügel, das hübsche Sandveilchen mit seinem nierenförmigen Blättchen und den blauen Blüten. Während in den Weinbergen die zahlreichen Ehrenpreisarten den Anfang machen, stellenweise auch der Ackergelbstern, erblüht in Gebüsch und Wald der duftende Himmelschlüssel (*Primula officinalis*).

In Herxheim und Kallstadt wird die Küchenschelle als „Gallenrose“ in Sommertagsliedern besungen und als Frühlingsbote freudig begrüßt. Daß sie zugleich als glückverheißendes Zeichen im Osternest der Kinder nicht fehlen darf, hat sie an vielen Stellen schon so selten werden lassen. Der Naturfreund jedoch erfreut sich an ihrer Blütenpracht, die sie an einer einzigen, verborgenen Stelle noch entfaltet und bedauert, daß dieses edle

Kleinod unserer heimatlichen Pflanzenwelt schutzlos jedem respektlosen Menschen preisgegeben ist. „Da mag man wohl mit Ingrim von den Sonntagsbotanikern reden. Wer an der Sammelwut leidet, soll doch lieber an Briefmarken oder Ansichtskarten seine Lust büßen,“ schreibt GRADMANN (1898, S. 117).

In den ersten Maitagen ist die Frühlingsflora dann zu voller Pracht entfaltet. Hier beherrschen die zahllosen, gelben Blüten des Hufeisenklee, dort die hohen, blauen Sträucher der Kugelblume (*Globularia elongata*) das Bild, und allerorts hat der Faserschirm (*Trinia glauca*) seine weiß-gelben Dolden zur Blüte emporgehoben. In üppigen Büschen steht jetzt auch die Steppenwolfsmilch, und die edle Schafgarbe (*Achillea nobilis*) ist hoch aufgerichtet. Nur am frühen Morgen öffnet das Zwergsonnenröschen (*Fumana procumbens*) seine goldgelben Blüten. Zur gleichen Zeit hat auch die Heide-lerche schon auf dem nahen Weinbergpfahl ihr Plätzchen eingenommen und lullt und lullt. Der Steinschmätzer macht auf dem Felsen seine Knickse, während das Schwarzkehlchen vom höchsten Zweig des Rosenbusches sein prächtiges Gefieder zeigt. Als Besonderheit sind jetzt auch Wiedekopf und Ortolan zu beobachten.

Doch die Blüten beherrschen eindeutig das Bild. Die Weinbergränder ziehen mit unzähligen Blumen des blutroten Storchschnabels den Blick auf sich, und dazwischen mag man auch wohl das Ringelblümchen (*Calendula arvensis*) und die Färberkamille (*Anthemis tinctoria*) finden. An Glanz aber überstrahlt sie alle die weiße Bibernelle, die leider viel zu schnell verblüht. Der Reichtum an Blüten und Farben hat seinen Höhepunkt erreicht, und unsere Steppenheide wird Ziel zahlreicher Exkursionen. Es ist ja auch nirgends sonst in der Heimat der Reichtum an seltenen Arten so groß wie hier auf engstem Raume. Nur der Steppenheidewald hat ähnlich viel zu bieten, ja stellenweise übertrifft er die Steppenheide auf den Hügeln noch an Artenzahl. Auch er erreicht Anfang Mai einen ersten Höhepunkt mit der Blüte des großen Windröschens (*Anemone silvestris*) und der hohen Schwalbenwurz (*Cynanchum vincetoxicum*), dem blutroten Storchschnabel (*Geranium sanguineum*) und dem nickenden Leimkraut (*Silene nutans*), das seine Blüten am späten Nachmittag erst voll entfaltet. Vier Ginsterarten (*Genista pilosa*, *G. germanica*, *G. tinctoria*, *G. sagittalis*) wetteifern um das schönste Gelb, und der blaue Lattich (*Lactuca perennis*) reckt seine großen Blüten der Sonne entgegen.

Anfang Juni wird jeder von den zahlreichen, weißen Sternen der trau-bigen Graslinie (*Anthericum lilago*) überrascht, die jetzt überall im Walde aufleuchten, und staunend kann man beim strahlenden Gelb des rauhen Alantes (*Inula hirta*) verweilen. Auch dem selten gewordenen hohen Blütenstand des Diptams kann man jetzt begegnen. Die Luft aber ist erfüllt von dem Geruch frischen Eichen- und Kastanienlaubes und dem Duft zahlloser Blüten der Bäume und Sträucher, allen voran der Felskirsche (*Prunus mahaleb*). Den Flötenruf des Pirols vernimmt man überall, aber selten und unvergeßlich ist das Erlebnis, ihn frei im Licht der Sonne über die Weinberge am Waldrand streichen zu sehen, wenn er aufleuchtet wie Gold.

Draußen in der Steppenheide erblühen im Juni die Rosen. Es ist nicht leicht, sie richtig zu benennen. Nur die Weinrose (*Rosa eglanteria*) erkennt man schnell an dem zarten Duft, der ihren Blättern beim Zerreiben ent-

strömt. Der Boden ist sehr trocken geworden. Viele Pflanzen fruchten. Es ist gleichsam, als habe die Steppenheide vorerst genug Farben gezeigt. Aber es ist nicht so, als ob die Kräfte erschöpft seien. Nein, das Blühen geht weiter, nur weniger auffällig, nicht mehr so farbenprächtig wie zuvor. Auf den Felsen steht ohne Glanz in den kleinen Blüten ungeachtet der sengenden Sonnenstrahlen die Büschelmiere (*Minuartia fastigiata*), als habe sie tief im Innern des Gesteins einen unerschöpflichen Brunnen erschlossen. Die Gräser beherrschen wieder das Bild, aber mit neuen, frischeren Halmen. Das Federgras macht sich mit wehender, glänzender Fahne bemerkbar, doch die dichten, weißen Sträube der Perlgräser (*Melica ciliata*, *M. transilvanica*) sind kaum weniger eindrucksvoll, dazwischen aber steht vornehm aufgerichtet das Lieschgras (*Phleum boeheimeri*). Ihnen hofft man im Sommer auf den Hügeln zu begegnen, während die biegsamen Halme der aufrechten Trespe (*Bromus erectus*) und die niedrigen der zierlichen Kammshmiele (*Koeleria gracilis*) weniger Beachtung finden.

Im Wald blüht es indessen farbenfreudig weiter. Die Kleearten treten hervor, mit prächtigen, großen Blütenständen der Rotkopf (*Trifolium rubens*) und mit runden, kräftig dunkelroten der Hügelklee (*Trifolium alpestre*). Blau blüht der große Ehrenpreis (*Veronica teucrium*) im Gebüsch, violett die Kassubenwicke (*Vicia cassubica*) am Waldrand und zartrosa die Händelwurz (*Gymnadenia conopea*) unter den Kiefern. Bald wird der Wald von den unzähligen Blüten der ästigen Graslilie (*Anthericum ramosum*) und den noch zahlreicheren des Hasenohrs (*Bupleurum falcatum*) weiß und gelb erscheinen. Doch die Hirschwurz (*Peucedanum cervaria*) hebt ihre großen, weißen Dolden über sie hinaus und bestimmt als größte Staude den äußeren Eindruck im sommerlichen Steppenwald. Wer es aber wagt, im steilen Hang umherzusteigen, wird überall auf die vom hellsten bis zum dunkelsten Blau variierenden Blüten der großen Brunelle (*Brunella grandiflora*) stoßen, die ob ihrer Schönheit unsere Bewunderung verdient. Der Gamander (*Teucrium chamaedrys*) ist überall häufig, doch bringt er es nur in den Fugen alter Weinbergmauern zu größerer Blütenpracht.

Auf den Hügeln überrascht im Sommer, wenn auch nur an wenigen Stellen, der deutsche Alant (*Inula germanica*) mit einem gelben Blütenrausch sondergleichen. Unauffällig, aber als Leitpflanze von hohem Rang, steht das Ohrloffelleimkraut (*Silene otites*) zwischen den Gräsern und am Boden erblühen die Sedumarten, unter denen die Buckelfetthenne (*Sedum dasyphyllum*) besondere Erwähnung verdient. Die Smaragdeidechse am Annaberg huscht wie ein grüner Blitz davon; nur wer sie nicht erschreckt, kann sich länger an ihrer Farbenpracht erfreuen. Auch der schnelle Schwalbenschwanz flieht vor jeder hastigen Bewegung, und zahllose Feldheuschrecken mit blauen und roten, schwarzgerandeten Hinterflügeln (*Oedipoda coerulescens*, *O. germanica*) schwirren aufgescheucht davon. Sie alle gehören mit hinein in die Lebensgemeinschaft der Steppenheide.

Der Spätsommer wird eingeleitet von der köstlich duftenden Scabiose (*Scabiosa canescens*), von der reichen Blüte des Pfriemengrases (*Stipa capillata*), von den zahllosen Knospen der Goldaster (*Linosyris vulgaris*) und der hohen Dolde des Steppenfenchels (*Seseli annuum*). Im Wald dagegen schließt die Kalkaster (*Aster amellus*) den Reigen des Jahres. Doch blühen bei günstiger Witterung noch viele der Spätsommerblumen bis weit in den

Herbst hinein, bis der erste Frost auch die letzten Kompositen und Umbelliferen zum Absterben bringt. Viele von ihnen werden noch im nächsten Frühjahr grau und verdorrt zwischen dem welken Gras aufragen.

2. Die Entwicklung der Steppenheide

Die Steppenheide ist an der großen Zahl ihrer Leit- oder Charakterpflanzen relativ leicht zu erkennen. Eine Leitpflanze ist innerhalb eines größeren Gebietes, etwa Europa, immer nur in ein und derselben Pflanzengesellschaft zu finden; ist sie nur innerhalb eines begrenzten Gebietes, etwa Süddeutschland, auf eine Gesellschaft beschränkt, so sprechen wir von einer regionalen Charakterart. Die Leitpflanzen müssen nicht unbedingt durch ihre Zahl oder hohen Deckungsgrad vorherrschen; oft bestimmen weniger treu an eine Gesellschaft gebundene Arten das Bild, doch das Auftreten mehrerer, fester Charakterarten ist entscheidend für die Zuordnung zu einer bestimmten Assoziation oder anderen Einheiten. So ist beispielsweise *Veronica spicata* im Steppenwald bei Forst nur noch in wenigen Exemplaren zu finden, doch ist sie eine Leitpflanze ersten Ranges. Bei der Benennung der Ausbildungsformen im Untersuchungsgebiet wurden dagegen Charakterarten, die auch in der Physiognomie auffällig hervortreten, zur Namensgebung herangezogen. Diese ist nur der einfacheren Verständigung halber erfolgt und beansprucht keinerlei systematischen Wert. Die Unterschiede im Artengefüge sind zwar deutlich und sollen auch hervorgehoben werden. Doch scheint uns die Suche nach Varianten an lokal-klimatisch und edaphisch gleichgestimmten Örtlichkeiten wenig sinnvoll, da die Unterschiede hier nur zu oft anthropogen bedingt sind. Auf das Vorhandensein oder Fehlen von *Adonis vernalis*, *Himantoglossum hircinium*, *Acer monspessulanum* u. a. etwa Varianten gründen zu wollen, wäre falsch, da nachweislich alle diese Pflanzen vor 100 Jahren noch im Gebiet zu finden waren. Sie können nicht etwa einer Klimaverschlechterung zum Opfer gefallen sein, da sie in benachbarten Gebieten z. T. unter schlechteren Bedingungen noch vorhanden sind. Sie sind vielmehr der menschlichen Verfolgung erlegen und müßten eigentlich bei der systematischen Bewertung des Gebietes mit herangezogen werden. Auch für die vergleichende Arealkunde ergeben sich hier schwierige Probleme.

Auf andere Unterschiede, wie sie sich etwa durch veränderte Hanglage, durch andere Boden- oder lokale Klimabedingung ergeben, muß natürlich eingegangen werden. Doch prägen sich alle diese wesentlichen Faktoren auch in bestimmten Entwicklungszuständen der Steppenheide aus. Wie schon bei der Erörterung des Klimaxbegriffes anlang, ist jede Pflanzengesellschaft, die mit dem herrschenden Gebietsklima nicht vollkommen im Gleichgewicht lebt, einem Entwicklungsprozeß unterworfen, der erst mit Erreichen der Endgesellschaft seinen Abschluß erfährt. Diese hat in Mitteleuropa auf jeden Fall Waldcharakter. Wie sieht es nun mit den Entwicklungstendenzen unserer Steppenheide aus?

Wenn man an einem heißen Sommertag auf den vorspringenden, rauh verwitterten Felsnasen steht, in deren Spalten und Fugen die *Festuca-glauca*-Gesellschaft ihr Dasein fristet, so kommt wohl niemand auf den Gedanken, daß bei ungestörter Entwicklung hier einmal ein Wald entstehen könnte.

Wenn wir jedoch das Plateau des Schutzgebietes betreten, werden wir schon nachdenklicher. Hier hat sich in den tiefen „Karren“ eine Menge Verwitterungsschutt, mit Humus vermischt, angesammelt. Diese Vertiefungen sind viel weniger ausdörrenden Sonnenstrahlen und Winden ausgesetzt; sie bleiben deshalb auch länger feucht, was sich am häufigen Auftreten einiger Pflanzen, die meist dem Halbtrockenrasen angehören, deutlich ausprägt. Pflanzen, wie *Brachypodium pinnatum*, *Ononis repens*, *Ceratodon purpureus*, sind im Schutzgebiet ganz auf diese Stellen beschränkt. Besonders wichtig für die Weiterentwicklung dieses Gebietes ist aber, daß hier bereits die ersten Sträucher aufkommen. Den Anfang machen unzweifelhaft die Schlehen und Rosen. Verkrüppelt, teilweise verbrannt und nur mit wenig Laub versehen überdauern sie zäh manche Trockenperiode. In feuchteren Jahren jedoch nehmen sie sichtlich zu, wachsen über die Karrenränder hinaus, vereinigen sich aus vereinzelterm Gestrüpp zu kleinen, schattenspendenden Inseln, in deren Innern bereits die Mehrzahl der lichtliebenden Steppenheideelemente verschwindet. Man hat errechnet, daß *Stipa pennata* nur noch bei 1/1,4, *Inula germanica* bei 1/1,5, *Stipa capillata* bei 1/2,4 des in freier Sonne herrschenden Lichtes blühen und fruchten kann. Werden diese Mindestanforderungen an den Lichtgenuß nicht erfüllt, können diese Pflanzen zwar noch steril weiterleben, sich aber nicht mehr auf die Dauer behaupten. Mit der Inselbildung scheinen die Sträucher schon gesiegt zu haben. Denn im Schutze des Gebüsches können junge Triebe besser und schneller hochkommen. Auch neue Arten, meist von Vögeln verschleppt, fassen jetzt Fuß, so *Viburnum lantana*, *Ligustrum vulgare*, *Rhamnus catharticus* und *Berberis vulgaris*; diese können sogar an anderen Stellen den Anfang machen. Der Schatten wird nun stärker, und es gelingt weiteren Arten, einzudringen. Bald bilden Hasel und Hartriegel (*Cornus sanguinea*) fast undurchdringliche Gebüsch, in denen auch der Feldahorn (*Acer campestre*) und das Pfaffenhütlein (*Euonymus europaeus*) zu finden sind. Die Schlehe ist in diesem Stadium schon wieder zurückgedrängt, während die Krautschicht der Trockenrasen nur noch in spärlichen, meist kümmernden Resten vorhanden ist. Elemente des Steppenheidewaldes dringen in die wenigen lichtereren Stellen ein, besonders *Peucedanum cervaria* und *Anemone silvestris*.

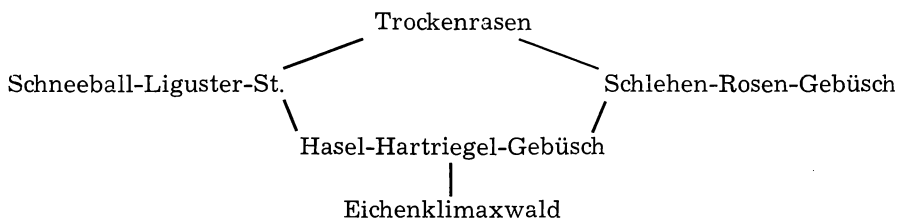
Auch Begleiter schattigerer Waldgesellschaften, wie *Mercurialis perennis*, sind jetzt häufig. Sie deuten den weiteren Gang der Entwicklung an. Daß nämlich jetzt auch Eichen oder Buchen hochkommen könnten, ist höchst wahrscheinlich, zumal nun auch durch den Laubfall der Boden verändert und die Erosion erschwert wird, sodaß es zu einer Anreicherung von Feinerde kommt. Damit aber sind die Anfänge des Waldzustandes, wie ihn der Klimaxbegriff für unser Gebiet fordert, erreicht. Außer dem Übergangsstadium von der Haselbuschgesellschaft zu einem echten Wald konnten alle Entwicklungsstufen nördlich von Bad Dürkheim beobachtet werden. Eichen und Buchen sind jedoch auf den Hügeln nicht vorhanden. Im Steppenheidewald tauchen dagegen außer der Traubeneiche als dominierendem Waldbaum sämtliche Straucharten der Hügel wieder auf. Warum aber finden wir heute noch Steppenheiden, die scheinbar keine oder nur geringe Anzeichen einer Weiterentwicklung zeigen? Daran können zunächst mikroklimatische und edaphische Besonderheiten schuld sein, die meist durch starke Südexpositionen unterstützt werden. Deshalb kann die *Festuca*

glauca-Gesellschaft auf den windgefügten, sonnendurchglügten Kalkfelsen vielleicht als Dauergesellschaft angesehen werden. Auf dem Plateau des Schutzgebietes, wo sich schon mehr oder weniger starke Entwicklungstendenzen zur Gebüschbildung zeigen, kann ein sehr trockenes und heißes Jahr, wie etwa das vergangene, durch Zurückdrängen des Gesträuchs sehr zur Erhaltung der Steppenflora in unserem Gebiet beitragen. Beweidung kommt bei den kleinen Steppenheideinseln zwischen den Weinbergen nicht in Frage, doch soll sie andernorts nicht unwesentlich bei der Niederhaltung des Gestrüpps beteiligt sein.

Menschlicher Einfluß, der auch bei uns eine wichtige Rolle spielt, besteht in der häufigen Brandrodung, nicht zum Zwecke der Neulandgewinnung, obwohl auch das beobachtet wurde, vielmehr meist aus kindhafter Freude am Feuer. Oft werden im Frühjahr auch die Reben an solch „öden“ Örtlichkeiten zusammengetragen und verbrannt, selbst im Naturschutzgebiet.

Alle diese Faktoren wirken wohl zusammen, doch scheinen Exposition, mikroklimatische und edaphische Besonderheiten am meisten für den gegenwärtigen Zustand der Steppenheide bei Bad Dürkheim verantwortlich zu sein.

Demnach könnte man für unser Gebiet folgendes, einfaches Sukzessionschema entwerfen:



3. Anpassung der Steppenheidepflanzen an den Standort

Die schon geschilderten Bedingungen des Standorts, insbesondere dessen zeitweilige extreme Trockenheit nicht nur des Bodens, sondern auch der Luft sind für die Erhaltung der Artenkombination bedeutsame Faktoren; denn große Hitze- und Trockenperioden können nur solche Pflanzen überdauern, die durch einen xeromorphen Habitus ausgezeichnet sind. Dies soll an Hand einiger Erscheinungen, die in der Steppenheide des öfteren wiederkehren, verdeutlicht werden; doch läßt sich nicht immer mit Sicherheit sagen, ob es sich tatsächlich um Anpassungen oder um primäre Baueigen-tümlichkeiten handelt.

Da die Wurzeln für die Wasserversorgung und Befestigung der Pflanze von entscheidender Bedeutung sind, haben wir hier einige Beispiele genauer untersucht. Leider war es auf dem felsigen Untergrund nicht immer möglich, die Wurzeln bis in größere Tiefen zu verfolgen, da sonst die kleinen Standorte zu sehr beeinträchtigt worden wären. Während der Untersuchungen wurden die unterirdischen Organe gleich an Ort und Stelle in natürlicher Lage skizziert, sowie Messungen über Länge und Verzweigungswinkel durchgeführt. In die Zeichnungen konnte meist nur ein Teil der Wurzeln eingetragen werden.

Die in Abb. VI dargestellten Einjährigen gehören durchweg der Frühjahrsflora an. Übereinstimmend zeigen sie geringe Wurzeltiefen; doch reichen diese aus, um die meist niedrigen Pflänzchen im Boden zu befestigen und um im relativ feuchten Frühjahr den Wasserbedarf zu decken. So sind auch im Gegensatz zu anderen Steppenheidepflanzen bereits in der obersten Bodenschicht zahlreiche feine Nebenwurzeln ausgebildet. Eine Ausnahme macht *Alyssum alyssoides* (4), dessen Wurzeln etwas tiefer in den Boden eindringen. Die Pflanze wurde auch im Sommer noch blühend angetroffen und zeichnet sich im übrigen durch einen xeromorphen Habitus aus, der besonders in der Gestalt der Blätter seinen Ausdruck findet.

Doch auch die anderen Frühlingssephemeriden zeigen schon Einrichtungen, die auf sparsamen Wasserhaushalt schließen lassen. Die grundständige Blattrosette von *Arabis auriculata* (VI, 1) stirbt bald ab; die Stengelblätter sind kleiner, stehen schräg aufwärts und bieten der Sonne kaum eine senkrechte Einstrahlmöglichkeit. Außerdem sind sie mit Sternhaaren besetzt, die die einfallenden, heißen Strahlen zerstreuen und damit vom Blattgewebe fernhalten. Von dieser Möglichkeit wird in stärkerem Maße bei *Verbascum lychnitis* (Wollkraut!), *Potentilla arenaria* u. a. Gebrauch gemacht. Bei der kleinen Felskresse (*Hornungia petraea*, Abb. VI, 2) ist wiederum durch die Kleinheit der Fiederblättchen die Verdunstung begrenzt. Mit der verkleinerten Transpirationsfläche vermindert sich auch die Zahl der Spaltöffnungen, durch die ja ebenfalls Wasser verloren geht. Bei *Thlaspi perfoliatum* (VI, 3) ist eine weitere oft verwirklichte Möglichkeit des Verdunstungsschutzes zu erkennen. Die Blattspreite ist hier in Form eines bläulichen, abwischbaren Reifes von einer geschlossenen Wachsschicht überzogen, die stark verdunstungshemmend wirkt. Die gleiche Schutzeinrichtung finden wir bei *Festuca glauca*, *Peucedanum cervaria*, *Polygonatum odoratum*, *Carex flacca* u. a.

Saxifraga tridactylites (5) zeigt mit oft dicklichen Blättchen Andeutungen zu einer Erscheinung, die man als Succulenz bezeichnet. Deutlich ausgeprägt ist diese erst bei den Sedum-Arten. Die rundlichen, fleischigen Blätter weisen gegenüber flach ausgebreiteten eine relativ geringere Ober- und damit auch Transpirationsfläche auf. Besonders vollendet hat *Sedum dasyphyllum* mit seinen eiförmigen Blättchen diesen Vorteil ausgenutzt. Ergänzt wird diese Anpassung durch ein wasserspeicherndes Gewebe im Innern des Blattes. So erklärt sich trotz geringster Wurzeltiefe die hohe Dürre-resistenz dieser eigenartigen Gewächse.

Die rübenartige Speicherwurzel von *Trinia glauca* (Abb. VII. 1) hat sich deutlich von der heißen Erdoberfläche zurückgezogen. Auffällig ist die geringe Anzahl von Nebenwurzeln, die jedoch die Pflanze fest im Fels verankern. Die Hauptwurzel kann auch im Sommer noch einen recht frischen Eindruck machen, weil ja die wenigen, stark zerteilten Blattorgane eine geringe Transpirationsfläche besitzen.

Gegen die starke Erwärmung der obersten Bodenschicht schützt die Trinie ihre unteren Sproßteile mit einem dichten Mantel abgestorbener Blatteile, einer sog. Tunika. Die Hitze kann infolge schlechter Wärmeleitung des toten Materials nicht zum lebenden Plasma vordringen, das bei Temperaturen über 50° geschädigt würde. Viele Steppenheidepflanzen schützen sich auf die gleiche Weise, z. B. *Antherium ramosum*, *Festuca glauca*, *Pulsatilla vulgaris* u. a.

Bei *Globularia elongata* (VII, 2) begegnen wir einer ganz andersartigen Anpassung. Ihre langen, zähen und zugleich harten Wurzeln eignen sich hervorragend, die Bewegungen eines steilen, nur locker mit Schutt und Feinerde bedeckten Hanges mitzumachen. Die oberflächlichen Verschiebungen prägen sich in schlangenartigen Verrenkungen der Hauptwurzel aus. Die Seitenwurzeln kriechen überaus lang und dünn zwischen den Steinen hindurch, wachsen auf dem felsigen Untergrund weit entlang, gleichsam als wollten sie die letzten Wasserreserven aufspüren. In jede Ritze und Spalte dringen sie ein, wachsen zwischen losen Kalksteinen hindurch und geben der Pflanze einen zwar elastischen aber doch sehr festen Halt.

Die größeren Blätter sind hier zu einer grundständigen Rosette konzentriert, eine Maßnahme, die offenbar Schutz, vor allem gegen austrocknende Winde, gewährt. Wir begegnen ihr in der Steppenheide des öfteren wieder: *Scabiosa canescens*, *Aster amellus*, *Verbascum lychnitis*. Meist sind in diesen Fällen die Stengelblätter deutlich kleiner; sie sind auch in verstärktem Maße der trockenen Luft und den Sonnenstrahlen ausgesetzt.

Durch den morphologischen Bau ihrer Blattoberfläche ist die Kugelblume noch ganz besonders ausgezeichnet. Die Aussenwände der Epidermiszellen sind nämlich von einer starken Cuticula überzogen. Diese besteht hauptsächlich aus Cutin, einem Stoff, der für Wasserdampf schwer durchdringbar ist und dadurch in starkem Maße die Verdunstung hemmt. Zugleich verleiht die Cuticula dem ausdauernden Blatt seine lederartige Härte und den Glanz, der durch Reflexion der Sonnenstrahlen noch als Wärmeisolator wirkt. Gamander, Nieswurz und Leberblümchen sind mit den gleichen Schutzmaßnahmen versehen.

Abb. VIII, 4 zeigt die Büschelmiere (*Minuartia fastigiata*) an ihrem typischen Standort in einer kleinen, mit wenig Feinerde gefüllten Mulde. Die Wurzeln haben sich scheinbar in den harten Fels eingebohrt. Erst beim Aufbrechen mit Hammer und Meisel erkennt man, daß hier weichere Stellen oder unsichtbare Spalten vorgezeichnet waren. Auch hier sind die unterirdischen Organe zäh und biegsam, was ihre Freilegung erleichtert. Auch sonst ist die Pflanze ausgezeichnet an ihren extremen Standort angepaßt, was ihr das Blühen selbst im Hochsommer ermöglicht. Die Blätter sind starr, nadelartig, auf ein Minimum an Transpirationsfläche reduziert; meist liegen sie dicht dem Stengel an, der so mit Festigungselementen versehen ist, daß er auch bei größter Trockenheit keine Welkungserscheinungen zeigt. Vor der starken Erhitzung des umgebenden Gesteins schützt sich die Pflanze durch Verholzung. Auf diese Weise sind auch viele hohe Stauden, oft nur im gefährdeten Bereich, vor dem Hitzetod gefeit (*Teucrium chamaedrys*, *Stachys recta*, *Linosyris vulgaris* u. a.).

Die Wurzeln von *Anthericum ramosum* sind an verschiedene Bodentiefen angepaßt. Während sie im Wald mehr als einen halben Meter eindringen, genügt der gleichen Pflanze über den Kalkfelsen eine Bodenauflage von 15—20 cm zum Blühen und Fruchten. Die verschiedenen Standorte prägen sich auch im Habitus aus. Über den Felsen weisen sie, knorrig, sich selbst oder Steintrümmer umschlingend, auf ein entbehungsreiches Dasein hin. Im Wald kann man sie dagegen schön glatt und weiß bis in größere Tiefen verfolgen. An beiden Standorten aber wurde der Sproß durch Kontraktion der Wurzeln etwas in die Erde gezogen. Von

einer Tunika umhüllt kann er den Temperaturextremen besser widerstehen. Die selbst im Sommer erstaunlich frischen Blätter dieser Pflanze drehen sich an heißen Tagen um die Mittelrippe, so daß im Querschnitt die Form eines Hufeisens erreicht wird. Bei *Bupleurum falcatum* legen sich die Blattränder nach der Drehbewegung sogar fest aneinander. Dabei entsteht ein windgeschützter Hohlraum, in dem sich feuchtere Luft halten kann; vor allem aber wird die Hälfte der Blattfläche den äußeren Einflüssen entzogen. Gramineen rollen ihre Blätter entsprechend der Lage der Spaltöffnungen nach oben ein. Besonders deutlich ist dies bei *Festuca glauca*, die wohl nicht zuletzt deshalb auf den trockensten Felsen ausharren kann. *Sesleria coerulea* legt beide Blatthälften nach oben fest aufeinander. Besondere Mechanismen, meist auf der Basis von Turgorschwankungen arbeitende Gelenkzellen, verursachen diese Drehbewegungen.

Die Spaltöffnungen, wichtigste Regulatoren des Wasserhaushaltes, werden gruppenweise oder einzeln in Vertiefungen der Blattoberfläche eingesenkt, die oft noch zusätzlich von Haaren verschlossen werden. In diesen „windstillen Räumen“ wird durch Verringerung des Dampfdruckpotentials eine Hemmung der Transpiration herbeigeführt. Auch die Zahl der Spaltöffnungen kann vermindert sein (z. B. bei *Sedum acre* 14—21 pro qmm, *Epilobium angustifolium* 544; nach Hohnfeldt, zitiert in GRADMANN 1898, S. 137). Auf die Anpassung der Gamanderwurzeln in einem Kalkstein-Lesehaufen (Abb. VIII, 1) sei noch hingewiesen. Bis in eine Tiefe von 1,20 m konnten die Wurzeln zwischen den locker geschichteten Steinen verfolgt werden; oft müssen sie Hohlräume überbrücken, in denen sie dann dichte Wurzelballen bilden, die den von oben herabrieselnden Humus sammeln. Erstaunlich ist der hohe Feuchtigkeitsgrad im Innern solcher Steinhaufen selbst nach Trockenperioden. Sie ermöglicht es dem Gamander an der Oberfläche rasenartige Ansammlungen zu bilden.

Die häufigen Dorn- und Stachelbildungen an Steppenheidepflanzen schützen vor Tierfraß, doch scheinen sie auch, wie das Beispiel der Berberitze lehrt, eine Anpassung an den trockenen Standort zu sein. Bei *Berberis vulgaris* sind die Dornen Umbildungen von Blättern. Wird dieser Strauch statt auf trockenen Hügeln in einem feuchten, schattigen Milieu gepflegt, so wachsen an Stelle der Dornen blattartige Organe heran. Draußen in der Steppenheide aber ist die Berberitze durch Umbildung der Blätter in nicht transpirierende Dornen an die Trockenheit des Standortes angepaßt (vgl. TROLL 1948, S. 520).

4. Lebensformenspektrum (Abb. IX, A—F)

In der *Festuca-glauca*-Gesellschaft, dem Anfangsstadium auf flachgründigen Felsen, dominieren die über das Gestein kriechenden Chamaephyten (Oberflächenpflanzen) erheblich. Nanophanerophyten (Sträucher) fehlen ganz und auch die Geophyten spielen bei der geringen Bodenauflage keine Rolle. Dagegen erreichen die Therophyten (Einjährigen) in den zahlreichen Rasenlücken, die zum Wesen dieser Gesellschaft gehören, ihre größte Häufigkeit. Die Hemikryptophyten (Erdschürfpflanzen, Knospen unmittelbar an der Bodenoberfläche) können sich auf den windgefeigten Kanten nur sehr schwer behaupten und sind, wie das Spektrum A zeigt, nicht besonders auffällig am Aufbau der Gesellschaft beteiligt. Die flach ausgebreitete Wuchsform der Chamaephyten findet sich dem-

nach am besten mit den extremen Bedingungen dieses Standorts ab. Dabei wird deutlich, wie maßgebend Untergrund und Mikroklima bei der Auslese der Gesellschaftsglieder beteiligt sind.

In den übrigen Ausbildungsformen des Trockenrasens überwiegen die Hemikryptophyten, die bis zum Trockenbusch-Übergangsstadium (D) kontinuierlich zunehmen. Auch die Chamaephyten spielen bis zu diesem Entwicklungszustand eine gleichbleibend wichtige Rolle. Diese beiden Schichten bestimmen das Bild der eigentlichen Steppenheide. Aber nicht nur die Schichtung der Gesellschaft spiegelt sich im Lebensformenspektrum wieder, auch ihre Entwicklungstendenzen kann man in ihm verfolgen. Man beachte das Zunehmen der Gebüsche (NP) von A bis E!

Einschneidende Veränderungen in der Verteilung der Lebensformen werden im fast geschlossenen Trockengebüsch (IX, E) festgestellt. Die Büsche dominieren in Wirklichkeit noch stärker als das Spektrum zeigt, denn obwohl bei der Berechnung die Deckungsprozente entscheidend sind, läßt sich wegen der verhältnismäßig geringen Artenzahl der Gebüsche nicht vermeiden, daß ihre Säule nicht ganz die erwartete Höhe erreicht. Noch stärker wirkt sich dies bei den Bäumen im Spektrum des Steppenheidewaldes aus. Würde man jedoch nur die Artenzahl berücksichtigen, dann müßten die Hemikryptophyten sogar im dichten Gebüsch dominieren. Das Spektrum könnte damit keine den natürlichen Gegebenheiten entsprechende Aussage machen. Trotzdem wird auch diese Methode immer wieder angewandt.

Die Chamaephyten verschwinden im Halbschatten des Gebüsches fast ganz, nur Pflanzen, die ans Licht streben können, viele Stauden und auch einige Geophyten, behaupten sich noch. Doch bleiben sie oft steril (*Brachypodium pinnatum*!) und machen dabei einen deutlich geschwächten Eindruck.

Im Wald erobern die Hemikryptophyten an den zahlreichen lichten Stellen die Vorherrschaft zurück, doch spielen naturgemäß die Bäume hier ebenfalls eine bedeutende Rolle. Auffällig ist das noch stärkere Aufkommen der Geophyten, und selbst die Chamaephyten haben am Boden wieder zugenommen. Da auch die Gebüsche noch reichlich vorhanden sind, darf der Steppenheidewald als die am besten geschichtete, höchst organisierte Pflanzengesellschaft im Untersuchungsgebiet angesprochen werden.

5. Das Frequenzdiagramm (Abb. IX, 2)

Weiteren Einblick in den Aufbau einer Pflanzengesellschaft vermittelt die Frequenzuntersuchung (Tabelle 8) und das darauf basierende Diagramm. Sie beschäftigt sich mit der Einheitlichkeit des Artengefüges eines Bestandes. Das Spektrum zeigt im Falle der Hochfläche des Naturschutzgebietes „Felsberg“ gleich viel Arten in der Frequenzklasse I und V. Zu der ersten Gruppe gehören solche, die in 1—20% der Probestfläche gefunden wurden (s. Abbildungserläuterungen!). Sie treten also nur selten auf, manchmal sind es zufällig aus benachbarten Gesellschaften übergreifende Arten. Die Arten der Klasse V sind dagegen überall vorhanden, und die meisten von ihnen bestimmen den Aspekt. Ihre Zahl würde sich bei Berücksichtigung der Frühlingsephemeren sicherlich noch erhöhen, doch waren sie zur Zeit der Aufnahme nur als Samen vertreten. Recht selten

sind die Arten mittlerer Häufigkeit (III). Nach den vergleichenden Angaben bei BRAUN-BLANQUET (1951, S. 70) entspräche das Diagramm einer Pflanzengesellschaft mittlerer Homogenität.

6. Das Arealtypenspektrum (Abb. IX, 3 u. 4)

In der Einleitung sind wir bereits auf die wichtigsten Zusammenhänge der Verbreitung unserer Steppenheidepflanzen eingegangen. Wir können uns deshalb an dieser Stelle auf die das Untersuchungsgebiet näher berührenden Gegebenheiten beschränken.

Die Arealtypenspektren (IX, 3 u. 4), ebenfalls unter Umrechnung der Artmächtigkeit in Deckungsprozente (s. Erläuterung der Tabelle 13) gewonnen, zeigen die starke Durchmischung submediterraner und kontinentaler Arten im Steppenheidegebiet bei Bad Dürkheim. Auf den Trockenrasen der Hügel beherrschen Vertreter dieser Florenelemente gemeinsam das Bild. Im Steppenheidewald sind durch Europa und Asien verbreitete Arten den mediterranen und kontinentalen zur Seite getreten, doch muß man auch hier die beiden letzteren wegen ihres Vorpostencharakters besonders bewerten. Fast nur von submediterranen Elementen wird dagegen die *Festuca-glauca*-Gesellschaft aufgebaut (vgl. Tabelle 6).

Um die so oft gebrauchten Begriffe „kontinental“ und „submediterran“ etwas näher zu erläutern, wollen wir von bestimmten Beispielen die Gesamtverbreitung umreißen.

a. *Fumana procumbens*: Hauptareal: submed.

Verbreitung: Ausgedehntes und fast geschlossenes Areal auf allen drei Mittelmeerhalbinseln, im Süden bis Kreta. Die Auflockerung nach Osten zu beginnt bereits auf dem Balkan.

Weitere Vorkommen: Auf der Krim, im pontischen Gebirge, Kleinasien, warme Lagen der tieferen Regionen der Alpen. Xerothermgebiete in Frankreich, Süd- und Mitteldeutschland, sowie Böhmen, Siebenbürgen, Wallachei, Ungarische Ebene und Mittelgebirge. Nördlichster Vorpostenstandort: Südschwedische Inseln (vgl. Arealkarte bei Meusel 1939, S. 143).

b. *Inula germanica*: Hauptareal: europäisch-kontinental

Verbreitung: Süd- und Mittelrußland, Kaukasien (Kleinasien, Syrien) nördlicher Balkan, Ungarn, Rumänien, Polen. — Weitere Vorkommen: Oder-Havelgebiet, Mitteldeutschland, Niederösterreich, Böhmen, Mähren, Maingebiet, Mittelfranken, nördliches Oberrheingebiet (Meusel 1939, S. 330).

Oft sind die Arten nicht so scharf auf das kontinentale bzw. submediterrane Areal begrenzt; sie strahlen vielmehr stark ineinander ein. Maßgebend für die Zuordnung ist jedoch das Hauptverbreitungsgebiet. Also nicht die Grenzen des Vorkommens sind entscheidend, sondern die Massenverteilung innerhalb derselben. Folgendes Beispiel möge diese Tatsache erläutern:

c. *Carex humilis*: Hauptareal: kontinental

Verbreitung: Mandschurei, Transbaikalien, Altai, Baraba, Kaukasus, Süd- und Mittelrußland, Rumänien, Polen, Ungarn, Westpreußen, Odergebiet, Brandenburg, Mitteldeutschland, Niederösterreich, Böhmen, Mähren, Alpengebiet (besonders in den wärmeren Tälern bis 2000 m), Alpenvorland, schwäbische und fränkische Alb, schwäb.-fränk. Hügel-land, Rheinland, französisches und belgisches Kalkhügelland, vereinzelt in Südengland. — Auch in Südeuropa: Balkan, Illyrien, Süd- und Mittel-

italien, nördliches Spanien mit Vorposten in Südspanien (vgl. Arealkarte in Meusel 139, S. 185).

Tabelle 4 gibt in einer Artenauswahl einen Überblick über das Verbreitungsgefälle der Steppenpflanzen von Südrußland bis Burgund (Dijon). Sie zeigt zugleich auch deutlich, an welcher Stelle (innerhalb dieses Vergleiches) die Trockenrasen bei Bad Dürkheim zu erscheinen haben, nämlich zwischen dem mitteldeutschen Trockengebiet und dem Oberelsaß, wobei etwas stärkere Beziehungen zu dem östlichen Beispiel vorhanden sind, doch nur wenn man allein die Artenzahl berücksichtigt. Will man jedoch herausarbeiten, ob die Dürkheimer Steppenheide mehr dem submediterranen oder mehr dem kontinentalen Florenelement angehört, so scheint uns die Berücksichtigung der Deckungsprozente auch in diesem Zusammenhang wichtig zu sein, weil wir damit eine dem Habitus der Gesellschaft besser entsprechende Aussage machen können. Danach ist die Steppenheide bei Bad Dürkheim zu annähernd gleichen Teilen vom kontinentalen und vom submediterranen Florenelement geprägt. Eine Ausnahme macht die submediterrane *Festuca-glauca*-Gesellschaft auf exponierten Felsen, die wir auch keinesfalls zur eigentlichen Steppenheide zählen wollen.

Zwei der in Tabelle 4 erwähnten Arten erreichen aus dem Osten kommend zwar noch den Kyffhäuser, aber nicht mehr das Dürkheimer Trockengebiet. Die Artengruppe von *Stipa capillata* bis *Inula germanica* ist noch in diesem zu finden, aber nicht mehr im Oberelsaß (südliche Oberrheinebene). Daraus ergibt sich von hier über das Untersuchungsgebiet zum Kyffhäuser ein zunehmend kontinentaler Einfluß. Eine ganze Reihe östlicher Arten dringt noch ins Elsaß vor, aber nicht mehr in die Trockenrasen bei Dijon. Deshalb scheint die Oberrheinische Tiefebene eine nicht unbedeutende südwestliche Grenze für kontinentale Arten zu sein.

Die nach Süden offenen Trockenrasen in Burgund sind submediterrane Pflanzengesellschaften. Von dort dringen viele südliche Arten über die Jurahänge durch die Burgundische Pforte in die Oberrheinische Tiefebene ein. *Scilla autumnalis* und *Micropus erectus* haben Vorpostenstandorte im Oberelsaß; sie werden im Dürkheimer Gebiet nicht gefunden. Drei weitere mediterrane Arten sind dagegen wieder hier vorhanden, nicht aber im Kyffhäuser. Somit darf zusammenfassend gesagt werden, daß das mitteldeutsche Trockengebiet stärker kontinental, das Oberelsaß mehr submediterran bestimmt wird, während sich in der Dürkheimer Steppenheide die beiden Einflußrichtungen in jeweils abgeschwächter Form vermischen.

Tabelle 5 zeigt das Verbreitungsgefälle im lokalen Raum der Oberrheinischen Tiefebene. Deutlich erkennt man auch hier wieder den starken mediterranen Einfluß im Elsaß, der nach Norden und Osten schnell abnimmt. Auffallend ist die Verwandtschaft der Dürkheimer Kalktrockenrasen mit dem Mainzer Kalksandgebiet. Die rechtsrheinische Lage des Kaiserstuhls bedingt wohl eine deutlich verminderte mediterrane, aber keine auffallend stärkere kontinentale Beeinflussung. Die, bei Außerachtlassung der Dürkheimer Trockenrasen, von Rochow vertretene Ansicht, daß der Rhein in Bezug auf die Steppenpflanzen „eine pflanzengeographisch wichtige Scheidelinie“ sei (Rochow 1951, S. 56), hat sich keinesfalls in dem erwarteten Umfange bestätigt. Sie kann höchstens für die südliche Oberrheinebene Geltung haben. Doch wichtiger, als um solche Grenzen zu strei-

ten, scheint uns die Aufgabe, die nach Süden und vor allem weit nach Osten weisenden Beziehungen aufzuzeigen, in deren Lichte der Vorpostencharakter des Gebietes erst richtig verstanden werden kann.

Das Vorkommen von *Silene conica* im Mainzer und Dürkheimer Gebiet und deren Fehlen im ganzen Bereich der südlichen Oberrheinebene läßt eine Einwanderung durch die burgundische Pforte zweifelhaft erscheinen, vielmehr könnte man eine zweite Pflanzenwanderstraße zum südlichen Europa vermuten, die weiter nördlich in die Oberrheinische Tiefebene mündet. Anhaltspunkte ergeben vielleicht die Standorte der gleichen Pflanze im Nahetal und im Saartal bei Saarbrücken.

Zum Schluß soll noch versucht werden, auch den submediterranen *Festuca-glauca*-Verein in die Gesamtverbreitung der Gesellschaft einzuordnen. Fast gleiche Ausbildungsformen kehren im Oberelsaß und in Burgund wieder, ähnliche in Südbulgarien (vgl. Tabelle 7), im Süden natürlich artenreicher, weniger verarmt als bei uns. Auf den südschwedischen Inseln tritt das südliche Element entsprechend der vorgeschobenen Lage noch mehr zurück. Die dortigen Vorposten sind als nördlichste Standorte einer submediterranen Pflanzengesellschaft anzusehen.

7. Die Steppenheide im System der Pflanzengesellschaften

Die Tabelle 1 zeigt deutlich ausgeprägte Differentialartengruppen, die in den Dürkheimer Trockenrasen mehrere Ausbildungsformen charakterisieren. Ganz aus dem Rahmen fallen dabei die Aufnahmen Nr. 9 und 10. Sie sind nicht allein durch die Differentialarten, sondern auch durch das Fehlen vieler Charakterarten (vgl. Tabelle 2) von den andern geschieden. Es handelt sich in beiden Fällen um eine im Gebiet nur an wenigen Stellen vorhandene halbtrockenrasenartige Initialgesellschaft auf nördlich exponiertem, mit Schutt und grober Feinerde grusig bedeckten Felsabhang. Ihre Flächenausdehnung ist sehr gering.

Die unter B zusammengefaßte Ausbildungsform hebt sich durch das darauf beschränkte Vorkommen von *Fumana procumbens* deutlich von den Gruppen A und D ab. Wir finden sie auf den Felsen oberhalb des Weingutes Annaberg, besonders typisch aber auf dem Westabhang nordöstlich hinter dem Dorfe Leistadt (Abb. I, 10) und zwar dort, wo der Boden stärker mit Kalkschutt vermischt und stellenweise von der Erosion zerrissen ist. Hier erreichen *Globularia elongata* und *Fumana procumbens* ihre größte Häufigkeit. *Thesium linophyllum* ist auf diesen Standort beschränkt. — Die Ausbildungsform A stellt ein fortgeschrittenes Stadium dar, was sich besonders im Auftreten von *Avena pubescens* zu erkennen gibt. Stellenweise bestimmt *Stipa capillata* das Bild, während *Silene otites* und *Euphorbia seguieriana* besonders bezeichnend sind. Es ist die häufigste Ausbildungsform im Gebiet, umfaßt die ganze Hochfläche des Schutzgebietes außerhalb der „Karren“ und ist sonst auf wenig geneigte Hügelkuppen beschränkt. Die Unterlage bildet die flachgründige, humusreiche Kalkverwitterungserde, die meist nur wenig mit Kalkschutt durchsetzt ist.

Die Aufnahme Nr. 11 der Tabelle 1 und 2 entspricht einem Übergangsstadium zu einer Trockenbuschgesellschaft auf einem ziemlich früh am Tage vom Schatten erreichten Ostabhang. Das Gebüsch säumt bereits kranzartig die kleine Steppenheide, doch im Innern stören die einzelnen

Sträucher die Belichtung noch nicht entscheidend. Doch fehlen bereits die sonst so bezeichnenden *Stipa*-Arten. Sehr auffällig hebt sich die Differentialartengruppe ab, die sich fast ausschließlich aus Leitpflanzen des Steppenheidewaldes zusammensetzt. Nichts könnte besser den fortgeschrittenen Zustand dieses Trockenrasens kennzeichnen. Doch werden die Ausbildungsformen A, B und D durch eine große Zahl von Charakterpflanzen zusammengehalten, und sie sind nur als verschiedene Entwicklungsstufen einer einzigen Gesellschaft (Assoziation) zu betrachten. — Die Einordnung dieser Gesellschaft in das *Xerobrometum erecti* (Tabelle 3) erfolgte auf Grund der starken Gruppe von Assoziationscharakterarten ohne Zwang. Bedenklich stimmt allerdings das starke Übergreifen von *Festucetalia*-Arten. Durch sie hebt sich der Dürkheimer Trockenrasen von allen anderen der Assoziationsgruppe ab. Die stärkere Verwandtschaft mit den kontinentalen Steppenrasen des *Festucion*-Verbandes geht daraus klar hervor. Dies wird nicht nur durch die isolierte Artengruppe von *Carex supina* bis *Stipa joannis* bekräftigt, sondern vor allem auch durch die hohen Deckungsgrade von *Potentilla arenaria* und *Stipa capillata* sowie durch das häufige Auftreten von *Scabiosa canescens*. Wir müssen immer wieder auf diese Gegebenheit hinweisen, weil in dem auf BRAUN-BLANQUET zurückgehenden System die Trockenrasen auf den Vorhügeln der Oberrheinebene als submediterrane Pflanzengesellschaften behandelt werden. Auch OBERDORFER (1957, S. 273) definiert sie als „bezeichnende submediterrane Trockenrasengesellschaften der warmen collinen Stromtallandschaften Süddeutschlands“. Von dieser allgemeinen Kennzeichnung muß unseres Ermessens nach den vorhergegangenen vergleichend-arealkundlichen Betrachtungen im Falle der Kalkvorhügel bei Bad Dürkheim Abstand genommen werden. Wir wollen die starken submediterranen Einschlüge mit *Festuca glauca*, *Teucrium chamaedrys*, *Hippocrepis comosa*, *Globularia elongata* u. a. nicht verkennen, aber ebenso darf der kontinentale Charakter unserer Steppenheide, der ihr erst das rechte Gepräge gibt, nicht als Randerscheinung behandelt werden. Wir nennen deshalb die Pflanzengesellschaft auf den Kalkhügeln bei Bad Dürkheim eine Steppenheide von kontinental-submediterranem Charakter.

Bei unserer Aufnahme eines Trockenhanggebüsches (Tabelle 9 c) handelt es sich wohl um das von OBERDORFER (1957, S. 521) angedeutete „Haselgebüsch des *Berberidion*“, in der er sogar eine eigene Assoziation vermutet. Die Hasel erreicht den bei weitem höchsten Deckungsgrad, doch sind auch die beiden Charakterarten des *Ligustro-Prunetum*, nämlich Liguster und wolliger Schneeball, noch recht kräftig vertreten. Dagegen trifft man die Weinrose und die Berberitze nur in weniger dichten Gebüsch an.

Auch der Steppenheidewald läßt durch Differentialartengruppen verschiedene Ausbildungsformen erkennen (Tabelle 10) (Wir haben uns auf den neutralen Begriff „Ausbildungsform“ beschränkt, weil wir mangels Erfahrung nicht sagen können, ob es sich um Subassoziationen, Varianten oder Facies handelt). Sie werden wohl vor allem auf den mehr oder weniger starken Kronenschluß der Bäume zurückzuführen sein. Ziemlich eindeutig ist die Ausbildungsform A von B u. C getrennt. *Brunella grandiflora*, *Pulsatilla vulgaris* und *Anemone silvestris* sind hier die wichtigsten Leitpflanzen. Aus der zweiten Gruppe, deren Kraut- und Strauchschicht stärkerer

Beschattung ausgesetzt sind, muß die Aufnahme Nr. 5 herausgenommen werden, da sie sich durch *Helleborus foetidus*, *Rubus tomentosus* sowie im Gebüsch durch sehr viel *Viburnum lantana* auszeichnet. Auch der Wacholder ist allein hier noch in ganz wenigen Exemplaren vorhanden. Vor hundert Jahren gab diese Pflanze noch den Hügeln ihr Gepräge, wie wir der Flora von SCHULTZ (1846) entnehmen können. Dem Auftreten von *Odonites lutea* in der Aufnahme Nr. 5 darf nicht zu viel Bedeutung beigemessen werden, da sie nur randwärts in den Steppenheidewald eindringt. Da sich in der Nähe noch andere Trockenrasenpflanzen finden (*Achillea nobilis*, *Scabiosa canescens*), kann man an diesen Stellen letzte Reste einer Steppenheide vermuten, die heute den an den Wald grenzenden Weinbergen (Abb. V, 2) zum Opfer gefallen sind. Auch bei anderen Standorten des Steppenheidewaldes wurden an gleicher Stelle solche Reste angetroffen, so bei Wachenheim (Abb. II, 3) mit *Phleum boeheimeri*, *Euphorbia seguieriana*, *Koeleria gracilis*, *Scabiosa canescens*.

Bei der Zuordnung der Steppenheidewälder des Untersuchungsgebietes zu dem von OBERDORFER (1957, S. 528) angeführten Kiefern-Eichenmischwald ergaben sich keine Schwierigkeiten, da dieser selbst das „kontinentale Grundgefüge“ hervorhebt. Doch soll nun auch hier die starke Vermischung mit Arten submediterraner und eurasiatischer Hauptverbreitung nicht übersehen werden (vgl. Abb. IX, 4). Wenn nun allerdings diese Assoziation bei den „xerophilen Trockenwäldern und Flaumeichengebüschen des südlichen Europa“ (*Quercetalia pubescentis*) eingeordnet wird (OBERDORFER 1957, S. 526) so steckt bereits in den Untertiteln ein Gegensatz; denn wenn man bereits bei der übergeordneten Systemeinheit die Erläuterung „Gesellschaften des südlichen Europas“ bemerkt, so erwartet man innerhalb dieser Systemeinheit keine „subkontinentalen Kiefern-Eichenmischwälder“. Der Steppenheidewald bei Bad Dürkheim ist eine Pflanzengesellschaft, die durch innige Vermischung kontinentaler, submediterraner und eurasiatischer Elemente gekennzeichnet ist. Das östliche Florenelement nimmt darin allerdings eine leicht dominierende Rolle ein.

III. Anhang

Zum Schluß sollen an Hand der Karten einige Standorte von Steppenheidepflanzen genannt werden, die schwer auffindbar erscheinen. Auch Pflanzengesellschaften, die einige Berührungspunkte zu unserem Thema aufweisen, können hier kurz erwähnt werden.

Gagea bohemica bewohnt das Felsband am südlichen Rand des Schutzgebietes (I, 2). Ganz am westlichen Ende dieser Felsreihe sind prächtige Flechtenrasen entstanden, die leider achtlos und ungestört von aufgefahretem Schutt teilweise begraben wurden. *Veronica prostrata*, selten noch bei Kallstadt (I, 4 und 8). Ebenfalls selten an Wegrändern bei Kallstadt *Muscari comosum* (I zwischen 5 und 6). Diese Pflanze wird häufig am Waldrand bei Forst südlich vom Margarethental (II). Sie ist dort mit einigen Orchideen vergesellschaftet: *Orchis militaris*, *O. mascula*, *O. maculata*, *Platanthera bifolia*, *Cephalanthera grandiflora*, dazu ein Bastard von *Orchis militaris* mit braunrotem an *Orchis purpurea* erinnerndem Helm. — Die Felskresse (*Hornungia* = *Hutschinsia petraea*) wurde an der Straßenkurve vor Leistadt (I, 12) und westlich von Kallstadt (I, 6) gefunden. Die seltene Flechte *Caloplaca fulgens* auf der Stirnkante am Steinbruch Kall-

stadt (Hinweis von DR. GREBE!). In der Sohle dieses Steinbruchs (I, 8) findet man eine interessante Pflanzengesellschaft, die stark an die Natternkopffur Tx. 42 (OBERDORFER 1957, S. 70) erinnert: *Echium vulgare*, *Salvia verticillata*, *Melilotus albus*, *M. officinalis*, *Isatis tinctoria*, *Echinops sphaerocephalus*, *Reseda lutea*, *Melandrium album*, *Artemisia vulgaris*, *Erigeron canadensis*, *Saponaria officinalis*, *Chenopodium album*, *Coronilla varia* und viele andere Arten sind hier mit zahlreichen, sekundär eingewanderten Steppenheidepflanzen innig vermischt. Die schon erwähnte Kolonie von *Sesleria coerulea* bewohnt die Schutthalde nordöstlich hinter Leistadt (I. 11). — *Stipa pennata* auch noch rechts der Straße zur Lindemannsruh (I. 15). An den Randfelsen der gleichen Straße (I. 16) zahlreiche Steppenheideelemente; auch reichlich *Silene conica*. *Viola arenaria* auf den obersten Felsen am Annaberg (I. 17) und in der Nähe der *Sesleria coerulea*-Kolonie. *Inula germanica* an der Straße Dürkheim-Leistadt und in der Ungsteiner Hohl. Auch zwischen Weinbergen bei Ungstein (I. 20). — *Ajuga chamaeepytis* mit *Cynodon dactylon* an Weinbergsmauern beim Flaggenturm häufig (II. 1), selten auch am Annaberg. — *Vicia lathyroides* mit viel *Peucedanum oreoselinum* und *Jasione montana* an sandigen Wegen beim Mundharter Hof (II. 2). — Weinbergsränder nördlich Poppental (II. 4): *Silene otites*, *Orobanche arenaria*, *Artemisia campestris*, *Linosyris vulgaris*, *Trifolium arvense*, *Papaver dubium*, *P. argemone* u. a. — Wegrand zum Forsthaus Odinstal (II. 5): *Vicia lathyroides*, *V. cassubica*, *Trifolium ochroleuca*, *T. montanum*, *Asplenium adiantum-nigrum*, *Listera ovata*, *Malva moschata*. — Oberhalb vom Basaltbruch Forst (II. 6) (Unterlage Muschelkalk): *Trifolium alpestre*, *Chrysanthemum corymbosum*, *Rosa arvensis*, *Lathyrus niger*, *Campanula glomerata*, *Origanum vulgare*, *Inula conyza* u. a. — Am Waldrand bei Deidesheim (III. 1): *Jasione perennis*, *Centaureum umbellatum*, *Viscaria vulgaris*. Auch hier bei 2: *Arnica montana* und *Thesium alpinum*. — Am Bahndamm in Höhe Forst: *Potentilla recta* und sehr viel *Colutea arborescens* (verwildert).

Zusammenfassung

1. Die Trockenrasengesellschaften auf den Kalkhügeln bei Bad Dürkheim stellen Steppenheiden im Sinne Gradmanns dar.
2. In den Rahmen der Steppenheide gehören auch einige wärmeliebende Trockenwälder am östlichen Haardtrand, eine Tatsache, die aus der vergleichenden Betrachtung deutlich hervorgeht. Auch wärmeliebende Gebüsche, die sich aus ehemaligen Steppenheiden entwickelt haben, mußten in diesem Zusammenhang Beachtung finden.
3. Die Steppenheide ist an Gebiete mit kontinentalem Klima gebunden, stellt hohe Anforderungen an den Lichtgenuß, bevorzugt im allgemeinen kalkhaltigen Boden und gibt sich durch eine charakteristische Kombination zahlreicher Leitelemente zu erkennen.
4. Im Untersuchungsgebiet umfaßt die Steppenheide verarmte Vorposten ost- und südeuropäischer Pflanzengesellschaften, die als nacheiszeitliche Xerothermrelikte einer wärmeren Klimaperiode angesehen werden.
5. Das Hauptverbreitungsgebiet vieler Steppenheidepflanzen liegt heute in den südrussischen Steppen und Waldsteppen, in Ungarn und dem nördlichen Balkan oder in Südeuropa.

6. Die Steppenheidereste bei Bad Dürkheim befinden sich auf den Kalkhügeln nördlich der Stadt. Diese Kalke sind Ablagerungen eines im Tertiär in die heutige Oberrheinebene eingedrungenen Meeres. Das Schutzgebiet Felsberg zeigt auf einem Kalkplateau schöne Verkarstungen.
7. Die östlichen Buntsandsteinabhänge der Haardt sind stellenweise von kalkhaltigem Löß überweht und geben dort die Standorte der Steppenheidewälder ab.
8. Auch der Steppenheidewald ist an basisch reagierende Böden gebunden. In den Übergangszonen von kalkhaltigem zu saurem Boden bilden sich scharfe Florengrenzen aus. Messungen der pH-Werte bestätigten die Aussagen der Artenkombinationen. Auch die humusreichen Böden der Steppenheide reagieren basisch. Nur schattige Trockenhanggebüsche neigen zur Versauerung.
9. Der Boden unter den Kalktrockenrasen der Hügel ist durchweg eine dunkle, humushaltige Braunerde, die meist nur flachgründig die Felsen bedeckt. Die Erwärmung der obersten Bodenschicht erreicht Werte von über 50°, doch unterliegt sie starken Schwankungen. Ab 20 cm Bodentiefe herrschen jedoch konstante und gemäßigte Temperaturen.
10. Das Klima wird von geringem Niederschlag und hohen Durchschnittstemperaturen geprägt. Herausragende Kennzeichen sind die Julitemperaturen und die geringe Bewölkung. Lokalklimatische Untersuchungen ergaben noch ausgeprägtere kontinentale Züge, die vor allem in den hohen Tag-Nacht-Schwankungen sichtbar werden.
11. Als Klimaxgesellschaft muß wohl die Eichenstufe angesehen werden. Der einzige vorhandene typische Buchenwald ist durch seine Lage am Nordhang lokalklimatisch bedingt.
12. Die Steppenheide erwacht bereits in den ersten Märztagen mit der Küchenschelle und zahlreichen Ephemeriden, doch erreicht die Frühlingsflora Anfang Mai ihren Höhepunkt mit der Blüte des Hufeisenklee, der Trinie und der Kugelblume. Die Sommerflora beginnt mit den Rosen im Juni, wird aber dann von zahlreichen Gräsern bestimmt. Im Spätsommer erblühen hohe Stauden, vor allem zahlreiche Kompositen und Umbelliferen. Sie bilden zugleich die Herbstflora. Im Winter beleben Moose und Flechten das Bild.
13. Die Steppenheide entwickelt sich von lückigen Trockenrasen über mehrere Übergangsstufen zu einer Trockenbuschgesellschaft, die unter günstigen Bedingungen die Eichenklimaxstufe erreichen könnte.
14. Wichtigste Voraussetzungen für das Fortbestehen einer Steppenheide scheinen im Untersuchungsgebiet lokalklimatische und edaphische Besonderheiten zu sein.
15. Die Steppenheidepflanzen sind hervorragend an die Bedingungen ihres Standortes angepaßt; die Wurzeln durch teilweise starke Verholzung, hohe Elastizität und Kontraktilität, durch wasserspeichernde Gewebe sowie durch die Fähigkeit, tief in schützende Felsspalten einzudringen; der Sproß durch Kleinheit oder Schmalheit der Blätter, Wachsschicht, Behaarung, Cuticula, Succulenz, Tunikabildung, Roll- und Faltblätter, Dorn- und Stachelbildung, Einsenkung der Spaltöffnungen u. a.

16. Auf den Felsen herrscht die Lebensform der Chamaephyten. In der eigentlichen Steppenheide dominieren die Hemikryptophyten, die im Laufe der Entwicklung von Strauchwerk stark zurückgedrängt werden. Der Steppenheidewald ist am stärksten geschichtet; mit Ausnahme der Therophyten können alle Lebensformen der Steppenheide nebeneinander bestehen.
17. Das Arealtypenspektrum ergibt in der *Festuca glauca*-Gesellschaft auf exponierten Felsen ein starkes Vorherrschen submediterraner Arten. In der Steppenheide bestimmen kontinentale und submediterrane Elemente gemeinsam das Bild. Vergleichende Untersuchungen über das Artengefälle östlicher und südlicher Ausstrahlungen weisen auf den in beiden Fällen vorgeschobenen Charakter des Untersuchungsgebietes hin.
18. Innerhalb der Oberrheinischen Tiefebene zeigen die Dürkheimer Steppenheiden einige gemeinsame Züge mit der Flora des Mainzer-Sandgebietes. Zusammen mit diesem und dem Kaiserstuhl sind sie gegenüber dem oberelsässischen Trockengebiet durch stärkere kontinentale Beeinflussung gekennzeichnet.
19. Im Steppenheidewald dominieren die kontinentalen Arten, doch sind diese stark mit submediterranen und eurasiatischen Elementen vermischt.
20. Sowohl im Wald als auch in den Trockenrasen lassen sich verschiedene Ausbildungsformen unterscheiden, die wiederum verschiedenen Entwicklungsstadien entsprechen.
21. Die Dürkheimer Steppenheidegesellschaften müssen in das *Xerobrometum erecti* Br.-Bl. 15 eingeordnet werden, doch ist diese Assoziation hier mit zahlreichen *Festucetalia*-Arten durchsetzt.
22. Die Haselbuschgesellschaft wurde dem *Ligustro-Prunetum* zugeordnet, doch ist der systematische Rang dieser Ausbildungsform innerhalb des Berberidion noch nicht ganz sicher.
23. Der Steppenheidewald gehört dem *Anemoneto-Quercetum* Oberd. 57 an. Bedenken ergaben sich nur bei der Einordnung dieser mehr kontinentalen Gesellschaft in die von submediterranen Arten geprägte Ordnung der *Quercetalia pubescentis*.
24. In einem Anhang wurde noch auf wärmeliebende Gesellschaften in Steinbrüchen, an Weinbergrändern und an Bahndämmen hingewiesen, in die sekundär einige Steppenheideelemente eingewandert sind.

Abb. I

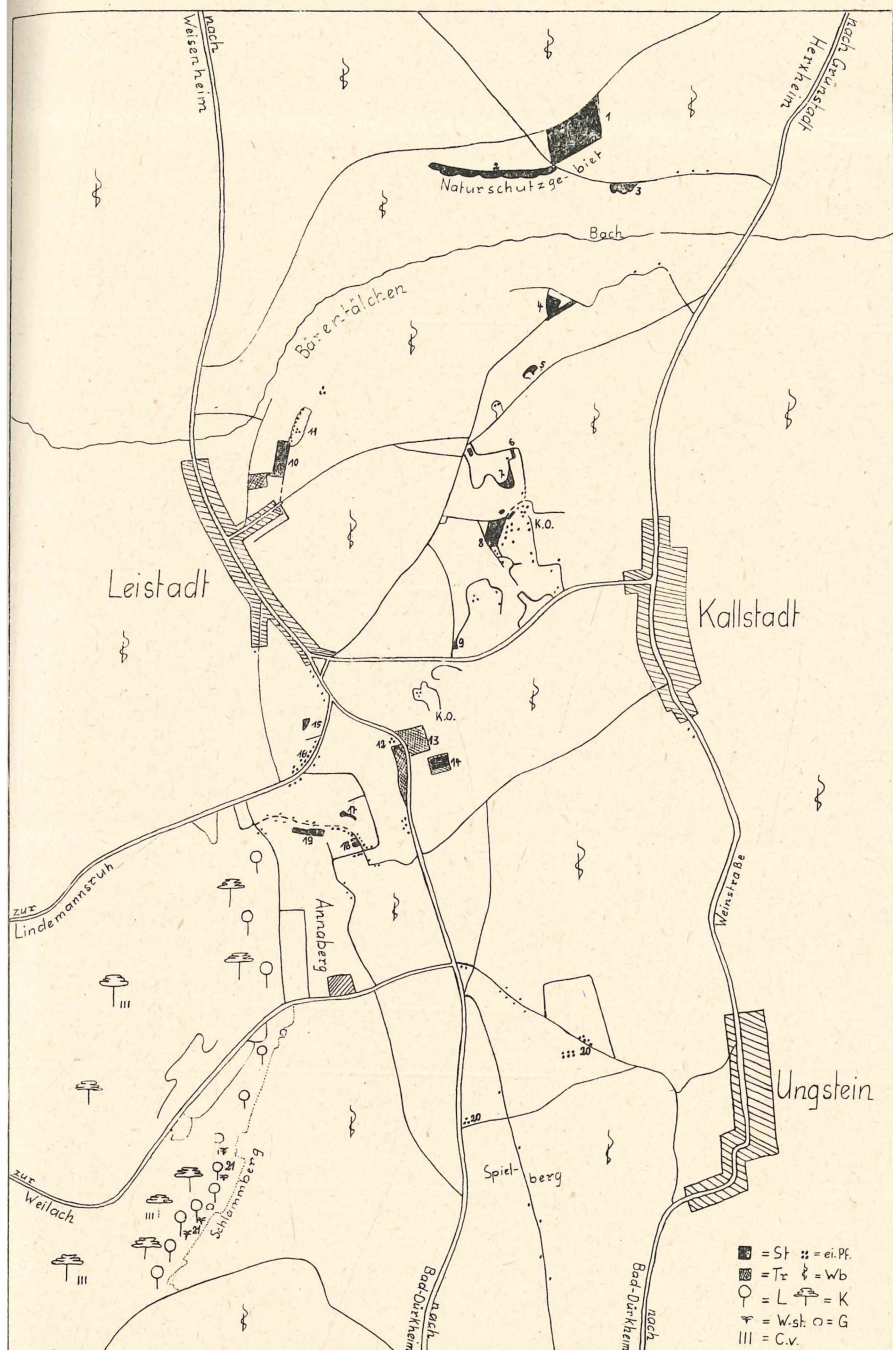


Abb. II

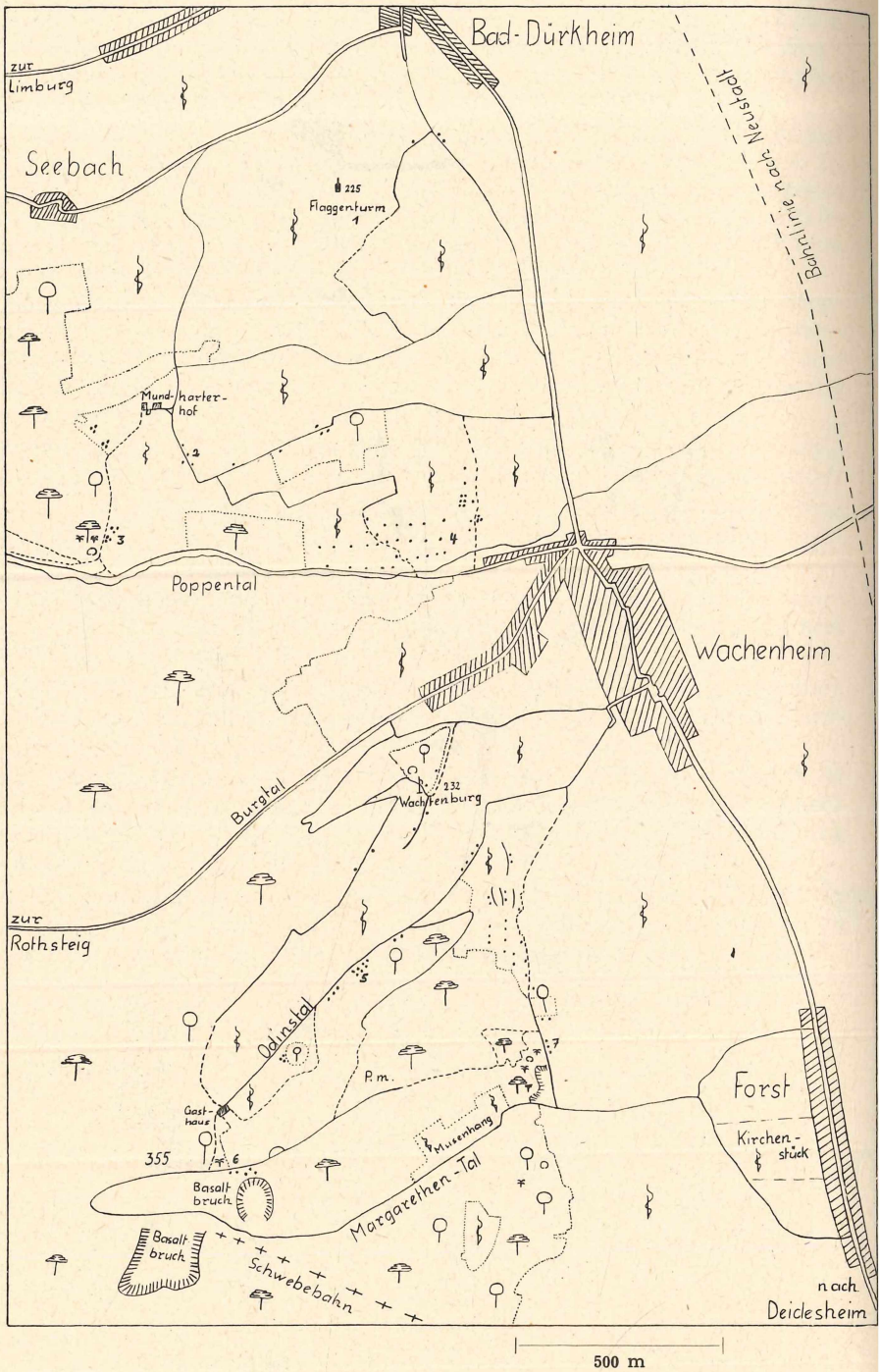
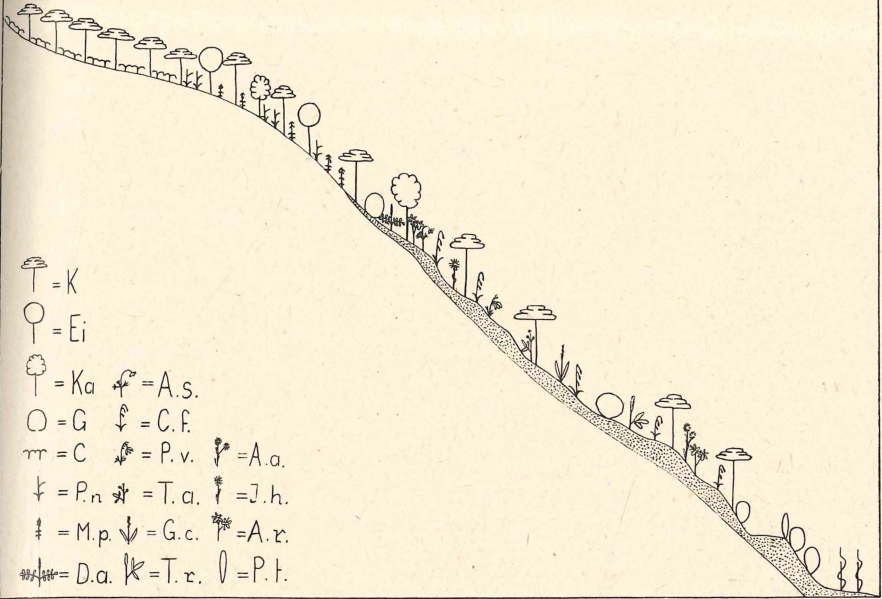


Abb. IV



W 245

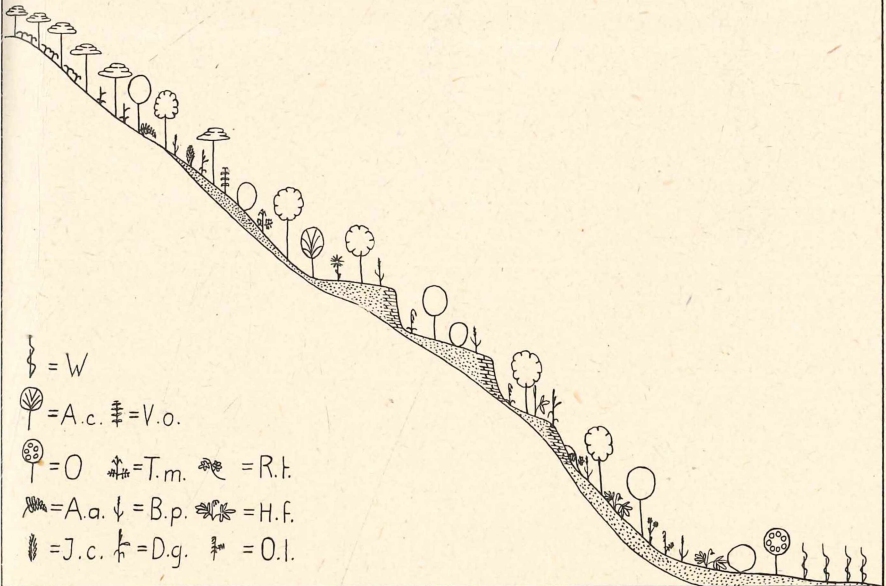
0185



1

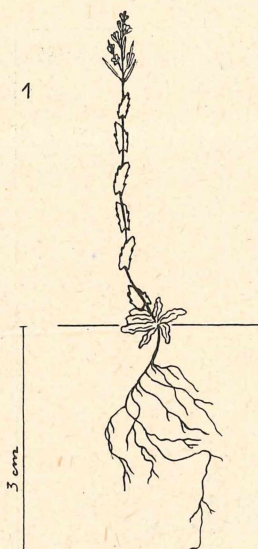
NW260

SO190

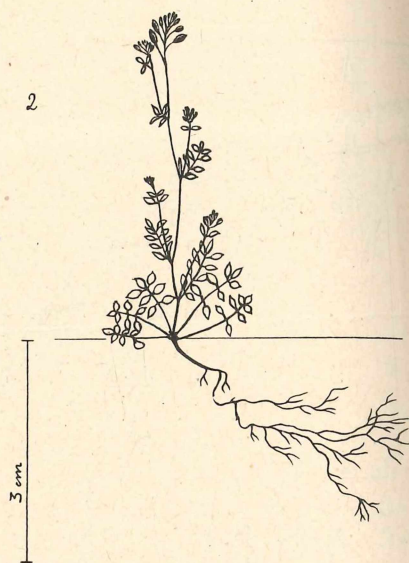


2

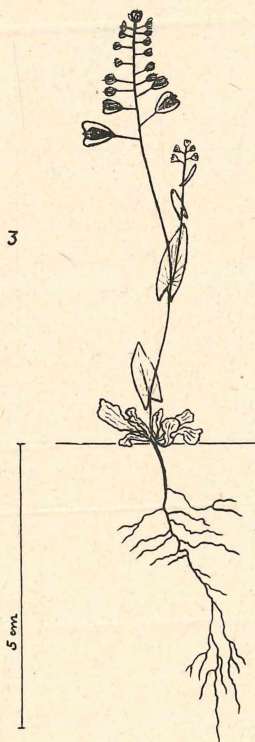
1



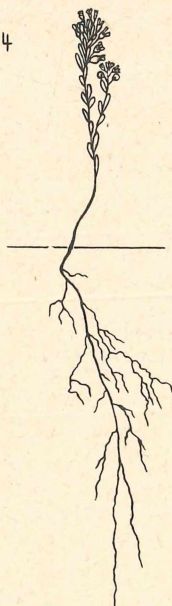
2



3



4



5

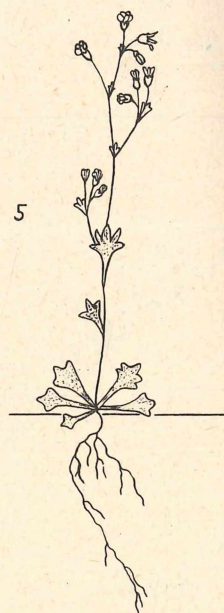


Abb. VII

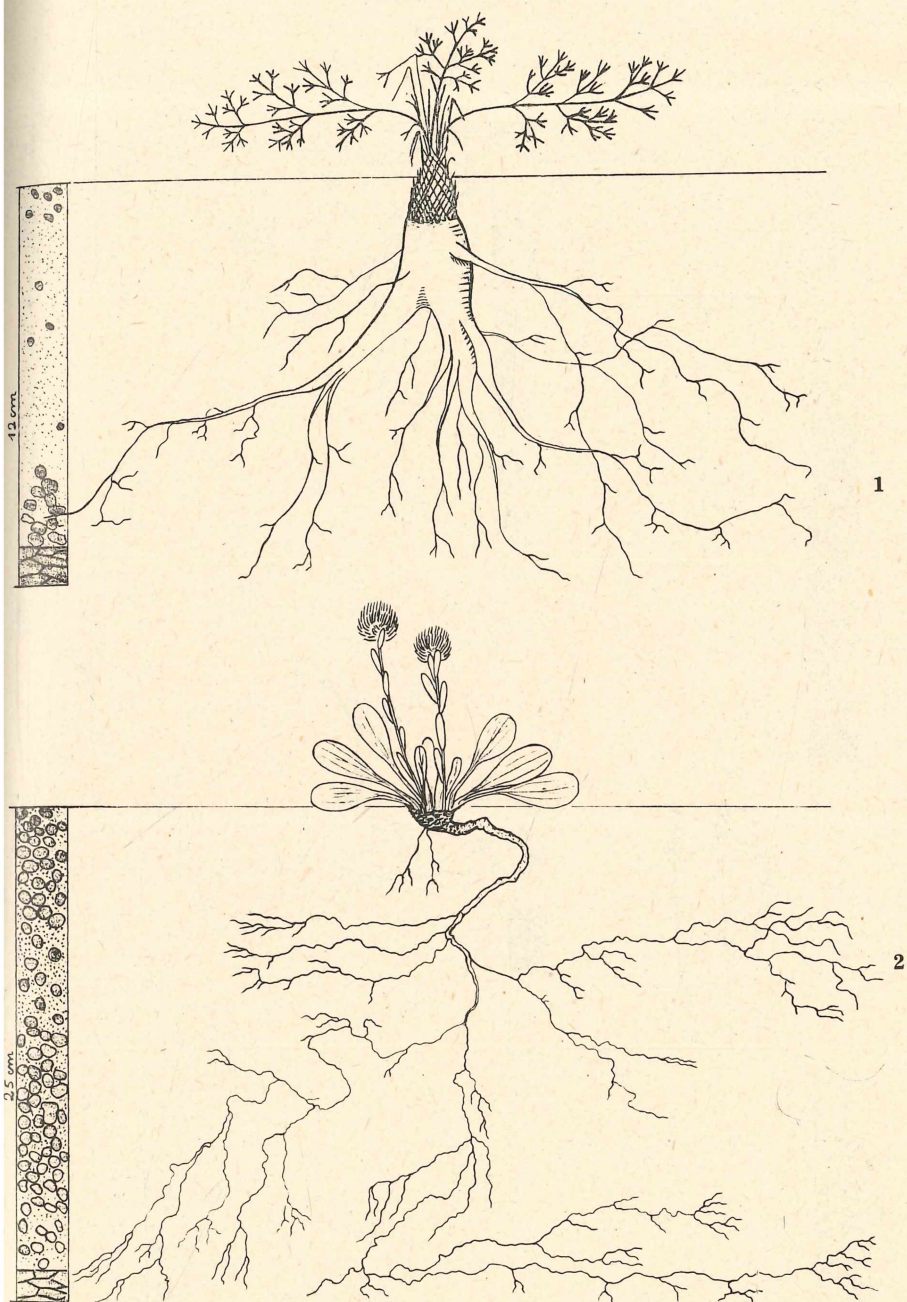


Abb. VIII

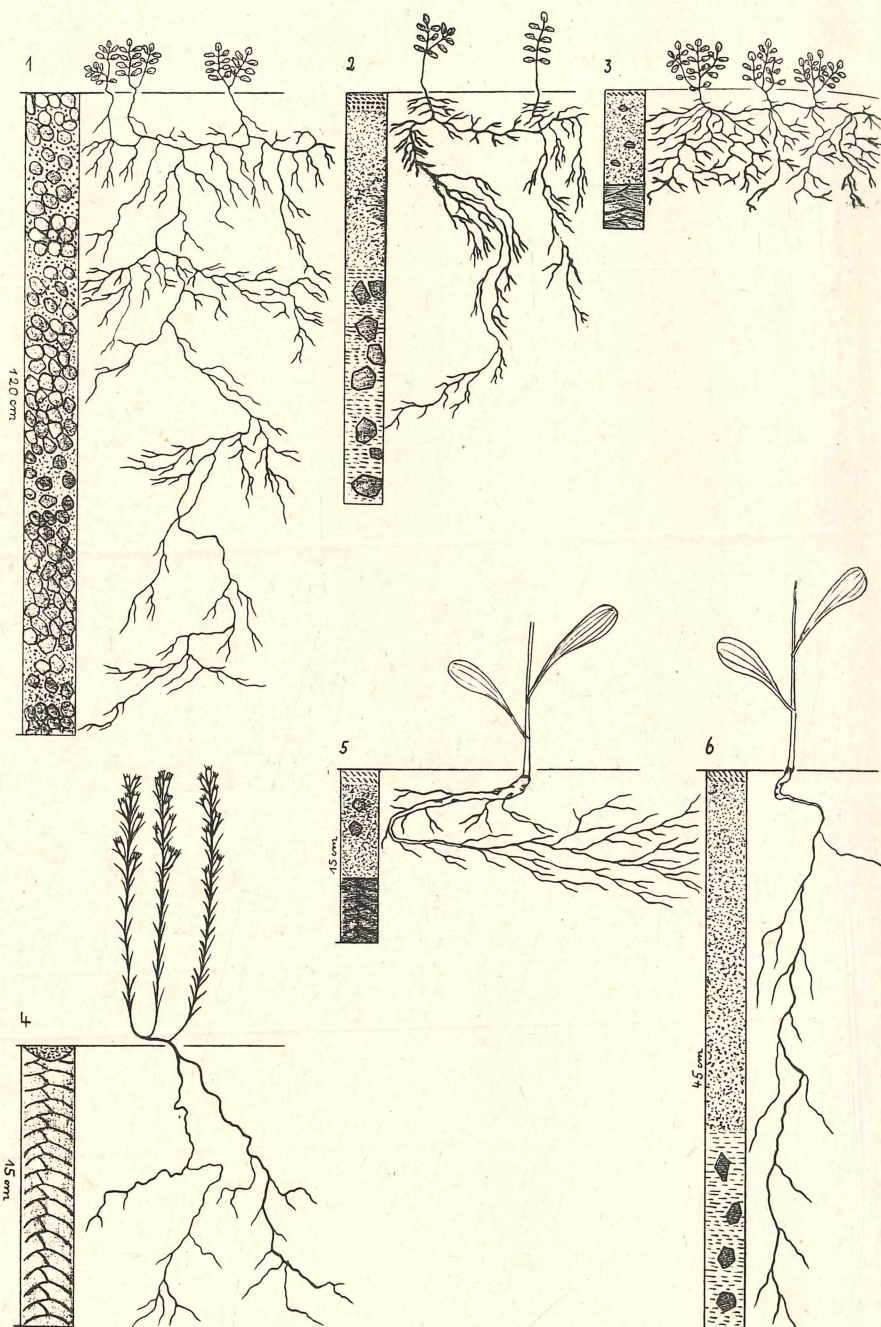
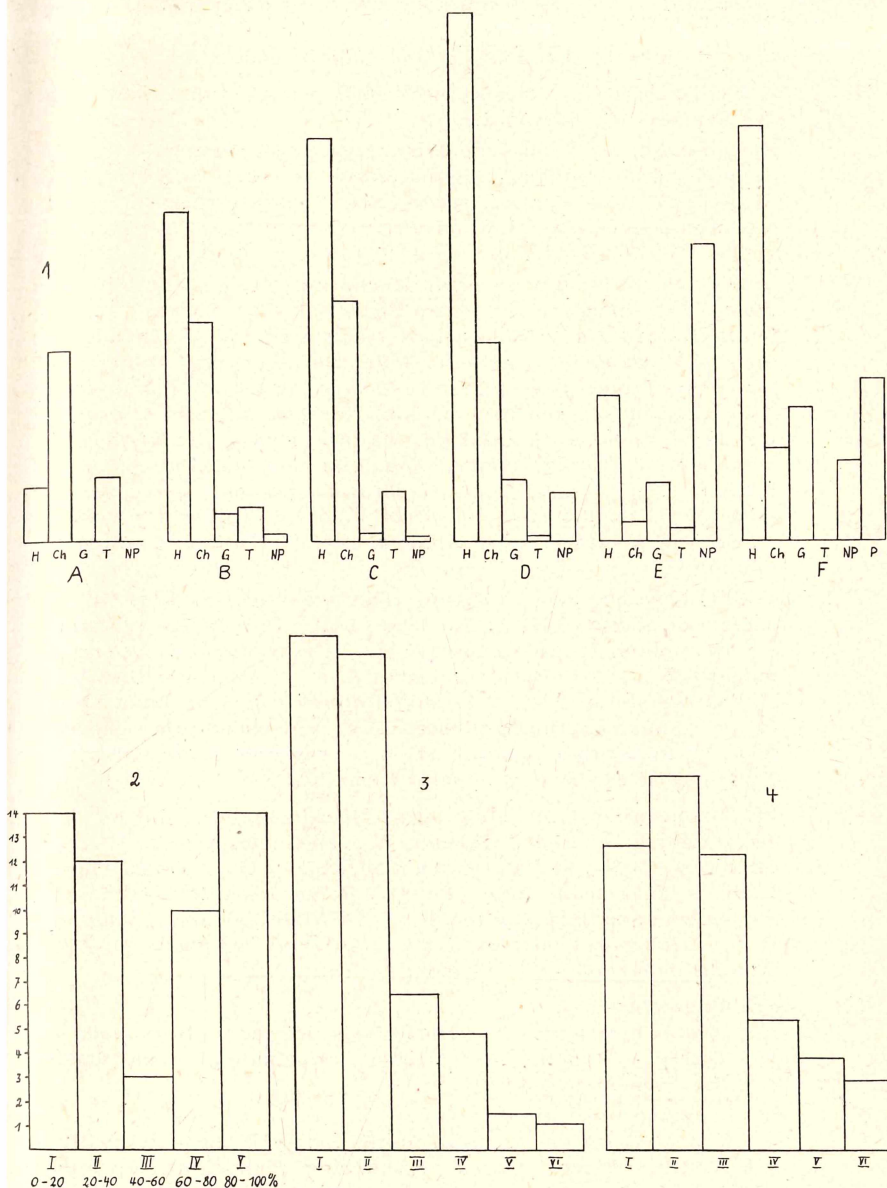


Abb. IX



Abbildungserläuterungen

- Abb. I: Karte des Arbeitsgebietes nördlich von Bad Dürkheim. St = Steppenheide, ei. Pf. = kleinere Standorte von Steppenheidepflanzen, Tr = Trockenbuschgesellschaften, Wb = Weinberge, L = Laubmischwälder, K = Kiefernwälder, W. st. = Steppenheidewälder, G = xerophiles Trockengebüsch als Unterholz im Trockenwald, C. v. = große Flächen von *Calluna vulgaris* bedeckt.
- Abb. II: Karte des Arbeitsgebietes südlich von Bad Dürkheim. Erläuterung der Symbole wie in Abb. I.
- Abb. III: Kartenskizze des Wald- und Weinberggebietes westlich von Deidesheim. Erläuterung der Symbole wie in Abb. I. Schraffierte Stellen sind Lößinseln mit reicher Flora. Die punktierte Linie ist die Grenze zwischen Wald und Weinbergen. P. m. = Anpflanzungen von *Pinus maritima*.
- Abb. IV: Vegetationsprofil durch einen Tertiärkalkfelsen oberhalb des Weingutes „Annaberg“ an einem Steilabfall nach Süden. Von unten nach oben: *Calamintha acinos*, *Genista pilosa*, *Campanula rotundifolia*, *Grimmia pulvinata*, *Potentilla arenaria*, *Anthericum ramosum*, *Trinia glauca*, *Festuca glauca*, *Teucrium chamaedrys*, *Asperula cynanchica*, *Stipa capillata*, *Pulsatilla vulgaris*, *Minuartia fastigiata*, *Fumana procumbens*, *Festuca glauca*, *Helianthemum nummularium*, *Carex humilis*, *Globularia elongata*, *Stipa pennata*, Flechten (bes. *Toninia coeruleonigricans*, *Cladonia pyxidata*, *C. foliacea*, *C. rangiformis*), *Pulsatilla vulgaris*, *Sedum acre*, *Viola arenaria*, *Ephemeriden*, *Stipa capillata*, *Carex humilis*, *Linum tenuifolium*.
- Abb. V, 1: Vegetationsprofil vom Fuße des Haardtgebirges bei Forst. K = Kiefer, Ei = Eiche, Ka = Kastanie, A. s. = *Anemone silvestris*, G = xerophiles Trockengebüsch, C. f. = *Carex flacca*, C = *Calluna vulgaris*, P. v. = *Pulsatilla vulgaris*, A. a. = *Aster amellus*, P. n. = *Poa nemoralis*, T. a. = *Trifolium alpestre*, I. h. = *Inula hirta*, M. p. = *Melampyrum pratense*, G. c. = *Gymnadenia conopsea*, A. r. = *Anthericum ramosum*, D. a. = *Dictamnus albus*, T. r. = *Trifolium rubens*, P. t. = *Populus tremula*.
- Abb. V, 2: Vegetationsprofil am Fuße des Haardtgebirges, durch den Schlammberg bei Bad Dürkheim. W = Weinberge, A. c. = *Acer campestre*, V. o. = *Vincetoxicum officinale*, O = Obstanlagen, T. m. = *Thalictrum minus*, R. t. = *Rubus tomentosus*, A. a. = *Asplenium adiantum-nigrum*, B. p. = *Brachypodium pinnatum*, H. f. = *Helleborus foetidus*, J. c. = *Juniperus communis*, D. g. = *Dactylis glomerata*, O. l. = *Odonites lutea*.
- Abb. VI: Frühlingssephemeriden
1 = *Arabis auriculata*; 2 = *Hutschinsia petraea* = *Hornungia p*;
3 = *Thlaspi perfoliatum*; 4 = *Alyssum calycinum* = *A. alyssoides*
5 = *Saxifraga tridactylites*.
- Abb. VII: Bewurzelungsverhältnisse
1 = *Trinia glauca*. Bodenprofil: flachgründiger Kalksteinverwitterungsboden mit wenig stark verwittertem Kalkschutt. Darunter spaltenreicher, fester Kalkfels, der ein Weiterverfolgen der Wurzeln unter Rücksichtnahme auf den Standort nicht ermöglichte.
2 = *Globularia elongata*. Bodenprofil: Steilhang mit mäßig verwitterter, heller Kalkerde und reichlich Kalkschutt bedeckt; darunter wieder fester Tertiärkalk. Auflage ziemlich beweglich.

- Abb. VIII, 1: Bewurzelungsverhältnisse
1: *Teucrium chamaedrys* in einem Kalksteinlesehaufen. Bodenprofil: Zusammengetragene, locker angehäuften, oberflächlich stark abgewitterte Kalksteine, dazwischen, stellenweise gehäuft, reichlich Kalkverwitterungserde.
- Abb. VIII, 2: *Teucrium chamaedrys* im Steppenheidewald, Bodenprofil:
0—2 cm Verwelkungsprodukte, Kleintierlosung, reiche Bodenfauna mit Kalkschnecken
2—3 cm grobkrümeliger, dunkler Löß mit Pflanzenresten und Tierkot vermischt, von stabiler Krümelstruktur, Bodenfauna
4—30 cm humusreicher, hellbrauner Löß, stark kalkhaltig, reich durchwurzelt, feine, formbare Struktur, von Wurmhöhlen durchzogen
30—120 cm stark gebleichter Sand mit groben Einschlüssen von Buntsandsteingehängeschutt, der oberflächlich brüchig verwittert ist.
- Abb. VIII, 3: *Teucrium chamaedrys* in der Steppenheide. Bodenprofil: 1—15 cm stark verwitterter Tertiärkalk mit verwesenen Pflanzenteilen zu einem dunkelbraunen, ziemlich feinen Humus vermischt, sehr stark, manchmal sogar filzig durchwurzelt. Reges Kleintierleben. Einzelne gröbere Kalksteineinschlüsse. Ab etwa 15 cm fester Kalkfels.
- Abb. VIII, 4: *Minuartia fastigiata* in der Felsheide. Bodenprofil: Geringe Feinerdeansammlung über einer engen Felsspalte.
- Abb. VIII, 5: *Bupleurum falcatum* in der Steppenheide. Bodenprofil wie in Abb. VIII, 3.
- Abb. VIII, 6: *Bupleurum falcatum* im Steppenheidewald. Bodenprofil wie in Abb. VIII, 2.
- Abb. IX, 1: Lebensformenspektren (nach den Werten der Tabelle 13).
1A: Felsheide, siehe Tabelle 6.
1B: *Globularia elongata*-*Fumana procumbens*-Ges. s. Tabelle 1 u. 2.
1C: *Stipa capillata*-*Euphorbia seguieriana*-Ges. s. Tabelle 1 u. 2.
1D: *Viburnum lantana*-*Phleum boehmeri*-Ges. s. Tabelle 1 u. 2.
1E: Haselbuschgesellschaft s. Tabelle 9.
1F: Steppenheidewald s. Tabelle 10 u. 11.
Abkürzungen der Lebensformengruppen: H = Hemikryptophyten, Ch = Chamaephyten, G = Geophyten, T = Therophyten, NP = Nanophanerophyten, P = Makrophanerophyten.
- Abb. IX, 2: Frequenzdiagramm zur Tabelle 8
Frequenzklasse I = Vorkommen in 1—20% der Probeflächen
Frequenzklasse II = Vorkommen in 21—40% der Probeflächen
Frequenzklasse III = Vorkommen in 41—60% der Probeflächen
Frequenzklasse IV = Vorkommen in 61—80% der Probeflächen
Frequenzklasse V = Vorkommen in 81—100% der Probeflächen
- Abb. IX, 3: Arealtypenspektrum der Steppenheide
4: Arealtypenspektrum des Steppenheidewaldes
I = med; II = kont, europ-kont, euras-kont, gemäß-kont.
III = euras, euras-med, euras-no, euras-subocean
IV = med-mo; V = subatl, subatl-med, med-subatl.
VI = med-kont, kont-med. (Werte nach der Gruppenmenge).

Erläuterungen der Tabellen

Tabelle 1 und 2: Aufnahmen von den Steppenheidegebieten bei Bad Dürkheim.

Die bei der Schätzung verwendeten Zahlen und Symbole sind der 7-teiligen Skala bei BRAUN-BLANQUET 1951, S. 60 entnommen, wobei so weit als möglich auf die Forderung der Kombination von geschätzter Abundanz (Individuenzahl) und Dominanz (Deckungsgrad) zur Artmächtigkeit eingegangen wurde:

- r = äußerst spärlich mit sehr geringem Deckungswert,
- + = spärlich mit geringem Deckungswert,
- 1 = reichlich, aber weniger als 1/20 der Fläche deckend oder ziemlich spärlich, aber mit größerem Deckungswert,
- 2 = sehr zahlreich, aber weniger als 1/20 der Fläche deckend oder bei beliebiger Individuenzahl mindestens 1/20 der Aufnahme­fläche deckend,
- 3 = $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ der Aufnahme­fläche deckend,
- 4 = $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ der Aufnahme­fläche deckend,
- 5 = mehr als $\frac{3}{4}$ der Aufnahme­fläche deckend.

In Klammern wurden Arten angegeben, die nicht in der Aufnahme­fläche selbst, aber ganz in der Nähe in entsprechenden Pflanzengesellschaften gefunden wurden.

Aufnahme Nr. 1—3: Aufnahmen vom Naturschutzgebiet „Felsberg“ bei Herxheim am Berg. Aufnahme­fläche je 100 qm. Exposition ganz leicht nach Süd. Bodenprofil wie in Abb. VIII, 3. Auf ca. 30% der Fläche tritt nackter Fels zu­tage. Krautschicht: Höhe bis 60 cm, Bedeckungsgrad ca. 70%. Moos­schicht: Deckungsgrad ca. 20%. Bei der Aufnahme wurden die die Fläche durchziehenden Karren mit ihrer Vegetation nicht berücksichtigt, um der Forderung nach einer möglichst gleichmäßigen Aufnahme­fläche gerecht zu werden. 225 m.

Aufnahme Nr. 4: Hochfläche des großen Steinbruchs westlich von Kallstadt. Aufnahme­fläche 100 qm. Exposition ca. 5° OSO. Bodenprofil wie in Abb. VIII, 3, 10% nackter Fels, Krautschicht: Höhe bis 50 cm. Deckungsgrad ca. 65%. Moos­schicht: Deckungsgrad 15%. 220 m.

Aufnahme Nr. 5: Südlich vom Naturschutzgebiet, aber auf der anderen Seite des Tales in Richtung Steinbruch Kallstadt. 215 m. Aufnahme­fläche 100 qm. Exposition schwach O. Bodenprofil wie in Abb. VII, 1, etwas mehr lockerer Kalkschutt. 10% nackter Fels. Krautschicht: Höhe 40 cm. Deckungsgrad ca. 60%. Moos­schicht: Deckungsgrad 10%.

Aufnahme Nr. 6: Gleich am nordöstlichen Ortsausgang des Dorfes Leistadt, am Westabhang des gleichen Hügels, auf dem die Fundorte der Aufnahme Nr. 4 und 5 liegen. Aufnahme­fläche 100 qm. Exposition ca. 35° W. Bodenprofil wie in Abb. VII, 2, ca. 40% nackter Fels und vegetationsfreier Kalkschutt. 220—230 m. Krautschicht: Höhe ca. 30 cm, Deckungsgrad ca. 50%. Moos­schicht: Deckungsgrad 10%.

Aufnahme Nr. 7 u. 8: 2 Felspartien oberhalb des Weingutes „Annaberg“ in Richtung Leistadt. Aufnahme­flächen je ca. 80 qm. Exposition schwach bis stark Süd. Bodenprofil wie in Abb. VII, 1. 20—30% nackter Fels. Krautschicht: Höhe ca. 30 cm, Deckungsgrad 40—50%. Moos­schicht: Deckungsgrad ca. 10%. 225 bis 240 m.

Aufnahme Nr. 9 u. 10: Eine Weinbergslänge nördlich von der Hochfläche am Steinbruch Kallstadt. Aufnahmefläche je 25 qm. Exposition: flach bis steil N bis NW. Bodenprofil: Flachgründige Kalkverwitterungserde, stark mit Kalkschutt durchsetzt, der besonders in Aufn. Nr. 10 nach unten hin stark zunimmt (*Teucrium botrys!*) 20% nackter Fels. Krautschicht: Höhe 30 cm, Deckungsgrad 60%. Moosschicht: Deckungsgrad 10%. 225 m.

Aufnahme Nr. 11: Unterhalb der scharfen Straßenkurve knapp vor Leistadt in Richtung Bad Dürkheim, etwas südöstlich, aber noch etwas tiefer als die gleiche unterhalb der Straße beginnende Haselbuschgesellschaft. Aufnahmefläche 100 qm. Exposition 35° Ost. Bodenprofil: Dunkle Kalksteinverwitterungserde, stellenweise bis 35 cm, wenig Kalkschutt. 10% nacktes Kalkgestein. Krautschicht: Höhe bis 80 cm, Deckungsgrad 70%. Moosschicht: Deckungsgrad 15%. 180—190 m.

Tabelle 6: Aufnahme Nr. 1 u. 2: 2 isolierte Felsen am Südrand des langen Felsbandes im Naturschutzgebiet. Glatter, fast senkrechter, nahezu vegetationsfreier Südabbruch. Stark skelettiertes, flach nach Süden geneigtes Plateau mit zerrissener Vegetation über geringen Feinerdeansammlungen und in Felsspalten. Aufnahmefläche 10 qm. 50% nackter Kalkfels. Krautschicht: Höhe 15 cm, Deckungsgrad 40%. Moosschicht: Deckungsgrad 10%. 225 m.

Aufnahme Nr. 3: Felsgruppe südöstlich des Naturschutzgebietes am Hohlweg in Richtung Kallstadt, Krautschicht: Deckungsgrad 30%, sonst wie Aufnahme Nr. 1 u. 2.

Tabelle 8: In einer quadratischen etwas über 100 qm großen Fläche wurden unter Auslassung der Karren in gleichmäßigen Abständen 20 qm genau abgesteckt, mit einer Schnur umrissen und genau auf Pflanzenarten untersucht. Das Ergebnis, nach Frequenzklassen geordnet, veranschaulichen Tabelle 8 und Abbildung IX, 2.

Tabelle 10 u. 11: Aufnahmen von den Steppenheidewäldern bei Bad Dürkheim. Schätzung wie in Tabelle 1 und 2. Aufnahme Nr. 1—3: Aufnahmen vom Steppenheidewald westlich von Forst und nördlich vom Eingang zum Margarethental. Aufnahmefläche je 400 qm. Exposition: ca. 35° OSO. Bodenprofil wie in Abb. VIII, 2. Krautschicht: Ziemlich geschlossen, Höhe 50—60 cm. Moosschicht: Dürrtig 5—10% Deckungsgrad. 200—220 m.

Aufnahme Nr. 4: Westlich von Wachenheim, in südwestlicher Richtung vom Mundhartherhof zum Poppental. Aufnahmefläche 400 qm. Exposition 30° OSO. Bodenprofil wie Abb. VIII, 2. Krautschicht: Höhe 60 cm, Deckungsgrad 80%. 210—230 m.

Aufnahme Nr. 5: Nördlich von Bad Dürkheim, am Schlammberg südwestlich vom Weingut Annaberg. Aufnahmefläche 500 qm. Exposition 35° SO. Bodenprofil wie in Abb. VIII, 2, aber Lößschicht hier stärker mit Sand vermischt. Krautschicht: Höhe bis 80 cm, Deckungsgrad ca. 90%. 180—200 m.

Aufnahme Nr. 6—10: Aufnahmen vom Wald bei Deidesheim zwischen den Eingängen von Maden- und Sensental. Hauptaufnahmebereich im südlichen Teil. Aufnahmefläche: 400 bzw. 500 qm. Exposition ca. 35° OSO. Bodenprofil ähnlich der Abb. VIII, 2, doch Lößauflage hier stellenweise bis über 1 m mächtig. Krautschicht: Höhe 60—80 cm. Deckungsgrad: 70—85%. 200 bis 250 m.

Tabelle 13: Die Lebensformenspektren wurden nach einer Methode von TÜXEN und ELLENBERG (1937) zusammengestellt. Zu diesem Zwecke wurde die nach BRAUN-BLANQUET geschätzte Artmächtigkeit in Deckungsprozente umgerechnet:

Artmächtigkeit nach
BRAUN-BLANQUET

5
4
3
2
1
+
r

Deckungsprozente nach
ELLENBERG und TÜXEN

87,5
62,5
37,5
15,0
2,5
0,25

wird nicht berücksichtigt

Die Addition der Werte nach den einzelnen Tabellen führte zu der Gruppenmenge, in der nicht nur die Artenzahl der Lebensformengruppen berücksichtigt ist, sondern auch deren Deckungsanteile. Dadurch kommt auch ein einigermaßen natürliches Bild der Schichtung in den Pflanzengesellschaften zustande. Würden nur die Artenzahlprozente verwendet, käme oft ein irreführendes Bild zutage, z. B. könnten auf diese Weise die Gebüsche in Tabelle 13 E niemals die ihnen zustehende dominante Rolle einnehmen.

Vegetationsaufnahme

Haselbusch-Gesellschaft

Fundort: Südlich vom Dorfe Leistadt an der scharfen Straßenkurve in Richtung Bad Dürkheim, unterhalb des Rastplatzes.

Aufnahmezeit: Vegetationsperiode 1959.

Besondere Merkmale: Fast ganz mit Buschwerk bedeckter Steilhang. Einzelne lichte Stellen, besonders auf vorspringenden Felsnasen. Exposition ca. 45° ONO, 200—220 m Meereshöhe. Aufnahmefläche: 500 qm, Schätzungsverfahren nach BRAUN-BLANQUET 1951.

Strauchschicht: Höhe 1—2,5 m		Deckungsgrad: ca. 70%	
Krautschicht: Höhe bis 1 m		Deckungsgrad: ca. 40%	
Moosschicht:		Deckungsgrad: ca. 15%.	
Str. 4.4	<i>Corylus avellana</i>	+	<i>Ononis repens</i>
2.3	<i>Ligustrum vulgare</i>	+	<i>Achillea millefolium</i>
2.2 ⁰	<i>Cornus sanguinea</i>	+	<i>Silene cucubalus</i>
1.1	<i>Viburnum lantana</i>	+	<i>Sanguisorba minor</i>
1.1	<i>Acer campestre</i>	+ ⁰	<i>Euphorbia cyparissias</i>
1	<i>Rosa canina</i>	+	<i>Teucrium botrys</i> (nur am Rand)
1.1 ⁰	<i>Prunus spinosa</i>	+	<i>Campanula rotundifolia</i>
r	<i>Crataegus oxyacantha</i>	+	<i>Daucus carota</i>
1	<i>Crataegus monogyna</i>	+	<i>Centaurea scabiosa</i>
r.1	<i>Salix capraea</i>	1.1 ⁰	<i>Teucrium chamaedrys</i>
r	<i>Populus tremula</i>	1	<i>Lotus corniculatus</i>
r	<i>Evonymus europaeus</i>	+	<i>Anthyllis vulneraria</i>
1	<i>Rubus spec.</i>	+	<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>
		1 ⁰	<i>Stachys recta</i>
Kr. 2.3	<i>Brachypodium pinnatum</i>	+	<i>Vincetoxicum officinale</i>
2	<i>Polypodium vulgare</i>	+ 1	<i>Helleborus foetidus</i>
+ ⁰	<i>Scabiosa canescens</i>	+ ⁰	<i>Asperula glauca</i>
+	<i>Scabiosa columbaria</i>	+ ⁰	<i>Helianthemum nummularium</i>
+ ⁰	<i>Eryngium campestre</i>	r	<i>Hypericum perforatum</i>
1	<i>Asplenium ruta-muraria</i>	+	<i>Koeleria pyramidata</i>
1	<i>Asplenium trichomanes</i>	+	<i>Polygonatum odoratum</i>
1	<i>Arabis hirsuta</i> (auf Felsnasen)	+	<i>Poa compressa</i> (auf Felsnasen)
1	<i>Anemone silvestris</i>	+	<i>Poa pratensis</i>
2	<i>Hedera helix</i>	+	<i>Senecio erucifolius</i>
1	<i>Dactylis glomerata</i>	1	<i>Trifolium medium</i>
1	<i>Peucedanum cervaria</i>	1	<i>Campanula persicifolia</i>
1	<i>Fragaria viridis</i>	r ⁰	<i>Ajuga genevensis</i>
+	<i>Primula veris</i> ssp. <i>canescens</i>	+	<i>Hieracium vulgatum</i>
1 ⁶	<i>Potentilla verna</i>	+	<i>Poa nemoralis</i>
+ ⁰	<i>Potentilla heptaphylla</i>	r	<i>Tragopogon pratensis</i>
1 ⁰	<i>Mercurialis perennis</i>	1	<i>Silene nutans</i>
1	<i>Bupleurum falcatum</i>	+	<i>Ranunculus bulbosus</i>
1	<i>Origanum vulgare</i>	1	<i>Saxifraga tridactylites</i> (auf Felsnasen)
1	<i>Stachys officinalis</i>		
1	<i>Aster amellus</i>	+	<i>Satureia vulgaris</i> (am Rand)
1	<i>Hieracium umbellatum</i>	+	<i>Campanula rapunculoides</i>
+ ⁰	<i>Asperula cynanchica</i>	M. 1	<i>Hylacomium splendens</i>
1	<i>Anthericum ramosum</i>	+	<i>Scleropodium purum</i>
+	<i>Solidago virgaurea</i>	+	<i>Plagiochila asplenoides</i>
+	<i>Thymus spec.</i>	+	<i>Ctenidium molluscum</i>
1 ⁰	<i>Geranium sanguineum</i>	r	<i>Grimmia pulvinata</i> (auf Felsnasen)
1	<i>Hieracium praecox</i>		

Tabelle 1 — Trockenrasen

Trennarten der Ausbildungsformen im Untersuchungsgebiet

Haupt- verbreitung	Lebensform	Ausbildungsform		A					B			C	D			
		Aufnahme Nr.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
		a. Differentialarten der <i>Stipa capillata</i> - <i>Euphorbia seguieriana</i> - Trockenrasen														
kont	H	<i>Euphorbia seguieriana</i>		1	+	2	1	1	(1)							
kont	H	<i>Silene otites</i>		2	2	2	1									
kont	H	<i>Avena pratensis</i>		+	+	+	1									
kont	H	<i>Artemisia campestris</i>		2	2	1										
kont	Ch	<i>Veronica prostrata</i>						1	+							
gemäß-kont	H	<i>Avena pubescens</i>		+	+	+	1	1								
med-kont	G	<i>Orobanche alba</i>		+	+	+	r									
med	T	<i>Medicago minima</i>		+	+	1	r	1	1		+					
med	Ch	<i>Grimmaldia fragans</i>		1	+	1	r	+								
med	Ch	<i>Thymus humifusus</i>		1	+	+	(+)									
med	G	<i>Bunium bulbocastanum</i>		1				1	+							
med	H	<i>Taraxacum laevigatum</i>		+	+											
med-mo	H	<i>Salvia pratensis</i>		r	1	+	1									
subatl.-med	Ch	<i>Sedum boloniense</i>		+	+	2	1	+	1							
	Ch	<i>Polytrichum juniperinum</i>		+	1	1	1									
b. Differentialarten d. <i>Globularia elongata</i> - <i>Fumana procumbens</i> - Trockenrasen																
kont	H	<i>Stipa pulcherrima</i>							1	1	1					
kont	NP	<i>Rosa spinosissima</i>							1	(+)	1					
kont	H	<i>Viola arenaria</i>							(+)	1						
med-kont	G	<i>Anthericum ramosum</i>							2	1	1					
med	H	<i>Geranium sanguineum</i>							(+)	2	2	2				
med	Ch	<i>Fumana procumbens</i>							2	1	2					
c. Differentialarten der <i>Teucrium botrys</i> - <i>Cerastium arvense</i> - Trockenrasen																
med	T	<i>Teucrium botrys</i>												1	2	
euras-med	H	<i>Cerastium arvense</i>												1	1	
med	T	<i>Hornungia petraea</i>												+	(+)	
euras	Ch	<i>Hieracium pilosella</i>							+	1						
subatl.-med	H	<i>Inula conyza</i>												2	2	
euras-med	G	<i>Asplenium ruta-muraria</i>		+										+	1	
med	H	<i>Bromus sterilis</i>												+	+	
kosmop	G	<i>Asplenium trichomanes</i>												1		1
d. Differentialarten d. <i>Viburnum lantana</i> - <i>Phleum boehmeri</i> - Trockenrasen																
kont	H	<i>Phleum boehmeri</i> = <i>phleoides</i>		(+)										1		
kont	H	<i>Peucedanum cervaria</i>												2		
kont	G	<i>Anemone silvestris</i>												1		
kont	G	<i>Polygonatum odoratum</i>												1		
kont	H	<i>Aster amellus</i>												+		
europ-kont	H	<i>Asperula glauca</i>												1		
europ-kont	H	<i>Brunella grandiflora</i>												+		
med	NP	<i>Viburnum lantana</i>												1		
med-mo	NP	<i>Acer campestre</i>												1		
med-uras	NP	<i>Cornus sanguinea</i>												2		
euras-med	H	<i>Silene nutans</i>												2		

Tabelle 2 — Trockenrasen

Die Arten nach ihrem Hauptverbreitungsgebiet geordnet, ohne die bereits in Tabelle 1 genannten Trennarten

		Aufnahme Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
kont	H	<i>Stipa capillata</i>	3	2	2	2	2 (+)	1	1				
kont	H	<i>Scabiosa canescens</i>	1	1	1	1	1 (+)	2	2				1
kont	Ch	<i>Potentilla arenaria</i>	3	3	3	2	2	1	2	2		2	2
kont	H	<i>Carex humilis</i>	+	1	1	1	1	2	1	2			2
euras-kont	H	<i>Euphorbia cyparyssias</i>	2	2	2	2	+	1	2	1			2
kont	Ch	<i>Cladonia rangiformis</i>	1	1	2	1	1	1	1	+			1
kont	Ch	<i>Abietinella abietina</i> = <i>Thuidium a.</i>	+	+	+	1	+	+	1	+	1	1	1
kont	Ch	<i>Rhytidium rugosum</i>	1	+	1	+	+	+	1	1			1
europ-kont	G	<i>Poa compressa</i>	1	+		+		1	+	+	+	1	2
europ-kont	H	<i>Pulsatilla vulgaris</i>		r		+	3	1	+	+			1
kont	T	<i>Thlaspi perfoliatum</i>	+	+	+		1	1	+	1			+
kont	H	<i>Aster linosyris</i>	2	2	2	2	2	1	2				2
kont	H	<i>Galium verum</i>	1	1	2		+		+		+	1	+
kont	H	<i>Koeleria gracilis</i>	1	1	+	+	1		r				2
kont	H	<i>Thalictrum minus</i>	+	2			2	1	(+)	1			2
kont	H	<i>Bupleurum falcatum</i>				(+)	1	1	1	+		1	+
kont	H	<i>Medicago falcata</i>	+	1					+				
kont-m	H	<i>Brachipodium pinnatum</i>	(+)(+)										1
europ-kont	H	<i>Anthemis tinctoria</i>			(+)			(+)					
kont	H	<i>Vincetoxicum officinale</i>	1							1			1
kont	H	<i>Melica transilvanica</i>	1		+			2					2
europ-kont	H	<i>Seseli annuum</i>							1				
kont	H	<i>Carex supina</i>	+										
kont	H	<i>Achillea nobilis</i>				1							
kont	H	<i>Thesium linophyllum</i>						2					
kont-med	G	<i>Poa pratensis</i> ssp. <i>angustifolia</i>	+	+		+	+		1	+			
kont-med	H	<i>Euphrasia lutea</i> = <i>Odonites lutea</i>					2						
med-kont	T	<i>Alyssum calycinum</i> = <i>A. alyssoides</i>	+	+	1				+	+	+		
med-kont	H	<i>Tragopogon dubius</i>		+				(+)					
med-kont	G	<i>Poa bulbosa</i>			+				+				1
o-med(-kont)	H	<i>Falcaria vulgaris</i>											(+)
med(-kont)	H	<i>Vicia tenuifolia</i>	+										
med-kont	G	<i>Orobancha galii</i> = <i>O. vulgaris</i>	r										
med-(-kont)	H	<i>Coronilla varia</i>			r								
med	H	<i>Festuca glauca</i>	2	2	2	1	2	2	1	1	2	1	2
med	H	<i>Stachys recta</i>	2	2	2	1	1	+	1	1	1	1	1
med-mo	H	<i>Camptothecium lutescens</i>	+	+	1	1	1	1	1	+	+	1	1
med	T	<i>Minuartia fastigiata</i>	1	+	+	1	1	1	1	1		1	+
med	H	<i>Anthyllis vulneraria</i>	1	1	1	2	2	2	1	+			1
med	Ch	<i>Teucrium chamaedrys</i>	2	2	2	3	2	3	2	2		2	2
med	H	<i>Trinia glauca</i>	+	+	1	1	1	2	1	1			1
med	H	<i>Linum tenuifolium</i>	1	1	+	2	2	2	2	1			1
med	Ch	<i>Hippocrepis comosa</i>	1	1	2	2	2	2	1	2		+	1
med	T	<i>Erophila verna</i>	1	1	1	+	1	1	1	1			+
med	Ch	<i>Sedum rupestre</i>	2	2	1	1	+	+	1			1	2
med	H	<i>Dianthus carthusianorum</i>	1	2	1	1	+	+	1			1	1
med	T	<i>Calamintha acinos</i>	2	1	1	1	+		1	1	1	1	1
med	H	<i>Bromus erectus</i>	1	1	1	1	1	1	+		+		1
med	G	<i>Allium sphaerocephalum</i>	r	1		+	+	(+)	(+)	+	+	+	+
med	T	<i>Holosteum umbellatum</i>	1	1	1	+	1	1	1	1			
med	Ch	<i>Cladonia foliacea</i> var. <i>alicornis</i> + <i>convoluta</i>	1	1	+	1	+	+	+	+			

Tabelle 2 — Trockenrasen (Fortsetzung)

Aufnahme Nr.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
med	H	<i>Eryngium campestre</i>	+	+	1	+	1	+			+	1
med	T	<i>Minuartia tenuifolia</i>	1	1	1	1	(+)	(+)	+	1	1	
med	T	<i>Tunica prolifera</i>	1	1	+	1	+		+	1	1	+
med	H	<i>Melica ciliata</i>	+	+	1	+		2	1			1
med	T	<i>Myosotis collina</i>	1	1	1	1	1		+			+
med	Ch	<i>Helianthemum nummularium</i>		1		1	1	2	1		2	2
med	T	<i>Cerastium brachypetalum</i>	1	1	1		+	1	+			
med	T	<i>Saxifraga tridactylites</i>	+	+	+	+	+	1	+			
med	NP	<i>Prunus spinosa</i>	1		1			(+)			+	
w-med	H	<i>Diplotaxis tenuifolia</i>				r			+	+		
med	T	<i>Arabis auriculata</i>				1		1	+			
med	G	<i>Muscari racemosum (neglectum)</i>	+	1				(+)	+			
med	NP	<i>Rosa eglanteria</i>					+	(+)			1	
med	H	<i>Reseda lutea</i>						+	(+)			
med-mo	Ch	<i>Asperula cynanchia</i>	1	1	1	+	1	2	1	1		1
med-mo	H	<i>Globularia elongata</i>	+	2	+	2	2	3	+	2		1
med-mo	H	<i>Verbascum lychnitis</i>	r	+	+	1	(r)	+		+	1	+
alp-med	Ch	<i>Sedum dasyphyllum</i>		1								
euras-med	H	<i>Lotus corniculatus</i>	1	+	1	1	1	+	+	+		1
med-euras	H	<i>Centaurea scabiosa</i>	1		+	1	1	1	1			1
euras-med	NP	<i>Rosa canina</i> + spec.	1		+	(r)	1	+	r			r
euras-med	H	<i>Dactylis glomerata</i>	+	+	1	+	+					+
euras-med	Ch	<i>Sedum acre</i>	2	1	2	1		(+)	2	1	2	1
euras-med	H	<i>Hypericum perforatum</i>	+	+	+	+	1		+			1
med-euras	H	<i>Origanum vulgare</i>		+	1			+	1	(+)		+
euras-med	H	<i>Pimpinella saxifraga</i>				+	(+)		+			+
euras-med	Ch	<i>Thymus pulegioides var. ovatus</i>				1	+			2	1	1
euras-med	T	<i>Arenaria serpyllifolia</i>				+		+	r			
euras-med	NP	<i>Berberis vulgaris</i>					r	+				
med-euras	H	<i>Echium vulgare</i>			+					1	+	
euras-med	H	<i>Carlina vulgaris</i>				1						
euras-med	NP	<i>Rhamnus cartharticus</i>							r			
euras-med	H	<i>Erigeron acer</i>			+							
subatl-med	H	<i>Cuscuta epithymum</i>		1	+		+	+	+	+		
subatl-med	Ch	<i>Ononis repens</i> + <i>spinosa</i>	1	1	1	(+)	+		1			1
euras-med	H	<i>Sanguisorba minor</i>		+		+	+		+	+	1	1
subatl-med	H	<i>Helleborus foetidus</i>				(+)		1	(1)		+	
med-subatl	G	<i>Ranunculus bulbosus</i>						(+)				
subatl-med	T	<i>Lepidium campestre</i>			r							
euras	H	<i>Hieracium umbellatum</i>	1	+	1	+	+	+		+	+	+
euras-no	H	<i>Campanula rotundifolia</i>			+	+	1	1	1	+	1	+
euras-suboz.	H	<i>Plantago lanceolata</i>	r					+				
euras	H	<i>Hieracium laevigatum</i>					1					
euras-suboz.	H	<i>Leontodon hispidus</i>				+						
subatl	Ch	<i>Genista pilosa</i>				(+)	1	1	2	1		
kosmop	T	<i>Arabidopsis thaliana</i>	+	+	+		+	+	+	+		
	Ch	<i>Cladonia pyxidata</i> + <i>chloroph.</i>	1	+	1	1	+	+	1	+	1	1
	Ch	<i>Schistidium apocarpum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+		+
	Ch	<i>Orthotrichum anomalum</i>	+	1	+	+	+	+	1	+	1	+
	Ch	<i>Tortula muralis</i>	+	1	+	1	+		+			+
	Ch	<i>Syntrichia ruralis</i>	+	+	+			+				
	H	<i>Peltigera rufescens</i>	r	+	1		+	+	+		1	
	H	<i>Toninia coeruleonigricans</i>				+	+	+	1	1		
	H	<i>Fulgensia fulgens</i>				+						
		= <i>Caloplaca f.</i>										
	Ch	<i>Encalypta vulgaris</i>	+	+	+		+					

Tabelle 3 — Trockenrasen

Einordnung der Dürkheimer Trockenrasen in die „Assoziationsgruppe der collinen Xerobrometen“ (Oberdorfer 1957, S. 269)
Systematische Übersicht:

Klasse	Ordnung						Verband	Assoziation					
<i>Festuco - Brometea</i> 1943	<i>Brometalia</i> Koch 1926 n. n.)						<i>Bromion erecti</i> 1936	<i>Xerobrometeum erecti</i>					
Braun-Blanquet u. Tüxen	Braun-Blanquet 1936						Braun-Blanquet (1925 n. n.)	Braun-Blanquet 1915					
Assoziation	a	b	c	d	e	f	Assoziation	a	b	c	d	e	f
Charakterarten der Assoziation und des Verbandes:							<i>Koeleria pyramidata</i>	III	II	I			
<i>Pulsatilla vulgaris</i>	V	III	I	1	v	IV	<i>Cerastium brachypetalum</i>	I	I	1			IV
<i>Linum tenuifolium</i>	V	II	III	2	v	V	<i>Thymus froelichianus</i>	IV	III				
<i>Stipa pulcherrima</i>	II		II	1	v	II	<i>Centaurea angustifolia</i>	II			1		(I)
<i>Trinia glauca</i>	V			2	v	V	<i>Hieracium piloselloides</i>						
<i>Minuartia fastigiata</i>			I	3	v	V	<i>Arabis auriculata</i>						II
<i>Helianthemum apenninum</i>	II						übergreifende Mesobromionarten:						
<i>Helianthemum fumana</i>			V		v	II	<i>Ranunculus bulbosus</i>	I	II			v	I
<i>Artemisia alba</i>					v		<i>Cirsium acaule</i>	III					
<i>Koeleria vallesiana</i>					v		<i>Ononis spinosa</i>	II			2		II
<i>Scilla autumnalis</i>					v		<i>Himantoglossum hircinum</i>						v†
<i>Hornungia petraea</i>					v	(I)	<i>Dactylis glomerata</i>						III
<i>Anthriscum lilago</i>	III		I		v	v	Differentialarten der Ordnung:						
<i>Hyssopus officinalis</i>		II					<i>Teucrium chamaedrys</i>	IV	IV	V	4	v	V
Charakterarten der Ordnung:							<i>Helianthemum canum</i>	II					
<i>Helianthemum num.</i>	III	IV	V	4	v	IV	Charakterarten der Klasse:						
<i>Dianthus carthusianorum</i>	II	IV	I	3	v	V	übergreifende Festucetalia-Arten:						
<i>Potentilla verna</i>	III	IV	I	1	v	(I)	<i>Potentilla arenaria</i>	III	I	III	4	v	V
<i>Hippocrepis comosa</i>	III	I	III	2	v	V	<i>Thesium linophyllum</i>	III	I			v	I
<i>Centaurea scabiosa</i>	IV	III	I	1	v	IV	(lok. Ch) <i>Stipa capillata</i>	II		III			V
<i>Bromus erectus</i>	V	V	V	4	v	V	(lok. Ch) <i>Alyssum montanum</i>	I		II	1		
<i>Scabiosa columbaria</i>	I	IV	I	v	v	I	(DF) <i>Scabiosa canescens</i>	I		I	1		V
<i>Teucrium montanum</i>	III	IV	3	v	v	v	<i>Centaurea stoebe</i>					(v)	
<i>Orobancha teucrii</i>		II	II	1	v	v	<i>Veronica prostrata</i>	(I)				(v)	II

Assoziation	a	b	c	d	e	f	Assoziation	a	b	c	d	e	f
(lok. Ch) <i>Seseli hippomarathrum</i>							<i>Avena pratensis</i>	V	II			v	III
<i>Anthemis tinctoria</i>						(I)	<i>Arabis hirsuta</i>			I	2	v	(I)
(lok. Ch) <i>Oxtripis pilosa</i>		II					<i>Medicago falcata</i>	II		I	2		II
(DAss) <i>Festuca sulcata</i>	V					v†	<i>Sedum boloniense</i>		I	I	2		IV
<i>Adonis vernalis</i>	I						<i>Potentilla heptaphylla</i>		I	I		v	(I)
<i>Allium senescens</i>	I						<i>Cerastium pumilum</i>		I	I		v	
<i>Carex supina</i>						I	weitere Klassencharakterarten:						
<i>Melica transsilvanica</i>						II	<i>Thlaspi perfoliatum</i>		V	I			V
<i>Inula germanica</i>						(I)	<i>Calamintha acinos</i>		III		4		V
<i>Achillea nobilis</i>						I	<i>Cladonia furcata</i>	IV			3		
DF <i>Viola rupestris</i> = <i>arenaria</i>						II	<i>Prunella grandiflora</i>	V		I		v	I
<i>Stipa joannis</i>						(I)	<i>Carex caryophyllea</i>						
Sonstige Klassencharakterarten:							(B) <i>Silene otites</i>		II			v	III
<i>Asperula cynanchica</i>	IV	IV	IV	4	v	V	<i>Euphrasia lutea</i>		I			v	I
<i>Euphorbia cyparissias</i>	IV	V	V	2	v	V	<i>Pleurochaete squarrosa</i>			IV	2		v
<i>Salvia pratensis</i>	IV	V	V	1	v	III	<i>Lactuca perennis</i>		II				v†
<i>Asperula glauca</i>	I	II	I	3	v	I	<i>Carlina vulgaris</i>	I	II			v	I
<i>Sanguisorba minor</i>	III	III	I	2	v	III	<i>Festuca stricta</i>	II					
<i>Aster linosyris</i>	V	II	V	1	v	V	<i>Festuca ovina</i>			I	1		
<i>Festuca longifolia</i>	I	V	IV	4		IV	<i>Thymus praecox</i>	III				v	v?
<i>Koeleria gracilis</i>	II	V	I	2	v	V	<i>Carex humilis</i>	V		V	4	v	V
<i>Thuidium abietinum</i>	III	III	II	3		IV	<i>Aster amellus</i>	II	III			v	I
<i>Rhynidium rugosum</i>	IV	IV	II	4	v	IV	<i>Galium verum</i>	V					II
<i>Medicago minima</i>	IV	IV				III	<i>Anthericum ramosum</i>	v					IV
<i>Pimpinella saxifraga</i>	III	IV	1	1	v	III	<i>Tunica prolifera</i>		v				IV
<i>Brachypodium pinnatum</i>	I	III	IV	1	v	II	<i>Potentilla rupestris</i>		v				IV
<i>Andropogon ischaemum</i>	I	III	II	4	v	v	<i>Myosotis collina</i>			v			III
<i>Stachys recta</i>	II	IV	II		v	V	<i>Euphorbia seguieriana</i>			v			IV
<i>Anthyllis vulneraria</i>	IV	I			v	V	<i>Sedum acre</i>			v			IV
<i>Eryngium campestre</i>	III		II	2	v	IV	<i>Mimuartia tenuifolia</i>				v		V
<i>Allium sphaerocephalum</i>		V	III	4	v	IV	<i>Sedum rupestre</i>				v		V
<i>Alyssum alyssoides</i>		III	I		v	IV	<i>Thalictrum minus</i>					v	I
<i>Phleum phleoides</i>		III	III		v	II	<i>Seseli annuum</i>					v	V
<i>Artemisia campestris</i>	III	IV	IV		v	II	<i>Festuca glauca</i>						IV
<i>Saxifraga tridactylites</i>		I		4	v	IV	<i>Melica ciliata</i>						

[illegible]

a = nach 10 Aufnahmen von Volk 1937 aus dem mittleren Maintal bei Würzburg und 1 Aufnahme von Oberdorfer aus dem Taubertal. 300—350 m.

b = nach 7 Aufnahmen von Braun-Blanquet 1931 aus dem Hegau. 400—600 m.

c = nach 6 Aufnahmen von Rochow 1951 und 2 Aufnahmen von Oberdorfer aus dem Kaiserstuhl. 200—400 m.

d = nach 4 Aufnahmen von Braun-Blanquet und W. Koch 1931 aus dem Gebiet des Isteiner Klotzes. 250—300 m.

e = nach den Listen und Tabellen bei Issler 1927 u. 1942. 300—400 m.

(Sämtliche Angaben unter a bis e der Tabelle 3 sind Oberdorfer 1957 S. 269—273 entnommen.)

f = nach 9 eigenen Aufnahmen (siehe Tabelle 1 und 2 Aufn. Nr. 1–8 u. 11).

Römische Ziffern I—V = Stetigkeit bei mehr als 4 Aufnahmen; v = vorhanden.

Arabische Ziffern 1—4 = Stetigkeit bei weniger als 5 Aufnahmen.

Tabelle 4 — Trockenrasen

Vergleichende Übersicht über die Verbreitung einiger Trockenrasenpflanzen

	1	2	3	4	5	6	7	8
Kontinentale Arten und europäisch-kont. Arten:								
<i>Draba repens</i>	1							
<i>Adonis wolgensis</i>	1	(+)						
<i>Salvia nutans</i>	1	+	+					
<i>Campanula sibirica</i>	2	+	+	1				
<i>Scabiosa ochroleuca</i>	1	+	+	1				
<i>Hypericum elegans</i>	1	+	?	?	+			
<i>Oxytropis pilosa</i>	(+)	+	1		+			
<i>Stipa capillata</i>	(+)	+	+	1	1	V		
<i>Carex supina</i>	(1)		?	1	+	I		
<i>Silene otites</i>	+		+	1	+	II		
<i>Inula germanica</i>			+		+	I		
<i>Koeleria gracilis</i>	1	1	1	1	1	IV	1	
<i>Phleum boehmeri</i>	1	1	+	+	+	I	+	
<i>Stipa pennata</i>	2	2	1	3	+	II	+	
<i>Adonis vernalis</i>	1	1	2	1	1	v†	+	
<i>Inula hirta</i>	2	+	(+)	+	+	(IV)	+	
<i>Veronica prostrata</i>	1	(+)	1	(+)	II	+		
<i>Aster amellus</i>	+	+	(+)	(+)	I	1		
<i>Thesium linophyllum</i>			1	1	1	I	+	
<i>Potentilla arenaria</i>			1	2	2	V	2	
<i>Odonites lutea</i>			1	1	+	I	+	
<i>Scabiosa canescens</i>				1	2	V	1	
<i>Brunella grandiflora</i>	1	+	(+)	1	1	I	2	+
<i>Veronica spicata</i>	1	1	(+)		+	(I)	+	I
<i>Aster linosyris</i>		+	1	1	2	IV	+	I
<i>Carex humilis</i>	3	4	2	4	3	V	+	IV
Submediterrane Arten:								
<i>Stachys recta</i>	2	+	+	+	+	V	+	I
<i>Anthericum ramosum</i>	1	1	(1)	1	+	II	1	I
<i>Teucrium chamaedrys</i>		1	+	2	1	V	2	V
<i>Hippocrepis comosa</i>				1	+	V	2	IV
<i>Fumana procumbens</i>				2	(+)	II	+	III
<i>Pulsatilla vulgaris</i>				+	+	IV	1	II
<i>Globularia elongata</i>				2		V	1	III
<i>Trinia glauca</i>				1		V	+	II
<i>Medicago minima</i>						III	+	I
<i>Scilla autumnalis</i>							+	I
<i>Micropus erectus</i>							+	I
<i>Ononis natrix</i>								I

1 = *Carex humilis* - reiche Wiesensteppe aus dem südrussischen Schwarzerdegebiet nach den Angaben Aldins (1934 b. Walter 1937) ergänzt nach Keller (1932).

2 = *Carex humilis* - reiche Steppenrasen an den Kreidehängen am Südrand des mittlrussisch. Plateaus (nach Kozo-Poljanski (1928).

3 = *Carex humilis* - Steppenwiesen im Siebenbürger Hügelland b. Klausenburg n. Meusel (1939).

4 = Zwergseggenreiche Wiesersteppe im Plattenseegebiet (Ungarn) nach Soó (1930).

5 = *Caricetum* - Stipetum im Kyffhäuser nach Meusel (1939).

6 = Steppenheide bei Bad Dürkheim n. eig. Aufnahmen (1959).

7 = *Carex humilis* - reiches Xerobrometum im Oberelsaß nach Issler (1929).

8 = *Carex-humilis* - reiches Xerobrometum bei Dijon nach Hagène (1931).

(Sämtliche Angaben unter 1-5 + 7 und 8 der Tabelle 4 sind Meusel 1939 Tabelle VIII S. 201 entnommen. Die Angaben unter 8 wurden z.T. nach Hagène (1931 Tableau 4 und 13) verändert.

v† = *Adonis vernalis* war früher ebenfalls im Dürkheimer Gebiet vorhanden und ist heute noch 15 km östlich von Bad Dürkheim in einem kleinen Naturschutzgebiet bei Dannstadt anzutreffen.

Tabelle 5 — Trockenrasen

Verbreitungsgefälle in den Trockenrasen der Oberrhein. Tiefebene

		1	2	3	4	5
med	<i>Scilla autumnalis</i>	II				
med	<i>Micropus erectus</i>	I				
med	<i>Artemisia alba</i>	I				
med	<i>Trifolium scabrum</i>	I (v)				
med	<i>Helianthemum nummularium ssp. num.</i>	V	4			
med	<i>Hornunga petraea</i>	(v)		I		
med	<i>Trinia glauca</i>	III	2	V	II	
subatl	<i>Genista pilosa</i>	(v)		II	II	
med	<i>Silene conica</i>			(I)	III	
kont	<i>Carex supina</i>			I	II	
kont	<i>Artemisia campestris</i>	I		II	III	IV
kont	<i>Euphorbia seguieriana</i>			III	III	III
kont	<i>Stipa capillata</i>			V	III	III
kont	<i>Silene otites</i>			III	III	V†
kont	<i>Seseli hippomarathrum</i>					I
kont	<i>Minuartia setacea</i>					I

1 = Oberelsaß: Issler 1929: 8 Aufnahmen; Braun-Blanquet 1931: 2 Aufnahmen; Tüxen 1943: 1 Aufnahme.

2 = Isteiner Klotz: Braun-Blanquet 1931: 4 Aufnahmen.

3 = Bad Dürkheim: Nach eigenen Aufnahmen (siehe Tabelle 1 u. 2) 1959.

4 = Mainzer Sand: Kümmel 1935: 16 Aufnahmen. *Carex supina* nach Knapp 1944: 7 Aufnahmen und Oberdorfer: 1 Aufnahme (Oberdorfer 1957, S. 261. Kümmel 1935, S. 54—58).

5 = Kaiserstuhl: Gleumer 1933: 2 Aufnahmen; Rochow 1951: 19 Aufnahmen; Braun-Blanquet 1931: 4 Aufnahmen.

(Die Angaben unter 1, 2 und 5 wurden Rochow 1951 S. 59 Tabelle 14b entnommen).

Tabelle 6 — Felsheide

Festuca glauca - *Minuartia fastigiata* - Gesellschaft auf exponierten
Kalkfelsen mit zerrissener, flachgründiger Bodenaufage

		Aufnahme Nr.	1	2	3
med	H	<i>Festuca glauca</i>	2	2	2
med	T	<i>Minuartia fastigiata</i>	2	2	2
med	Ch	<i>Asperula cynanchica</i>	1	1	1
med	Ch	<i>Thymus humifusus</i>	2	1	2
med	T	<i>Medicago minima</i>	1	1	+
med	H	<i>Trinia glauca</i>	1	+	1
med	Ch	<i>Camptothecium lutescens</i>	+	+	+
med	T	<i>Calamintha acinos</i>	1	+	+
med	T	<i>Erophila verna</i>	1	1	+
med	T	<i>Myosotis collina</i>	+	+	+
med	T	<i>Saxifraga tridactylites</i>	+	+	+
med	H	<i>Diplotaxis tenuifolia</i>	+	+	r
med	H	<i>Melica ciliata</i>	r	+	
med	G	<i>Allium sphaerocephalum</i>	+	1	
med	T	<i>Arabis auriculata</i>		+	
med	Ch	<i>Teucrium chamaedrys</i>			+
med	G	<i>Gagea bohemica saxatilis</i>	(+)		
med	Ch	<i>Cladonia foliacea</i>	+		
med	H	<i>Dianthus carthusianorum</i>	1		
euras-med	Ch	<i>Asplenium ruta-muraria</i>	1	1	+
euras-med	Ch	<i>Sedum acre</i>	2	2	1
euras-med	T	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	+	+	+
euras-kont	H	<i>Euphorbia cyparyssias</i>		+	
europ-kont	H	<i>Poa compressa</i>		r	
europ-kont	G	<i>Thlaspi perfoliatum</i>	+	+	+
kont	T	<i>Cladonia rangiformis</i>	+	+	+
kont	Ch	<i>Artemisia campestris</i>	r	r	
kont	H	<i>Potentilla arenaria</i>	2	1	2
kont	Ch	<i>Stipa capillata</i>	r	r	
kont	H	<i>Silene otites</i>	r		
kont	H	<i>Grimmia pulvinata</i>	1	1	1
	Ch	<i>Orthotrichum anomalum</i>	+	+	+
	Ch	<i>Cladonia pyxidata</i>	+	+	+
	Ch	<i>Peltigera rufescens</i>	r		+
	Hi	<i>Toninia coeruleonigricans</i>	1	1	+
		<i>Candellariella vitellina</i>	1	1	1

Tabelle 7 — Felsheide

Einordnung der von submediterranen Arten geprägten Felsheide (siehe Tabelle 6)
in das Süd-Nord-Gefälle der Gesellschaft

		1	2	3	4	5
med	<i>Festuca glauca</i>	(+)	+	+	+	
kont-med	<i>Carex humilis</i>	+	+	+	(+)	
med	<i>Bromus erectus</i>	(+)	+	+	(+)	
med	<i>Teucrium chamaedrys</i>	+	+	+	+	
med	<i>Melica ciliata</i>	+	+	+	+	(+)
med	<i>Hornungia petraea</i>	(+)	(+)	+	(+)	+
med	<i>Saxifraga tridactylites</i>	+	(+)	+	+	+
med	<i>Fumana procumbens</i>	(+)	+	+	(+)	(+)
med	<i>Globularia elongata</i>	+	+	+	(+)	(+)
med	<i>Calamintha acinos</i>	+		+	+	+
med	<i>Asperula cynanchica</i>		+	+	+	+
med	<i>Taraxacum laevigatum</i>	+			(+)	(+)
med	<i>Trinia glauca</i>		+	+	+	
med	<i>Hippocrepis comosa</i>		+	+	+	
kont-med	<i>Stipa pulcherrima</i>		+	+	(+)	
kont	<i>Potentilla arenaria</i>			+	+	

1 = Submediterrane Felsheide in den Rhodopen in Süd-Bulgarien, ca. 1400 m. auf Kalk (nach Meusel 1939).

2 = *Rochers calcaires à Stipa pennata* aus der Umgebung von Dijons (nach Hagène 1931).

3 = Felsxerobrometum im oberelsässischen Kalkhügelland (nach Issler 1913, 1929).

4 = *Festuca glauca* - *Minuartia fastigiata*-Gesellschaft auf exponierten Tertiärkalkfelsen bei Bad Dürkheim (Pfalz). Nach eigenen Aufnahmen 1959.

5 = *Helianthemum oelandicum* - Assoziation der südschwedischen Inseln (nach Du Rietz, 1923).

+ = nach Einzelaufnahmen.

(+) = Vorkommen in benachbarten ähnlichen Pflanzengesellschaften.

(Angaben unter 1, 3 und 5 nach Meusel 1939).

Tabelle 8 — Trockenrasen

Frequenzuntersuchung im Naturschutzgebiet Felsberg

Probestfläche (je 1 m ²)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	K
<i>Euphorbia seguieriana</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+	V
<i>Stachys recta</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+		+	+	+	+	V
<i>Euphorbia cyparissias</i>	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		V
<i>Festuca glauca</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		V
<i>Aster linosyris</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V
<i>Potentilla arenaria</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V
<i>Artemisia campestris</i>	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+		IV
<i>Camptothecium lutescens</i>	+	+		+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	IV
<i>Sedum rupestre</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V
<i>Dianthus carthusianorum</i>	+	+		+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V
<i>Stipa capillata</i>		+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	V
<i>Silene otites</i>		+	+	+	+	+		+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	V
<i>Cladonia pyxidata</i>		+	+	+		+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	IV
<i>Grimmia pulvinata</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V
<i>Koeleria gracilis</i>		+	+	+	+		+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V
<i>Cladonia foliacea</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	V
<i>Minuartia tenuifolia</i>			+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V
<i>Trinia glauca</i>	+				+	+	+	+	+		+	+	+	+		+	+	+	+		IV
<i>Calamintha acinos</i>	+		+	+	+	+	+	+	+	+		+			+	+	+				IV
<i>Schistidium apocarpum</i>	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+				+				+		IV
<i>Grimmaldia fragans</i>		+	+	+	+		+	+		+	+	+	+	+		+			+	+	IV
<i>Avena pubescens</i>		+		+	+	+	+	+		+	+		+		+	+	+		+		IV
<i>Galium verum</i>	+	+		+	+	+		+	+		+	+	+	+	+					+	IV
<i>Teucrium chamaedrys</i>				+	+		+	+		+	+	+	+	+			+	+	+	+	IV
<i>Bromus erectus</i>		+	+		+	+	+	+		+	+			+			+		+	+	III
<i>Asperula cynanchica</i>		+		+	+	+	+		+	+		+					+		+		III
<i>Lotus corniculatus</i>			+	+	+	+	+	+		+	+	+	+						+		III
<i>Minuartia fastigiata</i>		+				+		+	+	+							+				II
<i>Eryngium campestre</i>		+			+	+		+		+			+	+							II
<i>Scabiosa canescens</i>			+		+									+				+	+		II
<i>Sedum boloniense</i>		+		+					+	+				+						+	II
<i>Tunica prolifera</i>				+	+	+	+	+		+	+						+				II
<i>Hypericum perforatum</i>				+	+	+	+		+		+						+				II
<i>Linum tenuifolium</i>								+		+	+	+					+				II
<i>Globularia elongata</i>								+		+		+				+	+	+			II
<i>Centaurea arvensis</i>								+	+			+			+		+	+	+		II
<i>Koeleria gracilis</i>										+		+	+	+		+	+		+		II
<i>Hippocrepis comosa</i>					+	+			+	+									+		II
<i>Thymus humifusus</i>				+	+				+	+				+							II
<i>Poa bulbosa</i>	+	+			+								+								I
<i>Carex humilis</i>			+				+					+									I
<i>Dactylis glomerata</i>	+							+													I
<i>Peltigera rufescens</i>			+																		I
<i>Verbascum lychnitis</i>				+																	I
<i>Polytrichum juniperinum</i>					+														+		I
<i>Abietinella abietina</i>					+			+							+						I
<i>Melica ciliata</i>						+	+														I
<i>Pleum boehmeri</i>								+													I
<i>Medicago falcata</i>								+	+												I
<i>Thalictrum minus</i>									+												I
<i>Orobancha alba</i>											+										I
<i>Poa compressa</i>														+	+						I
<i>Poa bulbosa</i>	+	+			+																I

Tabelle 9 — Haselbusch

Einordnung der Haselbusch-Gesellschaft (siehe Vegetationsaufnahme) in den Verband der kalk- und wärmeliebenden Gebüsche (Oberdorfer 1957, S. 519).

Systematische Übersicht:

Klasse	Ordnung			Verband	Assoziation
<i>Quercus-Fagetea</i> Braun-Blanquet u. Vlieg. 37 Eurosibirische Sommerwälder	<i>Prunetalia</i> Tüxen 52 Hecken u. Gebüsche			<i>Berberidion</i> Braun-Blanquet 50 kalk- u. wärme- liebende Gebüsche	<i>Ligustro-Prunetum</i> Tüxen (28) 52 Der Liguster- Schlehen-Busch
	a	b	c		a b c
Charakterarten der Asso- ziation:				<i>Rubus caesius</i>	I 3
<i>Ligustrum vulgare</i>	IV	2	2	<i>Fraxinus excelsior</i>	I 1
<i>Viburnum lantana</i>	III		1	<i>Aegopodium podagraria</i>	I 1
Verbandscharakterarten:				<i>Prunus avium</i>	II
<i>Berberis vulgaris</i>	II	1	(+)	(DV) <i>Geranium sanguineum</i>	II 1
<i>Rosa eglanteria</i>	I		(+)	<i>Lonicera xylosteum</i>	II
Differentialarten des Verbandes:				<i>Dryopteris filix-mas</i>	I
<i>Helleborus foetidus</i>	I	2	+	<i>Poa nemoralis</i>	I +
<i>Juniperus communis</i>	I		?	(DV) <i>Coronilla emerus</i>	I
<i>Rubus ulmifolius</i>	I			<i>Mercurialis perennis</i>	I 1
<i>Rubus tomentosus</i>	I			<i>Bupleurum falcatum</i>	I 1
Ordnungscharakterarten:				<i>Campanula persicifolia</i>	I 1
<i>Cornus sanguinea</i>	IV	3	2	<i>Silene nutans</i>	1
<i>Prunus spinosa</i>	IV	2	1	<i>Vincetoxicum officinale</i>	+
<i>Rosa canina</i>	III	2	1	<i>Campanula rapunculoides</i>	+
<i>Crathaegus monogyna</i>	III	1	1	<i>Peucedanum cervaria</i>	1
<i>Euonymus europaeus</i>	II	3	r	<i>Anemone silvestris</i>	1
<i>Clematis vitalba</i>	II	1	(+)	übergreifende Brometalia- arten:	
<i>Crathaegus oxyacantha</i>	II	r		<i>Koeleria pyramidata</i>	+
<i>Rhamnus catharticus</i>	II		(+)	<i>Aster amellus</i>	1
<i>Humulus lupulus</i>	I	2		<i>Asperula glauca</i>	+
<i>Rosa glauca</i>	I			<i>Asperula cynanchica</i>	+
<i>Rosa dumetorum</i>	I			<i>Potentilla heptaphylla</i>	+
Differentialarten der Ordnung:				<i>Anthericum ramosum</i>	1
<i>Viburnum opulus</i>	I			<i>Arabis hirsuta</i>	1
<i>Trifolium medium</i>			1	<i>Scabiosa columbaria</i>	+
<i>Origanum vulgare</i>			1	<i>Scabiosa canescens</i>	r
Klassencharakterarten:				<i>Centaurea scabiosa</i>	+
<i>Corylus avellana</i>	IV	2	4	<i>Ononis repens</i>	+
<i>Acer campestre</i>	III	(1)	1	Begleiter:	
<i>Geum urbanum</i>	I	3		<i>Veronica chamaedrys</i>	I 3
				<i>Hedera helix</i>	II 3 2
				<i>Brachypodium pinnatum</i>	II 2 2
				<i>Fragaria vesca [viridis]</i>	II 1 [1]
				<i>Glechoma hederacea</i>	I 3

	a	b	c		a	b	c
<i>Dactylis glomerata</i>	I	1	1	<i>Populus tremula</i>	v		r
<i>Euphorbia cyparissias</i>	I		+	<i>Primula veris</i>		v	+
<i>Satureia vulgaris</i>	I		+	<i>Stachys officinalis</i>			1
<i>Teucrium chamaedrys</i>	I		1	<i>Hieracium umbellatum</i>			1
<i>Sanguisorba minor</i>	I		+	<i>Solidago virgaurea</i>			+
<i>Potentilla verna</i>	I		1	<i>Lotus corniculatus</i>			1
<i>Sambucus nigra</i>		3		<i>Hylocomium splendens</i>			1
<i>Urtica dioica</i>		3		<i>Ctenidium molluscum</i>			+
<i>Chelidonium majus</i>		3		<i>Scleropodium purum</i>			+
<i>Viola odorata</i>		3	(+)	<i>Plagiochila asplenoides</i>			+

a = 65 Listen und Aufnahmen nach Tüxen 1952 aus dem südlichen und westlichen Mitteleuropa, Trockenhang-Gebüsche.

b = *Ligustro-Prunetum sambucetosum*, Feldrain-Gebüsche 3 Aufnahmen nach Oberdorfer 1936 aus dem Muschelkalk- und Lößgebiet des Kraichgaus bei Bruchsal, 120—150 m.

c = Hasel-Trockenbuschgesellschaft auf dem nordöstlichen Steilabfall eines Tertiärkalkhügels bei Bad Dürkheim; eigene Aufnahme 1959, 200—220 m. (Sämtliche Angaben unter a und b wurden Oberdorfer 1957, S. 519/20 entnommen.)

Tabelle 10 — Steppenwald

Treumarten der Ausbildungsformen im Untersuchungsgebiet

Haupt- verbreitung	Lebensform	Ausbildungsform:	A				B	C			
		Aufnahme Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9 10
		a. Differentialarten d. <i>Anemone silvestris</i> - <i>Pulsatilla vulgaris</i> - Steppenwaldes									
europ-kont	H	<i>Brunella grandiflora</i>	1	1	+	2					
subatl-med	H	<i>Inula conyza</i>	+	+	r	r					
med	NP	<i>Laburnum anagyroides</i>	1	1	+	1					
med-mo	Ch	<i>Asperula cynanchica</i>	1	+	2	1					
europ-kont	H	<i>Ranunculus polyanthemus</i>	1	1	+	+			+		
euras-kont	H	<i>Campanula glomerata</i>	2	1	+						
med-mo	H	<i>Chrysanthemum corymbosum</i>	1	+	+						+
gemäß-kont	H	<i>Knautia arvensis</i>	+	1		+					
euras-med	NP	<i>Berberis vulgaris</i>	1	1	1						r
kont	G	<i>Anemone silvestris</i>	1	+	2						
euras-kont	H	<i>Pulsatilla vulgaris</i>				2	+				
kont	H	<i>Dictamnus albus</i>			1	1					r
kont	H	<i>Veronica teucrium</i>	(+)	r							r
euras-subocean	H	<i>Leontodon hispidus</i>	1		r	+					
kont	H	<i>Thalictrum minus</i>	1	1	1	+	1				
med	NP	<i>Ulmus campestris</i>	+	1				+			
med	NP	<i>Pyrus communis</i>	r	+				1			
europ-kont	H	<i>Scabiosa canescens</i>				1	+	+			
subatl-med	Ch	<i>Ononis repens</i>	1	+	+	2	+				
		b. Differentialarten des <i>Viburnum lantana</i> -reichen Steppenwaldes:									
euras-med	NP	<i>Juniperus communis</i>						+			
atl-med	H	<i>Helleborus foetidus</i>						1			
med	NP	<i>Rubus tomentosus</i>						1			
kont-med	T	<i>Odonites lutea</i>						+			
med	NP	<i>Viburnum lantana</i>	+					2			
		c. Differentialarten des <i>Sorbus torminalis</i> - <i>Lactuca perennis</i> - Steppenwaldes:									
med-mo-subatl	NP	<i>Acer campestre</i>						+	1	(1)	2 1 + 2
europ-kont-med	H	<i>Lactuca perennis</i>						1		+	+
europ-kont	Ch	<i>Asperula glauca</i>						2		1	+
europ-kont	H	<i>Campanula rapunculoides</i>						+	+	+	+
med	NP	<i>Sorbus torminalis</i>								1	1 1
med	NP	<i>Prunus mahaleb</i>								+	+
europ-kont	H	<i>Peucedanum oreoselinum</i>							+	1	+

Tabelle 11 — Steppenwald

Die Arten nach ihrem Hauptverbreitungsgebiet geordnet, ohne die bereits in Tabelle 10 genannten Trennarten

		Aufnahme Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
kont	H	<i>Peucedanum cervaria</i>	1	1	1		2	2	1	2	1	+
kont	H	<i>Eupleurum falcatum</i>	2	2	2	2	1	1	2	3	1	1
kont	G	<i>Polygonatum odoratum</i>	1	1			1	1		+	+	1
kont	H	<i>Inula hirta</i>	+	1	+		1			1	+	2
kont	H	<i>Polygala comosa</i>	1	+	1	+		1		1	+	+
kont	H	<i>Aster amellus</i>	1	+	1		+	1	1	2	+	
kont	H	<i>Ajuga genevensis</i>							+	(+)		+
kont	H	<i>Medicago falcata</i>				+		+				
kont	H	<i>Phleum boehmeri</i>		(+)		+						
kont	H	<i>Aster linosyris</i>	1	2	2	2	+	+	2		r	
kont	H	<i>Euphorbia seguieriana</i>				+						
kont	H	<i>Carex cricetorum</i>				+						
kont	H	<i>Koeleria gracilis</i>				+						
kont	H	<i>Veronica spicata</i>	r									
kont	G	<i>Carex praecox</i>	1		+							
kont	Ch	<i>Potentilla arenaria</i>	+									
kont	H	<i>Galium verum</i>		2	+							
kont	H	<i>Achillea nobilis</i>					(+)					
europ-kont	G	<i>Poa compressa</i>				+	+	+	+	1	+	1
europ-kont	H	<i>Peucedanum oreoselinum</i>						+	1	+	r	
europ-kont	H	<i>Hieracium cymosum</i>	+									
euras-kont	P	<i>Pinus silvestris</i>	3	3	1	3	1	1	1	+	+	+
euras-kont	H	<i>Euphorbia cyparissias</i>	2	3	2	3	2	1	2	2	1	1
euras-kont	H	<i>Vincetoxium officinale</i>	1	2	+	+	2	(+)	1	1	2	2
euras-kont	H	<i>Fragaria viridis</i>	+	+	+	1					+	+
gemäß-kont	H	<i>Trifolium alpestre</i>	1	1	1		1	1	1	+	+	+
gemäß-kont	H	<i>Koeleria pyramidata</i>	1	1	1		+	2	2	+	1	2
gemäß-kont	NP	<i>Genista germanica</i>	+					2	1			
gemäß-kont	H	<i>Primula veris ssp. canescens</i>									+	+
gemäß-kont	H	<i>Vicia cassubica</i>						1	(+)			
europ-kont-med	H	<i>Lathyrus niger</i>	2	1			1	1	+	1	2	3
europ-kont-med	H	<i>Thesium bavarum</i>			1			1				
gem-kont-med	H	<i>Carex montana</i>	+	+	1				1			
kont-med	H	<i>Campanula persicifolia</i>	1	1	1	+	+	2	2		r	1
med-kont	T	<i>Thlaspi perfoliatum</i>			+							
med	P	<i>Castanea sativa</i>	2	2	2	2	3	2	3	3	1	
med	G	<i>Anthericum lilago</i>	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2
med	Ch	<i>Teucrium chamaedrys</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
med	H	<i>Geranium sanguineum</i>	3	2	2	2	1	2	2	2	2	1
med	H	<i>Trifolium rubens</i>	1	1	1		1	1	1	1	1	+
med	Ch	<i>Hippocrepis comosa</i>	2	1	2	+	+	2	1	+		
med	Ch	<i>Helianthemum nummularium</i>	1	2	1	1	+				+	+
med	NP	<i>Prunus spinosa</i>	+		1	1	1			1	1	1
med	H	<i>Dianthus carthusianorum</i>			+	+	+		1		+	
med	H	<i>Anthyllis vulneraria</i>	+		1	2	+	+				
med	NP	<i>Corylus avellana</i>		1		+				1	1	
med	H	<i>Eryngium campestre</i>				r						
med	NP	<i>Clematis vitalba</i>									+	
med	G	<i>Allium oleraceum</i>									+	+
med	H	<i>Linum tenuifolium</i>							1			
med	H	<i>Daucus carota</i>						+				
med	G	<i>Orchis mascula</i>						+				
med	NP	<i>Rosa eglanteria</i>	+									
med	H	<i>Scabiosa columbaria</i>	1	1	+	+		2	2	1	+	
med	H	<i>Vicia tenuifolia</i>			+							
med	H	<i>Dianthus armeria</i>					(+)					

Tabelle 11 — Steppenwald (Fortsetzung)

Aufnahme Nr.			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
kont-med	H	<i>Brachypodium pinnatum</i>	1	+			2					
med-uras	NP	<i>Crataegus monogyna</i>	+	1	+	1	+	1		+	1	1
med-uras	H	<i>Origanum vulgare</i>		2	+	+	1			1	+	1
med-uras	H	<i>Achillea millefolium</i>				1		+	+		+	+
med-uras	NP	<i>Cornus sanguinea</i>			1		2			1	2	1
med-uras	H	<i>Centaurea scabiosa</i>	2	+	2	+		1	2		+	
med-subatl	NP	<i>Ligustrum vulgare</i>	1	1	1	1	2	1		1	1	2
med-subatl	H	<i>Hypericum montanum</i>						+				
med-atl	Ch	<i>Genista sagittalis</i>						+				
med-kont	H	<i>Anthericum ramosum</i>	2	3	2			1	2			+
med-mo	H	<i>Stachys recta</i>	2	2	2	1	1	2	2	2	1	2
med-mo	H	<i>Salvia pratensis</i>	2	2	2	2	2	+	1	+	+	
med-mo	PNP	<i>Sorbus aria</i>	+	1					1	1	1	1
med-mo	H	<i>Stachys officinalis</i>			+		+					
uras-med	G	<i>Carex flacca</i>	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2
uras-med	H	<i>Trifolium medium</i>	2	2	2	2	+	2	1	+	+	
uras-med	H	<i>Dactylis glomerata</i>	1	1	1	1	2	+	+	1	1	2
uras-med	H	<i>Silene nutans</i>	2	1	1		1	2	2	+	1	+
uras-med	Ch	<i>Thymus pulegioides</i>	+		2	1	1	1			+	
uras-med	H	<i>Senecio erucifolius</i>			+	1						
uras-med	T	<i>Moerhingia trinervia</i>	+									
uras-med	H	<i>Lotus corniculatus</i>	1	1	1	1	+	1	2	1		
uras-med	H	<i>Viola hirta</i>		1	(+)	(+)	+	+				
uras-med	H	<i>Astragalus glycyphyllus</i>						(+)	(+)			
uras-med	H	<i>Serratula tinctoria</i>	+									
uras-med	H	<i>Pimpinella saxifraga</i>	+			+						
subatl-med	P	<i>Quercus petraea</i>	+	2	2		2	3	4	4	2	3
subatl-med	NP	<i>Genista tinctoria</i>	2	1	1		1	1	1	1		1
subatl-med	H	<i>Hieracium praecox</i>	1	+	+	+	+		1		+	+
med-subatl	G	<i>Asplenium adiantum nigrum</i>						+	(+)			
uras-med	T	<i>Medicago lupulinus</i>				1		1		1		
subatl	NP	<i>Hedera helix</i>	+	+		1	1	+	1	1	1	1
subatl	H	<i>Hieracium murorum</i>	+	1		+	+	+			+	+
subatl	H	<i>Hieracium peletierianum</i>			(+)						+	+
subatl	H	<i>Arrhenatherus elatius</i>					1	+				
subatl	NP	<i>Crataegus oxyacantha</i>									+	1
subatl	Ch	<i>Genista pilosa</i>	2		1	+	1	+	1		+	
uras-no	H	<i>Campanula rotundifolia</i>	1	1	1	1	+	1	1	+	+	+
uras-subocean	Ch	<i>Hieracium pilosella</i>	1	1	1	+	1	+	1	1	1	1
uras	H	<i>Hieracium laevigatum</i>	2	+	1	1		+	1	+		
uras	H	<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	1	+	1		+	+	1			
uras-med-subo	H	<i>Hypericum perforatum</i>			+		+			+	+	1
uras	G	<i>Gymnadenia conopaea</i>	1					2	+			
no-uras	H	<i>Anthoxanthum odoratum</i>					+	1			+	+
uras	NP	<i>Populus tremula</i>				+				1	+	
uras	H	<i>Hieracium umbellatum</i>				1	+				+	+
uras	H	<i>Vicia cracca</i>			+	1					+	+
uras	H	<i>Silene cucubalus</i>					+	1				
uras	G	<i>Convallaria majalis</i>	+					+				

Tabelle 12 — Steppenwald

der subkontinentalen Kiefern-Eichenmischwälder“ (Oberdorfer 1957, S. 528)
Einordnung der Steppenwälder bei Bad Dürkheim in die „Assoziationsgruppen“
Systematische Übersicht:

Klasse	Ordnung			Verband	Assoziation
<i>Quercus-Fagetea</i> Braun-Blanquet u. Vlieg 37 Eurosibirische Sommerwälder	<i>Quercetalia</i> <i>pubescentis</i> Braun-Blanquet 32 Steppenheidewälder u. Flaumeichegeb.			<i>Quercion</i> <i>pubescenti-petraeae</i> Braun-Blanquet 31 Trockenwälder d. mittleren u. süd- westlichen Europa	<i>Anemoneto (sil-</i> <i>vestris)-Quercetum</i> Oberd. 57 Der Sand- u. Löß- Kiefern-Eichen- mischwald
	a	b	c		a b c
Differentialarten d. Assoziation:				(Kl) <i>Hypericum montanum</i> <i>Quercus pubescens</i> <i>Sorbus torminalis</i> <i>Lathyrus niger</i> <i>Trifolium rubens</i> <i>Inula conyza</i> <i>Chrysanthemum corymbos.</i>	I I 1 II IV V II II
<i>Pinus silvestris</i>	V	4	V		
<i>Anemone silvestris</i>	IV	4	II		
<i>Peucedanum oreoselinum</i>	V	3	II		
<i>Epipactis atropurpurea</i>	I	3			
<i>Scabiosa canescens</i>	I	2	II		
<i>Hieracium umbellatum</i> ssp.	I	2	II		
<i>Aster amellus</i>	I	2	IV	Differentialarten der	
<i>Viola rupestris</i>	II			Ordnung:	
<i>Carex ericetorum</i>	II		I	<i>Viburnum lantana</i>	V 2 I
<i>Pyrola chlorantha</i>		1		<i>Ligustrum vulgare</i>	IV 3 V
lokale Charakterarten				<i>Vincetoxicum officinale</i>	I 2 V
d. Ass.:				<i>Cotoneaster integerrima</i>	IV
<i>Thesium bavarum</i>			I	<i>Satureia vulgaris</i>	II (v)
<i>Vicia cassubica</i>			I	<i>Carex ornithopoda</i>	4
Charakterarten des				<i>Origanum vulgare</i>	4 IV
Verbandes:				<i>Trifolium medium</i>	2 V
<i>Polygonatum odoratum</i>	V	2	IV	<i>Vicia tenuifolia</i>	1 I
<i>Geranium sanguineum</i>	V	2	V	<i>Campanula rapunculoides</i>	1 II
<i>Thalictrum minus</i>	V	(1)	III	<i>Sorbus aria</i>	III
<i>Ranunculus polyanthemus</i>	I		III	<i>Astragalus glycyphyllos</i>	I
<i>Bupleurum falcatum</i>		2	V	Charakterarten der Klasse:	
<i>Crepis praemorsa</i>		2		<i>Lonicera xylosteum</i>	V 1 (v)
<i>Peucedanum cervaria</i>		1	V	<i>Berberis vulgaris</i>	V 1 II
<i>Pulmonaria angustifolia</i>		1		<i>Crataegus monogyna</i>	III 3 V
DV <i>Rubus tomentosus</i>			I	<i>Cornus sanguinea</i>	I 2 III
<i>Prunus mahaleb</i>			II	<i>Convallaria majalis</i>	I 2 I
<i>Dictamnus albus</i>			II	<i>Prunus spinosa</i>	IV IV
<i>Inula hirta</i>			IV	<i>Lithospermum officinale</i>	IV
Differentialarten des				<i>Melica nutans</i>	III (v)
Verbandes:				<i>Rosa eglanteria</i>	v I
<i>Silene nutans</i>	IV	1	V	<i>Acer campestre</i>	v IV
<i>Veronica teucrium</i>	I	1	II	<i>Corylus avellana</i>	II
<i>Seseli libanotis</i>	I			<i>Moehringia trinervia</i>	I
<i>Helleborus foetidus</i>			I	<i>Scrophularia nodosa</i>	(v)
<i>Primula veris</i> ssp. <i>canescens</i>			I	Begleiter:	
Charakterarten der Ordnung:				1. Festuco-Brometea-Arten	
<i>Viola hirta</i>	V	3	II	(z. T. primäre Begleiter d.	
<i>Campanula persicifolia</i>	III	1	V	Kiefer!):	
<i>Fragaria viridis</i>	II		III	<i>Carex humilis</i>	V 2
<i>Trifolium alpestre</i>	I		V	<i>Brachypodium pinnatum</i>	IV 4 II
				<i>Festuca ovina</i>	IV 4 II
				<i>Euphorbia cyparissias</i>	V 1 V

Tabelle 12 — Steppenwald (Fortsetzung)

	a	b	c		a	b	c
<i>Hippocrepis comosa</i>	IV	2	IV	<i>Salvia pratensis</i>	v	V	
<i>Pimpinella saxifraga</i>	IV	2	I	<i>Scabiosa columbaria</i>	v	IV	
<i>Helianthemum ovatum</i>	IV	1	IV	<i>Polygala comosa</i>	v	IV	
<i>Galium verum</i>	IV	1	I	<i>Adonis lutea</i>		I	
<i>Teucrium chamaedrys</i>	V	1	V	<i>Asperula glauca</i>		II	
<i>Asperula cynanchica</i>	I	4	II	<i>Linum tenuifolium</i>		I	
<i>Pulsatilla vulgaris</i>	I	3	I	<i>Medicago falcata</i>		I	
<i>Anthericum ramosum</i>	II	2	III	<i>Lotus corniculatus</i>		IV	
<i>Sanguisorba minor</i>	II	2		<i>Anthyllis vulneraria</i>		III	
<i>Stachys recta</i>	I	2	V				
<i>Centaurea scabiosa</i>	I	2	IV	Sonstige Begleiter:			
<i>Carlina vulgaris</i>	I	1	(v)	<i>Quercus robur</i>	V	2	
<i>Dianthus carthusianorum</i>	I	1	III	<i>Knautia arvensis</i> fo.	V	1	II
<i>Artemisia campestris</i>	I	1		<i>Ajuga genevensis</i>	V	1	II
<i>Adonis vernalis</i>	IV			<i>Avena pubescens</i>	IV	1	(v)
<i>Asparagus officinalis</i>	I			<i>Taraxacum laevigatum</i>	IV	1	
<i>Onosma arenaria</i>	(I)			<i>Campanula rotundifolia</i>	IV	1	V
<i>Brunella grandiflora</i>		3	II	<i>Entodon schreberi</i>	IV	1	
<i>Aster linosyris</i>		2	IV	<i>Scleropodium purum</i>	IV	1	v
<i>Rhytidium rugosum</i>		2	(v)	<i>Hylocomium splendens</i>	III	1	v
<i>Euphorbia seguieriana</i>		1	I	<i>Thymus pulegioides</i>	I	3	III
<i>Veronica spicata</i>			I	<i>Solidago virgaurea</i>	I	3	II
<i>Anthericum liliago</i>	v		V	<i>Platanthera bifolia</i>	I	1	(v)
<i>Potentilla arenaria</i>	v		I	<i>Quercus petraea</i>	I	1	V
<i>Hypericum perforatum</i>	v		III	<i>Hieracium pilosella</i>	I	1	V
<i>Genista pilosa</i>	v		IV	<i>Poa pratensis</i>	III		(v)
<i>Koeleria pyramidata</i>		v	V	<i>Carex flacca</i>		2	V
<i>Carex montana</i>		v	II	<i>Leontodon hispidus</i>		2	II
<i>Bromus erectus</i>		v	I	<i>Gymnadenia conopsea</i> u. a.		v	II

a = Sandkieferneichenwald: 4 Aufnahmen nach Knapp 1944 und 1 Aufnahme von Oberdorfer aus dem Mainzer Kalksandgebiet, ergänzt durch die Liste bei Knapp und Ackermann 1952, 30—100 m.

b = Löß-Kieferneichenwald: 4 Aufnahmen von Oberdorfer von extremen Lößstandorten des Oberrheingebietes (Kaiserstuhl, Hechlingen, Bruchsal, Weinheim) 1957, 100—250 m.

c = Löß-Kieferneichenwald: nach 10 eigenen Aufnahmen aus dem Gebiet um Bad Dürkheim. 1959, 180—260 m.

(Die Angaben unter a und b wurden Oberdorfer 1957, S. 528/29 entnommen.)

Tabelle 13 — Lebensformenspektrum

	H	CH	G	T	NP	P
A Felsheide	23	81,5	1,5	26		
B <i>Globularia elong.</i> <i>Fumana proc.</i> -Gesellsch.	137	91	11,0	13	2,1	
C <i>Stipa capillata</i> - <i>Euphorbia seguier.</i> -Gesellsch.	168	100	3,2	21	2,1	
D <i>Viburnum lant.</i> - <i>Phleum boehm.</i> -Gesellsch.	220	83	25,3	1,7	20,0	
E Haselbuschgesellschaft	61	7	25,7	5	122,5	
F Steppenheidewald	174	39,5	55,3	0,8	33,6	66,7

Tabelle 14 — Lokalklima

Bodentemperaturen

	Steppenwald F.		Steppenheide					
	26. 7.	1. 8.	19. 8.	27. 8.	27. 8.	22. 8.	22. 8.	23. 8.
Datum	26. 7.	1. 8.	19. 8.	27. 8.	27. 8.	22. 8.	22. 8.	23. 8.
Uhrzeit	11.00	11.00	14.00	15.00	15.30	16 00	18.00	7.00
Exposition	35° O	35° O	5° S	30°SW	75° S	5° S	5° S	5° S
Lufttemperatur	32°	18°	33,5°	33°	38°	28°	25°	18,5°
rel. Feuchte (in 10 cm H)	43%	69%	35%	36%	24%	38%	43%	72%
Bodentiefe								
1 cm	45°	16°	46°	52°	54°	43°	31°	19,5°
5 cm	34°	17°	32°	37°	39°	29°	28,5°	19,5°
10 cm	27°	17,0°	27,5°	31,5	32°	26,5°	26°	20,5°
20 cm	23°	18,5°	22,5°	26°		24°	24°	22,5°
(25) cm 30 cm	22°	18,0°	(21,5)	25°				

Tabelle 15 — Lokalklima

Lufttemperaturen

Datum (1959)	7.— 8. 8.	7.— 8. 8.	12.— 13. 8.	13.— 14. 8.	15.— 16. 8.	16.— 17. 8.	18.— 19. 8.	19.— 20. 8.	20.— 21. 8.	26.— 27. 8.	14.— 15. 9.	15.— 16. 9.
I Steppenheide Hochfläche ungehinderte Sonnenein- strahlg. 220 m	max	37,0	32,0	28,0	26,0	23,0	33,5	32,0	33,0		27,0	30,0
	min	15,0	13,0	14,0	14,0	12,0	13,0	14,0	16,0		10,0	14,0
II Steppenheide südexponierter Steilhang, fast nackte Kalk- felsen	max									42,0	40,0	40,0
	min									17,0	12,0	16,0
III Laubmisch- wald dichter Kronenschluß Osthang. 400 m westlich von I und II 220 m	max	24,5	25,0	23,0	18,0	19,0	26,0	26,0	26,5	23,0	21,5	23,0
	min	15,0	15,0	16,0	15,0	14,0	15,0	15,5	17,0	17,0	12,0	16,0
IV Wetterwarte Bad Dürkheim 2 km südl. von I-III 130 m NN	max	28,5	27,5	24,7	22,0	18,1	27,6	27,4	28,5	24,5	25,2	25,0
	min	9,8	10,8	11,2	12,2	12,8	12,0	11,9	13,0	15,9	3,8	11,5

Mit Ausnahme der Angaben in Tabelle 15, IV, wurden alle Werte der Tabellen 14 und 15 durch eigene Messungen 1959 ermittelt.

Tabelle 16 — Gebietsklima

Temperaturverhältnisse (Langjährige Mittel)

Lufttemperatur °C		Januar	Juli	Mai bis Juli	Jahres- mittel	Jahres- schwan- kung	Tages- mittel mindest 10°	Tage mit mindest 25°	Tages- Höchst- wert unter 0°
Bad Dürkheim	Okt 58 bis Sept 59	+ 1,5°	21,9°	18,6°	10,8°	22°		69	
	1881- 1930	bis 0 + 1°	über 19°	über 16°	über 9°	über 18°	über 170	über 40	weni- ger als 20
Mainzer Becken	1881- 1930	bis 0 + 1°	18-19°	über 16°	über 9°	17,5-18°	über 170	über 40	weni- ger als 20
Pfälzer Wald	1881- 1930	-1-2° bis	15-16°	13-14°	7-8°	16,5-17°	140-150	10-20	30-40

Tabelle 17 — Gebietsklima

Niederschlagsverhältnisse (Mittelwerte)

Niederschlag mm		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Jahr
Bad Dürkheim	Okt 58 bis Sept 59	33,2	0,1	25,9	33,9	27,0	61,1	39,3	35,1	1,3	23,7	30,2	72,6	382,9
	1881- 1930	30- 40	un- ter 30	30- 40	un- ter 40	40- 50	50- 60	50- 60	50- 60	un- ter 50	40- 50	un- ter 40	40- 50	500- 550
Mainzer Becken	1881- 1930	30- 40	30- 40	30- 40	un- ter 40	40- 50	50- 60	50- 60	50- 60	un- ter 50	50- 60	un- ter 40	40- 50	500- 550
Pfälzer Wald	1881- 1930	70- 80	70- 80	70- 80	70- 80	70- 80	80- 90	90- 100	90- 100	80- 90	90- 100	80- 90	90- 100	900- 950

Tabelle 18 — Gebietsklima
Charakteristische Merkmale

	Bewölkung pro Jahr in 1/10 Himmels- gewölbe	Zahl der heiteren Tage Bewölkung unter 2,0	Relative Feuchte im Mai	Beginn der Schneeglöck- chenblüte
Bad Dürkheim	unter 6,0	über 50	unter 55%	vor dem 19. II.
Mainzer Becken	6,6—6,8	30—40	unter 55%	19. II.—1. III.
Pfälzer Wald	6,4—6,6	30—40	60 65%	11. III.—21. III.

Anmerkung zu Tabellen 16—18: Den angegebenen Werten liegen Karten aus dem Klimaatlas für Rheinland-Pfalz und Messungen der Wetterwarte Bad Dürkheim zugrunde.

Literaturverzeichnis

- ANDERS, J.: Die Strauch- und Laubflechten Mitteleuropas, Jena 1928
- BÄSSLER, K.: Naturschutzgebiet „Felsberg“ bei Herxheim am Berg. Pfälzer Heimat, Speyer 1954
- BERTSCH, K.: Unsere Gesteinsfluren und Trockenrasen, Ravensburg 1947
— Moosflora. Stuttgart 1949
— Flechtenflora von Südwestdeutschland. Stuttgart 1955
- BRAUN-BLANQUET: Pflanzensoziologie, 2. Auflage, Wien 1951
- BUCHER, W.: Beitrag zur geologischen und paläontologischen Kenntnis des jüngeren Tertiärs der Rheinpfalz. München 1913
- Deutscher Wetterdienst: Klimaatlas für Rheinland-Pfalz. Bad Kissingen 1957
- ELLENBERG, H.: Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. Stuttgart 1956
- GAMS, H.: Kleine Kryptogamenflora Bd. IV. Stuttgart 1957
- GLÜCK, H.: Die Kalkflora von Leistadt, Kallstadt, Herxheim und ihre pflanzengeographische Bedeutung. Mitteilungen der Pollichia, Kaiserslautern 1936
- GRADMANN, R.: Das Pflanzenleben der Schwäbischen Alb. Tübingen 1898.
— Über Begriffsbildung in der Lehre von den Pflanzenformationen, Hannover 1940.
- HAGÈNE, Ph.: Recherches écologiques sur quelques groupements végétaux des environs de Dijon. Revue général de Botanique, Paris 1931
- HEGI, G.: Illustrierte Flora von Mitteleuropa Bd. 1—6 o. J. München
- HUECK, K.: Pflanzenwelt der deutschen Heimat Bd. 3. Berlin-Lichterfelde 1934/35
- KNAPP, R.: Arbeitsmethoden der Pflanzensoziologie, 2. Auflage. Stuttgart 1958
- KÖLSCH, E.: Verbreitung und Ökologie des Ortolans in der Vorderpfalz. Die Vogelwelt, Berlin-München (1959) 80, 74.
- Kosmos: Lexikon der Naturwissenschaften. Stuttgart 1955
- KÜMMEL, K.: Pflanzensoziologische Untersuchungen im Mainzer Sand. Jahrbuch Nassauischer Verein für Naturkunde 82, 41 (1935).

- MAHN, E. G.: Über die Vegetations- und Standortverhältnisse einiger Porphyrokuppen bei Halle. Wissenschaftliche Zeitschrift der Martin-Luther-Universität, Halle 1957.
- MEUSEL, H.: Die Vegetationsverhältnisse der Gipsberge im Kyffhäuser und im südlichen Harzvorland. Hercynia Bd. II, 4 (1939)
- OPERDORFER, E.: Exkursionsflora für Südwestdeutschland. Stuttgart 1949
— Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Jena 1957.
- RITTER: Das Naturschutzgebiet bei Herxheim am Berg. Pfälzische Heimatkunde, Kaiserslautern 1916.
- v. ROCHOW, M.: Die Pflanzengesellschaften des Kaiserstuhls. Jena 1951.
- SCHMEIL-FITSCHEN: Flora von Deutschland. Heidelberg 1955
- SCHULTZ, F.: Flora der Pfalz. Speyer 1846.
- SPUHLER, L.: Einführung in die Geologie der Pfalz. Speyer 1957.
- TÜXEN, R. und ELLENBERG, H.: Der systematische und der ökologische Gruppenwert. Hannover 1937
- TROLL, W.: Allgemeine Botanik. 2. Auflage. Stuttgart 1948.
- WALTER, H.: Grundlagen der Pflanzenverbreitung
I. Standortlehre. Stuttgart 1951
II. Arealkunde. Stuttgart 1954.
- WEBER, H.: Das Naturschutzgebiet „Mainzer Sand“, Kosmos, Handweiser für Naturfreunde 1952.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	151
A. EINLEITUNG	152
1. Der Begriff „Steppenheide“	152
2. Heimat der Steppenheidepflanzen	153
B. HAUPTTEIL	155
I. Das Untersuchungsgebiet	155
1. Seine Lage	155
2. Geologische Verhältnisse	156
3. Der Boden	157
4. Das Klima	160
II. Die Pflanzengesellschaften der Steppenheide	164
1. Die Steppenheide im Wechsel der Jahreszeiten	164
2. Die Entwicklung der Steppenheide	168
3. Anpassung der Steppenheidepflanzen an den Standort	170
4. Das Lebensformenspektrum	173
5. Das Frequenzdiagramm	174
6. Das Arealtypenspektrum	175
7. Die Steppenheide im System der Pflanzengesellschaften	177
III. Anhang	179
Zusammenfassung	180
Abbildungslegenden	192
Erläuterungen der Tabellen	194
Beispiel einer Vegetationsaufnahme	197
Literaturverzeichnis	218