

**Fauna und Flora
in
Rheinland-Pfalz**
Zeitschrift für Naturschutz

**Beiheft 9
(1993)**

PETER SABEL

**Kommunale Waldökostation Remstecken (Koblenz) —
ein Beitrag zur Planung und Nutzung
außerschulischer Lernorte
in Zusammenarbeit von Schule und Gemeinde
mit einer exemplarischen Darstellung
der Arbeitsweisen am Beispiel »Boden«**

**Gesellschaft für Naturschutz und Ornithologie
Rheinland-Pfalz e. V.**

BIO I 90,682/Beih.9

Inw. 2000/14,258

Fauna und Flora
in
Rheinland-Pfalz
Beiheft 9
(1993)

Zeitschrift für Naturschutz
Zuvor erschienen als »Naturschutz und Ornithologie
in Rheinland-Pfalz« (Bd. 1-4, 1978-1987)

Herausgeber:
Gesellschaft für Naturschutz und Ornithologie Rheinland-Pfalz e.V.
Sitz: Landau
Anschrift: Bachgasse 4, 56377 Nassau/Lahn
Postscheckkonto: 47514-677 Ludwigshafen am Rhein

Schriftleitung und Redaktion:
CHRISTOPH KOLMET, Bachgasse 4, 56377 Nassau/Lahn

Alle Rechte der Vervielfältigung und auszugsweisen Wiedergabe liegen beim
Herausgeber. Für den Inhalt ist nur der Verfasser verantwortlich.

Bezugsadressen:
GNOR, Bachgasse 4, 56377 Nassau/Lahn
Dr. PETER SABEL, Mittelstraße 7, 56412 Großholbach

Erscheinungsort:
Landau

Druck:
Druckerei Oertel, 56626 Andernach

Wir danken dem Umweltministerium für die finanzielle Unterstützung bei der
Herausgabe dieses Heftes.

Umschlagsbild:
Emblem der Ökostation Remstecken
Zeichnung: H. HASS, Koblenz

ISSN 0938-7684

Dank

Diese Arbeit möchte ich all denen widmen, die meinen bisherigen Lebensweg prägend mitgestaltet haben.

Von Herrn StD. H. HASS (Görres-Gymnasium, Koblenz) wurde die vorliegende Arbeit im Rahmen der Gymnasiallehrausbildung betreut. Ihm gilt für seine großzügige Unterstützung, seine zahlreichen Anregungen, Hinweise und Hilfen mein aufrichtiger Dank.

Zu großem Dank verpflichtet bin ich Herrn Dr. E. FISCHER für seine Unterstützung bei den vegetationskundlichen Aufnahmen, sowie meinem Bruder Dr. K.-J. SABEL für die Hilfen bei Bohrarbeiten und gemeinsamen Geländebegehungen.

Ebenso herzlich danke ich der Gesellschaft für Naturschutz und Ornithologie Rheinland-Pfalz für die Drucklegung dieser Arbeit.

Dank gebührt auch C. KOLMET, C. RENKER und M. ZILOVA für die redaktionelle Bearbeitung des vorliegenden Bandes.

Mein besonderer Dank gebührt schließlich meinen Eltern, die durch ihre Bescheidenheit mein Studium ermöglichten.

Vervielfältigungsgenehmigung

Für die topographischen Karten Blatt-Nr. L 5611, L 5711 und C 5910, Deutsche Grundkarten bzw. Luftbildkarten Blatt Remstecken und Kondermühle sowie für die dreidimensionale, zentralperspektivische Darstellung des digitalen Höhenmodells im Bereich Remstecken liegen Vervielfältigungsgenehmigungen vor.

Im einzelnen:

- Topographische Karten 1:25000 bzw. 1:100000, Blatt-Nr. L 5611, L 5711 bzw. C 5910, Vervielfältigungsgenehmigung: 446/92
- Deutsche Grundkarten (Luftbildkarten) 1:5000, Blatt Remstecken und Kondermühle, Vervielfältigungsgenehmigung: 169/92
- Digitales Höhenmodell im Bereich Remstecken, Vervielfältigungsgenehmigung: Az. 2.3668-6 vom 10. 10. 92

Inhalt

Seite

1.	Einleitung	
1.1	Anstelle eines Vorwortes	5
1.2	Eine Idee wird vorgestellt: Kommunale Waldökostation am Remstecken	5
1.3	Zielsetzung und Aufbau der Arbeit	6
2.	Beschreibung des Untersuchungsgebietes	7
2.1	Lage und Abgrenzung des Untersuchungsgebietes	7
2.2	Zur Geschichte des linksrheinischen Stadtwaldes	8
2.3	Der Remstecken im Wandel der Zeit	13
2.4	Zur Geologie und Bodenkunde am Remstecken	16
2.5	Die Flora des Untersuchungsgebietes	24
2.6	Wildgehege Remstecken	38
2.7	Lehrpfade im Umfeld des Remstecken	39
2.7.1	Der Waldlehrpfad	39
2.7.2	Der Geologisch-Landeskundliche Lehrpfad	42
2.7.3	Der Archäologische Wanderweg	49
3.	Konzept für die Kommunale Waldökostation Remstecken	59
3.1	Ziele und Aufbau der Ökologiestation Remstecken	59
3.2	Aufbau und Ausstattung der Ökostation Remstecken — Die Funktionselemente des Koblenzer Umwelt-Zentrums	60
3.2.1	Naturlehrgebiet (Funktionselement 1)	61
3.2.2	Naturlehrgebäude (Funktionselement 2)	69
3.2.3	Lehrpfade und Wildgehege (Funktionselement 3)	72
3.2.4	Das Funktionselementsystem in der Übersicht	72
3.2.5	Kosten	73
3.2.6	Träger der Waldökostation	73
3.3	Nutzungs- und Veranstaltungskonzept	74
3.3.1	Ziele und Arbeitsschwerpunkte	74
3.3.2	Veranstaltungsprogramm	74
3.4	Didaktisch-methodische Überlegungen	75
3.4.1	Koordination zu den Lehrplänen	76
3.5	Kommunale Waldökostation Remstecken in Steckbriefform	78
4.	Einführung in die Pedogenese am Remstecken	80
4.1	Möglichkeiten des Unterrichtens im Freiland mittels Exkursionen	80
4.1.1	Exkursionen und Unterrichtsgänge als sinnvolle Ergänzung zum Biologieunterricht	81
4.1.2	Vorbereitung einer Exkursion	82
4.2	Bodenkunde in Stichworten	83

4.2.1	Mineralische Bestandteile	83
4.2.1.1	Gesteine	83
4.2.1.2	Minerale	83
4.2.2	Verwitterung	84
4.2.3	Stoff-Neubildung	85
4.2.4	Bodenart	85
4.2.5	Organische Bestandteile	86
4.2.6	Physikalische und chemische Eigenschaften des Bodens	86
4.2.6.1	Ionenaustausch	86
4.2.6.2	Bodenazidität	87
4.2.7	Bodenentwicklung, Bodenbildung	88
4.2.7.1	Faktoren der Bodenentwicklung	88
4.2.7.2	Prozesse der Bodenbildung	90
4.2.7.2.1	Verwitterung und Mineralbildung	90
4.2.7.2.2	Humusbildung — Humusformen	90
4.2.7.2.3	Tonverlagerung (Lessivierung, Illimerisation)	92
4.2.7.2.4	Podsolierung	92
4.2.7.2.5	Hydromorphierung	93
4.2.7.2.6	Salz- und Kalkverlagerung	93
4.2.7.2.7	Turbation	94
4.2.8	Das Bodengefüge als Lebensraum	94
4.2.9	Wasserhaushalt des Bodens	95
4.2.10	Bodensystematik	95
4.2.11	Beschreibung einiger wichtiger Bodentypen	96
4.3	Interdependenz und Relevanz des Themas Bodenbiologie bzw. -geographie in der Schule	98
4.3.1	Interdependenz	98
4.3.2	Relevanz des Themas	99
4.3.2.1	Wozu dienen bodenkundliche Untersuchungen?	99
4.3.2.2	Umwelterziehung am Beispiel der Bodengefährdung	99
4.4	Einführung in die Bodengeographie am außerschulischen Lernort Remstecken	100
4.5	Benötigte Arbeitsgeräte und -mittel	107
4.6	Unterrichtsmaterialien zur bodenkundlichen Exkursion am Rem- stecken	107
5.	Resümee	119
6.	Literaturverzeichnis	120

1. Einleitung

1.1 Anstelle eines Vorworts

Herr K. und die Natur

Befragt über sein Verhältnis zur Natur, sagte Herr K.: »Ich würde gern mitunter aus dem Haus tretend ein paar Bäume sehen. Besonders da sie durch ihr der Tages- und Jahreszeit entsprechendes Andersaussehen einen so besonderen Grad von Realität erreichen. Auch verwirrt es uns in den Städten mit der Zeit, immer nur Gebrauchsgegenstände zu sehen, Häuser und Bahnen, die unbewohnt leer, unbenutzt sinnlos wären. Unsere eigentümliche Gesellschaftsordnung läßt uns ja auch die Menschen zu solchen Gebrauchsgegenständen zählen, und da haben Bäume wenigstens für mich, der ich kein Schreiner bin, etwas beruhigend Selbständiges, von mir Absehendes, und ich hoffe sogar, sie haben selbst für die Schreiner einiges an sich, was nicht verwertet werden kann.« »Warum fahren Sie, wenn Sie Bäume sehen wollen, nicht einfach manchmal ins Freie?« fragte man ihn. Herr Keuner antwortete erstaunt: »Ich habe gesagt, ich möchte sie sehen aus dem Haus tretend« (BRECHT, B. 1971).

1.2 Eine Idee wird vorgestellt: Kommunale Waldökostation Remstecken

Für den einzelnen wie für die Menschheit insgesamt sind die Beziehungen zu unserer Umwelt zu einer Existenzfrage geworden.

Es gehört daher zu den dringlichsten Aufgaben der Stadt Koblenz, bei ihren Bürgerinnen und Bürgern Bewußtsein für Umweltfragen zu erzeugen, die Bereitschaft für den verantwortlichen Umgang mit Umwelt zu fördern und zu einem umweltbewußten Verhalten zu erziehen. Diese gesellschaftspolitischen Zielvorstellungen sind z. B. mit Hilfe von »Kommunalen Ökostationen« zu verwirklichen. Solche auf Stadt- oder Landkreisebene eingerichtete Ökostationen bieten eine unverzichtbare Hilfe für die Umsetzung ganzheitlicher Umwelterziehung »vor Ort« - im Vorschul- und Schulbereich ebenso wie in der Erwachsenenbildung.

Eine Ökostation ermöglicht es allen Benutzern, den Zugang zur eigenen Umwelt und deren Problemen zu finden.

Eine Leitlinie für die gesamte Arbeit einer Ökostation sollte die ökologische Bewertung der Umgebung, der Gemeinde, des Landkreises und der Region sein. So könnte jede Gruppe, die an der Ökostation arbeitet, über ihr jeweiliges unterschiedliches Einzelziel hinaus zugleich einen Beitrag zur Erfassung, Bewertung und Verbesserung der lokalen und regionalen Umwelt leisten. In Zusammenarbeit von Stationsleitung und Nutzerkreis werden Untersuchungsergebnisse gesammelt und an Interessierte weitergegeben. Die Ökostation stellt auch Kontakte zwischen den verschiedenen Benutzergruppen her und bezieht die Öffentlichkeit durch gezielte Arbeit — Ausstellungen, Führungen, Presseerklärungen, Herausgabe von Dokumentationen, Umweltführern und Unterrichtshilfen — mit ein. Dadurch ermöglicht die Waldökostation seinen Benutzern das Einmischen in Umweltprozesse und bewirkt so Partizipation.

Die Ökostation wird sich so zu einem kompetenten Ansprechpartner für alle an Umweltfragen interessierten Bürgerinnen und Bürger entwickeln und damit Umwelterziehung und Umweltbildung für die gesamte Stadt (Region) leisten.

Für die Errichtung einer solchen Ökostation ist der Remstecken als traditionelles Naherholungs- und Wandergebiet besonders geeignet. Neben der guten Erreichbarkeit durch den öffentlichen Personennahverkehr und den schon vorhandenen Parkplätzen besitzt der Remstecken ein einzigartiges »Naturkapital« in Form einer Vielzahl von naturnahen Biotopen. Hinzu kommen die reichen »Kulturdenkmäler« im Remstecker Waldgebiet. Überdies ist der Remstecker Hof schon jetzt Ausgangszentrum für eine Vielzahl von Rundwanderwegen und Sehenswürdigkeiten wie Wildgehege, Waldlehrpfad, Teiche und Vogelvolieren. Somit ist eine praxisorientierte Nutzungsmöglichkeit durch alle Altersstufen und Gesellschaftsschichten gewährleistet.

Für ein ökologisches Waldzentrum Koblenz auf dem Remstecken als kommunale Umweltstation sprechen viele Gründe, u. a.:

- In der näheren Umgebung von Koblenz gibt es keine einschlägige Einrichtung für Natur- und Umweltbelange und dies zu einer Zeit, in der viele Bürger ein gesteigertes Informationsbedürfnis haben. Die Situation in Koblenz ist typisch für Rheinland-Pfalz. Bei Einrichtung eines solchen Zentrums könnte Koblenz als »Vorreiter« ein Beispiel geben.
- Als Oberzentrum besitzt Koblenz viele Schulen, deren Lehrpläne in zunehmender Weise auf Belange der Ökologie und Umwelt ausgerichtet sind.
- Koblenz ist zentraler Ausbildungsort für viele pädagogische Berufe (Universität, Fachhochschulen, Berufsschulen, Lehrerseminare, u. ä.). Für die Aus-, Fort- und Weiterbildung wäre ein lokales Umweltzentrum von großer Bedeutung.
- Die Stadt Koblenz selbst benötigt eine zentrale Präsentationsstelle für Natur- und Umweltthemen, sowohl für Einzelereignisse (z. B. Tag des Baumes, Tag der Umwelt, u. ä.) als auch für Dauerausstellungen (Stichwort »Waldmuseum«). Bei genügender Größe kann das Zentrum z. B. auch der Stadtranderholung in den Ferien dienen in Zusammenarbeit mit dem Stadtjugendamt oder Jugendgruppen (z. B. Pfadfinder).

1.3 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit soll die Möglichkeiten der zu gründenden Waldökostation Remstecken als Einrichtung für Umwelterziehung und Naturschutz aufzeigen. Sie dient als Grundlage für die weitere Planung und Entwicklung.

Die Anliegen des Verfassers sind, die Notwendigkeit von »Umweltzentren« für die Umwelterziehung herauszustellen, eine Standortbeschreibung aus historischer, floristischer und geologisch-bodenkundlicher Sicht für das Gebiet Remstecker Hof vorzulegen und ein entsprechendes Nutzungskonzept vorzubereiten. Am ausführlichsten wird dabei auf die Gestaltung des Naturlehrgebietes eingegangen.

Am Beispiel: »Einführung in die Pedogenese des Remstecken«, werden die »Serviceleistungen« einer geplanten Ökostation stellvertretend konkretisiert.

2. Beschreibung des Untersuchungsareals

Im folgenden Kapitel soll das vorhandene »Naturpotential« des Remstecken und des linksrheinischen Koblenzer Stadtwaldes vorgestellt werden.

Die vorweggestellte geschichtliche Standortbestimmung verdeutlicht die jeweilige Zeitsituation und soll retrospektiv nicht zu kritischer Würdigung führen, sondern vielmehr Hilfe sein für zukünftiges Handeln.

2.1 Lage und Abgrenzung des Untersuchungsgebietes

Die Stadt Koblenz liegt zum größten Teil auf dem linken Rheinufer an der Einmündung der Mosel in den Rhein. Auf der gleichen Rheinseite liegt im Süden von Koblenz der ca. 1650 ha umfassende linksrheinische Stadtwald. Bis zu 385 m ü. NN gelegen (Kühkopf), gehört der Stadtwald aus geologischer Sicht zum Rheinischen Schiefergebirge. Naturräumlich ist das Untersuchungsgebiet dem Hunsrück zuzuordnen. »Die Nordgrenze des Stadtwaldes stößt an die südlich der Stadt liegende Karthäuser-Hochfläche. Die Westgrenze verläuft auf den Höhen der zur Mosel abfallenden Berghänge und die Ostgrenze gleichartig auf den Rheinhöhen« (vgl. SPINDLER, R. 1925). Nach Süden bilden die Gemeinden Waldesch und Mariaroth die Grenzlinie des bis zu 15 km tiefen Stadtwaldes.

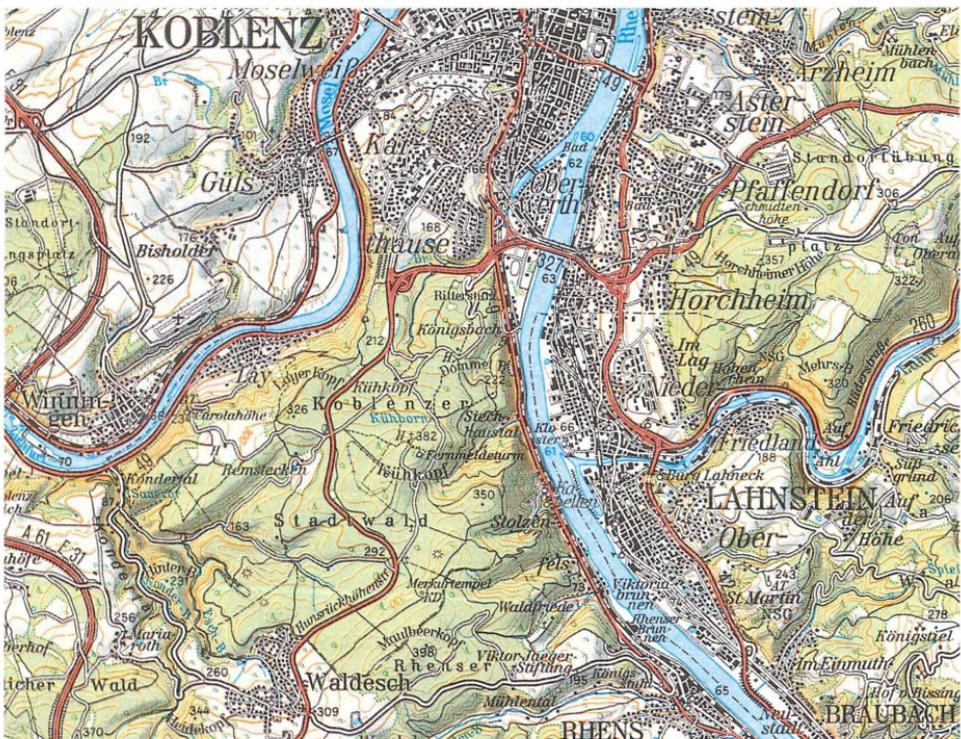


Abb. 1: Linksrheinischer Stadtwald mit dem Wildgehege Remstecken (Ausschnitt: TK 100, C 5910)

Fährt man von Koblenz kommend die Hunsrückhöhenstraße in Richtung Waldesch, so liegt auf der rechten Seite am Ende einer langen Steigung das Wildgehege Remstecken (Rechtswert: 339660; Hochwert: 557560) inmitten des linksrheinischen Koblenzer Stadtwaldes. Der Remstecker Hof umfaßt eine Fläche von ca. 15 ha, die seit mehr als 200 Jahren überwiegend als Weide und Wiese genutzt werden. Bis zu 320 m ü. NN gelegen, ist der Remstecken zu einem der beliebtesten Naherholungsgebiete für die Stadtbewohner von Koblenz geworden. Die Untersuchungsflächen am Remstecken umfassen neben dem Wildgehege den Remstecker Bach und den unteren Teil des Eschbaches bis zur Kondermühle. Die folgenden Abbildungen verdeutlichen die Lage und Abgrenzung des Untersuchungsgebietes Remstecken.

2.2 Zur Geschichte des linksrheinischen Stadtwaldes

Die linksrheinische Stadtwaldentwicklung wird durch die wirtschaftlichen und politischen Strömungen der jeweiligen Epochen und der sich daraus ableitenden Einstellung des Menschen zu Landschaft und Raum geprägt.

Während heute der großstadtnahe Wald überwiegend Erholungs- und Schutzcharakter hat, wurde in der Vergangenheit der Holz- und Landwirtschaft erste Priorität eingeräumt.

So ist es nicht verwunderlich, daß große Gebiete des Stadtwaldes in vergangenen Jahrhunderten zeitweise besiedelt und landwirtschaftlich genutzt wurden.

Die wohl älteste menschliche Siedlung im Stadtwald befand sich auf dem Dommelberg und wurde im 10. Jahrhundert vor Christus in der Urnenfelderepoche angelegt. Vermutlich wurde die Anlage im 5. Jahrhundert vor Christus zerstört und aufgegeben.

Eine erneute, starke Besiedlung erfolgte in der römischen Zeit. Belegt wird dies durch zahlreiche Funde im heutigen Stadtwaldgebiet. Mit der fränkischen Landnahme im 5. Jahrhundert nach Christus fand die kontinuierliche Besiedlung des Waldes wohl ihr endgültiges Ende.

Für die Zeit des frühen und hohen Mittelalters liefern die Quellen nur spärliche Nachrichten. Im Jahr 1153 übereignete Erzbischof Hillin dem Benediktinerkloster auf dem Beatusberg in Absprache mit den Bürgern von Koblenz den sogenannten »Camervorst«. Unklar ist, ob sich dessen Gebiet mit dem heutigen Stadtwald deckt.

Bekannt ist aber, daß das frühmittelalterliche germanische Recht, nachdem jedem Freien die Nutzung des Waldes und der Jagd erlaubt war, mit steigender Bevölkerungsentwicklung zu einer starken Devastierung des Waldes führte. So sperrte die Stadt Koblenz schon im Spätmittelalter (1330) kurzfristig ihren Wald jenseits der »Boicher Bach« für jegliche Holzentnahme bei Androhung einer Strafe von fünf Mark. Über das Resultat ist nichts bekannt. Doch wurden solche Maßnahmen wohl nur halbherzig betrieben und von den Bürgern unterlaufen. Ein weiteres Beispiel für den frühen Waldschutz ist der Entwurf einer städtischen Waldordnung aus der Mitte des 16. Jahrhunderts, die den Stadtwald in einen Vorder- und Hinterwald einteilte, die Bestellung von Förstern und Waldaufsehern vorschrieb und die einzelnen Nutzungsrechte genauer

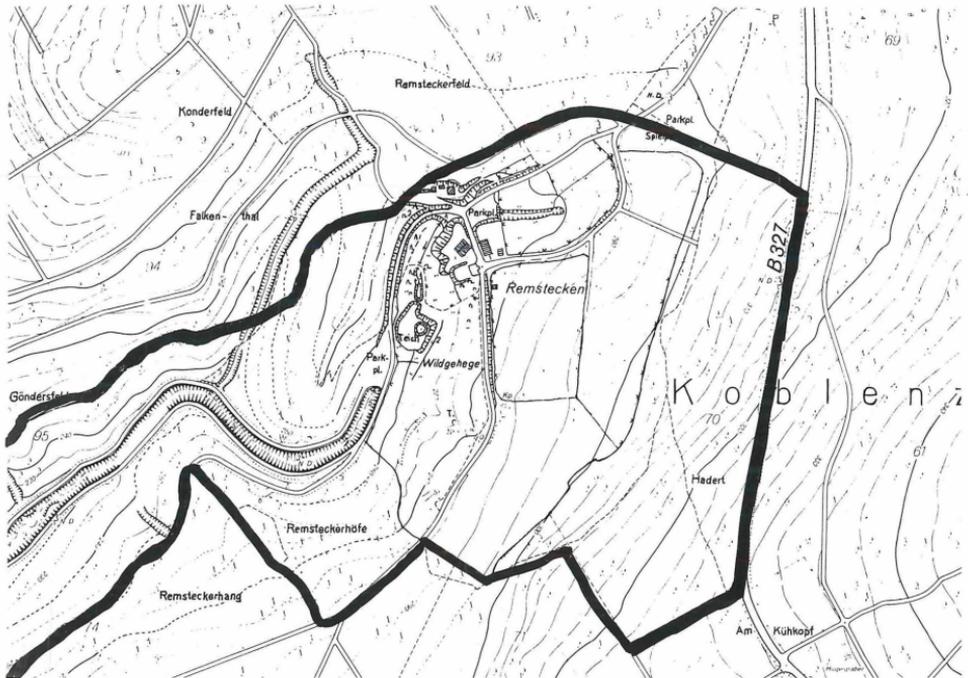


Abb. 2: Untersuchungsgebiet (—): Wildgehege Remstecken, Remstecker Bach, Eschbach bis zur Kondermühle (Ausschnitte: Deutsche Grundkarten, Blatt Remstecken und Kondermühle)

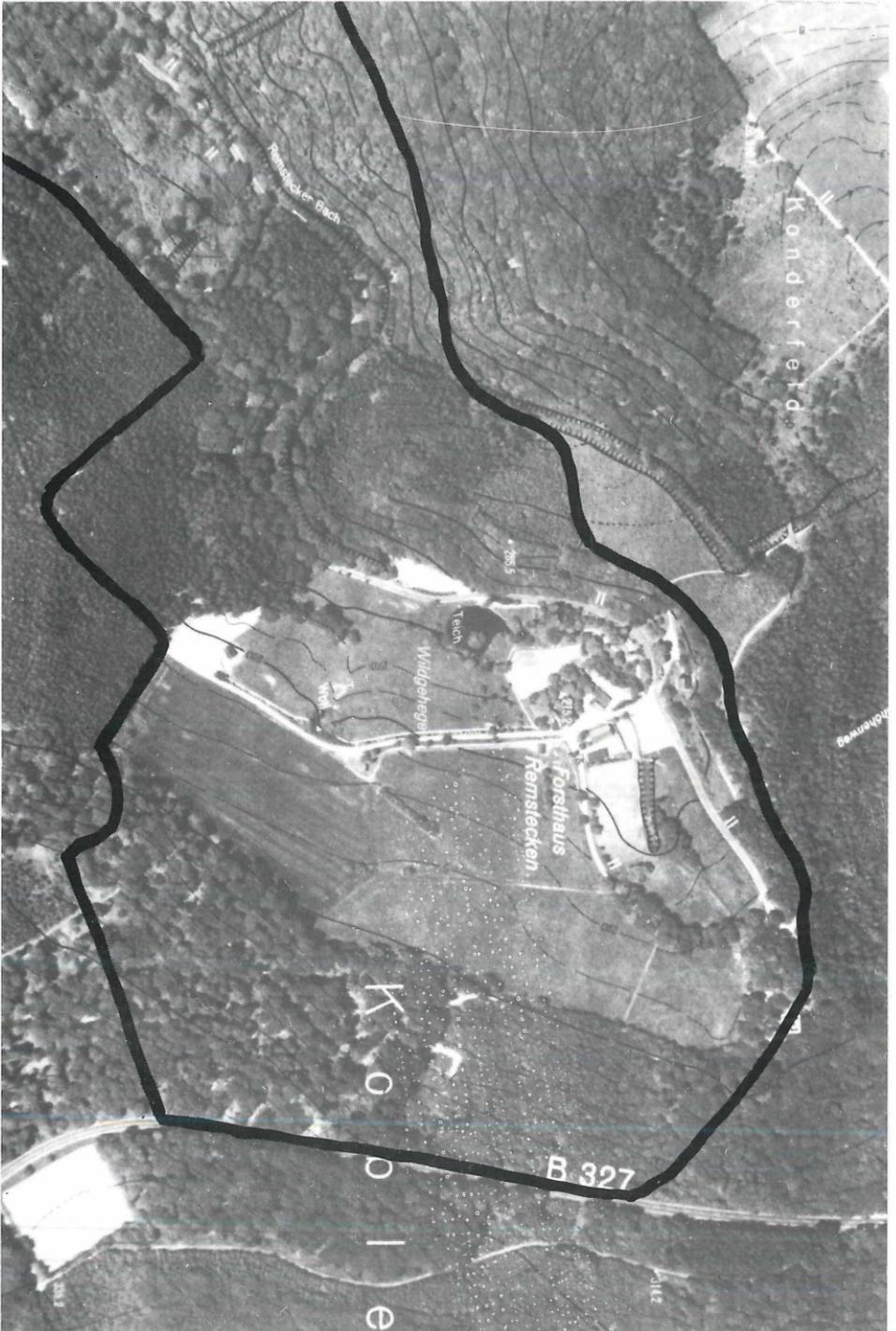


Abb. 3: Untersuchungsgebiet (—): Wildgehege Remstecken, Remstecker-Bach
(Ausschnitt: Deutsche Luftbildkarte, Blatt Remstecken)

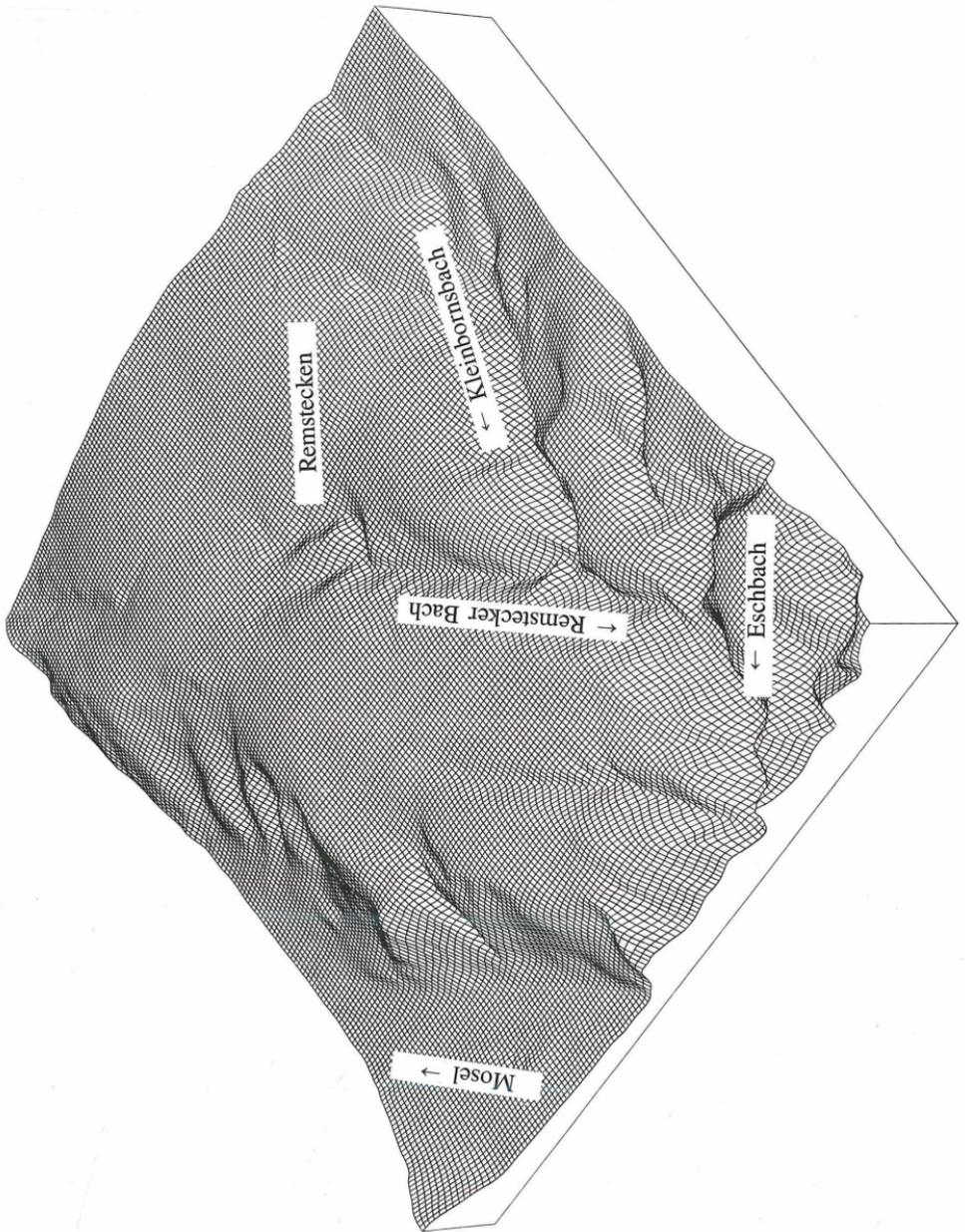


Abb. 4: Digitales Höhenmodell vom Untersuchungsgebiet Remstecken

umriß. Doch an der Umsetzung scheint es gemangelt zu haben. So ging man mit Beginn des 18. Jahrhunderts dazu über, feste »Waldtage« einzuführen, an denen das Holzeinsammeln »ohne Axt und Haue« erlaubt war. Im Jahr 1784 erfolgte dann das endgültige Verbot der selbständigen Brennholzentnahme aus dem Stadtwald und die Verteilung des Brennmaterials durch einen städtischen »Holzadmodiator« (vgl. KÜLGES, M. 1993).

Trotz all dieser Maßnahmen war der Raubbau am Wald gegen Ende des 18. Jahrhunderts so groß, daß die Stadt nicht mehr in der Lage war, ihren Bürgern das im Jahr 1469 verbriefte Recht auf kostenloses Bauholz zu gewähren. Der Bedarf an Holz für die Stadterweiterung unter Kurfürst Clemens Wenzeslaus, der Floßholzhandel mit den Holländern, Meilerholz zur Gewinnung von Holzkohle, Eichenholz für Weinbergpfähle und Faßdauben, Schwellenholz und Holz für die Eisenhütten hatten den Koblenzer Wald 1719 »so elend zu Grunde gerichtet, daß nur noch wenige Jahre erforderlich sind, um ihn ganz in Grund zu verheeren« (WIRZ, F. & U. LIESSEM 1980).

Der Wald diente dem Koblenzer Bürger aber nicht nur als Holzlieferant, sondern auch als Weide und zur Laubstreugewinnung für sein Vieh. So wurden zur Sommerzeit bis zu 600 Stück Rindvieh während des 17. und 18. Jahrhundert zur »Blumen- und Butterweide« in den Wald getrieben. Im Herbst ließ man Schweine zur »Schmalzweide«, also zur Eichel- und Bucheckernmast in den Wald. Dazu kamen noch die Schafherden, von denen allein der Remstecker Hof mehr als 500 Tiere besaß.

Schon im Jahr 1491 hatte die Koblenzer Karthause wegen der übermäßigen Nutzung ihres Eichenwaldes durch den Viehbetrieb der Gemeinde Lay den Trierer Kurfürsten um Abhilfe gebeten. Dieser entschied, daß der besagte Eichenwald in vier Schläge einzuteilen sei, von denen jährlich ein Schlag ausgehauen und für den Viehautrieb gesperrt werden sollte. Diese Art der Waldbeweidung setzte sich aber erst im 18. Jahrhundert durch.

Entsprechend der Bewirtschaftung des Waldes beschränkte sich die Verwaltung des Forstes hauptsächlich auf eine Überwachungstätigkeit mehrerer sogenannter »Waldförster«. Besondere Forstverwaltungsbehörden und ausgebildete Forstbeamte gab es nicht. Zum »Waldförster« konnte jeder Bürger der Stadt Koblenz ohne Ansehen von Stand und Beruf gewählt werden. Die Höhe ihrer Gesamtbezüge entsprach aber meist kaum den Auslagen und konnte keinesfalls den durch die Vernachlässigung der beruflichen Tätigkeit entgangenen Gewinn ersetzen, so daß jeder Waldförster »sein Amt mehr oder weniger umfangreich zum eigenen Vorteil nutzte« (WIRZ, F. & U. LIESSEM 1980). Erst 1775 stellte der Stadtrat einen forstwirtschaftlich ausgebildeten »städtischen Jäger« ein.

Trotzdem nahmen während des 18. Jahrhunderts die Waldverwüstungen ständig zu. Die Ursachen lagen zum einen im Fehlen einer planmäßigen forstlichen Bewirtschaftung und zum anderen in den Nutzungsrechten etlicher Gemeinden im Umkreis von Koblenz, deren Überschreitungen städtischerseits kaum zu kontrollieren waren.

Besonders die prekaristischen Rechte der Gemeinden Waldesch, Lay, Kapellen und des Karthäuser-Hofes auf die Entnahme von Raff- und Leseholz, auf Wasser und Weide für das Hornvieh und auf das Sammeln von trockenem Laub führten zu einem enormen Waldfrevel. Erst im Jahr 1922 konnte die Stadt Koblenz sich gegenüber den Gemeinden Lay und Waldesch von diesen Nutzungsrechten durch Geld und Sachleistungen freikaufen.

Mit Beginn des 19. Jahrhunderts, unter französischer Herrschaft zeichnete sich eine Besserung im Forstwesen ab. Ein Gesetz von 1803 verbot für die nächsten 25 Jahre alle Rodungen im Stadtwald. Ein Erlaß von 1805 stellte die Plenterwirtschaft auf Mittelwald- bzw. Hochwaldbewirtschaftung um.

Im Jahr 1840 wird der letzte landwirtschaftliche Betrieb im Stadtwald (Remstecken) stillgelegt und in eine Försterei umgewandelt.

Zu Beginn dieses Jahrhunderts vollzog sich der teilweise Wandel vom Nutz- zum Erholungswald. Deutlich wird dies in der von Oberförster Dr. GERHARD im Jahr 1909 vorgeschlagenen Aufteilung des städtischen Waldes in drei Zonen:

Zone I: Sogenannter Vorderwald in Stadtnähe. Hier wird im Jahr 1909 der Parkwald an der Rittersturzauffahrt begründet. Schon damals hatte die Erholung hier einen höheren Stellenwert als die Forstwirtschaft.

Zone II: Ästhetik und Forstwirtschaft sind hier gleichwertig.

Zone III: Sogenannter Hinterwald: Hier steht die Forstwirtschaft im Vordergrund.

Die touristische Erschließung wird besonders durch den Koblenzer Verschönerungsverein forciert, der z. B. im Jahr 1896 den Carola Turm oberhalb von Lay errichtet. Schon zwei Jahre zuvor war die Gaststätte auf dem Rittersturz erbaut worden. Ebenfalls zu Anziehungspunkten ersten Ranges für die Koblenzer Bevölkerung wurden die beiden Forsthäuser am Remstecken und Kühkopf, die bis in die 60er Jahre dieses Jahrhunderts von den zuständigen Förstern und deren Familien als Gaststätten zu betreiben waren.

Heute umfaßt der Stadtwald mehr als 200 km Wanderwege, 6 Lehrpfade, 40 Schutzhütten, 42 Parkplätze, 3 Sportpfade, 4 Spielplätze, 4 Grillplätze, 2 Waldgaststätten, 13 Quellen und Brunnen sowie 1 Kneipp-Anlage (vgl. MADER, J. 1993).

Erholung hat den Nutzungsgedanken im Koblenzer Stadtwald zweitrangig werden lassen. Von daher sind Zuschüsse von 1 bis 2 Millionen Mark im Jahr für den Forsthaushalt jederzeit zu rechtfertigen.

2.3 Der Remstecken im Wandel der Zeit

Wie schon im vorangegangenen Kapitel dargestellt, war das Gebiet des heutigen linksrheinischen Stadtwaldes nicht immer in der jetzigen Weise von Wald bedeckt.

So war der Baumbestand häufig von Wiesen und Ackerflächen durchsetzt, die im 17. Jahrhundert durch Rodung und Neugründung von städtischen Gutshöfen noch einmal erheblich vergrößert wurden.

Die Gründe hierfür sind in der damals anders gehandhabten Ausnutzung des Waldes zu suchen. Ein Holzverkauf bzw. Holzhandel, wie er heute praktiziert wird, war in jenen Zeiten nicht üblich. Der Wald diente lediglich dem Koblenzer Bürger zur Deckung des eigenen Holzbedarfes. Somit brachte der Forst der Stadt keine finanziellen Gewinne. Ein Wirtschaftsfaktor von erheblicher Bedeutung lag vielmehr in der Nutzung des Waldes durch die Landwirtschaft.

So gab es Ende des 17. Jahrhundert fünf Gehöfte im Stadtwald. Zur Rheinseite hin lagen der Schüllerhof und dicht bei diesem ein zweiter kleiner landwirtschaftlicher Betrieb, dessen Namen aber nicht überliefert ist. Urkundlich wurde der Schüllerhof zum ersten Mal im Jahr 1683 erwähnt. Sein erster Pächter war Johann Schüler, von dem das Gut den Namen Schülerhof = Schüllerhof erhalten hat. Der namenslose kleinere Hof wurde im Jahr 1698 in einer Verpachtungsurkunde erwähnt. Aber sowohl dieser als auch der Schüllerhof scheinen sich auf Dauer nicht rentiert zu haben. Man ließ die Ländereien verkommen, und bereits im Jahr 1720 beabsichtigte man sie wieder aufzuforsten. Die letzte Nachricht vom Schüllerhof stammt aus dem Jahr 1739, als die städtische Waldkommission bei einem Grenzbezug, auf den »Ruinen« des Hofes einen Imbiß zu sich nahm. Wann die Höfe gänzlich aufgegeben worden sind, ist nicht bekannt.

Ähnlich entwickelten sich die Höfe auf der Moselseite des Stadtwaldes. Hier begann man um 1640 mit den ersten Rodungen und legte in den Jahren 1654-56 (MICHEL, F. 1958) zwei Höfe auf dem Layer- oder Falkenberg an, vermutlich den Remstecker Hof am Falkentalsborn und den sogenannten »Günthershof« auf dem Layerberg. Bereits im Jahr 1673 beschwerten sich die Bürger von Lay beim Kurfürsten über diese neugeschaffenen Gehöfte. Aus Sorge um ihre eigenen Weiderechte im Stadtwald forderten sie die Reduzierung des Viehbestandes, der sich im Besitz der Gutspächter befand. Im Jahr 1687 endete der Prozeß mit der Abweisung der Ansprüche Lays.

Wann der gleichfalls auf dem Layerberg gelegene »Lauxenhof« (später »Schäferei« genannt) entstanden ist, ist unbekannt, wahrscheinlich in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts. Aber bereits gegen Ende dieses Jahrhunderts lohnte sich die landwirtschaftliche Nutzung nicht mehr, denn die neuen Pächter, Bürger von Lay, erhielten die Erlaubnis hier eine Schäferei zu betreiben. Außer der Zahlung der Pacht hatten die Pächter auch noch die Verpflichtung, in den benachbarten Waldbezirken allerlei Arbeiten für die Stadt zu verrichten. Aber weder die Stadt noch die Pächter scheinen auf die Dauer auf ihre Kosten gekommen zu sein. So verfiel der Lauxenhof und wurde im Jahr 1790 samt seiner Stallungen für 77 Reichstaler auf Abbruch verkauft. Ganz in der Nähe, wie schon weiter oben beschrieben, lag der Günthershof, dessen Namen von einem seiner Pächter (Johann Günther) herrührt. Nach ihm traten 10 Einwohner von Lay in den Pachtvertrag ein, der zuerst 20, später 18 Malter Korn forderte. Doch die Waldschäden, die durch die Pächter verursacht wurden, überstiegen bei weitem die Pachteinahmen. Auch dieser landwirtschaftliche Betrieb wurde gegen Ende des 17. Jahrhunderts stillgelegt.

Der bedeutendste und größte aller Stadthöfe war der heute noch als Forst- und Gaststätte genutzte Remstecker Hof. Der Name ist von »Rebstöcken« herzuleiten, die nach Angaben von MICHEL, F. (1914) in seiner Nähe bis zum »großen Frost« im Jahr 1865 am Falkentalsborn gestanden haben sollen. Urkundlich wird der Remstecker Hof zum ersten Mal im Jahr 1699 in einem Lehnsbrief erwähnt. Man verpachtete damals den Hof an einen Hofmann namens Kunkelt. 1714 wurde der Hof zum ersten Mal für 12 Jahre an 2 Pächter vergeben. 1768 wurde seine Fläche um die Felder des damals schon im Verfall befindlichen Lauxenhofes und 1779 auch noch um die des Günthershofes erweitert.

Die Pächter hatten der Stadt damals 40, später 30 Malter Korn zu liefern. Außer Rinder und Schweine hielten die Hofmänner eine Schafsherde von 350-400 Tiere. Die Kriegszeiten Ende des 18. Jahrhunderts schädigten den Hof aber so sehr, daß die Ab-



Abb. 5: Der Remstecker Hof im Oktober 1992

gaben trotz der Fläche von 116,3 ha nicht mehr erwirtschaftet werden konnten. Daher trug man sich schon zu Beginn des 19. Jahrhunderts mit dem Gedanken, den Hof stillzulegen und die Fläche wieder aufzuforsten. Aber die Ausführungen zogen sich noch einige Jahrzehnte hin. 1840 entschloß man sich zur endgültigen Stilllegung des Landwirtschaftsbetriebes, nachdem die Pächter allein in diesem Jahr einen Waldschaden von 337 Talern verursacht hatten, aber nur 240 Taler Pacht zahlten. Seine damals noch umfangreichen Ländereien wurden mit Ausnahme einiger in seiner unmittelbaren Nähe gelegenen Wiesen aufgeforstet. Die Gebäude wurden zum überwiegenden Teil beseitigt oder zu Forstwohnungen für die beiden ersten Förster auf dem Remstecken — Bauer und Keßler — umgebaut. Im Laufe des 19. Jahrhunderts wurden auch diese Gebäude teile abgerissen und mußten Neubauten weichen. Die letzten großen Neubaumaßnahmen fanden im Jahr 1907 statt. Damals wurde das Forsthaus, das heute als Gaststätte genutzt wird, an alter Stelle neu errichtet. Seither hat sich das äußere Erscheinungsbild des Remstecken nur unwesentlich verändert (siehe Abbildung 5).

Mit Beginn des Ausflugstourismus in den 20er Jahren dieses Jahrhunderts wurden die Förster des Remstecken und Kühkopf dazu verpflichtet, mit ihren Familien kleine Gastronomiebetriebe zu eröffnen und zu betreiben.

Nach dem 2. Weltkrieg erhöhte man die Attraktivität des Remstecken durch die Anlage eines Wildgeheges, dessen Ursprung auf ein kleines Damwildgatter des damaligen städtischen Revierförsters Karl Köper zurückgeht. Im April 1966 übernahm die Stadt Koblenz das Tiergehege und die Unterhaltung des Damwildes. Damit war nun endgültig der Grundstein für ein städtisches Wildgehege als Naherholungsgebiet für die Koblenzer

und ihre Gäste gelegt. 1969 erfolgte die Anlage des ersten Wildschweingatters. Anfang der 70er Jahre wurde unter der Leitung von Anton Maas das Damwildgehege auf die heutige Größe erweitert sowie der Ententeich unterhalb der Waldgaststätte hergerichtet. 1972 wurden das Rotwild- und das Schwarzwildgehege beträchtlich erweitert, und in den Jahren 1979-82 errichtete man oberhalb des Ententeiches Volieren für Singvögel und Hühnervögel sowie für seltenere Wildentenarten. Für den botanisch interessierten Besucher weist der Remstecken einen beschilderten Waldlehrpfad oberhalb des Rotwildgeheges auf. Die Problematik der »Neuartigen Waldschäden« wird durch mehrere Hinweistafeln behandelt. Abgerundet wird das Freizeitangebot am Remstecken durch einen Abenteuerspielplatz.

Verkehrsgünstig an der Hunsrückhöhenstraße gelegen und somit für jeden Bürger sowohl mit dem öffentlichen Nahverkehr als auch mit dem eigenen PKW gut zu erreichen, allen Koblenzern und Gästen bestens bekannt und mit einem einzigartigen »Naturkapital« ausgestattet, ist der Remstecken daher der ideale Ort für die Anlage einer Waldökostation.

2.4 Zur Geologie und Bodenkunde am Remstecken

Das Arbeitsgebiet liegt südwestlich von Koblenz und wird im tieferen Untergrund von einer Wechselfolge von sandigen Tonschiefern und Quarziten aus dem Unterdevon (Erdaltertum) aufgebaut. Die Gesteine entstanden als tonige und sandige Ablagerungen im Schelf- und Muldenbereich eines riesigen Meeres. Vor knapp 300 Millionen Jahren wurden die Sedimente durch hohen Druck und Temperatur verfestigt und teilweise umgewandelt (Metamorphose). Zeitgleich setzten Verbiegungen und Faltungen der Sedimentpakete ein, die als Varistische oder Variskische Gebirgsbildung (Orogenese) bekannt ist und u. a. das Rheinische Schiefergebirge formte.

Nachdem das Gebirge gehoben wurde, ragte es über den Meeresspiegel und unterlag in der Folgezeit einer ständigen Abtragung. Das rezente Aussehen erhielt die Landschaft durch die tektonischen Prozesse wie Hebung und Senkung einerseits und den verschiedenartigen Formen der Verwitterung und Erosion andererseits in der Erdneuzeit. Sie ist geprägt durch die enormen Verwitterungsleistungen während des Tertiärs (60 Millionen bis 2 Millionen vor heute), als unter tropenähnlichem Klima die Gesteine tiefgründig zerstört wurden und ausgedehnte Verebnungen (Rumpfflächen) entstanden. Diese Formungsperioden wurden immer wieder von Hebungsschüben unterbrochen, die eine erneute Rumpfflächenbildung nun auf einem tieferen Niveau auslösten sowie eine (Teil-) Zerstörung der höheren, älteren Flächen. Im Laufe der Jahrtausende hatten die wiederkehrenden tektonischen Ereignisse einen Treppenaufbau im Rheinischen Schiefergebirge zur Folge, der auch heute noch erkennbar ist.

Neben dieser Erscheinungsform sind die verbliebenen Verwitterungsreste auf den Rumpfflächen von großer naturräumlicher und ökologischer Bedeutung. Das z. T. bis zu Ton aufgelöste Gestein plombiert stellenweise mehrere Meter mächtig das anstehende Gebirge und hemmt die Versickerung des Niederschlags erheblich. Staunasse, feuchte Böden mit unausgeglichenem Wasserhaushalt und mangelhaftem Nährstoffangebot dominieren.

War das Tertiär die Zeit der Flächenbildung, folgt im Quartär, das bis heute anhält, die Phase der Talbildung, also der Landschaftszerschneidung. Klimatisch ist diese Zeit durch den wiederholten Wechsel von Kalt- und Warmzeiten geprägt, die auch den Anstoß zur Einschneidung und Ausbildung des heutigen Flußnetzes gaben. In den Kaltzeiten muß man sich das Landschaftsbild als Tundra vorstellen, trocken-kalt, baumlos und vegetationsarm. Im späten Frühjahr, wenn sich die Schneedecke auflöste und die Gletscher im Alpenraum etwas zurückschmolzen, führten die Flüsse gewaltige Wassermassen, deren Energie ausreichte um Kies und Geröll zu bewegen. Wenn die Transportkraft im Laufe des Sommers allmählich nachließ, verfüllten diese Sedimente das Flußbett, und nur noch schmale Gerinne schlängelten sich durch die Geröllmassen.

Dann beherrschte der Wind die Landschaft. Er wehte die Gesteinszerreißel aus dem Flußbett und verfrachtete sie je nach Windstärke und Korngröße bis weit von ihrem Ursprungsort. Der als Löß bekannte Flugstaub kann sich nahe der Auswehungsgebiete am Fluß zu mehreren Metern Höhe ansammeln, dünnt aber mit zunehmender Entfernung und Zunahme der orographischen Höhe immer mehr aus, ohne aber gänzlich aus einer Landschaft zu verschwinden.

Was sich im jahreszeitlichen Wechsel vollzog (Erosion, Kiestransport, Akkumulation), erlebte einen vergleichbaren Rhythmus von Kalt- und Warmzeiten. Am Rande der Flüsse bildeten sich Kiesterrassen aus, da sich das Gewässer zu Beginn einer neuen Kaltphase durch seinen letzkaltzeitlichen Schotterkörper sägte und sein Bett tiefer legte, um schließlich einen neuen Kieskörper aufzuschütten. Am Rhein und an der Mosel ist eine Vielzahl von Terrassenresten bekannt.

Für das Gebiet Remstecken ist ein anderes kaltzeitliches Agens von Bedeutung: die Schuttdeckenbildung. Während der pleistozänen Kaltzeiten hatte sich eine tiefreichende Bodengefrorennis ausgebreitet, die nur in den Sommermonaten oberflächennah wenige Dezimeter tief auftaute. Der ständige Frostwechsel zerstörte in dieser Auftauzone den festen Gesteinsverband und produzierte Gesteinsschutt. Das als Eis gebundene Wasser konnte nach den Auftauvorgängen nicht in den Untergrund versickern, der durch den Permafrost abgedichtet war, übersättigte die Auftauzone und machte sie bewegungsfähig. Schon bei 2° Geländeneigung wanderte der Schutt allmählich hangabwärts, was als Solifluktion (Bodenfließen) bezeichnet wird, und deren Produkte die Schuttdecken darstellen.

Parallel zu diesen kryogenen Prozessen wurde aus den vegetationsfreien Schotterflächen größerer Flüsse (Rhein, Mosel), aber auch aus den vegetationsarmen Steinpflastern des Berglandes selbst Löß ausgeblasen, den Solifluktionsdecken aufgeweht und kryoturbar-solimixtiv beigemischt. Infolgedessen bestehen Schuttdecken im variablen Verhältnis aus Bruchstücken des Untergrundgesteins (Skelettanteil) und aus äolischen Fremdkomponenten.

Da die Kaltzeiten klimatisch ungleichförmig verliefen, variieren die Bildungsbedingungen der Schuttdecken, so daß sie in Mitteleuropa genau differenziert werden können. Basal befindet sich die Basislage, die sich ausschließlich aus dem frostdynamisch aufbereiteten anstehenden Gestein zusammensetzt. Es fehlt ihr die äolische Fremdkomponente, und ist daher mit dem Chemismus des Untergrundgesteins weitgehend identisch. Überlagert wird sie von der Mittellage, die neben einem Skelettanteil aus Basisschutt oder Anstehendem eine hohe Lößlehmkomponente aufweist, die aus

durch Umlagerung im allgemeinen entkalktem und verlehmtem Löß besteht. Da sich der Mittellagenausbildung eine kräftige Erosionsphase anschloß, wurde dieser Schutt weitgehend wieder abgetragen und blieb nur in erosionsgeschützten Reliefpositionen erhalten (konkave Unterhänge, Flachhänge, Dellen, Quellnischen).

Die quartären Deckschichten wurden nach oben von der ca. 0,3-0,6 m mächtigen Decklage abgeschlossen, die bis auf Felsdurchragungen und Auen überall verbreitet ist. Daher wird derzeit in der deutschen Bodenkunde auch die Benennung als »Hauptlage« diskutiert. Ihre Zusammensetzung ähnelt der der Mittellage, ist aber um die Tephra (Tuff) des Laacher-See-Vulkanismus erweitert. In der Finalphase der letzten Kaltzeit (Würm, Weichsel) kam es im Neuwieder Becken im Bereich des heutigen Laacher Sees, ausgelöst durch eine Wasserdampfexplosion, zu einer phreatomagmatischen Eruption mit gewaltigem Ascheauswurf (Alleröd, 11400 b. p.), der große Teile des zentralen Rheinischen Schiefergebirges mit Bims bedeckte. Die Minerale dieses Tuffes lassen sich in der obersten Schuttdecke nachweisen, wurden also eingearbeitet oder von der Deck-/Hauptlage überwandert. Die Lagerungsverhältnisse gestatten daher eine eindeutige zeitliche Zuordnung der Solifluktsdecke in die Jüngere Tundrenzeit (11000-10000 b. p.), in die letzte eiszeitliche Kältephase, in der Solifluktsbildung nochmals möglich war, bevor dann die heutige Warmzeit begann. Sie setzt mit einer rapiden Klimaverbesserung und einem explosionsartigen Ausbreiten auch höherer Pflanzen ein, das jegliches Bodenfließen unterband, zumal auch der Permafrost, das Agens der Solifluktion, verschwand.

Die Warmzeit (Holozän) ist gekennzeichnet durch die Vegetations- und Bodenentwicklung einerseits und den Eingriff des Menschen in den Naturhaushalt andererseits.

Die Bodenentwicklung (Humusbildung, Verbraunung, Tonmineralneubildung sowie -verlagerung) ist wesentlich abhängig vom Aufbau und der mineralogischen Zusammensetzung der periglazialen Deckschichten. Dies wird offensichtlich, wenn man an folgende Standortfaktoren denkt:

- Pflanzen benötigen einen gewissen Wurzelraum. Je mächtiger die Schuttdecken sind, desto größer ist die physiologische Gründigkeit.
- Ein das Wachstum begrenzender Faktor ist die Wassermenge, die in Trockenphasen gerade noch zur Verfügung steht. Dieses Bodenwasser, das gegen die Schwerkraft in den Poren zurückgehalten wird und pflanzenverfügbar ist (nutzbare Feldkapazität, nFK), erreicht mit Abstand seine höchste Kapazität bei Porendurchmessern von 0,2-50 μm , also in Böden mit hohem Lößgehalt. Schutte mit geringem äolischem Fremdanteil müssen als Trockenstandorte gelten.
- Ein erheblicher Teil der phytoessentiellen Nährstoffe wird durch Verwitterung des Mineralbodens freigesetzt und adsorptiv festgehalten. Die Verwitterungsleistung dieser Warmzeit ist jedoch als vergleichsweise gering einzustufen, da Korngrößenpartikel wie Sand oder größere kaum verwittern. Hydrolyse erfolgt nur bei feineren Korndurchmessern, die aber fast ausschließlich durch den Löß eingetragen wurden. Die dabei neu entstehenden Tonminerale haben die Fähigkeit der Adsorption und somit der Nährstoffbevorratung.

Diese wenigen Beispiele belegen die überragende Bedeutung der Deckschichtenstruktur und ihres Verteilungsmosaiks, das gewissenschaftlichen Regeln folgt.

An steilen Hängen, aber auch Kanten dominierte während der periglazialen Kaltphasen die Erosion, d. h. mächtige Schuttdecken konnten nicht akkumulieren. Das kryogen aufbereitete Gestein wurde schnell dem Vorfluter zugeführt. Auch die Anwehung und Erhaltung des Lösses an Steilhängen ist nicht oder schwerlich gegeben, da Abspülungsprozesse überwogen. Hier darf man nur geringmächtige Schutte erwarten, mit sehr geringem Lößanteil. Entsprechend mangelhaft ist die physiologische Gründigkeit, die nutzbare Feldkapazität sowie das Nährstoffdargebot.

Das genaue Gegenteil stellen flachgeneigte Dellen dar, die als Akkumulationsgebiete zu gelten haben. Sie weisen i. d. R. eine vollständige Schuttdeckenabfolge mit hohen Lößanteilen in Deck-/Hauptlage und Mittellage auf. Die standörtlichen Kennwerte sind umgekehrt denen am Steilhang.

Eine Mittelstellung nehmen die flacher geneigten Hänge ein, denen zwar meist die löblehmreiche Mittellage fehlt, deren Basislage aber von einer lößreichen Deck-/Hauptlage überwandert wurde.

Das Gebiet Remstecken weist geradezu beispielhaft alle drei Reliefelemente auf, wobei die mittelsteilen Hänge flächenmäßig dominieren. Das Steital des Remstecker Baches ist gekennzeichnet durch flachgründige und bodenskelettreiche Lockermaterialdecken, während die Quellmulde des Baches mächtige löblehmreiche Solifluktsdecken besitzt.

Die unterschiedlichen Standorteigenschaften pausen sich auch in der ehemaligen Landnutzung durch. Die Böden der Quellmulde neigen trotz günstiger Rahmenbedingungen zu Staunässe, da aufgrund der Höhenlage das Niederschlagsdargebot so hoch ist, daß der Überschuß nicht schnell genug in den Untergrund abgeführt werden kann. Darüber hinaus erfolgt ein Wasserzuzug aus den Flanken. Infolgedessen kommt es zu einem Einstau im Oberboden, der eine pH-Wert-Erniedrigung und Nährstoffverluste zur Folge hat. Da tiefer wurzelnde Kulturpflanzen bei Wassersättigung unter Sauerstoffmangel zu leiden hätten, wurden nur die höheren Bereiche ackerbaulich genutzt, ansonsten dominiert die Grünlandbewirtschaftung, da Gräser im allgemeinen einen längerfristigen Wasserüberschuß vertragen.

Besser drainiert sind die mittelsteilen Hänge, die einen ausgeglicheneren Wasserhaushalt besitzen und mit ca. 50 cm Mächtigkeit einen für einjährige Kulturpflanzen ausreichenden löblehmreichen Boden. Entsprechend überwiegt die ackerbauliche Nutzung.

Dies gilt natürlich nicht mehr für die Steilhänge, die bewaldet sind, und wo eine Rodung unübersehbare Erosionsschäden einleiten würde.

Folgendermaßen läßt sich das Bodenmosaik am Remstecken gruppieren:

Im Bereich der Quellmulde, oberhalb der Hofgebäude, zeigt sich ein konzentrischer Aufbau der Bodendecke. Das Kolluvium (Einheit 3) in der Dellentieflinie wird von einem Pseudogley (Einheit 2) umgeben, der im Bereich einiger Naßstellen auch Grundnässemerkmale aufweist. In einem erweiterten Kreis folgen Böden der Einheit 5, die schon abgeschwächt unter Staunässe leiden. Die Einheit 8 (Parabraunerde) schließt die Bodenabfolge räumlich ab. Ihr gemeinsames Merkmal ist ihre große Gründigkeit und der hohe Anteil feinkörniger Bodenarten, was sich aus der erosionsarmen Reliefposition ergibt. Während des Pleistozäns konnte sich in der Quellmulde der äolisch



Abb. 6: Bodenkarte Remstecken

eingetragene Löß ablagern und akkumulieren, was an Steilhängen kaum möglich ist. Ein weiteres verbindendes Muster stellt der Wasserhaushalt dar, der von der Parabraunerde zur Dellentieflinie unausgeglichener wird und hier die Staunässe hervorruft.

Bachabwärts sind völlig andere Bodenverteilungen entstanden. Unterhalb der Hofgebäude weist das Tal eine deutliche Asymmetrie auf, die sich in der Verteilung der Bodentypen ausdrückt. Während sich am westlichen, sehr steilen Hang nur eine geringmächtige Soliflukationsdecke halten konnte, die stellenweise durch Gesteinsausbisse unterbrochen ist (Einheit 7), ist die Lockergesteinsdecke am Gegenhang ungleich mächtiger. Entsprechend entwickelten sich hier Braunerden (Einheit 6) und Braunerde-Pseudogleye (Einheit 5), die landwirtschaftlich nutzbar sind im Gegensatz zum bewaldeten Steilhang. Erst im weiteren Bachverlauf treten die Steilhänge an beiden Flanken auf. Die Quellmulde wird vor allem nach Südosten von einem weiteren versteilenden Geländeknick begrenzt (siehe Abbildung 6: Bodenkarte Remstecken).

Legende zu Abb. 6 (Beschreibung der Bodeneinheiten)

1	anthropogen veränderte Böden			
2	<u>Pseudogley</u> Pseudogley-Gley	0 – 15	Ah	} Decklage
		15 – 25	rApSw	
		25 – 35	II SwSd	} Mittellage
		35 – 60 +	II Sd	
3	<u>Kolluvium</u> kolluvial bedeckter Pseudogley	0 – 10	Ah	} Kolluvium
		10 – 20	rAp	
		20 – 45	M	
		45 – 60	Sw	Decklage
		60 – 100 +	II Sd	Mittellage
		4	<u>Pseudogley-Braunerde</u> Braunerde-Pseudogley	0 – 20
20 – 50	SwBv			
50 – 90 +	II ICv			Basislage
5	<u>Braunerde-Pseudogley</u> Pseudogley-Braunerde, Pseudogley	0 – 20	SwAp	} Decklage
		20 – 40	BvSw	
		40 – 100	II Sd	Basislage
6	<u>Braunerde</u> Ranker-Braunerde, pseudovergleyte Braunerde	0 – 10	Ah	} Decklage
		10 – 45	Bv	
		45 – 90 +	II ICv	Basislage
7	<u>Ranker-Braunerde</u> Ranker, Regosol, Syrosem	0 – 5	Ah	} Decklage
		5 – 30	Bv	
		30 +	II mCn	Anstehendes Gestein
8	<u>Parabraunerde</u> Pseudogley-Braunerde, Pseudogley	0 – 8	Ah	} Decklage
		8 – 45	Al	
		45 – 100 +	II Bt	Mittellage
9	Brauner Auenboden-Gley	0 – 5	Ah	} Auenlehm
		5 – 40	M	
		40 – 60 +	Gro	

Erschließung des Bodenmosaiks am Remstecken (siehe Abbildung 7: Bodenkundlicher Lehrpfad):

Vom Parkplatz (P0) am Waldspielplatz kann man den Archäologischen Wanderweg nutzen. Vom ersten Haltepunkt (P1) hat man einen guten Überblick über die Quellmulde des Remstecker Baches und seine verschiedenen Landschaftselemente:

— Quellmulde:	Grünlandnutzung
— flache bis mittelsteile Hänge:	ackerbauliche Nutzung
— steilere Hänge:	Wald

Am nächsten Haltepunkt (P2) sehen wir in einem kleinen Aufschluß zwei wichtige Bodentypen, die repräsentativ für Steilhangbereiche sind. Am Hang ist eine Braunerde aus Decklage über Basislage entwickelt. Man erkennt, daß das Gros der Baumwurzeln sich auf dem verbrauchten Boden konzentriert. Einen ungleich geringeren Wurzelraum bietet der Braunerde-Ranker an der Stirn des Aufschlusses. Seine Mächtigkeit ist auf 30-40 cm beschränkt und überdies noch feimbodenarm. Ähnliche Verhältnisse treten später noch im Steiltal auf. Die Standorte tragen einen naturnahen Laubmischwald.

Nach der Gefällstrecke wird ein Fichtenforst erreicht, der Reliefelemente bedeckt, die nur wenig geneigt sind und im engeren Bereich des Gebietes Remstecken z. T. ackerbaulich genutzt wurden. Im Graben entlang des Hauptweges ist eine Pseudogley-Braunerde aufgeschlossen (P3), ein Boden, der forstwirtschaftlich gerne mit Koniferen bestockt wird (flachgründig, sauer, hohes Bodenwasserangebot).

Der weitere Weg führt in das Steiltal, wo durch die Wegebaumaßnahmen mehrere kleine Bodenaufschlüsse entstanden sind (P4). Das schnell wechselnde Bodenmosaik setzt sich aus Braunerden, Ranker-Braunerden und Ranker zusammen, die einen naturnahen Schluchtwald tragen. Den Böden ist gemeinsam ihre Flachgründigkeit, ihr geringer Feinbodenanteil und die edaphische Trockenheit. Sie besitzen bodenkundlich eine große Nähe zu den Böden des Aufschlusses am zweiten Standpunkt (P2). Der standörtliche Unterschied ist allerdings im Kleinklima zu suchen, das sich in der Schlucht durch eine wesentlich längere tageszeitliche Beschattung vor allem am Nordhang und eine höhere Luftfeuchtigkeit gegenüber der übrigen Landschaft auszeichnet.

Der Weg führt durch das Tal am Gehöft Remstecken vorbei bis zum Waldspielplatz. Am Wegekreuz ist ein kleiner Abstecher nach links möglich, wo am Wegrand eine Braunerde angeschnitten ist (P5). Den Abschluß bildet eine Bohrung in der Wiese oberhalb des Gehöftes (P6), wo ein Pseudogley zu entdecken ist.

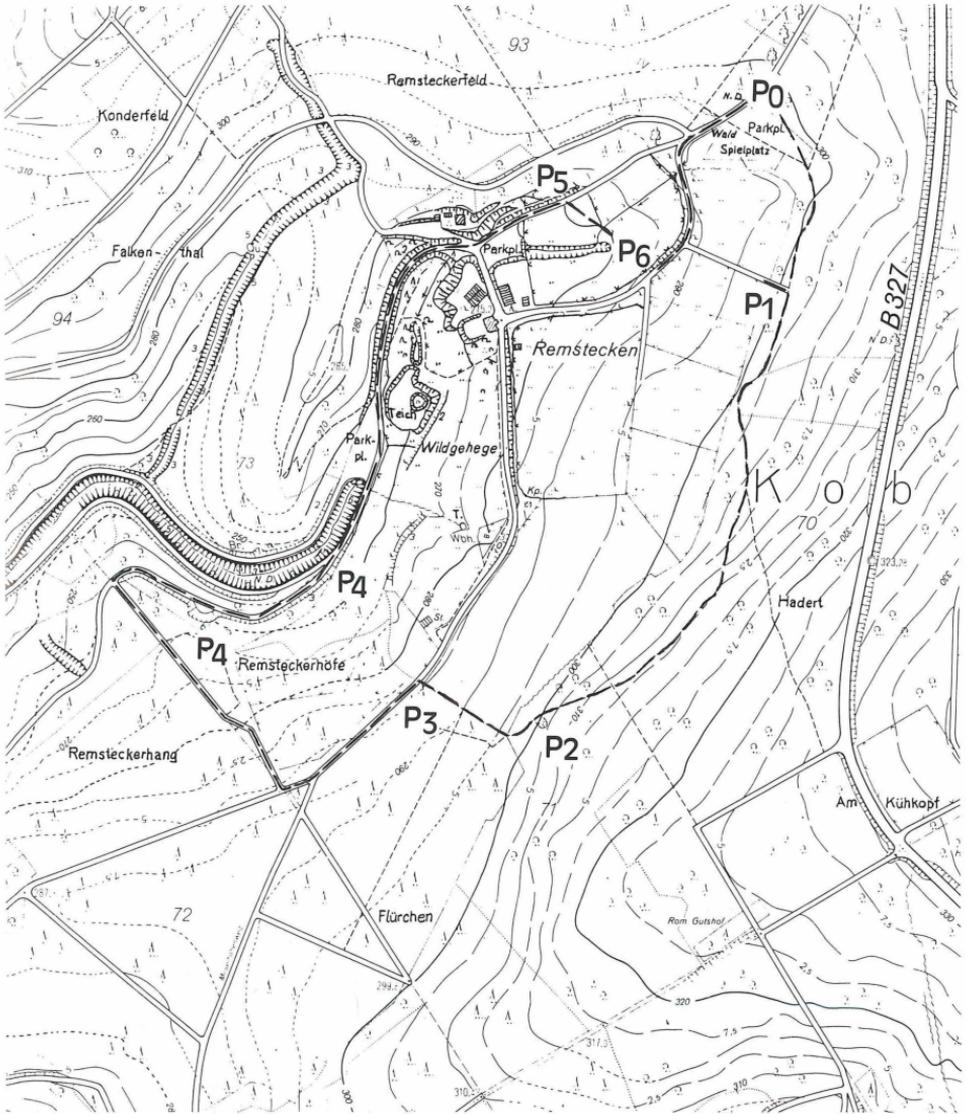


Abb 7: Bodenkundlicher Lehrpfad am Remstecken (P0-P6 = Untersuchungsstationen; - - - = Lehrpfad), nähere Erläuterungen im Text

2.5 Die Flora des Untersuchungsgebietes

Die Mannigfaltigkeit der Geologie, Landschaftsgenese und Bodenbildung paust sich auch in der Flora und Vegetation des Untersuchungsareals durch.

Eine umfassende Darstellung jedoch würde den Rahmen der vorliegenden Arbeit sprengen; daher sollen nur einige Aspekte beleuchtet werden. Es erscheint dem Verfasser sinnvoll, eine Übersicht der klimatischen Vegetationseinheiten sowie die wichtigsten Ersatzgesellschaften zu liefern, da noch keine Gesamtdarstellung der Flora und Vegetation des Gebietes vorliegt. Um deren Ausbildung und Verbreitung innerhalb des Untersuchungsgebietes verständlich zu machen, sollen zunächst die vorkommenden Florenelemente betrachtet werden.

Der Hunsrück und damit auch der linksrheinische Stadtwald von Koblenz gehören nach MEUSEL, JÄGER & WEINERT (1965) zur subatlantischen Provinz der mitteleuropäischen Florenregion. Auffällig ist, daß zahlreiche Verbreitungsgrenzen durch das Gebiet verlaufen, da sowohl atlantisch-subatlantische als auch submediterrane Elemente aufeinandertreffen. Die Florengebietsbezeichnungen richten sich weitgehend nach MEUSEL et al. (1965, 1978); die Bezeichnung der Ozeanitätsstufen vor allem nach ROTHMALER (1976).

Mitteleuropäisches Florenelement

Die Hauptmasse der Arten des Untersuchungsareals zählt naturgemäß zum mitteleuropäischen Florenelement. Als Beispiele seien die Charakterarten einiger wichtiger Klimax- und Ersatzgesellschaften genannt: *Fagus sylvatica*, *Carpinus betulus*, *Galium sylvaticum*, *Melica uniflora*, *Arrhenatherum elatius*. Die meisten der Arten sind im Untersuchungsgebiet annähernd gleichmäßig verbreitet; einige jedoch sind auf spezielle Biotopbedingungen angewiesen und daher in ihrer räumlichen Verteilung eingeschränkt. Hierzu gehört *Asplenium scolopendrium*, welches nur in den Schluchtwäldern der feucht-kühlen Engtäler der Mosel und ihrer Seitentäler (Kondertal) auftritt.

Atlantisch-Subatlantisches Florenelement

Ein großer Teil des Untersuchungsgebietes liegt im Einfluß ozeanischen Klimas. Es begünstigt die Entwicklung von Arten des subatlantischen Florenelementes, die reichliche Niederschläge und geringe Temperaturamplituden bevorzugen. Als häufige und weitverbreitete Pflanzen bodensaurer Hainsimsen-Buchenwälder gehören hierzu *Teucrium scorodonia*, *Digitalis purpurea*, *Sarothamnus scoparius*, *Galium hircynicum* und *Potentilla sterilis*.

Submediterranes Florenelement

Die zum Moseltal und seinen Seitentälern hin gelegenen Teile des Untersuchungsgebietes Remstecken weisen Vertreter des submediterranen Florenbereiches auf, die höhere Ansprüche an die Wärmeversorgung stellen und Trockenheit ertragen. So besiedeln Felsenbirne und Graslinie (*Amelanchier ovalis* und *Anthericum liliago*) wärmeliebende Gebüsche und Wälder der *Quercion pubescentis-petraeae* auf vorwiegend südexpozierten Standorten.

Boreal-Montanes Florenelement

In der Regel handelt es sich bei Vertretern dieses Florenbereiches um Pflanzen, welche eng an die Höhenlagen der montanen bis hochmontanen Stufe gebunden sind, aber im Untersuchungsgebiet auch in geeignete Standorte der Tallagen absteigen. Hierher gehören einige sehr charakteristische Waldpflanzen des Perlgras-Buchenwaldes (Melico-Fagetum), z. B. *Dentaria bulbifera*.

Pflanzengesellschaften des Untersuchungsgebietes Remstecken

Übersicht:

Pflanzengesellschaften potentiell waldfreier Trockenstandorte:

- Cotoneastro-Amelanchieretum (Zwergmispel-Felsenbirnen-Gebüsch)
- Calluno-Genistetum pilosae (Heidekraut-Haarginster-Gesellschaft)

Potentiell natürliche Waldgesellschaften:

- Melico-Fagetum (Perlgras-Buchenwälder)
- Quercu-Carpinetum (Eichen-Hainbuchenwälder)
- Luzulo-Quercetum petraeae (Bodensaurer Traubeneichenwald trockenwarmer Hänge)
- Stellario-Alnetum glutinosae (Bach-Erlen-Eschenwälder)
- Carici remotae-Fraxinetum (Bach-Eschen-Erlen-Quellwälder)
- Aceri-Fraxinetum (Bergahorn-Eschenwälder)

Ersatzgesellschaften auf Kahlschlägen:

- Senecioni fuchsii-Sambucetum racemosae

Ersatzgesellschaften des Grünlandes:

- Juncetum acutiflori (Gesellschaft der Spitzblütigen Binse)
- Arrhenatheretum elatioris (Glatthaferwirtschaftswiesen)
- Lolio-Cynosuretum (Weidelgras-Weißkleeweide)
- Festuco-Cynosuretum (Rotschwingel-Weide)

Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit den Gesellschaften der potentiell natürlichen Vegetation sowie aus der Gruppe der Ersatzgesellschaften mit den Vegetationseinheiten der Kahlschläge und des Grünlandes.

Dazu wurde in der Vegetationsperiode 1992 das Untersuchungsareal mehrfach aufgesucht und alle vorgefundenen Pflanzengesellschaften in ihrer räumlichen Ausdehnung kartographisch festgehalten und durch pflanzensoziologische Aufnahmen belegt.

Die Aufnahmen wurden nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (1964) gemacht und nach einzelnen Assoziationen zusammengestellt. Die Bestimmung der Pflanzengesellschaften erfolgte nach OBERDORFER (1977, 1978, 1983), RUNGE (1990), HARTMANN (1974) und MHORAVEC et al. (1982). Die durchschnittliche Größe einer Aufnahmefläche betrug bei Waldgesellschaften 100 m², bei Wiesengesellschaften 25 m² und bei Fels- und Trockenrasengesellschaften 4 m².

Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden für die einzelnen Gesellschaften nur Pflanzenlisten ohne Angaben von Deckungsgrad und Abundanz vorgestellt.

Die Anfertigung der Vegetationskarte erfolgte auf Luftbildbasis und ist mit einzelnen Symbolen der Legende versehen (siehe Abbildung 9).

Pflanzengesellschaften potentiell waldfreier Trockenstandorte:

Unter natürlichen Bedingungen würde der Wald praktisch die gesamte Landschaft bedecken. Rodungen und Inkulturnahme führten zu einer Zunahme von Arten und Gesellschaften, die im 18. Jahrhundert ihren Höhepunkt erreichte. Mit veränderter Wirtschaftsweise in Land- und Forstwirtschaft geht derzeit ein zunehmend rascher werdender Artenschwund einher, der die frühneuzeitliche Diversität erheblich reduziert.

Eine kleine Gruppe von Standorten im Untersuchungsgebiet ist aufgrund edaphischer Faktoren (Gründigkeit und Körnung des Bodens) potentiell waldfrei. Es sind meist kleinflächige Standorte, an schmalen Graten und Felsen, die von zahlreichen Kryptogamen bewachsen sind. Mit Vergrößerung des Wurzelraumes können auch krautige Gefäßpflanzen und niedrige Gehölze (*Cotoneaster integerrima*, *Amelanchier ovalis*) Fuß fassen; eine Bewaldung erfolgt jedoch nicht, wenn auch solche Gesellschaften in der Regel mit Waldgesellschaften in Kontakt stehen.

Zwergmispel-Felsenbirnen-Gebüsch (*Cotoneastro-Amelanchieretum*)

Auf feinerreicheren Standorten können Gehölze wie die Felsenbirne (*Amelanchier ovalis*) Fuß fassen. Nach RUNGE (1990) handelt es sich beim Felsenbirnen-Gebüsch um eine submediterrane, von Natur aus baumfreie xerotherme Reliktassoziation aus dem Spätglazial oder Frühholozän. Diese Gesellschaft tritt im Untersuchungsgebiet nur verarmt auf, da eine der Kennarten, die Zwergmispel (*Cotoneaster integerrimus*), fehlt.

Folgende Arten treten auf:

Felsenbirne (*Amelanchier ovalis*), Mehlbeere (*Sorbus aria*), Traubeneiche (*Quercus petraea*), Behaarter Ginster (*Genista pilosa*), Nordischer Streifenfarn (*Asplenium septentrionale*), Lebermoos (*Frullania tamarisci*), Frühlingsfingerkraut (*Potentilla verna*), Drahtschmiele (*Deschampsia flexuosa*), Besenheide (*Calluna vulgaris*) sowie zahlreiche weitere Moose und Flechten (z. B. *Hypnum cupressiforme*, *Bartramia pomiformis*, *Polytrichum piliformum* und *Cladonia mitis*).

Heidekraut-Haarginster-Gesellschaft (*Calluno-Genistetum pilosae*)

An sauren Standorten auf Schiefer findet sich eine Felsgesellschaft, die neben dem Heidekraut (*Calluna vulgaris*) und dem Behaarten Ginster (*Genista pilosa*) nur wenige Begleitarten enthält. Meist dominieren neben diesen Kennarten Flechten und Moose. Das *Calluno-Genistetum* ist im Rhein- und Moseltal an beschatteten Felsen weit verbreitet und dringt, wie hier am Remstecken, bis in die Seitentäler vor. Im Untersuchungsgebiet stehen die beiden vorgenannten Gesellschaften miteinander in Kontakt und können daher auf der beigefügten Vegetationskarte in diesem Maßstab nicht getrennt werden.

Folgende Arten treten auf:

Besenheide (*Calluna vulgaris*), Traubeneiche (*Quercus petraea*), Mehlbeere (*Sorbus aria*), Drahtschmiele (*Deschampsia flexuosa*), Nordischer Streifenfarn (*Asplenium septentrionale*), Graslilie (*Anthericum liliago*), Behaarter Ginster (*Genista pilosa*), Nickendes Leimkraut (*Silene nutans*), Wiesenwachtelweizen (*Melampyrum pratense*).

Potentiell natürliche Waldgesellschaften:

Die wichtigsten Gesellschaften der potentiell natürlichen Vegetation am Remstecken stellen die Buchen- und Buchenmischwälder dar. Wenn hier auch keine »Urwälder« im strengen Sinne existieren, so finden sich doch vielfach naturnahe Hochwälder, die trotz forstwirtschaftlicher Eingriffe wahrscheinlich in etwa der Terminalphase eines natürlichen Buchenwaldes entsprechen und den Charakter eines Hallenwaldes aufweisen.

Perlgras-Buchenwälder (Melico-Fagetum)

Die Perlgras-Buchenwälder des Untersuchungsgebietes sind physiognomisch meist durch einen vergleichsweise hohen Deckungsgrad der Krautschicht, die Dominanz des Einblütigen Perlgrases (*Melica uniflora*) und das Vorhandensein der Zwiebelzahnwurz (*Dentaria bulbifera*) charakterisiert. Die übrigen Arten treten, mit Ausnahme von Waldmeister (*Galium odoratum*) und Waldbingelkraut (*Mercurialis perennis*), in den Hintergrund und zeigen nur geringe Artmächtigkeiten. Die Strauchschicht ist meist nur spärlich entwickelt; lediglich die Rotbuche (*Fagus sylvatica*), der Traubenholunder (*Sambucus racemosa*) und die Brombeere (*Rubus fruticosus*) erreichen höhere Stetigkeiten.

Folgende Arten treten auf:

Rotbuche (*Fagus sylvatica*), Traubeneiche (*Quercus petraea*), Hainbuche (*Carpinus betulus*), Einblütiges Perlgras (*Melica uniflora*), Waldbingelkraut (*Mercurialis perennis*), Stinkende Nieswurz (*Helleborus foetidus*), Goldnessel (*Lamium galeobdolon*), Waldmeister (*Galium odoratum*), Hexenkraut (*Circaea lutetiana*), Zwiebeltragende Zahnwurz (*Dentaria bulbifera*), Behaartes Hartheu (*Hypericum hirsutum*), Vielblütige Weißwurz (*Polygonatum multiflorum*), Waldgreiskraut (*Senecio fuchsii*), Mauerlattich (*Mycelis muralis*), Gegenblättriges Milzkraut (*Chrysosplenium oppositifolium*), Hoher Schwingel (*Festuca altissima*), Waldlabkraut (*Galium sylvaticum*), Flattergras (*Milium effusum*), Dreinervige Miere (*Moehringia trinervia*), Zweigriffliger Weißdorn (*Crataegus laevigata*), Nesselblättrige Glockenblume (*Campanula trachelium*), Johannisbeere (*Ribes alpinum*), Riesenschwingel (*Festuca gigantea*), Tüpfelfarn (*Polypodium interjectum*), Breitblättriger Wurmfarne (*Dryopteris dilatata*), Lebermoos (*Lejeunea cavifolia*).

Eichen-Hainbuchenwälder (Quercu-Carpinetum)

Die Eiche gehört neben der Rotbuche zu den wichtigsten waldbildenden Laubbäumen. An warm-trockenen sowie feuchten bis nassen Standorten ist die Buche nicht mehr konkurrenzfähig, und Eichen und Hainbuchen vermögen fast reine Bestände zu bilden. Durch die moderne Forstwirtschaft wird die Eiche aufgrund geringer Gesamtleistung immer mehr zurückgedrängt. Eichen-Hainbuchenwälder kommen im Untersuchungsgebiet fast immer in Hanglagen auf Schiefer und Quarzit vor. Die Artenzusammensetzung der Krautschicht steht der von Perlgras-Buchenwäldern nahe, die Eichen-Hainbuchenwälder werden im Untersuchungsgebiet vor allem durch die Vorkommen ihrer Verbandscharakterarten, der Großen Sternmiere (*Stellaria holostea*) und des Waldlabkrautes (*Galium sylvaticum*) abgegrenzt.

Folgende Arten treten auf:

Traubeneiche (*Quercus petraea*), Hainbuche (*Carpinus betulus*), Feldahorn (*Acer campestre*), Sommerlinde (*Tilia platyphyllos*), Liguster (*Ligustrum vulgare*), Johannisbeere (*Ribes alpinum*), Waldhainsimse (*Luzula sylvatica*), Echtes Lungenkraut (*Pulmo-*

naria obscura), Brauner Streifenfarn (*Asplenium trichomanes*), Sandkresse (*Cardaminopsis arenosa*), Einblütiges Perlgras (*Melica uniflora*), Zweiblättrige Schattenblume (*Maianthemum bifolium*), Süße Wolfsmilch (*Euphorbia dulcis*), Sternmiere (*Stellaria holostea*), Vielblütige Weißwurz (*Polygonatum multiflorum*), Waldbingelkraut (*Mercurialis perennis*), Stinkende Nieswurz (*Helleborus foetidus*), Waldmeister (*Galium odoratum*), Mauerlattich (*Mycelis muralis*), Wiesenwachtelweizen (*Melampyrum pratense*), Drahtschmiele (*Deschampsia flexuosa*), Weißliche Hainsimse (*Luzula albida*), Zwiebeltragende Zahnwurz (*Dentaria bulbifera*), Waldlabkraut (*Galium sylvaticum*), Nesselblättrige Glockenblume (*Campanula trachelium*), Weißdorn (*Crataegus laevigata*), Goldnessel (*Lamium galeobdolon*), Waldgreiskraut (*Senecio fuchsii*).

Bodensaurer Traubeneichenwald trockenwarmer Hänge (Luzulo-Quercetum petraeae)

Ebenfalls auf sehr nährstoffarmen und sauren Böden, im Gegensatz zum Eichen-Buchenwald aber ausschließlich in trockenwarmen Hanglagen, findet sich ein artenarmer Eichenwald. Aufgrund der ungünstigen Nährstoffverhältnisse und des niedrigen pH-Wertes des Bodens fehlen hier die Arten des Elsbeeren-Eichenwaldes, dafür herrschen neben wenigen Gefäßpflanzen vor allem Moose und Flechten physiognomisch vor. Eine Strauchschicht ist nur spärlich entwickelt und hebt sich oftmals nicht deutlich ab, da die Baumschicht nur Krüppelwuchs zeigt. Der Bodensaure Traubeneichenwald tritt im Untersuchungsgebiet im Anschluß an Felsfluren auf und beherbergt daher Arten wie die Felsenbirne (*Amelanchier ovalis*).

In der Krautschicht zeigt der Eichen-Hainsimsen-Wald große Ähnlichkeit mit Hainsimsen-Buchenwäldern, da er durch das Vorkommen der Drahtschmiele (*Deschampsia flexuosa*), der Weißlichen Hainsimse (*Luzula albida*) und der Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) charakterisiert ist.

Folgende Arten konnten bestimmt werden:

Traubeneiche (*Quercus petraea*), Hainbuche (*Carpinus betulus*), Waldhainsimse (*Luzula sylvatica*), Wiesenwachtelweizen (*Melampyrum pratense*), Drahtschmiele (*Deschampsia flexuosa*), Weißmoos (*Leucobryum glaucum*), Gesägter Tüpfelfarn (*Polypodium interjectum*), Sandkresse (*Cardaminopsis arenosa*), Besenheide (*Calluna vulgaris*), Doldenhabichtskraut (*Hieracium umbellatum*), Rundblättrige Glockenblume (*Campanula rotundifolia*), Lebermoos (*Frullania tamarisci*), Apfelmoos (*Bartramia pomiformis*).

Bach-Erlen-Eschenwälder (Stellario-Alnetum glutinosae)

Bei dieser Gesellschaft handelt es sich um zeitweilig überflutete Auenwälder breiterer Talbereiche. Sie steht im Untersuchungsgebiet an ihren naturnahen Standorten oft in Kontakt mit Schluchtwäldern (Aceri-Fraxinetum) oder mit feuchten Ausbildungen der Eichen-Hainbuchenwälder (Stellario-Carpinetum) der Talauen.

Die Baumschicht besteht aus Schwarzerlen (*Alnus glutinosa*) und Eschen (*Fraxinus excelsior*), erstere nur sehr vereinzelt.

Die Strauchschicht ist oft sehr dicht entwickelt und artenreich. In der Krautschicht gedeihen nur Arten, die, wie die Hain-Sternmiere (*Stellaria nemorum*), eine zeitweilige Überflutung vertragen.

Folgende Arten konnten bestimmt werden:

Gewöhnliche Esche (*Fraxinus excelsior*), Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*), Hain-Sternmiere (*Stellaria nemorum*), Lungenkraut (*Pulmonaria obscura*), Gewöhnlicher Schneeball (*Viburnum opulus*), Goldnessel (*Lamium galeobdolon*), Gegenblättriges Milzkraut (*Chrysosplenium oppositifolium*), Wald-Schwingel (*Festuca altissima*), Großes Hexenkraut (*Circaea lutetiana*), Kleinblütiges Springkraut (*Impatiens parviflora*), Süße Wolfsmilch (*Euphorbia dulcis*), Dreinervige Miere (*Moehringia trinervia*).

Bach-Eschen-Erlen-Quellwälder (Carici-remotae-Fraxinetum)

In den Quellregionen von Bächen tritt eine Gesellschaft auf, die durch Bestände der Winkelsegge (*Carex remota*) gekennzeichnet ist. Das Carici remotae-Fraxinetum findet sich in der regelmäßig überschwemmten Bachau sowie an quellreichen Hängen und in Quellmulden. Die Baumschicht wird von Esche und sehr vereinzelt Erle gebildet, wobei die Esche oft forstwirtschaftlich überwiegt.

Das Carici remotae-Fraxinetum ist in der Regel nur als schmaler Bachsaum oder kleinflächig an Quellmulden ausgebildet. Meist steht es in Kontakt zu anderen Waldgesellschaften, so dem Perlgras-Buchenwald und dem Eichen-Hainbuchenwald. Durch gewässerbauliche Maßnahmen an den Bachläufen ist die Assoziation heute im Rückgang begriffen.

Folgende Arten sind vorgefunden worden:

Gewöhnliche Esche (*Fraxinus excelsior*), Winkel-Segge (*Carex remota*), Gegenblättriges Milzkraut (*Chrysosplenium oppositifolium*), Johannisbeere (*Ribes alpinum*), Wald-Bingelkraut (*Mercurialis perennis*), Goldnessel (*Lamium galeobdolon*), Großes Hexenkraut (*Circaea lutetiana*), Dreinervige Miere (*Moehringia trinervia*), Haselnuß (*Corylus avellana*), Große Brennessel (*Urtica dioica*).

Bergahorn-Eschenwälder (Aceri-Fraxinetum)

Im Untersuchungsgebiet Remstecken gliedert sich der Bergahorn-Eschenwald in zwei Assoziationen. Das Aceri-Fraxinetum ohne Differentialarten, welches lediglich durch seine Baumschicht charakterisiert ist, tritt, ähnlich wie die Bach-Erlen-Eschenwälder, als bachbegleitende Gesellschaft in Talmulden und Steiltälern auf. In der Baumschicht findet sich neben Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) und Esche (*Fraxinus excelsior*) auch die Bergulme (*Ulmus glabra*), die als Verbandscharakterart gilt. Strauch- und Krautschicht sind ungewöhnlich reich entwickelt und physiognomisch dem Stellario-Alnetum ähnlich.

Folgende Arten konnten kartiert werden:

Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*), Esche (*Fraxinus excelsior*), Linde (*Tilia platyphyllos*), Bergulme (*Ulmus glabra*), Echtes Lungenkraut (*Pulmonaria obscura*), Süße Wolfsmilch (*Euphorbia dulcis*), Fuchsschwanzmoos (*Thamnobryum alopecurum*), Tüpfelfarn (*Polypodium interjectum*), Waldbingelkraut (*Mercurialis perennis*), Gewöhnlicher Schneeball (*Viburnum opulus*), Waldzwenke (*Brachypodium sylvaticum*), Vielblütige Weißwurz (*Polygonatum multiflorum*), Chaix-Rispengras (*Poa chaixii*), Stinkende Nieswurz (*Helleborus foetidus*), Stachelbeere (*Ribes uva-crispa*), Nesselblättrige Glockenblume (*Campanula trachelium*).

Der Hirschzungen-Bergahornwald (Phyllitido-Aceretum) — zweite Assoziationsform —, durch das Vorkommen der Hirschzunge (*Asplenium scolopendrium*) und des Geklappten Schildfarns (*Polystichum aculeatum*) gekennzeichnet, konnte im Gegensatz zu den Untersuchungen von E. FISCHER (mündliche Mitteilung) nicht mehr wiedergefunden werden.

Ersatzgesellschaften auf Kahlschlägen (Schlagfluren):

Fuchs-Greiskraut-Traubenholunder-Gesellschaft (*Senecioni fuchsii-Sambucetum racemosae*)

Unmittelbar nach der Entwaldung bilden sich kurzlebige Gesellschaften, die von Pionierarten wie dem Schmalblättrigen Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*) und dem Fuchs-Greiskraut (*Senecio fuchsii*) dominiert werden. Daneben treten schnellwüchsige Gehölze wie der Holunder (*Sambucus racemosa*) auf. Im Untersuchungsgebiet ist fragmentarisch nur die Fuchs-Greiskraut-Traubenholunder-Gesellschaft entwickelt, die vielfach einen ruderalen Aspekt zeigt (reiches Vorkommen der Ackerkratzdistel). Stellenweise dominiert das Schmalblättrige Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*). Kartographisch konnten die einzelnen Ausbildungen nicht unterschieden werden.

Folgende Arten konnten bestimmt werden:

Fuchs-Greiskraut (*Senecio fuchsii*), Schmalblättriges Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*), Gemeiner Wasserdost (*Eupatorium cannabinum*), Riesenschwingel (*Festuca gigantea*), Ackerkratzdistel (*Cirsium arvense*), Traubenholunder (*Sambucus racemosa*), Himbeere (*Rubus idaeus*), Brombeere (*Rubus fruticosus*).

Ersatzgesellschaften des Grünlandes:

Eine Gruppe von anthropogenen Gesellschaften, die sich anstelle von potentiell natürlichen bilden konnte, ist heute als Refugium bedrohter Pflanzen und Tiere von großer Bedeutung. Es handelt sich um die Grünland-Wiesen-Gesellschaften, die ihre Existenz unterhalb der Waldgrenze fast allein den Faktoren Viehweide und Mahd zu verdanken haben. Mit dem Brachfallen vollzieht sich gleichzeitig eine Sukzession zu einem klimatischen Stadium, d. h. zu einem dem Standort entsprechenden Waldtyp.

Gesellschaft der Spitzblütigen Binse (*Juncetum acutiflori*)

Die im Untersuchungsgebiet nur fragmentarisch ausgebildete Gesellschaft der Spitzblütigen Binse ist durch das Vorherrschen von *Juncus acutiflorus* gekennzeichnet, weitere Kennarten fehlen hier. Sie ist kleinflächig oberhalb vom Hof Remstecken ausgebildet und beherbergt als floristische Besonderheit das Breitblättrige Knabenkraut (*Dactylorhiza majalis*). Die Gesellschaft leitet hier zu den Sumpfdotterblumen-Wiesen über.

Folgende Arten konnten gefunden werden:

Spitzblütige Binse (*Juncus acutiflorus*), Glieder-Binse (*Juncus articulatus*), Breitblättriges Knabenkraut (*Dactylorhiza majalis*), Kuckucks-Lichtnelke (*Lychnis flos-cuculi*), Scharfer Hahnenfuß (*Ranunculus acris*), Wiesen-Schaumkraut (*Cardamine pratensis*), Sumpfhornklee (*Lotus uliginosus*), Ackerschachtelhalm (*Equisetum arvense*), Blaugrüne Segge (*Carex flacca*), Wiesen-Sauerampfer (*Rumex acetosa*), Wiesen-Ehrenpreis (*Veronica chamaedrys*), Kriechender Günsel (*Ajuga reptans*), Kriechender

Hahnenfuß (*Ranunculus repens*), Wald-Engelwurz (*Angelica sylvestris*), Braunsegge (*Carex nigra*), Wolliges Honiggras (*Holcus lanatus*), Wiesen-Rispengras (*Poa pratensis*), Sumpf-Schafgarbe (*Achillea ptarmica*), Wiesen-Platterbse (*Lathyrus pratensis*), Gewöhnliches Hornkraut (*Cerastium holosteoides*), Sumpf-Kratzdistel (*Cirsium palustre*), Waldsimse (*Scirpus sylvaticus*), Große Brennessel (*Urtica dioica*), Tüpfel-Johanniskraut (*Hypericum perforatum*), Schmalblättriges Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*), Stumpfbältriger Ampfer (*Rumex obtusifolius*), Knotige Braunwurz (*Scrophularia nodosa*), Bittersüßer Nachtschatten (*Solanum dulcamara*), Salweide (*Salix caprea*).

Glatthaferwirtschaftswiesen (Arrhenatheretum elatioris)

Die Glatthaferwiese (Arrhenatheretum elatioris) gehört im Untersuchungsgebiet zur flächenmäßig kleinsten Grünlandgesellschaft und wird durch intensive Beweidung immer mehr in eine artenarme Weidelgras-Weißklee-Weide umgewandelt.

Im allgemeinen ist die Basensättigung der Böden von Glatthaferwiesen nach den Untersuchungen von BOEKER (1957) mittel bis hoch. Der Gehalt an organischer Substanz übersteigt selten 8 %, der Mittelwert liegt bei 5,6 %. Die Arrhenathereten finden sich meist auf frischen bis feuchten, selten trockenen, eutrophen Böden.

Folgende Arten wurden vorgefunden:

Wiesen-Fuchsschwanz (*Alopecurus pratensis*), Wiesen-Rispengras (*Poa pratensis*), Wiesen-Platterbse (*Lathyrus pratensis*), Ackerschachtelhalm (*Equisetum arvense*), Stumpfbältriger Ampfer (*Rumex obtusifolius*), Gemeiner Löwenzahn (*Taraxacum officinale*), Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*), Scharfer Hahnenfuß (*Ranunculus acris*), Saat-Wicke (*Vicia sativa*), Knotige Braunwurz (*Scrophularia nodosa*), Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*).

Weidelgras-Weißklee-Weiden (Lolio-Cynosuretum)

Durch intensive Beweidung bedingt, ist die Weidelgras-Weißklee-Weide heute im Untersuchungsgebiet die flächenmäßig größte Grünlandgesellschaft.

Folgende Arten konnten bestimmt werden:

Weißklee (*Trifolium repens*), Hirtentäschel (*Capsella bursa-pastoris*), Gänseblümchen (*Bellis perennis*), Ackerehrenpreis (*Veronica arvensis*), Einjähriges Rispengras (*Poa annua*), Gewöhnliches Hornkraut (*Cerastium holosteoides*), Frühlings-Hungerblümchen (*Erophila verna*), Weidelgras (*Lolium perenne*), Herbstzeitlose (*Colchicum autumnale*), Löwenzahn (*Taraxacum officinale*), Schafgarbe (*Achillea millefolium*), Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*).

Rotschwingel-Kammgras-Weide (Festuco-Cynosuretum)

Auf sandigen nährstoffarmen Böden meist am Rande der Weiden und an kleinflächigen Weggrändern tritt im Untersuchungsareal eine Gesellschaft mit Rotschwingel (*Festuca rubra*), Kammgras (*Cynosurus cristatus*) und Weißklee (*Trifolium repens*) auf.

Folgende Vertreter wurden vorgefunden:

Quendel-Ehrenpreis (*Veronica serpyllifolia*), Rotschwingel (*Festuca rubra*), Weißklee (*Trifolium repens*), Weiche Tresse (*Bromus mollis*), Wiesenkerbel (*Anthriscus sylvestris*), Gewöhnliche Schlüsselblume (*Primula elatior*), Berg-Platterbse (*Lathyrus montanus*), Feldhainsimse (*Luzula campestris*), Rundblättrige Glockenblume (*Campanula*

rotundifolia), Hain-Hahnenfuß (*Ranunculus nemorosus*), Wald-Habichtskraut (*Hieracium sylvaticum*), Erdbeer-Fingerkraut (*Potentilla sterilis*), Schaf-Schwengel (*Festuca ovina*), Wiesen-Kammgras (*Cynosurus cristatus*), Zwiebeltragende Zahnwurz (*Dentaria bulbifera*).

Ruderalgesellschaften

Bedingt durch Erdarbeiten am Hof Remstecken (Parkplatz) treten kleinflächig Unkrautgesellschaften auf, die auf der Vegetationskarte wegen ihrer Kurzlebigkeit nicht berücksichtigt wurden und daher auch nicht in das Konzept der vorliegenden Arbeit passen. Aus Gründen der Vollständigkeit sollen die Arten an dieser Stelle doch erwähnt werden. Die Bestände gehören zur Gruppe der Beifußgesellschaften (*Artemisietea vulgaris*) und setzen sich wie folgt zusammen:

Zypressen-Wolfsmilch (*Euphorbia cyparissias*), Acker-Schmalwand (*Arabidopsis thaliana*), Echter Feldsalat (*Valerianella locusta*), Ackerehrenpreis (*Veronica arvensis*), Erdbeer-Fingerkraut (*Potentilla sterilis*), Gemeiner Beifuß (*Artemisia vulgaris*), Wald-Erdbeere (*Fragaria vesca*), Gemeines Greiskraut (*Senecio vulgaris*), Färber-Resede (*Reseda luteola*), Acker-Frauenmantel (*Aphanes arvensis*), Schneckenklee (*Medicago lupulina*), Gewöhnliches Leinkraut (*Linaria vulgaris*), Huflattich (*Tussilago farfara*), Rainfarn (*Tanacetum vulgare*).

Anthropogene Gewässer

Der Ententeich unterhalb des Hofes Remstecken ist stark eutroph und daher vom vegetationskundlichen Standpunkt nicht bemerkenswert. Es fehlen weitgehend Röhricht und Wasserpflanzen. 1992 war der Teich mit einer dichten Decke aus Wasserlinse (*Lemna minor* u. a.) bedeckt.

Der kleinere Teich oberhalb des Hofes Remstecken weist einen Bestand aus Rohrkolben — fragmentarisches Typhetum *angustifoliae* mit Schmalblättrigem Rohrkolben (*Typha angustifolia*) auf.

Potentielle natürliche Vegetation:

Würde mit dem heutigen Tag keinerlei menschliche Einflußnahme auf die Landschaft erfolgen, so stellte sich langfristig eine Vegetation ein, die als potentielle natürliche Vegetation bezeichnet wird. Neben den oben genannten azonalen Gesellschaften Hainmieren-Erlenwald (*Stellario-Alnetum glutinosae*), Bach-Erlen-Eschenwald (*Cariciremotae-Fraxinetum*), Hainsimsen-Eichenwald (*Luzulo-Quercetum petraeae*), Heidekraut-Haarginster-Gesellschaft p. p. Felsenbirnengebüsch (*Calluno-Genistetum pilosae* p. p. *Cotoneastro-Amelanchieretum*) und Ahorn-Eschen-Schluchtwald (*Aceri-Fraxinetum*), würde als klimatische Waldgesellschaft der Perlgras-Buchenwald überwiegen (Siehe Vegetationskarte). Auch die Gehölzpflanzungen Fichtenwald (*Picea abies*), Fichtenschonung (*Picea abies* j.), Robinienwald (*Robinia pseudacacia*), Ahorn-Eschen-Jungkultur (*Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus exelsior*), Mischwald und Buchenjungkultur stehen auf potentiellen Perlgras-Buchenwaldstandorten.

Unter natürlichen Bedingungen würde der Wald praktisch die gesamte Landschaft bedecken. Eine kleine Gruppe von Standorten im Untersuchungsgebiet ist jedoch aufgrund von Gründigkeit und Körnung des Bodens potentiell waldfrei. Hierzu zählt die Heidekraut-Haarginster-Gesellschaft p. p. Feisenbirnengebüsch (*Calluno-Genistetum pilosae* p. p. *Cotoneastro-Amelanchieretum*).

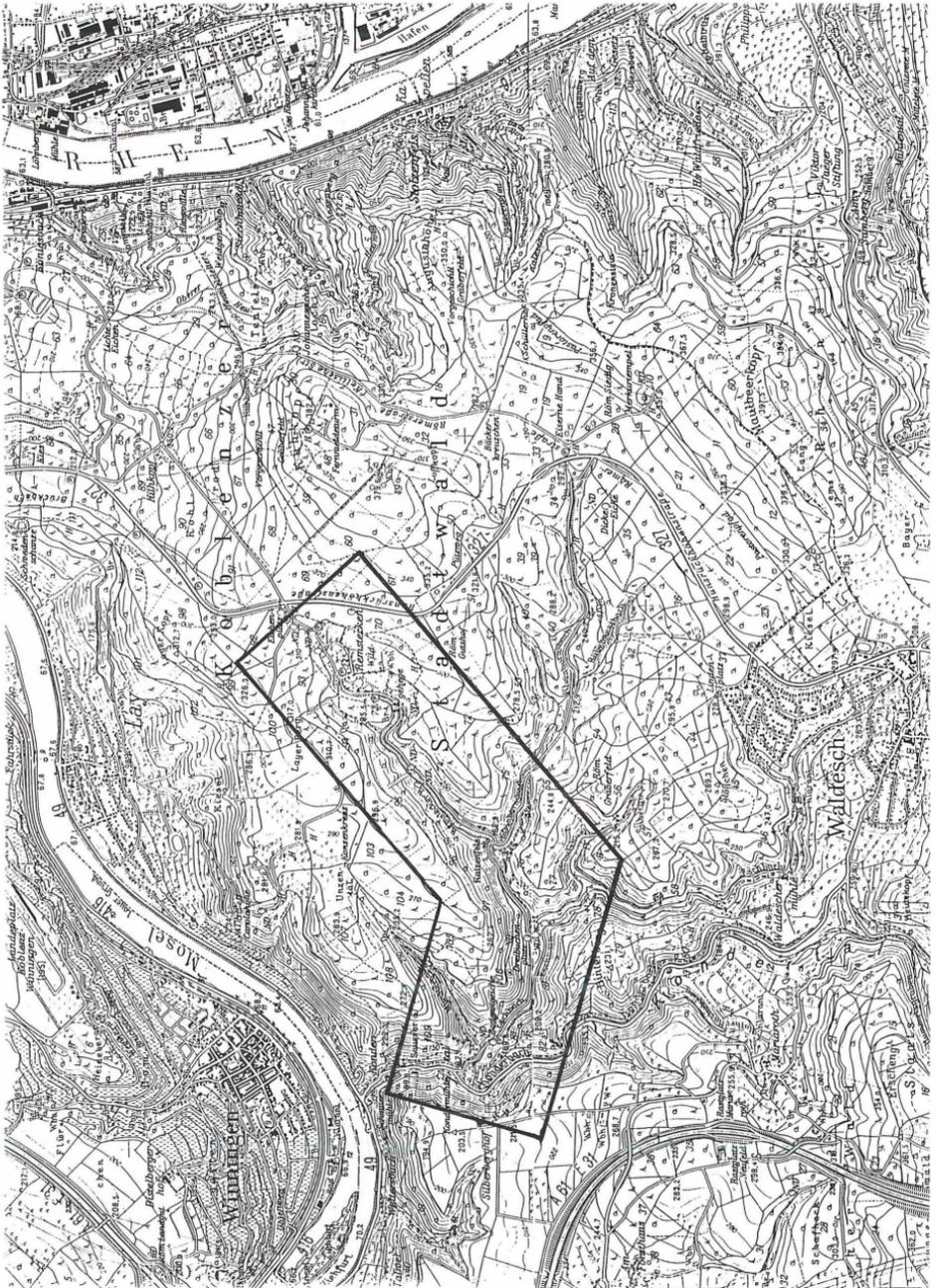
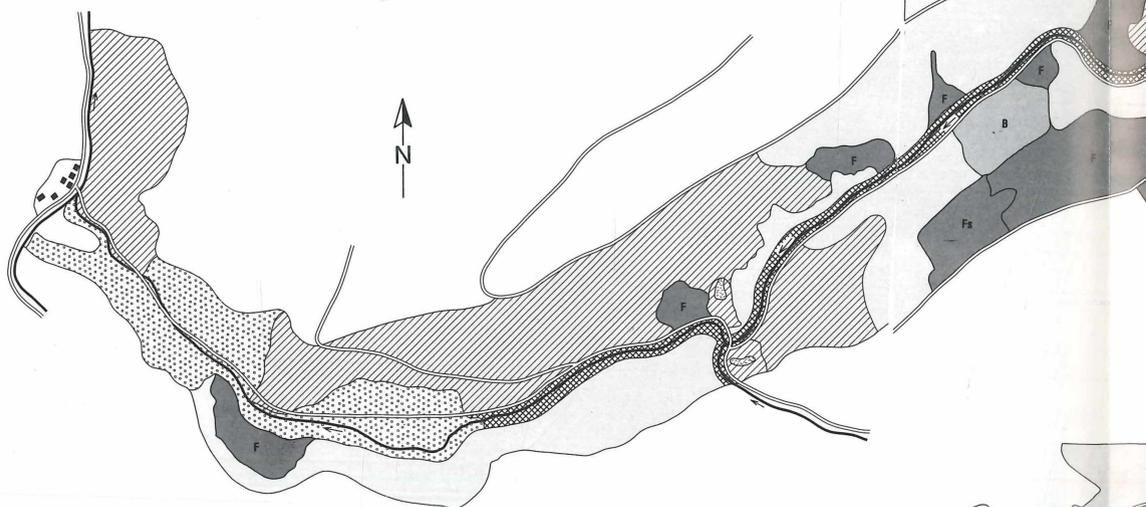


Abb. 8: Geographische Lage des vegetationskundlich untersuchten Gebietes im links-rheinischen Stadtwald (— = Grenze des Untersuchungsgebietes).

REALE VEGETATION



POTENTIELL NATÜRLICHE VEGETATION

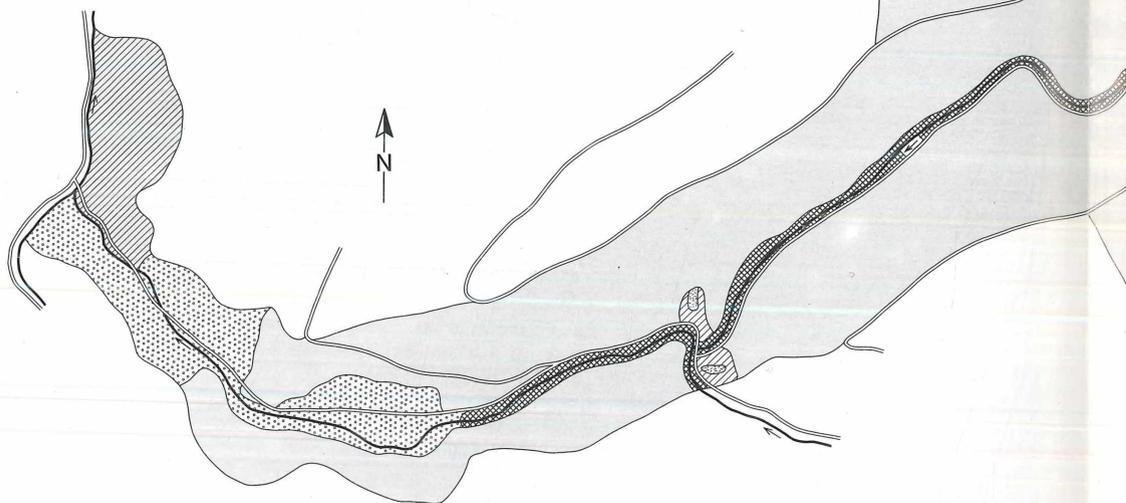
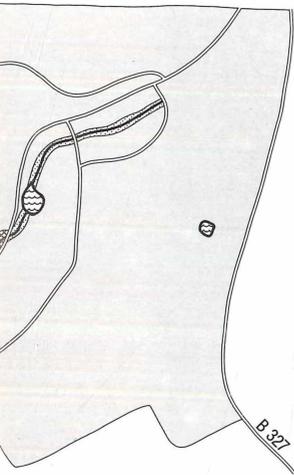
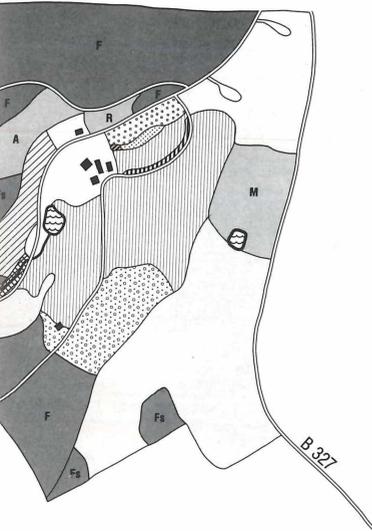


Abb. 9: Vegetationskarte vom Remstecken

Legende:



-  F Fichtenwald
-  Fs Fichtenschonung
-  Gebäude und Parkanlagen
-  Teich
-  Arrhenatheretum
(Glatthaferwiese)
-  Lolio-Cynosuretum
(Weidelgras-Kammgras-Weide)
-  Festuco-Cynosuretum
(Schwingel-Kammgras-Weide)
-  Stellario-Alnetum glutinosae
(Sternmieren-Erlenwald)
-  Carici remotae-Fraxinetum
(Winkelseggen-Eschenwald)
-  Melico-Fagetum
(Perlgras-Buchenwald)
-  Querco-Carpinetum
(Eichen-Hainbuchenwald)
-  Luzulo-Quercetum petraeae
(Hainsimsen-Eichenwald)
-  Calluno-Genistetum pilosae
(Besenheide-Haarginster-Gesellschaft)
-  pp. Cotoneastro-Amelanchieretum
(Zwergmispel-Felsenbirnen-Gesellschaft)
-  Aceri-Fraxinetum
(Ahorn-Eschen-Schluchtwald)
-  Acker
-  Juncetum acutiflori
(Gesellschaft der Spitzblütigen Binse)
-  R *Robinia pseudoacacia*-Bestand
(Robinien-Bestand)
-  A *Acer pseudoplatanus*-*Fraxinus excelsior*-Jungkultur
(Ahorn-Eschen-Jungkultur)
-  Senecioni fuchsii-Sambucetum racemosae
(Fuchs-Greiskraut-Traubenholunder-Gesellschaft)
-  M Mischwald (Schonung)
potentielles Melico-Fagetum
-  B Buchen-Naturverjüngung

Die Verteilung der übrigen Waldgesellschaften ist ebenfalls überwiegend auf edaphische und geomorphologische Faktoren zurückzuführen. Neben der klimatischen Waldgesellschaft Perlgras-Buchenwald, die sich aufgrund der Nährstoffverhältnisse im Boden an fast allen Standorten einstellen würde, finden wir im unmittelbaren Auenbereich des Baches Gesellschaften wie den Hainmieren-Erlenwald (*Stellario-Alnetum glutinosae*) und den Bach-Erlen-Eschenwald (*Carici-remotae-Fraxinetum*), die stärkere Vernässung vertragen.

Bedingt durch die Talmorphologie (Kerbtal) herrscht im Unterlauf des Baches große Luftfeuchtigkeit, was zur Ausbildung von Ahorn-Eschen-Schluchtwäldern (*Aceri-Fraxinetum*) führt.

An entsprechend trockenen und besonnten Steilhängen findet sich auf mesotrophen Standorten ein Eichen-Hainbuchenwald (*Quercu-Carpinetum*), auf sauren, oligotrophen Hängen ein Hainsimsen-Eichenwald (*Luzulo-Quercetum petraeae*).

Nomenklatur nach SCHMEIL-FITSCHEN (1976), Moose und Flechten nach JAHNS (1980); Stand Oktober 1992:

- Acer campestre* (Feldahorn)
- Achillea millefolium* (Schafgarbe)
- Achillea ptarmica* (Sumpf-Scharfgarbe)
- Ajuga reptans* (Kriechender Günsel)
- Alopecurus pratensis* (Wiesen-Fuchsschwanz)
- Alnus glutinosa* (Schwarz-Erle)
- Amelanchier ovalis* (Felsenbirne)
- Angelica sylvestris* (Wald-Engelwurz)
- Anthericum liliago* (Graslilie)
- Anthriscus sylvestris* (Wiesenkerbel)
- Aphanes arvensis* (Acker-Frauenmantel)
- Arabidopsis thaliana* (Acker-Schmalwand)
- Arrhenatherum elatius* (Glatthafer)
- Artemisia vulgaris* (Gemeiner Beifuß)
- Asplenium septentrionale* (Nordischer Streifenfarn)
- Asplenium trichomanes* (Brauner Streifenfarn)
- Bartramia pomiformis* (Apfelmoos)
- Bellis perennis* (Gänseblümchen)
- Brachypodium sylvaticum* (Waldzwenke)
- Bromus mollis* (Weiche Trefle)
- Calluna vulgaris* (Besenheide)
- Campanula rotundifolia* (Rundblättrige Glockenblume)
- Campanula trachelium* (Nesselblättrige Glockenblume)
- Capsella bursa-pastoris* (Hirtentäschelkraut)
- Cardamine pratensis* (Wiesen-Schaumkraut)
- Cardaminopsis arenosa* (Sandkresse)
- Carex flacca* (Blaugrüne Segge)
- Carex nigra* (Braune Segge)
- Carex remota* (Winkelsegge)
- Carpinus betulus* (Hainbuche)
- Cerastium holosteoides* (Gewöhnliches Hornkraut)
- Chrysosplenium oppositifolium* (Gegenblättriges Milzkraut)

- Circaea lutetiana* (Großes Hexenkraut)
Cirsium arvense (Acker-Kratzdistel)
Cirsium palustre (Sumpf-Kratzdistel)
Cirsium vulgare (Gewöhnliche Kratzdistel)
Cladonia mitis (Rentierflechte)
Colchicum autumnale (Herbstzeitlose)
Corylus avellana (Haselnuß)
Cotoneaster integerrima (Gemeine Zwergmispel)
Crataegus laevigata (Weißdorn)
Cynosurus cristatus (Wiesen-Kammgras)
Dactylorhiza majalis (Breitblättriges Knabenkraut)
Dentaria bulbifera (Zwiebeltragende Zahnwurz)
Deschampsia flexuosa (Drahtschmiele)
Digitalis purpurea (Roter Fingerhut)
Dryopteris dilatata (Breitblättriger Wurmfarne)
Epilobium angustifolium (Schmalblättriges Weidenröschen)
Equisetum arvense (Ackerschachtelhalm)
Erophila verna (Frühlings-Hungerblümchen)
Eupatorium cannabinum (Gemeiner Wasserdost)
Euphorbia cyparissias (Zypressen-Wolfsmilch)
Euphorbia dulcis (Süße Wolfsmilch)
Fagus sylvatica (Rotbuche)
Festuca altissima (Wald-Schwingel)
Festuca gigantea (Riesenschwingel)
Festuca ovina (Schaf-Schwingel)
Festuca rubra (Roter Schwingel)
Fragaria vesca (Wald-Erdbeere)
Fraxinus excelsior (Esche)
Frullania tamarisci (Tamarisken-Sacklebermoos)
Galium hircynicum (Harz-Labkraut)
Galium odoratum (Waldmeister)
Galium sylvaticum (Waldlabkraut)
Genista pilosa (Behaarter Ginster)
Helleborus foetidus (Stinkende Nieswurz)
Hieracium sylvaticum (Wald-Habichtskraut)
Hieracium umbellatum (Doldenhabichtskraut)
Holcus lanatus (Wolliges Honiggras)
Hypericum hirsutum (Behaartes Hartheu)
Hypericum perforatum (Tüpfel-Johanniskraut)
Hypnum cupressiforme (Zypressen-Schlafmoos)
Impatiens parviflora (Kleinblütiges Springkraut)
Juncus acutiflorus (Spitzblütige Binse)
Juncus articulatus (Glieder-Binse)
Juncus effusus (Flatter-Binse)
Lamium galeobdolon (Goldnessel)
Lathyrus montanus (Berg-Platterbse)
Lathyrus pratensis (Wiesen-Platterbse)

Lejeunea cavifolia (Halbblättrige Lejeunie)
Lemna minor (Wasserlinse)
Leucobryum glaucum (Weißmoos)
Linaria vulgaris (Gewöhnliches Leinkraut)
Ligustrum vulgare (Liguster)
Lolium perenne (Weidelgras)
Lotus uliginosus (Sumpfhornklee)
Luzula albida (Weißliche Hainsimse)
Luzula campestris (Feldhainsimse)
Luzula sylvatica (Waldhainsimse)
Lychnis flos-cuculi (Kuckucks-Lichtnelke)
Maianthemum bifolium (Zweiblättrige Schattenblume)
Medicago lupulina (Schneckenklee)
Melampyrum pratense (Wiesenwachtelweizen)
Melica uniflora (Einblütiges Perlgras)
Mercurialis perennis (Waldbingelkraut)
Milium effusum (Flattergras)
Moehringia trinervia (Dreinervige Miere)
Mycelis muralis (Mauerlattich)
Picea abies (Fichte)
Plantago lanceolata (Spitzwegerich)
Poa annua (Einjähriges Rispengras)
Poa chaixii (Chaix-Rispengras)
Poa pratensis (Wiesen-Rispengras)
Polygonatum multiflorum (Vielblütige Weißwurz)
Polypodium interjectum (Tüpfelfarn)
Polytrichum piliferum (Frauenhaarmoos)
Potentilla sterilis (Erdbeer-Fingerkraut)
Potentilla verna (Frühlingsfingerkraut)
Primula elatior (Gewöhnliche Schlüsselblume)
Pulmonaria obscura (Echtes Lungenkraut)
Quercus petraea (Traubeneiche)
Ranunculus acris (Scharfer Hahnenfuß)
Ranunculus nemorosus (Hain-Hahnenfuß)
Ranunculus repens (Kriechender Hahnenfuß)
Reseda luteola (Färber-Resede)
Ribes alpinum (Johannisbeere)
Ribes uva-crispa (Stachelbeere)
Robinia pseudoacacia (Gemeine Robinie)
Rubus fruticosus (Brombeere)
Rubus idaeus (Himbeere)
Rumex acetosa (Sauerampfer)
Rumex obtusifolius (Stumpfbältriger Ampfer)
Sambucus racemosa (Traubenholunder)
Salix caprea (Sal-Weide)
Scirpus sylvaticus (Waldsimse)
Scrophularia nodosa (Knotige Braunwurz)

Senecio fuchsii (Waldgreiskraut)
Senecio vulgaris (Gemeines Greiskraut)
Silene nutans (Nickendes Leimkraut)
Sorbus aria (Mehlbeere)
Solanum dulcamara (Bittersüßer Nachtschatten)
Stellaria holostea (Sternmiere)
Stellaria nemorum (Hain-Sternmiere)
Tanacetum vulgare (Rainfarn)
Taraxacum officinale (Gemeiner Löwenzahn)
Teucrium scorodonia (Salbei-Gamander)
Thamnobryum alopecurum (Fuchsschwanzmoos)
Tilia platyphyllos (Sommerlinde)
Trifolium repens (Weiß-Klee)
Tussilago farfara (Huflattich)
Typha angustifolia (Schmalblättriger Rohrkolben)
Ulmus glabra (Bergulme)
Urtica dioica (Große Brennessel)
Vaccinium myrtillus (Heidelbeere)
Valerianella locusta (Echter Feldsalat)
Veronica arvensis (Acker-Ehrenpreis)
Veronica chamaedrys (Wiesen-Ehrenpreis)
Veronica serpyllifolia (Quendel-Ehrenpreis)
Viburnum opulus (Gewöhnlicher Schneeball)

2.6 Wildgehege Remstecken

Wenige hundert Meter von der Hunsrückhöhenstraße entfernt, liegt an einem nach Westen hin sanft geneigten Hang die ehemalige Försterei Remstecken, bestehend aus zwei Wohn- und Scheunengebäuden. Eine dieser Scheunen soll in Zukunft für die geplante Ökostation hergerichtet werden, und das sich daran nach Norden anschließende Gelände als Naturlehrgebiet dienen.

Zum Anziehungspunkt, besonders für Kinder, wurde der Remstecken aber durch sein Wildgehege, das heute eine Fläche von ca. 8 ha einnimmt. Neben Dam- und Rotwild gibt es hier seit 1969 auch Schwarzwild zu bestaunen. Zur Zeit umfaßt der Tierbestand im Wildpark 20 Stück Rot-, 50 Stück Dam- und ca. 70 Stück Schwarzwild (Stand Januar 1993).

Daneben findet man in den Vogelvolieren: Jagdfasane, Rebhühner, Steinhühner, Wachteln, Buch- und Grünfinke sowie Rotkehlchen. Die Entenvolieren beherbergen Krickente, Knäckente, Kolbenente, Reiherente und Mandarinente (vgl. KUCZYNSKI, B. 1993).

Den in den 70er Jahren angelegten Teich unterhalb der heutigen Waldgaststätte (ehemaliges Forsthaus) besiedeln überwiegend Stockenten. Aber auch Teichhühner werden hier immer mehr heimisch.

Neben diesen faunistischen Besonderheiten weist der Remstecken einen gut zugänglichen und aussagekräftig beschilderten Waldlehrpfad — oberhalb des Rotwildgeheges angelegt — auf.

Mehr als 25 verschiedene einheimische Gewächse werden hier auf engstem Raum vorgestellt.

Der hohe Freizeitwert des Remstecken wird abgerundet durch einen großen Natur-spielplatz mit angrenzender Liegewiese.

Diese Idylle im Grünen ist zu einem »Muß« für jeden naturkundlich aufgeschlos-senen Bürger geworden und gehört heute schon zu den festen Ausflugszielen vieler Schul-klassen.

2.7 Lehrpfade im Umfeld des Remstecken

Die letzten Neuinvestitionen im Erholungswald waren die Anlage des geologisch-landeskundlichen, archäologischen und naturkundlichen Wanderweges anlässlich der 2000-Jahr-Feier der Stadt. Der geologische sowie der naturkundliche Wanderweg sind vollständig ausgebaut. Der archäologische Wanderweg wird in den nächsten Jahren noch um einige Ausgrabungen erweitert (siehe Abbildung 11).

2.7.1 Der Waldlehrpfad

In dem 1909 von dem damaligen Oberförster Dr. Gerhardt angelegten Parkwald wurde 1992 der naturkundliche Wanderweg eröffnet. Auf dem ca. 1,2 km langen Rundweg finden sich bis jetzt ca. 45 verschiedene Baum- und Straucharten. Neben den meisten einheimischen Baumarten stehen auch einige exotische ausländische Bäume, wie Tulpenbaum (*Liriodendron tulipifera*), Riesenlebensbaum (*Thuja plicata*), Kanadische

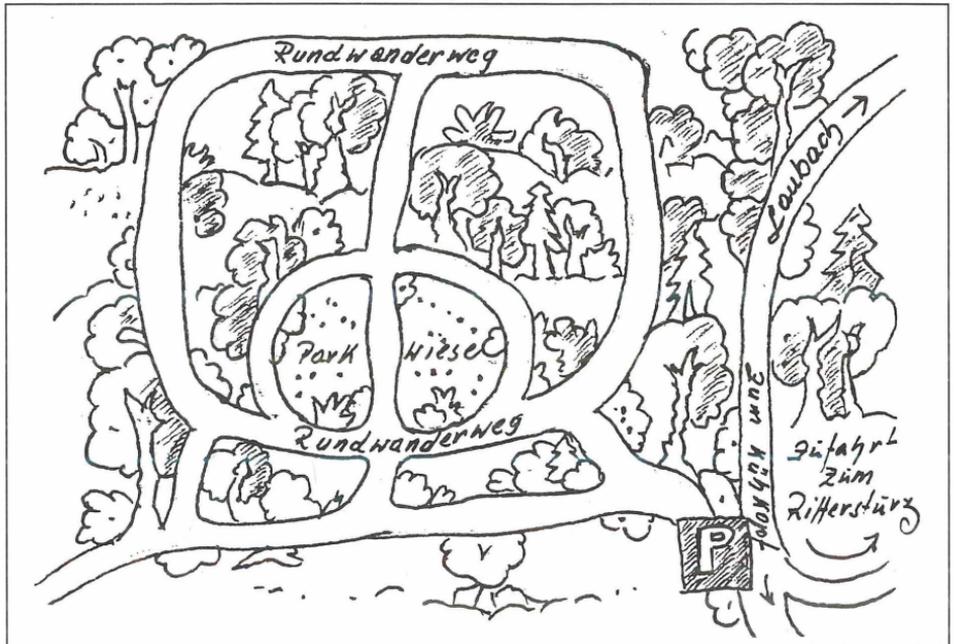


Abb. 10: Wegenetz des 1992 neu eröffneten Waldlehrpfades.

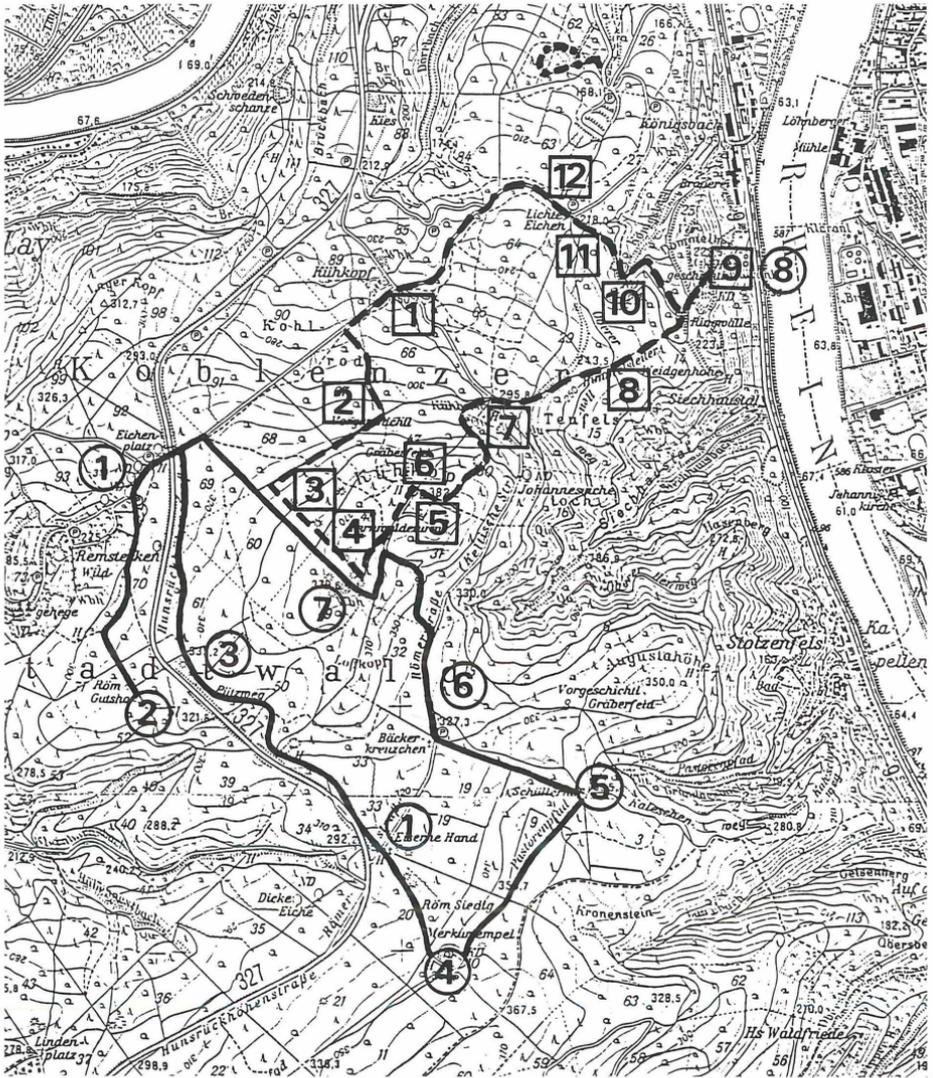


Abb. 11: Lehrpfade im Umfeld des Remstecken:
 Waldlehrpfad (· - · - ·);
 Geologisch-Landeskundlicher Lehrpfad (□ ; - - - -)
 Archäologischer Lehrpfad (○ ; ———)

Hemlocktanne (*Tsuga canadensis*) und Silberahorn (*Acer saccharinum*) am Naturlehrpfad. Teilweise stammen diese Bäume aus der Entstehungszeit des Parkwaldes und sind somit heute über 80 Jahre alt.

Auf beiden Rundwegen geben zahlreiche Hinweisschilder Auskunft über die Bäume und Sträucher. Neben den farbigen Abbildungen von Blättern, Nadeln, Knospen, Blüten und Früchten zeigen die Tafeln eine Kurzbeschreibung über Heimat, Größe, Standortansprüche und wirtschaftliche Bedeutung der Bäume. Davon abgesetzt folgt eine kurze, stichwortartige botanische Beschreibung, wobei auf die o. g. farbigen Abbildungen näher eingegangen wird.

In den nächsten Jahren sollen in Zusammenarbeit mit Koblenzer Schulen auch die Kraut- und Blütenpflanzen entlang des Weges markiert werden.

Auf dem äußeren Rundweg sind in numerischer Reihung folgende Baum- und Straucharten vorzufinden:

- 1 Silberpappel (*Populus alba*)
- 2 Grüne Küstendouglasie (*Pseudotsuga menziesii* var. *viridis*)
- 3 Mammutbaum (*Sequoiadendron giganteum*)
- 4 Traubeneiche (*Quercus petraea*)
- 5 Kanadische Hemlockstanne (*Tsuga canadensis*)
- 6 Stechpalme (*Ilex aquifolium*)
- 7 Vogelkirsche (*Prunus avium*)
- 8 Weißtanne (*Abies alba*)
- 9 Spitzahorn (*Acer platanoides*)
- 10 Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*)
- 11 Gemeine Fichte (*Picea abies*)
- 12 Serbische Fichte (*Picea omorika*)
- 13 Große Küstentanne (*Abies grandis*)
- 14 Coloradotanne (*Abies concolor*)
- 15 Gemeine Esche (*Fraxinus excelsior*)
- 16 Sitkafichte (*Picea sitchensis*)
- 17 Robinie (*Robinia pseudoacacia*)
- 18 Walnuß (*Juglans regia*)
- 19 Schwarzerle (*Alnus glutinosa*)
- 20 Eibe (*Taxus baccata*)
- 21 Tulpenbaum (*Liriodendron tulipifera*)
- 22 Silberahorn (*Acer saccharinum*)
- 23 Weymouthskiefer (*Pinus strobus*)
- 24 Hainbuche (*Carpinus betulus*)
- 25 Weißbirke (*Betula pendula*)
- 26 Blaue Gebirgsdouglasie (*Pseudotsuga menziesii* var. *glauca*)
- 27 Hartriegel (*Cornus sanguinea*)
- 28 Eberesche (*Sorbus aucuparia*)
- 29 Europäische Lärche (*Larix decidua*)
- 30 Weichsel-Kirsche (*Prunus mahaleb*)
- 31 Stieleiche (*Quercus robur*)
- 32 Gemeine Roßkastanie (*Aesculus hippocastanum*)
- 33 Eßkastanie (*Castanea sativa*)

- 34 Roteiche (*Quercus rubra*)
- 35 Rotbuche (*Fagus sylvatica*)
- 36 Sommerlinde (*Tilia platyphyllos*)
- 37 Kiefer (*Pinus sylvestris*)
- 38 Riesenlebensbaum (*Thuja plicata*)

Im Zentrum der Anlage — rund um die Parkwiese — erschließen sich dem Besucher folgende Sträucher:

- 1 Weißdorn (*Crataegus spec.*)
- 2 Forsythie (*Forsythia europaea*)
- 3 Haselnuß (*Corylus avellana*)
- 4 Jasmin (*Jasminum nudiflorum*)
- 5 Wolliger Schneeball (*Viburnum lantana*)
- 6 Gewöhnliche Berberitze (*Berberis vulgaris*)
- 7 Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*)

Neben den Baumbeschreibungen steht auf dem Lehrpfad eine sogenannte Baumorgel, an der orgelpfeifenähnlich Rundhölzer der verschiedenen Baumarten aufgereiht sind. Die Hölzer sind so aufgeschnitten, daß man neben der Rinde auch Holzstruktur und -farbe sehen kann.

Der im Revier noch gut vertretenen Vogelwelt bietet man durch Nistkästen verbesserte Brutmöglichkeiten. Alle Meisenarten, der Kleiber und Baumläufer als auch der schwarzweiße Trauerfliegenschnäpper können in Nisthilfen am Lehrpfad einen Brutplatz finden.

Zwei Schautafeln auf der im Zentrum des Parkwaldes gelegenen Parkwiese zeigen heimische Insekten, Vögel, Wildtiere sowie Pilze und Wiesenblumen.

2.7.2 Der Geologisch-Landeskundliche Lehrpfad

(vgl. FISCHER, H. 1992)

Ein hauptsächliches Anliegen der geographischen Wissenschaft ist es, die Erscheinungsformen der Erde und hierbei besonders der Erdoberfläche in ihrer Vielfalt zu erfassen, darzustellen und zu analysieren. Diesem Ziel soll der in den Jahren 1991 und 1992 konzipierte und hergestellte »Geologisch-Landeskundliche Wanderweg« dienen.

Der Lehrpfad stellt an zehn Stellen geologische und andere landschaftskundlich interessante Erscheinungen vor, die für den Gesamttraum typisch sind und die an den näher bezeichneten Stellen sichtbar oder durch Bild und Karte begreifbar gemacht wurden.

Im Verlauf des Lehrpfades werden mit Hilfe von Schautafeln (1-12) folgende geologisch-landeskundliche Themen angesprochen:

- Tafel 1: Einführung
- Tafel 2: Höhengliederung der Landschaft
- Tafel 3: Verwitterung und Bodenbildung
- Tafel 4: Hangschutt
- Tafel 5: Becken und Terrassen

Tafel 6: Gesteine des Hunsrücks

Tafel 7: Klima und Gewässer

Tafel 8: Geologie und Erdgeschichte

Tafel 9: Das Rheintal

Tafel 10: Talbildung und Reliefentwicklung

Tafel 11: Der Aufschluß — ein »geologisches Schauenfenster«

Tafel 12: Einführung

Anlage und Verlauf des Wanderweges (Schautafeln 1 und 12)

Wie man den Übersichtskarten an den Zugängen zum Lehrpfad entnehmen kann, wurde dieser als Rundwanderweg angelegt und kann daher von zwei Seiten her begangen werden. Das hat den Vorteil, daß man bei der individuellen Planung einer Lehrwanderung oder eines Spaziergangs nicht grundsätzlich an eine vorgegebene Strecke gebunden ist. Außerdem ist es nach der Anlage des Lehrpfades möglich den Rundweg abzukürzen, wenn man etwa vom Punkt 7 über die Fahrstraße direkt zum Ausgangspunkt 1 abbiegt (siehe Abbildung 11).

Themen des Wanderweges:

Der Stockwerkbau der Koblenzer Landschaft (Schautafel 2)

Die Koblenzer Landschaft ist sehr vielseitig. Ihre Oberflächengestaltung wurde von unterschiedlichen Formungsvorgängen gelenkt und ist durch recht verschiedenartige Faktoren und Formelemente bestimmt. Es handelt sich in der Hauptsache um:

- die Gesteinsstruktur und den Faltenbau des Rheinischen Schiefergebirges: die ursprünglich horizontal abgelagerten devonischen Schichten wurden nach der Verfestigung zu Gesteinen durch meist seitlichen Druck steil aufgestellt, wodurch oft Quarzite als besonders widerständige Gesteine in oberflächennahe Positionen gebracht wurden
- die Abtragungsvorgänge über eine Zeitdauer von rund 350 Millionen Jahren seit dem Ende des devonischen Erdzeitalters: dadurch wurden härtere und widerständige Gesteine und Schichtpakete herauspräpariert, wie zum Beispiel der Kühkopf, weniger widerständige Bereiche durch flächenhafte Verwitterung und Abtragung eingerumpft, wie etwa die weiten Hochflächen des Hunsrücks und der Eifel
- die Hebungen und Hebungsstillstände (= Tektonik) des rheinischen Gebirgsblockes seit der Mitte des Tertiärs (vor rund 45 bis 35 Millionen Jahren): dadurch wurde die Masse des fast 27.000 Quadratkilometer umfassenden Schiefergebirges ungleichmäßig gehoben, zum Teil aufgekipppt, durch Brüche zerlegt, in Erhebungen (= Horste) und in Senkungen (= Becken) zerteilt, damit erneut einer selektiven Abtragung ausgesetzt und überformt
- die Entwicklung der Flußnetze und Talsysteme von Rhein und Mosel im Eiszeitalter und danach: dadurch erhielt das Relief der mittelhheinischen Landschaft (und damit das Umland von Koblenz) seine heutige Form, die sich aus den Höhen- und Talterrassen über den tiefen Taleinschnitten von Rhein und Mosel und aus der Troglfläche des Ur-Rheintales auf den talnahen Gebirgshochflächen zusammensetzt.

Zur Geländedarstellung wurde auf der Informationstafel ein Digitales Höhenmodell abgebildet, ein Blockbild, dessen Bausteine im Computer errechnet und zeichnerisch zusammengesetzt wurden.

Verwitterung und Bodenbildung (Schautafel 3)

Als Verwitterung wird die Lockerung, Zerstörung und Aufbereitung des festen Gesteins bezeichnet, die langsam aber stetig unter dem Einfluß von Klima und Schwerkraft vor sich geht. Unter Beteiligung von pflanzlichen und tierischen Kleinlebewesen erfolgt gleichzeitig auch ein Abbau und Umbau der Minerale, welche aus dem jeweiligen Ausgangsgestein hervorgehen. Über der eigentlichen Gesteinsoberfläche entsteht so eine lockere Auflage, die den Wurzelraum für die Vegetation und den Lebensraum für Bodentiere bietet; beide sind für die weitere Entwicklung eines Bodens aus der Lockermaterialdecke von sehr großer Bedeutung.

An dem gesamten Prozeßgefüge sind die physikalische und die chemische Verwitterung gleichermaßen beteiligt. Die physikalische Verwitterung führt zu einer mechanischen Zertrümmerung des Gesteins, ohne daß dabei eine stoffliche Veränderung des Mineralbestandes oder einzelner Mineralbestandteile eintritt. Sie wird durch die Wärmeeinstrahlung der Sonne (= Insolation), durch den Spaltenfrost und durch die Salzsprengung bewirkt.

Zu den Formen der chemischen Verwitterung gehören Lösungsvorgänge, die Hydrolyse und die Hydratation sowie die Oxidation. Der durch diese Prozesse und durch chemisch-biogene Faktoren gesteuerte Gesteinszerfall führt zur Bildung von Feingrus, der durch weiteren Zersatz in Lehm und Ton übergeht.

Bei der Bodenbildung wirken vor allem von außen die klimatischen Verhältnisse, das Relief, die Ansammlung von Bodenwasser, ferner Tier und Mensch auf die spezifische Umbildung des Gesteins ein. Ferner spielt der Zeitfaktor eine große Rolle: Je länger der Bodenbildungsprozeß ungestört andauern kann, desto intensiver und qualitativ höherwertiger ist die Bodenbildung. Die Kombination und die Wirkungsintensität der genannten Faktoren wechseln von Ort zu Ort; daraus erklärt sich das mosaikartige Auftreten unterschiedlicher Böden auf kleinen Räumen auch innerhalb ein und derselben Landschaft.

Der hier am Hang des Kühkopfes ausgebildete Boden wird als Brauner Waldboden oder als Braunerde bezeichnet. Der während der letzten Kaltzeit (vor rund 20.000 Jahren) durch Frostsprengung entstandene Hangschutt wurde von einer Bimslage (vor etwa 12.000 Jahren) überdeckt. Durch Rutschungen und Umlagerungen wurden Hangschutt und Bims miteinander vermischt. Auf diesem Untergrund entwickelte sich dann unter der Wurzelschicht des Waldes eine Braunerde. Der Boden ließ sich in einzelne Horizonte gliedern, die zu einfacherer Verständigung mit Buchstabensymbolen bezeichnet werden.

Methoden der Bodenforschung:

Bei der Ergründung der Bodenstruktur kommt es darauf an, ein weitgehend ungestörtes Bild von der Aufeinanderfolge einzelner Bodenhorizonte zu erhalten, ein möglichst vollständiges Bodenprofil. Hierfür kommen folgende technische Verfahren in Frage:

- 1) Bodeneinschläge und Schürfgruben durch Spatenabstiche, meist an Böschungen und an Hängen, mit einer Tiefe von maximal 3 bis 5 Dezimetern;
- 2) Sondierungen mit Bohrstöcken von 1 oder 2 Metern Länge zur Gewinnung eines Übersichtsprofils und für erste Untersuchungen;

- 3) Bohrungen, meist mit einem motorgetriebenen Rotary-Trockenbohrverfahren, zur Gewinnung eines Bohrkerns als Grundlage differenzierender Untersuchungen.

An die Gewinnung von Bodenproben schließt sich die Bodenuntersuchung an, fast durchweg durch physikalische und chemische Labormethoden. Dazu gehören unter anderem die Bestimmung der Korngröße, die Untersuchung des Silikatgehalts, die Feststellung der Rundungswerte bei Geröllen, die Bestimmung der Bodenfarbe, des Bodenwassergehalts, des Porenvolumens, des Anteils an organischer Substanz, des Kalkgehalts und des Säurewertes (pH-Wert).

Die Ergebnisse der Bodenforschung finden Eingang in der Bodenkarte.

Hangschutt (Schautafel 4)

Die Gesteinskörper sämtlicher deutscher Mittelgebirge ruhen unter einer unterschiedlich mächtigen Decke von Hangschutt. Diese Decke ist eine Folge der Gesteinsverwitterung; ihre Zusammensetzung spiegelt daher den Gesteinsaufbau des jeweiligen Mittelgebirges wider: Am Rande des Hunsrücks sind dies vor allem Quarzite und Quarzsandsteine, meist als eckige und scharfkantige Brocken verschiedener Größe, die in einer lehmig-sandigen Grundmasse eingebettet sind.

Die Beschaffenheit der größeren Gesteinsbrocken deutet auf ihre Entstehung hin und damit auf die Entstehungszeit des Hangschutts. Denn eckige und kantige Bruchstücke sind in den Hanglagen unserer Mittelgebirge durchweg Ergebnisse einer physikalischen Verwitterung, meist der Frostsprengung während des Eiszeitalters, als die Gesteine den krassen Temperaturoegensätzen der Frostwechselperiode ausgesetzt waren. Selbst wenn man annimmt, daß der Frostschutt älterer Kaltzeiten entweder total verwittert oder aber völlig abgetragen ist, muß man dem Frostschutt der jüngsten Kaltzeit — der Würm- oder Weichseleiszeit — ein Alter von 12.000 bis 20.000 Jahren zumessen. Selbstverständlich geht die Frostsprengung der Gesteine auch in den Frostwechselzeiten der Gegenwart weiter, jedoch fast unmerklich langsam.

Vor allem die lehmigen und die tonigen Bestandteile der Bodenmasse können Wasser physikalisch anlagern und dadurch quellen: Sie begünstigen damit auf geneigtem Gesteinsuntergrund Rutschungen, wobei schon sehr geringe Neigungswinkel ausreichen. Zwar kann die Vegetation, vor allem aber die Bewaldung, stärkere und plötzliche Abgleitungsvorgänge verhindern, aber auf die Dauer bleibt es doch bei einem langsamen »Schuttkriechen«, welches auch die im Schutt wurzelnde Vegetation beeinflusst. Flachwurzelnende Bäume, wie zum Beispiel die Fichte, ändern dadurch ihre Wachstumsrichtung und bilden bei diesen »Wachstumskorrekturen« (= positiver Geotropismus) nicht selten ein Baumknie aus.

Koblenzer Landschaft: Becken und Terrassen (Schautafel 5)

Der bereits auf Tafel 2 angesprochene Stockwerkbau der Landschaft wird besonders deutlich beim Ausblick vom Kühkopf nach Norden. Durch Luftbild, Topographische Karte und Landschafts-Querprofil wird hier ein anschaulicher Überblick über die Becken- und Terrassenlandschaft an Mosel und Rhein vermittelt. Am deutlichsten tritt die sogenannte »Hauptterrasse« zwischen beiden Tälern hervor, die heute durch den Koblenzer Stadtteil »Karthause« überbaut ist; ihr entspricht die Verebnung im Nordosten, auf welcher der Hauptkomplex der Festung Ehrenbreitstein liegt oder aber (in nordwestlicher Blickrichtung) der Heyerberg und der Kimmelberg zwischen Güls und Metternich. Nach Norden weitet sich der Ausblick über die auf der Niederterrasse

des Rheins gelegene Stadt Koblenz in das rund 516 Quadratkilometer große Mittelrheinische Becken, dessen ostwärtiger Teil zwar herkömmlich und volkstümlich, wissenschaftlich aber falsch als »Neuwieder Becken« bezeichnet wird: Es handelt sich hier um eine Erweiterung des Rheintals.

Die Gesteine des Hunsrücks (Schautafel 6)

Die Gesteine des Hunsrücks gehören zur rheinischen Abart (= Fazies, vom lt. facies, Gesicht) der devonischen Gesteine des Schiefergebirges. Diese Gesteinspakete zeichnen sich vor allem durch ihre Entstehung aus überwiegend sandigen Sedimenten aus, welche vor rund 400 Millionen Jahren in das verhältnismäßig flache Devonmeer hinein angelagert wurden. Das Gebiet um den Kühkopf ist aus den Gesteinen der »Ems-Stufe« aufgebaut, die früher auch als »Koblenz-Stufe« bezeichnet worden ist. Das »Ems« bildet mit seiner Wechsellagerung sehr unterschiedlicher Gesteinsschichten die stratigraphische Grenze zwischen dem »Oberen Unterdevon« und dem darauffolgenden und daher erdgeschichtlich jüngeren »Unteren Mitteldevon«. Die Bezeichnung Devon rührt von der südwestenglischen Grafschaft Devonshire her, wo die Gesteine jener erdgeschichtlichen Periode gebirgsbildend anstehen und zum ersten Male beschrieben worden sind.

Die Bilder auf den Schautafeln und die ausgelegten Gesteinsproben zeigen die im Raum Koblenz vorkommenden wichtigsten Arten von Gesteinen. Die Quarzsandsteine sind am häufigsten vertreten; der Quarzit bildet wegen seiner Widerständigkeit gegen die Verwitterung und gegen die Abtragung die Höhenlagen über den meist von Quarzsandsteinen gebildeten Hunsrück-Hochflächen. An der Basis der Sandsteine liegen Tonschiefer, die rheinaufwärts bei Kaub besonders plattig und stabil ausgebildet sind und daher früher als »Dachschiefer« abgebaut und verwendet wurden. Reiner Quarz kommt in der Regel nur in »Gängen« innerhalb anderer Gesteinspakete vor; man findet ihn aber auch als Kiesel auf den Rhein- und Mosel-Terrassen, also als Fluß- und Schmelzwasserablagerung und somit als Material, das in großer Entfernung von Koblenz seinen Ursprung hat.

Im übrigen ist die exakte Ansprache der Gesteine nur über die darin enthaltenen Versteinerungen (= Fossilien) möglich, die vor allem in Schiefen zu finden sind.

Das auf der Schautafel abgebildete Idealprofil der Gesteinsabfolge beruht auf einer überarbeiteten und vereinfachten Wiedergabe des Bohrprofils, das zur Baugrunduntersuchung beim Bau des Fernmeldeturms der Deutschen Bundespost auf dem Kühkopf genommen wurde. Es ist maßstäblich verkürzt, verdeutlicht aber die Gliederung der Gesteinslagerung ebenso wie die Neigung der Gesteinsschichten seit der variskischen Faltung vor etwa 350 bis 270 Millionen Jahren.

Klima und Gewässer (Schautafel 7)

Das Klima im Raum Koblenz wird bestimmt durch die Lage in der Westwindzone, durch die Entfernung vom Atlantischen Ozean und durch die Höhenlage über dem Meeresspiegel. Die Unbeständigkeit der Witterung wird durch eine wechselnde Folge von Hoch- und Tiefdruckgebieten hervorgerufen.

Das ozeanisch getönte Klima ist ganzjährig feucht. Das langjährige Niederschlagsmaximum mit einer durchschnittlichen Niederschlagshöhe von 79 mm im Juli kommt durch ergiebige Gewitterregen zustande, die sich als Folge der starken sommerlichen Erwärmung einstellen. Der Februar ist mit einer Niederschlagshöhe von 35 mm im

langjährigen Monatsmittel der regenärmste Monat im Jahreslauf. Der wärmste Monat des Jahres ist der Juli; er weist eine mittlere Temperatur von 18,7 Grad Celsius auf und liegt 16,6 Grad Celsius über der Januarmitteltemperatur, die 2,1 Grad Celsius beträgt und damit recht hoch liegt; auf den Eifelhochflächen westlich von Mayen liegt der Januurdurchschnitt bei -1,0 Grad Celsius.

Ein Teil des Niederschlagswassers fließt oberirdisch oder im oberflächennahen Untergrund ab. Das im lockeren Untergrund versickernde Wasser baut den Grundwasserkörper auf und tritt nach unterirdischem Abfluß später über Quellen wieder zutage. Der Speicherraum des Untergrundes hängt ab von den örtlichen geologischen Verhältnissen sowie von der Mächtigkeit und von der Beschaffenheit der aufliegenden Schuttdecke.

An schuttbedeckten Hängen liegt der eigentliche Wasseraustritt oft erheblich tiefer als die Quelle, da das Quellwasser zunächst und auf längeren Strecken innerhalb der Schuttdecke abfließt und erst nach einer gewissen Zeit austritt. Quellen dieser Art nennt man Schuttquellen. Es ist aber auch möglich, daß eine austretende Quelle auf schuttreichen Hängen und durchlässigem Untergrund sofort wieder versickert, daß also das Quellwasser überhaupt nicht an die Oberfläche gelangt. Auf den mit kaltzeitlichem Frostschutt bedeckten Hängen im Koblenzer Stadtwald sind beide Erscheinungen verbreitet.

Zur Erdgeschichte der Koblenzer Landschaft (Schautafel 8)

Koblenz am Zusammenfluß von Rhein und Mosel liegt mit seinem Kern am Südrand des Mittelrheinischen Beckens und damit in einer Landschaft, die ihre endgültige Form erst vor gut 12000 Jahren, am Ende des Eiszeitalters, erhielt. Einige Vororte und Wohnplätze aber, etwa der Hauptkomplex der Festung Ehrenbreitstein, Asterstein, Pfaffendorfer Höhe, Horchheimer Höhe und die Karthause, breiten sich auf Höhenterrassen aus, die schon während einer älteren Periode des Eiszeitalters entstanden sind. Herkömmlicherweise ordnet man das Eiszeitalter (oder Pleistozän) der erdgeschichtlichen Periode des Quartärs zu und bindet es in eine Zeitspanne zwischen 2 Millionen und etwa 10.000 bis 12.000 Jahre vor heute ein. Es wird gegliedert in das Jungpleistozän (hauptsächlich Weichsel-/Würm-Kaltzeit, Beginn vor etwa 100.000 Jahren), in das Mittelpleistozän (hauptsächlich Saale-/Riß-Kaltzeit und Elster-/Mindel-Kaltzeit, Beginn vor rund 1 Million Jahren) und in das Altpleistozän (hauptsächlich die Menap-/Günz-Kaltzeit sowie die Eburon-/Donau-Kaltzeit, Beginn vor etwa 2 Millionen Jahren).

Mindestens seit dem Mittelpleistozän führten Rhein und Mosel den Frostschutt aus den vergletscherten Alpen und aus den süddeutschen Mittelgebirgen als Fracht mit, lagerten ihn bei abnehmender Wasserführung (also gegen Ende einer Schmelzperiode und vor Beginn einer Neuvergletscherung) ab und schnitten danach in die Aufschüttungen neue Tiefenlinien ein. So entstanden nach und nach die Hoch- und die Talterrassen des Mittelrheingebietes. Im übrigen wurden nahezu alle Terrassenflächen in jüngster erdgeschichtlicher Vergangenheit, am Ende und kurz nach dem Eiszeitalter (im Postpleistozän und im Holozän) zunächst mit einer Lößdecke und schließlich mit dem Bims aus den rheinischen Vulkanen der Pellenz und des Laacher-See-Gebietes überzogen.

Noch ältere Flußschotter, meist reine Quarzkiese, findet man heute in knapp 300 Meter Höhe am Layer Berg, am Forsthaus Remstecken, bei Arenberg und über Valendar. Sie wurden schon im Tertiär (vor 15 bis 40 Millionen Jahren) vom Ur-Rhein

abgelagert, der sich in mächtigen Schlingen über die damalige Gebirgshochfläche hinzog.

Für die Zeit zwischen dem Tertiär und dem Devon des Erdaltertums (Paläozoikum) gibt es keine Zeugengesteine im rheinischen Raum. Die devonischen Schichten wurden vor 400 Millionen Jahren in einem Flachmeer abgelagert und etwa 50 Millionen Jahre später gefaltet. Weil sich der Gebirgsstock allmählich hob, wurde er später nie mehr von einem Meer überdeckt, sondern nur noch abgetragen.

Es entstand schließlich ein Gebirgsrumpf in mehreren Flächenniveaus, der dann erst durch die Entwicklung des rheinischen Gewässersystems in der Nacheiszeit sein heutiges Relief erhielt. Zahlreiche Verwerfungen und Brüche in den einzelnen Gesteinspaketen zeugen von der ungeheuren Energie, die bei der Hebung des Gebirges umgesetzt wurde.

Die auf Tafel 8 gezeigte geologische Karte wurde erstmals im Jahr 1887 und danach noch einmal 1928 aufgenommen und 1934 veröffentlicht. Die Karte weist diejenigen Gesteine und Lockermaterialien nach, die an der Erdoberfläche oder unter nur geringmächtigen Deckschichten (z. B. von Hangschutt) zu finden sind. Sie zeigt somit die horizontale Gliederung der Gesteine bzw. deren flächenhafte Verbreitung.

Koblener Landschaft: Das Rheintal (Schautafel 9)

Wie die Tafel 5 ist auch diese Schautafel zur Vermittlung eines Landschaftsüberblickes aufgestellt. Gegenstand der Betrachtung sind das Mittelrheintal und der Übergang zu den ostwärts anschließenden Höhen- und Gebirgslandschaften. Man erkennt deutlich die Abfolge der Terrassenniveaus: Niederterrasse (etwa 65 bis 70 m über Meereshöhe) mit den rheinnahen Bereichen von Horchheim, Pfaffendorf und Ehrenbreitstein; Mittelterrasse (rund 110 bis 125 m) mit den Kasernen-Anlagen von Lahnstein, mit dem Straßenverteiler von Horchheim sowie mit den Anlagen des Helfensteiner Tors im niedrigen Bereich der Festung Ehrenbreitstein; Hauptterrasse (etwa 160 bis 180 m) mit der Horchheimer Höhe, dem Stadtteil Asterstein und der Festung Ehrenbreitstein. Aus dieser höchsten Terrasse heraus entwickelt sich eine weit geschwungene und sanft ansteigende Fläche, die von etwa 190 Meter gegen Nordosten und Osten auf etwa 215 Meter gelangt und dort mit relativ scharfem Knick in das eigentliche Gebirge, hier in den Westerwald, übergeht.

Talbildung und Reliefentwicklung (Schautafel 10)

Wegen der verhältnismäßig hohen Niederschläge und wegen des Quellenreichtums ist das Rheinische Schiefergebirge auch rings um das Mittelrheinische Becken stark durch Täler zerschnitten. Zu den Haupttälern von Rhein und Mosel streben eine große Anzahl Seitengewässer in engen Kerbtälern über steile Hänge hinab. Die kurzen, tief eingesenkten Täler mit starkem Gefälle haben einen V-förmigen Querschnitt. Ein »Kerbtal« kann aber nur dann entstehen, wenn die linienhafte Abtragung entlang der Tiefenlinie größer ist als die flächenhafte Abtragung auf den Hängen. Das starke Gefälle des Talgrundes bewirkt den zügigen und raschen Abfluß des Wassers. Dabei wird wasserdurchtränktes Substrat und Boden von dem oberirdisch abfließenden Wasser ausgespült und weggeführt.

Die Talbildung des jungen Königsbaches ist im oberen, wenig eingetieften Abschnitt in einer lockeren Schuttdecke erfolgt. Die talabwärts schon tiefer eingeschnittenen Kerben sind vor allem während der letzten Kaltzeit durch Frostsprengung und Abspülung

in die anstehenden Schiefer und Quarzsandsteine eingearbeitet worden. Verstärkt wurde die Zertalung des Gebirges noch dadurch, daß sich der RheinischArdennische Block auch im Postpleistozän noch hin und wieder zu heben begann; jeder Hebungsschub löste dabei eine verstärkte Tiefenerosion aus, diese wiederum das rückwärtige Einschneiden schon bestehender Gewässer und damit die Bildung neuer Tälchen und somit insgesamt die Verdichtung des Talnetzes und die Zerkerbung des Gebirgsblockes.

Das Ausmaß der Zertalung wird besonders auf der Orohydrographischen Karte deutlich gemacht. Diese Karte wird beim Landesvermessungsamt als Teilschritt im Rahmen der Anfertigung einer Topographischen Karte hergestellt. Sie enthält in diesem Zwischenstadium nur die Höhenlinien und die Gewässer und eignet sich daher in hervorragender Weise zur Darstellung von Geländeformen.

Geologisches Schauenfenster (Schautafel 11)

Normalerweise ist der Blick in das Innere der Erde — und sei es auch nur der Erdkruste — durch die Bodenschichten und vor allem durch die Bodenbedeckung verwehrt, zum Beispiel durch die Vegetation oder durch die Bebauung. Wenn aber an Hängen, in Steinbrüchen, in Baugruben oder an Straßeneinschnitten die Vegetationsdecke und die obersten Bodenschichten entfernt worden sind, werden die Gesteinsschichten freigelegt, und man bekommt dadurch einen Einblick in die Struktur des Gesteinsuntergrundes. Ein solches »Geologisches Schauenfenster« nennt man Aufschluß, weil es die Erdoberfläche zugänglich macht, »aufschließt«.

Der Aufschluß am ostwärtigen Hang des Kühkopfes zeigt sehr schön die petrographische und die strukturelle Situation: Unter der Vegetationsdecke (hier: Wald) zieht sich in wechselnder Breite der Wurzelhorizont, der sehr locker und bröckelig ist und nur durch das Wurzelgeflecht der Bäume zusammengehalten wird; darunter folgt die sehr unhomogen zusammengesetzte Hangschuttdecke mit unterschiedlich großen Gesteinsbrocken; das anstehende Gestein, geschichtete und bankige Quarzsandsteine und Quarzite, ist infolge der Gebirgsfaltung schräggestellt worden; seitlich des Aufschlusses und an dessen Basis lagert sich der Rest des Schuttmantels an.

2.7.3 Der Archäologische Wanderweg

(vgl. WEGENER, H.-H. 1992)

Schon seit vorgeschichtlicher Zeit war der Stadtwald von Koblenz besiedelt und ist schon zu Beginn intensiv durch den Menschen wirtschaftlich genutzt worden. Besonders die befestigte Höhensiedlung auf dem Dommelberg beherrschte mit ihrer günstigen Lage das Rheintal und kontrollierte die gesamte Flußlandschaft schon während der ausgehenden Urnenfelderzeit (11.-9. Jahrhundert vor Christus). Während der darauffolgenden Eisenzeit stieg allgemein die Bevölkerung deutlich an, so daß auch eine Neubesiedlung der bisher als unwirtschaftlich geltenden Landstriche, so auch der Gebirgszone des Koblenzer Stadtwaldes, stattgefunden hat (8.-7. Jahrhundert vor Christus). Die Gewinnung und Verhüttung des Eisenerzes boten in dieser Zeit neben der wirtschaftlichen Hauptgrundlage der Landwirtschaft einen weiteren Erwerbszweig, der auch zu gewissem Wohlstand führte. Die Siedlungen bestanden aus Häusern, die in Fachwerk errichtet waren, sich so nur in Ausnahmefällen im Stadtwald archäologisch nachweisen lassen und daher derzeit wenig bekannt sind. Dagegen weisen einige stattliche Grabhügelfelder die eisenzeitliche Besiedlung (6.-1. Jahrhundert vor Christus)

eindeutig nach, deren Träger wohl die Kelten waren. Nach der schriftlichen Erwähnung durch antike Autoren sind für die Rhein-Mosel-Region die Treverer als Bewohner für diesen Zeitraum genannt.

Mit der römischen Landnahme um die Mitte des 1. Jahrhunderts vor Christus wird auch der Stadtwald durch die römischen Fernstraßen nach Trier und Mainz, sowie zahlreiche Nebenstraßen erschlossen. Im Zuge dieser Verkehrsanbindungen siedeln sich auch landwirtschaftliche und gewerbliche Betriebe in dieser Höhenregion an. Auch der Merkurtempel wird in dieser Zeit erneuert. Während der römischen Zeit war die Landschaft zwischen Rhein und Mosel verhältnismäßig dicht besiedelt und überwiegend landwirtschaftlich geprägt.

Schon seit 1986 fanden archäologische Grabungen in Zusammenarbeit der Stadt Koblenz mit dem Amt für Archäologie in Koblenz statt (so z. B. Merkurtempel, römische Villa am Remstecken, Schüllerhof). Die jeweils ausgegrabenen Befunde wurden gesichert und sind für den Spaziergänger zugänglich. Die am Schüllerhof und Remstecken laufenden archäologischen Arbeiten sollen noch fortgesetzt werden. Der archäologische Wanderweg führt z. Zt. zu 8 Objekten, die durch anschauliche Informationstafeln jeweils an Ort und Stelle beschrieben und erläutert werden.

Im Verlauf des Wanderweges werden folgende archäologische Ausgrabungen vorgestellt:

Tafel 1: Einführung

Tafel 2: Römischer Gutshof

Tafel 3: Römische Grabhügel

Tafel 4: Gallo-römischer Tempel des Merkur

Tafel 5: Römische Siedlung (Schüllerhof)

Tafel 6: Römerstraße

Tafel 7: Keltische Grabhügel

Tafel 8: Vorgeschichtliche Höhensiedlung Dommelberg

Tafel 1: Archäologische Denkmäler im Stadtwald (Einführung)

Das Mittelrhein-Moselgebiet blickt auf eine lange Geschichte zurück, deren Anfänge in der Kulturstufe der Jäger und Sammler (Paläolithikum) und mit den Spuren der ersten Menschen im Rheinland um 900.000 vor Christus einsetzen. Dabei sind nicht nur in den fruchtbaren Beckenlandschaften und Flußniederungen die Siedlungsspuren nahezu aller ur- und frühgeschichtlicher Epochen von der Altsteinzeit über die Jungsteinzeit, der Bronze- und Eisenzeit bis zur römischen Epoche und das Mittelalter in hoher Siedlungsdichte vertreten, sondern auch auf den Bergrücken des Rheinischen Schiefergebirges haben Arbeit und Wohnen, künstlerisches und religiöses Wirken des prähistorischen Menschen zahlreiche Spuren hinterlassen. So haben sich auch im Koblenzer Stadtwald eine beachtliche Zahl an Zeugnissen zur Ur- und Frühgeschichte des Menschen erhalten. Es ist die Aufgabe der Archäologie in Zusammenarbeit mit anderen Fachrichtungen der Natur- und Geisteswissenschaften, diese Epochen der Menschheitsgeschichte, bevor die eigentliche schriftliche Überlieferung in dieser Region einsetzte, zu erforschen.

Auf den sich nach Nordosten zwischen Mosel und Rhein erstreckenden Ausläufern des Hunsrücks gehen die ersten Zeugnisse für die Anwesenheit und Siedlungstätigkeit des Menschen im heutigen Stadtwald von Koblenz bis in die ausgehende Bronzezeit

und die Urnenfelderkultur (1200-750 vor Christus) zurück. Es ist insbesondere die befestigte Höhensiedlung des Dommelberges (Station 8), die mit ihrer günstigen Lage das Rheintal beim Eintritt des Flusses in das Neuwieder Becken beherrschte. Diese Anlage war auch noch bis in die Eisenzeit in Funktion. Während dieser Zeit steigt allgemein die Zahl der Bevölkerung deutlich an. Daher erhält dieser Abschnitt auch Bedeutung als die Epoche der großen Kolonisationen, die sich nicht nur auf den Mittelmeerraum beschränken. Eine derartige Neubesiedlung bisher als unwirtschaftlich geltender Landstriche hat es auch in kleinem Rahmen gegeben, so auch in der Gebirgszone des Koblenzer Stadtwaldes. Die Gewinnung und Verhüttung des Eisenerzes boten in dieser Zeit neben der wirtschaftlichen Hauptgrundlage, der Landwirtschaft, einen weiteren Erwerbszweig, der auch zu gewissem Wohlstand führte. Während die Siedlungen wegen der Bauweise der Häuser in Fachwerk sich nicht gut erhalten haben und daher aus dem Stadtwald kaum bekannt sind, weisen einige stattliche Grabhügelfelder die eisenzeitliche Besiedlung eindeutig nach, deren Träger wohl die Kelten waren (siehe Tafel 7).

Mit der römischen Landnahme um die Mitte des 1. Jahrhunderts vor Christus wird auch der Stadtwald durch die römischen Fernstraßen nach Trier und Mainz, sowie zahlreiche Nebenstraßen erschlossen (Tafel 6). Im Zuge dieser Verkehrsanbindung siedeln sich landwirtschaftliche und gewerbliche Betriebe in dieser Höhenregion an (siehe Tafel 2, 3 und 5). Auch der Merkurtempel wird in dieser Zeit erneuert (Tafel 4).

Mit Ende des römischen Reiches (Mitte des 5. Jahrhunderts) bricht die regionale Besiedlung im Stadtwald ab. Nur vereinzelt hat in mittelalterlicher und neuerer Zeit ein Anschluß der Besiedlung am Rande des Stadtwaldes stattgefunden. Diese sind häufig von den heutigen Ortslagen überbaut. Vieles hat sich inzwischen verändert. So war dieses Gebiet nicht immer bewaldet und hat früher ganz anders ausgesehen. Hinweise hierauf geben zahlreiche noch erkennbare Bestandteile einer über 3000-jährigen Kulturlandschaft.

Tafel 2a: Die Römische Villa am Remstecken im Stadtwald

Mit der Eroberung der Gebiete südwestlich bis zum Rhein durch römische Truppen unter dem Kommando des bekannten Feldherrn und Staatsmannes Gaius Julius Caesar (100-44 vor Christus) um die Mitte des letzten Jahrhunderts vor Christus (58-51 vor Christus) kommt das Rheinland in den römischen Einflußbereich. Im Verlauf des 1. Jahrhunderts nach Christus wurden die eroberten Gebiete gesichert und die Grenzen gefestigt. Auf der rechten Rheinseite, am Rande der Gebirgszone des Westerwaldes und im Taunus, markierten die Römer ihren Gebietsanspruch durch die massive Grenzziehung des römischen Limes. Im Schutze dieser Grenzbefestigungen und der römischen Truppen entwickelte sich im Hinterland während des 1. und 2. Jahrhunderts eine blühende Landschaft mit aufstrebender Wirtschaft, neuer Technologie und Zivilisation sowie tiefgreifenden Reformen in Religion und Kultur.

Eine intensive Neubesiedlung der Landschaft ist während dieser Zeit zu beobachten. Dabei werden auch Regionen in den Siedlungsraum mit einbezogen, die bisher als landwirtschaftlich nicht besonders ertragreich galten. Hierzu zählte gewiß auch die Gebirgsregion des heutigen Stadtwaldes von Koblenz auf dem Bergrücken zwischen Rhein und Mosel am Fuße des Kühkopfes. Die Erschließung gerade dieses bewaldeten Gebirgszuges durch Bauernhöfe, wirtschaftliche Betriebe und Werkstätten wird begünstigt durch den Verlauf der römischen Fernstraße von Koblenz in das Innere des Hunsrücks und weiter nach Trier.

In diesem Zusammenhang ist auch die Entstehung der römischen Gebäude am Remstecken zu sehen. Die Lage der Villa ist schon seit langem bekannt. Durch Geländebeobachtungen überwiegend in der Zeit um die Jahrhundertwende stand Umfang und Ausdehnung weitgehend fest. Grabungen haben aber erst 1989 stattgefunden. Nach diesen Forschungsergebnissen handelt es sich um einen mittelgroßen Gutshof aus römischer Zeit. Freigelegt wurden bereits mehrere Räume eines langrechteckigen Gebäudes mit seitlichen Risaliten. Hypokausten, die römische Fußbodenheizung, konnten festgestellt werden. Außerdem kam eine Badeanlage mit erhaltenen Resten der Badebecken zutage. Die Mauern sind in ihren unteren Lagen noch gut erhalten, wurden teilweise gut verfugt und mit dem charakteristischen Fugenstrich versehen. Viele einzelne technische Details zu Bauweise, Baumaterial und Einrichtungen wurden ermittelt. Bemerkenswert ist besonders ein Keller, dessen Treppe noch festgestellt werden konnte, mit Lichtnischen und Fenster. Zahlreiches Fundmaterial von Werkzeugen und Gerät sowie der üblichen Gebrauchskeramik aber auch die besondere Ware der Terra-sigillata waren vorhanden.

Das Gebäude zeigt mehrere Aus- und Umbauphasen. Seine ältesten Teile gehen bis in das 1. Jahrhundert zurück. Es wurde erweitert und verändert, neuen wirtschaftlichen Verhältnissen angepaßt. Seine Blütezeit erlebte der Hof im 2. und Anfang des 3. Jahrhunderts. Zur Mitte des 3. Jahrhunderts wurde er aufgegeben. Zu dieser Zeit haben sich die wirtschaftlichen und politischen Verhältnisse im grenznahen Gebiet der Rhein-Mosel-Region wesentlich verschlechtert und zwangen die Bevölkerung zur Aufgabe ihrer Anwesen. Im 4. Jahrhundert wird der Hof offensichtlich wieder bewirtschaftet, wenn auch nur in einzelnen Teilen und offensichtlich anderer Funktion.

Tafel 2b: Ein Wirtschaftsgebäude der Römischen Villa am Remstecken

Die Gesamtanlage der Villa rustica liegt auf der leicht nach Süden geneigten Hochfläche eines westöstlich ausgerichteten Höhenzuges. Obertägig in Form von Geländekanten ist ein rechteckiges Areal von 73 x 146 m zu erkennen. Dabei handelt es sich um die Umfriedung des römischen Gutshofes. Ein solcher landwirtschaftlicher Betrieb war in römischer Zeit eine mehr oder weniger in sich geschlossene Wirtschaftseinheit. Neben dem Hauptgebäude, dem eigentlichen Wohnhaus, enthielt ein solcher mit einer Mauer umgebener Gutshof auch mehrere Wirtschaftsgebäude. An der südöstlichen Umfassungsmauer angebaut stand eines dieser Wirtschaftsgebäude. Dabei handelt es sich um ein rechteckiges, an die Außenmauer des Gutshofes angelegtes Gebäude mit einer Grundfläche von 15,30 m x 12,20 m. Außer den vier Außenmauern wurden keine weiteren Mauern, etwa im Innenraum, festgestellt. Sie hatten eine Dicke von 0,8 m. Im unteren Bereich ragt die Mauer mit einem Sockel vor. Die Mauern bestehen, der römischen Bauweise entsprechend, aus einer Schale aus großen, in Lagen gesetzten Bruchsteinplatten und einem Kern aus kleineren Steinen. Zur Festigung wurden die Fugen und Ritzen mit lehmhaltiger Erde gefüllt. Über die Höhe der Mauer läßt sich keine Angabe machen. Der Befund zeigt einen niedrigen Mauersockel, auf dem Fachwerk gestanden haben wird. Etwa in der Mitte der Nordmauer war der Eingang. Das Gebäude war offensichtlich mit Schiefer und Ziegeln gedeckt. Überall lagen Schieferplatten als ehemalige Dachschiefer. Andererseits wurden aber auch zahlreiche Bruchstücke von Flach- (Tegula) und Rundziegel (Imbrex) gefunden.

Etwas östlich der Gebäudemitte lag ein Ofen von schlüssellochförmigem Grundriß und 1,4 m Durchmesser. Sein Untergrund war mit flachen Steinplatten gepflastert. Offensichtlich mit dieser Anlage verbunden war eine zweite Ofengrube. Direkt nördlich an den Ofen 1 schloß sich ein dritter Ofen an. Die ovale Grundform des Ofens mit einem Durchmesser von 1,9 m zu 1,6 m wird von einer Steinsetzung aus zwei bis drei Lagen flachen Steinplatten gebildet. In der Fläche zeichnet sich im Südteil des Ofeninneren eine kreisrunde, ziegelrote Verfärbung ab. Es sind offensichtlich Trockenöfen, die zum Dörren verschiedener landwirtschaftlicher und sonstiger Produkte dienten. Inwieweit man auf die Nutzung des gesamten Gebäudes aus der Funktion dieser Öfen schließen kann, muß offen bleiben. Doch scheint es sich hier um eine Anlage zur Aufbereitung und Aufbewahrung von landwirtschaftlichen Erzeugnissen zu handeln.

Das Gebäude ließ deutlich zwei Ausbauphasen erkennen. Ursprünglich war das Haus breiter und hatte damit eine fast quadratische Grundform. In der zweiten Phase wurde die Umfassungsmauer angebaut. Möglicherweise ist erst in dieser Zeit die Gesamtanlage mit einer Hofmauer umfriedet worden. Aufgrund des geborgenen Fundmaterials läßt sich die Besiedlungsdauer des Gutshofes insgesamt gut umreißen. Der Betrieb entstand zu Beginn des 1. Jahrhunderts. Zunächst liegt noch wenig Fundmaterial vor. Gegen Ende des 2. Jahrhunderts, vermutlich am Anfang des 3. Jahrhunderts, erreichte der Hof eine besondere Blüte und wurde mit einer festen Mauer umgeben. Bei dieser Baumaßnahme mußte ein Teil des Gebäudes wieder abgerissen werden, um für die Hofmauer eine gerade Flucht zu schaffen. Die bislang jüngsten Funde stammen aus dem 4. Jahrhundert. Das Ende des Hofes ist gewiß mit dem Fall des Limes im Jahr 260 und dem Verlust der rechtsrheinischen Gebiete in Zusammenhang zu bringen. Der Gutshof wurde verlassen und erst zwischen dem 4. und 5. Jahrhundert wieder im bescheidenem Maße wirtschaftlich genutzt.

Tafel 3: Römische Grabhügel im Koblenzer Stadtwald

Nach der römischen Landnahme in der Mitte des 1. Jahrhunderts vor Christus vollzog sich erst im Laufe des 1. Jahrhunderts nach Christus allmählich die Durchdringung der ansässigen Bevölkerung mit römischer Zivilisation und Kultur und die langsame Vermischung mit dem einheimischen keltischen Brauchtum. Auch die Übernahme der neuen Religion durch die bodenständige Bevölkerung ging langsam vonstatten, zumal die Römer hierbei zunächst durchaus tolerant waren. In der Regel beeinflussten die neuen Herren die unterworfenen Völkerschaften in den neuen Provinzen in ihren bisherigen religiösen Vorstellungen nicht. Vielmehr benannten sie einheimische Gottheiten mit den lateinischen Namen. Deutlich wird dies nicht nur an Inschriften bei Tempeln, auf Weihsteinen und Grabdenkmälern, sondern auch in der Bestattungssitte selbst. Ein gutes Beispiel sind die Grabhügel am Remstecken. Sie gehören offensichtlich zu der benachbarten römischen Villa rustica. Hier sind vermutlich die damaligen Besitzer des Hofgutes beigesetzt. Die Hügel waren durch Angrabungen des vorigen Jahrhunderts stark zerstört. Sie wurden von der Stadt Koblenz wieder in ihren ursprünglichen Zustand restauriert. Über Aufbau und Inhalt solcher Grabanlagen ist man heute anhand vieler Beispiele gut orientiert.

In der Regel wurden in frühromischer Zeit die Toten verbrannt und der Leichenbrand in einer Urne gesammelt, gelegentlich besteht diese sogar aus Glas. Bisweilen setzte man die verbrannten Reste des Toten auch ohne einen heute noch erkennbaren

Behälter auf dem Bestattungsplatz bei und fügte die der Sitte entsprechenden Beigaben hinzu. Bei aufwendigeren Bestattungen standen die Glasurnen mit den dazugehörigen Beigefäßen in einer aus Tuff gearbeiteten Steinkiste, die mit einem Deckel aus gleichem Material verschlossen war. Darüber wurde ein Hügel errichtet, der bis zu 2 m Höhe bei entsprechender Ausdehnung erreichen konnte. Manchmal haben die Hügel auch einen quadratischen Grundriß, andere werden durch ein Sockelmäuerchen oder einen Steinkranz aus behauenen Quadern am Hügelfuß zusammengehalten. Bisweilen war auf der Hügelspitze ein säulenartiger, verzierter Abschluß aufgestellt. Meist wurde die Anlage durch einen »Grabgarten« umfriedet. In der Form der Bestattungssitte in Grabhügeln begegnet sich die altrömische Art des Grabtumulus mit dem keltisch-einheimischen Ritus der Brandbestattung unter einem Erdhügel. Diese römischen Grabhügel wurden besonders im Verlauf des 1. Jahrhunderts, aber auch noch im 2. Jahrhundert, mancherorts sogar noch bis in die 1. Hälfte des 3. Jahrhunderts angelegt.

Tafel 4: Gallo-römischer Tempel des Merkur (Römischer Tempel für Rosmerta und Merkur)

Ende des vorigen und in den zwanziger Jahren dieses Jahrhunderts fanden in der Tempelanlage umfangreiche Ausgrabungen statt. Dabei wurde ein gallo-römischer Umgangstempel ermittelt. Nach aufgefundenen Skulpturfragmenten war dieses Heiligtum dem römischen Gott Merkur und seiner gallischen Begleiterin Rosmerta gewidmet. Über den Kult selbst ist uns wenig bekannt. Doch stand die Anlage des Tempels an dieser Stelle gewiß mit der in der Nähe vorbeiführenden Römerstraße in Zusammenhang, die Koblenz und das Rheintal über den Hunsrück mit Trier verband. Der kennzeichnende Grundriß der Tempelanlage mit quadratischem Zentralbau, der Cella, wo Altar und Kultbild standen, mit umgebender Säulenhalle, sowie der hier ausgeübte Kult gehen auf vorrömische Religionsgewohnheiten einheimischer, keltischer Prägung zurück. Dies belegen bei den Ausgrabungen festgestellte Vorgängerbauten aus Holz und Fundgegenstände des 1. Jahrhunderts vor Christus. Das Kultgebäude hat die Maße von 19,20 m x 18,60 m und stand in einem heiligen Bezirk, dem Temenos. Er war umgeben von einer polygonalen, leicht oval gerundeten Umfassungsmauer, deren größter Durchmesser ca. 106 m betrug und die mindestens drei Eingänge besaß. Der Hauptzugang erfolgte von Nordwesten her. Im Bereich der Einfriedung befanden sich ein Brunnen und weitere Reste von Grundmauern kleiner Gebäude oder Fundamente von Weihstandbildern, die mit der Verehrung der Gottheiten und der Ausübung des Kults in Zusammenhang standen. Das im Bereich der Tempelanlage geborgene Fundmaterial, insbesondere Münzen, weisen eine ununterbrochene Nutzung des Tempels bis in das 5. Jahrhundert nach Christus nach.

Tafel 5: Römische Siedlung (Distrikt Schüllerhof)

Ein römischer landwirtschaftlicher Betrieb wird bereits von R. BODEWIG im Distrikt »Schüllerhof« im Stadtwald von Koblenz genannt. Die Beschreibung läßt vermuten, daß damals noch Teile dieses Anwesens obertägig deutlich zu erkennen waren. Systematische Ausgrabungen haben erst im Jahr 1991 begonnen.

Aufgrund der bisher durchgeführten Forschungen handelt es sich bei diesem archäologischen Denkmal offensichtlich um eine römische Villa rustica von mittelhessisch-moselländischem Typ. Das gesamte Anwesen erstreckte sich von Nordwest nach Südost und war von einer Umfassungsmauer umgeben. Das rechteckige Areal lag an einem

leicht abfallenden Südhang und orientierte sich zum Tal hin. Diese Form der landwirtschaftlichen Betriebe ist im Mittelrhein- und Moselgebiet nicht selten. Sie unterscheiden sich zwar untereinander in Ausstattung, Ausbau und Nutzungsphasen, haben aber jeweils einen ähnlichen Aufbau: Das Wohnhaus liegt im oberen Drittel des umfriedeten Areals. Dahinter schließt sich meistens der Obst- und Gemüsegarten an. Vor dem Haus nach Süden erstreckt sich das weite Hofareal, in dem die einzelnen Wirtschaftsgebäude wie Stallungen, Remisen, Scheunen, Werkstätten u. a. sich in sinnvoller Folge anordnen. Dazwischen liegen häufig Gehege für Kleintiere, Volieren für die Geflügelzucht und ähnliche Einrichtungen.

Die rechteckige Form dieser Betriebe war in das umliegende landwirtschaftliche Nutzland eingepaßt. Mit der römischen Eroberung und der landwirtschaftlichen Erschließung dieser Region wurde zunächst das Land systematisch vermessen und in regelmäßige Parzellen untergliedert (Limitation). Zu einem durchschnittlichen Hof dieser Größenordnung gehörte eine Fläche von etwa 200 Morgen. Angebaut wurde in römischer Zeit überwiegend Getreide wie Emmer, Einkorn, Dinkel, Hafer und Roggen. Dabei waren Weizen und Gerste die Hauptbrotgetreidesorten.

Wege und Verbindungsschneisen, auf denen bevorzugt Transporte vorgenommen wurden, hat es schon in prähistorischer Zeit gegeben. Systematisch angelegten und »künstlichen« Wege- und Straßenbau haben jedoch erst römische Ingenieure und Straßenbauer mit an den Rhein gebracht. Mögen auch die Haupttrassen der Fernverbindungen schon bestanden haben und durch die Römer nur übernommen worden sein, so besteht doch die Neuerung in dem bewußten Ausbau und der Befestigung des Untergrundes, der Planierung einer Straßendecke und der Überbauung feuchter Regionen und Flüsse durch Brückenbauwerke.

Die sonst bei den Römern übliche gradlinige Wegeführung und Parzellierung der Nutzflächen ließ sich innerhalb des Berglandes nicht durchführen. Die einzelnen Flurstücke wurden mehr den örtlichen Gegebenheiten angepaßt. Römische Ackergrenzen, Feldraine und Wegeführungen sind daher heute im Gelände nicht mehr deutlich zu erkennen.

So war der Berg Rücken der Hunsrückausläufer zwischen Rhein und Mosel in römischer Zeit unbewaldet. Dies hatte erhebliche Abschwemmungen durch Erosion zur Folge, was die Wirtschaftlichkeit dieser Region bereits zu Beginn des 3. Jahrhunderts erheblich beeinträchtigte. Sicher war dies auch eine Ursache dafür, daß diese landwirtschaftlichen Betriebe gegen Mitte des 3. Jahrhunderts aufgegeben und verlassen wurden. Erst seit dem Mittelalter entstand hier wieder der stattliche Hochwald.

Tafel 6: Die Römerstraße im Koblenzer Stadtwald

Mit der römischen Landnahme von Süden her erfolgte auch der planmäßige Ausbau des Straßennetzes. So wurde die älteste Straße unmittelbar in Folge römischer Eroberungen am Ende des 1. vorchristlichen Jahrhunderts ausgebaut. Sie führte von Lyon über Trier nach Köln. Eine weitere direkte Verbindung des Rheinlandes mit Italien entstand ebenfalls schon sehr früh, um Christi Geburt, und führte vom St. Bernhard-Paß über Straßburg und Speyer nach Mainz und verband diese Militärgarnison über Bingen, dem Rheinlauf im Tal folgend nach Boppard, Koblenz und Andernach mit der nördlichen Provinzhauptstadt Köln. Die Straße zog dann weiter bis an die Mündung des Rheins in die Nordsee. Diese Straße durchquerte auch den Siedlungsraum von Koblenz. Weiter war das Fernstraßennetz geprägt durch die Verbindung zwischen Köln und Trier

sowie Trier und Mainz. Eine dieser bekanntesten Fernstraßen war die »Ausoniusstraße«, die von Mainz über Bingen quer durch den Hunsrück nach Trier führte. Eine der wichtigsten Straßenverbindungen zog von Koblenz aus über die Karthause zunächst durch den Stadtwald über den Hunsrück und die Moselhöhen nach Trier. Eine andere Fernverbindung versuchte links der Mosel, etwa im Verlauf der heutigen Autobahn, durch die Eifel von Trier über das Maifeld, die Pellenz bei Andernach zu erreichen, um hier über einen der wichtigsten Rheinhäfen Anschluß an den Fernverkehr zu gewinnen. Diese Straßen waren durch Querverbindungen mit Brücken über die Mosel und durch Furten durch den Fluß miteinander vernetzt. Von den Hauptverbindungsstraßen gingen zahlreiche Abzweige und Nebenstraßen zu den Höfen, Weilern und Siedlungen.

Für den Bau der Straße wurde zunächst der Verlauf der Trasse aufgemessen und im Gelände festgelegt. Hierzu waren besondere Trupps beauftragt, die anfangs überwiegend aus dem Militär abkommandiert waren. Der Ausbau selbst erfolgte ähnlich wie in den modernen Zeiten. Zunächst wurde im Bereich der Straße der Mutterboden und das nicht feste Material beseitigt und ausgeschachtet. Auf den gewachsenen Boden setzte man eine dichte Packlage von festem und größerem Steinmaterial, häufig sogar unter Zugabe von Kalkmörtel (Statumen). Darüber konnte eine mörtellose Schicht aus quergeschichteten Steinen folgen oder eine mit Mörtel gemischte Kiespackung. Der nun abschließende Straßenbelag (summa glareae) bestand aus meist feinen wassergebundenen Kiesschichten. Der Straßenkörper war leicht gewölbt, um das Wasser abfließen zu lassen. Beidseitig verlief ein Straßengraben zur Entwässerung. Bisweilen wurde die Straßenbegrenzung aus senkrecht gestellten, gut bearbeiteten Steinplatten oder Quadern gebildet. Die Mächtigkeit der Packlage kann bis zu einem Meter erreichen. Die Breite der Straßen beträgt in der Regel 20 römische Fuß, das entspricht etwa 6 m. In unserer Region waren die Straßen nur in den großen Städten gepflastert.

In bestimmten Abständen und an besonders markanten Punkten standen Meilensteine. Die Entfernungen wurden in römischen Meilen gemessen, das entsprach 1,4814 km. An der Abzweigung der »Hunsrück-Höhen-Straße« von der »Rheintalstraße«, am Fuße der Karthause im Bereich der heutigen Römerstraße wurden um 1900 mehrere römische Meilensteine gefunden.

Tafel 7: Grabhügel-Gruppe »Am Löbkopf«

In der Mittelgebirgslandschaft des Koblenzer Stadtwaldes haben sich bis in unsere Tage eine Reihe von Grabhügeln der verschiedenen vorgeschichtlichen Epochen in unterschiedlichen Befundzuständen erhalten. Nach den derzeitigen Forschungsergebnissen gehört der überwiegende Teil der vorrömischen Eisenzeit an. Allgemein liegen die Grabhügelfelder heute auf den Höhenzügen der meist noch bewaldeten Ausläufer von Berggrücken oder -massiven der mittelhheinischen Gebirgsketten. Ursprünglich reihten sie sich entlang der damaligen Hauptfernverbindungswege. Dies entsprach der jeweiligen Bestattungssitte der zugehörigen Zeitepoche. In den Niederungen fehlen Grabhügel nahezu völlig. Hier lagen in der Nähe des fruchtbaren Ackerlandes und am Rande der wiesenfeuchten Niederungen die zugehörigen Siedlungen.

Ein gutes Beispiel für diese Form der Bestattungen ist eine kleine Grabhügelgruppe am »Löbkopf«. Sie ist nur noch in wenigen Exemplaren als Reste eines wohl ehemals größeren Gräberfeldes erhalten. Die Grabhügel haben einen heute noch erhaltenen Durchmesser von 12-16 m und eine Höhe von 0,60-0,80 m. Die Grabhügel sind heute bis auf einen, der durch einen massiven Raubschacht beschädigt wurde, noch verhältnis-

mäßig gut erhalten. Auch wenn diese Grabanlagen noch nicht systematisch ausgegraben wurden, sind wir über den Aufbau und die Bestattungssitte aus anderen Beispielen gut unterrichtet. Die Hügel überdecken in der Regel Einzelbestattungen. Diese sind in einer eingetieften Grube in Ost-West-Richtung als Körpergräber beigesetzt. Manchmal werden Holzreste eines Sarges oder Totenbrettes festgestellt. Aber auch Einäscherung der Toten wurde aus dieser Zeit beobachtet. Offensichtlich kamen Körper- und Brandbestattungen nebeneinander vor. Gelegentlich wurden beide Bestattungen im gleichen Hügel angetroffen.

In den Gräbern befanden sich Beigaben, die der jeweiligen in der Region und der Zeitepoche üblichen Beerdigungssitte entsprachen. Meist sind es in der Umgebung des Mittelrheingebietes nur wenig Keramikgegenstände und Schmuck. Neben rundstäbigen, gedrehten Halsringen und Schläfenringen treten oft mehrere verzierte Armringe auf. Vielfach haben die Grabhügel unterschiedliche Ausdehnungen und Ausstattung, wobei die größeren dann einem Personenkreis führender Stellung zugewiesen werden können. Deutlich wird dies auch bei der Sitte der Wagenbestattung, die besonders im Hunsrück und Eifel zur Ausführung kam. Dem Toten wurde ein zweiachsiger Wagen mit ins Grab gegeben. Doch kommen diese Grabfunde mit Wagen verhältnismäßig selten vor. Die Grabhügel selbst sind oft mit einem Spitzgraben und/oder einem Pfostenkranz umgeben. Manchmal ist der Hügelfuß auch durch einen Steinkranz oder eine niedrige Trockenmauer eingefaßt. Nur gelegentlich enthalten sie Grabeinbauten, wie eine Grabkammer aus Holzbalken oder aus Feldsteinen gesetzt. Aufgrund von Aufbau, Ausstattung und Grabbrauch gehört die kleine Grabhügelgruppe am Löbkopf in die vorrömische Eisenzeit, wie sie in der jüngeren Hunsrück-Eifel-Kultur (5. Jahrhundert vor Christus) am Mittelrhein eine besondere Ausprägung erhalten hat und als deren Träger allgemein die Kelten gelten können.

So sind diese Grabhügel im Mittelrheinischen Gebirgsland eine wichtige Gattung unserer archäologischen Quellen und Denkmäler. Ihre Erhaltung steht im öffentlichen Interesse. Sie sind daher als Kulturdenkmäler gesetzlich geschützt.

Tafel 8: Vorgeschichtliche Höhensiedlung Dommelberg

Auf einem sich nach Norden erstreckenden Bergmassiv des Hunsrücks liegt im Stadtwald von Koblenz der Dommelberg. Seine Lage ist äußerst günstig mit Blick in die Lahn- und Mosel-Mündungen und das gesamte Rheintal bis in das Neuwieder Becken. Er hat zwei Bergkuppen, die zum Rhein hin steil abfallen und auf der Rückseite an das Hunsrückmassiv anschließen. An dieser Stelle sind Befestigungen angelegt. Sie bestehen aus einem Wall um die Südkuppe; drei Wälle ziehen sich um den nördlichen Kegel (Abbildung 12).

R. BODEWIG machte als erster Ende des vorigen Jahrhunderts auf diese bedeutende Anlage der Urnenfelderzeit aufmerksam und legte bereits erste Grabungsversuche vor. Zu einer intensiven Erforschung kam es jedoch erst 1936/37 durch K. H. WAGNER. Er konnte in systematischen Grabungen zwei Bauhorizonte und ebensoviele Siedlungsphasen feststellen. So war die Bergfeste in der Zeit der Urnenfelderkultur (Hallstatt A2-B1) besetzt und nochmals während der Späthallstatt/Frühlatenezeit (Hallstatt D-Latene A) als Siedlung genutzt. Demnach war die Anlage im 11.-10. Jahrhundert vor Christus und dann nach einer Unterbrechung erst wieder im 6.-5. Jahrhundert vor Christus aufgesucht worden. Zu der älteren Befestigung, vor der bereits eine urnenfelderzeitliche Flachsiedlung bestanden hat, gehören die Wälle 3 und 4. Diese erste

Befestigung bestand aus einem Erdwall mit äußerer Steinmauer und einem davor liegenden tiefen Graben. Sie wurde im Laufe der Stufe Hallstatt D1 zerstört und aufgegeben. In der zweiten Bauperiode setzte man auf die verfallenen Erdwälle (3 und 4) Steinmauern mit eingezogenen Pfostenständern und errichtete einen weiteren Wall (2). Möglicherweise wurde Wall 1 erneuert, vor dem ein verhältnismäßig kleiner Graben lag. In Wall 4 wurde eine bemerkenswerte Toranlage aus Pfostensetzungen festgestellt. In dieser jüngeren Periode war der Dommelberg nun dauernd besiedelt und während der gesamten Hallstattstufe D als befestigte Anlage in Funktion. Wie die Befunde an den Wällen 1-3 ergaben wurde die Bergfeste zu Beginn der Frühlatenezeit, also im frühen 5. Jahrhundert vor Christus verlassen. Nicht nur die Toranlage in Wall 4 war durch Feuer zerstört. Wahrscheinlich hing die Aufgabe dieser Höhensiedlung mit kriegerischen Auseinandersetzungen zusammen.

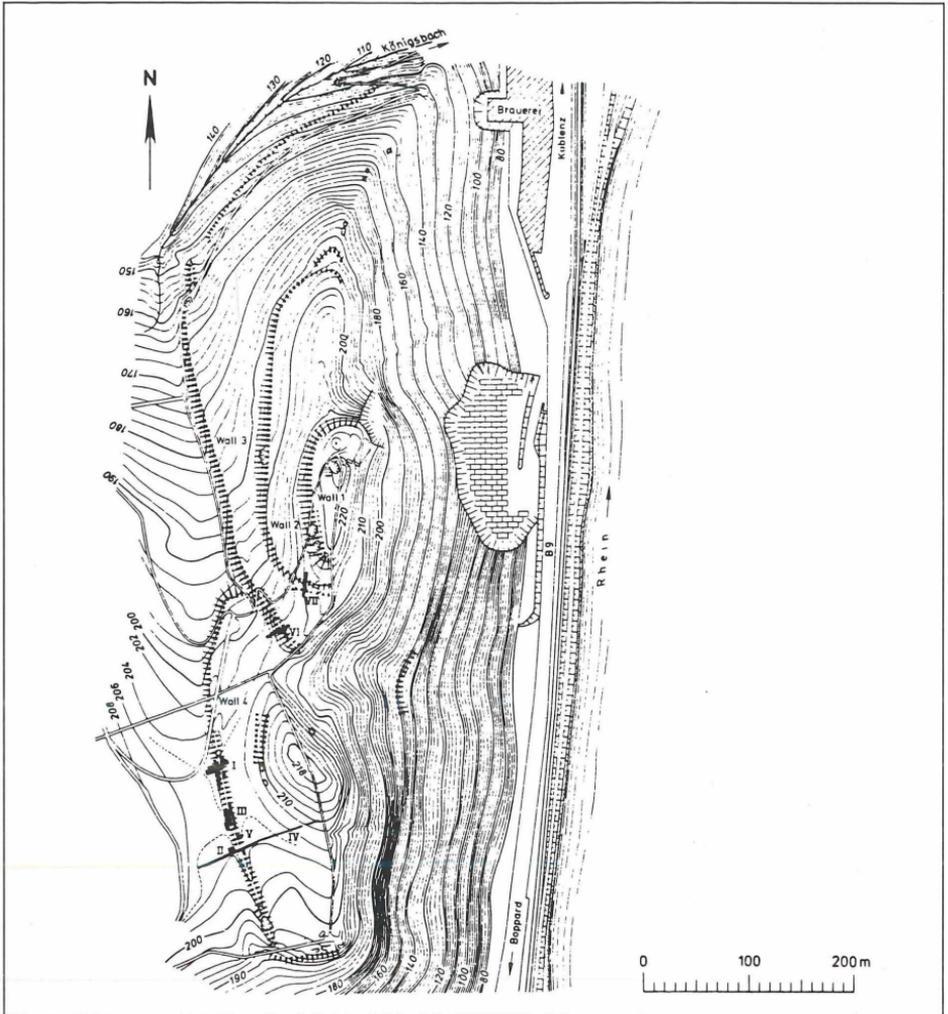


Abb. 12: Lage des Dommelberges mit den Wällen und den Wallsschnitten (vgl. WIRZ, F. & U. LIESSEM 1980), nähere Erläuterungen im Text

3. Konzept für die Kommunale Waldökostation Remstecken

(vgl. BECKER et al. 1991)

In den letzten Jahren entstanden viele »Ökostationen« wie z. B. Freilandlabore, Umweltzentren, Umweltstationen, Naturschutzzentren, Schulbiologiezentren usw.. Sie alle bieten ein breites Bildungsangebot zur Umwelterziehung an. Aufgrund der unterschiedlichen Entstehungsgeschichten, Anzahl von Mitarbeitern, Trägerschaften und Standorte differieren Inhalte und Schwerpunkte der einzelnen »Ökostationen«.

Aus all diesen Anregungen entstand folgendes Konzept für eine Waldökostation im linksrheinischen Koblenzer Stadtwald im Bereich des Remstecken. Es dient als Grundlage für die weitere Arbeit und Planung.

Das Arbeitskonzept beinhaltet eine kurze Einführung zur Thematik »Ziele und Aufgaben der Ökologiestation Remstecken«. Im Anschluß daran werden die Naturlehreinrichtungen der Ökostation, bestehend aus einer Freifläche und einem großen Gebäude, das unter einem Dach verschiedene Funktionsbereiche vereint, sowie die schon bestehenden Lehrpfade, vorgestellt. Am ausführlichsten wird dabei auf die Gestaltung des Naturlehrgebietes eingegangen, da hier die Planungen am weitesten fortgeschritten sind. Ein vorläufiges Veranstaltungsprogramm und andere didaktisch-methodische Überlegungen runden das Planungskonzept ab.

3.1 Ziele und Aufgaben der Ökologiestation Remstecken

Mit Natur- und Umweltschutz bzw. Umweltproblemen wird man fast täglich konfrontiert. Bei der Bevölkerung besteht ein gesteigertes Interesse am Thema »Umwelt«. Hinzu kommt, daß in einem Ballungsraum — wie Koblenz — naturbelassene Flächen immer seltener werden. Viele Tiere und Pflanzen finden keine Rückzugsmöglichkeiten mehr und sind vom Aussterben bedroht.

Eine Ökostation soll den Kontakt zur Natur wiederherstellen, aufrechterhalten, Umweltprobleme darstellen und Lösungsmöglichkeiten aufzeigen. Hier bietet sich die Möglichkeit für eine Umwelterziehung, die einen Beitrag zum Erleben, Verstehen und verantwortungsbewußten Nutzen von Umwelt leisten kann.

Dabei versteht sich die Kommunale Waldökostation Remstecken in erster Linie als Serviceeinrichtung, die eine realitätsbezogene Umwelterziehung anregt, erleichtert und wirkungsvoller gestaltet. Anders als etwa Schulgärten und Freilandlaboratorien sollte die Ökostation Remstecken nicht nur einen für Schüler zu gestaltenden Naturraum zur Verfügung stellen. Eine Leitlinie für die gesamte Arbeit sollte die ökologische Bewertung der Umgebung sein. Dazu wird in der Station jene kompetente Beratung und pädagogische Hilfestellung bereitgehalten, die es den Interessierten — Lehrern mit ihren Schülern, Volkshochschulgruppen, Bürgerinitiativen, Studierenden, Verbrauchern usw. — erlaubt, auch an verschiedenen Umweltlernorten der Umgebung sachgerecht, didaktisch sowie methodisch angemessen an den Problemen der eigenen realen Umwelt zu arbeiten. So kann die Ökostation verschiedene dezentrale Umweltaktivitäten anregen, unterstützen und koordinieren (vgl. HEYMANN, D., VON SOOSTEN, H.-P., WEBER, B. 1991).

Die Aufgaben der Ökostation könnten sein:

- Beratung und Unterstützung bei Unterrichtsvorhaben zur Umwelterziehung
- Auffinden und Bewerten von Biotopen, umweltrelevanten Standorten, Einrichtungen, Landschaftsteilen, Gebäuden und ähnlichem sowie deren Erschließung als Umweltlernort
- Erfassen von umweltrelevanten Veränderungen im Umkreis der Ökostation
- Hinweise auf Beobachtungs- und Untersuchungsmöglichkeiten unterschiedlicher Umweltsituationen (Natur, Siedlungen, Verkehr, Industrie, Landwirtschaft, Gartenbau, Gewerbe usw.)
- Hilfen bei der Lösung anstehender Umweltprobleme
- Didaktische und methodische Aufbereitung von Umweltproblemen
- Einordnen lokaler Umweltprobleme in überregionale Bezüge
- Sammlung und Dokumentation vielfältiger Materialien zur Erfassung und Bewertung von Umweltproblemen der Region zum Beispiel:
 - Zeitungsartikel
 - Stellungnahmen politischer Parteien und Verbände
 - Äußerungen von Politikern, Personen des öffentlichen Lebens und Privatpersonen
 - Planungen städtischer Gremien, Stadtplanung, Regionalplanung
 - Stellungnahmen von Berufsverbänden
 - Gutachten von Experten
- Bereithalten von Anregungen, Hilfen, Materialien, Arbeitsblättern, Beobachtungs-, Experimentier- und Untersuchungsaufgaben
- Kennzeichnung und Kartierung von geeigneten Umweltlernorten, Umweltpfaden, Beobachtungsstellen usw.
- Kontakte zu Hochschulen, Universitäten, Studienseminaren usw.

Eine weitere wichtige Funktion der Ökostation besteht im Angebot größerer Freiflächen, die der Freizeitgestaltung und der Erholung dienen. Sie bieten nicht nur organisierten und unorganisierten Kinder- und Jugendgruppen Raum für selbstbestimmte Aktivitäten und Erlebnismöglichkeiten, sondern kommen dem Bedürfnis vieler Bürgerinnen und Bürger nach attraktiven und gesunden Freizeitmöglichkeiten entgegen.

3.2 Aufbau und Ausstattung der Ökostation Remstecken

— Die Funktionselemente des Koblenzer Umwelt-Zentrums —

Der Aufbau einer Kommunalen Ökostation kann schrittweise erfolgen. Die einfachste Form besteht zunächst aus einer möglichst großen naturnahen Freifläche, einem Raum und einer Betreuerin bzw. einem Betreuer. Von hier aus werden nun Umweltprobleme der Umgebung erschlossen und erste inhaltliche und methodische Hilfen für die Benutzer der Station gegeben. Die Benutzer und Besucher der Station wirken durch ihre Arbeit unmittelbar am weiteren Ausbau der Station mit, indem sie Ergebnisse und Erfahrungen ihrer Arbeit dokumentieren und eigene Anregungen zur Erweiterung und Ergänzung der Station und ihrer Arbeit vorschlagen. Die Entwicklung einer solchen Ökostation soll also Prozeßcharakter haben, der Ausbau und die Verbesserung einer Kommunalen Ökostation selbst könnten damit schon Umwelterziehung sein.

Die Funktionselemente der Koblenzer Ökostation im einzelnen:

Naturlehrgebiet (Funktionselement 1):

Unabdingbare Notwendigkeit für eine Ökostation ist eine möglichst große Freifläche, die für alle Zielgruppen frei begehbar ist und verschiedene umweltbewußt und naturnah gestaltete Elemente enthalten soll.

Naturlehrgebäude (Funktionselement 2):

An Räumlichkeiten benötigt die Ökostation ein großes Gebäude, das unter einem Dach im Endausbau verschiedene Funktionsbereiche wie Kinderhaus, Schulökologiestation, Umweltbildungsstelle, Beratungsstelle und Bibliothek, vereint.

Lehrpfade (Funktionselement 3):

Einbeziehung des Wildgeheges Remstecken in das Umweltzentrum und Erschließung des Umfeldes der Ökostation durch die schon vorhandenen Lehrpfade.

3.2.1 Naturlehrgebiet (Funktionselement 1)

Ein Naturlehrgebiet ist ein möglichst naturnahes Gebiet, das den Schulen, den Naturschutzverbänden und der Bevölkerung für Beobachtungen, Versuche und Untersuchungen zur Verfügung steht. Unter Berücksichtigung der natürlichen Standortgegebenheiten kann eine Ergänzung durch die Anlage von verschiedenen standortgerechten Kleinbiotopen stattfinden. Dadurch wird ein Eindruck von der vielfältigen einheimischen Tier- und Pflanzenwelt und deren Lebensräumen vermittelt. An dieser Stelle ist anzumerken, daß nicht so sehr der Gedanke des Schutzes von Biotopen, Pflanzen und Tieren im Vordergrund steht, sondern der umwelterzieherische Aspekt mit den Schwerpunkten auf einer unmittelbaren Naturbegegnung und einer handelnden Auseinandersetzung mit Natur und Umwelt. Somit kann das Naturlehrgebiet dazu beitragen, das Verstehen vieler ökologischer Zusammenhänge zu verbessern und Verständnis für den Natur- und Umweltschutz aufzubringen.

Der jetzige Planungsstand sieht die Ökostation, bestehend aus Naturlehrgebiet mit dem dazugehörigen Naturlehrgebäude, im nördlichen Teil des Wildgeheges Remstecken vor. Dieses Gelände (ca. 1,5 ha) bietet insofern ideale Voraussetzungen für einen Lernort, als hier eine — mit Kleinbiotopen bereits entwickelte — Wiesenlandschaft und daneben eine Bach- und Teichanlage für Lehr- und Demonstrationszwecke genutzt werden können. Diese beiden gegensätzlichen Geländeformen bieten die Möglichkeit einer vielseitigen Naturbegegnung und -erfahrung. Die Entscheidung für diesen Standort wird bestärkt durch die mögliche Nutzung der benachbarten Scheunenanlagen des Remstecker Hofes. Durch Umbau könnte hier das Naturlehrgebäude, das von einer »Alternativen Gartenanlage« umgeben ist, entstehen.

Die Planung des Naturlehrgebietes erfolgt nach dem Gesichtspunkt, möglichst viele verschiedene Lebensräume zu schaffen bzw. zu erhalten. Mittels eines Naturlehrpfades, der an wichtigen Beobachtungspunkten vorbeiführt, wird das Gelände erschlossen (Abbildungen 13, 14 und 15).

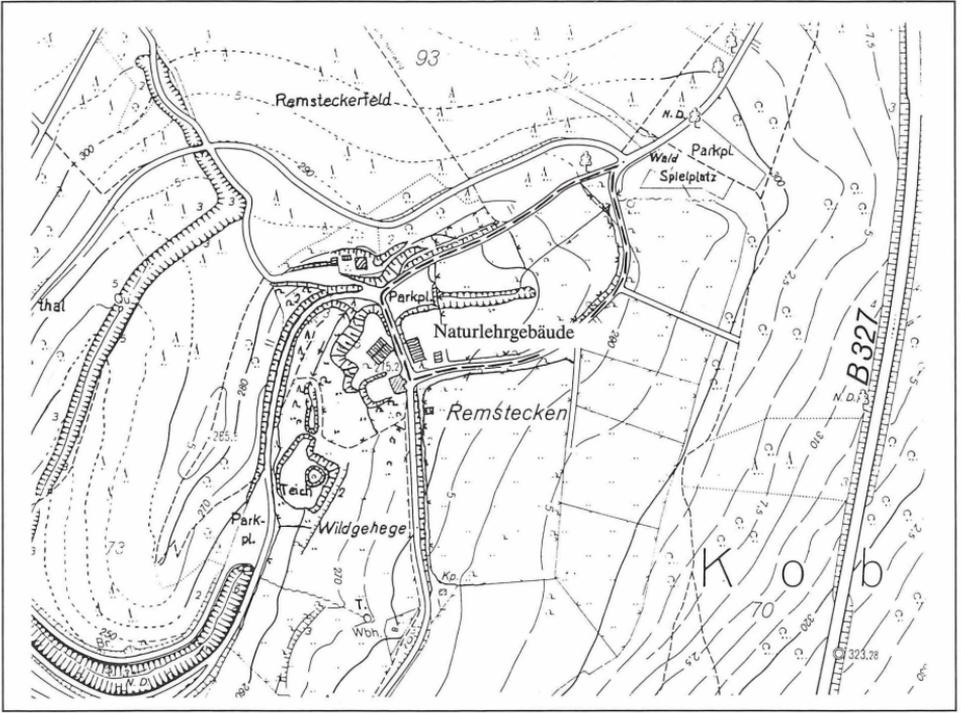


Abb. 13: Geographische Lage der geplanten Ökostation (--- = Naturlehrgebiet)

Legende zur Abb. 14: »Ist-Zustand« Ökostation Remstecken

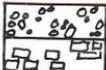
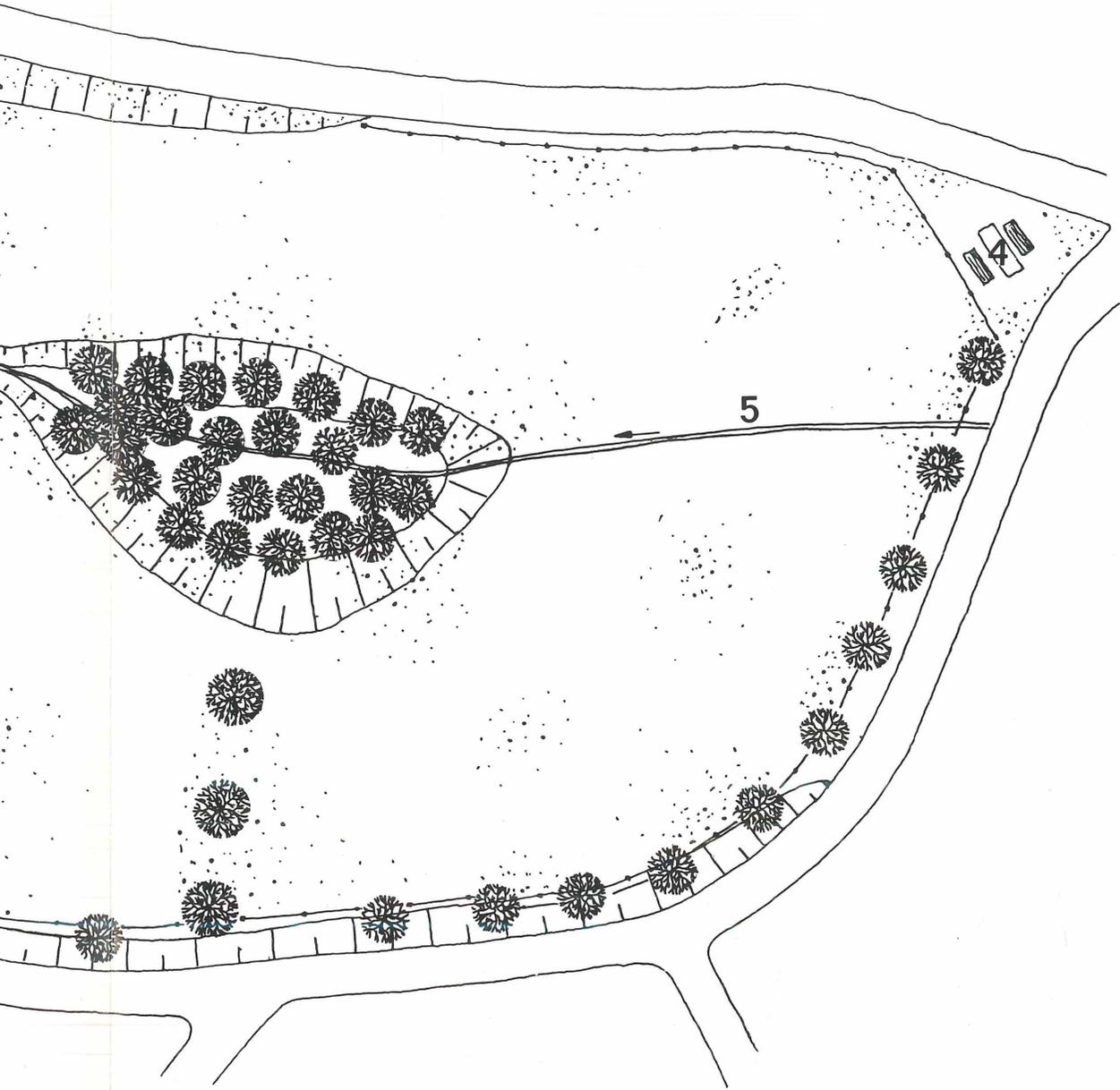
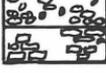
- | | | | |
|---|-----------------|---|---------------------|
| 1 | Scheune |  | Laubbäume (Wald) |
| 2 | Schuppen |  | Nadelbäume (Fichte) |
| 3 | Garten |  | Wiese mit Zaun |
| 4 | Sitzgruppe |  | Teich |
| 5 | Remstecker Bach |  | Kies
Pflaster |
| 6 | Parkplatz | | |



Abb. 14: »Ist-Zustand« Ökostation Remstecken



Legende zu Abb. 15: »Ausführungsplan« Ökostation Remstecken

- | | | |
|---|---|---|
| 1 Scheune |  | Laubwald |
| 2 Geräteschuppen |  | Laubbaum mit
Hecke/Feldgehölz |
| 3 Garten |  | Sukzessionsflächen
mit Feldgehölz |
| 4 Brunnen |  | Wiese
1-schürig; 2-schürig |
| 5 Kompost |  | Nadelbäume (Fichte) |
| 6 Stein- u. Reisighaufen
mit Holzlager |  | Obstbäume + -sträucher |
| 7 Bienenhaus |  | Kies (Vorplatz, Wege)
Pflaster (Eingangsbereich) |
| 8 Klimastation |  | Teich/Bach |
| 9 Sitzgruppe (Klassenzimmer im Freien) | | |
| 10 Kräutergarten | | |
| 11 Trockenmauer | | |
| 12 Weide mit Zaun | | |
| 13 Infohütte | | |
| 14 Geologisches Fenster | | |
| 15 Pflanzspirale | | |
| 16 Gartenarche | | |
| 17 Parkplatz | | 19 Streuobstwiese |
| 18 Aussichtsturm + Beobachtungshütte | | 20 Zeltplatz |

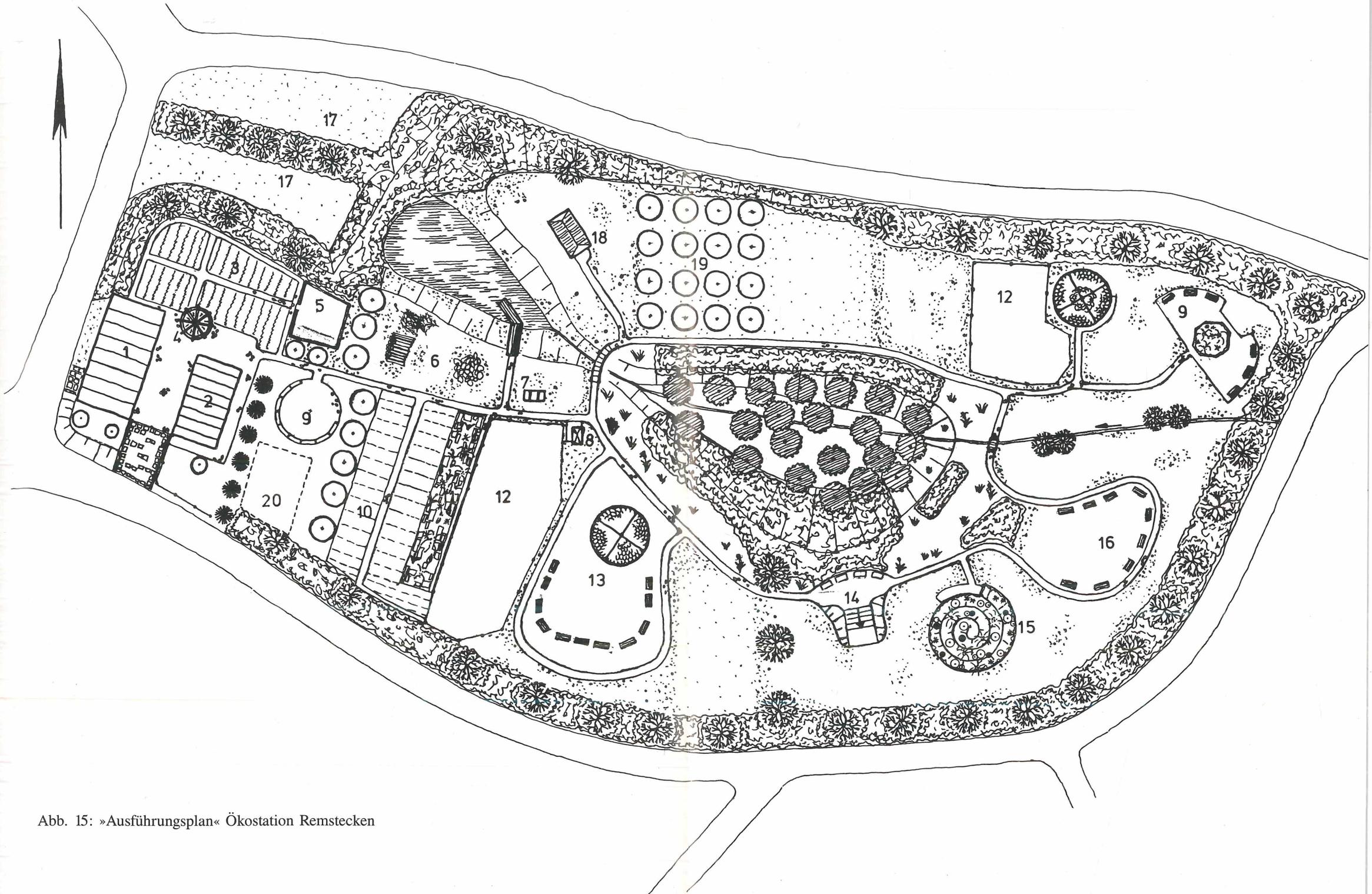


Abb. 15: »Ausführungsplan« Ökostation Remstecken

Nachfolgend werden die an der Ökostation bestehenden/entstehenden Habitatstrukturen/Anlagen aufgeführt und erläutert:

Versickerungsteich mit Steg

Der Versickerungsteich mit Steg liegt im Süden des Lehrgebietes und wurde am Anfang der 80er Jahre künstlich vergrößert. Der Teich wird von dem Oberflächenwasser des umliegenden Wiesenareals und durch den Remstecker Bach gespeist, so daß er auch im Sommer nicht austrocknet. Der Teich umfaßt eine Gesamtfläche von ca. 150 m² und hat eine Tiefe von maximal einem Meter. Aufgrund seiner geringen Tiefe ist das Gewässer für limnologische Untersuchungen besonders geeignet.

Der Teich sollte weitestgehend seiner eigenen Entwicklung überlassen bleiben; die jetzt vorhandenen Pflanzen siedelten sich von selbst an. Im Uferbereich findet sich eine in der Roten Liste Rheinland Pfalz enthaltene Orchideenart, das Breitblättrige Knabenkraut (*Dactylorhiza majalis*).

»Alternative Gartenanlage« (3)

Die Ökostation sollte auch eine »Alternative Gartenanlage« enthalten. Das Wort »alternativ« steht in diesem Fall für: ökologisch, naturgemäß, im Einklang mit der Natur, biologisch.

In den letzten Jahrzehnten ging die Gartenentwicklung in Deutschland in eine andere Richtung. Durch den Einsatz von chemischen Schädlingsbekämpfungsmitteln und Kunstdüngern wurde das »Gleichgewicht« der Natur erheblich gestört. Als Folgen traten auf: verschmutztes Grundwasser, anfällige Kulturpflanzen, immer resistenterere Schädlinge, zerstörte Böden usw..

Falschverstandene Ordnungsliebe führte dazu, daß krautfreie Einheitsrasen dominieren und fremdländische Baumarten gepflanzt wurden. Dadurch wurde der einheimischen Tierwelt zunehmend die Lebensgrundlage entzogen.

Da Gärten eine nicht unbedeutende Fläche der Landschaft einnehmen und viele Menschen hier die Möglichkeit haben, in direkten Kontakt mit der Natur zu kommen, muß gerade in diesem Bereich dem Umwelt- und Naturschutz ein hoher Stellenwert zukommen.

Was heißt eigentlich biologisch gärtnern, naturnaher Garten?

Vereinfacht gesagt, bedeutet dies mit der Natur zu arbeiten, nicht gegen sie! Man versucht möglichst nach ökologischen Gesichtspunkten zu wirtschaften. Dies wird erreicht, indem man sich alter Erfahrungen, aber auch neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse bedient.

In naturgemäßen Gärten verzichtet man möglichst auf den Einsatz von chemischen Mitteln. Man erwirbt Kenntnisse über den Boden, die Bodenpflege, die Standortansprüche der Pflanzen (Licht, Feuchtigkeit, Bodenqualität) sowie die Lebensansprüche und -räume von Tieren.

Die »Alternative Gartenanlage« zeigt Möglichkeiten und Beispiele für einen ökologischen Garten und naturgemäße Anbaumethoden. Interessierte Bürger finden hier Anregungen, um auch im eigenen Garten ein Stück Natur zu erhalten bzw. zurück-zuholen.

Der Gartenpfad sollte daher folgende Stationen enthalten:

Kräuterbeet, Experimentierflächen, Nisthilfen für Wildbienen und Hummeln, Kräuterspirale, Mischkulturen, Hügelbeete, Wildblumenwiese für Schmetterlinge und Hum-

meln, Bienenstand, Beerenobst, Pergola mit Kletterpflanzen, Trockenmauer, Steinhaufen, Holzhaufen, Hecke, Brache, Wildpflanzen, Staudenbeet, Obstbäume, Holzhaufen sowie einen Komposthaufen.

Weiterhin enthält der Garten Elemente, die helfen, eine der Region entsprechende Artenvielfalt in Flora und Fauna anzusiedeln und zu erhalten, wie z. B. einheimische Pflanzen, alte Gartenformen, Gewässer, Obstbäume und -sträucher, Lebendhecken, Totholzzone und Wildblumenwiesen.

Totholzhaufen oder Holzlege (6)

Ein ungeordneter Holzhaufen, der aus Aststücken, Reisig, Baumstämmen und Wurzeln aufgeschichtet ist, hat einen besonderen Wert als Unterschlupf und Lebensraum für viele Kleintiere (Vögel, Igel, Amphibien, Reptilien) und für die Insektenwelt. Für viele Insekten ist dieses tote Material sowohl Nahrungsgrundlage als auch Brutplatz. Viele holzzersetzende Kleinlebewesen finden sich ein — der natürliche Umwandlungsprozeß nimmt seinen Gang.

Stein- und Geröllhalden (6)

Ähnlich wie ein Totholzhaufen bietet auch ein Steinhaufen mit seinen Hohlräumen vielen Kleintieren Unterschlupf. Durch die Verwendung von groben eckigen und flachen Steinen sowie Ästen entsteht ein Gefüge mit großen und auch kleinen Zwischenräumen, so daß Tiere verschiedener Größe den Steinhaufen als Lebensraum besiedeln können (z. B. Marder, Igel, Eidechsen, Blindschleichen, Würmer, Insekten).

Geologisches Fenster (14)

Durch Abgraben eines Teilstückes des Hanges wird ein sogenanntes »Geologisches Fenster« in Form einer Steilwand geschaffen. Hier kann man einen Einblick in die Horizontabfolge eines Pseudogleyes gewinnen. Dabei handelt es sich um einen Bodentyp, der für staunasse Böden in Mitteleuropa typisch ist.

Versuchsflächen und Kräutergarten (10)

Auf mehrere gleich große Flächen von 3-5 m² können verschiedene Böden (z. B. Sand-, Laubwald-, Kiesboden oder Gartenerde etc.) aufgetragen werden, um deren Spontanbesiedlung vergleichend zu untersuchen.

Weitere Probeflächen könnten mit verschiedenen Rohbodenbesiedlern bepflanzt werden, um deren Wachstum zu beobachten.

Ein Teil der Beete dient als Schul- und Kräutergarten

Gartenarche (16)

Die aus verschiedenen Materialien aufgebaute Hütte kann Lebensraum, Nistort, Unterschlupf und Ruheplatz für viele verschiedene Tiere sein. Je nach Standort (Sonneneexposition) und verwendeten Materialien stellen sich Tierarten ein. Auf einer relativ kleinen Fläche (5-7 m²) entsteht ein artgerechter Unterschlupf mit passendem Nahrungsangebot, der durch folgende Maßnahmen und Materialien unterstützt werden kann:

Lehmflechtwand für Hautflügler; Nisthilfen aus Stein- und Holzhaufen für Amphibien; Reptilien und Kleinsäuger; Sand- und Lehmboden an der Südseite für verschiedene Wespen und Sandbienen; Nistkästen für Vögel; Blumentopf mit Stroh für den Ohrwurm; Nisthölzer mit Bohrungen sowie Strohhalmdosen für Bienen und Wespen; Dach aus Stroh, Reet oder Dachziegeln für Vögel.

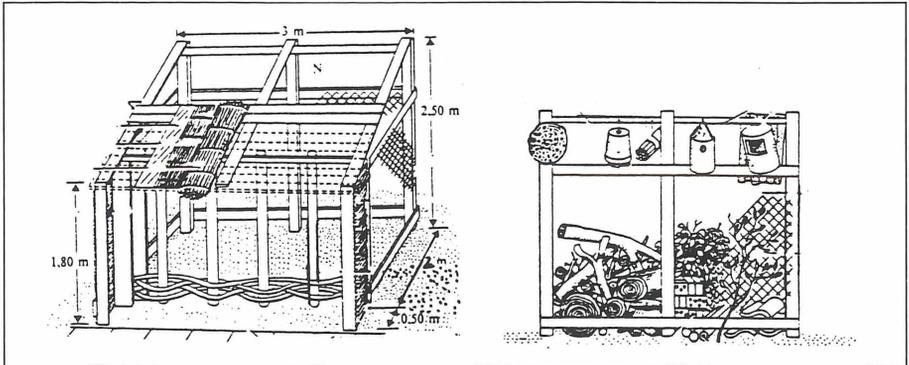


Abb. 16: Gartenarche (nach WINKEL, G. 1985)

Bauliche Anlagen:

- Zur Beobachtung der Wasservögel soll in der Nähe des Teiches ein Beobachtungsstand aus rohem Holzwerk mit begrüntem Dach entstehen. Der Stand wird so umpflanzt, daß seine Benutzung später keine Störung der Tierwelt hervorruft (18)
- Die im westlichen Teil des Naturlehrgebietes gelegene Demonstrations- und Arbeits-hütte wird mit Regalen, Bänken und einem Tisch ausgestattet. Hier sind wechselnde Informationsausstellungen vorgesehen (13)
- Der Remstecker Bach wird durch zwei Brücken überquert, von denen eine als Hän-gebrücke konstruiert sein könnte
- Aus aufgeschnittenen Baumstämmen werden mehrere Sitzcken bzw. Sitzgruppen errichtet (9)
- Der Bau einer Komposttoilette im Bereich der Kompostanlage (5) ist ebenfalls geplant
- Klimameßstation (8), Brunnen (Zisterne) (4), Bienenhaus (7) und Pflanzspirale runden das Konzept einer Ökostation ab
- Der Zeltplatz (20) läßt das Übernachten von Arbeitsgruppen möglich werden
- Umgeben wird das Naturlehrgebiet, wenn nicht durch Hecken und Feldgehölze, durch einen naturnahen Zaun

Auf den im Naturlehrgebiet zur Verfügung stehenden Freiflächen werden überwie-gend Lebensräume aus unserer Kulturlandschaft dargestellt. Bevor die einzelnen Maß-nahmen aufgeführt werden, erfolgt eine kurze Erläuterung des Begriffs »Kulturland-schaft«.

Da das Landschaftsbild Mitteleuropas schon seit 6000 Jahren durch den Menschen beeinflusst wird (Ackerbau und Viehzucht) und sich dieser Prozeß fortlaufend intensi-vierte, beherrschen heute praktisch nur noch künstlich geschaffene Lebensräume die mitteleuropäische Landschaft; man spricht von einer Kulturlandschaft.

Bis ins 20. Jahrhundert konnten sich in einer sehr vielfältig gegliederten Agrarland-schaft artenreiche Pflanzen- und Tiergemeinschaften entwickeln. Seit ca. 1950 ist ein verstärkter Rückgang der Artenzahl festzustellen. Ein maßgeblicher Grund ist die Int-ensivierung der Landwirtschaft und die sich daraus ergebenden Veränderungen des Landschaftsbildes und -haushaltes und der ökologischen Gegebenheiten.

Daher liegt der Schwerpunkt im Naturlehrgebiet auf der Erhaltung der Artenvielfalt, dem Biotop- und Artenschutz und einer umweltschonenden Landwirtschaft.

Acker

Auf diesen Parzellen können Themen wie z. B. alte Getreidearten, naturnahe Anbaumethoden, wechselnde Fruchtfolgen (z. B. Drei-Felder-Wirtschaft), Einschränkung von Kunstdüngern und Pflanzenschutzmitteln, ökologischer Landbau, schonende Bodenbearbeitung u. a. behandelt werden.

Streuobstwiese

Streuobstwiesen mit Hochstammkulturen und extensiver Bewirtschaftung weisen einen hohen Reichtum sowohl an Pflanzen- als auch an Tierarten auf. Sie bieten insbesondere vielen Vogelarten, Kleinsäugetieren und Insekten günstigen Lebensraum.

Wiese und Weide

Fast alle mitteleuropäischen Wiesen sind Kulturwiesen. Ohne die Mahd oder die Beweidung würden sie schnell verbuschen und in einigen Jahrzehnten mit einem Mischwald bedeckt sein. Mahdrhythmus (ein-, zwei- oder dreischürig), Düngung und Kleinklima bewirken eine unterschiedliche Artenzusammensetzung und -vielfalt der Wiesen. Sie werden von einer Vielzahl von Insekten und Kleintieren bewohnt, und Vögel suchen sie als Brutplatz und Nahrungsgebiet auf.

Hecken und Feldgehölze

Wildhecken aus einheimischen Gehölzen beherbergen eine Vielzahl von Tier- und Pflanzenarten. Neben ihrem ökologischen Wert haben Hecken wichtige Funktion in der Landschaftspflege. Sie sind nicht nur eine optische Bereicherung in der Landschaft, sondern dienen auch dem Wind- und Erosionsschutz. Gleichzeitig bezwecken sie die Einfriedung des Lernortes.

Das gesamte Naturlehrgebiet ermöglicht allen Altersgruppen ein ökologisch ausgerichtetes Lernen mit allen Sinnen. Die vielfältige Art und Weise des Anbaus dient als Beispiel und Anregung für die eigene Gartengestaltung der Besucher.

Die meisten der hier vorgestellten Freiflächenelemente können in Form von Patenschaften vergeben und gepflegt werden, wodurch eine größere Identifikation mit dem »eigenen« Stück Natur erreicht wird.

Notwendig ist auch ein Geräteschuppen für die erforderlichen Gartengeräte.

Anleitung, Information und Beratung interessierter Gruppen und Einzelpersonen sollen im Rahmen des Veranstaltungsprogramms durch einen Landschaftspfleger erfolgen.

3.2.2 Naturlehrgebäude (Funktionselement 2)

Die einfachste Form besteht zunächst einmal nur aus einem Raum, der mit geringem Aufwand in der ehemaligen Scheune des Remstecker Hofes unterzubringen ist. Im Endausbau sollten mindestens sechs Mehrzweckräume zur Verfügung stehen:

- Saal für Gruppen mit bis zu 60 Personen
- Gruppenräume für Seminare und andere Veranstaltungen

- Dokumentations- bzw. Leseraum (Bibliothek)
- Räumlichkeiten für experimentelles Arbeiten mit entsprechenden Anschlüssen und Ausrüstungen
- Büro- und Verwaltungsraum für die Koordination und Organisation des Zentrums
- Tee- und Küchenraum

Ebenfalls unverzichtbar ist ein Geräte- und Abstellraum sowie entsprechende Sanitäranlagen wie WC, Stiefelraum usw..

Abbrunden ließen sich die Baumaßnahmen durch den Anbau eines Gewächshauses bzw. Wintergartens an die ehemalige Scheune.

Alle Baumaßnahmen sollten unter baubiologischen und energiesparenden Gesichtspunkten erfolgen.

Die verschiedenen Funktionsbereiche des Ökohauses:

- Kinderhaus für 3- bis 6-jährige

Zum Kern der Ökostation sollte ein »Kinderhaus« gehören, in dem altersübergreifend in festen Gruppen und in offenen Angeboten ökologische Kinderkulturarbeit geleistet wird.

Ein Prinzip ökologischen Lernens ist, daß die Kinder maßgeblich an der Entstehung ihrer Bereiche beteiligt sind, und daß diese nie »fertig« werden, d. h. immer wieder verändert, in Teilen neu gestaltet werden können.

Eine kindgerechte Ökostation braucht einen sehr großen Außenbereich mit Nutzgarten, Spiel- und Ruhebereich. Im Innenbereich sind ein bis zwei Spielräume mit Kuschel- und Leseecken, ein Werkraum, ein Labor und eine Küche notwendig.

Zur Betreuung und Organisation sollten zwei Pädagogen und ein Praktikant zur Verfügung stehen.

- Schulökologiestation

Die Schulökologiestation stellt jenen Teil der Ökostation dar, der vor allem der Unterstützung und Förderung schulischer Umwelterziehung dient.

Dabei können folgende Aufgabenbereiche unterschieden werden:

- Lehrer- und Erzieherweiterbildung, Hilfestellung und Beratung bei der Planung und Ausführung umweltpädagogischer Projekte in den einzelnen Schulen
- Spezifische Angebote für Pädagogen, mit ihrer Klasse bzw. ihrem Kurs in der Station umweltpädagogische Projekte durchzuführen
- Anleitung und Durchführung verschiedener Projekte mit Schülern durch die Mitarbeiter der Schulökologiestation selbst

Für den Unterricht mit Schülern bietet die Station Projekte an, die jeweils in die Lehrpläne verschiedener Alters- und Schulstufen integrierbar sind, die Projektarbeit unterscheidet sich aber grundlegend von herkömmlichen Unterrichtsformen. Statt inhaltlich und zeitlich streng gegliederter, theoretischer Wissensvermittlung findet fächerübergreifendes, handlungsorientiertes Lernen statt, das auch nicht an den strenger Rhythmus der Stundeneinteilung des Schulunterrichts gebunden ist.

Die Betreuung sollte von zwei freigestellten Lehrkräften durchgeführt werden, von denen eine Kraft ganz in der Schulökologiestation arbeitet und eine teilzeitabgeordnete ist.

— Umweltbildungsstätte

Die Arbeit in der Koblenzer Ökostation erhält mit der Einbindung einer Bildungsstätte für Erwachsene eine größere Öffentlichkeitswirksamkeit.

Durch die Vernetzung aller inhaltlichen Bereiche ergibt sich ein Großteil des Fortbildungsangebotes an der Ökostation:

- Sowohl die umweltgerechte Freiflächengestaltung und -nutzung als auch die an baubiologischen Gesichtspunkten orientierte Innenraumgestaltung bieten sich als Ausgangspunkt und Inhalt der Bildungsangebote an. Vor Ort und am konkreten Beispiel können Themen angeboten werden wie:
 - Ökologische Schädlingsbekämpfung
 - Umgang mit speziellen umweltschonenden Geräten in Haushalt und Garten
 - Bau von Solaranlagen und anderes mehr
- Im Labor können unter sachkundiger Anleitung Untersuchungen durchgeführt werden, die zu Hause nicht oder nur schlecht möglich sind, wie z. B. Wasser- und Bodenanalysen
- Die Küche dient nicht nur der Verpflegung der Lerngruppen, sondern auch als Lehrraum, z. B. für Naturkost-Seminare

Es entsteht so ein allgemeines öffentliches Forum, in dem theoretisches und praxisbezogenes ökologisches Lernen mit allen Sinnen möglich wird.

Die Fortbildungsarbeit wird sich nach Bedarf und Nachfrage des Publikums richten und mit anderen vorhandenen Fortbildungssträgern (Volkshochschulen) abgestimmt.

Die Fortbildungsmaßnahmen können zum Teil von den Mitarbeitern der Ökostation oder von Honorarkräften angeboten werden. Bei sehr großem Zuspruch müßte jedoch eine eigene Fachkraft eingestellt werden.

Denkbar wäre darüber hinaus Übernachtungsmöglichkeiten zu schaffen, um tagesübergreifende Seminare für verschiedene Zielgruppen anbieten zu können.

— Beratungsstelle

Die Beratungsstelle soll in erster Linie Auskünfte zu Angeboten und Schwerpunkten bereithalten, die in und um die Ökostation stattfinden.

So ist an eine Beratung zu folgenden Bereichen gedacht:

- Gartenbau und Gartenpflege
- Baubiologie
- Ernährung
- alternative und regenerative Energien
- schulische und außerschulische Umwelterziehung

Die Beratung wird je nach Bedarf einmal wöchentlich bis einmal monatlich stattfinden und sowohl von den im Haus arbeitenden Fachkräften als auch von Honorarkräften durchgeführt werden.

Die Beratungsstelle kann auf eine computergestützte Bibliothek im Haus zurückgreifen, die zu allen inhaltlichen Schwerpunkten Fachliteratur aufweist. Die Bibliothek muß der Öffentlichkeit zugänglich sein.

Voraussetzung für diese Arbeit sind ein Beratungsraum und eine Fachkraft, die die Beratungsangebote koordiniert, organisiert und z. T. selbst durchführt.

— Bibliothek

Ein wichtiger Bestandteil der Ökostation ist eine computergestützte Bibliothek zu ökologischen Schwerpunktthemen.

Sie umfaßt:

- eine Bücher-, Materialien- und Spielesammlung für die schulische und außerschulische Umwelterziehung.
- Bücher und Zeitschriften zu den wichtigsten ökologischen Themen, die stets aktualisiert und ergänzt werden.

Sie ist als Präsenzbibliothek einzurichten und kann als solche von der Öffentlichkeit genutzt werden. Ansonsten dient sie den verschiedenen Bereichen der Ökostation zur Unterstützung der inhaltlichen Arbeit.

3.2.3 Lehrpfade und Wildgehege (Funktionselement 3)

Neben dem geplanten Naturlehrgebiet ist der Remstecken Ausgangspunkt für 4 schon vorhandene und gut beschilderte Lehrpfade:

- Der Geologisch-Landeskundliche Lehrpfad
- Der Archäologische Lehrpfad
- Der Waldlehrpfad am Remstecken
- Der Waldlehrpfad an der Mäushohl

Die Beschreibung der Lehrpfade erfolgte in Kapitel 2 dieses Buches. Alle vier Lehrpfade zeichnen sich durch eine gute Beschilderung aus und sind je nach Inhalt für den außerschulischen Unterricht in den Fächern Biologie, Geographie und Geschichte zu empfehlen. Aufgrund der Weglänge und Informationsfülle sollte man aber für jeden Lehrpfad mindestens einen Unterrichtsvormittag einplanen.

Im direkten Umfeld der Ökostation findet man entlang des Remstecker- und Eschbaches mehr als 140 verschiedene Pflanzenarten, dazu kommen noch mehrere Schachtelhalm-, Moos- und Pilzarten. Als Raritäten seien das Breitblättrige Knabenkraut, die Felsenbirne, die Behaarte Besenheide und die Grasilie erwähnt. Auf engstem Raum trifft man atlantisch-subatlantische, submediterrane und boreal-montane Florenelemente an. Dadurch wechseln sich Perlgras-Buchenwälder mit Bergahorn-Eschenwälder auf engstem Raum ab.

Neben dieser botanischen Vielfalt weist der Remstecken ein mehrere Hektar umfassendes Wildgehege auf, das Dam-, Rot- und Schwarzwild beherbergt.

Somit ist der Remstecken mit der geplanten Ökostation für jede schulische Aktivität gerüstet.

3.2.4 Das Funktionselementesystem in der Übersicht

Bei den Forderungen nach Personal und Raumbedarf handelt es sich um Maximalwerte.

Die Funktionselemente im einzelnen:

<u>Funktionselement</u>	<u>Personal</u>	<u>Raumbedarf</u>
1. Freifläche mit Garten	Landschaftspfleger	1-2 ha, Geräteschuppen

2. Ökohaus		
— Kinderhaus	2 Pädagogen	2 Gruppenräume, Küche
— Schulökologiestation	2 Lehrer, 1 ganztags, 1 teilzeitabgeordnet	2 Gruppenräume, Labor, Küche, Bibliothek
— Bildungsstätte	1 Koordinatorin	2 Gruppenräume, 1 Saal, Labor, Küche, Werkstatt
— Beratungsstelle	1 Ökologe	1 Raum, Bibliothek
— Bibliothek	1 Fachkraft	1 großer Raum
3. Lehrpfade — —		

Dazu kommen noch einmal Büroräume; darüber hinaus sollten Praktikanten, Zivildienstleistende, Honorarkräfte etc. mitarbeiten.

3.2.5 Kosten

Bedarfs- und Folgekosten einer Kommunalen Ökostation, bestehend aus fünf Räumen und zwei fest angestellten Kräften:

Kommunale Ökostation

Einrichtung (einmalig):

Kauf (wenn nicht Pacht, Miete) der Räume

Um- bzw. Aus- bzw. Neubaukosten 200.000,— DM

Ausstattung 50.000,— DM

Laufende Kosten pro Jahr:

Pacht/Miete inklusive Nebenkosten ca. 10-20.000,— DM

Personal ca. 60-70.000,— DM

Verbrauchsmaterial ca. 5-10.000,— DM

Die Einrichtung einer Kommunalen Ökostation ist möglich bei

1. einmaliger Investition in Ausstattung von ca. 50.000,— DM

2. jährlichen Kosten von ca. 75-100.000,— DM

Preisangaben nach HEYMANN, D., VON SOOSTEN, H.-P. & B. WEBER 1991.

3.2.6 Träger der Waldökostation

Die Waldökostation sollte auf Stadt- und Bezirksebene eingerichtet werden. Um ein möglichst unabhängiges und pluralistisches Arbeiten zu ermöglichen, sollten sich an einem Trägerverein neben staatlichen und kommunalen Körperschaften auch Naturschutzverbände, örtliche Vereine, Bürgerinitiativen, Stiftungen, Volkshochschulen, Elternvereinigungen, Universitätsinstitute und ansässige Firmen beteiligen. Modelle für eine Träger- und Finanzierungsstruktur könnten das Naturschutzzentrum Hessen in Wetzlar oder die Ökostation Bremen sein. Man sollte darauf hinwirken, daß die Landesregierung eine Kommunale Ökostation durch das Umweltministerium (Sachkosten) und das Kultusministerium (Personalkosten) bezuschußt.

3.3 Nutzungs- und Veranstaltungskonzept

3.3.1 Ziele und Arbeitsschwerpunkte

Anknüpfend an die in Punkt 3.1 gemachten Angaben ergeben sich für die Ökostation folgende Ziele und Arbeitsschwerpunkte:

1. Interessierte Bürger in den Bereichen Natur- und Umweltschutz objektiv und sachlich informieren.
Dazu zählen Vorträge, Kurse, Führungen, Ausstellungen aus den Bereichen Umwelt — Umweltschutz, Naturkunde — Naturschutz, Haus und Garten. Die hier angebotene Information/Beratung soll nicht nur auf der theoretischen Ebene stattfinden, sondern auch möglichst praktische Anleitungen zu umweltbewußtem Handeln geben.
2. Möglichkeiten einer praktischen Umwelterziehung aufzeigen.
Im Rahmen einer erlebnisbetonten Umwelterziehung werden Schulklassen und interessierte Gruppen auf dem Gelände betreut.
Diese Gruppen können hier
 - in direkten Kontakt mit der Natur kommen
 - sich selbsttätig und forschend mit dem Objekt befassen
 - wichtige Fähigkeiten erlernen, wie z. B. Beobachten, Bestimmen, Experimentieren, Untersuchungsmethoden, Umgang mit biologischen Untersuchungsgeräten (Lupe, Mikroskop)
 - Pflegearbeiten im Gelände übernehmen
3. Angebote und Arbeitshilfen für Schulen — Umwelterziehung für die Unterrichtspraxis
 - Konkrete Unterrichtshilfen und -materialien werden entwickelt gesammelt und zur Verfügung gestellt
 - Praxisnahe Lehrerfortbildung und -weiterbildung wird angeboten
 - Schulen werden bei Unterrichtsprojekten beraten (z. B. Anlage eines Teiches, Trockenmauer, etc.)
 - Ausleihe von Arbeitsmitteln

Bei der Verwirklichung dieser Ziele wird eine enge Zusammenarbeit mit Naturschutzverbänden sowie interessierten Lehrerinnen und Lehrern angestrebt.

3.3.2 Veranstaltungsprogramm

Das halbjährlich oder jährlich erscheinende Veranstaltungsprogramm enthält Kurse, Vorträge, Termine, Führungen und Themenvorschläge für Schulklassen und Erwachsene aus den Bereichen:

- | | |
|--------------|----------------|
| — Naturkunde | — Naturschutz |
| — Umwelt | — Umweltschutz |
| — Haus | — Garten |

Der Umfang des Veranstaltungsprogramms richtet sich nach der personellen Ausstattung der Ökostation. Zum Teil können auf Honorarbasis Gastdozenten zu Vorträgen, Kursen etc. verpflichtet werden.

Nachfolgend einige Vorschläge zum Veranstaltungsprogramm:

1. Naturkunde — Naturschutz

- Bestimmen von Pflanzen und Tieren
- Anpassung von Pflanzen und Tieren an die verschiedenen Lebensräume
- Kartierung eines Kleingewässers, einer Wiese etc.
- Anlegen einzelner Kleinbiotope (z. B. Teich, Trockenmauer)
- Bauen und Anbringen von Nisthilfen und Nistkästen für Tiere
- Bienenbeobachtung (Bienenstock, Imkerei, Farbdressur)
- Naturerfahrungsspiele
- Diavorträge

2. Umwelt — Umweltschutz

- Untersuchungen von Wasserproben (pH-Wert, Nitratbelastung, Wasserhärte, etc.)
- Gewässergüte bestimmen
- Analyse der Bodenverhältnisse
- Müll/Deponie — Müllproblematik (Abfallvermeidung, -verminderung und -verwertung), Deponietechnik
- Landwirtschaft — konventioneller und biologischer Landbau, Flurbereinigung, Naturschutz und Landwirtschaft
- Grundwasser — Wasserschutzgebiet, Wasserkreislauf, Beeinträchtigung des Grundwassers

3. Haus — Garten

a) Demonstrationsanlagen:

Hügelbeet, ökologischer Garten, Bauergarten, Gartenteich, Staudenbeet, Mischkulturen, Kräutergarten, Kompostierung, Duftgarten, Ölpflanzen, Fassadenbegrünung, geschützte Pflanzen, verschiedene Vorgärten, u. a.

b) Praktische Anleitungen:

Obstbaumpflege, Pflanzenschutz, Düngung, Gartenbearbeitung, Vermehrung von Pflanzen, Anlegen einer Kräuterspirale, Sammeln und Verwerten von Heilkräutern, Gemüseanbau nach biologisch-ökologischen Methoden, u. a.

3.4 Didaktisch-methodische Überlegungen

Umwelterziehung hat das Ziel, Umweltbewußtsein zu entwickeln und auf einen verantwortungsvollen Umgang mit der Natur und Umwelt hinzuwirken. Voraussetzung dafür ist die Vermittlung der komplexen Zusammenhänge der Umwelt und die Veranschaulichung der Problematik des Umweltschutzes.

Nur mit wissenschaftlichen Erklärungen und bloßem Anhäufen von Wissen kann ein Umweltbewußtsein jedoch nicht erweckt werden. Um wirklich prägende Eindrücke zu erhalten, müssen Kinder und auch Erwachsene eigene Erlebnisse und Erfahrungen sammeln und insbesondere eine persönliche Beziehung zur Natur und Umwelt aufbauen.

Bei diesem Vorhaben kann eine Ökostation unterstützend wirken. Praktisches Tun, direkter Kontakt mit der Natur, sinnliches Erfahren und Erleben, Unterricht im Freien — dies sind wichtige Aspekte einer Umwelterziehung im Naturlehrgebiet; so kann

Wissen über ökologische Zusammenhänge am wirkungsvollsten vermittelt werden.

Gerade in der heutigen Zeit — mit zunehmender Technisierung, Medieneinsatz — muß einer zunehmenden Entfremdung des Menschen gegenüber der Natur Einhalt geboten werden. Daher ist es wichtig, den Menschen möglichst früh einen Zugang zur Natur zu eröffnen, d. h. Umwelt- und Naturerziehung muß insbesondere auf Kinder und Jugendliche ausgerichtet sein.

Hierbei unterscheiden sich je nach Altersstufe Lernziele und Inhalte:

Im Vorschul- und Grundschulalter liegt der Schwerpunkt auf spielerischem, entdeckendem Lernen. Einfache Naturerfahrungsspiele übernehmen dabei eine wichtige Funktion. Interesse und Faszination wird durch eigenes Entdecken und Erleben geweckt. Emotionale Beziehungen zu einzelnen Pflanzen und Tieren entwickeln sich und dadurch auch eine Zuneigung zur Natur.

Schüler der Sekundarstufe I (5.-10. Klasse) können mit einfachen biologischen und chemischen Untersuchungsmethoden und den ökologischen Grundbegriffen vertraut gemacht werden. Je nach körperlicher Entwicklung, können sie in die praktische Naturschutz- und Schulgartenarbeit eingebunden werden.

In der Sekundarstufe II (11.-13. Klasse) legen die Schüler ihre Schwerpunkte selbstständig fest. Eine forschende Schulbiologie mit vertiefenden Untersuchungsmethoden und ökologischen Experimenten bestimmt hier den Biologieunterricht.

Für alle Altersstufen, aber auch für die Erwachsenenbildung gilt der Grundsatz, die Natur selbst zum Lernobjekt und zum Lernort zu machen. Hierzu bietet eine Ökostation sehr gute Voraussetzungen.

3.4.1 Koordination zu den Lehrplänen

In diesem Kapitel sollen die Lehrpläne des Gymnasiums auf mögliche Themen untersucht werden, deren Ziele am außerschulischen Lernort »Kommunale Waldökostation Remstecken« umzusetzen sind.

Klasse 5

Lehrplan

5.7 Lebensweise einiger Wildtiere

5.9 Pflanzenfresser als Jagdbeute für Mensch und Tier

5.10 Züchtung von Haus- u. Wildtieren

5.11 Tulpe, ein Frühjahrsblüher

5.12 Rosengewächse

Ökostation

Tierspuren im Schnee; Wildgehege Remstecken

Besuch bei dem Revierförster am Remstecken

Besuch der Wildgehege am Remstecken

Besichtigung der »Alternativen Gartenanlage«

Kirschblüten im Naturlehrgebiet

Klasse 6

Lehrplan

6.1 Pflanzen mit Blütenständen

Ökostation

Wiese auf dem Naturlehrgebiet

6.2	Verbreitungseinrichtungen	Wald u. Wiesen am Remstecken
6.3	Überwinterung von Pflanzen	Wald am Remstecken
6.4	Anpassung der Tiere an den Winter	Wildgehege am Remstecken
6.9	Enten	Teich
6.10	Singvögel	Futterplätze an der Station
6.11	Greifvögel	Wiese, Waldrand, Horst am Remstecken
6.12	Reptilien	Trockenmauer bzw. Pflanzenspirale an der Station
6.13	Frösche	Teich
6.14	Fische	Teich an der Ökostation
6.18	Gewässer als gefährdeter Lebensraum	Remstecker Bach

Klasse 7

Lehrplan	Ökostation	
7.1	Bewohner von Bodenschichten	Wald
7.2	Lebensweise der Schnecken	Komposthaufen
7.3	Pflanzen der Wälder (Bäume, Farne, Moose, Pilze)	Wald am Remstecken
7.4	Bedeutung der Wälder	Waldbiotop am Remstecken
7.7	Bienenstaat	Bienenhaus an der Ökostation

Klasse 8

Lehrplan	Ökostation	
8.1	Instinktverhalten	Wildgehege
8.2	Lernverhalten	Wildgehege
8.4	Rund- und Schwänzeltanz	Bienenstock an der Station
8.8	Formenvielfalt und Verwandtschaft im Tier- und Pflanzenreich	Wald und Wiese am Remstecken

In der Klasse 9 wird an Gymnasien keine Biologie unterrichtet und in der Klasse 10 wird für das ganze Schuljahr die Humanbiologie thematisiert.

Stufe 11

Lehrplan	Ökostation	
—	Einordnung von Organismen in das System	versch. Biotope auf dem Gelände
—	Tier und Pflanzenbestimmungsübungen	versch. Biotope am Remstecken

Stufe 12

Lehrplan

- Halbjahresthema: Ökologie
- Angeborenes und erworbenes Verhalten

Ökostation

- jedes Biotop
- Wildgehege am Remstecken

Stufe 13

Lehrplan

- Evolution

Ökostation

- Die Entwicklung unserer Wälder in den letzten 10.000 Jahren

Weitere didaktisch-methodische Überlegungen zur Nutzung der Kommunalen Waldökostation findet man in der Pädagogischen Hausarbeit von Frau E. GIESEN (1993).

3.5 Kommunale Waldökostation Remstecken in Steckbriefform

1. Zielsetzung

Was soll eine Ökostation bewirken?

Ziel der Koblenzer Ökostation ist es, das Naturverständnis und das Umweltbewußtsein zu fördern, um mehr Verantwortungsbewußtsein gegenüber unserem Lebensraum zu erzielen.

2. Zielgruppen

Für wen ist die Ökostation zugänglich?

Kindern, Jugendlichen, Pädagogen im vor- und außerschulischen Bereich, Lehrern, interessierter Öffentlichkeit.

3. Konzeption

Wie baut sich eine Ökostation auf?

- Aus einer großen, mindestens 1-2 ha umfassenden naturnahen Freifläche mit: einem nach ökologischen Gesichtspunkten gestalteten Garten, einem Schulgarten, Brachflächen, verschiedenen Kleinstbiotopen usw.
- Aus einem großen Gebäude, das unter einem Dach verschiedene Bereiche vereint, die miteinander stark vernetzt sind: Kinderhaus, Schulökologiestation, Umweltbildungsstätte, Beratungsstelle, Bibliothek
- Naturlehrpfade, deren Ausgangspunkt an der Ökostation liegen: z.B. Geologischer-Landeskundlicher Lehrpfad, Archäologischer Lehrpfad, Waldlehrpfade und Wildgehege

4. Trägerschaft

Wer ist verantwortlich für das Umwelt-Zentrum?

Die Stadt Koblenz und ein eingetragener, gemeinnütziger Verein. Dazu sollten alle der Natur und dem Naturschutz verbundenen Gruppen im Verein mitwirken.

5. Finanzierung

Wer soll die Koblenzer Ökostation finanzieren?

Gedacht ist an eine Mischfinanzierung aus Mitteln des Landes Rheinland-Pfalz, der Stadt Koblenz, von Sponsoren, von Vereinen und Stiftungen.

6. Standort

Wo soll die Koblenzer Ökostation entstehen?

Im linksrheinischen Stadtwald im Bereich des Remstecken.

4. Einführung in die Pedogenese am Remstecken

In diesem Kapitel soll mittels eines konkreten Beispiels in die Arbeit an einem außerschulischen Lernort eingeführt werden.

Eingeleitet wird dieser Teil der Arbeit durch die Beschreibung von Erfahrungen und Empfehlungen, die sich aus den Unterrichts- und Exkursionsgängen am Remstecken ergaben. Die Darstellung zielt darauf ab, die allgemeinen und besonderen Möglichkeiten aufzuzeigen, die diese Exkursionen für einen intensiven und fruchtbringenden Biologieunterricht bieten und die Bedingungen darzulegen, deren Beachtung für den Unterrichtserfolg ausschlaggebend sein können. In dem sich anschließenden Kapitel wird der Frage nachgegangen: Was ist Boden und wie ist dieser entstanden. Im letzten Abschnitt wird in die bodengeographische Geländearbeit am Remstecken eingeführt.

4.1 Möglichkeiten des Unterrichtens im Freiland mittels Exkursionen

Versucht man, den Begriff der Exkursion mit Hilfe der Literatur zu bestimmen, so sieht man sich einer Unzahl von Definitionen gegenüber.

Begriffe wie Exkursion, Lehrfahrt, Studienfahrt werden mit unterschiedlicher Bedeutung verwendet. Einmal wird der Zeitaufwand, ein andermal das verwendete Verkehrsmittel zur Definition herangezogen. Dann werden Begriffe wie Lehrwanderung, Tageswanderung, Unterrichtsgang, Lehrausflug unterschieden, wobei hierfür in der Regel der Zeitaufwand zwischen einer Unterrichtsstunde und einem Tag herangezogen wird.

Bei der Begriffsfindung kann auch die Arbeitsintention helfen. WINKEL (1982) unterscheidet die einführende, motivierende Exkursion von der zielgerichteten Arbeitsexkursion und der festigenden Exkursion.

HEDWIG (1982) unterscheidet einen freien Unterrichtsgang von einem problemorientierten Unterrichtsgang und eine anweisende problemorientierte Exkursion von einer Demonstrationsexkursion.

KATTMANN (1977) gliedert in einen Informationsgang, einen Arbeitsgang und einen Demonstrationsgang.

SIEDENTOP (1978) definiert: »Exkursion, Lehrwanderung, Unterrichtsgang: 1. Definition. Exkursion, Lehrwanderung und Unterrichtsgang sind planvolle, unterrichtsorientierte Veranstaltungen, die dem Schüler außerhalb des Schulgeländes konkrete Sacherfahrungen vermitteln sollen. Darin heben sie sich deutlich von Schulwanderungen, -fahrten und -reisen ab, bei denen es primär um andere Ziele geht. Exkursion, Lehrwanderung und Unterrichtsgang unterscheiden sich nur graduell voneinander, z. B. hinsichtlich ihres Aktionsradius oder Anspruchsniveaus, die Exkursion stellt, folgt man dem Sprachgebrauch, höhere Ansprüche als Lehrwanderung und Unterrichtsgang. Die Lehrwanderung verweist — noch deutlicher als der Unterrichtsgang — auf das Studium eines wandernd zu erschließenden Raumes.«

Aus schulpraktischen Gründen ist im folgenden eine Einteilung nach der Zeitdauer der Exkursionen vorgenommen:

1. Unterrichtsgang und Informationsgang (bis zu 2 Stunden Dauer)
2. Lehrwanderungen (halbtags)
3. Tageswanderungen (ganztags)

4. Lehrfahrt, Studienfahrt, Mehrtagesexkursion (mehrtägig)
5. Sonderform: Besichtigungen und Führungen (bis zu 2 Stunden Dauer)

So lassen sich eine ganze Reihe von Unterrichtsveranstaltungen, die außerhalb des Schulraumes durchgeführt werden unter der Bezeichnung Exkursion zusammenfassen.

Im Rahmen dieses Kapitels werden die unter Punkt 1 und 2 aufgeführten Veranstaltungen vorgestellt.

4.1.1 Exkursionen und Unterrichtsgänge als sinnvolle Ergänzung zum Biologieunterricht

Im modernen Biologieunterricht spielt in steigendem Maße die Orientierung an allgemeinen biologischen Problemen eine Rolle. Hierdurch sollen dem Schüler »Einsichten in biologische Zusammenhänge« (LEHRPLAN ORIENTIERUNGSSTUFE 1978) vermittelt werden. Dieses »Bestreben des Biologieunterrichts, den Schülern die lebendige Natur mit ihren Eigenarten begreiflich zu machen und sie zum biologischen Denken zu erziehen, wird am besten durch den praktischen Umgang mit den Organismen und den Vorgängen in der Natur erreicht« (KATTMANN, U. & D. ESCHENHAGEN 1985).

Die Lehrwanderungen »gehören daher zu den fruchtbarsten Veranstaltungen des Biologieunterrichts«, sie führen »doch den Schüler in die freie Natur und lassen ihn biologische Erkenntnisse in voller Ursprünglichkeit erleben« (SIEDENTOP, W. 1978). »Ebenso wird die Liebe zum Tier durch die lebendige Begegnung in seiner natürlichen Umgebung mehr gefördert als durch einen Film, ein Bild oder Stoffpräparat« (KATTMANN, U. & D. ESCHENHAGEN 1985).

Unterricht im Freiland dient neben der Vermittlung von Kenntnissen und Grundwissen (materielle Lernziele) in besonderem Maße auch dem Erwerb von Fähigkeiten und Fertigkeiten (formale Lernziele). Außerdem ist diese Unterrichtsform geeignet, zum Erreichen von allgemeinen Erziehungszielen beizutragen.

Wir haben heute durch das Fernsehen die Möglichkeit, den Dschungel von Zaire zu durchstreifen oder Wale und Robben unter dem arktischen Eis zu beobachten, jedoch ist der Unterricht im Freiland, durch den die Schüler praktische Erfahrungen im Gelände sammeln können, heute unerlässlicher denn je. Viele Schüler, auch auf dem Land, haben ihre Beziehung zur natürlichen Umwelt verloren. Auf- und Abblühvorgänge in der Natur sind den meisten nicht mehr bekannt, die Natur wird gnadenlos ausgebeutet und zerstört. So ist es die Aufgabe des Biologielehrers, die Schüler mit der Natur vertraut zu machen, indem er ihnen die komplizierten ökologischen Zusammenhänge aufzeigt. Dies ist im Freiland sehr viel leichter und anschaulicher zu verwirklichen als im Klassenzimmer. »Man kann einen Wald, eine Wiese oder einen See nicht ins Zimmer holen, auch nicht mit dem schönsten Film. Begegnungen mit Pflanzen und Tieren in der Landschaft sind Erlebnisse, die alle Sinne erfassen: Hitze, Kälte, peitschender Regen und sengende Sonne, Modergeruch und Nektarduft. Haben wir ein bestimmtes Biotop einmal erlebt, dann erinnern wir uns alle dieser Eindrücke wieder, wenn wir ein Bild davon sehen« (SIEDENTOP, W. 1978).

Untersucht man die Ursachen, die den Erfolg des Unterrichts im Freiland bedingen, so ist hier vor allem die gute Motivationslage der Schüler von entscheidender Bedeutung. Durch die originale Begegnung mit dem lebendem Objekt wird ihr Interesse geweckt und nachhaltig beeinflusst. Der hohe Grad an erreichbarer Anschaulichkeit erleichtert

und fördert den Erwerb von biologischen Grundeinsichten und erhöht den Behaltungs-effekt.

So kann dem Prinzip der Schülerselbsttätigkeit, wie auch der Selbständigkeit in besonderer Weise Rechnung getragen werden. Durch diese Möglichkeit zu entdeckendem Beobachten und Lernen wird der Schüler zur Forschung motiviert, die Entwicklung eigener Initiativen in Gang gesetzt, wobei als Ziel eine kritische Urteilsfähigkeit angestrebt werden soll. Kritisches Denken und die Fähigkeit zu fundierter Urteilsbildung sind heute um so wichtiger, als der Mensch in zunehmendem Maße in das natürliche Ordnungsgefüge eingreift und es verändert.

Biologieunterricht im Freiland kann somit entscheidend dazu beitragen, neben den fachlichen Voraussetzungen auch die Einsicht in die Notwendigkeit für ein verantwortungsbewußtes Handeln des Menschen gegenüber seiner Umwelt zu schaffen.

4.1.2 Vorbereitung einer Exkursion

Wie jeder Unterricht ist auch eine Exkursion eine geplante Unternehmung.

Deutlicher als im Unterricht wird jedem Lehrer bewußt, daß seine Exkursionsvorbereitung nicht nur inhaltliche Aspekte umfaßt, sondern auch rechtliche und organisatorische Probleme, daß die Frage nach Geräten und Hilfsmitteln, ja sogar die Ergebnisdokumentation schon einen Teil der Vorbereitungsarbeit ausmachen. Die nachfolgenden Punkte können als »Frageliste« für die praktische Exkursionsvorbereitung angesehen werden, die sich auf den durchgeführten Exkursionen mehrfach bewährt hat, aber je nach Situation sinnvoll abgewandelt werden muß.

Organisatorische Vorbereitung durch den Lehrer:

Kollegen, Behörden und Schulleitung rechtzeitig informieren, ggf. Reiseanträge stellen. Wandererlaß vom März 1991 beachten! Klären, ob ein zweiter Lehrer teilnehmen muß/kann oder Eltern bzw. Freunde hinzustoßen. Frühzeitig für eigene Vertretung sorgen. Die Rechtslage klären: Lehrerhaftpflicht?

Fahrt, Transport:

Transportmittel auswählen: eigene PKWs oder öffentliche Verkehrsmittel. Klären ob alle Schüler dieses Transportmittel vertragen können. Sich frühzeitig über die Abfahrtszeiten öffentlicher Verkehrsmittel informieren.

Ort der Exkursion:

Kenntnis der örtlichen Gegebenheiten und möglicher Gefahren. Kenntnis der Gelände-verhältnisse, der inhaltlichen Eignung für die Exkursion.

Schülerinformation/Elterninformation:

Krankheiten erfragen (Diabetiker, Allergiker, Bluter usw.) und dementsprechend die Medikamentierung notieren. Über den Sinn der Exkursion die Schüler und Eltern in einem Rundschreiben informieren. Bekleidungsfrage (feste Schuhe, Regenkleidung) ansprechen. Wichtige Verhaltensweisen ansprechen: Nicht lärmern! Nichts abreißen! Keine Pflanzen willentlich schädigen! Keinen Abfall wegwerfen!

Inhaltliche Vorbereitung durch den Lehrer:

— Was soll durch die Exkursion erreicht werden?

- Welche Mittel stehen hierfür zur Verfügung?
- Wie soll das Ergebnis gesichert bzw. dokumentiert werden?

4.2 Bodenkunde in Stichworten

Böden sind keine scharf abgrenzbaren Naturkörper und bilden einen Bereich, in dem sich Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre und Biosphäre durchdringen.

Nach SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL (1982) sind Böden »von der Erdoberfläche bis zum Gestein reichende Ausschnitte aus der Pedosphäre, d. h. jenes Bereiches der Erdrinde, in dem die Lithosphäre durch Atmosphärlilien und Organismen umgewandelt wurde und in dem derartige Umwandlungen weiterhin ablaufen.«

Atmosphärlilien (Wasser, Sauerstoff, Kohlendioxid) und Organismen tragen zur Verwitterung der anstehenden Gesteine bei und sind damit Teile des Bodens. Bei stark variierenden Anteilen setzen sich Böden immer zusammen aus:

- mineralischen Bestandteilen
- organischen Bestandteilen
- Wasser
- Luft

4.2.1 Mineralische Bestandteile

4.2.1.1 Gesteine

Das anorganische Ausgangsmaterial für die Bodenbildung stellen die Gesteine der Erdoberfläche. Je nach Art ihrer Entstehung unterscheidet man zwischen Magmatiten, Sedimenten und Metamorphiten.

Magmatite sind durch Erstarrung von Glutfluß (Magma bzw. Lava) entstanden und bilden 25 % der bekannten Gesteinsrinde. Da sie aber an der Erdoberfläche relativ selten vorkommen, spielen sie als Ausgangsmaterial für die Bodenentwicklung nur eine untergeordnete Rolle. Die bekanntesten Vertreter der Erstarrungsgesteine sind Granit und Basalt.

Mit 75 % stellen die Sedimente den größten Anteil der an der Erdoberfläche vorhandenen Gesteinsarten. Sie entstanden als Verwitterungsprodukt anderer Gesteine, wurden als Lockermaterial transportiert, abgelagert und z. T. durch Diagenese verfestigt. Zu dieser für die Bodenbildung wichtigsten Gruppe gehören unter anderem Sandsteine, Kalksteine, Dolomite und der Löß.

Bei den Metamorphiten handelt es sich um ehemalige Magmatite oder Sedimentgesteine, die in großer Tiefe bei hohem Druck und hohen Temperaturen umgebildet wurden. Diese Gesteinsmetamorphose hat eine tiefgreifende Umgestaltung von Struktur und zum Teil auch der mineralischen Zusammensetzung zur Folge. Durch Metamorphose entstehen aus Kalksteinen Marmor, aus silikatreichen Magmatiten und Sedimenten Gneis und aus quarzreichem Sand/Sandstein Quarzit.

4.2.1.2 Minerale

Gesteine bauen sich aus kleineren Bausteinen auf, den Mineralen. Gesteine sind also Mineralgemenge. Zu den wichtigsten primären Mineralen der Magmatite gehö-

ren die Silikate. Das Grundbauelement der Silikate ist ein Si-O-Tetraeder, wobei vier O-Ionen um ein Si-Zentralion angeordnet sind. Silicium kann durch Aluminium ersetzt sein, wobei ein Al-OH-Oktaeder entsteht. Bei den wichtigsten Silikaten handelt es sich um Salze verschiedener Kieselsäuren.

Eines der häufigsten Minerale ist der Quarz (SiO_2), ein Hauptbestandteil von Sedimenten und Magmatiten. Metamorphite enthalten überwiegend Minerale, die auch in den Magmatiten oder Sedimenten vorkommen.

Neugebildeten spezifischen Mineralen der Metamorphite kommt keine große Bedeutung beim Aufbau dieser Gesteinsart zu. In Sedimentgesteinen existieren neben primären Silikaten und Quarz auch in größeren Anteilen sekundäre Minerale (Verwitterungsneubildungen).

4.2.2 Verwitterung

»Unter Verwitterung werden Prozesse verstanden, welche die Gesteine an der Erdoberfläche zerstören« (MÜCKENHAUSEN 1982).

Die Verwitterung ist eine wichtige Voraussetzung für die Bodenentwicklung. Physikalische, chemische und biologische Prozesse sind an der Verwitterung beteiligt.

Die physikalische Verwitterung führt zum mechanischen Zerfall der Gesteine in kleinere Partikel, ohne dabei eine chemische Veränderung der Minerale zu verursachen. Druckentlastung, Temperaturwechsel, Spaltenfrost und Salzsprengung sind jene mechanischen Kräfte, die diesen Zerfall bewirken. Die Gesteinsbruchstücke werden beim Transport durch Wasser (Erosion), Eis (Exaration) oder Wind (Korrasion) weiter zerkleinert. Diese Abtragungsprozesse zählen zwar nicht im eigentlichen Sinne zur Verwitterung, tragen aber zur Gesteinszertrümmerung erheblich bei.

Werden Minerale nicht nur zerkleinert, sondern durch chemische Reaktionen im Aufbau verändert oder aufgelöst, spricht man von chemischer Verwitterung. »Das wichtigste Agens der chemischen Verwitterung ist das Wasser, das als Lösungsmittel und bei der hydrolytischen Zersetzung schwerlöslicher Verbindungen wirksam wird« (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1982). Die oxidierende Wirkung des Sauerstoffes und Säuren initiieren oder verstärken die chemische Verwitterung.

Die Lösungsverwitterung greift die leicht löslichen Alkali- und Erdalkalisalze an. Durch Anlagerung von H_2O an die Kationen und Anionen des Kristallgitters werden Ionen herausgelöst und ausgewaschen. Bei Anwesenheit von Kohlendioxid gehen auch schwer lösliche Gips-, Kalk- und Dolomitsteine in größeren Mengen in Lösung.

Die Hydrolyse spielt bei der chemischen Verwitterung die entscheidende Rolle, da sie die Carbonate und Silikate — Hauptbestandteil der gesteinsbildenden Minerale — angreift. Als Hydrolyse bezeichnet man die Zersetzung der Minerale unter dem Einfluß der H^+ - und OH^- -Ionen des Wassers.

Sauerstoff ist in der Lage, die in vielen Silikaten enthaltenen Eisen- und Manganverbindungen zu oxidieren. Die damit verbundene Zunahme der positiven Ladung muß über eine Abgabe von Kationen und/oder Oxiden ausgeglichen werden. Diese Prozesse destabilisieren das Gitter, wobei freigesetzte H^+ -Ionen durch Hydrolyse einen weiteren Abbau bewirken können. Die oxidative Verwitterung von Silikaten ist meist mit einer Hydrolyse kombiniert. Fe(III)-Oxide und Hydroxide sind stark braun bis rot gefärbt, oxidierte Manganverbindungen schwarzbraun. »Da viele Minerale Fe^{+++} ent-

halten, ist die Verwitterung eines Gesteins fast immer von einer Braun- bis Rotfärbung begleitet« (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1982).

Geht die Verwitterung von Gesteinen auf die Tätigkeit von Organismen zurück, kann man von biologischer Verwitterung sprechen. Oft wird die biologische Verwitterung auch als Form der physikalischen oder chemischen Verwitterung angesehen. So stellen SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL (1982) die Sprengwirkung von Pflanzenwurzeln als physikalische Verwitterungsform vor.

Lebewesen fördern oder bewirken auch eine chemische Verwitterung. Bakterien und Pflanzen entziehen dem Untergrund Metallionen und bauen diese in organische Verbindungen ein. Gleichzeitig setzen sie Kohlendioxid, Säuren und H^+ -Ionen (im Tausch gegen Kationen) frei.

4.2.3 Stoff-Neubildungen

Bei der Verwitterung werden Minerale mehr oder weniger stark abgebaut. Die Abbauprodukte können dabei so grundlegend verändert sein, daß neue sekundäre Minerale entstehen, die sich in Bezug auf ihre chemischen und physikalischen Eigenschaften von den Ausgangsstoffen unterscheiden. Aber auch durch die Synthese von Zerfallsprodukten entstehen sekundäre Minerale. Die wichtigsten Neubildungen der Silikatverwitterung sind Tonminerale sowie Oxide und Hydroxide.

Die Tonmineralbildung erfolgt auf zwei Wegen. Im ersten Fall durch die Umwandlung primärer Minerale, dabei bleibt das Schichtgitter erhalten und nur bestimmte Ionen werden durch andere Bestandteile ersetzt (Bildung von Illit aus Glimmer). Im zweiten Fall tritt ein völliger Zerfall der primären Minerale ein. Es entstehen echte Ionenlösungen, aus denen sich je nach Reaktion und Lösungspartnern neue Tonminerale bilden. Entscheidend für die entstehende Tonmineralart sind also Reaktion und die in Lösung befindlichen Ionen (vgl. MÜCKENHAUSEN 1982).

Die Silikatverwitterung produziert neben den Tonmineralen auch Oxide und Hydroxide. Oxide und Hydroxide von Silicium, Aluminium, Eisen und Mangan dominieren.

4.2.4 Bodenart

Die Verwitterung zerlegt die Gesteine in Bruchstücke verschiedener Größe (Körnung). Man unterscheidet verschiedene Korngrößengruppen. Die in der Natur vorkommenden Gemische verschiedener Korngrößen werden als Bodenart bezeichnet, wobei für die Benennung die dominierende Korngröße den Ausschlag gibt.

Nach Kornfraktionen wird zwischen Feinboden und Grobboden untergliedert. Die Bodenarten des Feinbodens umfassen die Kornfraktionen Ton, Schluff und Sand. Je nach Anteil der einzelnen Fraktionen am Feinboden unterscheidet man in Sand-, Schluff- oder Tonböden. Kommen alle drei Fraktionen mit wesentlichen Anteilen vor, so bezeichnet man diese Gemenge als Lehm. Lehm ist also eine Sammelbezeichnung für »Dreikorngemenge«. Zum Teil werden aus traditionellen Gründen auch sandfreie Gemische als Lehm bezeichnet.

Der Anteil des Grobbodens am Gesamtboden wird prozentual geschätzt und geht in die Bodenansprache mit ein.

Die verschiedenen Kornfraktionen verleihen dem Boden unterschiedliche Eigenschaften. Die Bodenart vermag Wesentliches über Bearbeitbarkeit, Durchwurzelung, Nährstoff- und Wasserhaushalt sowie über die Belüftung des Bodens auszusagen.

4.2.5 Organische Bestandteile

In Anlehnung an MÜCKENHAUSEN (1982) umfaßt die organische Substanz des Bodens alle in und auf dem Boden befindlichen, abgestorbenen pflanzlichen und tierischen Stoffe und deren organische Umwandlungsprodukte. Die gesamten lebenden Organismen werden als Edaphon bezeichnet und gehören nicht zur organischen Substanz. Der Begriff Humus ist nicht einheitlich definiert, soll aber hier synonym mit organischer Bodensubstanz gebraucht werden.

Zu den organischen Ausgangsstoffen zählen die abgestorbenen Organe von Pflanzen, die Ausscheidungsprodukte aller Organismen sowie deren Leichen. Als organische Verbindungen, die dem Abbau zur Verfügung stehen, dominieren Pektine, Hemicellulose, Cellulose und Lignin als Zellwandbestandteile sowie Zucker, Stärke und stickstoffhaltige Verbindungen als Zellinhaltsstoffe. Bodentiere und Mikroorganismen zersetzen die organischen Rückstände. Bei optimalen Bedingungen erfolgt in erster Linie eine Verwesung, also ein Abbau der organischen Substanzen zu CO_2 und H_2O . Dabei werden die organisch gebundenen Elemente in anorganische Verbindungen überführt und freigesetzt (Mineralisierung). Bei nicht optimalen Bedingungen verzögert sich der Verwesungsprozeß. Aus hochpolymeren organischen Ausgangssubstanzen entstehen einfachere Verbindungen. Diese reaktionsfähigen Spaltprodukte können zu Huminstoffen zusammenzutreten. Der chemische Aufbau der Huminstoffe ist noch weitgehend unbekannt. Man unterteilt die Huminstoffe in Fulvosäuren, Huminsäuren und Humine.

4.2.6 Physikalische und chemische Eigenschaften des Bodens

Die wichtigsten physikalischen und chemischen Eigenschaften des Bodenkörpers sind Ionenaustauschkapazität, pH-Wert und Redox-Eigenschaften.

4.2.6.1 Ionenaustausch

Mineralische und organische Bodenpartikel mit einer großen spezifischen Oberfläche besitzen die Fähigkeit, sowohl Gase aus der Bodenluft als auch Moleküle und Ionen aus der wäßrigen Bodenlösung zu adsorbieren. »Neutrale Moleküle, z. B. Wasser, können adsorbiert werden, ohne daß andere Stoffe hierfür abgegeben (desorbiert) werden. Die Adsorption von Ionen ist dagegen meist mit der Desorption einer äquivalenten Menge anderer Ionen verknüpft, die dann in die Bodenlösung übergehen. Diesen Vorgang nennt man Ionenaustausch« (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1982).

Bodenpartikel, die Ionen austauschen, nennt man Austauscher. Die Summe der austauschbaren Ionen bilden die Austauschkapazität (AK), sie wird quantitativ in Milliäquivalenten (mval) je 100 g Boden ausgedrückt.

— Kationenaustausch

Die wichtigsten austauschbaren Kationen sind:

Ca^{2+} -, Mg^{2+} -, K^{+} -, Na^{+} -, Al^{3+} - und H^{+} -Ionen. Die austauschbaren Ca^{2+} -, Mg^{2+} -, K^{+} - und Na^{+} -Ionen fungieren als basische Gegenspieler zu den H^{+} - und Al^{3+} -Ionen, ihren prozentualen Anteil an der Austauschkapazität bezeichnet man als Basensättigung. 60% Basensättigung würde bedeuten, daß 60% des Kationenbelages des Austauschers mit Ca^{2+} -, Mg^{2+} -, K^{+} - oder Na^{+} -Ionen belegt sind, während 40% aus Al^{3+} - und H^{+} -Ionen bestehen. Kationenadsorption findet statt an den negativen Ladungen, vor allem der Tonminerale und Huminstoffe. Sie beruht auf den elektrostatischen Anziehungskräften zwischen negativ geladener Austauscher-Oberfläche und den positiv geladenen Kationen. Die Austauschkapazität der Böden hängt zum einen von der Anzahl der Austauscher, der Größe ihrer zugänglichen Oberfläche und der Art und Höhe ihrer Ladung ab. Auch die Kationen haben einen Einfluß auf den Austauschvorgang. So werden höherwertige Kationen stärker adsorbiert als niederwertige. Innerhalb gleichwertiger Kationen ist der Durchmesser der hydratisierten Ionen entscheidend. Aufgrund dieser Ioneneigenschaften ergibt sich Eintauschstärke und Haftfestigkeit der Kationen, die in folgender Reihe dargestellt werden kann:



Mit zunehmender Konzentration in der Bodenlösung steigt die Eintauschstärke eines Kations ebenfalls.

— Anionenaustausch

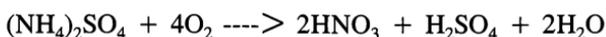
Tonminerale, Metalloxide und organische Substanzen können als Austauscher neben negativen auch positive Ladungen aufweisen. Die positiven Gruppen sind befähigt Anionen zu binden und auszutauschen.

Die Anionensorption ist nicht in allen Fällen geklärt, man nimmt aber an, daß bei niedrigem pH-Wert H^{+} -Ionen an die seitlichen OH-Gruppen von Tonmineralen oder Hydroxiden (FeOH , AlOH) addiert werden. Die entstandene positive Ladung (AlOH_2^{+}) kann Anionen binden. Auch Huminstoffe sind in der Lage über H^{+} -Anlagerung an NH - und NH_2 -Gruppen Anionen zu adsorbieren.

Die Bildung positiver Ladung erhöht sich mit zunehmender H^{+} -Ionen Konzentration. Bei sinkendem pH-Wert werden der Bodenlösung hauptsächlich PO_4^{3-} -, SiO_4^{3-} -, SiO_3^{2-} -, NO_3^{-} - und Cl^{-} -Ionen entzogen. Dadurch fehlen der Pflanze oft Phosphat- und Nitrationen.

4.2.6.2 Bodenazidität

Die Azidität bzw. Alkalität des Bodens wird hervorgerufen durch die Menge der vorhandenen H^{+} -Ionen. Diese können auf verschiedenen Wegen produziert werden. Pflanzenwurzeln setzen bei der Aufnahme von Kationen H^{+} -Ionen frei. Durch die Atmung entstandenes CO_2 sowie aus der Atmosphäre aufgenommenes CO_2 führen ebenfalls zu freien H^{+} -Ionen im Bodenwasser. Dieses enthält zusätzlich Säuren, welche durch die Luftverschmutzung entstanden sind. H^{+} -Ionen entstammen aber auch sauren Humifizierungsprodukten sowie der bei der Oxidation von S- und N-Verbindungen gebildeten Säuren (H_2SO_4 und HNO_3). Gaben von säurebildenden Düngern verstärken diese Tendenz.

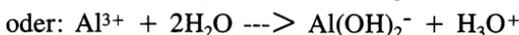
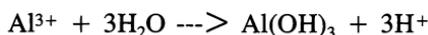


Eine pH-Absenkung im Boden ist erst möglich, wenn H^+ -Ionen die an den Austauschern vorhandenen Kationen ausgetauscht haben und diese aus der Bodenlösung durch Sickerwasser oder von Pflanzen entfernt wurden. Die H^+ -Anreicherung ist in den oberen Bodenbereichen stärker als in den unteren. Diese als Tiefenfunktion bezeichnete Tatsache ist damit zu erklären, daß eine Neutralisierung der H^+ -Ionen bereits im Oberboden einsetzt.

Bei einem pH-Wert von 5 werden in zunehmendem Maße Al^{3+} -Ionen aus den Kristallgittern der Silikate freigesetzt.

Durch ihre hohe Eintauschstärke verdrängen sie die noch verbliebenen Ca^{2+} - und Mg^{2+} -Ionen. »Mit abnehmendem pH steigt die Al^{3+} -Sättigung sehr schnell an und erreicht bei pH 3 das Maximum. Da zwischen den adsorbierten Al^{3+} -Ionen und der Bodenlösung ein Gleichgewicht besteht, steigt mit zunehmender Al^{3+} -Sättigung auch deren Konzentration« (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1982).

Freie Al^{3+} -Ionen sind imstande, durch eine Reaktion mit Wasser zur Säurebildung beizutragen.



4.2.7 Bodenentwicklung, Bodenbildung

Das folgende Kapitel ist in Anlehnung an MÜCKENHAUSEN (1982) und SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL (1982) verfaßt.

4.2.7.1 Faktoren der Bodenentwicklung

Die Bodenbildung ist von verschiedenen Faktoren abhängig, die sich alle gegenseitig beeinflussen und zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Als Faktoren der Bodenentwicklung wurden erkannt: Klima, Fauna und Flora, Relief, Wasser, Ausgangsgestein, Zeit und die menschliche Tätigkeit.

— Klima

Ein Vergleich der wichtigsten Boden- und Klimazonen der Erde zeigt in großen Zügen Übereinstimmung. Dies dokumentiert, daß der Einfluß des Klimas oft andere bodenbildende Faktoren übertönt. Temperatur und Niederschläge sind dabei die wichtigsten Komponenten, die auf die Bodenentwicklung Einfluß nehmen. So dominiert in feucht-warmen Gebieten die chemische Verwitterung, in kalten bzw. heiß-trockenen Gebieten die physikalische Verwitterung.

Bei ausreichender Temperatur führt eine zunehmende Niederschlagsmenge zu einer stärkeren Durchfeuchtung des Bodens, was neben einer erhöhten chemischen Verwitterungsrate der Silikate und Bildung der Tonminerale auch zu einer hohen Auswaschung von Ca^{2+} -, Mg^{2+} -, K^+ - und Na^+ -Ionen führt. Entkalkung und Nährstoffverarmung sind mögliche Folgen. Außerdem bewirken starke Niederschläge oftmals eine verstärkte

Bodenerosion. Nicht zu unterschätzen ist der Einfluß von Feuchtigkeit und Temperatur auf die Streuproduktion und den Streuabbau.

— Fauna und Flora

Die Vegetation und die Zusammensetzung der Bodenlebewesen ist größtenteils klimaabhängig. Da die Lebewelt noch von vielen anderen Faktoren abhängt, kann nur auf die Wechselwirkung zwischen ihr und dem Boden eingegangen werden. Die Vegetation liefert die Streu und somit das organische Ausgangsmaterial des Bodens, welches durch Tiere und Mikroorganismen weiterverarbeitet wird. Da die Zusammensetzung der Streu und ihre Eigenschaften je nach Pflanzengesellschaften variieren, ist die Bildung unterschiedlicher Humusformen möglich (z. B. Fichtenstreu, Buchenstreu). Die Vegetation bildet des weiteren einen Schutz gegen Erosion und beeinflusst Verwitterungs- und Verlagerungsvorgänge.

— Wasser

Wasser als bodenbildender Faktor beinhaltet nicht das Niederschlagswasser, sondern Wasseransammlungen wie Stau- und Grundwasser, Sickerwasser sowie stehende offene Gewässer. Gestautes Wasser im Bodenbereich erzeugt ein Reduktionsmilieu, welches auf Verwitterung und Bodenbildung Einfluß nimmt. Die Verdrängung der Bodenluft schafft anaerobe Verhältnisse und bestimmt damit die Zusammensetzung der Bodenorganismen sowie den Chemismus der Tonmineralneubildung.

— Relief

Mit zunehmender Hangneigung erfolgt in der Regel auch eine stärkere Abtragung, die eine Bodenbildung erschwert. Unterschiedliche Neigungen und Expositionen verändern das Kleinklima. Lichtintensität und Verdunstung sind an Nordhängen niedriger als an Südhängen. Aus diesen Gründen sind die Nordhänge stärker durchfeuchtet und teilweise tiefgründiger, während die Südhänge durch stärkere chemische und biologische Verwitterung höhere Tongehalte aufweisen.

Auch Relief-Großformen wirken sich auf die Bodenentwicklung aus. So sind im Bergland oft andere Böden zu finden als in den Senken. Zum einen kommt ein klimatischer Unterschied zum Tragen (Höhe), zum anderen ist die Abtragung an exponierten Stellen stärker. Die Senken stellen dagegen ein Akkumulationsgebiet dar. So findet man im Bergland überwiegend Festgesteine, in den Senken vor allem Lockergesteine als Ausgangsmaterial der Bodenbildung. Das Relief beeinflusst auch die Niederschlagsmenge und damit alle wasserabhängigen Vorgänge.

— Menschliche Tätigkeit

Der Mensch greift zum Teil direkt durch Kulturmaßnahmen oder indirekt durch Veränderung des Kleinklimas, Reliefs, Gesteins, der Vegetation oder des Grundwasserspiegels in die Bodenbildung ein. Der Ackerbau zerstört durch die Pflugarbeit die ursprüngliche Horizontierung. Düngung und Bewässerung verstärken die biologische Aktivität des Bodens. Rodungen verstärken den Bodenabtrag. Bewässerung kann unter bestimmten klimatischen Verhältnissen zur Versalzung führen. Dies sind nur einige Tätigkeiten des Menschen, die grundlegend die Bodenstruktur verändern.

— Ausgangsgestein

Alle bisher genannten Faktoren sind Kräfte, die auf das Ausgangsmaterial — das

Gestein — einwirken und es zu Boden umbilden. Trotzdem hat auch das Ausgangsgestein durch sein Gefüge und seinen Mineralbestand einen Einfluß auf die Bodenentwicklung. Die Verwitterungsstabilität der Gesteine und Minerale beeinflußt die Geschwindigkeit der Bodenentwicklung. Das Ausgangsgestein hat darüber hinaus einen Einfluß auf die Vegetation.

Die Dauer der Einwirkung aller Faktoren ist für die Bodenbildung ebenfalls von Bedeutung. Der Faktor »Zeit« darf deshalb nicht unbeachtet bleiben.

4.2.7.2 Prozesse der Bodenbildung

Bei der Bildung von Böden laufen meist mehrere Prozesse gleichzeitig oder nacheinander ab. Die an der Entstehung eines Bodens beteiligten Abläufe und Reaktionen werden unterteilt in Transformationsprozesse und Translokationsprozesse. Zu den Transformations- oder Umwandlungsprozessen zählen Verwitterung und Mineralbildung, Verwesung und Humifizierung sowie Gefügebildung. Bei den Translokations- oder Verlagerungsprozessen findet eine Verteilung oder Durchmischung von Stoffen des Bodens statt.

4.2.7.2.1 Verwitterung und Mineralbildung

Durch physikalische, chemische und biologische Prozesse kommt es zu einer Verwitterung des Ausgangsmaterials. Die physikalische Verwitterung führt zu einem Zerfall der Gesteine in kleinere Partikel. Bei der chemischen Verwitterung entstehen aus den Mineralen ionäre und kolloide Zerfallsprodukte, die als Bausteine für Tonminerale dienen können. Da die Tonanreicherung dem Boden einen lehmigen Charakter verleiht, wird die Tonbildung auch Verlehmung genannt.

Die chemische Verwitterung (Oxidation) eisenhaltiger Minerale führt zur Bildung und Freisetzung von Eisenoxiden. In unserem Klima entsteht bei nicht zu feuchten Bedingungen vorwiegend der rostbraune Goethit. Bleiben diese Eisenverbindungen am Ort ihrer Entstehung und umrinden sie die Bodenkörner, erfolgt eine gleichmäßige Braunfärbung des Bodens. Aus diesem Grund bezeichnet man diesen Prozeß als Verbraunung. Er läuft bevorzugt bei pH-Werten unter 7 ab. Hauptsächlich in tropischen und subtropischen Klimaräumen findet man eine starke lösungschemische Verwitterung, die neben Silikaten auch den Quarz erfaßt. Die Lösungsprodukte wie Alkali- und Erdalkali-Ionen werden mit dem Quarz ausgewaschen. Eisen und Aluminium verbleiben im Boden und bedingen eine Rotfärbung. Dieser Vorgang der Ferrallitisierung ist von einer pH-Absenkung begleitet.

4.2.7.2.2 Humusbildung — Humusformen

Unter normalen Bedingungen erfolgt ein Abbau der organischen Substanz nicht immer bis zu den mineralischen Endprodukten. Ein Teil wird nur unvollständig abgebaut und stellt die Bausteine der Huminstoffe. Streureste und Huminstoffe bilden den Humuskörper. Man unterscheidet nach Bildungsmilieu zwischen terrestrischen und hydromorphen Humusformen. Die hydromorphen Humusformen entstehen unter anaeroben Verhältnissen, die Anreicherung wenig zersetzter organischer Substanz ist die Folge.

Hierzu gehören die Unterwasser-Humusformen (Dy, Gytja, Sapropel) sowie auf Moor entstandene Humusformen. Terrestrische Humusformen bilden sich dagegen unter vorwiegend aeroben Bedingungen.

Die organische Auflage wird je nach Zersetzungsgrad der Streu in Horizonte untergliedert. Die Horizonte werden mit Großbuchstaben symbolisiert. Zur Kennzeichnung der Horizontmerkmale dienen Kleinbuchstaben.

L-Horizont: (L von engl. litter = Streu)

Ansammlung von nicht oder wenig zersetzter Pflanzensubstanz (Förna).
Unveränderte Streuauflage.

O-Horizont: (O von organisch)

Humusansammlung über den Mineralboden, wobei die organische Substanz zu mehr als 10 Vol. % aus Feinsubstanz besteht.

Of-Horizont: (f von fermentiert)

Neben Pflanzenresten (Streu) existiert organische Feinsubstanz, die 10-70 Vol % an der organischen Gesamtsubstanz ausmacht. Das Of-Material geht aus dem L-Material durch Zersetzung hervor.

Oh-Horizont: (h von Humus)

Organische Feinsubstanz überwiegt, ihr Anteil an der organischen Substanz beträgt über 70 Vol %. Der Oh-Horizont enthält also kaum noch Streureste, sondern überwiegend Huminstoffe. Der Abbauprozess ist hier schon weit fortgeschritten.

Unter dem O-Horizont kann noch Humus im Mineralboden vorkommen. Da sein Anteil maximal 15 Gew % beträgt, wird er dem Mineralboden zugerechnet und als Ah-Horizont gekennzeichnet. »Humusformen stellen nun Kombinationen der geschilderten Humushorizonte dar; die wichtigsten sind Rohhumus, Moder und Mull; sie werden teilweise nach der bei ihnen dominierenden Humusart benannt« (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1982).

— Rohhumus

ist gekennzeichnet durch eine mächtige Humusauflage. Es dominiert der L-Horizont, gefolgt von Of- und Oh-Lage. Die Streuzersetzung findet stets im Auflagehumus statt. Ein humoser A-Horizont fehlt, da kaum oder gar keine Bodentiere vorkommen. Die Bodenreaktion ist stark sauer, das Nährstoffangebot schlecht. Wanderungsfähige Huminstoffe dominieren. Rohhumus bildet sich besonders unter einer Vegetation, die nährstoffarme, schwer zersetzbare Streu liefert, wie Heidegesellschaften und dichte Koniferenbestände.

— Moder

Auch beim Moder sind meist alle Auflagehorizonte (L, Of, Oh) vorhanden aber im Gegensatz zum Rohhumus wesentlich schwächer ausgebildet.

Darunter folgt ein deutlich ausgeprägter humoser Mineralboden (Ah-Horizont). Moder bildet sich vorzugsweise unter krautarmen Laub- und Nadelwäldern auf relativ nährstoffarmen Gesteinen oder unter kühlfeuchten Klimaverhältnissen.

— Mull

Viele Bodenorganismen, vor allem Bodenwühler, sorgen für eine schnelle Zersetzung der Humusaufgabe. Eine Oh-Schicht ist nie vorhanden, die Of-Lage fehlt häufig und selbst die L-Lage ist meist schon vor Beginn des neuen Streufalls zersetzt. Die Streuzersetzung findet daher überwiegend im Ah-Horizont statt. Bei den Huminstoffen dominieren die nicht wanderungsfähigen Humate. Die Bildung von Mull setzt eine nährstoffreiche, leicht mineralisierbare Streu voraus und ist deshalb überwiegend unter Steppenvegetation und krautreichen Laubwäldern zu finden.

4.2.7.2.3 Tonverlagerung (Lessivierung, Illimerisation)

Als Tonverlagerung bezeichnet man eine vertikale Umschichtung feiner Bodenteilchen ($< 1 \mu\text{m}$).

Neben Tonmineralen werden auch Eisen- und Aluminiumoxide, Kieselsäuren sowie an Mineralteilchen gebundene Huminstoffe abwärts transportiert. Dies führt zu einer Aufhellung der an Ton verarmten oberen Horizonte, während die unteren Horizonte eine Tonanreicherung auszeichnet. Die Tonverlagerung besteht aus drei Teilprozessen: Dispergierung, Transport und Ablagerung der Tonteilchen. Da die Tonteilchen meist als Aggregate vorliegen, müssen diese zunächst in ihre Primärteilchen zerlegt werden, denn nur im dispergierten Zustand ist eine Verlagerung möglich. Für die Stabilität der Bodenaggregate sorgt bei hohem pH-Wert das Calcium. Calcium-Ionen legen sich dicht an die Kolloidoberfläche und bewirken die Flockung der Teilchen. Mit abnehmender Calciumsättigung vermindert sich die Stabilität der Aggregate, das Gefüge wird instabil. Bei pH-Werten unter 4,5 werden Al^{3+} - und Fe^{2+} -Ionen freigesetzt, diese übernehmen die Stabilisierung der Bodenteilchen. Die Bodenaggregate sind also bei $\text{pH} > 6,5$ durch Calcium, bei $\text{pH} < 4,5$ durch Aluminium und Eisen stabil. Dazwischen liegt der labile Bereich der Dispergierung. Ein pH-Bereich von 4,5-6,5 begünstigt die Tonverlagerung. Der Transport der Tonteilchen erfolgt im schnell beweglichen Sickerwasser, überwiegend in Schrumpfungsrissen und größeren Bodenporen. Die Ablagerung der Bodenteilchen findet immer dort statt, wo Dispergierung und Transport nicht mehr möglich sind.

Die Tonverlagerung ist der entscheidende Prozeß bei der Bildung der Parabraunerden.

4.2.7.2.4 Podsolierung

»Podsolierung ist die abwärts gerichtete Umlagerung von Al und Fe zusammen mit organischen Stoffen im Boden, die meist mit dem Auftreten bestimmter Pflanzengesellschaften und starker Bodenversauerung verbunden ist« (SCHEFFER & SCHACHT-SCHABEL 1982). Ein saures Milieu fördert die Freisetzung von Al^{3+} - und Fe^{2+} -Ionen und hemmt den mikrobiellen Abbau, was zur Anreicherung niedermolekularer organischer Verbindungen führt. Diese organischen Verbindungen bilden mit den Al^{3+} - und Fe^{2+} -Ionen wasserlösliche, metallorganische Komplexe (z. B. Chelate) und wandern im Sickerwasser aus den oberen Bodenbereichen abwärts. Die Wiederausfällung der verlagerten Stoffe ist auf den pH-Anstieg im Unterboden einhergehend mit einer höheren Ca^{2+} -Sättigung zurückzuführen. Die verlagerten Stoffe fallen nicht gleichmäßig aus. Zuerst reichern sich die organischen Verbindungen an, etwas tiefer die Eisen-

und Aluminiumoxide. Die abgesetzten Stoffe werden mit der Zeit wanderungsunfähig und teilweise kristallin, was zu einer Verdichtung führen kann. Bei der Podsolierung entsteht ein gebleichter Eluvialhorizont (Auswaschungshorizont) und ein braunschwarzer Illuvialhorizont (Anreicherungshorizont). Der Illuvialhorizont kann zu Ortstein verhärten.

Die Podsolierung läßt sich durch das $\text{Si}^{4+}/\text{Al}^{3+}$ und Fe-Verhältnis nachweisen. Dieses muß im Illuvialhorizont durch die starke Al- und Fe-Anreicherung niedriger sein als im Eluvialhorizont. Die Podsolierung führt zum Podsol, einem Bodentyp der nördlichen Klimate.

4.2.7.2.5 Hydromorphierung

Stagnierendes Grund- oder Stauwasser erzeugt infolge schlechter Durchlüftung anaerobe und reduzierende Verhältnisse. Unter reduzierenden Verhältnissen lösen sich Eisen- und Manganoxide und können im oder mit dem Wasser verlagert werden. Es entstehen gebleichte Bereiche. Unter aeroben Bedingungen oxidieren Eisen und Mangan wieder und werden ausgeschieden. Die Ausfällungen zeigen eine rostbraune bis braunschwarze Färbung.

Bei der Hydromorphierung unterscheidet man Vergleyung und Pseudovergleyung. Der wesentliche Unterschied zwischen beiden besteht in Richtung und Strecke der Verlagerung von Schwermetallen.

— Vergleyung

Eisen- und Manganoxide werden im Bereich ständiger Wassersättigung (Grundwasser) reduziert und gelöst und können über größere Entfernungen im Grundwasser wandern. Von der Grundwasseroberfläche erfolgt der Aufstieg im Kapillarwasser in wasserungesättigte aerobe Bereiche des Bodens. Aerobe Verhältnisse sorgen für die Oxidation und Ausfällung der Verbindungen, es entsteht ein rostartig gefärbter Oxidationshorizont. Im Grundwasserbereich bleibt ein verarmter, fahlgrauer Reduktionshorizont zurück.

— Pseudovergleyung

In Böden mit nicht ständig wassergesättigten Horizonten kann es zur Pseudovergleyung kommen. In der Vernässungsphase dringen Sickerwässer in wasserstauende Teile des Bodens.

Unter den reduzierenden Verhältnissen werden Eisen- und Manganoxide gelöst. Dies geschieht zuerst an den Wänden von Hohlräumen, von dort diffundieren sie in benachbarte Bodenbereiche. In Trockenphasen verdunstet das Wasser und die eindringende Luft oxidiert die Eisen- und Manganverbindungen. Graue und rostbraune Zonen zeigen die kleinräumige Verlagerung der Oxide, sie ergeben so das typisch marmorierte Profilbild des Pseudogleys.

4.2.7.2.6 Salz- und Kalkverlagerung

Leicht lösliche Salze oder auch schwer lösliche Kalke spült das Sickerwasser bis ins Grundwasser oder bildet Salz- bzw. Kalkanreicherungshorizonte im Boden. Solche Horizonte entstehen überwiegend in Böden der humiden Klimabereiche. In ariden

Zonen steigen die gelösten Salze und Kalke im Wasser kapillar auf und werden noch im Boden oder auf dem Boden als Kruste akkumuliert.

4.2.7.2.7 Turbation

»Turbationen bzw. Pedoturbationen sind Mischungsvorgänge, bei denen Bodenmaterial eines Horizontes aber auch verschiedener Horizonte vermischt werden und sich dabei Grenzen der Bodenhorizonte oder von Gesteinsschichten verwischen.« (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1982).

Neben der Mischung durch Bodenorganismen (Bioturbation) existiert auch eine Durchmischung durch ständige Wasserzufuhr und ständigen Wasserentzug (Hydroturbation).

Auch der Wechsel zwischen Frieren und Tauen bewirkt eine Stoffdurchmischung (Kryoturbation).

4.2.8 Das Bodengefüge als Lebensraum

Im Zusammenhang mit ihrer Bedeutung im Naturhaushalt soll die Innenarchitektur der Böden kurz vorgestellt werden. Man bezeichnet sie als Bodengefüge.

Der Boden bietet einen Lebensraum, der neben den Wurzeln der Pflanzen in großen Mengen Tiere unterschiedlichster Größe sowie Pilze und Bakterien beherbergt, deren Rolle noch gar nicht ganz erforscht ist. Der Lebensraum der Bodenlebewesen, das Bodengefüge, bietet eine weite Spanne von Möglichkeiten. So wird z. B. durch mittelgroße Bodentiere, besonders Regenwürmer, ein Schwamm- oder Krümelgefüge erzeugt, das den gesamten Raum zugänglich macht, alle Porengrößen in ausgewogener Menge enthält und damit einen günstigen Luft- und Wasserhaushalt ermöglicht. Wenn nicht mehr die gesamte Bodenmasse von Tieren bewohnt wird, was im Unterboden meist der Fall ist, geht das Krümelgefüge in ein Gefüge über, in dem diskrete Röhren von Würmern und Wurzeln belegt werden. Solche Leitbahnen sind ebenfalls für Luft- und Wasserhaushalt wichtig, besonders für die Durchlässigkeit. Auch findet die Toneinwanderung in den von ihr betroffenen Horizonten vorwiegend in Leitbahnen statt. Diese erhalten allerdings dadurch eine dichte Tontapete oder werden ganz verfüllt, was den Wasser- und Gasaustausch mit der Bodenmasse dann behindert.

Eine besonders in dichten Substraten für die Lebewesen notwendige Gliederung des Materials wird durch Quellung und Schrumpfung, aber auch durch Frost bewirkt und führt zu einer Zerteilung in Subpolyeder, Polyeder, Prismen u. a. .

Durch schwere Zugmaschinen kann eine Bodenverdichtung auftreten, die sich im Bodengefüge durch Plattenbildung bemerkbar macht, so wird durch diese waagrechte Gliederung das Eindringen von Wasser, Luft, Tieren und Wurzeln mitunter stark gehemmt.

In Tonböden sind, besonders im Unterboden, oft nur die Wände der Prismen von Wurzeln überzogen, während das dichte Innere unerreichbar ist.

In Sand kann nicht so leicht ein stabiles Gefüge aufgebaut werden, weil zunächst nur der Humus als Kittsubstanz verfügbar ist. Die Durchlässigkeit ist hier allerdings durch die Poren zwischen den Einzelkörnern gegeben. Hat sich im Sand ein Podsol

entwickelt, so ist im Bleichhorizont tatsächlich nur ein Einzelkorngefüge vorhanden. Im Anreicherungshorizont kann sich aber ein Kohärentgefüge bilden, in dem ausgefallter Humus und Eisenoxidhydrat eine mehr oder weniger schwer durchdringbare Verkittung bewirken.

Diese unterschiedliche räumliche Gliederung der Böden beeinflusst das physikalische und chemische Bodengeschehen viel stärker, als allgemein angenommen wird.

4.2.9 Wasserhaushalt des Bodens

Alle chemischen Reaktionen finden im Bodenwasser statt. Daher müssen wir den Wasserhaushalt des Bodens besonders berücksichtigen. Bei diesem bestimmen Bodengefüge, Korngrößenverteilung, Hanglage und Bewuchs die eindringende Wassermenge. Der Rest fließt oberirdisch ab. Bodengefüge und Speicherung bestimmen, wieviel direkt zum Grundwasser durchfließt und wie gut gefiltert wird.

Von diesen Faktoren ist also abhängig, wieviel Wasser für die Vegetation verfügbar gespeichert werden kann und wie lange es ausreicht. Dabei ist die Tiefe des von Wurzeln erreichbaren Raumes zu beachten. Der Spielraum wird durch Bodenabtrag, aber auch durch Verdichtung des Unterbodens oft reduziert.

Der Boden kommt auch als Lieferant für Schadstoffe an das Grundwasser in Frage: durch Freisetzung sorbierter Schadstoffmengen im Wechselspiel des chemischen und biologischen Geschehens. Durch Bodenerosion wandern ehemals gebundene Schadstoffe zu neuen Lagerstätten, zu den Böden der Unterhänge, Täler und Gewässer.

4.2.10 Bodensystematik

Die Bodenbildung beginnt in der Regel an der Gesteinsoberfläche und setzt sich mit der Zeit in der Tiefe fort. Dabei entstehen verschiedene Lagen, die sich in ihren Eigenschaften unterscheiden. Sie werden als Horizonte bezeichnet und mit Großbuchstaben symbolisiert. Kleinbuchstaben dienen zur Kennzeichnung der Horizontmerkmale. Die folgende Einteilung basiert auf der »Bodenkundlichen Kartieranleitung« von 1982 und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Organische Horizonte:

H-Horizont: Unter Wassereinfluß aus Resten torfbildender Substanzen entstanden

L-Horizont: Weitgehend unzersetztes organisches Ausgangsmaterial

O-Horizont: Organischer Horizont auf dem Mineralboden aufliegend

Mineralische Horizonte:

(Weniger als 30 % organische Substanz)

A-Horizont: Mineralischer Oberbodenhorizont mit Akkumulation organischer Substanz und/oder Verarmung an mineralischer Substanz

Ai-Horizont: Mit geringer Akkumulation organischer Substanz; i von Initialstadium

Ah-Horizont: Mit bis zu 15 Gew % akkumuliertem Humus, dessen Menge nach unten hin abnimmt; h von Humus

Ae-Horizont: Sauergebleichte Auswaschungsschicht, meist Eluvialhorizont des Podsol; e von eluvial

- Al-Horizont:** Durch Tonverlagerung entstanden, über einem tonangereicherten Horizont liegend; l von lessiviert
- Ap-Horizont:** Durch regelmäßige Bodenarbeit geprägt; p von Pflug
- B-Horizont:** Mineralischer Unterbodenhorizont mit einer Änderung der Farbe und des Stoffbestandes des Ausgangsgesteins durch Akkumulation von eingelagerten Stoffen aus dem Oberboden und/oder durch Verwitterung in situ entstanden und mit weniger als 75 Vol% Festgesteinsresten
- Bv-Horizont:** Durch Verwitterung verbraunt und verlehmt, typisch für Braunerde; v von verwittert, verbraunt, verlehmt
- Bh-Horizont:** Durch Einwaschung mit Huminstoffen angereichert, Illuvialhorizont, typisch für Podsol; h von Humus
- Bs-Horizont:** Durch Verlagerung mit Fe- und Al-Oxiden angereicherter Illuvialhorizont, typisch für Podsol; s von Sesquioxid (Fe- und Al-Oxide)
- Bt-Horizont:** Durch Einwaschung mit Ton angereichert, Illuvialhorizont, typisch für Parabraunerde; t von Ton
- C-Horizont:** Gestein, aus dem der Boden entstand; Untergrund
- S-Horizont:** Mineralbodenhorizont mit Stauwassereinfluß, typisch für Pseudogley
- Sw-Horizont:** Stauwasserleitende Schicht; w von wasserleitend
- Sd-Horizont:** Wasserstauende Schicht; d von dicht
- G-Horizont:** Mineralbodenhorizont mit Grundwasserrennfluß, typisch für Gley
- Go-Horizont:** Oxidierter Horizont; o von oxidiert
- Gr-Horizont:** Reduzierter Horizont; r von reduziert

4.2.11 Beschreibung einiger wichtiger Bodentypen

Syroseme = Gesteinsrohboden:

Rohböden sind Initialstadien der Bodenbildung. Geringe chemische Verwitterung und geringer Humusbelag führen zu einem geringmächtigen Ai-Horizont, der unmittelbar dem Gestein (C-Horizont) aufliegt. Dieser Bodentyp tritt vor allem auf steileren Lagen in Mittel- und Hochgebirgen auf.

Ranker:

Der Ranker entsteht auf kalkfreien und kalkarmen Festgesteinen und ist die Weiterentwicklung eines Rohbodens, wenn Gesteinsverwitterung und Humusakkumulation weiter fortgeschritten sind. Der Ranker besitzt ein Ah-C-Profil.

Rendzina:

Die Rendzina ist der dem Ranker entsprechende Ah-C-Boden auf Kalk-, Dolomit- oder Gipsgesteinen.

Schwarzerde (Tschernosem):

Ein Boden mit Ah-C-Profil, der sich auf carbonathaltigem, feinbodenreichem Lockergestein bildet, vorwiegend auf Löß. »Tschernosem ist der typische Boden des kontinentalen, semihumiden Klimas mit kalten Wintern und warmen Sommern« (MÜCKENHAUSEN 1982).

Die im Frühjahr gewachsenen Pflanzen verdorren im warmen Sommer. Im feuchten Herbst wird die organische Substanz zersetzt, im langen Winter ruht der Abbau der organischen Substanz. Es kommt zu einer Humusanreicherung. Durch die Tätigkeit der Bodenfauna entsteht auf Kosten des C-Horizontes ein mächtiger Ah-Horizont. Der Tschernosem ist ein typischer Steppenboden.

Braunerde:

Braunerden entwickeln sich aus A-C-Böden (Ranker, Rendzina) in gemäßigt humiden Klimaten und weisen eine Ah-Bv-C-Horizontierung auf. Der Bv-Horizont ist durch Verbraunung und Tonmineralneubildung gekennzeichnet. Als organische Auflage kann ein Mull oder Moder vorhanden sein.

Parabraunerde:

Die Parabraunerde unterscheidet sich von der Braunerde durch die Wanderung von Tonsubstanz (Lessivierung) in tiefere Profilmereiche. Es entstehen dadurch tonarme Ah- und Al-Horizonte und ein tonreicher Bt-Horizont. Die Horizontfolge lautet: Ah-Al-Bt-(Bv)-C.

Parabraunerde entwickelt sich hauptsächlich aus Braunerde und entsprechenden A-C-Böden.

Podsol:

Podsole bilden sich vorwiegend aus Rankern, Braunerden und Parabraunerden.

Der Podsol entsteht durch eine Verlagerung von Fe und Al mit organischen Stoffen im Profil. Begünstigt wird dieser Podsolierungsprozeß durch hohe Niederschläge bei niedrigen Temperaturen. Podsole bilden sich vornehmlich auf silikatreichen aber calcium- und magnesiumarmen Gesteinen (sauer), unter Heidevegetation oder Nadelholzbeständen, deren Rückstände zu einer Rohhumusauflage führen. Typische Podsole weisen die Horizontfolge: L-Of-Oh-Ah-Ae-Bh-Bs-C auf.

Unter einer mächtigen Rohhumusauflage folgt der aschgraue Auswaschungshorizont (Ae). Darunter beginnt mit scharfem Übergang der dunkle Illuvialhorizont. Hier werden die organischen Verbindungen (Bh) und die Eisen- und Aluminiumoxide (Bs) angereichert. Eine starke Verdichtung des Illuvialhorizontes ergibt den Ortsstein. Der Übergang zum C-Horizont ist meist unscharf.

Pseudogley:

Der Prozeß der Hydromorphierung führt zum Bodentyp des Pseudogleys. Dieser grundwasserferne Boden resultiert aus dem Wechsel von Staunässe und Austrocknung. Während der nassen Phase erfolgt eine Reduktion und Diffusion der Eisen- und Manganverbindungen, in der trockenen Phase eine Oxidation und Ausfällung dieser Substanzen.

Da kein horizontaler Wasserspiegel existiert, der zwischen reduzierendem und oxidierendem Milieu trennt, kommt es nicht zur Ausbildung von Oxidations- und Reduk-

tionshorizonten. Ein Nebeneinander von Fe- und Mn-Anreicherungs- und Verarmungszonen ergibt das typisch marmorierte Bild des S-Horizontes eines Pseudogleys. Typische Horizontabfolge: Ah-Sw-Sd.

Gley:

Gleye sind Grundwasserböden, die durch einen Hydromorphierungsprozeß entstanden sind.

Unter einem vom Grundwasser unbeeinflussten Ah-Horizont folgt der rostartige Oxidationshorizont. Darunter liegt der stets nasse Reduktionshorizont, der fahlgrau bis graugrün oder auch blauschwarz gefärbt sein kann. Der typische Gley zeigt folgendes Profil: Ah-Go-Gr.

4.3 Interdependenz und Relevanz des Themas Bodenbiologie bzw. -geographie für die Schule

4.3.1 Interdependenz

Über eine Einführung in bodengeographische bzw. -biologische Themen wird man im Schulalltag leider nicht hinauskommen. Bodengeographische bzw. -biologische Themen sind in der Regel in den Lehrplänen nicht ausdrücklich zur Behandlung vorgeschrieben. Dennoch sollten die Schülerinnen und Schüler — zumindest in der Sekundarstufe II — Grundkenntnisse in der Bodengeographie haben, da der Boden als wichtigste Voraussetzung für die landwirtschaftliche Nutzung einer Region anzusehen ist, — als abiotischer und geökologischer Faktor systembestimmend wirksam wird, — durch menschliche Eingriffe in den Naturhaushalt gefährdet ist.

Die Bodenbildung als Prozeß, charakteristische Merkmale von Bodentypen und Bodenarten sowie Nutzungsmöglichkeiten von Böden sind die wesentlichen bodengeographischen bzw. -biologischen Grundkenntnisse, über die Schüler verfügen sollten.

Zu welchem Zeitpunkt die Einführung in bodengeographische Themen erfolgt, hängt in der Geographie jeweils von der unterrichtlichen Zielperspektive ab, also von der Frage, ob landschaftsökologische oder agrargeographische Problemkreise erarbeitet werden sollen. In der Regel wird dies im Verlauf des 11. (Geoökologie 11/2) oder 12. (Landwirtschaft 12/1) Jahrgangs der Fall sein. Die Biologie ermöglicht eine Einführung in die Bodenkunde mit der Behandlung der Thematik Ökologie im ersten Halbjahr der Jahrgangsstufe 12. Es wird das grundlegende Ziel des Biologie- und Geographieunterrichts darin zu sehen sein, einfache Zusammenhänge und weniger detaillierte bodengeographische Komplexgefüge zu erarbeiten.

Der vorliegende Beitrag soll nun an einem ausgewähltem Beispiel zeigen, wie bodengeographische Geländearbeit an einem außerschulischen Lernort verwirklicht werden kann. Eine Übertragbarkeit auf andere Räume ist möglich, denn ausgehend von der jeweiligen Nutzung werden Bodenproben genommen, analysiert und näher bestimmt.

4.3.2 Relevanz des Themas

4.3.2.1 Wozu dienen bodenkundliche Untersuchungen?

(vgl. BLUME, B. & H. P. BLUME 1986)

Da man heute in der Lage ist, Böden fast beliebig den jeweiligen Bedürfnissen des Menschen anzupassen — nasse Standorte werden mit dem Ziel einer landwirtschaftlichen Intensivnutzung entwässert, zu trockene Standorte bewässert, nährstoffarme gedüngt und schadstoffbelastete ausgetauscht — könnte man zu der Ansicht kommen, daß hier Bodenkunde um ihrer selbst willen betrieben wird. Dabei ließe man jedoch den Bodenschutzaspekt außer acht. Böden sind von Natur aus unterschiedlich, nicht vermehrbar und somit Lebensraum für eine vielschichtig angepaßte Tier- und Pflanzenwelt. Bodendaten bieten somit eine wichtige Grundlage für die Renaturierung von Landschaftsteilen. Böden sind von Bedeutung für die Regulierung des Landschaftswasserhaushaltes. Schließlich bilden Böden die natürlichen Filter für unser Grundwasser und stellen ein großes Nährstoff-Reservoir dar.

Humose Lehmböden besitzen eine besonders hohe Fruchtbarkeit und sollten daher der Landwirtschaft als Ackerstandorte erhalten bleiben. Grundwassernahe, nasse Standorte stellen oft wertvolle Biotope und gleichzeitig wichtige Wasserschutzgebiete dar. Sie reagieren empfindlich auf Entwässerung und Schadstoffeinträge. Sie sollten daher weder für die gewerbliche oder industrielle Ansiedlung noch durch intensiven Ackerbau genutzt werden.

Kenntnisse über die Nährstoffversorgung, den S-Wert der Böden können in der Forstwirtschaft von großer Bedeutung sein, macht er doch eine Aussage über das verfügbare Nährstoffangebot sowie die mögliche Mobilität von Schwermetallionen, die das Wurzelwerk der Bäume schädigen.

Die genannten Beispiele zeigen, daß sich die durch die Felduntersuchungen gewonnenen Daten, bezogen auf die spezielle Situation des Bereiches, in dem sie gewonnen werden, auch sinnvoll diskutieren lassen. Hierzu gehört auch die Einbeziehung der Daten in raumordnerische Maßnahmen der Gemeinden und Kreise wie Bebauungspläne, Industrieansiedlungen und Verkehrsplanung. Dazu muß gesagt werden, daß die Veränderung von Bodeneigenschaften, z. B. durch Entwässerung, meist nicht regional begrenzt ist, sondern auch Nachbarstandorte wie Feuchtgebiete mit beeinflußt werden, mit der Folge, daß die vorher angepaßte Tier- und Pflanzenwelt verschwindet. So lassen sich durch vorhergehende Bodenuntersuchungen teure Fehlentscheidungen vermeiden.

4.3.2.2 Umwelterziehung am Beispiel der Bodengefährdung

Unterricht als Vermittlung von Weltverständnis muß die gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Verhaltensweisen der Zeit nachzeichnen und ihre Probleme aufzeigen. Für den abiotischen Faktor Boden bedeutet dies: Der Boden wird in den Industrieländern durch eine industrialisierte Landwirtschaft übernutzt und belastet sowie durch zunehmenden Flächenverbrauch versiegelt.

Bezogen auf die Industriestaaten steht nicht mehr die Erklärung der Verbreitung naturangepaßter Agrarzonen und Waldformationen im Vordergrund, sondern die Kenntnisse über die Ursachen und Folgen von Eingriffen in die Bodennutzung und des Bodenver-

brauchs. Da dem Schutz des Bodens eine gesellschaftlich herausragende Bedeutung zukommt, muß ein Unterricht über den Boden auf einen veränderten bodenschonenden Umgang abzielen. »Bodenpolitik« und »unser bodenwirksames Verhalten« sind folglich integrale Bestandteile eines den Anforderungen der Zeit angepaßten Biologie- und Geographieunterrichts.

Der hier vorgestellte didaktische Ansatz bietet eine Einführung in die Bodengeographie mit dem Ziel:

- deutlich werden zu lassen, daß die Bodenbildung u. a. abhängig vom Ausgangsgestein ist,
- festzustellen, daß unterschiedliche Bodenarten und Bodentypen unterschiedliche Standortbedingungen für (Nutz-) Pflanzen haben.

Dieses Vorgehen läßt sich auf alle Regionen Mitteleuropas übertragen.

4.4 Einführung in die Bodengeographie am außerschulischen Lernort Remstecken (vgl. FRAEDRICH et al. 1989)

Bodengeographische bzw. -biologische Themen gehören zu den schwierigeren Kapiteln der Schulbiologie u. -geographie. Dies liegt daran, daß die Themen meist sehr abstrakt und theoretisch sind. Das Fehlen einer didaktisch aufbereiteten Literatur erschwert zudem die Arbeit mit diesem Thema, denn das, was in den Schulbüchern zu lesen ist, reicht meist nicht aus, andererseits sind fachwissenschaftliche Publikationen viel zu schwierig. Gerade hier muß also die Arbeit der Lehrer ansetzen. Sie müssen

- sich überlegen, unter welchem Aspekt sie das Thema Bodenkunde in den Biologie bzw. Geographieunterricht einführen,
- sich Gedanken darüber machen, wie sie didaktisch reduzieren können, um eine grundlegende Einführung zu geben,
- ihr methodisches Vorgehen sorgfältig überlegen.

Der ideale Anknüpfungspunkt für die Bodenbiologie ist die landwirtschaftliche Nutzung, denn hier können nicht nur großräumige Unterschiede festgestellt werden (z. B. Viehwirtschaft im Oldenburger Land, Weizenanbau in der Lößzone, Weinbau in Süddeutschland), sondern vor allem auch kleinräumige Differenzen. Und gerade bei Nutzungsunterschieden auf kleinerem Raum tritt der Boden als Ursache verstärkt in den Vordergrund (im Gegensatz dazu sind bei großräumigen Unterschieden die Faktoren Klima und Relief in stärkerem Maße als Ursache einzubeziehen).

Um solche Unterschiede darzustellen, braucht man nur auf dem Gelände des Remstecken die verschiedenen Nutzungsarten in Form von Wald, Acker und Weide feststellen zu lassen. Dazu bietet der Standort 1 auf unserem bodenkundlichen Lehrpfad (Abbildung 17; Standort 1) den idealen Überblick. Die Einstiegsfrage, wie es zu dieser Nutzungsdreiteilung auf engstem Raum kommt, läßt die Schüler schnell auf den Faktor Boden zu sprechen kommen. Je nach Gesteinsuntergrund und damit je nach Bodentyp ergeben sich verschiedene Nutzungsvoraussetzungen. So haben sich am Remstecken überwiegend an den steilen Talflanken Ranker-Braunerden, Ranker und Syrosem ausgebildet. Ihre geringe Entwicklungstiefe (0-30 cm) und ihr hoher Bodenskelettgehalt bedingen eine äußerst mangelhafte Wasserrückhaltefähigkeit, die sowohl in der Ver-

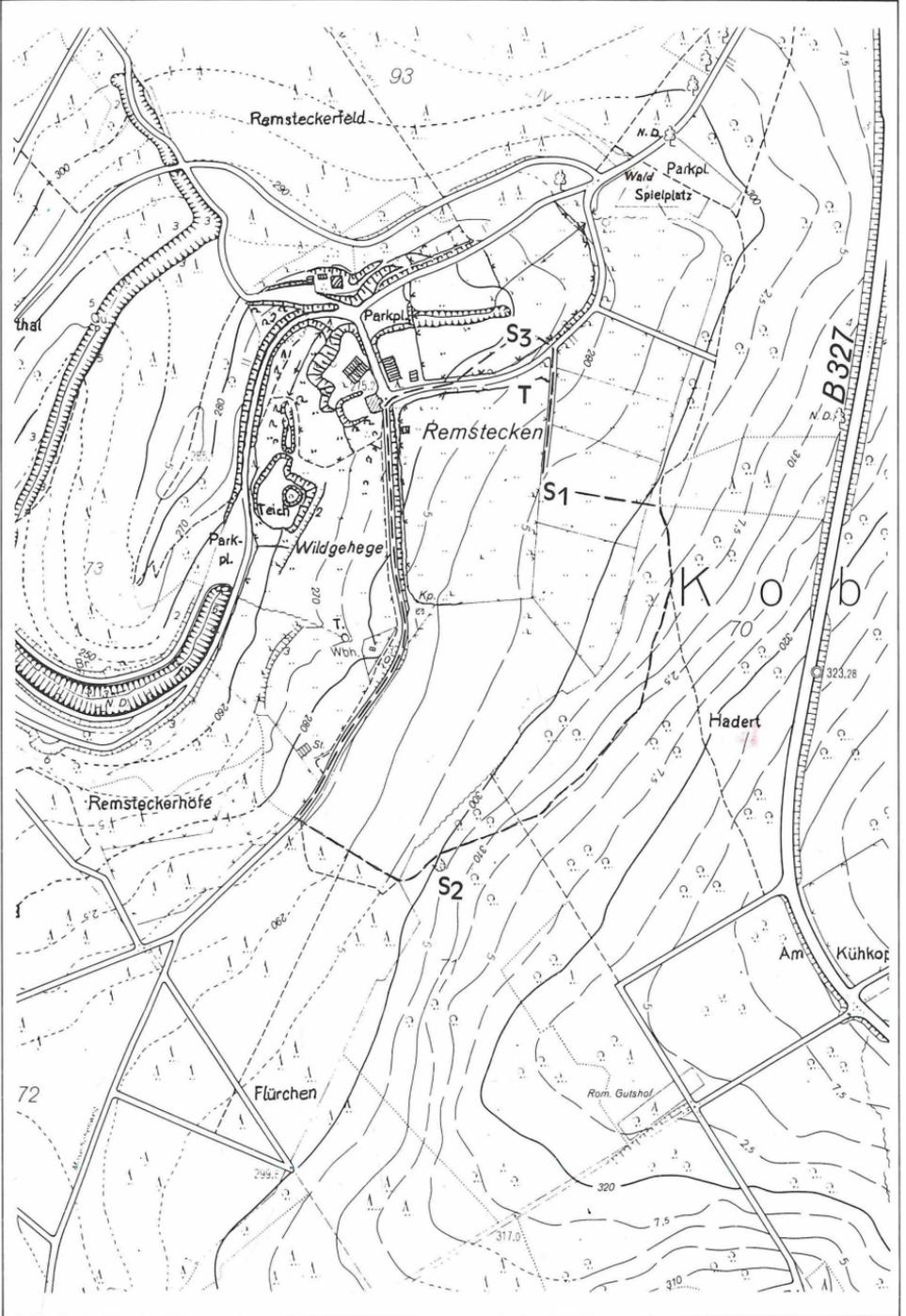


Abb. 17: Bodenkundliche Lehrwanderung am Remstecken (---), T = Treffpunkt, S1-S3 = Standorte und Bodenuntersuchungsstellen

gangenheit als auch heute lediglich eine forstwirtschaftliche Nutzung in Form von Laubwald zuließen. Standort 2, in einem kleinen Steinbruch östlich vom Remstecker Hof zur Hunsrückhöhenstraße hin im Wald gelegen, gewährt den Schülern einen Einblick ins Erdinnere und bestätigt die oben aufgeführten Erkenntnisse. Der Geologe bzw. Bodenkundler bezeichnet solche vom Laien als Erdloch bzw. Steinbruch bezeichneten Geländeänderungen als »Aufschluß« bzw. »Geologisches Fenster«.



Abb. 18: Standort 2. Der »Aufschluß« bzw. das »Geologische Fenster« weist an der Stirnwand einen Ranker auf.

Im völligen Gegensatz dazu sind die Standorte mit z. T. staunassen Braunerden am Remstecken zu sehen. Zu ihren besonderen Merkmalen zählen der höhere Feinbodenanteil und der z. T. abdichtende Untergrund. Da sie überdies schwächer geneigte Reliefpositionen einnehmen, dienten sie besonders in der Vergangenheit, teilweise aber auch noch heute dem Ackerbau. Der Nutzungswandel — weg vom Ackerbau, hin zur Weide — ist auf die erhöhte Dam- und Rotwildhaltung am Remstecker Hof zurückzuführen. Heute ist der Remstecken ein Naherholungsgebiet mit einem Wildgehege und kein Bauernhof wie in den vergangenen Jahrhunderten. Die Gründe für den Nutzungswandel sind also nicht bodenkundlicher Art. Die Flanken des Steinbruches am Standort 2 zeigen den Schülern skelettreiche Braunerden mit einem sandig-lehmigen Feinbodenmaterial, die überall an den ackerbaulich genutzten Flächen des Remstecken vorzufinden sind.

Man kann sich Bodenprofile, wie schon vorgestellt, mit Hilfe eines »Geologischen Fensters« oder mit dem Spaten (z. B. an Hängen oder kleineren Geländestufen) er-



Abb. 19: Standort 2. Die Flanke des Steinbruches zeigt als Bodentyp eine skelettreiche Braunerde.



Abb. 20: Standort 3. Mit kräftigen Schlägen wird der Bohrstock eingetrieben (Foto: H. HASS).



Abb. 21: Standort 3. Der Kurs bei der Analyse des Bohrgutes (Foto: H. HASS).



Abb. 22: Das Bohrgut von Standort 3, Bodentyp: Pseudogley (Foto: H. HASS).

schließen. Darüber hinaus hat man auch die Möglichkeit, sich ein Bodenprofil über einen Bohrstock zu erschließen. Dies war nötig, um zu klären, warum in der Quellmulde des Remsteckenbaches und an vielen anderen schwach geneigten Reliefpositionen des Untersuchungsgebietes Wiese bzw. Weideflächen dominieren. Das erbohrte Bodenprofil am Standort 3 zeigt dem Betrachter einen Pseudogley (Abbildung 22).

Rund 1,4 Millionen Hektar, immerhin fast ein Zehntel der landwirtschaftlichen Nutzfläche in der Bundesrepublik, zählt man zu Pseudogleyen oder staunassen Böden. Man findet sie entlang der Mittelgebirge, in den Grund- und Endmoränen des Voralpengebietes, den Bördezonen bei Hildesheim, Soest und Köln. Gemeinhin entstehen sie aus Fließerden oder tonhaltigen Verwitterungsprodukten verschiedener Gesteine, sie können aber auch durch Verlagerung feinsten Bodenteilchen aus einer normalen Braunerde entstehen, wie es am Remstecken der Fall ist. Eines haben sie aber gemeinsam: Pseudogleye entstehen durch Hydromorphierung unter dem Einfluß eines häufig wiederkehrenden Wechsels von Vernässung und Austrocknung. Temporäre Staunässe tritt nahe der Bodenoberfläche auf und verschwindet meist während der Vegetationszeit. Sie wird durch dichte Unterbodenlagen verursacht, die insbesondere in humiden Klimaten und in ebener Lage Niederschlagswasser stauen und dadurch Sauerstoffmangel hervorrufen, was zu einer Lösung und Umverteilung von Eisen und Mangan innerhalb der Horizonte führt. Parallel dazu werden die Kationen zur Pufferung dem Boden entzogen, was eine pH-Wert-Absenkung zur Folge hat. Pseudogleye sind aufgrund ihrer Eigenschaften gute Wiesen- und Waldstandorte. Besonders beliebt ist es bei der Forstverwaltung staunasse Böden mit Fichten zu bestocken. Die Fichte als schnellwüchsiger, früh schlagreifer Baum benötigt ein hohes Bodenwasserdargebot, das in Pseudogleyen gewährleistet ist. Da dieser Baum einen flachen Wurzelteller ausbildet, leidet er weniger unter dem periodischen Sauerstoffmangel im Boden. Darüber hinaus zeichnet sich die Fichte als äußerst genügsam hinsichtlich der Nahrungsansprüche und dem pH-Wert aus: der ideale Baum auf staunassen Standorten. Die Fichte bringt aber auch erhebliche Probleme mit: Nicht nur, daß sie aus wirtschaftlichen Gründen eingeführt wurde und nicht zur potentiell natürlichen Vegetation gehört, versauert sie ihren Standort zusätzlich. Die Nadeln sind als Streu sehr schwer abbaubar (Wachsschutzschicht) und produzieren sehr saure Fulvosäuren, die die saure Bodenreaktion verstärken und sogenannte Podsolierungsprozesse einleiten (vgl. HASS, H. 1982, 1986, 1989, 1993). Obgleich alle Bäume Luftschadstoffe filtern und über Streufall oder Stammabfluß dem Boden zuführen, vermag dies die immergrüne Fichte auch im Winter. Die Schadstoffakkumulation ist daher in der Regel gegenüber laubabwerfenden Bäumen erhöht. Besondere Probleme bereitet die Fichte auf staunassen Böden im Bezug auf ihre Windbruchgefährdung. Vor allem im Winterhalbjahr, wenn die Böden annähernd wassergesättigt sind, weist die flachwurzelnende Fichte eine verminderte Bodenverankerung auf. Bei stärkeren Stürmen werden vor allem die immergrünen Koniferen besonders betroffen, wie auch am Remstecken zu beobachten ist. Eine naturnähere Bestockung mindert das Windbruchrisiko erheblich, ist kurzfristig aber wirtschaftlich weniger attraktiv.

Eine Ackernutzung ist oft wegen anhaltender Frühjahrsvernässung, die O_2 -Mangel hervorruft und frühe Bearbeitung nicht zuläßt, erschwert. Röhren- oder Grabendränung schafft dann meist wegen starker Bindung des Wassers im Boden keine Abhilfe und ist im Grunde auch nicht erwünscht, weil das abgeführte Wasser in sommerlichen Trockenperioden fehlt.

Boden ist etwas zum Anfassen, Boden lebt, Boden riecht. Diese typischen Eigenschaften kann man natürlich nur im Gelände vermitteln.

Daher werden die Bodenprofile bereits im Gelände analysiert und ausgewertet, ein Bearbeitungsbogen (vgl. Arbeitsblatt 2) hilft die Auswertung zu strukturieren. Neben einfachen bodenchemischen Untersuchungen (Bestimmung des pH-Wertes und des Kalkgehaltes), sollte auch immer eine Bestimmung der Bodenart erfolgen. Die Bodenart kann entsprechend der Anleitung des Arbeitsblattes 3: »Hallo Erde! oder: Wie man einen Boden anspricht« durchgeführt werden.



Abb. 23: Schüler kneten zur Bestimmung der Bodenart den angefeuchteten Boden (Foto: H. HASS).

Die im Gelände zusammengetragenen Ergebnisse werden abschließend noch einmal geordnet und gemeinsam besprochen. Auf die schriftliche Auswertung in Form eines Arbeitsprotokolls sollte nicht verzichtet werden, zumal die Schüler bei der graphischen Umsetzung von Bodenprofilen große Motivation zeigen. Derartige Geländearbeitsformen sind nahezu überall möglich, aber besonders günstig am außerschulischen Lernort Remstecken.

Mit An- und Abfahrt sind für eine bodenkundliche Exkursion in der vorgestellten Form drei volle Zeitstunden einzuplanen.

4.5 Benötigte Arbeitsgeräte und -mittel

Die im folgenden genannten Arbeitsgeräte sind über den Fachhandel zu erwerben. Die Fa. Dr. F. Krantz, Frauenhoferstraße 7, 53121 Bonn ist auf die Zusammenarbeit mit Schulen, Universitäten und Forschungsinstituten spezialisiert.

Benötigt werden:

- Erdbohrer (1 m lang)
- Schonhammer zum Einschlagen eines Bohrstocks
- Spachtel oder Taschenmesser

Über die Fachschaft Chemie im eigenen Hause zu beziehen:

- 10%ige Salzsäure (zur Bestimmung des Kalkgehaltes)
- Universalindikator
- 250 ml Aqua dest.

Über die Landesvermessungsämter (Rheinland-Pfalz: Ferdinand-Sauerbruch-Straße 15, 56073 Koblenz) oder die geologischen Landesämter (Rheinland-Pfalz, 55131 Mainz) sind die Karten für das Untersuchungsgebiet zu beziehen:

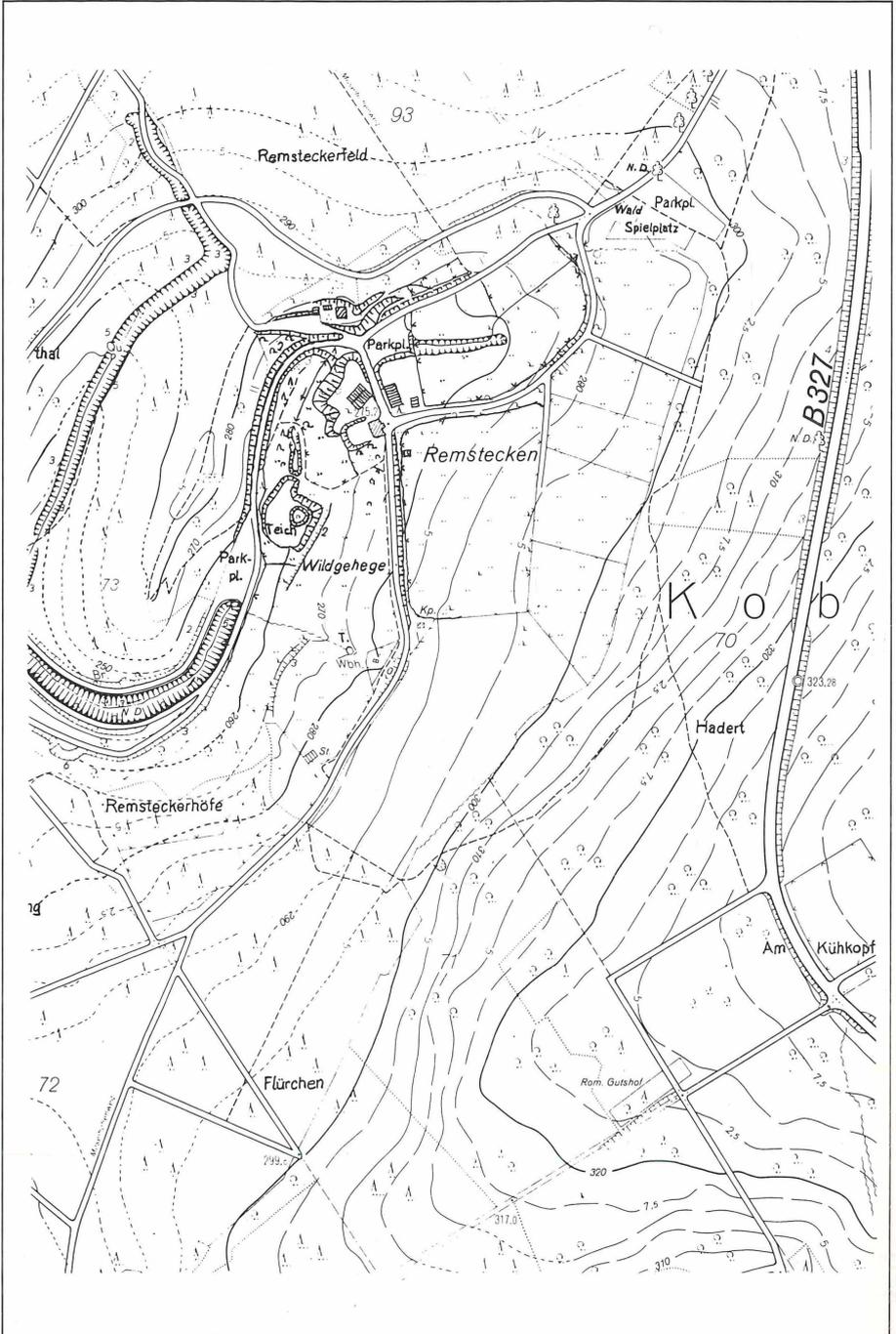
- Topographische Karte (1:25000)
- Deutsche Grundkarte (1:5000)
- möglichst großmaßstäbige geologische Karte
- sofern vorhanden, eine Bodenkarte (Rheinland-Pfalz z. Z. vergriffen)

Zu empfehlende Literatur:

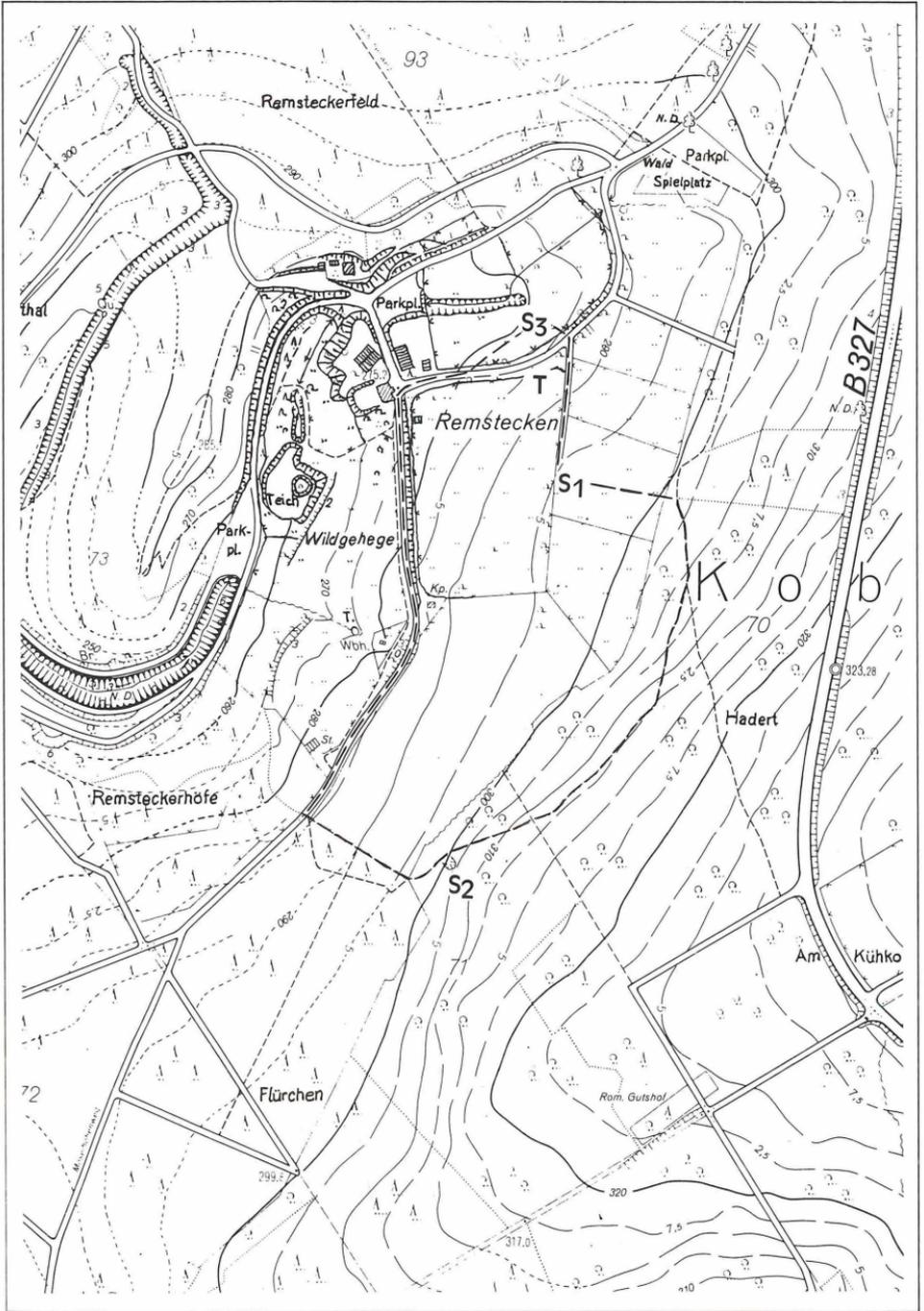
SLABY, P. (1988): Wir erforschen den Boden. Verlag die Werkstatt, Göttingen.

4.6 Unterrichtsmaterialien zur bodenkundlichen Exkursion am Remstecken

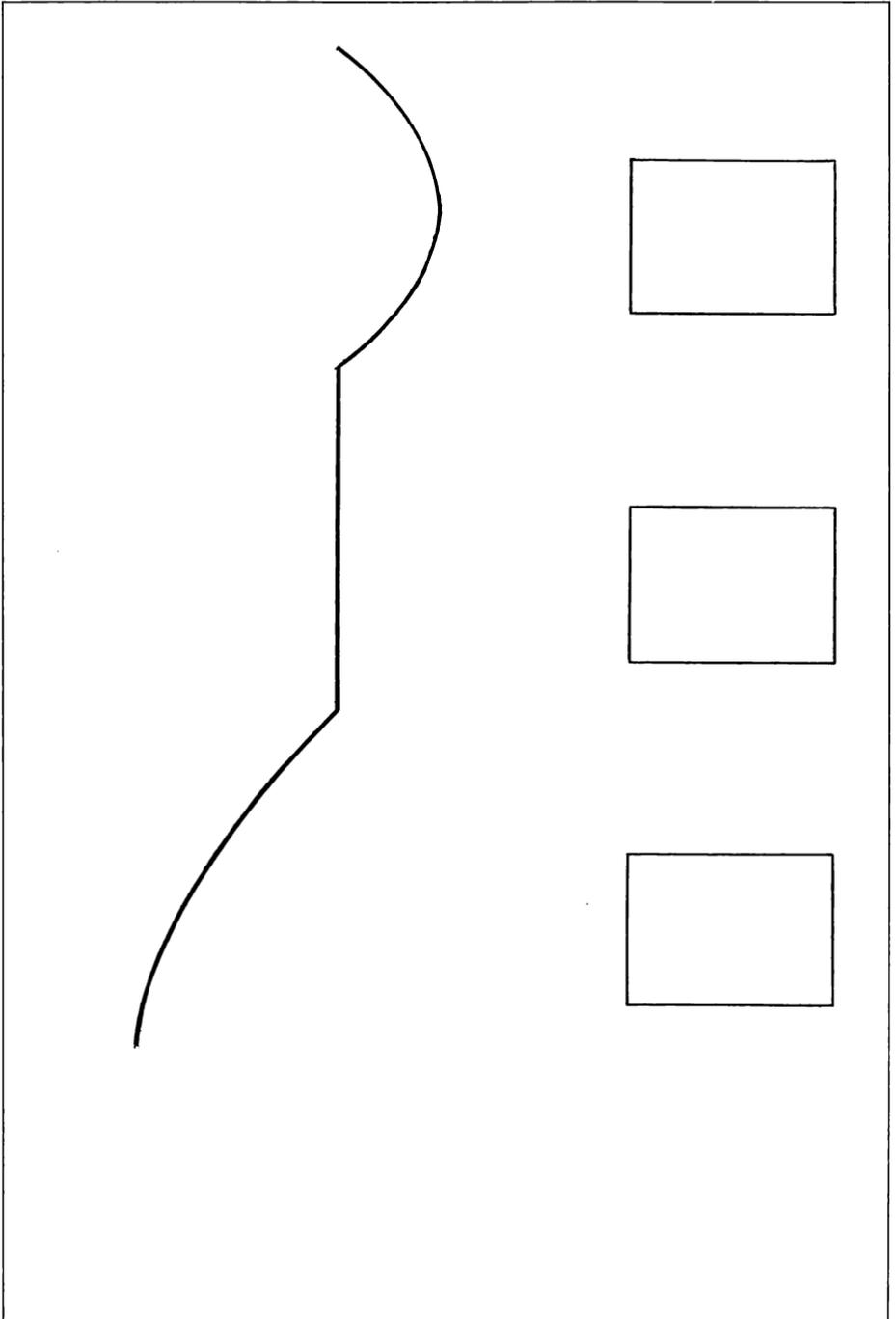
Die Arbeitsblätter 3-5 entstammen dem Buch: »Wir erforschen den Boden« von SLABY, P. (1988).



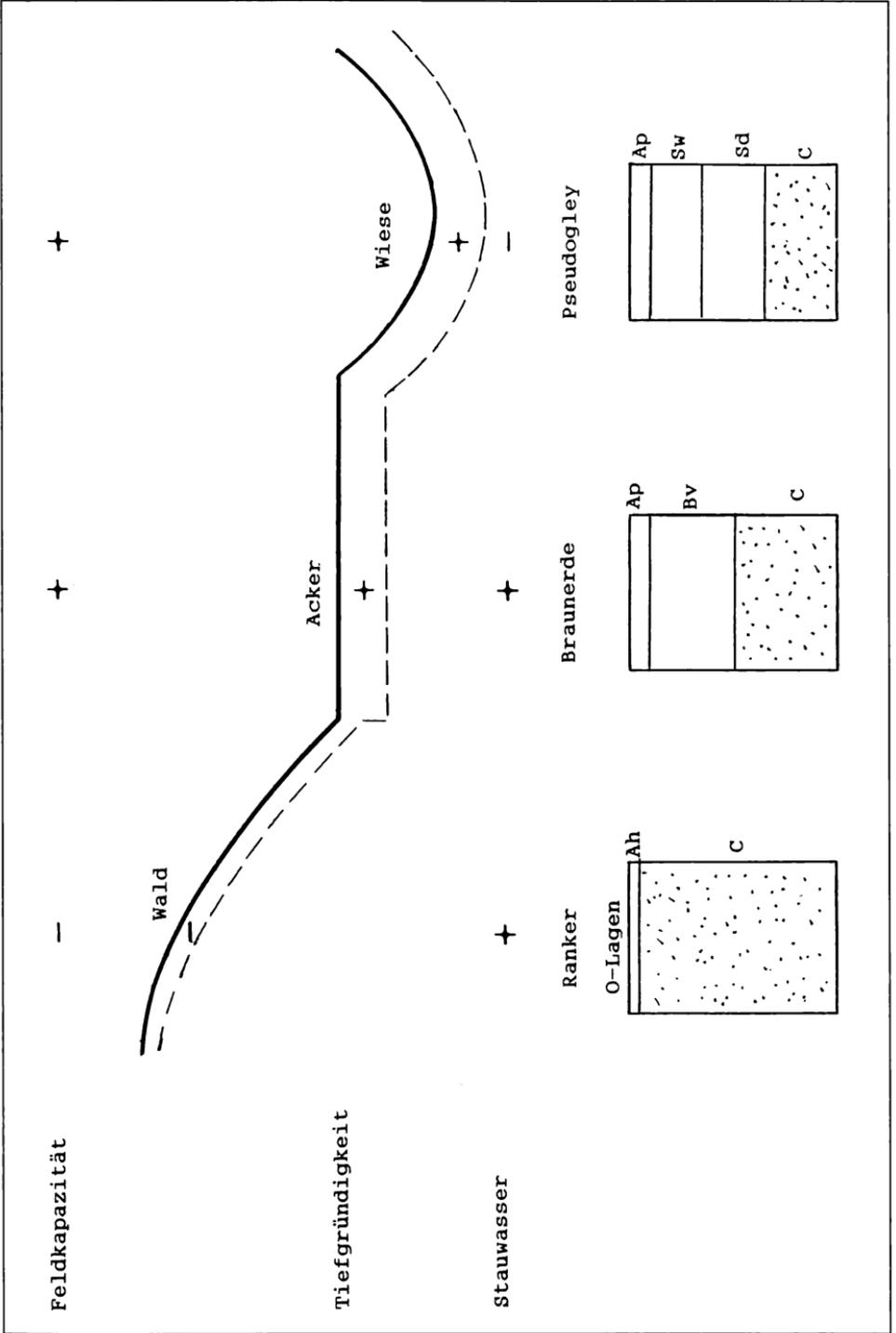
Arbeitsblatt 1a: Übersichtskarte Remstecken (Schülerarbeitsblatt)



Arbeitsblatt 1b: Übersichtskarte Remstecken (Lehrerarbeitsblatt),
Exkursionsweg (-----), T = Treffpunkt,
S1-S3 = Standorte und Bodenuntersuchungsstellen



Arbeitsblatt 2a: Einführung in die Pedogenese am Remstecken (Schülerarbeitsblatt)



Arbeitsblatt 2b: Einführung in die Pedogenese am Remstecken (Lehrerarbeitsblatt)

Hallo Erde! oder: Wie man einen Boden anspricht

Um eine Bodenprobe nehmen zu können, werden ein Klappspaten, ein Messer und etwas Wasser benötigt.

Entnahme der Probe: Man wirft einen Spatenstich aus und entnimmt aus dem unteren Teil etwa einen Eßlöffel Erde. Diese Probe wird im Handteller gut durchfeuchtet und so lange geknetet, bis der Glanz des Wassers gerade verschwindet. Dann führt man die folgende Bestimmungsübung durch:

(Der Pfeil bedeutet: Wenn die angegebene Tatsache zutrifft, ist bei der bezeichneten Zahl fortzufahren).

1. Versuche, die Probe zwischen den Handtellern *schnell* zu einer bleistiftdicken Wurst auszurollen.
 - a) nicht ausrollbar, zerfällt: Gruppe der Sande ▶ 2
 - b) ausrollbar: Gruppe der sandigen Lehme, Lehme und Tone ▶ 4
2. Prüfe die Bindigkeit der Probe zwischen Daumen und Zeigefinger.
 - a) nicht bindig: Sand ▶ 3
 - b) bindig: stark lehmiger Sand
3. Zerreiße die Probe auf der Handfläche
 - a) in den Handlinien kein toniges Material sichtbar: Sand
 - b) in den Handlinien toniges Material sichtbar: schwach lehmiger Sand
4. Versuche, die Probe zu einer Wurst von *halber* Bleistiftstärke auszurollen.
 - a) nicht ausrollbar: stark sandiger Lehm
 - b) ausrollbar: sandiger Lehm oder Tone ▶ 5
5. Quetsche die Probe zwischen Daumen und Zeigefinger in Ohrnähe
 - a) starkes Knirschen: sandiger Lehm
 - b) kein oder schwaches Knirschen: Lehm oder Tone ▶ 6
6. Beurteile die Gleitfläche bei der Quetschprobe
 - a) Gleitfläche stumpf: Lehm
 - b) Gleitfläche glänzend: Tone ▶ 7
7. Prüfe ein wenig Erde zwischen den Zähnen.
 - a) Knirschen: lehmiger Ton
 - b) erscheint eher butterartig: Ton

Der pH-Wert des Bodens

Sehr bedeutsam für den Nährstoffhaushalt des Bodens und damit für das Gedeihen aller Pflanzen ist der Gehalt an Wasserstoffionen, also sein pH-Wert. Mit einfachen Mitteln kannst du schon im Gelände den pH-Wert bestimmen:

Bestimmung des Boden-pH mit dem Hellige-pH-Meter (orientierende Bestimmung)

Wir entnehmen aus dem Boden in ca. 10 cm Tiefe eine Probe und geben sie in die runde Vertiefung des Meßtäfelchens. Wir halten das Täfelchen etwas schräg und geben soviel Bodenindikator hinzu, daß die Erde völlig durchfeuchtet ist und etwas von der Lösung übersteht.

Nun wird mit dem Löffel kurz umgerührt und zwei bis drei Minuten einwirken gelassen. Dann neigen wir das Meßtäfelchen entgegengesetzt, so daß die überstehende Lösung in die Längsrinne einläuft.

Die Farbe der Lösung wird mit den Farben auf dem Täfelchen verglichen.

Wenn du die entsprechende Farbe gefunden hast, kannst du die danebenstehende Zahl als Säuregrad (pH-Wert) ablesen.

Aufgaben: Bewerte den untersuchten Boden nach seiner Bodenreaktion.

(siehe dazu Tabelle 1)

Überlege, welche Bäume oder Kulturpflanzen auf ihm gedeihen könnten.

(siehe dazu Tabelle 2)

Vergleiche den Boden mit den darauf wachsenden Pflanzen.

**Tabelle 1:
Beispiele für Bodenreaktionen**

Bodenreaktionen	pH-Wert
stark sauer	< 5
mäßig sauer	5 – 6
schwach sauer	6 – 7
neutral	7
schwach alkalisch	7 – 8
stark alkalisch	> 8

**Tabelle 2:
Optimale pH-Bereiche im Boden für einige Bäume und Kulturpflanzen**

Birke	5,0 bis 6,0	Erbsen	6,0 bis 7,5
Buche	6,0 bis 8,0	Gurken	5,5 bis 7,0
Esche	6,0 bis 7,5	Möhre	6,0 bis 7,0
Kiefer	4,5 bis 6,0	Spargel	6,0 bis 8,0
Linde	6,0 bis 8,0	Tomate	5,5 bis 7,5
Tanne	5,0 bis 6,0	Spinat	6,5 bis 7,5
Ulme	6,0 bis 7,5	Rot-, Weißkohl	6,5 bis 7,5
Wacholder	5,0 bis 6,0	Kartoffel	5,2 bis 6,0

Kalkgehalt des Bodens

Neben dem pH-Wert läßt sich noch ein anderes Merkmal der Böden vor Ort in einem orientierenden Verfahren untersuchen: der Gehalt an Kalk.

Kalk, auch kohlenaurer Kalk genannt, ist chemisch Calciumcarbonat CaCO_3 . Mit Säuren reagiert Kalk unter Gasentwicklung, welche je nach Heftigkeit sichtbar, zumindest aber hörbar ist. Das entstehende Gas ist Kohlendioxid:



Die Bestimmung des Kalkgehaltes:

Arbeitsplatz: Wald oder Wiese (Aufschluß eines Bodenprofils)

Material: Porzellanschälchen, Tropfflasche mit 10%iger Salzsäure

Durchführung: Die zu untersuchende Probe wird in einem Porzellanschälchen mit einigen Tropfen 10%iger Salzsäure versetzt.

Nach Dauer und Heftigkeit des Aufbrausens kann man auf den Kalkgehalt schließen:

- ▶ kein sichtbares oder hörbares
Aufbrausenkein Kalk
- ▶ kein sichtbares Aufbrausen,
aber dicht am Ohr hörbares Zischen unter 1 % Kalk
- ▶ schwaches, nicht anhaltendes
Aufbrausen1 – 2 % Kalk
- ▶ deutliches, nicht anhaltendes
Aufbrausen2 – 4 % Kalk
- ▶ starkes, lang anhaltendes
Aufbrausen über 5 % Kalk

Horizontbezeichnungen

(vgl. Bodenkundliche Kartieranleitung 1982)

Die Horizonte werden durch Großbuchstaben symbolisiert (Hauptsymbole). Zur Kennzeichnung der Horizontmerkmale dienen Kleinbuchstaben (Merkmalsymbole).

- O Organischer Horizont aus Humusansammlung über dem Mineralboden oder über Torf
- L Organischer Horizont aus Ansammlung von nicht und wenig zersetzter Pflanzensubstanz; L von englisch "litter" = Streu
- Of O-Horizont, in dem neben Pflanzenresten die org. Feinsubstanz deutlich hervortritt; f von fermentiert (zersetzt)
- Oh O-Horizont, in dem die organische Feinsubstanz stark überwiegt; h von Humus
- A Oberboden
- Ai A-Horizont ohne sichtbaren Humus, jedoch belebt und mit beginnender Bodenbildung; i = Initialstadium
- Ah A-Horizont mit bis zu 15 Gew % akkumuliertem Humus; h = Humus
- Ae an Eisen- und Aluminiumoxiden und Humus verarmter hellgrauer Horizont; e von eluere = auswaschen
- Al hellerer, an Ton und Kalk verarmter Horizont; l von "lessiver" = waschen
- Ap A-Horizont, durch regelmäßige Bodenbearbeitung geprägt; p von Pflug
- B Mineralischer Unterbodenhorizont (Anreicherungshorizont)
- Bv durch chemische Umwandlung verbraunter und verlehmtter Horizont; v von verbraunt
- Bh vorwiegend durch Humuseinlagerung gefärbter grau-brauner bis schwarzer Horizont; h von Humus
- Bs vorwiegend durch Eisen- und Aluminiumoxideinlagerung entstandener rostbrauner Horizont; s von Sesquioxide
- Bt B-Horizont, durch Einwaschung mit Ton angereichert; t von Ton

- C Ausgangsgestein
- Cv C-Horizont, schwach verwittert; v von Verwitterung
- Cc C-Horizont, erkennbar mit Carbonat angereichert; c von Carbonat
- Cn C-Horizont, unverwittertes Gestein; n von novus = neu
- G durch Grundwasser beeinflusster Horizont
- Go G-Horizont, oxidiert; o von oxidiert
- Gr G-Horizont, reduziert; r von reduziert
- S durch Stauwasser beeinflusster Horizont
- Sw S-Horizont, stauwasserleitend; w von wasserleitend
- Sd S-Horizont, wasserstauend; d von dicht
- P Mineralischer Unterbodenhorizont aus Tongestein; P für Pelosol
- T Mineralischer Unterbodenhorizont aus dem Lösungsrückstand von Carbonatgesteinen, die über 75 Gew % Carbonat enthalten; T für Terra
- M Mineralbodenhorizont des Kolluviums, entstanden aus sedimentiertem Solummaterial (fluviatil od. äolisch transportierte Auftragsmasse)
- Y Horizont, aus antropogenen Aufschüttungen entstanden
- f begrabener (fossiler) Horizont, im wesentlichen unterhalb des bioturbat veränderten Wurzelraumes; das f wird dem Horizontsymbol vorangestellt, z. B. fAh = fossiler Ah-Horizont
- r überprägter (reliktischer) Horizont; das r wird dem Horizontsymbol vorangestellt, z. B. rGo = ehemaliger Go, nach Grundwasserabsenkung Go-Merkmale (rostfarbene Flecken) noch erhalten, aber nicht mehr im Grundwasserschwankungsbereich liegend
- II, III Zusatzzeichen bei geologischem Schichtwechsel für eine zweite oder dritte Schicht im Profil, aus deren Material der darüberliegende Boden nicht entstanden ist

Verschiedene Bodentypen

(vgl. SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1982)

RANKER:

1) Profil: Der Ranker weist einen humosen, oft steinigen A-Horizont auf, der festem, teilweise oben zerteiltem Festgestein (C-Horizont), aufliegt.

2) Name: Ranker leitet sich von Rank (österr. = Berghalde, Steilhang) ab.

3) Entwicklung und Verbreitung: Der Ranker geht durch fortschreitende Humusakkumulation und Gesteinsverwitterung aus dem anstehenden Gestein hervor. Er nimmt vor allem Hangpositionen ein, wo Erosion einer Weiterentwicklung entgegenwirkt.

4) Eigenschaften: Ranker sind in der Regel flachgründig und oftmals nährstoffarm.

5) Nutzung: Da Ranker meist in Hanglage auftreten, werden sie vorwiegend als extensives Grünland oder Wald genutzt, wobei sich die Bäume oft nur in Schichtfugen klüftigen Gesteins verankern können.

BRAUNERDE:

1) Profil: Braunerden weisen einen humosen A-Horizont auf, der in der Regel gleitend in einen braun gefärbten Bv-Horizont übergeht. Darunter folgt in 25 bis oft erst 150 cm Tiefe der C-Horizont.

2) Name: Der Begriff Braunerde geht auf E. RAMANN zurück.

3) Entwicklung: Braunerden gehen in gemäßigt-humidem Klima oftmals aus Rankern durch Verwitterung hervor.

4) Eigenschaften: In Abhängigkeit von dem Ausgangsgestein, der Vegetation und dem Versauerungsgrad variieren die Eigenschaften der Braunerden sehr stark. Eutrophe Braunerden sind meist mäßig sauer und basenreich. Mesotrophe Braunerden unter Nadelwald weisen einen Moder oder Rohhumus auf. Dystrophe Braunerden sind häufig mit Podsolen vergesellschaftet.

5) Nutzung: Der ackerbauliche Wert der Braunerden schwankt in einem weiten Bereich. Die meisten eutrophen Braunerden werden ackerbaulich bestellt. Die meso- und dystrophen Braunerden werden wegen ihrer Flachgründigkeit und Nährstoffarmut forstwirtschaftlich genutzt.

PSEUDOGLEY:

1) Profil: Pseudogleye sind grundwasserferne Böden, in denen ein Wechsel von Stauwasser und Austrocknung Konkretionen und Rostflecken entstehen ließ. Typische Pseudogleye weisen unter dem Ah-Horizont einen gebleichten, durchlässigen Sw-Horizont auf, auf den ein dichter Sd-Horizont folgt.

2) Name: Die Bezeichnung Pseudogley wurde gewählt, weil dieser Boden in einer Reihe von Eigenschaften dem Gley (Grundwasser beeinflusster Boden) entspricht.

3) Entwicklung: Pseudogleye entstehen durch Hydromorphierung unter dem Einfluß eines häufig wiederkehrenden Wechsels von Vernässung und Austrocknung. Temporäre Staunässe tritt nahe der Bodenoberfläche auf und verschwindet meist während der Vegetationszeit. Sie wird durch dichte Unterbodenlagen verursacht, die insbesondere in humiden Klimaten und in ebener Lage Niederschlagswasser stauen und dadurch Sauerstoffmangel hervorrufen, was zu einer Lösung und Umverteilung von Eisen und Mangan innerhalb der Horizonte führt.

4) Eigenschaften: Pseudogleye sind temporär luftarm. Sie trocknen im Oberboden häufiger stark aus als benachbarte, durchlässige Böden, weil sie oben wurzelreicher sind als unten. Die Zeitdauer der Naß-, Feucht- und Trockenphasen bzw. O₂-armen und -reichen Phasen hängen sowohl vom Klima als auch von der Mächtigkeit der Stauzone und vom Relief ab. In ebener Lage überwiegt oft die Feuchtphase, während in flachen Mulden die Naßphase und in Hanglage die Trockenphase am längsten dauern.

5) Nutzung: Pseudogleye sind vielfach gute Wiesenstandorte. Eine Ackernutzung ist oft wegen anhaltender Frühjahrsvernässung, die O₂-Mangel hervorruft und frühe Bearbeitung nicht zuläßt, erschwert. Röhren- oder Grabendränung schafft dann meist wegen starker Bindung des Wassers im Boden keine Abhilfe und ist im Grunde auch nicht erwünscht, weil das abgeführte Wasser in sommerlichen Trockenperioden fehlt. Günstiger wirkt sich häufig eine Tiefenbearbeitung aus, weil die hierbei luftführenden Grobporen nicht auf Kosten des Wassers geschaffen werden.

5. Resümee:

Im Hinblick auf ein sich ergänzendes schulisches wie außerschulisches, umfassendes ökologisches Angebot stellt die Ökostation mit seinen räumlichen und organisatorischen Voraussetzungen ein zukunftsweisendes, innovatives Konzept einer ganzheitlichen ökologischen Bildung dar.

In vergleichbaren Städten in der Bundesrepublik Deutschland wie Bremen, Hannover, Kassel oder Wetzlar wurde schon frühzeitig die Notwendigkeit erkannt, eine Ökostation zu errichten. Die Erfahrungen, die in diesen Zentren gemacht wurden, zeigen zum einen, daß die Nachfrage bei weitem nicht befriedigt werden kann, zum anderen, daß von der Arbeit in diesen Stationen wichtige und positive Impulse für die Umwelterziehung jedes einzelnen — vom Kind bis zum Greis — ausgehen.

Wegen dieser großen Bedeutung einer Ökostation ist es höchste Zeit, auch in Koblenz Anstrengungen zu unternehmen, um ein entsprechendes Zentrum zu schaffen. Die Stadt hat die einmalige Chance, eine Vorreiterrolle für ganz Rheinland-Pfalz zu übernehmen. Dabei können die Erfahrungen anderer, bestehender Ökostationen bereits in die Planung einfließen.

Prädestiniert für die Errichtung einer solchen Ökostation in Koblenz ist der Remstecken mit seinem einzigartigen »Naturpotential« und einer schon z. T. vorhandenen (Parkraum, Wildgehege, Gebäude, Naturlehrgebiet, Lehrpfade u. a.) oder mit wenig Aufwand herzurichtenden Infrastruktur.

FAZIT: UMWELTBILDUNG BRAUCHT EINE ATTRAKTIVE UND INNOVATIVE KOMMUNALE ÖKOSTATION AM REMSTECKEN

6. Literaturverzeichnis

- ARBEITSGEMEINSCHAFT BODENKUNDE (1982): Bodenkundliche Kartieranleitung. —: 331 S., Hannover.
- BÄR, M. (1898): Urkunden und Akten zur Geschichte der Verfassung und Verwaltung der Stadt Koblenz bis zum Jahre 1500. — Publikationen der Gesellschaft für Rheinische Geschichtskunde, Bd. 17: 266 S., Bonn.
- BÄR, M. (1922): Aus der Geschichte der Stadt Koblenz 1814-1914. —: 416 S., Koblenz.
- BECKER, W., CLAUSS, F., DOPHEIDE, U., GRASSE, R., GRETT, P., KEINER, H., KUNZE, M., LOEWENFELD, M., ÖSTERREICHER, H., SCHMIDBAUER, H. & U. SCHWARZ-ÖSTERREICHER (1991): Münchner Umwelt-Zentrum — ein Konzept. —: 16 S., München.
- BELLINGHAUSEN, H. (1922): Geologisch-geographischer Führer durch die Umgebung von Koblenz. —: 32 S., Koblenz.
- BELLINGHAUSEN, H. (1950): Koblenz an Rhein und Mosel. —: 346 S., Koblenz.
- BELLINGHAUSEN, H. (1971): 2000 Jahre Koblenz, Geschichte der Stadt an Rhein und Mosel. —: 502 S., Boppard am Rhein.
- BERCK, K.-H. & R. KLEE (1984): Naturschutz heute — Thema des Biologieunterrichts. —: 196 S., Wetzlar.
- BERCK, K.-H. & R. KLEE (1985): Natur macht Schule, Planungshilfe naturnahes Schulgelände. —: 65 S., Wetzlar.
- BERLIN, A., HOFFMANN, H. & G. NÜCHEL (1975): Fundortverzeichnis 1974: Mittelrheingebiet und Südosteifel. — Göttinger Flor. Rundbr. 9: 13-19, Göttingen.
- BIRKENHAUER, J. (1973): Die Entwicklung des Talsystems und des Stockwerkbaus im zentralen Rheinischen Schiefergebirge zwischen dem Mitteltertiär und dem Altpleistozän. — Arb. rhein. Landeskunde 34: 209 S., Bonn.
- BIRKENHAUER, J. (1975): Der Klimagang im Rheinischen Schiefergebirge in seinem näheren und weiteren Umland zwischen dem Mitteltertiär und dem Beginn des Pleistozäns. — Erdkunde 24: 268-284, Bonn.
- BLUME, B. & H.-P. BLUME (1986): Feldarbeit zur Bodenbewertung. — In: Geographie heute, H. 42: 40-45, Seelze.
- BOEKER, P. (1957): Basenversorgung und Humusgehalte von Böden der Pflanzengesellschaften des Grünlandes. — Decheniana Beihefte 4: 1-101, Bonn.
- BRAUN BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. —: 865 S., Wien.
- BRECHT, B. (1971): Geschichten von Herrn Keuner. — Suhrkamp Taschenbuch 16: 23, Frankfurt/Main.
- DEUTSCHER WETTERDIENST BAD KISSINGEN (1957): Klima-Atlas von Rheinland-Pfalz. —: 84 S., Bad Kissingen.
- EHRENDORFER, F. (1973): Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. —: 318 S., Stuttgart.
- ELLENBERG, H. (1979): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. — Scripta Geobotanica IX: 122 S., Göttingen.
- ELLENBERG, H. (1982): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. —: 989 S., Stuttgart.
- FISCHER, E. (1986): Botanisch-floristische Beobachtungen aus Westerwald/Mittelrhein und Hunsrück. — Ornithologie und Naturschutz im Regierungsbezirk Koblenz, Bd. 7: 92-124, Nassau.

- FISCHER, H., (1992): Der Geologisch-Ländekundliche Wanderweg. —: 24 S., Koblenz.
- FOKKEN, U. & G. R. WITTE (1979): Freilandlabor und alternativer Biologie-Unterricht. — Naturschutz in Nordhessen, Sonderheft, Kassel.
- FRAEDRICH, W., WILKE, S. & B. WITTENBERG (1989): Mit Bohrstock und Hammer. — In: Geographie heute, H. 76: 30-35, Seelze.
- GEOLOGISCHES LANDESAMT RHEINLAND-PFALZ: Übersichtskarte der Bodentypen-Gesellschaften von Rheinland-Pfalz 1:250000, Mainz.
- GIESEN, E. (1993): Vergleichende Untersuchung ökologischer Freiarbeit am außerschulischen Lernort in Klasse 5-7 (Fach Biologie). Ein Beitrag zur Planung und Nutzung der Kommunalen Waldökostation am Remstecken Koblenz. — unveröff. Staatsexamensarbeit, Koblenz.
- GLAVAC, V. & Th. RAUS (1982): Über die Pflanzengesellschaften des Landschafts- und Naturschutzgebietes »Dönche« in Kassel. — Tuexenia 2: 72-113, Göttingen.
- HARBACH, G. (1986): Bodenkundliche Untersuchungen. — In: Geographie heute, H. 42: 26-35, Seelze.
- HARTMANN, F. K. (1974): Mitteleuropäische Wälder. — : 214. S., Stuttgart.
- HASS, H. (1982): Lernziel: Umweltbewußtes Handeln. Ein Ausschnitt aus der Mitarbeit des Staatlichen Görres-Gymnasiums im europäischen Schulnetz für Umwelterziehung. — In: Stadt Koblenz (Hrsg.) »400 Jahre Görres-Gymnasium 1582-1982«, S. 175-184, Koblenz.
- HASS, H. (1986): »Wald in Gefahr — eine Unterrichtsreihe in 11/1. — In: Mathematisch-Naturwissenschaftlicher Unterricht 1984, SIL-Studienmaterial Bd. 84: 131-153, Speyer.
- HASS, H. (im Druck, 1993): Wald in Gefahr — Forschendes Lernen in der Meßstation Remstecken. — In: Unser Stadtwald — Die grüne Lunge von Koblenz, S. 66-73, Koblenz.
- HEDWIG, R. (1978): Die Dönche — ein Landschaftsschutzgebiet in der Großstadt Kassel. — Vogelkundl. Mitt. aus dem Kasseler Raum 2: 44-54, Kassel.
- HEDWIG, R. (1981): Das Freilandlabor Dönche in Kassel. — Biologica didactica, Heft 1: 47-52, Bad Salzdetfurth.
- HEDWIG, R. (1982): Zum Problem der Freilandarbeit im Biologieunterricht — zugleich Einführung in die Exkursion zu den Freilandlaboratorien in Grebenstein und Kassel. — In: HEDEWIG, R. & RODI, D., (Hrsg.): Biologiepläne und ihre Realisierung, S. 206-224, Köln.
- HEDWIG, R. (1984): Hinein in die Natur: Mit Schülern im Gelände. Biologiestudenten unterrichten Schüler im Freilandlabor Dönche. — Prisma 32: 31-33, Kassel.
- HEDWIG, R., (1985): Der Naturlehrpfad. —: 68 S. Wetzlar.
- HEDWIG, R. (1987): Die neue Schulgartenbewegung in der Bundesrepublik Deutschland. — In: Förderverein Schulbiologiezentrum und Botanischer Garten e. V. (Hrsg.): Schulbiologiezentrum Kassel. Gründungsschrift, S. 57-70, Kassel.
- HEDWIG, R. (1990): Umwelterziehung im Freilandlabor Dönche in Kassel. — Naturschutz in Nordhessen, Heft 11: 161-178, Wetzlar.
- HEYMANN, D., VON SOOSTEN, H.-P. & B. WEBER (1991): Kommunale Ökostation — Umwelterziehung vor Ort, Materialien zur Schulentwicklung. — Hessisches Institut für Bildungsplanung und Schulentwicklung (HIBS) Heft 14: 50 S., Wiesbaden.

- JAHNS, H. M. (1980): Farne — Moose — Flechten Mittel-, Nord- und Westeuropas. —: 256 S., München.
- KATTMANN, U. (1977): Strukturen des Biologieunterrichts. —: 365 S., Köln.
- KATTMANN, U. & D. ESCHENHAGEN (1985): Fachdidaktik Biologie. —: 562 S., Köln.
- KLÜGES, M. (im Druck, 1993): Reiche kulturhistorische Vergangenheit. — In: Unser Stadtwald — Die grüne Lunge von Koblenz, S. 41-48, Koblenz.
- KUCZYNSKI, B. (im Druck, 1993): Der Wildpark Remstecken. — In: Unser Stadtwald — Die grüne Lunge von Koblenz, S. 37-40, Koblenz.
- KULTUSMINISTERIUM RHEINLAND-PFALZ (1978): Lehrplan Biologie, Orientierungsstufe. —: 48 S., Grünstadt.
- KULTUSMINISTERIUM RHEINLAND-PFALZ (1983): Lehrplan Biologie, Grund- und Leistungsfach in der Oberstufe des Gymnasiums. —: 40 S., Worms.
- KULTUSMINISTERIUM RHEINLAND-PFALZ (1984): Lehrplan Biologie, Klassen 7-9/10. —: 83 S., Grünstadt.
- LANDESVERMESSUNGSAMT RHEINLAND-PFALZ (1979): Topographische Karte, Blatt Boppard L 5711, 1:25000. — Koblenz.
- LANDESVERMESSUNGSAMT RHEINLAND-PFALZ (1990): Topographische Karte, Blatt Koblenz L 5611, 1:25000. — Koblenz.
- LANDESVERMESSUNGSAMT RHEINLAND-PFALZ (1993): Topographische Karte, Blatt Koblenz, C 5910, 1:100000. — Koblenz.
- LANDESVERMESSUNGSAMT RHEINLAND-PFALZ (1986): Deutsche Grundkarte, Blatt Remstecken, 1:5000. — Koblenz.
- LANDESVERMESSUNGSAMT RHEINLAND-PFALZ (1986): Deutsche Grundkarte, Blatt Kondermühle, 1:5000. — Koblenz.
- LANDESVERMESSUNGSAMT RHEINLAND-PFALZ (1986): Deutsche Grundkarte (Luftbildkarte) Remstecken, 1:5000. — Koblenz.
- LANDESVERMESSUNGSAMT RHEINLAND-PFALZ (1986): Deutsche Grundkarte (Luftbildkarte) Kondermühle, 1:5000. — Koblenz.
- LÖTSCHERT, W. (1952): Vegetation und pH-Faktor auf kleinstem Raum in Kiefern- und Buchenwäldern auf Kalksand, Löß und Granit. — Biol. Zbl. **71**: 327-348, Leipzig.
- MADER, J. (im Druck, 1993): Erholungswald für die Koblenzer. — In: Unser Stadtwald — Die grüne Lunge von Koblenz, S. 84-89, Koblenz.
- MEUSEL, H., JÄGER, E. & E. WEINERT (1965): Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. — Bd. **1**, Text 583 S., Karten 258 S., Jena.
- MEUSEL, H., JÄGER, E., RAUSCHERT, S. & E. WEINERT (1978): Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. — Bd. **2**, Text 418 S., Karten 259 S., Jena.
- MICHEL, F. (1914): Die Flurnamen von Koblenz, Moselweiß, Lützel-Koblenz u. Neuendorf. —: 51 S., Trier.
- MICHEL, F. (1958): Forst und Jagd im alten Erzstift Trier. — Schriftenreihe zur Trierer Landesgeschichte und Volkskunde Bd. **4**: 270 S., Trier.
- MICHEL, F. (1963): Die Geschichte der Stadt Koblenz im Mittelalter. —: 495 S., Mainz.
- MICHEL, F. (Nachlaß): Nachlaß Fritz Michel, Manuskripte zur Geschichte des Koblenzer Stadtwaldes. — Landeshauptarchiv Koblenz (LHAK), Bestand 700,47 Nr. 61.

- MHORAVEC, J., HUSOVA, M., NEUHÄUSL, R. & Z. NEUHÄUSLOVA-NOVOTNA (1982): Die Assoziationen mesophiler und hygrophiler Laubwälder in der Tschechischen Sozialistischen Republik. — *Vegetace CSSR* **A12**: 292 S., Praha.
- MÜCKENHAUSEN, E. (1982): Die Bodenkunde und ihre geologischen, geomorphologischen, mineralogischen und petrologischen Grundlagen. — 579 S., Frankfurt/M..
- MÜLLER-MINY, H. (1958): Das Mittelrheingebiet und seine naturräumliche Gliederung. — *Berichte zur deutschen Landeskunde* Bd. **21**, H. 2: 193-233, Bonn-Bad Godesberg.
- MÜLLER-MINY, H. & M. BÜRGER (1971): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt Koblenz. — Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung. — 83 S., Bonn-Bad Godesberg.
- OBERDORFER, E. (1957): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. — *Pflanzensoziologie* Bd. **10**: 564 S., Jena.
- OBERDORFER, E. (1977): Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil I. — 311 S., Stuttgart, New York.
- OBERDORFER, E. (1978): Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil II. — 355 S., Stuttgart, New York.
- OBERDORFER, E. (1979): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. — 997 S., Stuttgart.
- OBERDORFER, E. (1983): Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil III. — 455 S., Stuttgart, New York.
- PAFFEN, K. (1953): Die natürliche Landschaft und ihre räumliche Gliederung. Eine methodische Untersuchung am Beispiel der Mittel- und Niederrheinlande. — *Forschungen zur deutschen Landeskunde* Bd. **68**: 196 S., Remagen.
- PANZER, W. (1967): Einige Grundfragen der Formenentwicklung im Rheinischen Schiefergebirge und ihre Erforschung. — In: Institut für Landeskunde, MEYNEN, E. (Hrsg.): *Die Mittelrheinlande*. — 1-15, Wiesbaden.
- RHEINDORF, S. (im Druck, 1993): Unser Wald stellt sich vor. — In: *Unser Stadtwald — Die grüne Lunge von Koblenz*, S. 4-7, Koblenz.
- ROTHMALER, W. (1976): Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD. — *Kritischer Band*: 811 S., Berlin.
- RUNGE, F. (1990): *Die Pflanzengesellschaften Mitteleuropas*. — 278 S., Münster.
- SABEL, K.-J. & E. FISCHER (1992): Boden- und vegetationsgeographische Untersuchungen im Westerwald. — *Frankfurter geowissenschaftliche Arbeiten, Serie D*, Bd. 7: 268 S., Frankfurt/M..
- SCHAUER, Th. & C. CASPARI (1982): *Der große BIV Pflanzenführer*. — 464 S., München, Wien, Zürich.
- SCHIEFFER, F. & P. SCHACHTSCHABEL (1982): *Lehrbuch der Bodenkunde*. — 442 S., Stuttgart.
- SCHMEIL-FITSCHEN (1976): *Flora von Deutschland*. — 515 S., Heidelberg.
- SCHÜLER, H. (1977): *Wegekreuze und Heiligenhäuschen im Stadtkreis Koblenz*. — 112 S., Koblenz.
- SCHÜLER, H. (1981): *Grenzsteine des Stadtkreises Koblenz — Stumme Zeugen der Heimatgeschichte*. — 88 S., Koblenz.
- SEMMEL, A. (1983): *Grundzüge der Bodengeographie*. — 120 S., Tübingen.
- SIEDENTOP, W. (1978): *Arbeitskalender für den biologischen Unterricht*. — 155 S., Heidelberg.

- SLABY, P. (1988): *Wir erforschen den Boden.* —: 96 S., Göttingen.
- SPINDLER, R. (1925): *Der Waldbesitz der Stadt Koblenz und seine Bedeutung in Vergangenheit und Gegenwart.* — unveröff. Dissertation, 188 S., Bonn.
- STEPHAN, S. & W. RIEDEL (1986): *Boden.* — In: *Geographie heute*, H. 42: 3-10, Seelze.
- VOGT, D. & W. VOGT (1990): *Atlas außerschulischer Lernorte*, H. 1: 83 S., Koblenz.
- WALTER, H. (1979): *Allgemeine Geobotanik.* —: 260 S., Stuttgart.
- WEGENER, H.-H. (1992): *Der Archäologische Rundwanderweg.* — unveröff. Skript, Koblenz.
- WINKEL, G. (1978): *Das Pfliegerische als Leitidee der Schule unter besonderer Berücksichtigung des Biologieunterrichts.* *Naturwiss. im Unterricht, Biologie* 26, H. 6: 163-170. Köln.
- WINKEL, G., (1979): *Biologie im Schulgelände.* —: 96 S., Seelze.
- WINKEL, G., (1982): *Exkursionen.* — In: *Unterricht Biologie*, 48 S., Seelze.
- WINKEL, G., (1982): *Pädagogik im Botanischen Garten, im Naturkundemuseum, im Zoo.* —: 304 S., Hannover.
- WINKEL, G., (1985): *Das Schulgarten-Handbuch.* —: 316 S., Seelze.
- WIRZ, F. & U. LIESSEM (1980): *Naturdenkmale, geschützte Landschaftsbestandteile, frühgeschichtliche Bodendenkmale und Kulturdenkmale im Stadtkreis Koblenz.* —: 143 S., Koblenz.