Berichte des Naturwissenschaftl. Vereins Bielefeld, Sonderheft 2, S. 35–52, 1980

Die Kiefernforsten der Senne - Ökofaktoren und Typologie

Mit 4 Abb.

Klaus Maschmann

Inhalt:

1. Einleitung und allgemeiner Überblick 36
2. Floristik und Physiognomie der Forsten 38
2.1. Forsten trockener Standorte 38
2.1.1. Lichtarme Forstgesellschaften 38
2.1.1.1. Moos-Kiefernforst 38
2.1.1.2. Weidenröschen-Kiefernforst 39
2.1.1.3. Beerkraut-Moos-Kiefernforst 39
2.1.2. Lichtbedürftige Forstgesellschaften 39
2.1.2.1. Gras-Kiefernforst 39
2.1.2.2. Heidekraut-Kiefernforst 40
2.1.2.3. Sandseggen-Kiefernforst 41
2.2. Forsten feuchter Standorte 41
2.2.1. Pfeifengras-Beerkraut-Kiefernforst 41
2.2.2. Dornfarn-Beerkraut-Kiefernforst 42
2.2.3. Adlerfarn-Beerkraut-Kiefernforst 43
2.3. Forsten nasser Standorte 44
3. Ökologische Faktoren 45
3.1. Licht 45
3.2. Bodenfeuchte 47
3.3. Nährstoffgehalt 48
3.4. pH-Wert 48
3.5. Menschliche Einwirkungen 49
4. Bodentypen 49
5. Zusammenfassung 51
Literatur 52

1. Einleitung und allgemeiner Überblick

Dieser Beitrag stellt einen gekürzten, sonst aber kaum veränderten Auszug aus einer 1962 am Botanischen Institut der Universität Münster vorgelegten Staatsexamensarbeit »Vegetationskundlicher Überblick über die Senne« dar, in der außer den Forstgesellschaften auch die Grasfluren, Heiden und Laubwälder der Senne behandelt werden. Die Geländeuntersuchungen wurden im Sommer und Herbst 1961 durchgeführt. Es sind daher viele damals beschriebene Fundorte heute nicht mehr vorhanden, andererseits - infolge natürlicher Veränderungen oder menschlicher Eingriffe - andere vergleichbare entstanden. Aus diesem Grunde und mit Rücksicht auf den Umfang dieses Beitrags habe ich alle ortsbezogenen Angaben und Einzelbeschreibungen sowie die soziologischen Aufnahmen (Tabellen), die für die damalige Arbeit vor allem wegen der daraus abgeleiteten Typologie wichtig waren, hier fortgelassen. Interessenten stelle ich das Material gern zur Verfügung.

Grundsätzlich läßt sich allerdings die Aktualität dieser Untersuchung in Frage stellen: Trifft das hier Vorgelegte noch die jetzigen Verhältnisse, entspricht es dem heutigen Kenntnisstand? Dazu zwei Argumente: 1. ELLENBERG (1978) bezieht sich in dem Kapitel »Kiefernforsten« auf die noch ältere Arbeit von MEISEL-JAHN (1955), die ich kritisch in meine damaligen Untersuchungen einbezogen habe. 2. Jeder floristisch-soziologisch-ökologisch Interessierte kann im Gelände die hier vorgelegten Ergebnisse überprüfen; über Mitteilungen würde ich mich freuen.

Wenn im folgenden von Kiefernforsten (Abk.: KF) die Rede ist, so sind stets *Pinus sylvestris*-Bestände gemeint.

In Forsten dominieren im Gegensatz zu den Wäldern eine oder mehrere standortfremde Holzarten, die auch die Zusammensetzung der Bodenflora bestimmen, so daß sich eine neue, mit dem standortgemäßen Wald nicht mehr übereinstimmende Struktur entwickelt.

»... der künstliche Anbau einer gesellschafts- und bodenfremden Holzart, welche die Einbringung eines Fremdkörpers in die Pflanzengesellschaft darstellt, muß als die entscheidende Störung des Gesellschaftsgefüges, insbesondere seiner Stabilität, angesehen werden ... Die wichtigsten Kriterien der Forstgesellschaft sind die künstlich verursachte Dominanz gesellschaftsfremder Holzarten, die Labilität des Gesellschaftsgefüges und das Fehlen eigener Kennarten« (MEISEL-JAHN 1955, S. 14). Die Benennung der Kiefernforsten kann also nicht mit Hilfe von Charakterarten erfolgen; man wählt hierzu vielmehr eine »möglichst reichlich und stet auftretende und soziologisch-ökologisch-genetisch bezeichnende Trennart in Verbindung mit der herrschenden Holzart« (S. 14).

Dieses Einteilungsprinzip nur nach Trennarten bedarf m. E. bei den hier vorgelegten Untersuchungen einer Einschränkung, wie am Ende dieses Überblicks gezeigt werden soll.

Die Kiefernforsten der Senne wachsen großenteils - in der Oberen Senne fast

ausschließlich - auf dem Standort des Trockenen Eichen-Birken-Waldes (Querceto roboris-Betuletum typicum TX 1937; heute: Betulo-Quercetum). Daß hier früher Eichen-Birken-Wälder gestanden haben, kann man an zahlreichen Aufschlüssen beobachten, wo in 1-2 m Tiefe unter heutigen Kiefernforsten im B-Horizont noch die charakteristische braune Bänderung des Betulo-Quercetum zu erkennen ist.

Doch haben die Forsten hier die Laubwälder nicht unmittelbar abgelöst. In den meisten Fällen war eine lange Zeit der Verheidung eingeschaltet, bevor man das Gelände aufforstete. Auch diese Tatsache läßt sich am Bodenprofil erkennen: Die Forsten stocken fast alle auf typischen Heidepodsolen mit unterschiedlich mächtigem Ortstein- (selten Orterde-) Horizont. Auch wo dieser bei der Anlage der Kulturen zerstört, mit anderen Horizonten vermischt oder über die A-Horizonte gewendet wurde, kann man ihn oder zumindest seine Fragmente stets erkennen.

Im Bereich der Dünen findet man unter heutigen Kiefernforsten manchmal sogar mehrere Heideprofile übereinander und dazu hin und wieder junge Überwehungen mit Podsol-Ranker-Profilen.

Die Kiefernforsten der Senne machen durchaus nicht den tristen und vegetationsfeindlichen Eindruck, wie man ihn von anderen Kunstforsten, etwa den Fichtenbeständen kennt. Nur bei den Kulturen und teilweise im dichteren Jungholz kann man von »Stangenäckern« sprechen; im allgemeinen - beim Altholz fast immer - sind die Bäume nicht in Reihen, sondern in dichteren und lichteren Gruppen mit offenen Stellen angeordnet. Laubhölzer kommen in den Kiefernforsten der Senne als Strauchschicht von selbst auf: Birke, Eiche, teilweise Vogelbeere und Faulbaum, seltener einige andere bilden den spärlichen oder dichteren Gebüsch-Unterwuchs in vielen Beständen, in anderen fehlen sie dagegen vollkommen. Hieraus kann man jedoch keine soziologisch-ökologischen Schlüsse ziehen, denn der Mangel an Sträuchern beruht oft auf direkten menschlichen Eingriffen, z. B. Rodung.

Die Kiefernforsten der Senne bilden nur in seltenen Fällen umfangreichere physiognomisch und in ihren Dominanten einheitliche Bestände. Typisch ist vielmehr der Wandel auf engem Raum. Er kann künstlich bedingt sein: Lichte Altholzbestände wechseln mit jungen Kulturen, Dickungen und Stangenholzbeständen, dazwischen liegen oft noch Kahlschläge, Heideparzellen, Gebüsche oder andere Gesellschaften. Er ist aber ebenso häufig durch natürliche Faktoren verursacht: Dünen mit ihren verschieden exponierten Hängen und Bachtäler mit Steileinschnitten durchziehen das Gelände und schaffen zahlreiche Streifen unterschiedlicher Standorte und Gesellschaften oder Varianten einer Ausbildungsform. Wirksam sind drittens auch noch zwar vom Menschen geschaffene, aber indirekt als Standortfaktoren wirkende Einflüsse, wie etwa das Licht nach Herausschlagen einzelner Bäume oder die planmäßige oder unabsichtliche Düngung des Bodens.

So bilden die Forsten ein unregelmäßiges Muster, dessen einzelne Felder von mehreren Faktoren in verschiedener Kombination geprägt werden, so daß eine

große Vielfalt zu erwarten ist. Trotzdem lassen sich recht überzeugend Einteilungen in Gesellschaften vornehmen.

2. Floristik und Physiognomie der Forsten

Hinsichtlich des Alters der Kiefernbestände kann man Kulturen (Schonungen), Dickungen, Stangenholz (Stammdurchmesser etwa 5-15 cm) und Altholz unterscheiden.

Die Kulturen bilden floristisch und physiognomisch einen nahtlosen Anschluß an die Heiden und Grasfluren bzw. deren kiefernreiche Buschstadien. Die älteren Dickungen leiten über zu den Stangenholzbeständen und damit »eigentlichen« Kiefernforsten, die im folgenden näher gegliedert werden. Eine Beschreibung und Zuordnung der Vorstadien der Kiefernforsten i. e. S. muß in diesem gerafften Beitrag entfallen.

2.1. Forsten trockener Standorte

2.1.1. Lichtarme Forstgesellschaften

2.1.1.1. Moos-Kiefernforst

Vorwiegend in den Stangenholzbeständen anzutreffen ist eine Pflanzengesellschaft, die man als Moos-Kiefernforst bezeichnen kann. Die Kiefern stehen meistens recht dicht: Das Kronendach wird nur spärlich von Lichtstellen durchbrochen; andererseits fallen unter diese Gesellschaft aber auch hin und wieder Bestände mit nicht geschlossener Baumschicht.

Die Strauchschicht fehlt völlig, und auch die Krautschicht ist nur spärlich ausgebildet. So bestimmen die Moose - selten die Flechten - den Aspekt, insbesondere *Dicranum scoparium, Pleurozium schreberi* und *Hypnum cupressiforme var. ericetorum*, zu denen noch einige andere mit geringerer Dominanz und Stetigkeit treten. Bei manchen Beständen überziehen sie nahezu lückenlos den Boden, bei anderen nimmt die Nadelstreu einen Teil der Bodenfläche allein ein.

Die Arten der Krautschicht sind spärlich und unregelmäßig in den Moos-KF eingestreut, abgesehen vom Kleinen Sauerampfer *(Rumex acetosella)*, der mit großer Stetigkeit vorkommt und oft in Herden anzutreffen ist. Es ist vielleicht angebracht, eine Sauerampfer-Variante abzugliedern, wenn diese Art den Aspekt bestimmt. Dann bedeckt der Kleine Sauerampfer über die Hälfte des Bodens; in ihrer gesamten Physiognomie fügen sich diese Bestände aber den Moos-KFn ein.

Als eine andere Variante kann man den Flechten-KF ansehen, bei dem die *Cladonia*-Arten die Moose zurückdrängen. Dieser Typ besiedelt lichte Stan-

genholzbestände in Dünengelände und weicht physiognomisch stärker von den dunklen Moos-KFn ab. Wegen der Seltenheit seines Vorkommens im Untersuchungsgebiet kann er - nach dem vorliegenden Tabellenmaterial - aber wohl nicht für sich gestellt werden, sondern ist ebenfalls den Moos-KFn einzuordnen, zumal deren übrige Kriterien auch für ihn zutreffen.

2.1.1.2. Weidenröschen-Kiefernforst

An den Sauerampfer-Moos-Kiefernforst schließt sich eine Gesellschaft an, die man nach dem massenhaften Auftreten von *Epilobium angustifolium* als Weidenröschen-KF bezeichnen kann. Er ist physiognomisch gar nicht mehr mit den Moos-KFn zu vergleichen, da das bei den anderen KFn zwar regelmäßig, aber nur in geringer Menge auftretende Weidenröschen hier allein das Aussehen prägt. Die mengenmäßig zurückgehenden Moose fallen unter dieser üppigen Krautschicht kaum noch auf. Zum Weidenröschen tritt das Waldkreuzkraut *(Senecio silvaticus)*, und auch *Rumex acetosella* ist stets - manchmal in erheblicher Menge - in diesem Forsttyp vorhanden. Dadurch sind floristisch enge Beziehungen zu den Kahlschlägen festzustellen, obwohl es sich hier nicht um lichtreiche, sondern nicht selten um recht dichte Kiefernbestände handelt.

2.1.1.3. Beerkraut-Moos-Kiefernforst

Als letzte Gesellschaft dieser Gruppe lassen sich die Stangenholzbestände mit Pfeifengras *(Molinia coerulea)* und den »Beerkräutern« (Arten der Gattung *Vaccinium*) abtrennen. Auch hier aber bestimmen die Moose noch eindeutig das Bild, doch können die genannten Pflanzen als Trennarten für diesen Kiefernforst gelten, da sie auch ökologisch eine Differenzierung anzeigen.

2.1.2. Lichtbedürftige Forstgesellschaften

2.1.2.1. Gras-Kiefernforst

Die lichteren Altholzbestände bilden in der Oberen Senne überwiegend eine Gesellschaft, die man nach ihrer Floristik und Physiognomie als Gras-Kiefernforst bezeichnen kann.

Geschlängelte Schmiele *(Deschampsia flexuosa)*, Schafschwingel *(Festuca ovina)* und Rotes Straußgras *(Agrostis tenuis)* überziehen oft in lückenlosem Teppich den Boden, während die meistens nicht weniger als in den Moos-KFn vorhandenen Moose nicht mehr auffallen. Eine Strauchschicht mit Birke, Eiche und - seltener - einigen anderen Arten ist unregelmäßig ausgebildet, was auf menschlichen Eingriffen beruht; in der Krautschicht kommt der Jungwuchs der

Laubbäume stets vor. Zu den Gräsern treten in unterschiedlicher Stetigkeit und Menge verschiedene Begleitarten.

Den Gras-KF kann man nach der vorherrschenden Grasart in drei Varianten weiter untergliedern. Die *Festuca ovina* - Variante findet man auf lichtem, trokkenem Standort, während die *Deschampsia flexuosa* - Variante für weniger lichtreiche und etwas feuchtere Bestände charakteristisch ist. Die *Agrostis tenuis* - Variante schließlich zeigt neben Lichtreichtum und Trockenheit m. E. auch eine gewisse Eutrophierung an. Normalerweise aber sind zwei oder alle drei Gräser stark vertreten bei nur leichter Dominanz eines von ihnen.

Die soziologischen Untersuchungen zeigen, daß sich der Gras-KF sukzessiv aus den Moos-KFn herleiten läßt.

2.1.2.2. Heidekraut-Kiefernforst

Die an den Gras-KF physiognomisch anschließenden Bestände lassen eine zunehmende Ausbreitung des Heidekrautes *(Calluna vulgaris)* erkennen und bilden damit einen Übergang zum eigentlichen Heidekraut-KF. *Calluna vulgaris* kommt zwar auch in allen anderen bisher beschriebenen Forsttypen vor, ist also keine Trennart i. e. S., doch erscheint sie dort meistens recht spärlich und nicht

Abbildung 1: Gras-Kiefernforst, Schmielen-Variante. Flache Dünenkuppen 700 m östlich Hof Welschof. Aufn.: E. Th. Seraphim, April 1980

selten kümmernd, während sie hier ihre Massenentfaltung erreicht und aspektbestimmend wird, da in den »reinen« *Calluna*-KFn die Gräser und sonstigen Begleitarten sehr zurücktreten. Weitaus häufiger als den reinen Typus trifft man in der Senne aber die Mischform mit dem Gras-KF.

Als Bodenschicht des Heidekraut-KF treten die typischen Moose und Flechten der Trockenen Heide (Genisto-Callunetum) auf.

2.1.2.3. Sandseggen-Kiefernforst

Eine Sonderform der Kiefernforsten der Senne bildet *Carex arenaria*: den Sandseggen-KF. Man sieht ihn durch Übergänge mit dem Heidekraut- und dem Gras-KF verbunden. Auch in seiner reinen Form sind noch die Gräser, vor allem *Festuca ovina*, stark beigemischt, das Aussehen der Gesellschaft aber prägt allein *Carex arenaria*, die praktisch lückenlos den Boden überzieht.

Die Artenzahl ist bei der reinen Ausbildung recht gering, was wohl an dem dichten Wurzelfilz der Sandsegge liegt, der andere Pflanzen sicher schlecht aufkommen läßt. Von weitem unterscheidet sich der Sandseggen-KF nicht vom Gras-KF, und da er auch floristisch - abgesehen von der Trennart *Carex arenaria* und der Artenarmut - diesem ähnlich ist, kann man ihn vielleicht nur als Variante zum Gras-KF stellen. Seine Verbreitung in der Senne ist relativ gering.

2.2. Forsten feuchter Standorte

2.2.1. Pfeifengras-Beerkraut-Kiefernforst

Eine weitere Gruppe von Kiefernforsten ist durch das Auftreten des Pfeifengrases *(Molinia coerulea)* und der Beerkräuter Heidelbeere *(Vaccinium myrtillus)* und Preiselbeere *(Vaccinium vitis-idaea)* gekennzeichnet. Während diese Arten im Beerkraut-Moos-Stangenholz nur spärlich auftreten, bilden sie in Altholz-Forsten ausgedehnte Bestände.

Der typische Pfeifengras-Beerkraut-KF kann durch Übergänge sowohl mit dem Heidekraut-KF als auch mit dem Gras-KF eng verzahnt sein. Die Überleitung bildet bei letzterem *Deschampsia flexuosa*, während die beiden anderen typischen Gräser kaum noch in Erscheinung treten.

Wie bei dem Gras-KF läßt sich auch hier eine weitere Differenzierung durchführen: Teilweise bestimmt *Molinia coerulea*, in anderen Beständen *Vaccinium myrtillus*, hin und wieder auch *Vaccinium vitis-idaea* den Aspekt, während jeweils die beiden anderen Arten zurücktreten oder ganz fehlen.

Eine seltene Form ist die *Galium saxatile*-Ausbildung, bei der das Steinlabkraut den Boden in einem dichten Rasen überzieht.

Meistens kommen zwei oder alle drei typischen Arten aspektbildend nebeneinander vor. Hinzu treten verschiedene Begleitarten in unterschiedlicher Zahl

Abbildung 2: Pfeifengras-Beerkraut-Kiefernforst, Heidelbeer-Variante. Hövelhofer Wald östlich B 68. Aufn.: E. Th. Seraphim, April 1980

und Dominanz. Auch das Heidekraut findet man stets in den Beständen, allerdings in geringer Menge und manchmal verminderter Vitalität.

Eine Strauchschicht ist kaum oder spärlich, dagegen die Bodenschicht aus zahlreichen Moosen sehr üppig ausgebildet.

2.2.2. Dornfarn-Beerkraut-Kiefernforst

Wenn zu den Arten, die im Pfeifengras-Beerkraut-KF anzutreffen sind, auch der Dornfarn *(Dryopteris carthusiana)*, das Geißblatt *Lonicera periclymenum* sowie als Moos *Scleropodium purum* treten, kann man von einer weiteren Forstgesellschaft sprechen, dem Dornfarn-Beerkraut-KF. Außer durch die genannten Trennarten ist dieser Typ aber auch durch eine seine Physiognomie bestimmende, kräftig entwickelte Strauchschicht gekennzeichnet. Insbesondere das bei den bisher beschriebenen Gesellschaften nicht aufgetretene Faulbaum-Gebüsch *(Frangula alnus)* darf als charakteristisch angesehen werden. Hin und wieder kommen auch Traubeneiche *(Quercus petraea)*, Buche *(Fagus sylvatica)* und Moorbirke *(Betula pubescens)* als neue Arten zur Strauchschicht, in die

auch die zur Krautschicht gerechneten, kräftig wuchernden Brombeeren *(Rubus fruticosus)* hineinreichen.

Die Kiefern der Baumschicht sind sehr hochwüchsig und von ausgezeichneter Bonität, die Moose ebenfalls üppig und zahlreich. Dieser Forsttyp steht wie alle anderen wiederum nicht isoliert, sondern ist durch Übergänge insbesondere mit dem vorigen (2.2.1.), dem folgenden (2.2.3.) sowie dem Kiefernmoor (2.3.) verbunden.

2.2.3. Adlerfarn-Beerkraut-Kiefernforst

An dieser Stelle soll der Adlerfarn-Beerkraut-KF eingeordnet werden, der in der Originalarbeit (1962) als Mischforst abgetrennt wurde, da zur Kiefer in unterschiedlicher Artenzahl und Dominanz standortgemäße Laubbäume treten, die sicherlich erheblichen Einfluß auf die Struktur der Bodenflora ausüben; man findet nämlich in der Kraut- und Moosschicht verschiedene Arten unserer bodensauren Laubwälder.

Eine Sonderstellung kommt diesem Forsttyp auch insofern zu, als er meistens nicht auf reinen Sandböden stockt, sondern seine Hauptverbreitung im Bereich des Geschiebelehms, d. h. auf den lehmig-tonigen Sandböden der Grundmoräne hat (Holter Forst) bzw. an sonstwie edaphisch bevorzugten Stellen vorkommt (Hänge tief eingeschnittener Bäche).

Abbildung 3: Adlerfarn-Beerkraut-Kiefernforst. Hövelhofer Wald westlich B 68. Aufn.: E. Th. Seraphim, April 1980

Infolge dieses günstigen Standortes kommen verschiedene Arten vor, die als Trennarten zu den bisher behandelten Kiefernforsten gelten können, insbesondere der Adlerfarn *(Pteridium aquilinum)* sowie mit geringerer Stetigkeit Sauerklee *(Oxalis acetosella)*, Hainsimse *(Luzula pilosa)*, Schattenblume *(Maianthemum bifolium)*, Siebenstern *(Trientalis europaea)* und Stechpalme *(Ilex aquifolium)*. Die nahe Verwandtschaft zu den anderen Beerkraut-KFn deutet die starke Dominanz der Heidelbeere *(Vaccinium myrtillus)* in den meisten Beständen an sowie das Auftreten des Pfeifengrases *(Molinia coerulea)* und der Preiselbeere *(Vaccinium vitis idaea)*. Die enge Verzahnung speziell mit dem Dornfarn-Beerkraut-KF kann man an den Arten *Dryopteris carthusiana* und *Lonicera periclymenum* erkennen. Bei den Moosen können *Scleropodium purum*, *Mnium hornum* und das allerdings nur hin und wieder auftretende *Hylocomium splendens* als typische Arten gelten, obwohl sich auch bei diesen Arten Überschneidungen mit dem Dornfarn-Beerkraut-KF feststellen lassen.

Physiognomisch weist dieser zu den Laubwäldern überleitende Forsttyp ebenfalls Besonderheiten auf. Laub- und Nadeldach bilden meistens zwei Etagen; unter den Kronen der außerordentlich kräftig- und hochwüchsigen Kiefern befinden sich in einer zweiten Schicht die der Laubbäume. Diese Laubhölzer sind vor allem Buche *(Fagus sylvatica)*, Stiel- und Traubeneiche *(Quercus robur, Quercus petraea)*, Weißbirke *(Betula pendula)* und Vogelbeere *(Sorbus aucuparia)*.

Meist ist eine gutwüchsige und artenreiche Strauchschicht ausgebildet, und auch die Krautschicht macht einen üppigen Eindruck. Wie bei der Baumschicht kann man auch hier zwei Etagen feststellen: Unter dem - in Ausnahmefällen über 3 m hoch werdenden - Adlerfarn wachsen die Beerkräuter und anderen Arten. Der Adlerfarn als Lichtpflanze wird mit zunehmendem Zusammenschluß des Laub- und Nadeldaches immer lückenhafter und kümmerlicher und fehlt bei den dichteren Forsten ganz, während er seine stärkste Ausbreitung auf den Lichtungen erreicht. In den dunkleren Beständen wird er anscheinend durch stärkeres Auftreten von niedrigwüchsigem *Ilex* ersetzt, während bei noch dichterem Kronenschluß (Buchen-Mischforsten) die Krautschicht qualitativ und quantitativ sehr verarmt.

2.3. Forsten nasser Standorte

Die Kiefernforsten der nassen Standorte, Torfmoos-Kiefernforst und Kiefernmoor, enthalten als Trennarten zahlreiche Hochmoorpflanzen, und zwar sowohl in der Kraut- als auch in der Moosschicht, wo zu den dominierenden Torfmoosen der Gattung *Spagnum* auch *Aulacomnium palustre* und *Polytrichum commune* hinzutreten. Die Moorbeere *(Vaccinium uliginosum)* erreicht ihre stärkste Ausbreitung am Rande der Kiefernmoore bzw. in den den Torfmoos-KF nahestehenden Beständen des Dornfarn-Beerkraut-KF, kann also als charakteristisch für einen zu den extremen Kiefernmooren hinleitenden Übergangstyp angesehen werden (innerhalb des Tormoos-KF wächst sie auf leichten Erhöhungen).

Die Kiefern der Baumschicht sind schlechtwüchsig und licht stehend. Die Strauchschicht wird vor allem von Kiefern und Moorbirken *(Betula pubescens)* gebildet. Kiefernmoore sind in der Senne nur noch selten und kleinräumig anzutreffen.

3. Ökologische Faktoren

Nach der floristisch-physiognomischen Beschreibung der KFn stellt sich nun die Frage nach den für die Ausbildung der verschiedenen Typen wirksamen Faktoren. Bei diesen Kunstgesellschaften erscheinen die ökologischen Verhältnisse komplizierter als bei natürlichen Beständen, da ja, wie eingangs festgestellt, gerade die Labilität und die dauernden Strukturveränderungen unter dem Einfluß der neuen Holzart - nicht nur in floristischer, sondern natürlich auch in ökologischer Hinsicht - wesentliche Kriterien der Forstgesellschaften darstellen. So wird der Boden durch die Nadelstreu und den sich bildenden Rohhumus physikalisch und chemisch verändert. Die Auswirkungen werden zudem in der zweiten Forstgeneration weiter fortgeschritten sein als in der ersten. Es ergeben sich aber auch innerhalb derselben Generation, etwa in bezug auf das die Bodenflora erreichende Licht, bedeutende Unterschiede, wodurch der Unterwuchs floristischen Änderungen unterworfen ist.

Mit Bezug auf die Senne ist also festzustellen: Unter dem Einfluß der Kiefernbestockung ändert sich auch der Standort. In welcher Richtung und wie schnell er sich wandelt, hängt aber durchaus nicht nur von der Dauer des Kiefernbewuchses ab, sondern auch bereits in starkem Maße vom vorherigen Zustand, etwa der Acidität, Feuchte, dem Humuszustand und dem Nährstoffreichtum des Bodens. Diese unmittelbaren Ursachen der floristischen Ausbildung der Gesellschaften, die Standortfaktoren, sind beschreibbar, meßbar und für Differenzierungen verwendbar.

3.1. Licht

Daß im Bereich der hier beschriebenen KFn erhebliche Helligkeitsunterschiede zwischen den einzelnen Gesellschaften bestehen, wurde bereits erwähnt. Das gilt nicht nur für die Extreme Jungkultur - Stangenholz, sondern auch für Altholzbestände. Nirgends aber sinkt der Faktor Licht unter das für die Bodenflora notwendige Minimum. Auch die dichtesten Stangenholzbestände sind in ihrem Nadeldach noch wesentlich lichter und damit vegetationsfreundlicher als geschlossene Buchenwälder oder Fichtenforsten. Hinzu kommt, daß man selten lückenlose Stangenholzareale findet; stets erreichen hier und da an den Stellen abgestorbener Bäume Lichtflecken den Boden. In den lichtärmsten Beständen (Stangenholz und dichteres jüngeres Altholz) ist fast nur die Bodenschicht ausgebildet. Moose bestimmen die Physiognomie, insbesondere *Pleurozium schre-*

beri, Hypnum cupressiforme var. ericetorum, Dicranum scoparium und *Pohlia nutans* sowie einige andere mit geringerer Stetigkeit und Abundanz, beispielsweise *Dicranum undulatum* und *Polytrichum attenuatum*. In der Krautschicht treten Flecken von *Rumex acetosella* sowie in spärlichem Maße Baumkeimlinge und -jungpflanzen von Birke und Eiche sowie vereinzelte kümmerliche Gräser-Horste, Weidenröschen und hin und wieder einige andere Arten hinzu, bei ausreichender Feuchtigkeit auch *Molinia coerulea, Vaccinium myrtillus* und *Vaccinium vitis-idaea* in geringer Menge. Die Lichtarmut ist der bestimmende Faktor für die Typischen Moos-KFn - abgesehen von der *Cladonia*-Ausbildung.

Bei nur geringer Lichtzunahme findet man eine starke Ausbreitung von *Rumex acetosella* (Ampfer-Variante der Moos-KFn), und bei Eutrophierung kann in diesen noch ziemlich lichtarmen Beständen auch ein massenhaftes Auftreten von *Epilobium angustifolium* beobachtet werden (Weidenröschen-KF).

Lichtreichere Forsten (Altholz) bilden den Standort für den Gras-KF einerseits und die Beerkraut-KFn andererseits. Dabei scheinen *Deschampsia flexuosa, Vaccinium myrtillus, Vaccinium vitis-idaea, Molinia coerulea* und *Dryopteris carthusiana* nicht so lichtbedürftig zu sein wie *Festuca ovina, Agrostis tenuis* und *Vaccinium uliginosum*, um nur die Dominanten zu nennen. Bei den Begleitarten kann man aber ähnliche Abstufungen erkennen.

Die lichteren Kiefernforsten sind die Kulturen, ferner die Flechten-Variante der Moos-KFn, die stark aufgelichteten Altholzbestände und die Kiefernmoore; beim zweiten und letzten Typ ist der Lichtreichtum durch die Schlechtwüchsigkeit der Kiefern bedingt. Auf trockenen Böden findet man den Heidekraut-KF bzw. die heidekrautreichen Dickungen, als Sonderfälle auch den Sandseggen-KF und den Flechten-Typ, auf stark vernäßten Böden den Torfmoos-KF, alle Gesellschaften mit lichtliebenden Arten. Wo infolge von Störungen der Heidekraut-Teppich lückenhaft ausgebildet ist, treten die Gräser stärker auf, z. B. in jüngeren Kulturen und unter einzelnen Kiefern in der Heide.

Vergleichsmessungen der Beleuchtungsstärke (bei diffusem Licht, jeweils 10 cm über dem Erdboden) ergaben folgende Werte in % der vollen Lichtmenge:

Unter einzelnen Kiefern (etwa Heidekraut-KF)	50 %
Unter lichtem Altholz (Gras-KF)	10-30 %
Unter Stangenholz (Moos-KF mit wenigen Gräsern etc.)	4- 6 %
Unter dichtem Stangenholz (reiner Moos-KF)	2 %

Für ein dichtes Fichten-Stangenholz ergab sich demgegenüber nur 1/8 der im dichten Kiefern-Stangenholz gemessenen Helligkeitswerte bzw. 0,2-0,3 % des Wertes einer benachbarten Heide.

Bei direkter Sonneneinstrahlung verschieben sich die Werte. Durch Sonnenstrahlen, die den Boden erreichen, entstehen bedeutende Kontraste zwischen dem für den betreffenden Typ üblichen Wert und den Lichtflecken.

Abbildung 4: Abhängigkeit der Kiefern-Forstgesellschaften der Senne von den Ökofaktoren Licht und Bodenfeuchte. Die in Klammern gesetzten Typen sind zugleich Anzeiger für den Nährstoffgehalt des Bodens.

3.2. Bodenfeuchte

Nicht weniger differenzierend als unterschiedliche Helligkeit wirkt eine Abstufung in der Bodenfeuchte. Hierbei kann man zwei Gruppen unterscheiden:

Trockene Böden werden - je nach den anderen Standortbedingungen - von gras- und heidekrautreichen Kulturen und Dickungen, vom (Ampfer-) Moos-KF einschließlich der Flechten-Variante, vom Gras-KF und Sandseggen-KF besiedelt; auf vielleicht etwas frischeren Böden wächst der Weidenröschen-KF.

Diesen Gesellschaften kann man eine andere Gruppe gegenüberstellen, deren differenzierender Faktor die zunehmende Bodenfeuchtigkeit ist. Der Pfeifengras-Beerkraut-KF ist bereits auf schwach feuchten bis feuchten Böden zu finden, der Dornfarn-Beerkraut-KF auf feuchten bis nassen und der Torfmoos-KF auf nassen; bei diesen »Kiefernmooren« steht das Wasser in Lachen an der Oberfläche.

Daß auch hier wieder die einzelnen Pflanzenarten innerhalb der Gesellschaften Unterschiede anzeigen, kann man aus den soziologischen Aufnahmen ersehen. Bei den feuchten bis nassen Typen treten beispielsweise nacheinander *Dryopteris carthusiana, Lonicera periclymenum, Vaccinium uliginosum, Erica tetralix* und schließlich die typischen Hochmoorpflanzen zu den anderen Ar-

ten. Oder beim Übergang zwischen Gras-KF und Beerkraut-KFn geht *Deschampsia flexuosa* in diesen Typ hinein, während die beiden anderen bezeichnenden Arten des Gras-KFs kaum noch vorkommen.

3.3. Nährstoffgehalt

Aus den Vegetationsaufnahmen kann man entnehmen, daß in verschiedenen Beständen vereinzelte oder mehrere Arten vorkommen, die besseren Boden anzeigen oder die zum Beispiel als stickstoffliebende Pflanzen eingestuft werden. Daß sich diese Arten in von Äckern umgebenen Beständen und an den Rändern der Forsten häufen, ist nicht erstaunlich, da der Dünger sicher leicht durch Wasser und Wind in die Umgebung der landwirtschaftlich genutzten Flächen transportiert wird.

Von den Dominanten des Gras-KFs beispielsweise zeigt *Agrostis tenuis* die stärkste Tendenz zu düngerbeeinflußten Böden. Vornehmlich an den Rändern (Licht!) der KFn zu den Äckern hin erreicht das Straußgras eine Massenausbreitung.

Der jeweilige Boden des Bestandes kann die Nährstoffe aber auch selbst enthalten, wenn etwa der Forst auf aufgelassenem Kulturland angelegt oder das Gelände, wie es meistens geschieht, vor der Aufforstung gedüngt wurde. Die besonderen Verhältnisse beim Adlerfarn-Beerkraut-KF, der auf mineralstoffreicheren Grundmoränenböden stockt, wurden bereits erwähnt.

Eine in ihrer gesamten Ausbildung augenscheinlich stickstoffbeeinflußte Gesellschaft ist der Weidenröschen-KF. Er tritt meistens am Rande von Siedlungen auf oder läßt sonstwie eine absichtliche oder unabsichtliche Düngung vermuten. Für diesen Forsttyp scheint der Nährstoffreichtum des Bodens - speziell der Stickstoffgehalt - der wirksame Faktor zu sein.

Demgegenüber dürfte der Cladonien-Typ besonders arme Böden besiedeln. Unter ihm fand ich mächtige Überwehungshorizonte mit kaum ausgebildetem (schwach humosem) A-Horizont über einem bodentypologisch noch undifferenzierten gelben Sand.

3.4. pH-Wert

Obwohl zahlreiche Bodenproben (lufttrocken und dann mit aqua dest. aufgeschlämmt) auf ihre Acidität untersucht wurden, konnte dieser Faktor nicht zu einer Unterscheidung der Kiefernforsten herangezogen werden. Die Variationsbreite ist bei den einzelnen Beständen innerhalb derselben Gesellschaft recht groß, während die verschiedenen Gesellschaften ähnliche Mittelwerte zeigen: Die gemessenen Werte liegen größtenteils um 4,5 bis 5; die Spanne reicht von 3,9 bis 5,6. Dabei scheinen die stark feuchten bis nassen Böden des Dornfarn-Beerkraut-KFs und des Kiefernmoores mehr zur unteren Grenze hin zu tendie-

ren (Durchschnitt um 4,5), während bei den anderen Gesellschaften die Streuung recht breit ist, was wohl auch durch fehlende oder unterschiedlich starke Düngung mitbedingt wird. Sogar innerhalb eines einheitlich erscheinenden Bestandes zeigen an verschiedenen Stellen aus demselben Horizont entnommene Proben Unterschiede im pH-Wert.

Eine Gesetzmäßigkeit läßt sich beim pH-Wert dennoch feststellen: In fast allen Fällen sind die obersten Horizonte (A0 und A1) um einige Zehntel saurer als die tieferen (A2, B, C), was für Flachwurzler in der Krautschicht wohl von Bedeutung sein könnte.

3.5. Menschliche Einwirkungen

An dieser Stelle sollen nicht die mittelbar wirkenden menschlichen Einflüsse wie Aufhellung von Beständen durch Herausschlagen von Bäumen, Entfernung der Strauchschicht, Düngung etc., sondern nur die direkten mechanischen Störungen von Boden und Vegetation erwähnt werden. Zwar nicht in dem Ausmaß wie bei den Gras-Heiden, aber doch nicht selten findet man in den Kiefernforsten der Senne Vegetation und Bodenstruktur durch Fahrzeugspuren, Schützenlöcher mit Auswurf oder ähnliches gestört, was zur kleinräumigen Unterbrechung eines Forst-Typs und zur Ansiedlung anderer als der üblichen Arten an diesen Stellen führt.

4. Bodentypen

In der Bodenart bestehen bei den Kiefernforsten kaum Unterschiede: Es handelt sich fast überall um reinen, nur durch Humusstoffe mehr oder weniger angereicherten Sand mittlerer Korngröße. Die Körnigkeit kann manchmal zum Feinsand, seltener zum Grobsand (untere Horizonte) tendieren; hin und wieder findet man auch Steine (Geschiebe) im Boden.

Sehr unterschiedlich ist dagegen der Bodentyp: Er ändert sich mit den Gesellschaften und kann als Abbild des Standorts angesehen werden.

Bei dem Typischen und dem Ampfer-Moos-KF der Stangenholzbestände findet man unter dichter Nadelstreu (1-2 cm) und etwa 3 cm braunem Auflage-Rohhumus in den meisten Fällen keine Horizontfolge mehr, sondern ein Gemisch verschiedener Horizonte. Entweder sieht man A und B linsen- und schlierenförmig in C, oder der Ortstein liegt über dem A2-Horizont infolge Umbruchs. Die obersten Zentimeter sind meistens trocken, darunter wird der Boden frisch.

Beim Beerkraut-Moos-KF liegen oft dieselben Verhältnisse vor, ab und zu trifft man hier auch erhaltene mittel- bis tiefgründige, frische bis feuchte Ortsteinböden an. Die Rohhumusschicht ist etwas mächtiger als beim vorigen Typ.

Nicht anders ist das Bild beim Weidenröschen-KF. Mischhorizonte sind die Regel, Heidepodsole - etwas flachgründiger als beim Beerkraut-Moos-KF - kommen an verschiedenen Stellen vor.

Die Flechten-Variante ist durch ein Überwehungsprofil charakterisiert. Unter 2-3 cm braunem Auflage-Rohhumus befindet sich der junge gelblich-graue A-Horizont (3-5 cm), darunter eine mächtige gelbe Sandschicht (C-Horizont), unter der ein fossiler Ortsteinboden liegen kann. Der Boden des Überwehungsprofils ist sehr locker und in den oberen Zentimetern trocken.

Ein ähnliches Überwehungsprofil ist auch unter dem Sandseggen-KF in Altholzbeständen verbreitet. Die Rohhumusschicht ist allerdings mächtiger (5-6 cm) und dicht mit den *Carex*-Wurzeln verfilzt. Der A-Horizont kann um 3-5, aber auch um 10 cm stark sein; er ist grau bis gelblich-grau und nur schwach humos. Er geht allmählich in den gelben Sand über, der - auch innerhalb eines Bestandes - verschieden mächtig und von einem Heidepodsol unterlagert sein kann. Der Boden ist von oben an frisch.

Nicht selten findet man - allerdings geringer mächtige - Überwehungsprofile auch unter dem Gras-KF. Ferner trifft man dort flach- bis mittelgründige Heidepodsole mit normaler Horizontfolge. Häufig sind schließlich auch stark gestörte Profile. Oft kommen ferner recht unterschiedliche Profilausbildungen in einem einheitlichen Bestand vor. Der A0-Horizont besteht aus einem 3-5 cm starken, mit dem Rasen verfilzten Rohhumus; der Boden ist frisch.

Der Bodentyp des Heidekraut-KFs ist ein flachgründiger, frischer Heidepodsol mit kaum oder gering ausgebildetem A1-Horizont. Vom Bodentyp der echten Heide kann man ihn nur an der braunen, etwa 4 cm mächtigen Rohhumus-Auflage unterscheiden. Neben diesen Böden mit normaler Horizontfolge kommen auch stark gestörte vor.

Der Pfeifengras-Beerkraut-KF stockt ebenfalls meistens auf Ortsteinböden, die jedoch stets tiefgründiger (B1 in etwa 40 cm Tiefe) und dadurch feuchter sind. Der violettgraue Bleichsandhorizont enthält meistens weißgraue Flecken. Die braune Rohhumus-Auflage ist 7-9 cm mächtig. Manchmal findet man diesen Forsttyp auch auf feuchtem Überwehungsprofil.

Der Dornfarn-Beerkraut-KF wächst auf manchmal stark gestörtem, meistens aber noch erhaltenem tiefgründigem, stark feuchtem Ortsteinboden. Der B1-Horizont beginnt erst in 50 cm Tiefe oder noch tiefer und wird von einem zumeist sehr hellen, bräunlich gefleckten A2-Horizont überlagert. Die Mächtigkeit der Rohhumus-Auflage beträgt etwa 10-12 cm (manchmal mehr).

Der Adlerfarn-Beerkraut-KF kommt meist auf sehr tiefgründigen, stark humosen, hinsichtlich der Bodenart uneinheitlichen (lehmiger Feinsand bis sandiger Ton, oft steinig), grund- oder stauwasserbeeinflußten (Gleyfleckung) Böden vor. Das Grundwasser steht meist in 50-60 cm Tiefe an.

Die Torfmoos-KFn wurzeln auf unterschiedlichem Substrat. An manchen Stellen findet man mehrere Dezimeter nassen *Sphagnum*-Torf, an anderen unter 5-10 cm Torf nassen, schwarzen, plastisch verformbaren Moder. Dann wieder trifft man nach Entfernung von 5-10 cm Torf auf nassen Sand mit Gleyflek-

kung und weicher Humusorterde. In jedem Fall handelt es sich aber um Grund- oder Stauwasserböden.

Die mannigfachen Übergänge, die man bei den Gesellschaften erblickt, sind entsprechend auch bei den Böden festzustellen, insbesondere in der allmählichen Zunahme der Tiefgründigkeit und der Feuchtigkeit. Auf die bodentypologische Systematik geht in diesem Heft MERTENS in seinem Beitrag näher ein.

5. Zusammenfassung

Das komplizierte Zusammenspiel der Ökofaktoren und die eingangs zitierte Labilität dieser Pflanzengesellschaften erschweren eine Ein- und Zuordnung der Kiefernforsten. Bei Reduzierung auf die Faktoren Licht und Bodenfeuchte läßt sich das abgebildete Schema (Abb. 4) aufstellen.

Die Kiefernforsten des Nordwestdeutschen Tieflandes wurden ausführlich von MEISEL-JAHN (1955) beschrieben und soziologisch gegliedert. Die Autorin greift bei der Einteilung auf die jeweiligen Vorgesellschaften zurück. Im Gebiet des Eichen-Birken-Waldes z. B. können das die Silbergrasfluren, die Heiden und der Eichen-Birken-Wald selbst einschließlich des Birkenbruchs sein. Die entsprechenden Forsten werden Cladonien-KFn, *Dicranum-Hypnum*-KFn und *Dryopteris-Hypnum*-KFn genannt, zusammengefaßt zum Oberbegriff der *Hypnum*-KFn, die den *Oxalis*- und *Lysimachia*-KFn (auf Eichen-Hainbuchen- bzw. Erlenbruch-Standorten) gegenübergestellt werden. Dieses Schema wird von ELLENBERG (1978, S. 695) mit geringfügigen Änderungen übernommen. Es würde zu weit führen, das bis auf die Subassoziationen und Varianten aufgegliederte System hier aufzuführen und zu diskutieren, da ich es für diese Arbeit aus verschiedenen Gründen nicht verwendete: Zwar habe ich die Kiefernforsten der Senne auch nach rein floristischen Gesichtspunkten (Trennartengruppen und Dominanten) zu gliedern versucht, aber nicht aus der Sicht der möglichen Vorgesellschaften, sondern im Hinblick auf die im Gelände ablesbaren ökologischen Faktoren.

Einmal schien mir aus prinzipiellen Erwägungen eine floristisch-ökologische Unterteilung angebrachter zu sein als eine floristisch-genetische, zumal diese teilweise auf Spekulation hätte beruhen müssen, da es bei den komplizierten Besitzverhältnissen der Forsten nur zum Teil möglich gewesen wäre, Aufforstungsdaten und eventuelle Vorgesellschaften festzustellen. Zum anderen sind die bei MEISEL-JAHN (1955) angegebenen »Trennarten« der einzelnen Gesellschaften gar nicht im strengen Sinne als solche zu werten, da sie in andere Gesellschaften übergreifen. Drittens schließlich dürfte die Einteilung in »Phasen« nicht immer zutreffen: So kann man in nebeneinander liegenden, zur gleichen Zeit aufgeforsteten, aus derselben Vorgesellschaft (Flechtenreicher Heide) hervorgegangenen Beständen einmal einen *Calluna*-KF, zum anderen eine *Vaccinium*-Ausbildung antreffen. Sie unterscheiden sich in der Tiefgründigkeit und damit Feuchtigkeit des Bodens. Oder: Aus der Flechtenreichen Silbergrasflur

soll bei Aufforstung der Cladonien-KF entstehen. Eine Flechten-Ausbildung findet man jedoch nur in lichten Beständen; bei dichtem Stangenholz wird sich auch bei der genannten Vorgesellschaft ein Moos-KF entwickeln.

Für die Senne schälen sich die oben beschriebenen Forstgesellschaften heraus, wenn man eine Typologie nach floristisch-ökologischen Kriterien versucht. Eine Zusammenfassung zu Gruppen ist nur bedingt möglich.

Zitierte Literatur

ELLENBERG, H. (1978): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. - 2. Aufl., 981 S., 499 Abb., 130 Tab., Stuttgart (Ulmer).

MEISEL-JAHN, S. (1955): Die Kiefern-Forstgesellschaften des nordwestdeutschen Flachlandes. - Angewandte Pflanzensoziologie, 11, 126 S., 20 Abb., 11 Tab., Stolzenau/Weser.

Anschrift des Verfassers: Klaus Maschmann, Ortli 1 a (Syburg), D 4600 Dortmund 30