Ber. Naturwiss. Verein für Bielefeld u. Umgegend **49** (2010), S. 21–55

Die Binnendünen der Senne

- eine Übersicht über Entstehung, Verbreitung und Bestand -

Alexander QUANTE, Detmold

Mit 30 Abbildungen und 2 Tabellen

Inhalt

1. Einleitung 22
2. Hintergrund / Arbeitsweise 22
3. Entstehung der Sennedünen und Einfluss der Eiszeiten 24
4. Dünenbildungsphasen und Landschaftsentwicklung 25
5. Dünentypen und -formen 29
6. Aufbau der Sennedünen 31
   6.1. Das Verhältnis von Dünen- zu Talbildung 33
7. Dünenverbreitung in der Senne 35
8. Aktuelle Bestandssituation 37
   8.1 Arten- und Lebensgemeinschaften auf offenen Binnendünen der Senne 41
   8.2 Die fünf großen Dünenbögen der Senne (nach HOERLE 1920) 43
9. Schlussbemerkungen 52
10. Literatur 53

Verfasser:
Alexander Quante, Hinter den Pinneichen 2g, D-32756 Detmold

1. Einleitung

Zu den markantesten und bemerkenswertesten Landschaftsformen der Senne gehören neben den Bach- und Trockentälern vor allem die landschaftsbildprägenden Binnendünen. Ihnen kommt eine hohe ökologische Bedeutung zu, da es sich um seltene nährstoffarme Sonderstandorte mit eigenem Mikroklima handelt (s. Abb. 1), die von hoch spezialisierten Lebensgemeinschaften besiedelt werden. Die Senne beherbergt trotz zahlreicher menschlicher Einflüsse das größte zusammenhänge Binnendünengebiet in Nordrhein Westfalen. Zahlreiche gefährdete Arten offener Dünen- und Sandlebensräume haben hier ihr letztes Rückzugsgebiet in Westfalen.
Der Erhalt der verbliebenen Dünenstandorte ist daher aus Sicht des Naturschutzes, aber auch aus Sicht der Geologie, der Geomorphologie, der Paläoklimatologie sowie der Landschafts- und Kulturgeschichte von großer Bedeutung. Neben dem wissenschaftlichen Wert ist ebenso dem gliedernden und belebenden Einfluss der Dünen auf das Landschaftsbild Beachtung zu schenken.
Die vorliegende Arbeit gibt einen Überblick über die zeitliche und räumliche Entstehung, die Verbreitungsgebiete sowie über die Formbildungen der Sennedünen. Zudem wird ein Vergleich der historischen Vorkommen mit der heutigen Situation angestellt. Die kartographische Darstellung der räumlichen Verbreitung der Sennedünen soll einen Beitrag für den effizienteren Schutz dieser wertvollen, gebietstypischen Landschaftselemente leisten.

2. Hintergrund / Arbeitsweise

Ziel dieser Arbeit ist es, mittels Literatur- und Kartenrecherche sowie durch die Auswertung bestehenden Datenmaterials einen allgemeinen Überblick über Verbrei-

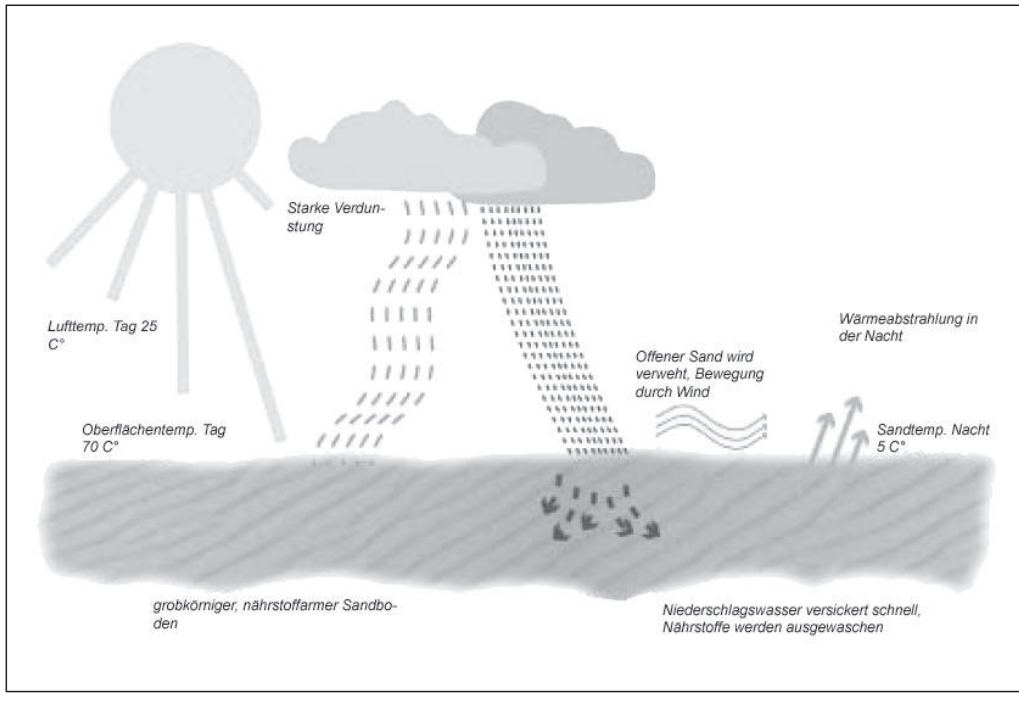


Abb. 1: Standortverhältnisse auf offenen Sandböden im Überblick (aus Sandachse Franken 2002, verändert)

tung, Entstehung und Geschichte der Sennedünen zu ermöglichen. Zudem wird eine Übersicht über die unterschiedlichen und teilweise widersprüchlichen Forschungsergebnisse auf dem Gebiet Sennedünen gegeben.

Erste Erhebungen der Binnendünen wurden vom Autor 2005 mittels „Vor Ort Kartierungen“ in den Kommunen Augustdorf und Oerlinghausen für die Biologische Station Kreis Paderborn-Senne vorgenommen. Basierend auf den gesammelten Ergebnissen und Erfahrungswerten zeigte sich, dass eine weiterführende Erfassung und Standortbestimmung der gesamten Sennedünen mit Hilfe einer Höhenlinienauswertung (basierend auf den Blattschnitten der Deutschen Grundkarte) durchführbar war. Die für Binnendünengebiete typische, kurz aufeinander folgende und gestaffelte Höhenlinienverteilung konnte hierbei als sicheres Erkennungsmerkmal genutzt werden. Die Ergebnisse dieses Arbeitsschrittes wurden zusätzlich durch die Auswertung der geologischen Karten im Maßstab 1:25.000 (Blätter Lage, Senne, Brackwede, Verl und Paderborn) abgesichert. Die in den geologischen Karten dargestellten Dünensand- oder Flugsandfelder, bzw. die Bereiche mit Fein- und Mittelsanden halfen zum einen den Dünensuchraum einzugrenzen, zum anderen dienten sie als Beleg für die korrekte Einordnung der Höhenliniensignaturen als Dünenstrukturen.

Mit dieser einfachen und im Vergleich zur „Vor Ort Kartierung“ weniger zeitaufwändigen Methode wurde anschließend der gesamte Landschaftsraum Senne auf Dünenvorkommen hin untersucht.

Zusätzlich wurde die „Karte zur Ökologischen Raumgliederung – Beispiel Ostwestfalen-Lippe“ aus dem Deutschen Planungsatlas (Akademie für Raumforschung und Landesplanung 1983) als Hilfe herangezogen. Wichtigste Informationsgrundlage waren insgesamt jedoch die Darstellungen der Isohypsen auf Basis der Deutschen Grundkarte im Maßstab 1:5.000[1].

Ein Vergleich der historischen Dünenverbreitung der Senne mit dem aktuellen Bestand wurde in erster Linie durch den Einsatz von Geoinformationssoftware am Computer ermöglicht. Historische Kartendarstellungen wurden digitalisiert und georeferenziert, so dass anschließend eine Überlagerung mit topographischen Karten sowie ein Abgleich mit den ermittelten Dünenvorkommen durchgeführt werden konnte. Als wichtigste historische Kartengrundlage diente hierbei die „Karte I Zur Geomorphologie der Senne“ von Maasjost (1933). Die in dieser Karte in Anlehnung an Hoerle (1920) skizzierten Dünenbögen dienten sowohl als Anhaltspunkte für die Bestandsaufnahme als auch als Maßstab für den Vergleich der historischen und aktuellen Dünenvorkommen. Einen genauen Eindruck des Ausmaßes der ursprünglichen Dünensandverbreitung vermittelten zudem die angesprochenen geologischen Karten. Speziell die Blätter „Lage“ aus dem Jahr 1915 und „Senne“ aus dem Jahr 1912 stellten aufgrund ihres Alters wertvolle historische Datenquellen dar. Außerdem wurden die entsprechenden preußischen Urmesstischblätter von 1837/1838 auf Dünensignaturen untersucht.

[1] Höhenliniendarstellungen für die Kartenblätter 4218/05 Bad Lippspringe, 4118/27 Staumühler Str. Nord, 4218/02 Staumühler Str. Süd, 4117/23 Ramselfichten, 4117/24 Hövelhofer Wald, 4117/04 Schloß Holte Süd, 4017/28 Schloß Holte, 4017/27 Sende Ost, 4017/26 Sende, 4017/25 Sende West waren vom Landesvermessungsamt nicht verfügbar. Diese Bereiche konnten daher nicht entsprechend bearbeitet und ausgewertet werden.

3. Entstehung der Sennedünen und Einfluss der Eiszeiten

Binnendünen gehen aus der äolischen Akkumulation von Sanden im Landesinneren hervor. Pyritz (1972) beschreibt Dünen als isolierte Flugsandanhäufungen, die sich eindeutig über ihre nächste Umgebung erheben, eine relative Höhe von mindestens 1,5 m haben und eine deutlich längliche Gestalt aufweisen.

Die ältesten bekannten Dünen der Senne haben sich gegen Ende der Weichsel-Eiszeit, genauer in der Jüngeren Dryaszeit vor etwa 11.000 Jahren herausgebildet und zählen damit zu den ältesten bekannten Binnendünen Nordwestdeutschlands (Seraphim 1997, Skupin 1994). Die Jüngere Dryaszeit stellt daher die so genannte primäre Aufwehungsphase der Sennedünen dar. Vorausgegangen war die Saale-Eiszeit vor etwa 200.000 Jahren, in der bis zu 60 m mächtige Sandablagerungen durch das von den Inlandeisgletschern abfließende Schmelzwasser in die Senne eingeschwemmt worden waren. Die saaleeiszeitlichen Schmelzwassersande bildeten in den anschließenden Phasen der Erdgeschichte die Grundlage für die Dünenbildungsprozesse. Die ältesten Aufwehungen wurden jedoch während der folgenden Kaltzeitstadien immer wieder überformt, so dass heute wahrscheinlich nur noch die erhaltenen Dünenformen der Jüngeren Dryaszeit und jüngerer äolischer Überformungen nachzuweisen sind.

In dieser letzten Kälteperiode, in der Westfalen eisfrei blieb, herrschten auf Grund des arktisch-kontinental geprägten Klimas besonders günstige Grundvoraussetzungen für eine Dünenbildung vor: Trockenheit, weitgehendes Fehlen einer schützenden Vegetationsdecke und geringe Temperaturen. Darüber hinaus ermöglichten die in der Senne dominierenden grundwasserfernen Sandböden eine großflächige Entstehung und Ausbreitung von Binnendünen. Immens begünstigt wurde dieser Prozess durch die nacheiszeitliche Vegetationsarmut bzw. -losigkeit besonders im Bereich der Schmelzwasserebene der Senne. Die ungehindert einfallenden Winde konnten hierdurch vor allem die leicht zu transportierenden Fein- und Mittelsande aufwirbeln und verfrachten. Diese wurden dann an Hindernissen wie Gehölzen wieder abgelagert und nach und nach zu wachsenden Dünen aufgeworfen. Die Sennedünen stellen somit äolische Verlagerungen der saale-eiszeitlichen Nachschüttungssande dar.

Die eiszeitlichen Sandmassen und damit auch die Dünenvorkommen gehen im nördlichen Teil der Senne zurück. Die Sande liegen in dieser nördlichen Zone zwischen Sennefriedhof und Dörenschlucht nur in einem schmalen Band westlich des Teutoburger Waldes vor. Diese bis 1,5 km breite Sandzunge stellt eine Kameterrasse dar, die gegen Ende der Saale-Eiszeit entstanden ist. Es handelt sich um eine steil nach Südwesten gerichtete, ca. 18 km lange und bis zu 30 m hohe Geländestufe. Diese ausgeprägte Terrassenstufe ist durch die Ablagerung der Schmelzwassersande des Inlandeises gegen den Toteisrest des Emslandgletschers entstanden und nach dessen Zurücktauen stehen geblieben, so dass sie bis heute im Gelände zu erkennen ist. Die Sanderablagerungen der Saale-Eiszeit konnten sich in diesem Raum nur in einem schmalen Band ausbilden, da hier der Toteisriegel des Emslandgletschers näher an die Hänge des Teutoburger Waldes heranreichte als im südlich der Dörenschlucht nahe Augustdorf angrenzenden Bereich. Südlich der Dörenschlucht hatten die von den Kämmen des Teutoburger Waldes kommenden Schmelzwassersande dagegen kein Wiederlager gegen das sie geschichtet wurden, so dass der Sand hier flächiger abgesetzt wurde. Die Schmelzwassermassen brachten enorme Sand-

mengen mit, die sich ablagerten und hier den breiten so genannten Senne-Sander ausbildeten, der sich in der Folgezeit stufenartig einebnete (Abb. 2). Die typische nach Südwesten abgetreppte Sandebene entstand.

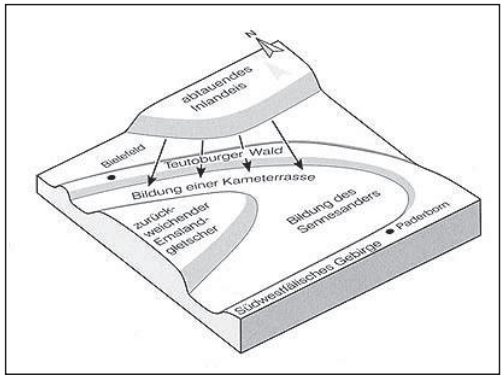


Abb. 2: Entstehung des Sennesanders (aus HUTTER et al. (2000)

Die Senne-Sande bestehen zum größten Teil aus feinen bis mittelkörnigen Quarzkörnern, deren Größe unter 0,5 mm liegt (HARBORT et al. 1917). Die Binnendünen des Plangebietes setzen sich in der Regel aus Fein- und Mittelsanden mit Korngrößenfraktionen von 0,1 bis 0,4 mm zusammen (SERAPHIM 1985: 1, vgl. Tabelle 1). Diese Korngrößenfraktionen können aufgrund ihrer losen Haftung im Gefüge und ihres geringen Gewichtes am leichtesten vom Wind aufgenommen und verfrachtet werden. Feinere Partikel kleben durch Adhäsionskräfte stärker zusammen und verbinden sich zu Aggregaten, gröbere Korngrößen neigen durch ihr höheres Eigengewicht weniger zur Winderosion. Zur Fortbewegung von trockenen Fein- und Mittelsanden genügen daher bereits Windgeschwindigkeiten von 3,5–6,7 m/sec, die Windstärken von 3 bis 4 also einer schwachen bis mäßigen Brise entsprechen (SERAPHIM 1985). Nach STRAßMANN (2005) kann bei Windgeschwindigkeiten von 48 km/h an einem ein Meter breiten Abschnitt einer Sanddüne an einem Tag eine halbe Tonne Sand verfrachtet werden.

Die Korngrößenverteilung der Dünensande variiert je nach Profilschnitt, so sind die untersten Schichten in der Regel aus grobkörnigerem Material aufgebaut als die nach oben folgenden. Allgemein gilt, dass die Dünenablagerungen der Unteren Senne (Lippe-Strothe-Thune) aus Fein- und Mittelsanden aufgebaut sind, dagegen in der Oberen Senne zusätzlich gröbere Sandlagen zwischengeschaltet sind (SKUPIN 1982: 69).

Die Spanne der Bodentypen auf den Sennedünen reicht von Rohböden über Regosole mit ihren unausgereiften Profilen auf neuzeitlich freigelegten Sandmassen bis zu den vollentwickelten Podsolprofilen älterer, teilweise spätpleistozäner Dünen (MERTENS 1995).

4. Dünenbildungsphasen und Landschaftsentwicklung

Auch im Anschluss an die oben beschriebene, so genannte primäre Aufwehungsphase der Jüngeren Dryaszeit kam es immer wieder zu neuerlichen Dünenbildungen, -überformungen und sekundären Verwehungen. MÜLLER-WILLE (1960) beschreibt für das Ostmünsterland generell drei Hauptentstehungsphasen, getrennt durch zwei Bodenbildungsphasen. Die Dünen des Untersuchungsraumes sind folglich komplexe, stockwerkartig aufgebaute Gebilde mit mehreren Bodenbildungs- und Überwehungsschichten.

Die ältesten bekannten Bildungen, die so genannten Urdünen der ausklingenden Weichsel-Eiszeit sind, im Gegensatz zu den nachfolgenden Dünengenerationen rein natürlich entstandene Gebilde. Frei in die Senne einfallende Winde sorgten in der vor ca. 11.000 Jahren vegetationsarmen Kältesteppe für eine primäre Anwehung der Urdünen. Ihre Entstehung war spätestens mit der Wiederbewaldung der Land-

Tabelle 1: Korngröße der Dünensande in % (nach HOERLE 1920)

	0,25 mm	0,25–0,5 mm	0,5–1 mm	1–2 mm
Windelsbleiche	29,79	67,26	2,86	0,09
Furlbach	11,40	81,83	6,73	0,04
Hövelhof	10,01	71,64	18,16	0,19
Thune-Bach	20,78	73,22	5,95	0,05
Gynzberge	32,43	63,86	3,66	0,05

schaft und der damit verbundenen Festlegung der Sande zu Beginn des Holozäns abgeschlossen (SKUPIN 1994: 57). Auf den Urdünen bildete sich im folgenden Atlantikum eine erste „Schale“ der Bodenbildung. Erkennbar wird diese erste Verwitterungsschicht durch rostfarbige Ortsteinbänder. Auch Kulturschichten der Endneolithiker und Bronzezeitler können festgestellt werden. Neben den überdeckten Bodenhorizonten zeugen die verbliebenen Reste von Hügelgräbern und Kultstätten von den ersten Siedlungsspuren der ausgehenden Jungsteinzeit und der nachfolgenden Bronzezeit.

Die erste Kulturbodenschicht auf den Urdünen wurde anschließend von dem Material einer zweiten Überwehungsperiode überdeckt. Dieser Prozess wurde bereits durch die Einflussnahme des Landwirtschaft betreibenden bronzezeitlichen Menschen mitbestimmt. Speziell die im Herbst vegetationsfreien Sandäcker und die durch Viehtritt gelockerten Böden der Viehweiden waren anfällig für Winderosion. Die Folge waren neuerliche Sandumlagerungen, vor allem in der für damalige Verhältnisse dicht besiedelten Senne. Bereits für ca. 1.500 v. Chr. wird eine anthropogen verursachte beginnende Verheidung der Oberen Senne angenommen (SIEKMANN 2004: 97). Auf eine frühe intensive Besiedlungsentwicklung insbesondere der oberen Senne deuten insgesamt über 200 nachgewiesene jungneolithische und bronzezeitliche Grabhügel hin (HARTEISEN 2000: 49). Zur Anlage eines Hügelgrabes musste zuerst das nötige Baumaterial in Form von Plaggen, Grassoden oder Sand in der Umgebung gewonnen werden (SIEKMANN 2004: 268). MENSE (1992) errechnete für ein gewöhnlich großes Hügelgrab von 18 m Durchmesser und ursprünglich 3,60 m Höhe eine Fläche von 2 ha, die zur Errichtung eines solchen Grabmonumentes abgeplaggt werden mussten. Die temporäre Offenlegung weiter Sandbereiche resultierte aus dieser Nutzung. Im damaligen Bestattungsritus begründet sich damit wohl eine nicht unerhebliche Ursache der Sandmobilisierung innerhalb der zweiten Dünenbildungsepoche. Des Weiteren fällt die zweite Dünenbildungsphase in den Zeitraum des Subboreals vor ca. 4.500–2.600 Jahren, welches sich durch ein kontinental getöntes Klima, innerhalb der späten Wärmezeit auszeichnete. Es herrschten somit auch in klimatischer Hinsicht günstige Voraussetzungen für eine Dünenneubildung. Daher handelt es sich hierbei um einen halbnatürlichen Vorgang, der sowohl durch menschliches Handeln als auch durch natürliche Abläufe ausgelöst wurde. Die zweite Entstehungsphase brachte Überwehungen von hellgelben und hellgrauen Sanden, mit Mächtigkeiten von 1,5–2 m. Die Dünen dieser Generation werden als Altdünen bezeichnet.

In der anschließenden Kulturepoche der Eisenzeit (700 v. Chr.–350 n. Chr.) folgte die weitgehende Entsiedlung der Senne, so dass sich auf den übernutzen und humusarmen Sandflächen zunächst größere Heidebestände ausdehnten; eine Wiederbewaldung entfaltete sich nur sehr langsam (HARTEISEN 2000: 53f). In der Folgezeit

entstanden neue, durch Bleichungs- oder Ortsteinbänder gekennzeichnete, Bodenbildungsschichten.

Die letzte deutlich wahrnehmbare Überwehungsperiode, welche im Frühmittelalter einsetzte, formte die so genannten Jungdünen. Diese können Mächtigkeiten von 2,5–3 m aufweisen. Menschliche Nutzungstätigkeiten sind nun alleiniger Hauptauslöser für die neuerliche intensive Dünenbildung. Waldrodungen sowie nachfolgende Überweidung und Devastierung der sich entwickelnden Heideflächen trugen zur verstärkten Mobilisierung des Sandes bei. Von 900 n. Chr. an sind starke Waldauflichtungen nachgewiesen, die Senne blieb jedoch noch weitgehend frei von Siedlungen und wurde von den umliegenden Ortschaften aus als gemeinschaftliches Weideland genutzt. Die um das Jahr 1000 erstmals urkundlich belegte Bezeichnung der Sennelandschaft als „Desertum Sinethi“ (große Heidesteppe) veranschaulicht gut den damaligen Landschaftszustand und ihre Bedeutung für die menschliche Landbewirtschaftung.



Abb. 3: Die Senne (Ölgemälde Ludwig Menke 1865 - Original im Lippischen Landesmuseum Detmold)

Ihren Höhepunkt erreichten Walddevastierung, Heideausdehnung und damit wohl auch die Sandmobilisierung und Dünenneubildung aber erst im 18. Jahrhundert in Folge der zunehmenden menschlichen Besiedlung und Landnutzung (Rüther & Venne 2005). Vor allem die Nutzungsansprüche der neu gegründeten Dörfer Haustenbeck (1659) und Augustdorf (1775) im Innern der Senne waren hierfür verantwortlich. *„Haustenbeck und Augustdorf griffen beide mit ihrem Plaggenhau tief in die trockene Senne hinein. Gemeinnutzung aller Art, Weide, Gewinnung von Brennstoff und Plaggen, schädigten das verbliebene Ödland erheblich“* (zit. nach Straßmann 2005: 6). Beim Plaggenhau, dem Abstechen des Heidekrautes mitsamt den oberen Bodenschichten entstehen lange Zeit freiliegende Sandflächen ohne eine vor Erosion schützende Humus- oder Vegetationsbedeckung. Die regelmäßige Entnahme der für die Stalleinstreu und die anschließende Ackerdüngung aus der Heide gestochenen Plaggensoden begünstigte den Prozess der Dünenneubildung und -mobilisierung immens. Die durch diese prägende Nutzungsform immer wieder offen gelegten und vom Wind verfrachteten Sande überformten anschließend die älteren Dünengenerationen oder initiierten neue, reine Jungdünen.



Abb.4: Dünen mit Rippelmarken bei Staumühle, Foto Reibig (aus Wasgindt 1980)

Die junge Gemeinde Augustdorf wurde noch im 19. Jahrhundert mehrfach von Wanderdünen bedroht, die aus den umliegenden abgeplaggten Bereichen genährt wurden (Straßmann 2005). Für das Jahr 1811 ist Entsprechendes auch für die Ge-

meinden Schlangen und Lippspringe am Südrand der Senne belegt (Pavlicic 1998). Hier wurde die Sandmobilisierung allerdings vorwiegend durch die Überweidung der Heideflächen mit Schaf- und Rinderherden verursacht. Pieper (1841:48) schreibt noch ca. 30 Jahre später über die „*Sandberge*" in der Umgebung von Lippspringe: „*Hier ist der Sand meist ganz lose, die Oberfläche ohne Kräuter, und den Winden preisgegeben, welcher auch nicht selten diese relativen Berge verweht, oder auf andere Stellen schafft. Wirkten die Sennebewohner durch Einfriedung ihrer in Cultur gesetzten Flächen mit Kiefern oder Birken diesen Sandströmungen nicht entgegen, so würden die dadurch angerichteten Verwüstungen noch bedeutender sein.*"

Auch im Innern der Senne herrschten vergleichbare Verhältnisse. So machten im Jahr 1840 offene Sandflächen und Sandwehen 3 % (57 ha!) der Gemarkungsfläche Haustenbecks aus, vor allem im Gebiet der Sommerberge, des Lamsort (Trockentalbereich des Krollbachs) und der Ziegenstränge (Harteisen 2000). Zugleich werden in dieser Region die stetig zunehmenden Übersandungen von Ackerflächen und Dorfstraßen durch Wehsande beklagt: „*Der Raubbau an Plaggen rächte sich furchtbar. Im Jahre 1812 hatte der Sturm in die lange Düne, die am oberen Rotenbach entlangführt, eine richtige Lücke gerissen und die Sandmassen bei Brinkmanns[2] und Freitags Stätten wieder abgelagert*" (Sprenger 1939: 125). Weiterhin ist für den Bereich Schwarzenteich südwestlich von Lipperreihe überliefert, dass im Jahr 1780 durch Wegwehen des Sandes die Freilegung eines Grenzsteines auf einem Sandhügel zu befürchten war (Thorwesten 2000: 46). Der Zeitzeuge Hagemeier aus Oesterholz-Haustenbeck berichtet von regelrechten Sandstürmen, die noch bis in die 1930er Jahre über die offene Senne zogen (Harteisen 2001). Einen anschaulichen Eindruck des Landschaftsbildes der Senne zur Mitte des 19. Jahrhunderts vermittelt das abgebildete Ölgemälde von Ludwig Menke aus dem Jahre 1865 (Abb. 3).

Auch die seit dem frühen Mittelalter halbwild in der Senne gehaltenen Senner Pferde des lippischen Fürstenhauses hatten ihren Anteil an den starken Erosionserscheinungen. In manchen Zeiten gab es über 200 Stuten in der Senne (Hutter et al. 2000). Durch ihre kräftige Tritteinwirkung wurden Verletzungen der häufig dünnen oder abgeplaggten Vegetationsdecke sowie weitere Mobilisierungen der Dünensande ausgelöst (Abb. 5). Diese landschaftsgestaltenden Prozesse durch die lange frei lebenden Senner Pferde verschwanden mit dem Niedergang ihrer Zucht gegen Ende des 19. Jahrhunderts. Mit der gleichzeitigen Ausweisung der südlichen Senne als Militärübungsplatz nahmen Kavalleriepferde immer mehr ihre Rolle als „Landschaftsgestalter" ein. Die seit der Reichsgründung intensiv betriebenen Kavallerieübungen verstärkten und konzentrierten sogar noch die erosionsauslösenden Effekte (Abb. 6). Schon 1902 stellt Adolf Rebbe fest, dass „*da, wohin die Füße der Pferde oft treten*", die Heide eingehe und offene Sandflächen entstünden (zit. nach Siekmann 2004: 199)

Spätestens seit dem Neolithikum und dem wachsenden Einfluss des Menschen sind Bodenzerstörungen und Dünenbildungen prinzipiell zu jeder Zeit wirksam und präsent gewesen. Die mittelalterlichen Rodungsperioden (ca. 500–800 n. Chr. und um 1200 n. Chr.) und die damit verbundenen Erosionsprozesse bilden daher nur Ansatzpunkte für eine genauere Datierung.

[2] Verbreiteter Familienname in der Senne: bezieht sich auf die im Gebiet übliche niederdeutsche Bezeichnung offener, spärlich bewachsener Dünen als „Brinke"



Abb. 5: Senner Pferde des Fürstlichen Gestüts in Lopshorn. (Ölgemälde Carl Rötteken und Gustav Quentell um 1850 - Original im Lippischen Landesmuseum Detmold)



Abb. 6: Kavallerieübung der 8. Husaren am Bachbett der Strothe um 1910 (aus Piesczek 1992)

Vielmehr ist davon auszugehen, dass während des gesamten Holozäns mehr oder weniger kontinuierlich Sandaufwehungen stattgefunden haben (Skupin 1987).
Dieser Prozess wurde erst durch die Markenteilung, systematische Kiefernaufforstungen ab Mitte des 19. Jahrhunderts und die Entwicklung des Kunstdüngers aufgehalten. Die großen Heideflächen wurden im Rahmen dieser Veränderungen entweder in Ackerland, Grünland oder Kiefernforsten umgewandelt. Aufgrund der besonderen Situation in der Senne mit dem seit über 100 Jahren bestehenden Truppenübungsplatz sind in dieser Gegend im Vergleich zu anderen einstigen Heideregionen noch größere Reste der historischen Kulturlandschaft erhalten geblieben.

5. Dünentypen und -formen

In der Geomorphologie differenziert man zwischen verschiedenen Dünentypen, die unter Einfluss unterschiedlicher Windrichtungen, -stetigkeiten und -geschwindigkeiten entstehen. Weiterhin bedingen Materialverfügbarkeit, Vegetationsbedeckung und Bodenfeuchte die Formenbildung.
Eine für die Sennedünen häufig benutzte, rein deskriptive Klassifikation der Dünenformen differenziert zwischen Wall-, Strich- und Parabeldünen. Zudem werden von einigen Autoren auch die Sicheldünen (Barchane) als heimische Formen angesehen (Abb. 7).
Parabeldünen bestehen aus zwei seitlichen Flügeln und einem Kopfteil, der den beiden Seitenflügeln „vorauseilt“. Sie werden durch flache Luv- und steile Leeseiten gekennzeichnet. Die Untergrundfeuchte und auch die Rauhigkeit des Bodens (z. B. durch Vegetationsbedeckung) nehmen auf die Dünenbildung entscheidenden Einfluss. Die flachen Hangseiten der Parabeln werden durch aufkommenden Pflanzenwuchs festgelegt, so dass nur noch das Zentrum weiterwandern kann. Der Mittelteil zieht daher schneller voran als die Seitenenden, die dem Hauptkamm „hinterher hinken“ und die typische Parabelform entsteht (Abb. 8). Diese für die Senne typische und vorherrschende Dünenform entsteht nach Annahme Hoerle´s (1920) durch das „Herausblasen“ des Mittelstücks einer Walldüne.
Ihr spiegelbildliches Gegenstück stellt die Sicheldüne dar, mit leewärts gerichteten Enden und konkav ausgebildeter, vorwärts schreitender Leeseite. Die meist vegetationsfreien Sicheldünen entstehen durch richtungskonstante Winde bei begrenzter

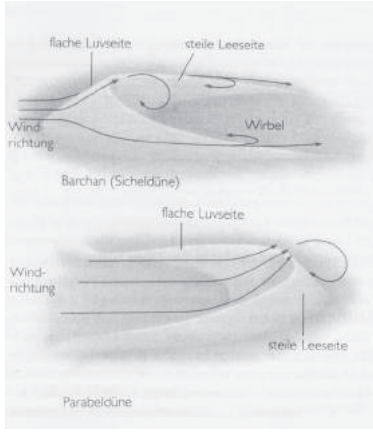


Abb. 7: Dünenformen (nach Press & Siever 1995)

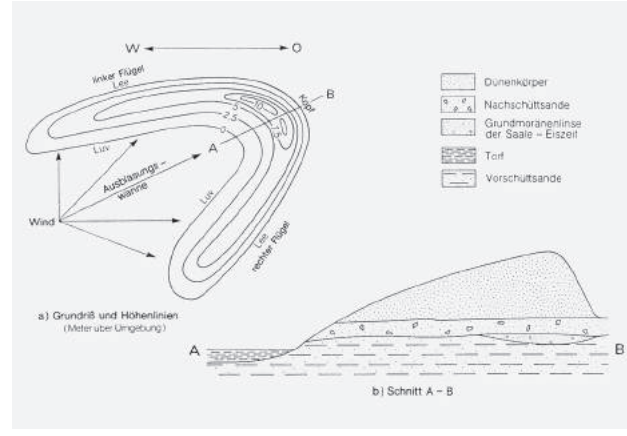


Abb. 8: Schema einer sog. Parabeldüne (nach Seraphim 1985)

Sandanlieferung und wandern leewärts. Bei diesem Vorgang sind die freiliegenden Sichelenden schneller als der Hauptkamm. Sicheldünen sind insgesamt breiter als Parabeldünen und werden durch Wirbelbildung im Inneren bestimmt. Daher steigt die Düne auf der Luvseite mit geringem Gefälle an und fällt auf der Leeseite steil ab. Als „echte Wüstendünen" bilden sich Sicheldünen bei tief anstehendem Grundwasser und fehlender Vegetation heraus, im Gegensatz zu den Parabeldünen, die bei höherem Grundwasserstand und gleichzeitiger spärlicher Vegetationsdecke entstehen.

Die meisten Parabelbögen, Strichdünen und Bogenfragmente der Senne sowie anderer westfälischer Dünengebiete erweisen sich nach Hesemann (1975) als ursprüngliche Sicheldünen. Auch Machatschek (1973) weist darauf hin, dass Veränderungen von Windrichtungen und -stärken während der verschiedenen Erdalter zur vollständigen Umkrempelung einer Sicheldüne zu einer Parabeldüne führen können.

Walldünen entwickeln sich bei niedrigen Windgeschwindigkeiten und liegen senkrecht zur vorherrschenden Windrichtung. Im Gegensatz dazu werden Strichdünen bei hohen Windgeschwindigkeiten gebildet und liegen parallel zur dominierenden Windrichtung.

Da Strichdünen im Untersuchungsgebiet nicht eindeutig von evt. abgetrennten Seitenflanken einer zergliederten Parabeldüne zu unterscheiden sind, ist eine genaue Zuordnung erschwert. Gleiches gilt für die Walldünen. Vorgerückte, breite Kopfteile von Parabeldünen, die quer zur dominanten Windrichtung liegen und nicht mehr im Zusammenhang der Gesamtdüne stehen, können leicht als originäre Walldünen fehlinterpretiert werden. Strich- und Walldünen können folglich in der Senne als Reliktelemente bzw. Umformungen von ursprünglich zusammenhängenden Parabeln oder Dünenbögen verstanden werden. Die Verteilung der Sennedünen im Vergleich mit den von Hoerle (1920) beschriebenen und von Maasjost (1933) dargestellten großen Dünenbögen legt diese Vermutung für den Untersuchungsraum nahe.

Bedingt durch verschiedenartige Hauptwindrichtungen während der Entstehungsphasen der Dünen sowie durch menschliche Tätigkeiten in den Folgezeiten ergaben sich immer wieder Überprägungen der Dünenformen. Anhand der Oberflächenge-

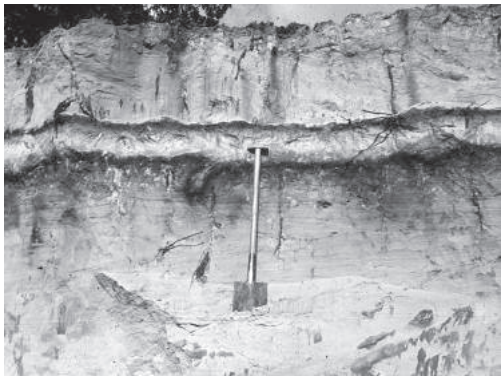


Abb. 9: Mit Dünensanden überwehtes Altbodenprofil nahe der A2 bei Sennestadt (Foto Seraphim 1965)

stalt ist daher die eindeutige Bestimmung einer Düne als Parabel- oder Sicheldüne bzw. als Ur-, Alt- oder Jungdüne nicht möglich, da sich über den inneren, ältesten Kern der Düne immer wieder neue Sand- und Bodenbildungsschichten stockwerkartig übereinander gelagert haben (Abb. 9). Diese häufigsten und sehr variabel aufgebauten Dünenformen bezeichnet man als Komplexe Dünen. Angesichts des Ausmaßes der Umlagerungsprozesse sowie infolge der verbreiteten Einebnung flacher Dünen zur Gewinnung landwirtschaftlicher Nutzflächen hat sich gezeigt, dass es im Gebiet kaum noch intakte, ursprünglich erhaltene Ur- bzw. Altdünen gibt, wohl aber reine Jungdünen und komplexe Gebilde (Seraphim 1986).

Eine weitere abweichende Dünenklassifikation nach Müller-Wille (1960) unterscheidet zwischen Kuppen- und Flachdünen, wobei seiner Auffassung nach die Formen nur wenige Rückschlüsse über Alter und Genese zulassen. Nachforschungen von Grabert (1952) an münsterländischen Emsdünen stellen jedoch Kuppendünen im Allgemeinen als jüngere Ausbildungen bzw. Überlagerungen auf alten flachen Strichdünenkernen heraus. Flach- oder Strichdünen weisen allgemein eine flachwellige, lang gestreckte und breite Form sowie eine ausgeprägte Ortsteinbildung im Untergrund auf, die auf ein hohes Alter dieser Dünenform hindeutet. Die jüngeren Kuppendünen sind zumeist steil und unregelmäßig aufgebaut zudem besitzen sie nur eine geringe Bodenbildung (Grabert 1952). In der Senne sind Kuppendünen den größeren und markanteren Dünenzügen meist aufgesetzt, kommen aber auch in den dazwischen liegenden größeren Sandgebieten in der Regel in größerer Zahl vor (Skupin 1994: 44).

6. Aufbau der Sennedünen

Aus einer vergleichenden Betrachtung der Lage, des Grundrisses und vor allem des inneren Schichtaufbaus der Dünen können sowohl über die Art und Weise als auch über die Zeiträume der Dünenentstehung Schlüsse gezogen werden. Hieraus ergibt sich, dass in mehrfachem Wechsel östliche und west- bis südwestliche Winde an der aufbauenden Arbeit beteiligt waren (Hoerle 1920). Heute herrschen in der Senne Parabeldünen bzw. deren Reste vor, die nach Südwesten geöffnete Bogenformen aufweisen und demnach zuletzt durch Südwestwinde gestaltet worden sind.

Kennzeichnend für die Gestalt der Sennedünen sind südwestlich ausgerichtete Luvseiten mit einem Böschungswinkel von 5 – 30° und nordöstliche Leeseiten mit Böschungswinkeln von bis zu 40° (Maasjost 1933). Durch das stetige Ablagern und Nachrutschen der angelieferten Wehsande auf der windabgeneigten Seite ist die Leeseite der Düne in der Regel steiler geneigt als die Luvlage. Maas (1952) berichtet in seiner Arbeit von Luvseiten mit durchschnittlich 10° Gefälle und Leeseiten mit Neigungen von etwa 30°. Seraphim (1985) ermittelte bei der Vermessung der Dünen zwischen Sennestadt und Augustdorf Luvwerte unter 10° während die Leewinkel besonders häufig zwischen 10° und 15°

lagen. Diese Ausrichtung und die dominierende nach Südwesten geöffnete Parabelform der Dünenzüge weist darauf hin, dass spätestens seit dem Atlantikum südwestliche Winde geweht und an den Dünen gewirkt haben, die folglich zur Entstehung der gegenwärtigen Dünenoberflächen führten. Den größeren Dünenzügen in südwestlicher Richtung vorgelagert finden sich noch einige Ausblasungswannen, aus denen der Sand ausgeweht und schließlich weiter östlich zu Dünen angelagert wurde. Diese beiden zusammenhängenden morphologischen Gegebenheiten belegen die Bildung zumindest der jüngeren Dünenformen durch südwestliche Winde. Im Allgemeinen erstrecken sich die Sennedünen daher in Bögen, die nach Westsüdwest geöffnet sind und symmetrisch zur Westsüdwest-Ostnordost Linie verlaufen.
Unterhalb der heutigen Oberflächen können im Innern der Dünen allerdings auch anders gelagerte Schichtungen festgestellt werden, die auf eine Anwehung der heutigen „Dünensockel“ aus entgegengesetzter, also nördlicher Richtung hindeuten (Seraphim 1985; Hesemann 1975). So herrschten nach Hesemann (1975) im Spätglazial allgemein östliche Winde, die im Senneraum durch die abschirmende Lage des Osnings zu nördlichen Richtungen umgelenkt wurden. In Aufschlüssen alter Dünenkerne der Senne wurden ursprüngliche steil geschichtete Leehänge auf Südbis Südostseiten festgestellt, die diese Darstellung unterstützen (Seraphim 1985, Hesemann 1975). Als Beispiel gibt Seraphim (1986) den in Abb. 10 dargestellten, bis in die Dryasschichten reichenden, Aufschluss in einem 5 m hohen Dünewall bei Stukenbrock an. Zwischen Hoch- und Spätglazial kam es schließlich, wie Untersuchungen aus den Niederlanden zeigen, zu einer Drehung des Windes, ungefähr im rechten Winkel gegen den Uhrzeigersinn, auf südwestliche Richtungen (Seraphim 1985: 11). Diese Winde sorgten für die



Abb. 10: Düne in Sandgrube Schlingmann bei Stukenbrock. Die aufgeschlossenen Schichten wurden von rechts (Luv, etwa NNE bis NNW) nach links (Lee, etwa SSW bis SSE) geschüttet, woraus sich zur Zeit der Schüttung Luv und Lee sowie das Wachstum der Düne bei deutlicher Versteilung des Schichteinfalls bis zu 30° feststellen lassen (aus Seraphim 1986: 128)

Überlagerung der Urdünenkerne und brachten die heute charakteristischen nach Westsüdwest geöffneten Sennedünen hervor. Die Untersuchungen des glazialen Windsystems, zusammen mit der Beachtung der inneren Urdünen-Schichtungen deuten zudem auf ein noch höheres Alter der ältesten Sennedünen als bisher angenommen hin. Nicht die Jüngere Dryaszeit, sondern das Ende des Hochglazials mit seinen vorherrschenden Nordwinden wäre dann als mutmaßliche primäre Dünenbildungsphase anzusehen (Seraphim 1985: 11).
Die Theorie der Nordwinde zur Zeit der Urdünenbildung wird zudem durch die charakteristische Raumverteilung der Sennedünen unterstützt. So finden sich im südlichen Teil des Untersuchungsgebiets ab Haustenbeck die auffälligsten und höchsten Dünenzüge des gesamten Senneraumes. Da es erst bei nachlassender Kraft des Windes zur Ablagerung des aus der Sanderfläche erodierten Materials kommen kann, deutet diese Beobachtung auf eine Sandanlieferung aus nördlicher Rich-

tung hin. Die aufgenommenen und transportierten Sande stammten somit ursprünglich von der nördlich vorgelagerten Sanderfläche bzw. der Kameterrasse. Die Feststellung SKUPINS (1982), dass die Dünenablagerungen der Unteren Senne (Lippe-Strothe-Thune) im Vergleich zur Oberen Senne stärker aus „mobilen" Fein- und Mittelsanden aufgebaut sind, unterstreicht diese Annahme. Zusammen mit dem auffälligen Fehlen von Dünen auf den eigentlichen Sanderflächen, die von den glazialen Nordwinden nicht erreicht werden konnten (s. Kap. 7), können diese Merkmale als Belege für die Nordwindtheorie herangezogen werden. Die folgenden Westwindphasen sorgten für eine Umgestaltung und Verlagerung der bestehenden Dünenformen, sowie für die Einwehung von Sanden in die Hanglagen und Quertäler des Teutoburger Waldes.

Eine Sonderstellung nehmen die Dünen östlich der Gemeinde Sande ein, wo die Längsrichtung der Jüngeren Dünen, im Gegensatz zur Mehrzahl der übrigen Sennedünen, eine Südost-Nordwest Ausrichtung zeigt. Als Ursache hierfür stellt SKUPIN (1982) den regulierenden Einfluss der parallel verlaufenden Lippe und ihrer formenden Hochwasser heraus.

Die Höhe der Sennedünen variiert von wenigen Dezimetern bis zu maximal über 20 m in den Schlanger und Schwarzen Bergen, wobei nach MAASJOST (1933) insgesamt gesehen durchschnittlich Höhen von 5–10 m erreicht werden. HOERLE (1920) stellt fest, dass „*im Ganzen betrachtet die Dünenfelder von Westen nach Osten an Höhe zunehmen*", wobei innerhalb der in der Senne vorherrschenden Parabeldünen die höchsten Punkte der Parabel „*an einer beliebigen Stelle vom westlichen Anfang bis zur Umbiegungsstelle liegen und nur vereinzelt auf dem Kopf selbst*". Diese Beobachtung könnte wiederum ein Hinweis auf eine nachträgliche kuppenartige Überwehung bzw. Überprägung der ursprünglichen Dünenform in jüngerer Zeit sein.

6.1 Das Verhältnis von Dünen- zu Talbildung

Die auffällige strichdünenartige Orientierung zahlreicher Sennedünen entlang der Nordost-Südwest gerichteten Bachtäler sowie die enge räumliche Verknüpfung der Dünengebiete und der Quellzonen der Sennebäche führte zu einer Diskussion um die kausale Beziehung dieser beiden sennetypischen Landschaftselemente. Insbesondere die Frage des Alters der Talbildung im Vergleich zu den Dünenbildungen wird in der Literatur kontrovers dargestellt.

SKUPIN (1994) sieht die Talbildung als älter an, so dass seiner Auffassung nach eine Anwehung der Dünen erst nach der Entstehung der Bachtäler gegen Ende des Spätglazials stattgefunden haben kann. Als Beleg zieht SKUPIN (1994) Alleröd-Bodenhorizonte heran, die als primäre Bodenbildungen auf den saaleeiszeitlichen Sandablagerungen sowohl unterhalb der Dünensockel als auch im unmittelbaren Umfeld der bestehenden Fließgewässersysteme vorgefunden wurden. Erst trocken gefallene Bachsedimente wären demzufolge als Ausgangsmaterial für die primäre Dünenbildung anzusehen.

SERAPHIM (1978) stellt hingegen in Anlehnung an HOERLE (1920) und MAASJOST (1933) die rückschreitende Erosion der Bachläufe, d. h. die Quellrückverlegung gegen den Hang als Beleg für das höhere Alter der Dünen heraus. Die Quellhorizonte der Sennebäche lagen demzufolge ursprünglich in der Übergangszone von saale-eiszeitlicher Grundmoräne und der Nachschüttsande im Bereich der Unteren Senne. Von hier aus sind die Quellen nach Osten „gewandert" und haben die steilen Kastentäler herausgebildet, die heute kennzeichnend für die Senne sind. Hierbei

haben sich die Fließgewässer nach und nach in die bestehende Dünenlandschaft „hineingegraben“ und diese zergliedert und umgeformt. Dieser Prozess hat nach dem Ende der Weichsel-Eiszeit begonnen und sich stetig fortgesetzt, so dass weitreichende Quellrückverlegungen erfolgten. MAASJOST (1933) verweist in diesem Zusammenhang auf die Emsquelle, von der ein Fortschreiten um mindestens 30 m nach einem heftigen Wolkenbruch bekannt ist. Vergleichbares ist für die Trockentäler des Ölbachs nach einem heftigen Platzregen im Juli 1927 belegt (Abb. 11). Da inzwischen die meisten Trockental- und Quellregionen bewaldet sind, werden derartige Erosionserscheinungen gegenwärtig höchstens noch auf den Truppenübungsplätzen beobachtet. An einigen Bachläufen ist erkennbar, dass diese Prozesse sogar ehemals zusammenhängende Dünenzüge von einander abgetrennt haben müssen.



Abb. 11: Trockental südöstlich Oerlinghausen 1927, Foto Reibig (aus WASGINDT 1980)

Deutlich wird dies an morphologisch gleich gebauten und quer zum Bach liegenden Dünenwällen, die durch das Fließgewässer in zwei Segmente unterteilt wurden (Bsp. Oberes Furlbachtal). Anhand dieser Feststellungen erklärt sich unter anderem auch die Zergliederung und Auflösung der nach HOERLE´s Auffassung ehemals kilometerweit zusammenhängenden Dünenbögen der Senne (s. Kap. 9).

Dieser Prozess hat nicht nur zu einer Dünenzerstörung und -zersetzung geführt, sondern indirekt durch Sandumlagerungen auch ein sekundäres Wachstum bzw. eine Überhöhung der Urdünen bewirkt. Sandauswehungen fanden aus den nach starken Niederschlagsereignissen freigespülten Sanden der Trockentäler, den abgelagerten Sandbänken der Bachtäler sowie ausgehend von den Erosionskanten der Bachböschungen statt. Hierdurch wurden die Dünen im Laufe der Zeit immer wieder verändert, umgeformt und überlagert; sogar Dünenneubildungen entlang der Bachufer könnten ausgelöst worden sein. Insbesondere der aus Trockentalrissen ausgeschwemmte Sand könnte zu einer Überfrachtung, Ausuferung und verstärkten Sedimentation der Fließgewässer geführt haben, wobei zeitweise Sandbänke trocken fielen, aus denen manche der bach- und flussnahen Jungdünen ausgeweht sein mögen (SERAPHIM 1985: 7).

Das Bestreben der wirtschaftenden Menschen, die fruchtbaren Auen der Sennebäche durch das Abstechen der Böschungshänge – das so genannte „Wieskenmaken“ – zu verbreitern, hat diesen Prozess zusätzlich verstärkt. Um die Nutzbarkeit der gewonnenen feuchten Wiesen zu verbessern, wurden diese häufig künstlich um 20–40 cm erhöht. Das Auftragungsmaterial stammte hierbei zumeist aus angrenzenden Dünenrücken (MERTENS 1980: 20). Die Bildung und Entwicklung der Bach- und Trockentäler sowie die Umgestaltung der Dünenzüge sind somit eng miteinander verknüpft. Für die Überformung, Zergliederung und Zerstörung ehemals zusammenhängender Dünenbögen sind neben den natürlichen Einflüssen durch Quellrückverlagerungen und Bachsedimentauswehungen ebenso menschliche Einflüsse verantwortlich zu machen.

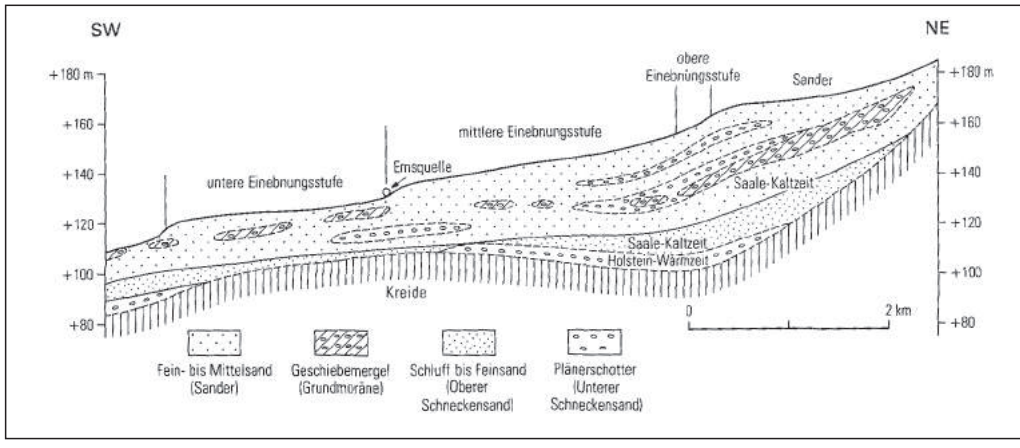


Abb. 12: Schnitt durch die quartären Deckschichten der Oberen Senne (aus Erläuterungen zur geol. Karte von NRW 1:100.000 Bl. Paderborn)

7. Dünenverbreitung in der Senne

Der Verbreitungsschwerpunkt der Binnendünen liegt in der Oberen Senne und lässt sich grob in den Bereich der mittleren bis unteren Einebnungsstufe des Sanders einordnen (Abb. 12). Die Dünen erstrecken sich in einer „*gewissen mittleren Zone durch die ganze Senne, denn sie liegen vorwiegend über die zweite Terrasse bis auf die dritte herab ausgebreitet*“ (Maas-jost 1933 nach Hoerle 1920). Die Verbreitung der Dünen konzentriert sich hierbei auf das Gebiet zwischen 110 und 150 m über NN, wobei oberhalb der 150–160 m Höhenlinie kaum äolische Verfrachtungen festgestellt werden können (Seraphim 1997). Dort wo die Sanderfläche und damit auch die Einebnungsstufen weiter nach Westen reichen z. B. in der Moosheide folgt dementsprechend auch der Dünengürtel dieser Orientierung (Abb. 13).
Die oberhalb der mittleren Stufe liegende Sanderfläche und die Kameterrasse weisen kaum oder nur kleine Dünenfelder wie z. B. in der Kammersenne auf. Schneider (1952) vermutet, dass die flächige Ausbildung des Flugsandes und das damit verbundene weitgehende Fehlen von Dünen in dieser Zone durch die starke Exposition dem Winde gegenüber zu erklären ist. „*Es mag sein, dass der in Bewegung geratene Sand hier niemals einen Ruheplatz findet und erst in den sandfangenden Schluchten und Tälern des Teutoburger Waldes abgesetzt wird*“ (Schneider 1952: 12). Unterstützt wird diese Annahme durch die Tatsache, dass hohe Windgeschwindigkeiten statt einer akkumulativen vielmehr eine erosive Wirkung entfalten und Sande in großer Höhe über weite Entfernungen verfrachten und in Form von Flugsanddecken wieder ablagern (Seraphim 1985). Hesemann (1975) hingegen hält es für möglich, dass der betreffende Raum zwischen Senne und Teutoburger Wald dünenfrei ist, da seiner Meinung nach ursprünglich nicht Südwestwinde sondern nördliche Winde die primäre Dünenbildung in der Senne verursacht haben. Diese hätten demzufolge den oberen Sanderbereich nach Passage des Teutoburger Waldes als Fallwinde erreicht. In dieser Zone könnte eine Aufnahme und Anreicherung der Luft mit Sanden stattgefunden haben, die zur Bildung der südwestlich auf den unteren Terrassenstufen liegenden hohen Dünenfelder führte (s. Kap. 6). Die wenigen Dü-

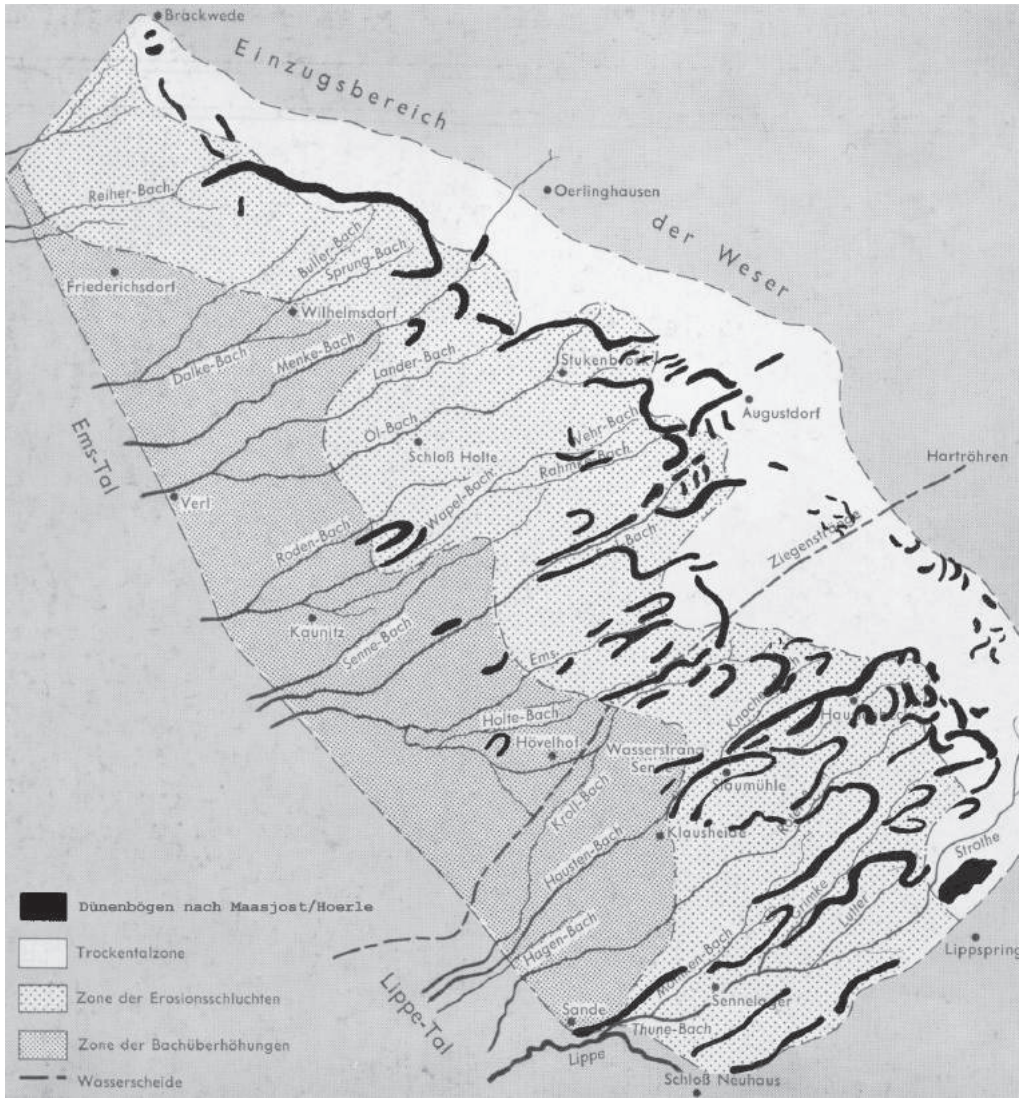


Abb. 13: Einebnungsstufen des Sennesanders (verändert nach MAASJOST & MÜLLER 1977)

nenfelder in der mutmaßlichen ehemaligen Windschattenzone am Ostrand des Sanders (z. B. in der Kammersenne) müssten demgemäß anderen Ursprungs sein. Sie müssten dieser Theorie nach, im Vergleich zu den Dünen der Einebnungsflächen, ursprünglich erst durch spätere Südwestwinde entstanden sein und demzufolge jünger sein. Diese Hypothese kann durch die nachweislich frühe vorgeschichtliche Besiedlung und Bodenbewirtschaftung in genau diesem Raum unterstützt werden. Der Übergangsbereich von Senne und Teutoburger Wald wurde in der Bronzezeit als Siedlungsraum bevorzugt und intensiv genutzt, wie zahlreiche Hügelgräber belegen. WÄCHTER (1999: 220) geht in diesem Zusammenhang bereits für die Bronzezeit von einem devastierten Zustand weiter Teile der Senne aus. Die Dünen der Kam-

mersenne und der oberen Sanderzone könnten demnach erst nach der primären Dünenbildungsphase entstanden, oder zumindest in entscheidender Form überlagert worden sein. Ihre Entstehung würde insofern in die Phase der Altdünenbildung fallen (s. Kap. 4). Waldrodungen, Weidewirtschaft und einsetzender Ackerbau der Bronzezeitkulturen könnten ursächlich zu den Sandverwehungen, -umlagerungen und damit zu den hier heute sichtbaren Dünenbildungen geführt haben. Die allgemein kleinere Kuppenform und inselartige Verteilung der Dünen der Kammersenne im Vergleich zu den sonst vorherrschenden großen Dünenfeldern sind weitere auffällige Abweichungen, die auf eine andersartige (spätere) Bildungsgeschichte hinweisen. Zu diesen theoretischen Überlegungen und Vermutungen über die Entstehung der Dünen der Kammersenne fehlen jedoch entsprechende geologische Untersuchungen.

Das geografische Hauptverbreitungsgebiet der Binnendünen liegt im südlichen Teil der Senne zwischen einer gedachten Linie Stukenbrock - Augustdorf im Norden und einer südlichen Grenzlinie zwischen Schlangen, Bad Lippspringe und Schloß Neuhaus. In diesem Bereich nimmt die „Dünenzone“ einen bis zu 10 km breiten Korridor ein.

Insbesondere der Truppenübungsplatz Senne bildet einen Schwerpunktraum. Hier finden sich in der Umgebung der ehemaligen Gemeinde Haustenbeck (1659–1939) auch die ausgeprägtesten und mit über 20 m zudem höchsten Dünen, z. B. die Schwarzen Berge, die Silberberge und der Sommerberg. Weiter nach Westen erstrecken sich diese zumeist entlang der Bachtäler bis Sande, Hövelhof, Hövelriege und Liemke. Außerhalb des Landschaftsraumes Senne folgen Flussdünen den Terrassenkanten von Ems und Lippe in Richtung Westen. Die östliche Begrenzung der Dünenverbreitung liegt am Fuß der Egge bzw. des Teutoburger Waldes, wo die Sandablagerungen ausklingen. Allerdings wurden Dünensande aus der Senne bis in die Schluchten des Teutoburger Waldes und sogar noch weiter östlich, insbesondere durch die Dörenschlucht bis in den Raum Pivitsheide bei Detmold verweht. Im Zentrum der Senne fällt das Zurücktreten der Dünen zwischen Augustdorf und Haustenbeck auf. Hier dringt die obere, weitgehend dünenfreie Sanderfläche weit nach Westen vor. Hoerle (1920) stellt in diesem Bereich des so genannten Augustdorfer Bogens als Besonderheit das Übergreifen einer Düne von einer Terrassenstufe auf die nächste fest.

Nördlich der Linie Stukenbrock – Augustdorf liegen die Dünenzüge in einem maximal nur bis zu 5 km breiten Korridor am Fuß des Teutoburger Waldes und enden etwa bei Brackwede. Auffällig ist die zusammenhängende, bandartige Form der Dünen in dieser schmalen Zone zwischen Kameterrasse im Nordosten und Drumlinfeld bzw. Grundmoräne im Süden. Allerdings sind seit Anfang des 20. Jahrhunderts weite Teile abgetragen oder überbaut worden, so dass heute nur noch Teilstrecken erhalten sind.

Eine nähere Beschreibung sowie eine vergleichende Betrachtung der historischen und aktuellen Bestandssituation für die wichtigsten Dünenfelder der Senne folgen im Kapitel 8.2

8. Aktuelle Bestandssituation

Im Rahmen dieser Untersuchung wurde durch eigene Erhebungen sowie durch Kartenauswertung für den Landschaftsraum Senne ein aktuelles Gesamtdünenvorkommen von etwa 650 ha ermittelt (Tabelle 2 und Abb. 14). Das entspricht einem Flächenanteil von 1,7% des Bearbeitungsraumes.

Rund 410 ha des Gesamtbestandes liegen innerhalb des Truppenübungsplatzes

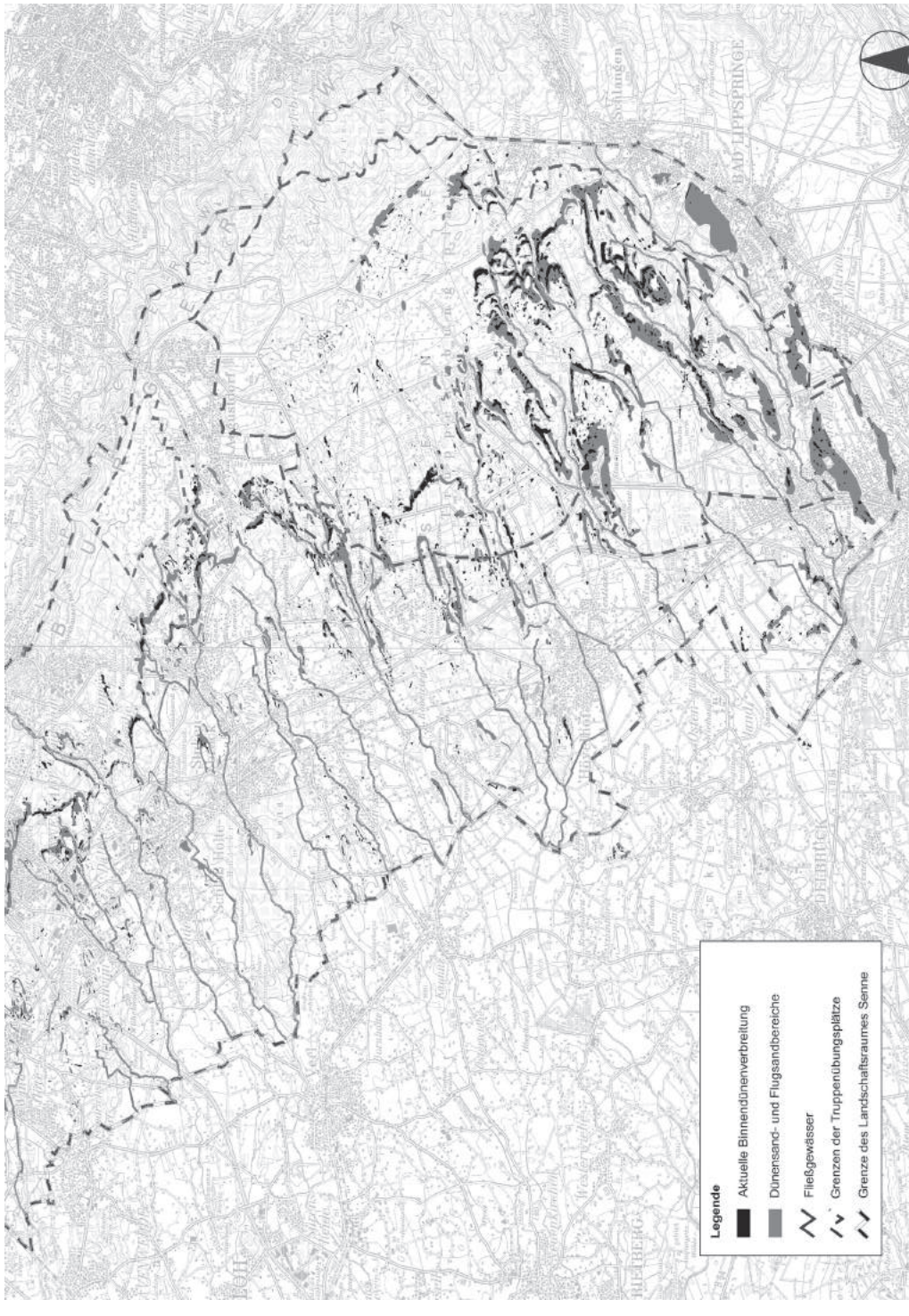


Abb. 14: Binnendünenvorkommen in der Senne

Tab. 2: Statistik der Flächengrößen und -anteile der Sennedünen

Flächenanteile	Flächengröße in ha	Anteil an Gesamtraum Senne in %
Landschaftsraum Senne gesamt	ca. 38.300 ha	100 %
Dünensandbereiche *	ca. 1.900 ha	ca. 5 %
Aktuelle Binnendünenvorkommen	ca. 650 ha	ca. 1,7 %
• Bewaldete Binnendünen	ca. 550 ha	*ca. 85 % Anteil am Gesamtdünenvorkommen*
• Offenland - Binnendünen	ca. 100 ha	*ca. 15 % Anteil am Gesamtdünenvorkommen*
Gesamtgröße Truppenübungsplätze *(TUP Senne ca. 11.300 ha, TUP Stapellager ca. 550 ha)*	ca. 11.850 ha	ca. 31 %
Binnendünenbestand auf den Übungsplätzen	ca. 410 ha	*ca. 63 % Anteil am Gesamtdünenvorkommen*

* nach den geologischen Kartenblättern Paderborn, Verl, Senne, Lage und Brackwede (i.M. 1:25.000)

Senne; außerhalb der militärisch genutzten Flächen befindet sich der Restbestand von etwa 240 ha.

Die Darstellungen der geologischen Karten verdeutlichen im Vergleich zur aktuellen Dünenverbreitung den Rückgang des Dünenvorkommens in der Senne. Ihre Auswertung hat ergeben, dass von Natur aus etwa 1.900 ha, also rund 5% der Sennelandschaft von Dünensandbereichen eingenommen werden, bzw. einst eingenommen wurden. Diese Angabe beruht auf der Analyse der uneinheitlich aufgebauten geologischen Kartenblätter Paderborn, Verl, Senne, Lage und Brackwede. Die Benennung der äolischen Sandablagerungen variiert von Kartenwerk zu Kartenwerk, so dass im Rahmen dieser Auswertung die verallgemeinernde Ansprache als „Dünensandbereiche“ gewählt wurde. Diese Dünensandbereiche setzen sich je nach Alter des genutzten Kartenwerks aus unterschiedlich betitelten Einheiten zusammen.[3]

In Abb. 14 werden die für die Senne ermittelten Dünensandbereiche grau dargestellt, die heute noch aktuellen Dünengebiete sind schwarz markiert. Die Differenz zwischen Dünensandbereichen der geologischen Karten und dem ermittelten aktuellen Bestand wird so deutlich und belegt den Schwund der Sennedünen.

Die regional unterschiedlichen Ursachen für diesen deutlichen Rückgang werden im folgenden Kapitel aufgezeigt.

Im Folgenden soll kurz auf den aktuellen Zustand und das Erscheinungsbild der heute bestehenden Binnendünenlebensräume der Senne aus Sicht des Naturschutzes eingegangen werden.

Kiefernforsten prägen heute größtenteils das Bild der Dünengebiete in der Senne. Im Gegensatz zu den Dünenzügen des benachbarten Münsterlandes wurden die offenen Wehsandflächen und Dünen der Senne jedoch erst spät, seit Mitte bis Ende des 19. Jahrhunderts aufgeforstet und

[3] Blatt Paderborn (1982): Feinsand gelbweiß [d2] und Feinsand gelbweiß-grau [d1] / Blatt Verl (1987): Fein-Mittelsand gelbweiß-grau [d2/d1] / Blatt Senne (1912): Flugsand [D] / Blatt Lage (1915): Dünensand [D] / Blatt Brackwede (1982): Fein-Mittelsand [D]



Abb.15: Typischer beerenstrauchreicher Dünenkiefernforst südlich von Lipperreihe



Abb. 16: Offene Binnendünen im Truppenübungsplatz Senne (Albedyllberge an der Grimke)

damit festgelegt. So stieg im Zeitraum von 1837–1897 der Waldanteil in der Senne von 14% rasch auf 36%, maßgeblich verursacht durch die Neuanlage von Kiefernkulturen. Demnach stellen die heutigen Bestände die zweite Kiefergeneration dar, die vorwiegend in der Nachkriegszeit begründet wurde. Ihr Alter liegt grob zwischen 40 und 60 Jahren (Schwanitz 1997). Nach der weitgehenden Festlegung und Aufforstung der Binnendünen konnte eine kontinuierliche Humusanreicherung und Bodenbildung einsetzen.

Im Unterwuchs der meisten Kiefernwälder dominieren heute Beerensträucher wie Heidelbeere *(Vaccinium myrtillus)* und Preiselbeere *(Vaccinium vitis-idaea)* zusammen mit Draht-Schmiele *(Deschampsia flexuosa)* sowie Pfeifengras *(Molinia caerulea)*, das insbesondere an sickerfeuchten Dünenhängen auftritt (Abb. 15). Dickichte aus Adlerfarn (*Pteridium aquilinum*) und Dornfarn (*Dryopteris dilatata*) sind ebenfalls häufig in lichteren Waldbereichen anzutreffen. Eingestreut finden sich an Waldrändern, -lichtungen oder auf Sandböschungen noch Reste von Offenlandvegetation wie einzelne *Calluna vulgaris*-Büsche, beständige Flechtenpolster oder Sandmagerrasen.

In der Strauchschicht bildet die neophytische Späte Traubenkirsche (*Prunus serotina*) häufig dichte Dominanzbestände, die durch starke Bodenbeschattung zur Unterdrückung einer natürlichen Krautschicht führen.

Aktuell sind etwa 60% der Senne bewaldet, die Kiefer (*Pinus sylvestris*) besitzt dabei einen Gesamtanteil von ca. 75%. Noch gegen Ende der 1940er bis Anfang der 1950er Jahre wurden im Rahmen des Herrichtungsplanes des Truppenübungsplatzes 2.000 ha Freifläche mit Kiefern aufgeforstet (Brummund 1992: 49). Durch diese Aufforstungen wurde erreicht, dass die „*bisher regelmäßig bei starken Winden auftretenden großen Sandverwehungen im Dünengebiet „Auf der Horst", die zum Teil die Straße Schlangen/Haustenbeck zeitweise unpassierbar machten, gänzlich aufgehört haben*" (Keimer 1981: 233).

Die seit Mitte des 19. Jahrhunderts einsetzenden Aufforstungsbemühungen gingen in erster Linie zu Lasten der Heidebestände, die zwischen 1837 und 1897 von 48% auf 22% zurückgingen und 1992 nur noch bei 10% lagen (Schwanitz 1997). Dennoch stellt die Senne heute mit ca. 2.000 ha *Calluna*-Heide und ca. 350 ha Sandmagerrasen einen erheblichen Anteil am nordrhein-westfälischen Gesamtvorkommen dieser gefährdeten und nach Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie europaweit geschützten Sandbiotope (Pardey in West-

fälischer Naturwissenschaftlicher Verein 2003). Andere Schätzungen gehen für den Gesamtraum Senne von Heide- und Sandmagerrasenbeständen von etwa 5.000 ha aus (Hutter et al. 2000). Zusammenhängende Heidebestände konnten sich insbesondere innerhalb des Truppenübungsplatzes Senne in einem Flächenanteil von insgesamt ca. 30% erhalten (Schwanitz 1997). Außerhalb des militärisch genutzten Bereiches gibt es *Calluna*-Flächen noch in den Naturschutzgebieten „Moosheide“, „Augustdorfer Dünenfeld“, „Schluchten und Moore am oberen Furlbach“ und in ehemaligen Sandabgrabungen (z. B. bei Oerlinghausen).

Auch die letzten zusammenhängenden noch unbewaldeten Binnendünenstandorte der Senne befinden sich innerhalb dieser Schutzgebiete und auf dem Truppenübungsplatz Senne (Abb. 16). Nur etwa 15%, also rund 100 ha des ermittelten Gesamtdünenvorkommens von ca. 650 ha liegen außerhalb von Waldbeständen. Diese Gebiete konzentrieren sich im Wesentlichen auf den Truppenübungsplatz Senne (Abb.14). In diesem Zusammenhang sind insbesondere die Haustenbecker Senne, die Kammersenne, die Schlanger Schwarze Berge, die Albedyllberge, der Gynzberg, der Krähenberg, die Winninghöhe, die Beierberge und die Silberberge mit Hammersteinhöhe und Kaiserstein zu nennen. Die restlichen 85% Dünenanteil (ca. 550 ha) sind bewaldet und werden zumeist von Kiefernforsten eingenommen (Tabelle 2). Sie weisen in der Regel nur kleinflächige Offenstrukturen auf.

8.1 Arten- und Lebensgemeinschaften auf offenen Binnendünen der Senne

Die offenen Binnendünen der Senne bieten Lebensraum für zahlreiche landesweit bedrohte Tier- und Pflanzenarten, die hervorragend an die mageren, trockenen und bisweilen extrem heißen Sandböden angepasst sind und auf anderen Standorten zu konkurrenzschwach sind, um sich durchzusetzen. Für das Überleben dieser hoch spezialisierten Arten ist die Steuerung bzw. Störung der natürlichen Sukzession überlebensnotwendig (Abb. 17). So kann z. B. die für offene Dünen typische Silbergrasflur als Pioniergesellschaft nur auf offenen, trocken-warmen Sandstandorten überleben. Die Lebensgemeinschaften der Pionierfluren sind daher auf Störeinflüsse angewiesen, die eine zu starke Vergrasung und Verbuschung verhindern.

Die charakteristische Pioniergesellschaft auf offenen, bewegten Sanddünen im atlantisch getönten Klimabereich ist die Silbergrasflur (Spergulo-Corynephoretum) der Klasse Sedo-Scleranthetea. Neben den Pionierarten Silbergras (*Corynephorus canescens*) und Sandsegge (*Carex arenaria*) treten schon bald nach der ersten Festlegung des Sandes Frühlings Spark (*Spergula morisonii*) und Bauernsenf (*Teesdalia nudicaulis*) auf. Außerdem können sich durch Windverbreitung Kleiner Ampfer (*Rumex acetosella*) sowie Frühe Haferschmiele (*Aira praecox*) ansiedeln. Neben der Fähigkeit der Silbergrasrasen Nährstoffarmut, niedrige pH-Werte, hohe Temperaturschwankungen und rasche oberflächliche Austrocknung zu ertragen, wird auch eine wiederkehrende Sandüberwehung überstanden. Aufgrund der Konkurrenzschwäche der Arten der Silbergrasflur, trägt die Störung der Bodenentwicklung (z. B. durch Sandbewegungen) zum Erhalt der Pionierflur bei und unterbindet ein Voranschreiten der Sukzession. Das Silbergras wird durch eine leichte Sandüberwehung (10 cm/a) sogar gefördert, da die übersandeten Knoten neue Wurzeln ausbilden.

Bei zunehmender Verfestigung des Substrates, bedeckt zunächst das Bürstenmoos (*Polytrichum piliferum*) große Teile

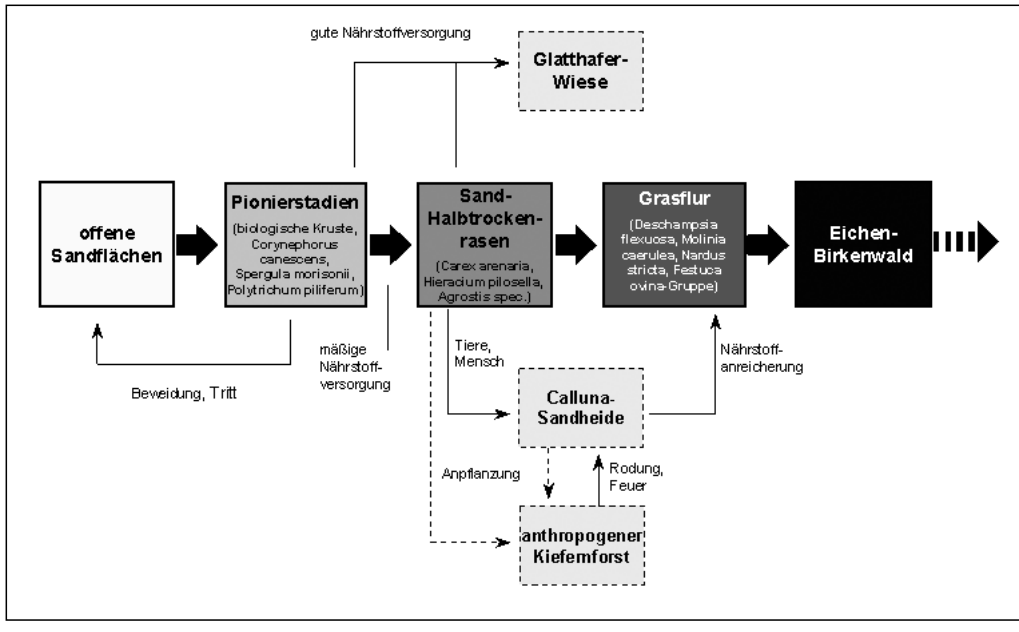


Abb. 17: Sukzession auf Binnendünen (aus www.uni-bielefeld.de)

des Bodens, ehe Flechten (vorwiegend Cladonien) beginnen die Moosrasen zu überwachsen und mitunter Dominanzbestände ausbilden. Da Flechten eine Übersandung nicht ertragen, finden sich diese Bestände zumeist in beruhigten Dünenmulden und Kuppenlagen. Die flechtenreiche Ausbildung der Silbergrasflur kann als so genannte biologische Kruste lange Zeit stabil bleiben, da sowohl Trockenheit und Nährstoffarmut als auch der hohe Dekkungsgrad der Flechten, das Aufkommen anspruchsvollerer Arten verhindern. Ohne weitere Störung oder menschliche Beeinflussung würde sich die Vegetation auf Binnendünen jedoch auf lange Sicht in Richtung Eichen-Birkenwald (Querco roboris-Betuletum) entwickeln.

Kennzeichnend für freie Dünen ist insbesondere der große Reichtum an hoch spezialisierten Insektenarten. Zahlreiche seltene Stechimmen-, Heuschrecken-, Schmetterlings- sowie Laufkäferarten sind hier zu finden. Als sennetypische Vertreter für den Lebensraum Binnendüne seien hier exemplarisch Sandbienen (*Andrena* spec.), Gefleckte Keulenschrecke (*Myrmeleotettix maculatus*) und Dünen-Sandlaufkäfer (*Cicindela hybrida*) genannt. Bemerkenswert sind zudem die starken Bestände des Rostbindenfalters (*Hipparchia semele*) und der Feldgrille (*Gryllus campestris*) sowie das Vorkommen des Hellen Dünenzünslers (*Agriphila deliella*) oder der Dünen-Wolfsspinne (*Arctosa perita*) (RETZLAFF 1989:5).

Nachgewiesen sind für den Kernbereich der Senne rund 260 Falter- und 23 Heuschreckenarten, die speziell an Sandmager- und Trockenrasen gebunden sind (REICHMANN, 2000). Offene Dünen sind zudem Hauptlebensraum der drei, teilweise äußerst seltenen Ameisenlöwenarten der Senne. Auch Reptilien wie die Schlingnatter (*Coronella austriaca*) oder die Zauneidechsen (*Lacerta agilis*) benötigen die sonnenexponierten offenen Sande, beispielsweise zur Regulierung ihrer Körpertemperatur („Sonnenbaden“) oder als Eiablageplatz. Vollsonnige Dünenhabitate,

insbesondere im Kontaktbereich zu flachen Stillgewässern werden im Untersuchungsraum bevorzugt von der Kreuzkröte (*Bufo calamita*) besiedelt.
Wie diese beispielhafte und unvollständige Auflistung zeigt, stellen die Sennedünen, speziell im Bereich des Truppenübungsplatzes für viele bestandsbedrohte Arten eines der letzten großen Rückzugsgebiete dar. Ein Blick in die entspr. Roten Listen verdeutlicht die überregional herausragende Stellung der Senne als Lebensraum insbesondere für diese an trockene und offene Sande angepassten Arten.

8.2 Die fünf großen Dünenbögen der Senne (nach Hoerle 1920)

Im Folgenden sollen der ursprüngliche Bestand sowie die räumliche Lage der großen Dünenbögen der Senne in früherer Zeit mit dem aktuellen Bild verglichen werden. Veränderungen, Beeinträchtigungen und lokale Besonderheiten werden hierbei dargestellt.
Zentrale Quelle und Referenzpunkt für den Zustand der Sennedünen vor der intensiven Umformung und Nutzung der Sennelandschaft ab Mitte des 20. Jahrhunderts, ist die Dissertation Walter Hoerles aus dem Jahr 1920 „ Die Dünen des münsterschen Heidesandgebietes“, die wertvolle und ausführliche Beschreibungen liefert. Die in den Kriegswirren verschollene Arbeit lag in einem nicht wörtlich zitierten Exzerpt vor.
Die Binnendünen der Senne sind nach Hoerle (1920) in fünf großen Bögen angeordnet, die sich ihrerseits aus nach Westsüdwest geöffneten Parabeln und Kleinformen zusammensetzen. Diese Bögen sind zum Teil einfach, zum Teil sind auch mehrere ineinander geschachtelt, oder ein ganzer Bogen besteht aus zwei Ketten, die nebeneinander herlaufen. Die einzelne Kette wiederum ist nicht immer vollständig, sondern in der Regel in einzelne Abschnitte aufgelöst, die für sich kleine Dünenfelder bilden. Einzelne Teilstücke, insbesondere an den westlichen Anfängen der Flügel, ergeben lang gestreckte Strichdünen, die häufig bachparallel von Westsüdwest nach Ostnordost laufen. Weiter nach Osten gliedern sich schließlich immer mehr Parabeln an die Strichdünen an. Zu der Bogenmitte haben sich häufig von Ostsüdost nach Westnordwest streichende Walldünen als „Dünenköpfe“ gebildet, denen weitere Parabeln aufsitzen.
Verschiedene natürliche Prozesse (Wind, Niederschlag, Talbildung) und anthropogene Einflüsse (Plaggenwirtschaft, Einebnung, Abbau) haben zur Umformung, Auflösung und Zergliederung der einst geschlossenen Kammlinien der Bögen beigetragen, so dass diese nicht in ihrer ursprünglichen Gestalt erhalten geblieben sind. In Teilbereichen sind jedoch noch die großen Zusammenhänge erkennbar. Insgesamt sind nach Hoerle (1920) fünf große Bögen deutlich zu unterscheiden, die in Abb. 18 dargestellt werden: *der Krackser Bogen, der Augustdorfer Bogen, der Moosheider Bogen, der Hövelsenner Bogen und der Haustenbecker Bogen.*

Der *Krackser Bogen*

Der Verlauf des Krackser Bogens erstreckt sich vom Bielefelder Sennefriedhof bzw. dem Freibad Senne I über den südlichen Rand des Flughafens Windelsbleiche, die Autobahnabfahrt Brackwede, das nördliche Stadtgebiet von Sennestadt bis in den Brakebrink. Die östlichen Ausläufer reichen südlich von Lipperreihe bis zur Gauksterdts Senne und zum Bokelfenn, weitere Verzweigungen erstrecken sich entlang des Bullerbachs, Sprungbachs und des Menkhauser Bachs.
Hoerle (1920) beschreibt den Krackser Bogen als „*geschlossenen Dünenzug mit auffallend kurzen Flügeln, der an keiner Stelle in seinem Verlauf gestört ist. Parabeln treten gegenüber den Strich- und Walldünen etwas zurück*.“

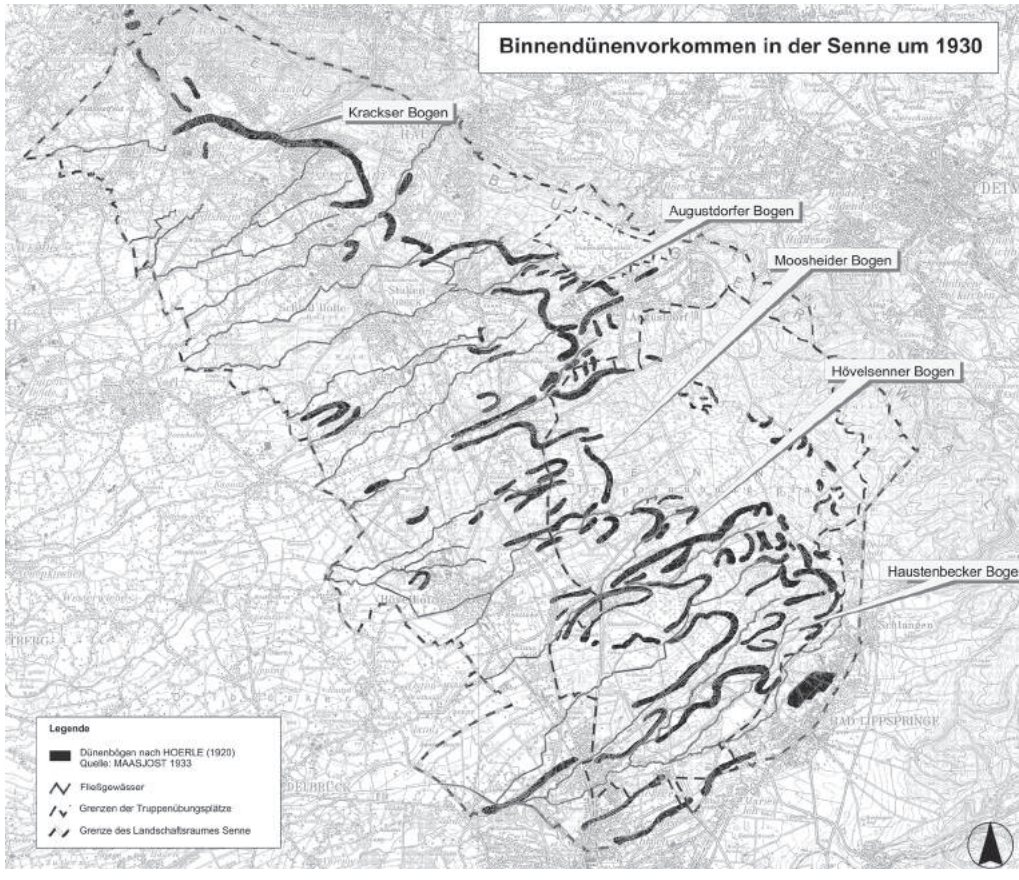


Abb. 18: Binnendünenvorkommen in der Senne um 1930

Dieser noch in den 1920er Jahren dokumentierte gute Erhaltungszustand des Dünenzuges lässt sich unter anderem durch den geringen Einfluss der Fließgewässer in dieser Zone begründen. Nördlich des Menkhauser Bachs bei Schloß Holte gibt es keine Bäche, die zur Auflösung des Krackser Dünenbogens hätten führen können, da hier die Quellbereiche erst knapp unterhalb des Dünenbandes liegen. In der südlichen Senne sieht man hingegen deutliche Spuren der Zergliederung von Dünenbögen, die durch die rückschreitende Erosion der Bachläufe verursacht worden sind. Daneben konnte der Krackser Bogen bis in die 1930er Jahre seine ursprüngliche Form und seinen auffällig durchgängigen, geschlossenen Verlauf beibehalten, da der menschliche Einfluss in dem Gebiet bis zu diesem Zeitpunkt nur gering war.

Dünenzerstörungen entstanden bis zu dieser Zeit vornehmlich in kleinerem Ausmaß durch bäuerliche Entnahmetätigkeiten, die zur Selbstversorgung und zur Aufbesserung des Einkommens dienten. Der gewonnene Sand wurde vielfach nach Bielefeld und Brackwede transportiert und dort an den Wochenenden als Streu- und Scheuersand für die Herrichtung der Fußböden verkauft (Vormbrock 1951). Der bäuerliche Sandabbau beschränkte sich insgesamt jedoch auf kleinere Bereiche.

Aufgrund der in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts einsetzenden stärkeren

Erschließung der nördlichen Senne und des zunehmenden Siedlungsdrucks änderte sich dieser Zustand grundlegend. So fielen weite Bereiche des ehemals zusammenhängenden Dünenbogens dem Bau der Reichsautobahn (A2) in den Jahren 1938/1939 zum Opfer. Hierbei dienten die nah gelegenen Dünen aufgrund bequemer Abbaumethoden als günstige Rohstoffquelle für den Unterbau der Trassenrampe zur Überwindung des Anstieges zum Teutoburger Wald. Insbesondere der Bereich nordwestlich der heutigen Autobahnanschlussstelle Sennestadt wurde hierbei genutzt (Abb. 19). Zusätzlich sorgte ab Mitte der 1950er Jahre die Entstehung der Sennestadt für die Überbauung und Zerstörung der verbliebenen Reste des mittleren Krackser Bogens (Abb. 20). Der Verlauf des Grünstreifens mit Schule, Sportstätten und Spielplätzen im Norden der Stadt zeugt noch heute vom einstigen Verlauf des Dünenbandes (Abb. 21).
Auch die nördlichsten Ausläufer des Dünenzuges im heutigen südlichen Gemeindegebiet Brackwedes sind vollständig überbaut worden. Eine Überprägung bzw. Vernichtung kleinerer Einzeldünen und Hügelgräber brachte zudem die Anlage des Sennefriedhofes schon im Jahre 1912 mit sich. Weiterhin kam es im Zuge der Einrichtung des Flugplatzes Windelsbleiche in den 1930er Jahren zur Einebnung von Dünenfeldern. Südlich der Anlage fielen an der Buschkampstraße Bereiche dem Sandabbau zum Opfer. Landschaftliche Überformungen setzten jedoch auch schon früher ein. So hat nach Angaben von Maas (1952) die Stadt Bielefeld mit der Anlage des Wasserwerkes im Brakebrink bei Kracks um 1900 etwa 2.000 Morgen mit dem Dampfpflug umbrechen und mit Kiefern bepflanzen lassen. Mit dieser in der gesamten Senne weit verbreiteten Maßnahme zum Aufbrechen und Lockern der harten Ortsteinschichten im Untergrund könnte auch eine Einebnung kleinerer Dünenfelder einhergegangen sein.
Erhaltene Teilstücke des Dünenbandes befinden sich heute zwischen Sennefriedhof und Eisenbahnlinie Bielefeld-Paderborn, östlich von Sennestadt im Brakebrink sowie südlich und östlich von Lipperreihe. Hier leitet der Krackser Bogen bereits in den Augustdorfer Bogen über. In diesem Bereich liegt der am besten erhaltene noch über mehrere Kilometer durchgängige Teildünenzug des Krackser Bogens. Ein weiteres interessantes Merkmal des ehemals preußisch-lippischen Grenzgebietes südlich von Lipperreihe sind die erhaltenen Landwehrwälle, die hier in strategisch günstiger Lage den Dünenzügen vorgelagert angelegt worden sind. Die Dünen selbst dienten als Wachtposten, die so genannten „Wachtebrinke“ (entweder von „wachen, bewachen“ oder von niederdeutsch „wachten“ = hochdeutsch „warten“). Von den höchsten Stellen der Dünen wurde die Grenze bewacht und nach preußischen Deserteuren Ausschau gehalten (Koch & Stratmann 1999).

Der *Augustdorfer Bogen*

In seinen detaillierten Schilderungen beschreibt Hoerle (1920) zunächst zwei auffällige Besonderheiten des Augustdorfer Bogens. „*Der 16 km lange Augustdorfer Bogen unterscheidet sich in manchen Punkten von den anderen. Zunächst ist der Kopf hier keine mehr oder weniger gerade Linie, sondern beim Orte Augustdorf ist ein größeres Stück etwa 1,5 km weiter heraus nach Nordosten* [in Richtung Dörenschlucht] *getrieben worden. Wäre danach die Sandbewegung nicht zum Stillstand gekommen, so wäre der Rest des Kopfes nachgefolgt und es wäre der normale Parabelgrundriss wiederhergestellt*“ (Hoerle 1920). Heute ist ein Rest dieses herausgewehten Teilstückes noch als steile Dünenkuppe an der Waldstraße (L758) westlich der Sandgrube Schlegel zu erkennen.



Abb. 19: Blick auf die B68 (aus WASGINDT 1980)



Abb. 20: Bau der Sennestadt (aus PETRI 1957)



Abb. 21: Sennestadt in den 1960er Jahren (aus KOCH & STRATMANN 1999)

„*Zum anderen ist in diesem Bogen ein zweiter, fast ebenso großer eingeschaltet, der, durch einen kurzen Zwischenraum getrennt, zu dem ersten parallel läuft. Nur die Ausbiegung nach Nordosten macht der innere Bogen nicht mit*“ (Hoerle 1920). Der innere Bogen beginnt östlich des Ortes Stukenbrock am Ölbach, verläuft über den Quellbereich des Rahmkebaches in Richtung Südost und endet westlich der Straße Hövelhof-Stukenbrock am Furlbach. Die Flügel des inneren Bogens sind jedoch nicht so lang wie die des äußeren. Der Nordteil besteht aus einem 8 m hohen gekrümmten Wall östlich des Welschhofs, der sich bis heute in gutem Zustand befindet und sich deutlich von der Umgebung abhebt. Weitere eingeschaltete Dünen sind nicht vorhanden.

Der äußere Bogen beginnt nordwestlich von Stukenbrock in der Nähe der B 68 bei Gut Schlieffen, wo im Dreieck zwischen Kramps- und Knochenbach wiederum zahlreiche historische Landwehrwälle vorzufinden sind. Im Folgenden verläuft der Bogen vorbei am Südrand des Flugplatzes Oerlinghausen, über das nördliche Bokelfenn und weiter in Richtung des Naturschutzgebietes Augustdorfer Dünenfeld. Die Form des Augustdorfer Bogens verliert hier in der Umgebung des Heidehauses ihren geschlossenen Charakter. Von hier aus biegt er nach Nordnordost in Richtung der namensgebenden Gemeinde Augustdorf ab. Westlich des Ortszentrums ist der zergliederte Kopfteil des Dünenzuges erreicht, wobei ein Ausläufer noch weiter östlich an der Sandgrube Schlegel vorzufinden ist (s.o.). Der Verlauf biegt anschließend allmählich nach Südosten um. Im Bereich des ebenfalls als Naturschutzgebiet ausgewiesenen Furlbachtals verbreitert sich dabei das Dünenfeld und löst sich erneut in zahlreiche Parabeln auf. Dann erstreckt sich das Dünenband parallel zum südlichen Ufer des Bärenbachs und weiter in gerader Richtung entlang des Furlbachs, bis der Dünenbogen in der Eselheide nahe der A33 als lang gezogene Strichdüne ausklingt.

Auch der Augustdorfer Bogen ist im Laufe der Zeit durch verschiedene menschliche Einflüsse verändert bzw. in Teilen zerstört worden. Hierfür stellt im Vergleich zum Krackser Bogen weniger Siedlungs- und Straßenbau, sondern vor allem industrieller Sandabbau die Hauptursache dar.

Speziell der südwestliche Beginn des Augustdorfer Bogens liegt in einem Schwerpunktgebiet des Sandabbaus, das östlich der A33 in der Eselsheide beginnt und sich bachaufwärts entlang des Furlbachs bis zur Einmündung des Bärenbachs erstreckt. Der parallel zum Furlbach verlaufende südliche Flügel des Augustdorfer Dünenbogens wird von diesem großflächigen Abbau stark beeinflusst. So befinden sich am Rand des Truppenübungsplatzes westlich des Mittwegs zwei große Abbaugewässer im Bereich des äußeren Dünenzuges. Die unmittelbar westlich angrenzenden Sandgruben am Hof Mersch führten ebenfalls zu Verlusten von Dünenvorkommen bereits im Übergangsbereich zum Moosheider Bogen (Abb. 22).

Auch nördlich der Augustdorfer Straße wurden größere Teilstücke des Dünenzuges durch den flächigen Sandabbau der Firma Brink abgetragen (Abb. 23). Die Anlage des benachbarten Gewerbegebietes in den 1970er Jahren sorgte für weitere Überprägungen in diesem Bereich. Darüber hinaus hat eine weiter westlich am Ortsrand Stukenbrocks gelegene ca. 11 ha große Sandgrube zu Einbußen des Dünenbestandes des inneren Bogens geführt. Wiederum wenige 100 m nördlich wurde an der einstigen Papiermühle ein Klärteich ebenfalls im ehemaligen Bereich des inneren Bogens angelegt.

Im Jahr 1964 kam es innerhalb des nördlichen Augustdorfer Bogens zum Abbau bis dahin völlig ungestörter Dünen bei Hof Gauksterdt (Seraphim in Wasgindt 1980).



Abb. 22: Sandgrube bei Stukenbrock östlich des Forellenkruges (aus MAASJOST & MÜLLER 1977)



Abb. 23: Blick auf die Nordseite der Sandabgrabung Brink (Dezember 2006)

Östlich der Straße Stukenbrock-Oerlinghausen entstand in der Folge ein kleineres Sandabbaugewässer. Zudem haben sich in direkter Nachbarschaft durch Bautätigkeiten (Landeplatz, Jugendhof, Erholungsheim) weitere Veränderungen im natürlichen Relief ergeben. Der östlich folgende Abschnitt im Bokelfenn, mit bis zu 10 m hohen Dünen wird nördlich des Stapelager Weges erneut durch ein ehemaliges terrassiertes Rieselfeldgebiet unterbrochen. An diesem Standort nahe dem Hundedressurplatz befinden sich heute naturschutzfachlich wertvolle Flächen mit Sandmagerrasen. Weiter südlich im Bereich des von Natur aus stark zergliederten Augustdorfer Dünenfeldes liegt südwestlich des Heidehofes die ca. 7 ha große Sandgrube Brinkmann (heute „GNS Sandgrube"). Zwischen 1956 und 1975 wurden hier Sande aus den ehemaligen Dünenbereichen des Augustdorfer Bogens entnommen.

Innerhalb des Gemeindegebietes Augustdorfs gingen kleine Flächen in Folge von Siedlungserweiterungen im Bereich des Sportplatzes und der angrenzenden Schule verloren. Im nördlichen Gemeindegebiet Stukenbrocks südlich der bogenartig ortsumgehenden A33 wurden durch Bebauung weitere Dünenfelder zerstört. Auch der Bau der Autobahn selbst in den 1980er Jahren hatte den Anschnitt bzw. die Einebnung von Dünen in der mittleren Senne zur Folge.

STECKER (1968) berichtet aus Lipperreihe, dass „*der Vossbrink auf Topsieks Stätte*" völlig verschwunden und an seine Stelle Ackerland getreten sei. Ebenso seien die Sandhügel des Bauern Kindsgrab und des Bauern Nolte im nördlichen Gemeindegebiet größtenteils abgetragen worden (STECKER 1968:38). Hier finden sich heute unter anderem Fischteiche. In direkter Nachbarschaft ist im Dünenfeld am Menkebach zudem eine ca. 100 Häuser umfassenden Wochenendhauskolonie entstanden. Auch südlich des Augustdorfer Bogens im Bereich Kipshagen bei Stukenbrock wurden bereits in den 1920er Jahren Dünensande abgebaut, wie Abb. 24 anschaulich zeigt.

Trotz der intensiven Abbautätigkeit und des stetig zunehmenden Straßen- und Siedlungsbaus sind einige Bereiche des Augustdorfer Bogens bis heute in ihrer alten Form erhalten geblieben. Abschnitte, die bis heute einen guten Erhaltungszustand aufweisen, befinden sich im Bereich des Furlbachtales, des Bärenbaches, im Augustdorfer Dünenfeld (Abb. 25), sowie am Rand des Bokelfenns. Als morphologisches Gegenstück zu den Dünen findet man im Naturschutzgebiet „Schluchten und Moore am oberen Furlbach" vorgelagert zu den Dünenfeldern bis heute vermoorte Ausblasungswannen, aus denen einst die Dünensande herausgeweht wurden.



Abb. 24: Dünenabbau 1922 bei Kipshagen (aus Gürtler 1985)



Abb. 25: Augustdorfer Dünenfeld (Dezember 2006)

Der *Moosheider Bogen*

„Bei dem Moosheider Bogen tritt das Ausweichen der Dünen vor der obersten Einebnungsstufe deutlich hervor. Der Bogen ist noch recht gut erhalten. An der Emsquelle sind einige Parabeln eingeschaltet, von denen die östliche besonders gut erhalten ist“ (Hoerle 1920).

Der Verlauf des Moosheider Bogens beginnt wie der Augustdorfer Bogen in der Eselheide und verläuft ca. 150 m südlich parallel zu diesem bis in den heutigen Ortsteil Stukenbrock-Senne, wo er nach Südosten in Richtung Moosheide abknickt. Der in der Moosheide liegende Dünenkopf ist 2,5 km aus der Reihe heraus nach Südwesten verschoben (Hoerle 1920). Die parallel dem wallartigen Kopf zulaufenden Flügel enden hier im rechten Winkel. Die südliche Flanke beginnt im Hövelhofer Wald und erstreckt sich entlang des Krollbaches, die nördliche verläuft von der Eselheide längs des Südufers des Furlbachs auf den Dünenkopf zu.

Beide Seitenflügel des Bogens werden im Westen von der A33 durchschnitten (Abb. 26), im nördlichen Teil des oberen Flügels befindet sich zudem heute die Gemeinde Stukenbrock-Senne. Bis auf diese prägenden Merkmale gibt es im Moosheider Bogen nur wenige großflächige Überprägungen. Trotzdem ist der bogenartige Verlauf in seinem Zusammenhang nur noch schwer erkennbar, da eine starke (natürliche) Zergliederung der Dünenzüge vorliegt. Der Verlauf des Dünenzuges, mit



Abb. 26: Dünen nördlich des Krollbaches im NSG Moosheide vor der Zerstörung durch den Bau der A33 1982 (aus Seraphim 2008)



Abb. 27: Kugelfang der Delta-Galerie (aus Hils 2000)

seinem umspannenden äußeren Bogen und den an der Emsquelle eingeschalteten Parabeldünen wird anhand der in der geologischen Karte (Blatt Senne) dargestellten Verteilung der Flugsande jedoch deutlich erkennbar. Im Gegensatz dazu ist der östlich gelegene Kopfteil des Bogens aufgrund seiner Lage innerhalb des bewaldeten Randbereiches des Truppenübungsplatzes in einem guten Erhaltungszustand und somit auch im Gelände gut zu erkennen. In der direkten Umgebung des Dünenkopfes liegen jedoch Veränderungen des natürlichen Reliefs durch die Anlage von Schießbahnen und Wällen für den Munitionsabfang vor (Abb. 27).

Der *Hövelsenner Bogen*

Im Vergleich zu den anderen Dünenzügen nimmt der Hövelsenner Bogen eine Zwischenstellung ein. Aufgrund seiner eingeengten Lage und Form kann der Hövelsenner Bogen als Verbindungsglied zwischen den übergeordneten Hauptdünenzügen des Moosheider und des Haustenbecker Bogens angesehen werden.

Nach Hoerle (1920) ist der Hövelsenner Bogen zudem insgesamt der kleinste und am schlechtesten erhaltene Dünenbogen. Er beginnt im Norden parallel zum Moosheider Bogen wiederum am Ufer des Krollbaches, verläuft durch die Hövelsenne und endet im Süden an der Staumühle. Im zentralen Bereich zwischen Kroll- und Knochenbach ist der Bogen stark in Einzelelemente zerteilt. Hierbei ist wiederum auf den gestaltenden Einfluss der Fließgewässer und ihrer Sandfracht zu verweisen.

Gegenwärtig befindet sich der Hövelsenner Bogen fast ausschließlich innerhalb des abgegrenzten Truppenübungsplatzes Senne. Von der namensgebenden Siedlung Hövelsenne, die durch den zweiten Weltkrieg und die Ausweitung des militärischen Übungsplatzes zerstört wurde, sind bis heute nur wenige Spuren zurückgeblieben.

Der *Haustenbecker Bogen*

Der Haustenbecker Bogen liegt vornehmlich innerhalb des Truppenübungsplatzes Senne im Hauptverbreitungsgebiet der Dünen zwischen Schloß Neuhaus, Schlangen, Oesterholz, Haustenbeck und Bentlake. Er ist mit 21 km Länge der größte der fünf Bögen, mit den höchsten und ausgeprägtesten Dünenfeldern des Landschaftsraumes.

„*Der Haustenbecker Bogen endlich ist in sich stark gegliedert und bildet zahlreiche Einzelbögen, doch lässt sich immer noch eine gewisse Zusammengehörigkeit erkennen: Er verläuft über Haustenbeck bis zur Eggelau und von hier in die Schwarzen Berge zurück. Einzelbogen darin bilden der Sommerberg und „Auf der Horst“, der Mestberg, die Krähenberge, die Schwarzen Berge, die Berge bei der Ziegelei Schlangen, die Silberberge und die Hammersteinhöhen*.“ (Harbort & Keilhack 1918: 20f.)

Der Nordflügel des Haustenbecker Bogens erstreckt sich zwischen Knochen- und Haustenbach in Richtung Nordost und geht nahe der ehemaligen Gemeinde Haustenbeck in den zergliederten Kopfteil über. Die aufgelöste und unzusammenhängende Form des Dünenkopfes wird durch den formenden Einfluss des Roten Bachs und des Haustenbachs sowie ihrer Quellbereiche bestimmt (Abb. 28). Auch das Vorkommen der Dünenzüge im eigentlichen Zentrum des Haustenbecker Bogens wird durch diese beiden Fließgewässer eingeschlossen und zerteilt. Der südliche Flügel des Dünenbogens verläuft schließlich südwestlich entlang der Bäche Grimke, Lutter und Strothe in Richtung Sennelager und Schloß Neuhaus.

Hoerle (1920) verweist in seinen Beschreibungen auf auffällige Dünenknoten, d. h. Stellen, von denen nach 3 oder 4 Richtungen einzelne Rücken auseinander laufen, im Bereich der Gynzberge und der Albedyllberge. Weiter heißt es: „*Eine weit ge-*

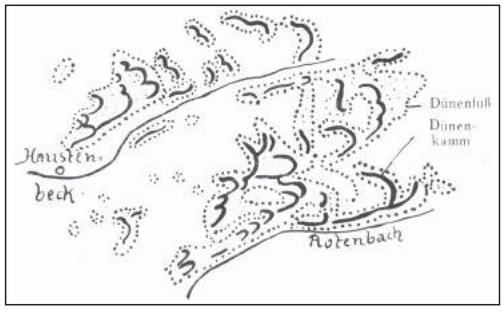


Abb. 28: Skizze der starken Dünenauflösung östl. von Haustenbeck (aus MAASJOST 1933, nach HOERLE 1920)

öffnete Parabel liegt um den Haustenturm, teils auf der mittleren, teils auf der unteren Terrasse. Eine größere Höhe erreicht nur der nördliche Rücken (8 m). Kopf und Südflügel erniedrigen sich stetig bis zum westlichen Ende, das sich in mehreren Ausläufern auflöst“ (HOERLE 1920).

Die größten Veränderungen des Haustenbecker Bogens liegen im Dünenfeld „Auf der Horst“ nordöstlich von Schlangen, wo das einzige, inzwischen stillgelegte Sandabbaugebiet des Truppenübungsplatzes vorzufinden ist.

Der Betrieb des Truppenübungsplatzes selbst stellt allerdings insgesamt nur für wenige Dünenbereiche eine unmittelbare Bedrohung bzw. Störquelle dar. Wesentlicher ist die direkte Beeinflussung und Zerstörung durch die Errichtung von befestigten Straßen (z. B. Panzerringstraße) oder militärischer Bauwerke (Kasernen, Bunker, Lager). Zudem sind in einigen Gebieten Veränderungen und Überprägungen der natürlichen Oberflächengestalt durch die Anlage von Schießbahnen, die ca. 12% des Truppenübungsplatzes ausmachen (TEICHMANN & WOLF 2000), eingetreten. Die Anlage von Kugelfangwällen stellt in diesem Zusammenhang die größte Beeinträchtigung der ursprünglichen Geländeform dar. Für die südliche Senne stellt RETZLAFF (1989) fest, dass die hohen Dünenflanken hier zum Teil schon seit 1892 als Kugelfang genutzt werden. Durch die stetige Anreicherung und Freisetzung toxischer Stoffe aus den Geschossen wird eine erhebliche Schädigung des Naturhaushaltes in diesen Bereichen verursacht. Der Schießbetrieb unterbindet zugleich die Sukzession und führt zu einer offensandigen Struktur in den Kugelfangzonen.

Ferner kann der bodenzerstörende Einfluss schwerer Militärfahrzeuge zu verstärkter Erosion der freigelegten Sande führen und ein Abtragen der Dünen durch Wind oder Niederschläge bewirken. In gleicher Weise wirkt sich der regelmäßige Umbruch der zahlreichen bis zu 20 m breiten Brandschutzschneisen im Übungsgelände aus (Abb. 29). Durch diese Offenlegungen des Sandes wird jedoch auch die Bildung neuer Aufwehungen immer



Abb. 29: Brandschutz (aus TEICHMANN & WOLF 2000)



Abb. 30: Flugsande beim Lager Staumühle (aus MAASJOST 1939)

wieder initiiert und weiteres Dünenwachstum begünstigt.
In diesem Zusammenhang berichtet Maasjost (1933) noch von echten Wanderdünen bei Staumühle (Abb. 4 u. 30) und auf den Gynzbergen, die durch den Einfluss des militärischen Übungsbetriebes gefördert werden, so dass sich sogar neue Dünenformen bilden. Dynamik und Störung sind vor diesem Hintergrund für den Erhalt von naturschutzfachlich wertvollen Pionierlebensräumen sogar als notwendige Grundvoraussetzung anzusehen.[4] Da diese in der heutigen Kulturlandschaft selten geworden sind, ist ihr Schutz besonders wichtig.
Der Südteil des Haustenbecker Bogens im Raum zwischen Übungsplatz und der Grenze des Landschaftsraumes Senne wird, vergleichbar mit der nördlichen Senne, wieder stärker durch Siedlungs- und Kasernenflächen (Sennelager) sowie Sandabbaugebiete bestimmt. Insbesondere die Ausläufer des südlichen Dünenflügels sind im Zuge der Bebauungserweiterung in Mastbruch sowie weiter nördlich zwischen Schloß Neuhaus und Sennelager abgetragen worden.
Auch der Beginn des nördlichen Flügels des Dünenbogens im Bereich Staumühle zwischen den Silberbergen und der A33 ist durch zahlreiche bauliche Anlagen und Abgrabungen stark überprägt worden. Ab 1934 entstand hier ein großflächiges Kasernengelände, das heute als Justizvollzugsanstalt genutzt wird (Abb. 30).
Der Neubau der B 1 in den 1980er Jahren bewirkte die Zerschneidung und Vernichtung von Dünenfeldern im Süden des Haustenbecker Bogens besonders westlich und nördlich von Marienloh. Zudem werden kleinere Dünenbereiche bei Bad Lippspringe und Schlangen zwischen Strothe und Lutter tangiert. Südlich der B 1 liegt nordwestlich von Bad Lippspringe ein ausgedehntes Dünengebiet zwischen Waldfriedhof, Kurpark, Stadion und Strotheniederung. Hier haben durch die Einrichtung von Kuranlagen zahlreiche Veränderungen und Überprägungen stattgefunden. Vermutlich handelt es sich bei dieser großflächigen zusammenhängenden Dünensandzone um den Standort der von Pavlicic (1998) beschriebenen Sandwehen, die im Jahre 1811 die Gemarkungsflächen von Schlangen und Lippspringe bedrohten. Ein nördlicher Ausläufer dieses Dünengebietes an der K 95 ist durch Bebauung im Bereich des Sportplatzes verloren gegangen.

9. Schlussbemerkungen

Weite Heideflächen mit offenen Binnendünenfeldern prägten über Jahrhunderte das Landschaftsbild der Senne. Bedingt durch den Wandel der Landnutzung hat sich in den letzten knapp 100 Jahren die traditionelle Heidebauern-Kulturlandschaft in Richtung der heute vorherrschenden einförmigen Agrarlandschaft gewandelt. Größere Reste der historischen Landschaft haben bis heute innerhalb des Truppenübungsplatzes überlebt. Während dieses Wandels sind in der Senne enorme Bestandseinbußen und Schädigungen der Binnendünen eingetreten. Siedlungsdruck, Verkehrswegebau, Sandgewinnung und die Auswirkungen der militärischen Nutzungen sind hierfür hauptverantwortlich. Starke Veränderungen und Überformungen des natürlichen Reliefs sind daher insbesondere in den großstadtnahen Randbereichen der Senne eingetreten.
Der dargestellte Bestandsrückgang der Binnendünen trifft allerdings nicht nur für die Senne zu, sondern ist gleichsam in vielen (ehemals) dünenreichen Regionen

[4] http://www.uni-bielefeld.de/Universitaet/Einrichtungen/Zentrale%20Institute/IWT/FWG/Naturschutz/Einleitung.html

Nordwestdeutschlands zu verzeichnen. Im Allgemeinen sind auch hier Siedlungs- und Verkehrswegebau, industrielle Sandentnahme und landwirtschaftliche Einflüsse für den Verlust dieser extremen Sonderstandorte verantwortlich. Zusätzliche Beeinträchtigungen erfolgen bzw. erfolgten durch Aufforstungen, die eine zunehmende Verdrängung schützenswerter Sandmagerrasen zur Folge haben. Zudem führt in den letzten Jahrzehnten die hohe atmosphärische Stickstoff-Deposition zu einer Eutrophierung und damit zu einer Veränderung des Artenspektrums auf den ursprünglich nährstoffarmen Sandstandorten.

Aufgrund des im Untersuchungsraum noch vorhandenen Dünenbestandes von etwa 650 ha sowie der insbesondere auf dem Truppenübungsplatz Senne gut ausgebildeten typischen Sandlebensgemeinschaften, besteht für den Erhalt der Sennedünen eine hohe Verantwortung. Zudem wird die Bedeutung und Schutzwürdigkeit durch die Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie der Europäischen Union bestätigt, in der nach Anhang I offene Binnendünen als Lebensraumtyp von gemeinschaftlichem Interesse gelten. Bei ausreichender Größe (ab 2.500 m²) ist eine Bestandssicherung durch den § 62 Landschaftsgesetz NRW als geschützter Biotop gegeben. Eine weitere Zerstörung und Überprägung vorhandener Dünenbereiche ist daher zu vermeiden und eine Sicherung der Restvorkommen, auch kleinerer Fragmente anzustreben.

10. Literatur

Akademie für Raumforschung und Landesplanung (1983): Deutscher Planungsatlas - Ökologische Raumgliederung Beispiel „Rheinschiene“ und „Ostwestfalen-Lippe“. – Band 1 NRW Lfg. 39.

Brummund, G. (1992): Militär und Naturschutz - Truppenübungsplatz Senne – Hrsg. Regierungspräs. Detmold.

Geographisch Landeskundlicher Atlas von Westfalen (1985): – hrsg. von der Geographischen Kommission für Westfalen, Münster.

Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen: Geologische Karte von NRW 1:100.000 Blatt C 4318 Paderborn (1985) 2. Aufl., gefaltet mit Erläuterungen, Krefeld.

–: Geologische Karte von NRW 1:25.000 Blatt 4017 Brackwede (1982), Blatt 4117 Verl (1987) & Blatt 4218 Paderborn (1982), Krefeld.

Geologische Karte von Preußen und der benachbarten Bundesstaaten: Blatt 4018 Lage (1915); Blatt 4118 Senne (1912) – Hrsg. Königlich Preußische Geologische Landesanstalt, Berlin.

Grabert, H. (1952): Zur Dünenbildung im Münsterland. – Geolog. Jahrband 66: S. 693–701.

Gürtler, R. (1985): Mitte der Senne - Schloß Holte-Stukenbrock – ein Heimatbuch. – Flöttman Verlag Gütersloh.

Harbort, E. & K. Keilhack (1918): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und der benachbarten Bundesstaaten Blatt 4118 Senne – Hrsg. Königlich Preußische Geologische Landesanstalt, Berlin.

Harbort, E., K. Keilhack & J. Stoller (1917): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und der benachbarten Bundesstaaten, Blatt 4018 Lage – Hrsg. Königlich Preußische Geologische Landesanstalt, Berlin.

Harteisen, U. (2001): Spurensuche: Die Landschaft – ein Spiegelbild historischer landwirtschaftlicher Nutzungsformen. Die Senne in Ostwestfalen im 18.–20. Jahrhundert. – In: Ditt, K., R. Gudermann & N. Rüße (Hg.): Agrarmodernisierung und ökologische Folgen. Westfalen vom 18. bis zum 20. Jahrhundert, Forschungen zur Regionalgeschichte, Band 40: S. 329–369, Schöningh Verlag Paderborn.

Harteisen, U. (2000): Die Senne – Eine historisch ökologische Landschaftsanalyse als Planungsinstrument im Naturschutz. – Geographische Kommission für Westfalen, Dissertation.

Hesemann, J. (1975): Geologie Nordrhein-Westfalens – Band 2, Schöningh Verlag Paderborn.

Hils, C. (2000): Red land blue land. Mit Beiträgen von Rolf Schönlau u. Anna Eifert Körnig. – Ostfildern.

Hoerle, W. (1920): Die Dünen des münsterschen Heidesandgebietes. – Dissertation an der Westfälischen Wilhelmsuniversität Münster. - Abschrift von E. Th. Seraphim (1964) nach einem Exzerpt (nicht wörtlich zitiert) von A. Deppe, Bielefeld, etwa 1935 nach dem Original in der Heimatbücherei der Stadt Bielefeld.

Hutter C.-P., Ch. Schroeder & P. Rüther (2000): Senne und Teutoburger Wald - Natur erleben und entdecken. – Weitbrecht Verlag Stuttgart.

Keimer, H. (1981): Maßnahmen zum Schutze der Wasserwirtschaft und zur Beseitigung und Verhinderung von Landschaftsschäden im Truppenübungsplatz Senne. – In: Seraphim, E. Th. [Hrsg.] (1981): Beiträge zur Ökologie der Senne. 3. Teil: S. 231–238.

Koch, H. & G. Stratmann (1999): Das Dreieck in der Senne. – Kiper Verlag Bielefeld.

Maas, H. (1952): Die geologische Geschichte der westfälischen Dünen auf Grund der Bodenbildungen. –Dissertation an der Westfälischen Wilhelmsuniversität Münster.

Maasjost, L. & G. Müller (1977): Paderborn - Das Bild der Stadt und ihrer Umgebung. – Schöningh Verlag Paderborn.

Maasjost, L. (1939): Die Dünen der Senne. – Die Warte 7: S. 140–142.

– (1933): Landschaftscharakter und Landschaftsgliederung der Senne. – Inaugural-Dissertation zur Erlangung der philosophischen Doktorwürde der Philosophischen und Naturwissenschaftlichen Fakultät der Westfälischen Wilhelmsuniversität zu Münster (Westf.). 69 S. + 1 Karte, Emsdetten.

Machatschek, F. (1973): Geomorphologie. – 10. Aufl. Teubner Verlag Stuttgart.

Mense, W. (1992): Der archäologische und landschaftskundliche Lehrpfad. Der Gemeindebote Schlangen 61: S. 21–24.

Mertens, H. (1995): Die Böden des Raumes Bad Lippspringe – In: Pavlicic M.: Lippspringe - Beiträge zur Geschichte. Bonifatius Verlag Paderborn S. 29–43.

Mertens, H. (1980): Die Böden der Senne, ihre Nutzung und ihre Bedeutung für die Besiedlung der Landschaft. – In: Seraphim, E. Th. [Hrsg.] (1980): Beiträge zur Ökologie der Senne. 2. Teil: S. 9–35.

Müller-Wille, W. (1966): Bodenplastik und Naturräume Nordrhein Westfalens. – Spieker 14.

– (1960): Natur und Kultur in der oberen Emssandebene. – Decheniana 113: S. 244-323.

Pavlicic, M. (1998): Sandwehen bedrohten Lippspringe und Schlangen. – Die Warte 99: S. 4–5.

Petri, F. (1957): Der Wirtschaftsraum Bielefeld und das Planungsvorhaben Sennestadt. – Aschendorff Verlag Münster.

Pieper, P. A. (1841): Über die Heilwirkungen der Arminius-Quelle in Lippspringe, besonders gegen Brustkrankheiten – Crüwell Verlag Paderborn.

Piesczek, U. (1992): Truppenübungsplatz Senne - Zeitzeuge einer hundertjährigen Militärgeschichte; Chronik, Bilder, Dokumente – 2. Aufl. Bonifatius Verlag Paderborn.

Pyritz, E. (1972): Binnendünen und Flugsanddecken im Niedersächsischen Tiefland. – Göttinger Geograph. Abhandlungen 61.

Press, F. & R. Siever (1995): Allgemeine Geologie. – Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg.

Reichmann, A. (2000): Die Fauna der Silikatmagerrasen und Heiden im Bereich des Truppenübungsplatzes Senne. – In: Fachtagung Biotopmonitoring in NRW: Heiden, Sandtrocken- und Borstgrasrasen.-12.–13. Februar 1998 in Hamm. – Recklinghausen: Natur- und Umweltschutzakademie des Landes Nordrhein-Westfalen. S. 50–60 (NUA-Hefte / Band 6)

Retzlaff, H. (1989): Insektenfauna und Ökologie der Binnendünen in der südlichen Senne, Teil I. Dünenhabitate: Gliederung, Vegetation und Indikatorarten, Gefährdung und Schutzmaßnahmen – In: Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Ostwestfälisch-Lippischer Entomologen im Naturwissenschaftlichen Verein für Bielefeld und Umgegend e.V.

Rüther, P. & Chr. Venne (2005): Beweidung mit Senner Pferden auf trockenen Sand-Standorten – erste Ergebnisse – In: Bewahren durch Dynamik: Landschaftspflege, Prozeßschutz, Beweidung. Hrsg. Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, Laufen.

Sandachse Franken (2002): Sandgestöber Aktionsmappe. – Selbstverlag Erlangen.

Schirrmann, R. (Hrsg.) (1928): Unsere Senne. – Selbstverlag „Arbeitsgemeinschaft Kinderdorf Staumühle“, Altena (Westfalen).

Schneider, P. (1952): Natur und Besiedlung der Senne. – Spieker 3: S. 5–43.

Schwanitz, Chr. (1997): Waldentwicklung in der Senne. – In: Biologische Station Senne (Hrsg.) Naturschutzfachliches Leitbild Senne Band 1 & 2.

Seraphim, E. Th. (2008): Binnendünen - Landschaftsformen der Senne als Zeugen von 11.000 Jahren Erdgeschichte. – In: 100 Jahre Natur erforschen, Vielfalt erleben. Jubiläumsband des Naturwissenschaftlichen Vereins für Bielefeld und Umgegend e.V., Bielefeld: S. 178–184.

– (1997): Geologie, Relief, Boden, Vegetation. – In: Biologische Station Senne (Hrsg.) Naturschutzfachliches Leitbild Senne Band 1 & 2.

– (1991): Geomorphologie und Naturräume. Begleittext und Kartenentwürfe zum Doppelblatt „Geomorphologie und Naturräume“. – In: Geographisch Landeskundlicher Atlas von Westfalen Lieferung 6. Hrsg. Geographische Kommission für Westfalen, Münster: S. 23-48.

– (1986): Spätglazial und Dünenforschung. Eine kritische Erörterung des spätglazialen Luftdruck- und Wind-Systems H. Posers. – Westfälische Geographische Studien (Münster) 42: S. 119–136.

– (1985): Dünen, Flugsanddecken und Löß. – In: Geographisch Landeskundlicher Atlas von Westfalen. Hrsg. von der Geographischen Kommission für Westfalen, Münster: S. 1–21.

– (1982): Entstehung, Vorkommen und Bedeutung der Binnendünen in Lippe. – Heimatland Lippe 75. Jg., Nr. 5: S. 136–139.

– (1978): Erdgeschichte, Landschaftsformen und geomorphologische Gliederung der Senne. – In: Seraphim, E. Th. [Hrsg.]: Beiträge zur Ökologie der Senne. 1. Teil: S. 7–24.

Siekmann, R. (2004): Eigenartige Senne. – Lippische Studien Band 20, Landesverband Lippe.

Skupin, K. (1994): Aufbau, Zusammensetzung und Alter der Flugsand- und Dünenbildungen im Bereich der Senne. – Geologie und Paläontologie in Westfalen 28: S.41–72.

– (1987): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen Blatt 4117 Verl. – Geologisches Landesamt NRW, Krefeld.

– (1982): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen Blatt 4218 Paderborn. – Geologisches Landesamt NRW, Krefeld.

Sprenger, H. (1939): Haustenbeck ein Buch der Erinnerung. – 2. Aufl. Sonderveröffentlichungen des Naturwissenschaftlichen Vereins für das Land Lippe, Detmold.

Stecker, P. (1968): Aus der Geschichte unseres Dorfes. – Hrsg. Gemeindeverwaltung Lipperreihe.

Straßmann, A. (2005): Nordwestenwind, Du Heidekind, wehst uns den Sand zu Bergen. – Heimatpflege in Westfalen 18. Jg., Nr.4: S. 1–7.

Teichmann, L. & S. Wolf (2000): Naturparadies Senne. – Bonifatius Verlag Paderborn.

Thorwesten, K. & D. Thorwesten (2000): Die alten Grenzsteine der preußisch-lippischen Grenze in der Senne. – Kiper Verlag Bielefeld.

Vormbrock, K. (1951): Entschwundene Gestalten. – In: Gemeindeverwaltung Senne I (Hrsg.): Senne I in Vergangenheit und Gegenwart. Dt. Heimat-Verl. Bielefeld: S. 187.

Wächter, H. J. (1999): Zum Einfluss des prähistorischen Menschen auf die Ausbildung der Sennelandschaft – Modell einer Landschaftsentwicklung. – Bericht des Naturwissenschaftlichen Vereins für Bielefeld und Umgegend 40: S. 171–237.

Wasgindt, R. H. (1980): Sennestadt Geschichte einer Landschaft. – 2. erw. Aufl. Hrsg. Sennestadt GmbH.

Wehrmann, V. (1978): Die Senne in alten Ansichten und Schilderungen. – Detmold.

Westfälischer Naturwissenschaftlicher Verein (Hrsg.) (2004): Dünen und trockene Sandlandschaften - Gefährdung und Schutz - Tagungsband zur Veranstaltung am 6.10.2003 im Westfälischen Museum für Naturkunde. – Verlag Wolf & Kreuels Münster

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des Naturwissenschaftlichen Verein für Bielefeld und Umgegend

Jahr/Year: 2010

Band/Volume: 49

Autor(en)/Author(s): Quante Alexander

Artikel/Article: Die Binnendünen der Senne - eine Übersicht über Entstehung, Verbreitung und Bestand - 21-55