

Die ökologischen, ökonomischen und sozialen Dimensionen des Waldes



Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass die vorliegende Arbeit von mir selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel und Quellen benutzt wurden.

Luxemburg, den 28. Oktober 2011

Carole Duhautpas

Carole Duhautpas

Candidat-Professeur au Lycée Technique Joseph
Bech Grevenmacher

Die ökologischen, ökonomischen und sozialen
Dimensionen des Waldes.

Ausarbeitung von Rundwegen mit praktischen Arbeitsstationen
zu ökologischen Aspekten des Waldes (Ökosystem Wald),
sowie zu den Einflüssen der Eisenindustrie auf Natur und
Mensch.

Eine Ergänzung des Sekundarunterrichts in Zusammenarbeit
mit dem "Centre écologique de Hollenfels".

Lycée Technique Joseph Bech Grevenmacher

Oktober 2011

Zusammenfassung

Ausgangspunkt dieser Arbeit war, dass der „Centre écologique de Hollenfels“ eine Ausstellung zum Thema Wald plante, die durch verschiedene Rundwege in Hollenfels und Umgebung mit praktischen Arbeitsstationen ergänzt werden sollte. Die einzelnen Stationen sollten sich sowohl mit ökologischen, als auch mit ökonomischen und sozialen Aspekten des Waldes befassen und es den Schülern unterer Klassen der Sekundarstufe ermöglichen den Wald zu erkunden und kennenzulernen.

Im Laufe der Arbeit wurden, in Zusammenarbeit mit Experten der einzelnen Themenbereiche, eine Bestandsaufnahme der verschiedenen Waldgesellschaften der Gegend um Hollenfels durchgeführt und die ökonomischen und sozialen Aspekte dokumentiert. Es entstanden daraufhin zwei unterschiedliche Rundwege mit praktischen Arbeitsstationen, auf denen jeweils gezielt die verschiedenen Dimensionen des Waldes behandelt werden. Die Stationen entlang des einen Weges thematisieren hauptsächlich die Ökologie des Waldes. Durch das Durchführen einer Reihe chemisch-physikalischer und biologischer Untersuchungen, können die Schüler Rückschlüsse über den Zusammenhang zwischen Standortfaktoren und dem Vorkommen verschiedener Pflanzenarten ziehen, was es ihnen ermöglicht die Wechselwirkungen zwischen belebter und unbelebter Umwelt zu erkennen und zu verstehen. Die sozialen Aspekte, die auch auf diesem Weg behandelt werden, beziehen sich auf die Burg von Hollenfels, die Fliehburg und einen alten Waschbrunnen. Ein zweiter Rundweg beinhaltet ausschließlich Arbeitsstationen, an denen die Schüler Informationen über die Eisenindustrie und die damit zusammenhängende Wasser- und Holznutzung dieser Gegend erhalten. Die ökonomischen und sozialen Aspekte ermöglichen es den Lernenden einen Einblick in die Geschichte dieser Gegend zu vermitteln.

Die Aufgliederung der drei Themenbereiche auf zwei unterschiedliche Wege erlaubt es die einzelnen Aspekte als Ganzes zu behandeln und die angestrebten Lernziele somit bestmöglich zu erreichen. Das Ergänzen theoretischer Kenntnisse durch originale Begegnungen trägt dazu bei, dass die Aneignung der verschiedenen Kenntnisse zu einer ganzheitlichen Lernerfahrung werden kann. Die Schüler bekommen an den einzelnen Arbeitsstationen einen Einblick in die wissenschaftlichen Arbeitsweisen und der regelmäßige Wechsel der Methoden erlaubt es unterschiedliche Lerntypen anzusprechen.

Danksagungen

Als Erstes möchte ich mich bei meinem Mentor, Herrn Jeff Heyart, für seine Unterstützung im Laufe dieser Arbeit und für seine zahlreichen hilfreichen Ratschläge bedanken.

Ein sehr großer Dank geht auch an Herrn Roger Schauls, der sich häufig Zeit nahm, um mich bei der Bestandsaufnahme der einzelnen Waldgesellschaften zu unterstützen und mich in langen Diskussionen an einem Teil seines Wissens teilhaben zu lassen.

Außerdem danke ich Herrn Marc Schoellen, der mir zahlreiche Informationen über die Eisenverhüttung im Eischtal und über die Burg von Hollenfels und die Fliehbürg gab und mir eine Reihe von Dokumenten und Unterlagen zur Verfügung stellte, die mir bei dieser Arbeit sehr nützlich waren.

Nicht zuletzt danke ich auch dem Leiter des nationalen Bildungszentrums für nachhaltige Entwicklung in Hollenfels, Herrn Michel Grevis, sowie dem restlichen Team, die es mir ermöglicht haben diese Arbeit zu realisieren.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	9
1.1. Ausgangspunkte dieser Arbeit.....	9
1.2. Die mit dieser Arbeit verfolgten Ziele.....	10
2. Die ökonomischen und sozialen Aspekte dieser Gegend.....	11
2.1. Die Eisenindustrie	11
2.1.1. Geschichte der Eisenindustrie Luxemburgs	11
2.1.2. Eisenherstellung	14
2.1.3. Brennstoff der alten Eisenhütten	18
2.1.4. Das Eisenerz Luxemburgs.....	20
2.1.5. Die Eisenindustrie der Gegend in und um Ansemburg	23
2.1.6. Das Schloss von Ansemburg	26
2.2. Die Burganlagen von Hollenfels	30
2.2.1. Die erste Anlage: die Fliehbürg.....	30
2.2.2. Die zweite Anlage: die Burg von Hollenfels.....	30
3. Die ökologischen Aspekte dieser Gegend	33
3.1. Entstehung unserer Wälder.....	33
3.2. Charakterisierung von Waldgesellschaften	35
3.3. Die hier berücksichtigten Waldgesellschaften	38
3.4. Standortfaktoren	44
3.4.1. Das Klima.....	44
3.4.2. Die Hanglage.....	46
3.4.3. Der Boden.....	47
3.5. Zeigerpflanzen.....	56
4. Grundlagen außerschulischen Unterrichts	65
5. Ausgearbeitete Rundwege zu den ökologischen, ökonomischen und sozialen Dimensionen des Waldes.....	69
5.1. Überblick.....	69
5.2. Erster Weg: ökologische und soziale Aspekte	72
5.2.1. Allgemeine Beschreibung des ersten Weges.....	72
5.2.2. Die einzelnen Stationen.....	77
5.3. Zweiter Weg: ökonomische Aspekte.....	97
5.3.1. Allgemeine Beschreibung des zweiten Weges.....	97
5.3.2. Die einzelnen Stationen.....	101

6. Analyse	115
7. Schlussfolgerung.....	125
8. Bibliographie.....	127
9. Anhang.....	131

1. Einleitung

1.1. Ausgangspunkte dieser Arbeit

Der Wald hatte schon immer in vielen Hinsichten eine wichtige Funktion im Leben der Menschen. So ist er seit hunderten von Jahren ein unentbehrlicher Holzlieferant, hat einen positiven Einfluss auf unser Klima und trägt unter anderem erheblich zur Bodenerhaltung, zur Lärmdämpfung und zur Luftreinheit bei. Nicht zuletzt ist der Wald auch heutzutage ein begehrtes Erholungsgebiet für Menschen der Großstädte und Industriegebiete.

Die ausgedehnte Nutzung des Waldes durch den Menschen, beziehungsweise die starke Abholzung der Bäume und die darauffolgende Forstwirtschaft, trugen maßgeblich dazu bei, dass sich das Ökosystem Wald in den letzten Jahrhunderten extrem verändert hat. Die heute in Luxemburg bestehende Biodiversität hat sich nicht zuletzt aus diesen Gründen ergeben.

Der „Centre écologique de Hollenfels“ plante eine Ausstellung zum Thema Wald, die zum Ziel hatte, dass Jugendliche das Ökosystem Wald kennenlernen, verstehen und schätzen lernen sollten. Zusätzlich plante man Rundwege mit praktischen Arbeitsstationen auszuarbeiten, die den Schülern erlauben sollten den Wald sowie seine Nutzung in direktem Kontakt zur Natur zu erleben und somit ihr Interesse an diesem für den Menschen so wertvollen Ökosystem zu wecken. Diese Arbeit bezieht sich ausschließlich auf Letzteres und ist somit der praktische Teil, der diese Ausstellung ergänzt.

Die Gegend in und um Hollenfels eignet sich besonders gut für die Erschließung von Waldökosystemen, da hier auf nicht allzu großer Entfernung unterschiedliche Waldgesellschaften vorzufinden sind. Außerdem befand sich hier im 17. Jahrhundert eine florierende Eisenindustrie, von der heute noch einige Spuren sichtbar sind. Diese Begebenheit ermöglicht es, neben den ökologischen Aspekten auch die Nutzung des Waldes durch den Menschen zu verdeutlichen. Zusätzlich erlauben das Hollenfelder Schloss sowie die Überreste einer Fliehbürg, das Leben der Menschen früherer Zeiten nachvollziehen zu können.

1.2. Die mit dieser Arbeit verfolgten Ziele

Wie schon oben erwähnt, ist das Ziel dieser Arbeit Rundwege mit praktischen Arbeitsstationen auszuarbeiten, die sich auf die ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekte des Waldes beziehen. Die einzelnen Arbeitsstationen sollen es ermöglichen, dass die Lernenden durch aktives Handeln und mit Hilfe von Arbeitsblättern die verschiedenen Dimensionen des Waldes kennenlernen.

Durch das Durchführen von biotischen und abiotischen Analysen, lernen die Schüler das Ökosystem Wald kennen und verstehen. Die hier ausgearbeiteten Informationen eignen sich gut, um die vom Rahmenlehrplan vorgesehenen Kapitel zum Thema Ökologie zu ergänzen. Die Arbeitsblätter sollen hauptsächlich die Klassen 5e und 8e ansprechen.

Neben diesen ökologischen Aspekten lernen die Schüler auch die Nutzung des Waldes von Industrie und Wirtschaft sowie deren Folgen auf die Natur kennen. Sie erhalten einen Einblick in die Geschichte dieser Gegend. Diese Aspekte sollen unter anderem auch das Bewusstsein über die Folgen menschlicher Eingriffe in die Natur stärken und die Schüler so zu einem nachhaltigen Verhalten anregen.

Ein weiteres Ziel dieser Arbeit ist es, eine Bestandsaufnahme der einzelnen Waldgesellschaften in und um Hollenfels zu machen. Diese könnte dann im Rahmen weiterer Arbeiten als Ausgangspunkt dienen.

2. Die ökonomischen und sozialen Aspekte dieser Gegend

2.1. Die Eisenindustrie

2.1.1. Geschichte der Eisenindustrie Luxemburgs¹

Die Geschichte der Eisenindustrie Luxemburgs begann schon lange vor der Entdeckung der Minettevorkommen und lässt sich bis ins Altertum zurückverfolgen. Die natürlichen Ressourcen unseres Bodens stellten ideale Bedingungen einer Eisenindustrie dar. In der Tat, gehören die Eisenerzvorkommen bis heute zu den wichtigsten Bodenschätzen unseres Landes und ihre Förderung und Verarbeitung bildeten schon vor über hundert Jahren einen wesentlichen Bestandteil der luxemburgischen Wirtschaft. Die Einwohner, die bereit waren durch schwere Arbeit dem eher ungünstigen Boden für den Ackerbau etwas abzugewinnen, einerseits, sowie die großen mit Wald bedeckten Flächen des Landes andererseits begünstigten zusätzlich die Entwicklung der Eisenindustrie.

Genaue Informationen über den Beginn der Industrie hierzulande sowie die Entstehung der Eisenindustrie im Allgemeinen gibt es keine. Lediglich einige archäologische Einzelfunde von Schlacken auf dem Titelberg deuten darauf hin, dass hier schon zu keltischen Zeiten Eisen hergestellt wurde. Tatsächlich besiedelten die Kelten, später von den Römern Gallier genannt, die Gegend nördlich der Marne und westlich des Rheins und hatten hier schon vor der Eroberung durch die Römer eine Industrie. Auch Caesar bemerkte schon, dass es hier viele Eisenhöfen gab. Aus der Zeit der Besetzung durch die Römer gibt es die ersten schriftlichen Andeutungen über gallische Eisenhöfen.

Die Befriedung Galliens durch die Römer (PAX ROMANA) brachte einen gewissen Wohlstand in unsere Gegenden. Die einheimischen Industrien konnten somit unterstützt werden und es kamen neue hinzu. In der Tat wurden in Luxemburg Spuren gefunden, die auf eine florierende und intensive Eisenindustrie zu diesen Zeiten schließen lassen. Die Römer selbst waren Herr über die einzelnen Schmieden, kannten selbst aber nicht viel von der Eisengewinnung. Dies wurde den einheimischen Sklaven überlassen, die die manuelle Arbeit

¹ WAGENER, J. (1921). *La sidérurgie luxembourgeoise avant la découverte du gisement des Minettes*. Diekirch : Imprimerie Paul Schroell.

verrichteten. Die Kelten nutzten zwei Arten von Eisenerz, das Rasenerz, das im Süden unseres Landes verteilt war, und die oolithischen Gesteine der Minette.

Der Fall des römischen Reiches und der Beginn der Völkerwanderungen setzte der luxemburgischen Eisenindustrie ein jähes Ende, das sich so lange hinzog, dass die Eisenindustrie in Vergessenheit geriet. Die neuen Völker, die sich hier niederließen, erkannten zwar den Nutzen des Rasenerzes und griffen dessen Verarbeitung wieder auf, die Kunst der Eisengewinnung aus den Minetten blieb ihnen jedoch unbekannt.

Für den Wiederaufbau des zerstörten Europas und den politischen Umschwung, der sich hier vollzog, waren Schwert und Degen unverzichtbare Gegenstände. Die Eisenindustrie war somit von großer Bedeutung und hatte zur Folge, dass ein Großteil des Eisenerzes aufgebraucht wurde. Um der Nachfrage an Bewaffnung gerecht werden zu können, mussten die Eisenhütten, die größtenteils durch die Unruhen zerstört worden waren, wieder aufgebaut werden. Der große Verschleiß an Eisen für die Herstellung von Waffen hatte zur Folge, dass das Eisen knapp wurde. Dieser Eisenmangel spitzte sich in den ersten Jahrhunderten des Mittelalters zu. Das wenige Eisen, das nicht zum Bau von Waffen verwendet wurde, wurde zum Erbauen von Gebäuden, Herstellen von Gitterstäben, Schlössern und Riegel aufgebraucht. Unter der Herrschaft Karl des Großen war der Eisenmangel noch so akut, dass man ein Verbot aussprach, Eisen außerhalb des Reiches zu exportieren. Zu dieser Zeit begann die Metallindustrie in Luxemburg wieder aufzuleben, was jedoch nur teilweise der Fall war, da die Minettevorkommen bis Anfang des 19. Jahrhundert in Vergessenheit blieben. Man nutzte also nur das Rasenerz, das sehr unregelmäßig im Land verteilt war. Aus diesem Grund erbaute man keine dauerhaften Eisenhütten, sondern nur einfache Öfen in der Nähe der Erzlagerstätten. Ging das Eisenerz an dieser Stelle auf ein Ende zu, wurde der Ofen verlassen und ein neuer an einem günstiger gelegenen Ort erbaut.

Wie schon erwähnt, hatten die Römer wenig Respekt vor manueller Arbeit und ihre Missachtung gegenüber Handwerkern spiegelte sich klar in ihrer Gesetzgebung wider. Die Einheimischen, die sich um die Eisengewinnung kümmern mussten, waren gänzlich abhängig von ihren römischen Ansiedlern. Unter den Franken, die nach den Römern kamen, herrschte dann das Leibeigentum. Die Wichtigkeit die man der Eisenindustrie zugestand, erlaubte es dem Schmied einige Vorteile gegenüber anderen handwerklichen Arbeiten zu gewinnen. So

konnten Schmiede frei über einen Teil ihrer Zeit verfügen, in der sie, neben ihrem Herrn, auch für andere arbeiten konnten.

Die Missachtung vor dem Handwerk hatte ein enges Zusammenhalten der Arbeiter zur Folge, die somit politischen Einfluss ergattern konnten. Unter der Herrschaft von Heinrich VI. wurden die Handwerker dank einer Charta zu freien Leuten. Die Vorteile dieser Charta konnten die Schmiede jedoch nur begrenzt genießen, da die Einführung des Feudalismus diese Unabhängigkeit praktisch ungeschehen machte. Wegen des Grundeigentums blieben die Hüttenwerke bis zum 18. Jahrhundert größtenteils unter der Kontrolle von Feudalen und der Kirche. Der Lehnsherr trieb die Abgabe in Eisen ein. Nach und nach gelang es den Gutsherren die Lehnswesen, die die Grundherren ihnen zugeteilt hatten, in persönliches Gut umzuwandeln. Dieser Umschwung des Besitzes bewirkte, dass die Schmiede zunehmend sesshaft wurden. Die Grundherren bekamen Gebühren für die Nutzung des Landes.

Eine Reihe von Büchern aus dem Mittelalter über die Kunst des Schmiedens belegen die Entwicklung und Verfeinerung dieser Techniken. Jedoch waren diese Verbesserungen nur in Städten vertreten und die ländlichen Schmiede waren schnell überholt, da sie weder ihre Technik noch ihr Werkzeug modernisieren konnten. Dies führte dazu, dass die Eisengewinnung seit der Römerzeit keinen Fortschritt machte, was in Luxemburg sogar eher einem Rücktritt gleichkam, da die Minettevorkommen in Vergessenheit blieben. Erst im 15. Jahrhundert, ließen die Gründung großer Staaten und die kolonialen Expeditionen die ländlichen Schmieden wieder aufleben. Dies lag hauptsächlich daran, dass Armeen aufgestellt wurden und somit der Bedarf an Eisen stark zunahm. Um den großen Anfragen gerecht zu werden, erbaute man größere Öfen. Da der Blasebalg, der die Luftzufuhr sicherte, größer wurde, musste man auf Wasserräder zurückgreifen, um die Öfen zu betätigen. Die Schmieden siedelten sich am Gewässer an und entwickelten sich zu größeren Einrichtungen mit ausreichend Personal.

2.1.2. Eisenherstellung

- Rennöfen^{2,3,4}

Rennöfen waren 1,5 Meter hohe Schachtöfen, in Form eines Zylinders und von einem Lehm mantel umgeben. Die Luftzufuhr geschah über eine Reihe von Löchern, die über dem Boden angebracht waren. Der Arbeiter konnte somit anhand eines Blasebalgs Luft für das Feuer hineinblasen. Der Prozess der Eisengewinnung in einem solchen Rennofen war sehr einfach. Als Erstes wurde die Holzkohle im Ofen angezündet und, bei ausreichender Glut, füllte man dann abwechselnd zusätzliche Holzkohle und Eisenerz hinzu.

Bei diesem Verfahren wird Eisenerz mit Holzkohle zu Metall reduziert. Da die Schmelztemperatur des Eisens bei über 1500°C liegt und hier nur Temperaturen von 1200°C erreicht wurden, wurde das Eisen hier nicht geschmolzen. Durch die silikatischen Beimengungen im Erz und durch eine Reaktion mit der Ofenwand, entsteht eine eisenreiche Schlacke, die bei Temperaturen von 1200°C flüssig ist. Diese kann im unteren Teil des Ofens ausfließen und das übriggebliebene Eisenerz wird durch eine reduzierende Reaktion mit dem Kohlenstoffmonoxid zu Eisen. Man erhält so einen schwammigen Eisenklumpen, die sogenannte Luppe, die mit Schlacke und Verunreinigungen durchsetzt ist. Durch Hämmern der glühenden Masse wird dem Eisen die Schlacke ausgetrieben. Diese Methode wird als direkte Methode bezeichnet.

² <http://industriemuseum-brandenburg.de/pdf/Eisen%20und%20Stahl.pdf>

³ <http://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/Rennofen?redirectfrom=Rennfeuer-Verfahren>

⁴ WAGENER, J. (1921). *La sidérurgie luxembourgeoise avant la découverte du gisement des Minettes*. Diekirch : Imprimerie Paul Schroell.

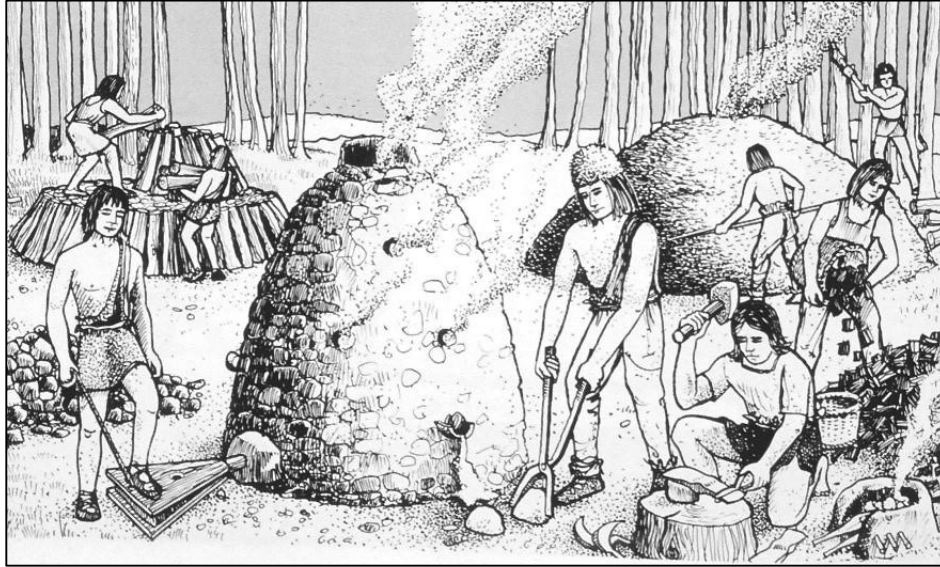


Abbildung 1: Rennofen-Technologie; Im Vordergrund sind die Arbeiten mit dem Schmelzofen und das Schmieden der Luppe dargestellt, im Hintergrund die Herstellung von Holzkohle.⁵

- Der katalanische Schachtofen⁶

Im Mittelalter stellte man Eisen ausschließlich über die direkte Methode her. Das oben beschriebene Verfahren wurde von Hüttenarbeitern aus Katalonien weiterentwickelt. Daher stammt der in Deutschland und Frankreich verbreitete Namen „katalanische Methode“. Im Unterschied zu der bisher angewandten Methode wurde das Eisenerz hier nicht in abwechselnden Schichten mit der Holzkohle eingefüllt, sondern es wurde in einer einzigen Schicht in den hinteren Teil des Ofens gefüllt. Der vordere etwas größere Bereich des Ofens wurde mit Holzkohle aufgefüllt. Damit die reduzierenden Gase nach unten wanderten deckte man die Holzkohle luftdicht ab. Das Kohlenoxyd, das bei der teilweisen Verbrennung der Holzkohle entstand, durchquerte so das Eisenerz und reduzierte es nach und nach. Das entstandene Eisen setzte sich langsam im unteren Teil des Ofens ab. Man sammelte dann die einzelnen Eisenklumpen und setzte sich kurz einem heftigen Feuer aus, um sie zu einem großen Klumpen zusammenzuschweißen, der dann gehämmert werden konnte. So wurde die Luppe von einem großen Teil der Schlacke befreit.

Mit dieser Methode konnte man nach Belieben Eisen oder Stahl herstellen. Zum Herstellen von Weicheisen musste man den Prozess beschleunigen, damit das reduzierte Eisen keinen Kohlenstoff aufnehmen konnte. Zum Herstellen von Stahl hingegen musste man das ganze

⁵ <http://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/Rennofen?redirectfrom=Rennfeuer-Verfahren>

⁶ WAGENER, J. (1921). *La sidérurgie luxembourgeoise avant la découverte du gisement des Minettes*. Diekirch : Imprimerie Paul Schroell.

verlangsamen und den Kontakt von Eisen und Holzkohle verlängern. Diese Methode wurde bis Anfang des 19. Jahrhundert in dem „Stahlwerk“ von Grundhof benutzt. Auf Schloss Vianden wurde ein solcher katalanischer Ofen entdeckt.

- Der Stückofen⁷

Im katalanischen Schachtofen erhielt man zähes Eisen, da sich die Reduktion bei relativ niedrigen Temperaturen vollzog und so nur wenig Phosphor im Eisen zurückblieb. Jedoch enthielt die Schlacke 30-35% des Eisens, das im Erz war, was einen ziemlich schlechten Ertrag ergab. Man erhöhte die Schachtofen, um eine bessere Reduktion zu ermöglichen, was im 14. Jahrhundert zu einem neuen Ofentyp führte, dem Stückofen. Dieser Ofen ermöglichte einen deutlich besseren Ertrag zu erzielen, war jedoch schwieriger zu handhaben.

- Der Hochofen⁸

Informationen über erste Hochöfen findet man um 1450 aus der Rheingegend. Bis zur Mitte des 16. Jahrhundert sollen die Hochöfen ausschließlich im Osten Frankreichs und Westen Deutschlands genutzt worden sein, Luxemburg liegt somit im Kern dieser Gegend. Durch das Benutzen von Hochöfen konnte der Ertrag bei der Eisenherstellung um ein Vielfaches erhöht werden.



Abbildung 2: Historischer Hochofen der Hammerhütte Brausenstein in der Sächsischen Schweiz aus dem 17. Jh.⁹

Die ersten Hochöfen waren rechteckige Gebäude, mit einem Dach aus Ziegel, das in der Mitte eine Öffnung zum Austreten der Gase besaß. Der Hochofen bestand aus zwei ineinander

⁷ WAGENER, J. (1921). *La sidérurgie luxembourgeoise avant la découverte du gisement des Minettes*. Diekirch : Imprimerie Paul Schroell.

⁸ WAGENER, J. (1921). *La sidérurgie luxembourgeoise avant la découverte du gisement des Minettes*. Diekirch : Imprimerie Paul Schroell.

⁹ <http://de.academic.ru/dic.nsf/dewiki/381397>

gestapelten Konstruktionen, dem äußeren Mauerwerk und dem feuerfesten Kern. Der Kern bestand aus mehreren Abschnitten. Oben der Dampfkessel mit der Öffnung zum Austreten des Dampfes, auf halber Höhe war der Dampfkessel ausgebreitet und formte so den „Bauch“. Darunter befand sich ein umgedrehter Kegel. Im untersten Teil befand sich der Tiegel, in dem sich das flüssige Roheisen sammelte. Dieser Teil des Ofens bestand aus 4 rechteckigen Seiten, an einer befand sich ein Loch zum Abfließen des Roheisens und eine enthielt eine Düse über die durch einen von einem Wasserrad angetriebenen Blasebalg Luft in den Ofen gepumpt wurde.

Anfang des 19. Jahrhunderts brachte man zwei Düsen an, danach sogar drei. Veränderungen im Aufbau dieser Hochöfen vollzogen sich in Luxemburg sehr langsam, was der Hochofen von Fischbach zeigte, der bis ins Jahr 1858 betrieben wurde und aus einem rechteckigen unteren Teil mit nur einer Düse bestand. Erst Mitte des 19. Jahrhunderts begann die Veränderung in Richtung großer moderner Hochöfen, wie man sie heute noch kennt. Wenn der Hochofen in einem Tal errichtet wurde, musste man einen schrägen Gang erbauen um an die Spitze zu gelangen, von wo er geladen wurde.

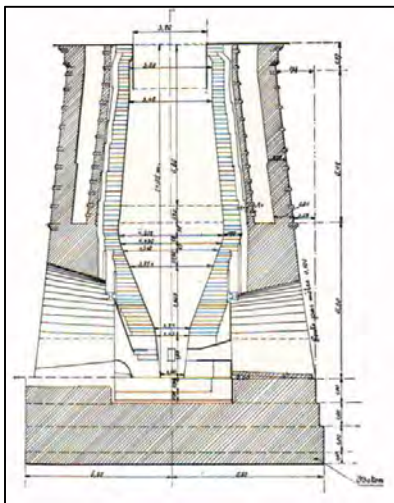


Abbildung 3: Schnitt durch einen Hochofen¹⁰

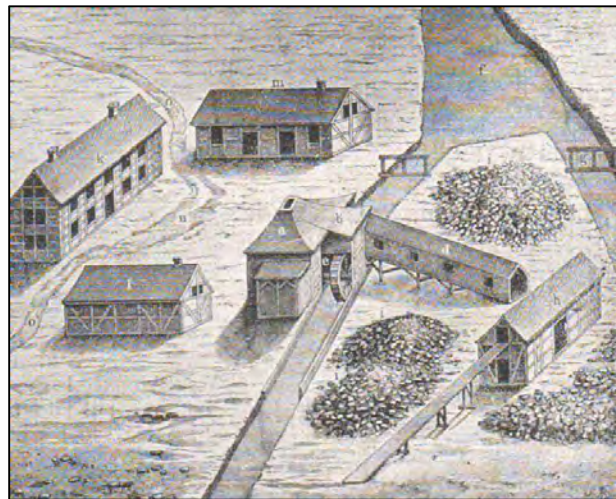


Abbildung 4: Schematische Darstellung eines Hochofens¹¹

Im Jahre 1650 schätzte man den Ertrag der Hochöfen auf 400 000 Pfund im Jahr. Man steigerte diesen bis ins Jahr 1810, so dass der Hochofen in Simmer bis zu 550 000 kg erreichte.

¹⁰ WAGENER, J. (1921). *La sidérurgie luxembourgeoise avant la découverte du gisement des Minettes*. Diekirch : Imprimerie Paul Schroell, S. 24.

¹¹ WAGENER, J. (1921). *La sidérurgie luxembourgeoise avant la découverte du gisement des Minettes*. Diekirch : Imprimerie Paul Schroell, S. 22.

Der Unterhalt dieser Hochöfen war wenig kostspielig. Angestellt waren hier zwei Schmelzer und vier Auflader, die in 2 Gruppen eingeteilt waren und von einem Chef-Schmelzer überwacht wurden. Hinzu kamen 4 Hilfskräfte, die das Eisenerz und die Holzkohle in den Ofen luden. Dieses Personal teilte sich in 2 Gruppen auf, die sich die Tages- und Nachtschichten teilten.

2.1.3. Brennstoff der alten Eisenhütten^{12,13}

Die großen Wälder unseres Landes, die oft den einzigen Reichtum dieser Gegenden ausmachten, erlaubten es, dass sich die früheren Eisenhütten sehr verstreut durch die Gegend ausbreiteten. Bis zum Ende des Mittelalters, wo man mit Rennöfen arbeitete, konnte man sich mit der Holzkohle zufriedengeben, die man aus totem Holz gewinnen konnte, das man einfach im Wald einsammeln durfte. Durch die Anwendung von Hochöfen, stieg der Holzbedarf jedoch drastisch an und so verschwanden jährlich immer größere Teile des Waldes. Im Mittelalter standen die Wälder jedem Einwohner frei zur Nutzung.

Um das 16. Jahrhundert begann diese uneingeschränkte Nutzung des Waldes die Regierung zu beunruhigen und man entschied die Rechte der Grundbesitzer und ihrer Nutzer einzuschränken. Man setzte eine Gesetzgebung auf, die das Nutzen und das Verkaufen des Zuschnittes reglementierte. Vor dem Jahr 1617 gab es lediglich separate Regelungen, die nur für eine bestimmte Grundherrschaft oder einen einzelnen Wald galten. Dies änderte sich durch die Gesetzgebung, die unter Albert und Isabelle (1617) in Kraft trat und einheitlich für alle großen Wälder galt. Den Vorzug, den die Schmelzbesitzer durch dieses Holzungsrecht erhielten, galt jedoch nur für die Wälder, die dem Staat angehörten. Die großen privaten Waldbesitzer ließen sich das Holz bezahlen. Man kaufte die Bäume und die Schmelzbesitzer mussten das Abholzen dieser Bäume von Holzfällern („boquillons“) ausführen lassen. Die Holzkohleherstellung wurde dann von einem Köhler durchgeführt. Anfangs war das Holz sehr günstig, der Preis stieg jedoch schnell an. Der Konkurrenzkampf der zwischen den einzelnen Schmelzbesitzern entstand, hatte eine Steigerung der Eisenpreise zur Folge.

¹² HILBERT, R. (1994). D'Geschicht vun Miersch II. Deel, « Dat neit Miersch ». Mersch : Imprimerie Fr. Faber.

¹³ WAGENER, J. (1921). *La sidérurgie luxembourgeoise avant la découverte du gisement des Minettes*. Diekirch : Imprimerie Paul Schroell.

Durch die starke Waldrodung ging die Ausbreitung der Wälder in dem Gebiet, das heute das Großherzogtum bildet, stark zurück. Erst um das Jahr 1875 konnte man wieder einen Anstieg der Waldfläche feststellen, was mit der Nutzung von Koks anstelle von Holzkohle, die sich seit dem Jahr 1865 verbreitete, einherging.

Das Holz selbst enthält auch noch im trockenen Zustand einen zu hohen Wasseranteil, was seine Fähigkeit behinderte, die hohen Temperaturen, die zur Eisenherstellung nötig waren zu erreichen. Man musste dieses Holz also erst zu Holzkohle verarbeiten und die störenden Bestandteile entfernen. Um den Transport von unnötigem Material zu verhindern, das 70-75% des Gewichts ausmachte, fand die Umwandlung von Holz zu Holzkohle im Wald selbst statt. Dieser Prozess geschah anhand von Kohlenmeilern, die mit Erde bedeckt waren. Da das Brennen dieser Meiler eine große Gefahr für den umliegenden Wald darstellte, mussten diese Meiler einer strengen Überwachung unterworfen werden. Nachdem der Boden eingeebnet war, errichtete man einen ersten Mast von einigen Metern Höhe, um den man Baumstämme im Kreis anordnete. Man stapelte auf diese erste Schicht mit einem Durchmesser von vier bis fünf Metern dann weitere Holzstämme bis zu einer Höhe von drei bis vier Metern. Das Fassungsvermögen eines Meilers betrug 20 – 25 Kubikmeter, und der Holzkohleertrag betrug dann ungefähr 40%. Man deckte den Holzhaufen mit Sand zu und entfernte den Mast in der Mitte, was einen Rauchabzug bildete. Durch eine horizontale Rinne zündete man den Meiler an. Danach bestand die Aufgabe darin, eine gleichmäßige Temperatur im Inneren zu bewahren entweder indem man zusätzliche Löcher einfügte, damit Luft eindringen konnte, die das Feuer weiter entfachte oder indem man Löcher schloss, um die Flammen etwas einzudämmen.

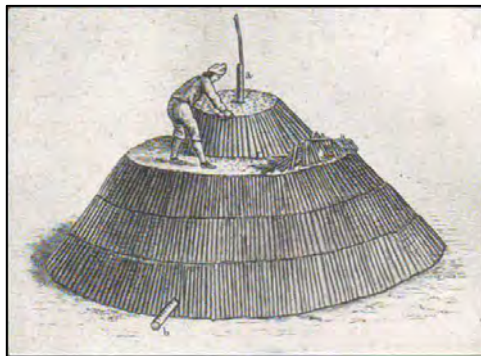


Abbildung 5: Errichten eines Kohlemeilers¹⁴

¹⁴ WAGENER, J. (1921). *La sidérurgie luxembourgeoise avant la découverte du gisement des Minettes*. Diekirch : Imprimerie Paul Schroell, S.34.

Ein Kubikmeter Holz brachte durch dieses Verfahren 80 Kilogramm Holzkohle. Allein Thomas Bidart, Schmelzbesitzer von Ansemburg, kaufte in den Jahren 1642 bis 1655 rund 60990 Kubikmeter Holz der umliegenden Wälder. In den zehn darauffolgenden Jahren kamen noch einmal 48720 Kubikmeter hinzu. Um 1800 betrug der Verbrauch an Holzkohle zur Herstellung einer Tonne Gusseisen 5900 Kubikmeter. Die Verfeinerung des Gusseisens in einer Schmiede benötigte nochmals 6670 Kubikmeter. Da man 1418 Kilogramm Gusseisen benötigte um 1000 Kilogramm Schmiedeeisen herzustellen, kann man sagen, dass man zur Herstellung von einer Tonne Schmiedeeisen rund 15040 Kubikmeter Holzkohle verbraucht, was ungefähr 3309 Kilogramm ausmachen.

Der Transport der Holzkohle zur Schmiede wurde dann anhand von großen weidengeflochtenen Körben („Kuelebootschen“) durchgeführt, die auf Karren geladen wurden. So entstand eine Karawane von 6-8 Karren, die die gesamte Holzkohle eines Meilers transportieren konnte. Auch dieser Transport musste streng überwacht werden und man hatte immer Wasser dabei, da die Holzkohle oft wieder Feuer fing.

Die Arbeit im Wald wurde von sogenannten Köhlern bewerkstelligt. Im Winter schlugen sie die Stämme und stapelten sie auf, im Sommer wurde das Holz dann zu Holzkohle verarbeitet. Die meist aus dem Wallonischen stammenden Köhler führten ein sehr bescheidenes Dasein. Sie lebten in primitiven hölzernen Hütten, die allein oder in kleinen Siedlungen im Wald außerhalb der Dörfer lagen. Das längst verschwundene Dorf Kolbach lag mit 14 Häusern an der Kalenbach und war wahrscheinlich eine solche Siedlung. Heute findet man hier nur Überreste einer alten Bannmühle der Herrschaft Hollenfels.

2.1.4. Das Eisenerz Luxemburgs^{15,16}

Schon im Mittelalter gewann man in der Gegend, die das heutige Luxemburg bildet, fast ausschließlich Diluvial- und Alluvialerze, die im Süden des Landes verteilt sind und aus ausgewaschenen Trümmern von altem Gestein bestehen. So sind hier der Sand, der Ton und die Steine oft sehr eisenhaltig. Dieses Material wurde von Wasser angeschwemmt und hat sich in Vertiefungen angesammelt. Hier findet man Erz in vielen verschiedenen Größen vom

¹⁵ WAGENER, J. (1921). *La sidérurgie luxembourgeoise avant la découverte du gisement des Minettes*. Diekirch : Imprimerie Paul Schroell.

¹⁶ BÜHLMANN, R. (1949). *Wirtschaftliche Entwicklung und Bedeutung der Gruben- und Eisenindustrie im Großherzogtum Luxemburg*. Luxemburg: Bourg-Bourger.

Sandkorn bis hin zum großen Kieselstein. Es besteht aus einem Eisenoxyd, das sehr reich an Siliziumdioxid (Quarz) ist. Alle Ablagerungen befinden sich hauptsächlich in einem Dreieck begrenzt durch die Eisch, die Alzette und die heutige südliche Landesgrenze. Geologisch gesehen befinden sich die Erze in den Schichten des Juras, außer an der Nordspitze des Dreiecks, die sich über Schichten des Keupers erstreckt. Das Erz wurde hier von früheren Flüssen abgelagert, die längst verschwunden sind und sich über die damaligen Hochebenen erstreckten, die noch nicht mit Tälern durchzogen waren. Wegen Hochwassers überschwemmten sie regelmäßig und änderten ihre Richtung. Die mitgeströmte Erde setzte sich in Vertiefungen nieder, wo man sie später finden konnte.

Die Karte (Abbildung 6) zeigt eine Verteilung des Erzes in einem Spektrum, dessen Zentrum in der Gemeinde Pétingen ist. Die Gruben dieser Gegend sind am eisenhaltigsten und erreichen einen Eisengehalt von 30-40%. Je weiter man sich von diesem Zentrum entfernt umso weniger Erz findet man und es wird auch weniger eisenhaltig. Die wichtigsten Lagerstätten, in denen die Qualität des gewonnen Eisens am besten ist, liegen in der Gegend von St. Pancré (bei Gorcy).

Die Ausgrabungen fanden größtenteils unter freiem Himmel statt, mit wenigen Ausnahmen, wie in der Gegend um Mersch, wo man unterirdische Ausgrabungen vornahm. Die dunkelbraunen und glänzenden Erzkörner waren stark mit Boden vermischt und mussten vor Gebrauch in Erzwäschereien an Bächen und Flüssen gereinigt werden. Dies geschah in rechteckigen Trögen von 10 Metern Länge und einem Meter Breite, die in den Boden eingelassen waren.



Abbildung 6: Verteilung des Eisenerzes in Luxemburg¹⁷

Das phosphorarme Bohnerz (fer fort) wurde von der alten Eisenindustrie zu besseren Eisensorten verhüttet, das phosphorreiche Rasenerz (fer tendre) hingegen wurde zu minderwertigem Roheisen verarbeitet.

¹⁷ WAGENER, J. (1921). *La sidérurgie luxembourgeoise avant la découverte du gisement des Minettes*. Diekirch : Imprimerie Paul Schroell, S.39.

2.1.5. Die Eisenindustrie der Gegend in und um Ansemburg^{18,19,20,21}

Im Jahre 1623 stirbt Pierre-Ernest de Raville, Gutsherr von Rollingen, Ansemburg, Simmer, Koerich und Dagstul. Die finanzielle Situation der Familie de Raville, einst einer der wohlhabendsten Familien des Herzogtums Luxemburg, war zum Zeitpunkt des Todes von Pierre-Ernest de Raville sehr schlecht. Die Schulden, die der Verstorbene hinterließ, waren so groß, dass sie durch das Einkommen der Hinterlassenschaften nicht getilgt werden konnten.

Thomas Bidart war zu diesem Zeitpunkt Amtmann in der Grundherrschaft von Ansemburg. Da in seiner Heimat Dinant die Eisenindustrie schon seit mehreren Jahren florierte, erkannte Bidart schnell, dass das Eischtal alle Voraussetzungen einer Eisenverhüttung erfüllte:

- Die großen Wälder lieferten ausreichend Holz, das in Form von Holzkohle zum Betätigen der Brennöfen verwendet werden konnte;
- Die Wasserläufe dieser Gegend konnten gleich für mehrere Zwecke genutzt werden. So stellte das Wasser der Bäche eine ideale Betriebskraft für die Maschinen dar und diente zum Waschen der Erze an Ort und Stelle. Außerdem konnten die Eisenwaren über die Flüsse leicht abtransportiert werden;
- Das Rasenerz befand sich in der direkten Umgebung.

Das gesamte Land, das Thomas Bidart zum Errichten einer Eisenindustrie benötigte, gehörte jedoch der Familie de Raville. Er schlug dieser Familie also vor, zusammen mit seinem Bruder Nicolas, Eisenwerke auf ihrem Boden zu errichten und das Holz der Wälder der Grundherrschaften von Ansemburg und Koerich auf eine Zeitdauer von 21 Jahren nutzen zu dürfen. Der Erlös könnte somit die Schulden der Familie tilgen. Die Familie de Raville stimmte zu und es wurde mit den Brüdern Bidart im Jahre 1624 ein Vertrag abgeschlossen, der der Familie de Raville die Möglichkeit gab, durch den Verkauf des Holzes der Wälder von Ansemburg, Simmern und Koerich einen Ertrag zu erzielen, der weit über dem üblichen Einkommen ihrer Grundherrschaften lag. Außerdem bekamen sie hohe Summen für das Pachten der Wasserläufe und des Grundes, auf dem die neuen Eisenwerke errichtet werden

¹⁸ VAN WERVEKE, N. (1919). *Septfontaines et Ansembourg, Haut fourneau et forge*. Luxembourg : Imprimerie Universelle Linden & Hansen.

¹⁹ WAGENER, J. (1921). *La sidérurgie luxembourgeoise avant la découverte du gisement des Minettes*. Diekirch : Imprimerie Paul Schroell.

²⁰ <http://www.industrie.lu/usineansembourg.html>

²¹ HILBERT, R. (1994). *D'Geschicht vun Miersch II. Deel, « Dat neit Miersch »*. Mersch : Imprimerie Fr. Faber.

sollten. Seitens der Brüder Bidart lag der Vorteil dieses Vertrags darin, dass sie das Benutzungsrecht für die Wasserläufe und die benötigten Gebäude einer solchen Industrie erhielten. Zudem bekamen sie das Recht zu einem sehr geringen Preis über das Rasenerz der Grundherrschaften Ansemburg, Simmern und Koerich zu verfügen. Einige Jahre nach Abschluss dieses Vertrages wurde Thomas Bidart alleiniger Inhaber der Schmiede und konnte durch seine wirtschaftlichen Kenntnisse sein Anwesen stetig steigern. Im Jahre 1668 gewann Bidart einen Prozess gegen de Raville, der Bidart dann alle Rechte und Gerichtsbarkeiten auf das Haus Bidart, die Schmieden, Sägereien und Zubehör, Wiesen, Hecken und Wälder zusprach.

Das von Bidart errichtete Eisenwerk bestand aus zwei verschiedenen Einrichtungen, der Hochofen bei Simmern („Simmerschmelz“) und die Schmiede an der Eisch in Ansemburg. Da die Eisch bei Ansemburg in einem großen Bogen ohne starkes Gefälle verläuft, hat Bidart die Enden dieses Bogens durch einen Kanal verbunden und konnte so ein stärkeres Gefälle erzeugen, das es erlaubte das Gebläse der Schmiede zu betätigen. Im Jahre 1632 mietete Bidart den Abschnitt der Eisch zwischen Simmern und Ansemburg, und konnte so den Transport von Roheisen über das Wasser zwischen Hochofen und Schmiede sichern.

Im Jahre 1626 erhielt Bidart außerdem das Recht den „Hochofen“ unterhalb Hollenfels zu nutzen. Dieser Hochofen war wahrscheinlich nicht mehr als ein katalanischer Schachtofen der an einem Bach namens Kalbach, auf der linken Uferseite der Eisch, lag. Dreißig Jahre später vermachte Jean-Martin de Brockhofen, Gutsherr von Hollenfels, den Ofen an Jean Piret, Besitzer des Hüttenwerks in Colmar-Berg. Letzterer war jedoch, wegen der Errichtung seines Hüttenwerks in Colmar-Berg, überfordert und überließ die Hälfte seines Nutzungsrechts des Ofens Thomas Marchant, Schwager von Thomas Bidart und Schmelzbesitzer in Dommeldange. Im Jahre 1670 wurde dieser Ofen stillgelegt.

Durch die Heirat von Bidarts Tochter mit Thomas Marchant entstand eine geschäftliche Verbindung des Hüttenwerks von Ansemburg mit dem von Dommeldange. Nach dem Tode von Bidart im Jahre 1670 erbten zwei seiner Schwager die gesamte Industrie, Thomas Marchant erhielt das Gut in Simmern und François-Nicolas Thomassin das in Ansemburg. Im Jahre 1711 wird Thomas de Marchant, Sohn von Thomas Marchant und Marguerite Bidart,

Alleinerbe des Besitztums seiner Tante Marie-Anne Bidart, Witwe von François-Nicolas Thomassin, und erhält somit zusätzlich die Eigentümer in Ansemburg.

Das Eisenwerk von Ansemburg, in unmittelbarer Nähe des Schlosses, bestand aus einem katalanischen Schachtofen, zur Herstellung von Roheisen und drei Schmieden. Da der Bedarf an Holz stark gestiegen war, und vielfach auch zu anderen Zwecken, wie dem Schiffbau, genutzt wurde, stieg der Holzkohlepreis rasch an und die kleinen Schmelzen waren nicht mehr konkurrenzfähig. Ähnlich wie die anderen Schmelzen dieser Gegend wurde die Simmerschmelz 1830 und die Schmelz in Ansemburg 1848 stillgelegt. Die Räumlichkeiten in Ansemburg wurden später als Sägewerk genutzt.



Abbildung 7: Schloss und Hüttenwerk vor 1670²²

²² <http://www.industrie.lu/usineansembourg.html>

2.1.6. Das Schloss von Ansemburg²³

Das im Eischtal gelegene „neue“ Schloss von Ansemburg wurde im Jahre 1639 vom Hüttenherr Bidart errichtet und von dessen Familie als Familiensitz genutzt. Durch den Aufbau einer florierenden Eisenindustrie konnten die Herrschaften damals Landwirten, Kohlenbrennern und Tagelöhnern Arbeit bieten und brachten somit Wohlstand ins Tal. Der Reichtum, den die Eisenindustrie der Familie selbst brachte, ist auch heute noch am Schloss und hauptsächlich am geometrisch angelegten Garten gut zu erkennen. Da der Erbe des ganzen Vermögens, Lambert-Joseph de Marchant et d'Ansembourg, ein gieriger Sammler von Büchern und Antiquitäten war, geriet er bald in finanzielle Not und alle Luxusgegenstände wurden verkauft. Der Garten jedoch blieb in seiner Üppigkeit unbeschadet erhalten und wird in dieser Arbeit genauer beschrieben.

Das Schloss selbst bestand anfangs nur aus dem Mitteltrakt, die Seitenflügel wurden später von Erben Bidarts angebaut. Der terrassenförmig angelegte Garten war mit einer Größe von 2,5 Hektar verhältnismäßig eher klein. Dieser Garten war schon im 18. Jahrhundert wegen seiner Fülle an Obstbäumen und Heilpflanzen bekannt.

Schon wenn man den prunkvollen Ehrenhof betritt, fallen mehrere Löwenstatuen auf. Auch im Garten sind solche Löwendarstellung wiederzufinden. Der Löwe war schon für die alte Herrschaft von Ansemburg ein heraldisches Tier und auch das Wappen der Familie Marchant ist mit zwei Löwen geschmückt. Die Eingangspforte in den Garten besteht, genauso wie die Brüstungen der Gartentreppen, aus geschmiedetem Eisen und ist zum Teil mit Blattgold verziert. Durch solche Verzierungen drückten die Herrschaften ihren Reichtum aus.

Der Garten zeichnete sich durch eine bemerkenswerte Sammlung an Pflanzen aus, die aus allen vier damals bekannten Kontinenten stammten. Man züchtete neben Blumen und Arzneipflanzen auch über vierhundert verschiedene Obstsorten. Zitruspflanzen und andere exotische Arten wurden im Winter in zwei Orangerien untergebracht. Indem man Pflanzen aus dem Süden in den Norden verpflanzte, zeigte man, dass man Herr über die Jahreszeiten sein konnte, was wiederum ein Zeichen des Wohlstandes darstellt.

²³ THEISEN, R. (Hrsg.) (2001), *Luxembourg Sculptures*. Steinsel: Editions Ilôts.

Das Element Wasser wurde an vielen Stellen im Garten aufgegriffen. So findet man zahlreiche Brunnen und Fontänen, die allein durch die Schwerkraft betrieben wurden. In der Tat wurde das Wasser der Quellen an der gegenüberliegenden Seite der Eisch gesammelt und durch Heber und Holz- und Bleileitungen in den Garten transportiert.

Die auf der Seite des Gartens liegende Loggia des Hauptgebäudes ist in Arkaden gegliedert. Zwischen den einzelnen Bögen stehen vier überlebensgroße Statuen, die Sklaven mit auf dem Rücken gefesselten Armen und gespreizten Beinen darstellen. Sie sind eine Nachbildung der *Quattro Mori*, die sich am Fuß des Denkmals von Ferdinand I. in Livorno befinden. Jeder Sklave steht für eins der vier damals bekannten Kontinente. Diese Figuren weisen darauf hin, dass die vier Teile des Parterres mit Pflanzen aus der ganzen Welt bepflanzt sind. In der Mitte des, in vier Abschnitte gegliederten, Parterres („parterre à compartiments réguliers“) befindet sich ein Brunnen, in der Form eines vierblättrigen Kleeblattes. In diesem Brunnen sitzt Triton, in sein Horn blasend, auf einer großen Muschel aus Stein, eine Kopie des berühmten Tritonbrunnens von Bernini.



Abbildung 8: Arkaden der Loggia mit Statuen der vier Sklaven. Im Vordergrund ist der Brunnen in Form eines Kleeblattes mit Triton zu erkennen.

Eine, in Längsrichtung parallel zur Gartenfassade verlaufende, Hauptallee mit Vasen und Statuen führt von der Loggia zu einem Brunnen, der mit einem doppelköpfigen vergoldeten Adler gekrönt ist. Dieser Doppeladler ist ein österreichisches Wahrzeichen und sitzt hier auf einer Muschel, die auf einem künstlichen Felsen liegt. Hiermit wird die Herrschaft der Habsburger zu Land und zu Wasser unterstrichen.



Abbildung 9: Goldener Doppeladler

Zur Seite der Loggia beginnt diese Allee, die wegen der Orangenbäume, die zwischen den einzelnen Statuen aufgebaut waren, auch Orangerie-Allee genannt wird, mit zwei Sphinxen. Darauf folgen zwei Vasenpaare und anschließend fünf männliche und fünf weibliche Statuen aus der griechischen und römischen Mythologie. Das Wappen des Grafen, an der linken Seite der Sphinx, wacht über drei männliche und zwei weibliche Statuen, das Wappen der Gräfin hingegen über drei weibliche und zwei männliche Figuren. Die einzelnen Statuen dieser Allee sind im Anhang 3 genauer beschrieben.



Abbildung 10: Orangerie-Allee; Im Vordergrund sind die beiden Vasenpaare zu sehen, dahinter erkennt man die 10 Statuen der römischen und griechischen Mythologie.

Zum oberen Teil des Gartens hin, ist die Orangerie-Allee mit einer Hecke aus Kornelkirsche (*Cornus mas* L.) gesäumt. Unterhalb der Allee befinden sich zwei Heckenquartiere („Boskett“ oder auch „boscage“) genannt. Sie sind in der Mitte in Form von Andreaskreuzen angelegt, der äußere Bereich ist bei einem der beiden Heckenquartiere in Form eines Kreises und beim anderen in Form einer Raute angelegt. Die Heckenquartiere boten Schatten am Nachmittag und man konnte sich auf zahlreichen Bänken, die in Nischen eingelassen waren, ausruhen und dem Zwitschern der Vögel lauschen, die in Volieren im Zentrum der Heckenquartiere gehalten wurden.

Im unteren Bereich des Gartens befindet sich ein 247 Meter langer Hainbuchen-Gang. Ursprünglich war dieser Gang oben nicht zugewachsen und seine Höhe betrug $\frac{2}{3}$ der Breite der Allee, was es den Pflanzen ermöglichte, ausreichend Licht zu bekommen, man aber am Tag beim Spaziergang ausreichend Schatten hatte. Eine sehr alte Platane (~1750) am Ende dieser Allee ist auch ein besonderes Merkmal des Gartens.

2.2. Die Burganlagen von Hollenfels^{24,25,26,27}

2.2.1. Die erste Anlage: die Fliehburg

Diese erste Burganlage liegt rund 350 Meter südöstlich der Burg Hollenfels, auf dem oberen Teil eines schmalen Felsgrates von ca. 60 x 15 Metern Grundfläche. Sie diente wahrscheinlich dazu, den südöstlich, unterhalb des Felsens gelegenen, Übergang über die Eisch zu kontrollieren.

Heute sind von dieser Festungsanlage lediglich der Grundriss eines Bergfriedes sowie ein Abschnittsgraben mit einem Erdsteinwall im Gelände zu sehen. Über die genaue Nutzungszeit dieser Anlage weiß man nichts Genaues. Keramik, die bei den Geländesäuberungen zur Vermessung des schmalen Felsgrates gesichert worden ist, ist ins späte 11. Jahrhundert zu datieren. Auch über die Bauweise (Holz oder Steinmauer) dieser Burganlage sowie über den Zeitpunkt, an dem sie zerstört oder verlassen worden ist, weiß man heute noch nichts. Hierfür müsste man archäologische Untersuchungen durchführen.

2.2.2. Die zweite Anlage: die Burg von Hollenfels

Die mittelalterliche Burg von Hollenfels liegt auf einem 60 x 35 großen Felsvorsprung des Luxemburger Sandsteins. Der im Inneren dieses Felsens gelegene Hohlraum gibt der Burg ihren Namen (hohler Felsen; Hollenfels).

Über den genauen Zeitpunkt an dem die Burg gebaut worden ist, hat man keine genauen Informationen. Mauerreste, die bei Kanalisationsarbeiten im Bereich des Burgbrunnens angeschnitten worden sind, reichen lediglich bis in die Anfänge des 15. Jahrhunderts zurück. Aufgrund von Stilvergleichen in Zusammenhang mit der Herrschaftsgeschichte wurde ein Baudatum für den Bergfried um 1380 vorgeschlagen (Koltz 1975). Der Vergleich mit Architekturelementen, die im Criechinger Haus der Burg von Fels (1385) benutzt worden sind, bestärkt diese Annahme. Die Burganlage besteht heute aus einem mittelalterlichen Bergfried (um 1380), der südwestlichen Bewehrung mit einem Rundturm und einem neuzeitlichen Wohngebäude (1729).

²⁴ COSYN, M. *La vallée de l'Eisch (Vallée des 7 châteaux)*. Bruxelles : Guides Cosyn.

²⁵ ZIMMER, J. (1996). *Die Burgen des Luxemburger Landes (Band II)*. Luxemburg : Editions Saint-Paul.

²⁶ ENTENTE DES COMMUNES ET SYNDICATS D'INITIATIVE DES VALLÉES DE L'EISCH, DE LA MAMER ET DE L'ATERT (Hrsg.), Eischtal, Eisch Valley. Luxembourg: Imprimerie centrale.

²⁷ http://www.darkplaces.org/Luxemburg/Festungen/Chateau_de_Hollenfels/Chateau_de_Hollenfels_DE.html



Abbildung 11: Die Burg von Hollenfels. Hier sind der Bergfried und der südwestlich gelegene Rundturm zu erkennen.

Der Bergfried wurde 1973 restauriert und hat eine Höhe von 39,2 Metern. Im Erdgeschoss und im ersten Stockwerk befanden sich früher Wirtschaftsräume, im zweiten Stockwerk befindet sich ein herrschaftlicher Saal aus der Zeit um 1380, mit Wappen, Skulpturen, sowie einem fein ziselierten Kamin. Darüber, im dritten Stockwerk waren Schlosskapelle und Abortnische, im vierten Stockwerk waren Wohn- und Schlafräume. Oben umläuft ein steinerner Wehrgang den Turm, unter jedem zweiten Pechnasenbogen befindet sich ein Ausguss, von dem der Angreifer begossen werden konnte.

Eine, über den 10 Meter breiten Felsgraben gespannte, Steinbrücke verbindet den Burghof mit dem Vorhof. Ein mittelalterlicher Torturm ist an den Fundamentresten zu erkennen. Diese Turmanlage stand in Verbindung mit der Südwestkurtine, von der der obere Wehrgang erhalten ist.

Erste Erwähnungen über eine Herrschaft von Hollenfels sind aus dem Jahre 1041 und betreffen den Burgherrn Isenbald von Hoffels. Anschließend kommt im Jahre 1129 ein Eckehardus de Holefe in einer Urkunde vor, wo er zusammen mit den Grafen von Clerf und Vianden als Zeugen auftrat. Zwischen 1390 und 1691 ist die Herrschaft von Hollenfels zwischen vier verschiedenen Familien aufgeteilt worden. Die Familie Brias vereinigte 1691

den Besitz, der nach der Französischen Revolution erneut mehrmals den Besitzer wechselte. Im Jahre 1948 kaufte der Luxemburger Staat die Burg Hollenfels. Heute befinden sich hier eine Jugendherberge und ein Ökologie- und Jugendzentrum.

3. Die ökologischen Aspekte dieser Gegend

3.1. Entstehung unserer Wälder^{28,29}

Die bisher jüngste Eiszeit Europas, die sogenannte Würm-Eiszeit, endete vor etwa 15000 Jahren. Das Inlandeis war im Laufe dieser letzten Eiszeit bis weit ins Flachland vorgedrungen und nur wenige schmale Streifen waren vom Eis verschont geblieben. In diesen eisfrei gebliebenen Regionen herrschte zu dieser Zeit eine baumfreie Tundravegetation, mit lichtbedürftigen grasartigen Pflanzenarten, die man heute nur noch in höheren Breitengraden und in Hochlagen der Gebirge vorfindet.

Um die Besiedlungsgeschichte der einzelnen Pflanzenarten in Europa und somit die Entwicklung unserer Wälder nachvollziehen zu können, führte man Untersuchungen von nacheiszeitlichen Mooren durch. In der Tat haben sich hier im Laufe der Zeit zahlreiche Pollenkörner abgesetzt und sind so über tausende Jahre konserviert worden. Die Analyse solcher Pollenkörner ermöglichte es, das Auftreten der einzelnen Pflanzenarten in eine chronologische Reihenfolge zu setzen und somit die Entstehung unserer Wälder zurückzuverfolgen.

Als erste Bäume besiedelten die eher anspruchslosen Birken und Kiefern die vorherrschenden Tundren und breiteten sich mit zunehmender Temperatur immer weiter aus. Diese Erwärmung führte auch zur Ausbreitung der Hasel, die sich in diesen Birken-Kiefernwäldern durchsetzte und es entstanden haselreiche Kiefernwälder. Durch verstärktes Auftreten von Ulmen und Eichen wurden diese aber schnell zu haselreichen Eichenmischwäldern. Durch den weiteren Anstieg der Temperaturen konnten sich dann auch anspruchsvollere Arten wie Esche, Linde und Ahorn durchsetzen und prägten so während etwa 4000 Jahren die Vegetation der Wälder Mitteleuropas.

Da die Temperaturen anschließend wieder etwas sanken und die Niederschläge zahlreicher wurden, konnten sich dann Hainbuche, Rotbuche, Tanne und Fichte entwickeln. Die

²⁸ HOFMEISTER, H. (2004). *Lebensraum Wald, Pflanzengesellschaften und ihre Ökologie*. Remagen-Oberwinter: Verlag Kessel.

²⁹ Mouvement écologique, Natura (Hrsg.) (1993). *Eise Bësch*. Luxemburg : Rapidpress.

Konkurrenzfähigkeit der Rotbuche ermöglichte ihr Durchsetzen in den Eichenmischwäldern, die langsam zu Buchenwäldern wurden. So entstand die ursprüngliche Vegetation, wie sie vor dem Eingriff des Menschen in Europa vorzufinden war.

Zu dieser klimabedingten Entwicklungsgeschichte kommt aber auch noch der Einfluss des Menschen auf die Wälder. Durch das Sesshaftwerden des Menschen und den Beginn des Ackerbaus hat sich die Waldlandschaft in Europa stark verändert. Als Holzlieferant hatte der Wald schon immer eine wichtige Funktion im Leben und in der Entwicklung der Menschheit. Holz diente zur Herstellung von Werkzeugen und war zum Bau von Häusern und Schiffen unentbehrlich. Durch Brandrodungen wurde der Wald zurückgedrängt, um Ackerflächen zu schaffen, die jedoch wegen Verarmung der Böden bald wieder aufgegeben wurden und sich wieder in Wald zurückentwickeln konnten.

Außerdem weideten, bis vor zweihundert Jahren, Kühe, Schafe und Ziegen im Wald. Diese Waldweide brachte einen erheblichen Verbiss der Jungpflanzen mit sich, der zur Folge hatte, dass sich viele Gehölze nicht mehr verjüngen konnten. Somit wurde die Ausbreitung sehr giftiger und aromatischer Pflanzenarten gefördert.

Der Druck auf die Wälder wurde durch die aufkommenden Industrien und den zunehmenden Bedarf an Holz der Köhlereien, die Holzkohle für Eisen- und Glashütten herstellten, ständig erhöht. Die Waldbeschädigung erreichte im 18. Jahrhundert ihren Höhepunkt. Die Übernutzung des Waldes führte dann Anfang des 19. Jahrhunderts zur Einsicht, dass man mehr Rücksicht auf die Wälder nehmen müsse und diese nicht nur ausbeuten, sondern auch pflegen solle. Dies war der Beginn der modernen Forstwirtschaft. Aufforstungsprogramme und der Verbot der Waldweide erlaubten dann eine rasche Wiederbewaldung.

3.2. Charakterisierung von Waldgesellschaften³⁰

Die Artenzusammensetzung eines Waldes hat sich im Laufe der Zeit durch einen langen Entwicklungsprozess ergeben und ist ständig neuen Veränderungen unterworfen. Das Vorkommen der einzelnen Pflanzenarten ist mit den jeweiligen Standortbedingungen eng verknüpft. Außerdem stehen die Arten in ständiger Konkurrenz zueinander, da sie sich in einem ständigen Wettbewerb nach idealen Lebensbedingungen befinden. Eine Pflanzengesellschaft kann man also wie folgt definieren: *„Pflanzengesellschaften sind gesetzmäßige, standortbedingte und konkurrenzbedingte Kombinationen von Pflanzenindividuen, die sich mit ihrer Umwelt in einem dynamischen Gleichgewicht befinden.“*³¹

Zur Charakterisierung einer Waldgesellschaft werden folgende Kriterien berücksichtigt:

- Die Schichtung des Waldes

Waldgesellschaften zeichnen sich im Gegensatz zu anderen Pflanzengesellschaften, wie Röhrichte- und Schuttschiffgesellschaften, durch ihren stockwerkartigen Bestandsaufbau aus. Die unterste Schicht besteht hauptsächlich aus Moosen, Flechten und Pilzen. Darüber befindet sich die Krautschicht, die auch noch mehrfach gegliedert ist und größtenteils aus Farnen und Gräsern zusammengesetzt ist. An die darauffolgende Strauchschicht mit Pflanzen, wie Hartriegel, Holunder und Hasel schließt sich die Baumschicht an. Diese ist wiederum in eine untere Baumschicht, mit beispielsweise Hainbuche und Feldahorn, und in eine obere Baumschicht, mit höheren Bäumen wie Eichen, Rotbuchen und Eschen, gegliedert. Ähnlich dieser oberirdischen Gliederung findet man auch unter der Erde eine Schichtung der Wurzeln wieder.

Diese Schichtungen ermöglichen ein Zusammenleben vieler Pflanzenarten in einer Waldgesellschaft. Der Stockwerkbau in den verschiedenen Waldgesellschaften ist jedoch unterschiedlich stark ausgeprägt und bildet somit ein wichtiges Strukturmerkmal der einzelnen Pflanzengesellschaft. So findet man, zum Beispiel, in Waldgesellschaften in denen die Rotbuche dominiert weniger Schichten vor, als in solchen, wo Bäume, wie die Stieleiche

³⁰ HOFMEISTER, H. (2004). *Lebensraum Wald, Pflanzengesellschaften und ihre Ökologie*. Remagen-Oberwinter: Verlag Kessel.

³¹ HOFMEISTER, H. (2004). *Lebensraum Wald, Pflanzengesellschaften und ihre Ökologie*. Remagen-Oberwinter: Verlag Kessel, S.132.

häufiger sind. Dies liegt daran, dass das dichte Kronendach der Rotbuche kaum Licht durchlässt und somit andere Gehölze keine Möglichkeit haben, sich in der unteren Baumschicht oder der Strauchschicht auszubilden.

- Der jahreszeitliche Aspekt

Die meisten Pflanzengesellschaften verändern ihren Aspekt im Laufe des Jahres, so auch die sommergrünen Laubwälder unserer Gegenden. Dieser jahreszeitliche Entwicklungsgang wird durch die Verfärbung der Blätter, die Blütezeit oder das Auftreten verschiedener Pflanzenarten geprägt. Man unterscheidet den Frühjahrsaspekt, der durch das Auftreten von Frühblühern gekennzeichnet, ist vom Sommeraspekt, wo schon fast keine oberirdischen Spuren von Frühblühern mehr vorzufinden sind und die Krautschicht von Pflanzen wie dem Wald-Bingelkraut und dem Perlgras geprägt wird. Der farbige Herbstaspekt unterscheidet sich wiederum vom kahlen Winteraspekt. Der jahreszeitliche Entwicklungsgang ist charakteristisch für die einzelnen Waldgesellschaften. Verschiedene Gesellschaften, in denen Gräser und Zwergsträucher dominieren, behalten das ganze Jahr über einen nahezu gleichbleibenden Aspekt, wogegen andere durch ihren ausgeprägten Frühjahrsaspekt auffallen.

- Die Lebensformen

Eine Pflanzengesellschaft lässt sich auch durch die Lebensformen der Pflanzen charakterisieren. Zur Beschreibung einer Lebensform werden die unterschiedlichen Schutzvorrichtungen und die Positionen der Überdauerungsorgane während der für ihr Wachstum ungünstigsten Periode berücksichtigt. Bäume tragen ihre Erneuerungsknospen mehr als 5 Meter über dem Boden und gehören somit zu dem Phanerophyten. Genau wie auch bei den Sträuchern (Nanophanerophyten), die ihre Knospen 0,5 Meter über dem Boden tragen, sind sie extremen Witterungsbedingungen stark ausgesetzt. Hier bewähren sich Schutzeinrichtungen, wie Blattfall und Knospenschutz, genauso wie besondere Blattformen.

Die Chamaephyten tragen ihre Knospen in einer Höhe bis maximal 50 Zentimeter über dem Boden. Zwergsträucher wie die Heidelbeere und Kriechstauden wie die Goldnessel zählen zu diesen Pflanzen, die im Winter durch ihre geringe Höhe mit einer Schneeschicht bedeckt und geschützt sein können. Pflanzen, bei denen die oberirdischen Pflanzenteile absterben und die Erneuerungsknospen unmittelbar oberhalb des Bodens liegen nennt man Hemikryptophyten.

Diese werden in der ungünstigen Jahreszeit durch die Laubstreu und durch geringe Schneedecken überdeckt. Die Geophyten besitzen unterirdische Überdauerungsorgane, die mit Nährstoffen gefüllt sind, was diesen Pflanzen ein frühes Austreiben im Frühling ermöglicht. Sie blühen bevor die höheren Pflanzen Blätter entwickeln und im Sommer ist von ihnen schon nichts mehr zu sehen. Zu guter Letzt gibt es noch Pflanzen bei denen nur die Samen den Winter überdauern. Da diese Pflanzen vollständig absterben und sich anschließend wieder komplett erneuern müssen, sind sie an nährstoffreiche Standorte gebunden. Diese Lebensform wird als Therophyten bezeichnet.

Das Vorkommen der einzelnen Lebensformen ist je nach Pflanzengesellschaft unterschiedlich. So kann das Vor- respektive das Zurücktreten der einzelnen Lebensformen Auskunft über die Standortbedingungen geben. Vergleicht man zum Beispiel einen Sternmieren-Hainbuchenwald mit einen Birken-Stieleichenwald, erkennt man bei Ersterem ein verstärktes Vorkommen von Geophyten, was auf eine gute Nährstoffversorgung des Bodens hindeutet, während Chamaephyten und Hemikryptophyten eher wenig vertreten sind. Bei Zweiterem dagegen findet man wegen der sauren Böden fast keine Geophyten, jedoch mehr Chamaephyten und Hemikryptophyten.

3.3. Die hier berücksichtigten Waldgesellschaften^{32,33}

Durch den Einfluss von Boden, Klima und Mensch lassen sich die, in unseren Breitengraden vorkommenden, Waldgesellschaften in eine Reihe von unterschiedlichen Vegetationseinheiten unterteilen. Folgende Abbildung zeigt die Standortansprüche mitteleuropäischer Laubwaldgesellschaften in Bezug auf die Feuchtigkeit und die Basenversorgung des Bodens.

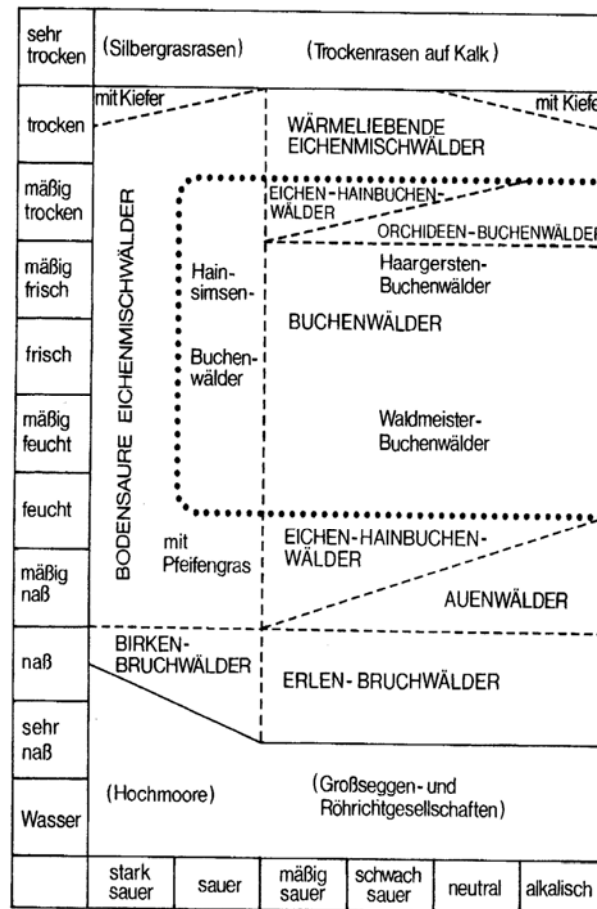


Abbildung 12: Standortansprüche Mitteleuropäischer Waldgesellschaften³⁴

³² HOFMEISTER, H. (2004). *Lebensraum Wald, Pflanzengesellschaften und ihre Ökologie*. Remagen-Oberwinter: Verlag Kessel.

³³ ADMINISTRATION DES EAUX ET FORÊTS DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG (Hrsg.) (2001). *Les forêts naturelles et semi-naturelles au Grand-Duché de Luxembourg*.

³⁴ HOFMEISTER, H. (2004). *Lebensraum Wald, Pflanzengesellschaften und ihre Ökologie*. Remagen-Oberwinter: Verlag Kessel, S.154.

Auf Abbildung 12 erkennt man, dass Buchenwälder eine relativ weite ökologische Amplitude in Bezug auf die Feuchtigkeit und die Basenversorgung des Bodens haben. Höhere Feuchtigkeitsverhältnisse bringen mit sich, dass sie durch Eichen-Hainbuchenwälder ersetzt werden, bei wesentlich trockneren Standortbedingungen hingegen sind es wärmeliebende Eichenmischwälder, die sich an Stelle der Buchenwälder durchsetzen können. Ähnlich ist es mit der Basenversorgung des Bodens; eine geringe Basen- und Nährstoffversorgung des Bodens bringt mit sich, dass saure Eichmischwälder den Buchenwald ersetzen.

Folgende Waldgesellschaften werden in dieser Arbeit berücksichtigt:

- Waldmeister/Perlgras-Buchenwald

Der Perlgras-Buchenwald ist eine der am häufigsten vorkommenden Waldgesellschaften in Mitteleuropa und erstreckt sich vom Flachland bis hin zu den Alpen. In Luxemburg ist ein Viertel der bewaldeten Fläche mit dieser Waldgesellschaft besiedelt. Der Boden ist meist tiefgründig mit mittlerer bis guter Nährstoff- und Basenversorgung und einem ausgeglichenen Wasserhaushalt (die Rotbuche verträgt einen andauernden Sauerstoffmangel nur sehr schlecht und wächst deshalb nicht gut bis gar nicht auf Böden, in denen sich das Wasser über einen längeren Zeitraum anstaut).

Der Perlgras-Buchenwald kommt, je nach Nährstoff- und Kalkgehalt des Bodens, in vielen Ausbildungsformen vor. Die Rotbuche dominiert in der Baumschicht, kann aber durch verschiedene Arten, wie die Trauben-Eiche, den Berg-Ahorn, die Esche oder die Birke, begleitet werden. Auf den ärmeren Böden des Luxemburger Sandsteins ist die Trauben-Eiche häufig zusammen mit der Rotbuche zu finden, auf reicheren Böden hingegen sind es eher Esche, Hainbuche und Feld-Ahorn, die sich unter die Rotbuchen mischen.

Wegen des dichten Kronendachs der Rotbuche, gelangt nur wenig Licht (weniger als 10%) an den Waldboden. Dies führt in Perlgras-Rotbuchenwäldern, die auf etwas ärmeren Böden wachsen, dazu, dass sich keine üppige Strauchschicht entwickeln kann. Ausschließlich auf reicheren und kalkhaltigen Böden kann sich auch in einem Perlgras-Rotbuchenwald eine Strauchschicht bilden, die aus einer Vielzahl von Arten besteht.

Die Krautschicht besteht neben den beiden charakteristischen Pflanzenarten des Waldmeister-Perlgras-Rotbuchenwaldes aus Frühblüher, wie dem Busch-Windröschen, der Goldnessel, dem Wald-Veilchen oder dem Flattergras.

- Hainsimsen-Buchenwald

Etwas weniger häufig in Luxemburg als der Perlgras-Buchenwald, ist der Hainsimsen-Buchenwald, der auf ärmeren Böden vorkommt. Ein wesentlicher Unterschied zwischen dem Hainsimsen-Buchenwald und den Perlgras-Buchenwäldern ist die hier typische Artenarmut und die Vorherrschaft von Hainsimsen, Seggen und Süßgräsern. Der Hainsimsen-Buchenwald hat viele gemeinsame Eigenschaften mit den bodensauren Eichenmischwäldern, die ihren Verbreitungsschwerpunkt im atlantischen Klimabereich besitzen und deshalb in Westeuropa besonders typisch sind. Der Hainsimsen-Buchenwald ist eine weit verbreitete Waldgesellschaft des Berg- und Hügellandes, die auf nährstoff- und basenarmen Silikatgesteinböden, wie Sandstein oder Schiefer, vorkommt.

In der Baumschicht findet man, neben der dominierenden Rotbuche, die Trauben-Eiche und gelegentlich die Stiel-Eiche. Der Anteil an Eichen ist höher in den Hainsimsen-Buchenwäldern als in den Perlgras-Buchenwäldern, da die Trauben-Eiche die ärmeren Standortbedingungen besser verträgt als die Rotbuche. Außerdem können in der Baumschicht auch Berg-Ahorn (in den reicheren Varianten des Hainsimsen-Buchenwaldes), Hänge-Birke, Vogelbeere und Hainbuche vorkommen. In der Strauchschicht, die hauptsächlich aus dem Jungwuchs der Bäume besteht, findet man Eberesche, Traubenholunder oder Haselnuss. Die Strauchschicht ist weniger ausgebildet als die des Perlgras-Rotbuchenwaldes und durch die Abwesenheit von Perlgras und Waldmeister sowie das Vorkommen der, für diese Waldgesellschaft charakteristischen, Hainsimse gekennzeichnet.

Man unterscheidet auch hier, je nach Reichhaltigkeit des Bodens, unterschiedliche Ausbildungsformen. So kommen in Hainsimsen-Buchenwäldern, auf mäßig reichen Böden, Pflanzen wie der Waldschwingel oder das Flattergras vor, in ärmeren Hainsimsen-Buchenwäldern findet man die Draht-Schmiere und sogar die säurezeigende Heidelbeere (das Vorkommen der Heidelbeere deutet schon auf einen Übergang zu den Birken-Stieleichenwäldern hin, die auf trockenen extrem nährstoffarmen Sandböden vorkommen).

- Eichen-Hainbuchen-Mischwald

Eichen-Hainbuchenwälder kommen im Flach- und Hügelland an jenen Standorten vor, an denen die Rotbuche der Konkurrenzfähigkeit von Eiche und Hainbuche unterlegen ist. Die Rotbuche hat in der Tat bei den in unseren Gegenden herrschenden Klimabedingungen die besten Voraussetzungen sich gegen andere Arten durchzusetzen und, an Standorten, die frei von Eingriffen durch den Menschen sind, große Monokulturen zu bilden. Die Jungpflanzen der Rotbuche wachsen sehr gut im Schatten anderer Bäume und können sich so überall dort durchsetzen, wo sie für sich günstige Bodenbedingungen vorfinden. Die Ausbreitung der Eichen begrenzt sich also in unseren Gegenden auf die Standorte, die für die Rotbuche ungünstig sind. Dies ist zum Beispiel an jenen Standorten der Fall, an denen der Boden durch regelmäßiges Anstauen des Wassers schlecht durchlüftet ist, oder wenn der Standort in einem sommerwarmen trockenen Hang liegt.

Die Eichen-Hainbuchenwälder wachsen gut auf schweren Lehm- und Tonböden, die auf einer Schicht aus Mergel liegen. Der Boden hier ist meist nährstoffreich und frisch bis feucht und durch eine intensive Aktivität von Bodenlebewesen gekennzeichnet. Die Laubstreu wird somit schnell abgebaut und es entsteht ein Humus vom Typ Mull. An Orten, an denen die Mergelschicht weniger als 25 Zentimeter unterhalb der Bodenoberfläche liegt, ist der Boden nicht sehr dick und das Wasser staut sich hier schnell an. Trotzdem trocknet der Boden schnell aus, da die Speicherkapazität von Wasser relativ gering ist und es entstehen Trockenrisse. Hier können sich dann hauptsächlich Arten wie Stiel-Eiche oder Feld-Ahorn entwickeln. Liegt der Mergel jedoch in mehr als 50 Zentimetern Tiefe, haben die Wurzeln ausreichend Platz, um auch den Bedürfnissen anderer Arten nachzukommen. Hier können sich dann auch sensiblere Arten, wie die Rotbuche, der Berg-Ahorn oder Esche, entwickeln.

Die Baumschicht dieser Waldgesellschaft besteht hauptsächlich aus Stiel-Eichen und Hainbuchen. Eichen sind lichtbedürftige Pflanzen (die Stiel-Eiche noch mehr als die Trauben-Eiche) und ihr Kronendach ist weniger dicht als das der Rotbuchen. Dies führt dazu, dass in dieser Waldgesellschaft mehr Licht an den Waldboden gelangt und sich so üppigere Strauch- und Krautschichten entwickeln können, als das in einem Rotbuchenwald der Fall ist. Die oft ausgedehnte Strauchschicht besteht aus Pflanzen, wie dem Weißdorn, der Haselnuss oder dem gemeinen Schneeball. Außerdem besitzen Eichen-Hainbuchen-Mischwälder einen ausgedehnten Frühjahrsaspekt, mit vielen Kräutern, wie das Wald-Veilchen, die Goldnessel,

das Einblütige Perlgras, die Wald-Segge, das Hain-Rispengras, das Busch-Windröschen und die große Sternmiere.

- Schluchtwald

In schmalen Tälern und steilen Hängen mit starkem Geröll wird der einheimische Buchenwald durch den Schluchtwald ersetzt. Durch ihren Standort in schattigen Nordhängen sind diese Wälder durch eine geringe Sonneneinstrahlung und eine hohe Luftfeuchtigkeit gekennzeichnet. Der Boden von Schluchtwäldern ist immer feucht und es herrscht hier eine große Aktivität von Bodenlebewesen. Da die Laubstreu rasch abgebaut wird, ist der Stickstoffgehalt des Bodens hier relativ hoch.

Die Baumschicht wird neben Eschen und Berg-Ahorn durch Berg-Ulme, Sommer-Linde, Spitz-Ahorn und Rotbuche geprägt. Die Bäume besitzen häufig lange schmale Schäfte und bilden unregelmäßige Bestände, die durch eine Ansammlung von Bäumen unterschiedlicher Höhen und verschiedenen Alters gekennzeichnet sind. Man findet hier außerdem rasch wachsende Kräuter und Farne die Schatten bevorzugen. In der Strauchschicht wachsen, neben dem Jungwuchs der bereits genannten Bäume, Trauben-Holunder, Feld-Ahorn, gemeine Waldrebe, Haselnuss, Kornelkirsche und Berg-Johannisbeere. Die Krautschicht besteht aus schattenertragenden Kräutern und ist meist reich an Farnen.

- Bachbegleitende Waldgesellschaften

• Auenwälder

Auenwälder besiedeln den Überflutungsbereich von Flüssen und Bächen. Hier kommen nur Pflanzenarten vor, die Überflutungen ohne Schaden ertragen können, wie das zum Beispiel für Erlen und Weiden der Fall ist. Ist der Boden weniger nass und basenreich, ist die Esche die vorherrschende Baumart. Wie schon erwähnt, kommen Rotbuchen nicht mit zu feuchtem und somit sauerstoffarmem Boden zurecht. Eichen vertragen diese Bedingungen etwas besser als Rotbuchen, wird der Standort jedoch zu nass, können sich auch keine Eichen mehr entwickeln. Hier findet dann der Übergang vom feuchten Eichen-Hainbuchenwald auf den Eschenwald statt. Auf besonders nassem und nährstoffarmem Boden sind die Erlen vorherrschend. Hier befindet sich dann der Übergang auf den Erlen-Bruchwald.

Die Ablagerungen von erodierten Bodenteilchen machen aus dem Auenboden einen fruchtbaren Boden auf dem sich eine üppige und artenreiche Bodenflora entwickeln kann.

- Bruchwälder

Bruchwälder lassen sich durch stagnierendes Grundwasser an der Bodenoberfläche charakterisieren. Auch wenn in der Natur der Unterschied zwischen Auenwäldern und Bruchwäldern oft schwierig ist, unterscheiden sich diese Waldgesellschaften in folgenden Punkten: Bruchwälder sind den größten Teil des Jahres überflutet und die Schwankungen des Grundwasserspiegels sind viel geringer als bei Auenwäldern. Zudem bringen die Überflutungen hier keine oder nur sehr wenige fruchtbaren Sedimente und die Böden des Bruchwaldes sind durch einen massiven Sauerstoffmangel gekennzeichnet.

In der Baumschicht von Bruchwäldern dominiert die Schwarz-Erle, an den wasserfreien Stellen des Bodens kommen feuchtigkeitsliebende Gräser und Seggen vor. Man findet hier viele Pflanzenarten, die in Uferregionen häufig sind, typische Waldpflanzen fehlen jedoch fast ganz. Bruchwälder kommen hauptsächlich in Mulden des Flachlandes vor. Früher waren sie weit verbreitet, sind jedoch heutzutage wegen der Grundwasserabsenkung und Rodung eher selten geworden.

3.4. Standortfaktoren

Das Vorkommen bestimmter Waldgesellschaften hängt von unterschiedlichen Standortfaktoren ab. „Als Standort wird die Gemeinsamkeit aller Faktoren bezeichnet, die an einem bestimmten Wuchsort wirksam werden und die Lebensprozesse der Organismen beeinflussen.“³⁵ Die einzelnen Standortfaktoren wirken zusammen und stehen somit unter ständigen Wechselbeziehungen.

3.4.1. Das Klima^{36,37}

Der Temperatur- und der Wasserfaktor haben einen wesentlichen Einfluss auf die Ausbreitung der einzelnen Vegetationszonen unserer Erde. Die Zone der sommergrünen Laubwälder Mitteleuropas wird nach Norden hin vor allem durch die Temperatur begrenzt. In nördlichen Breitengraden findet man vorwiegend Nadelhölzer, da diese weniger wärmebedürftig sind als Laubhölzer. Letztere sind allerdings in den Ebenen Mitteleuropas, bei höheren Temperaturen und somit längeren Vegetationsperioden, konkurrenzfähiger und drängen die Nadelhölzer in höhere Gebirgslagen zurück. In der kalten Jahreszeit wird das Erfrieren und Vertrocknen der Laubhölzer durch den Laubfall im Herbst verhindert.

Nach Süden hin ist die Niederschlagsmenge ein begrenzender Faktor. Da belaubte Pflanzen ständig große Mengen an Wasser verdunsten, drohen sie bei zu geringen Niederschlagsmengen zu vertrocknen. Die Entwicklung eines geschlossenen Waldbestandes ist somit nicht möglich.

Die hohe Wasserverdunstung belaubter Pflanzen und die darauf einwirkende Sonneneinstrahlung tragen erheblich zur Luftfeuchtigkeit bei, die sich als besonders bedeutsam für das Vorkommen verschiedener Pflanzengesellschaften erweist. So findet man an sonnigen Standorten mit geringer Luftfeuchtigkeit vorwiegend Eichenmischwälder, an schattigen luftfeuchten Standorten hingegen kommen bevorzugt farnreiche Laubmischwälder vor. Auch innerhalb einer Pflanzengesellschaft gibt es Unterschiede in der Luftfeuchtigkeit. Diese ist am Boden relativ hoch und nimmt mit zunehmender Höhe ab.

³⁵ HOFMEISTER H. (2004). *Lebensraum Wald, Pflanzengesellschaften und ihre Ökologie*. Remagen-Oberwinter: Verlag Kessel, S.213.

³⁶ HOFMEISTER H. (2004). *Lebensraum Wald, Pflanzengesellschaften und ihre Ökologie*. Remagen-Oberwinter: Verlag Kessel.

³⁷ Mouvement écologique, Natura (Hrsg.) (1993). *Eise Bësch*. Luxemburg : Rapidpress.

Neben der geographischen Lage haben aber auch Dichte und Höhe eines Pflanzenbestandes einen Einfluss auf die Temperaturverhältnisse. So werden die Sonnenstrahlen im Sommer durch das dichte Laub der Bäume abgeschirmt, was ein etwas kühleres Klima in der Krautschicht ermöglicht. Zudem haben das Substrat und der Feuchtigkeitsgehalt einen Einfluss auf den Wärmehaushalt. Ein trockener Sandboden erwärmt sich beispielsweise schneller als ein feuchter Tonboden.

Neben dem Temperatur- und dem Wasserfaktor ist aber auch das Licht ein wichtiger Standortfaktor. Pflanzen benötigen die Energie des Lichts, um durch Fotosynthese Nährstoffe herstellen zu können. Wie oben erwähnt, schirmen belaubte Pflanzen einen Großteil der Sonnenstrahlen ab. Dies bringt mit sich, dass der Lichtgenuss in den einzelnen Schichten des Waldes unterschiedlich ist. Zum Gedeihen haben Pflanzen nicht alle dieselben Lichtbedürfnisse. Man unterscheidet deshalb Licht-, Halbschatten- und Schattenpflanzen. Kiefern, zum Beispiel, benötigen eine hohe Lichtintensität und weichen sogar auf ärmere und trockenere Böden zurück, um nicht überschattet zu werden.

Der Stockwerkbau des Waldes ist nicht in allen Waldgesellschaften gleichermaßen ausgebildet. Dies liegt daran, dass verschiedene Baumarten eine höhere Lichtdurchlässigkeit besitzen als andere. Da das dichte Kronendach eines Buchenwaldes nur sehr wenig Licht durchlässt, ist in diesen Wäldern keine Strauchschicht und nur eine sehr artenarme Krautschicht vorzufinden. Eichen hingegen besitzen eine viel lockere Belaubung und so sind in Wäldern, in denen diese Bäume vorherrschen, die darunter liegenden Schichten viel stärker ausgeprägt.

Die Lichtverhältnisse sind auch im Laufe eines Jahres nicht immer gleich. Im Vorfrühling lassen die noch unbelaubten Bäume viel Licht bis zum Waldboden vordringen, was sich die Frühblüher zum Nutzen machen und zu dieser Zeit blühen und fruchten können. Im Sommer gelangt, wie schon erwähnt, nur wenig Licht bis zum Waldboden vor.

3.4.2. Die Hanglage^{38,39}

Die Klimafaktoren werden aber auch durch das Relief stark beeinflusst. Die zugeführte Energiemenge ist in nach Süden gerichteten Hängen viel größer als in Hängen, die nach Norden gerichtet sind, da die Sonnenstrahlen in Südhängen steiler einfallen. Dies bringt mit sich, dass der Nordhang schattig und somit kühler und feuchter bleibt, der Südhang hingegen eher warm und trocken ist. Auch der Neigungsgrad eines Hanges spielt eine entscheidende Rolle.

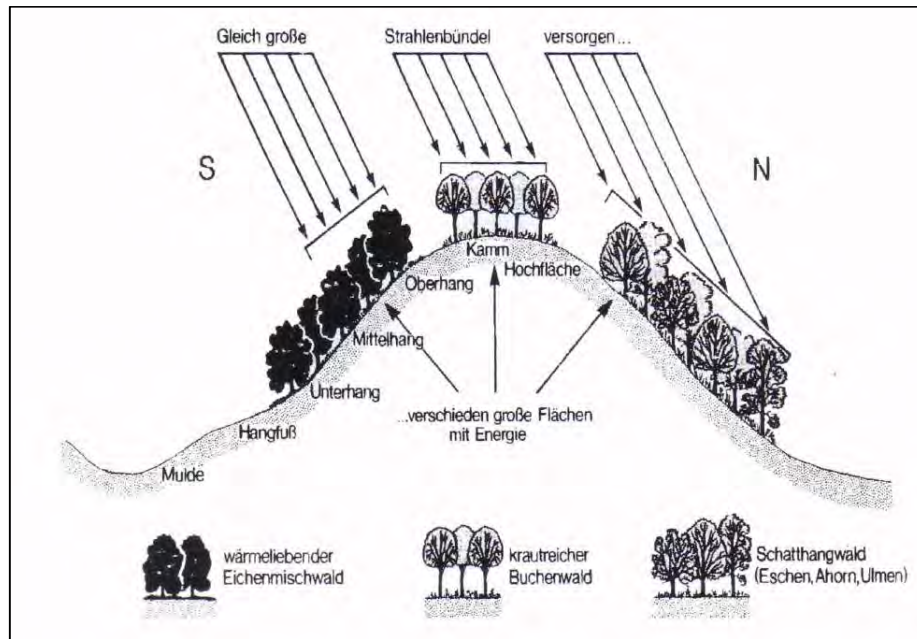


Abbildung 13: Hanglage und Sonneneinstrahlung⁴⁰

³⁸ HOFMEISTER, H. (2004). *Lebensraum Wald, Pflanzengesellschaften und ihre Ökologie*. Remagen-Oberwinter: Verlag Kessel.

³⁹ Mouvement écologique, Natura (Hrsg.) (1993). *Eise Bësch*. Luxemburg : Rapidpress.

⁴⁰ HOFMEISTER, H. (2004). *Lebensraum Wald, Pflanzengesellschaften und ihre Ökologie*. Remagen-Oberwinter: Verlag Kessel, S.218.

3.4.3. Der Boden^{41,42,43,44}

„ Als Boden wird die oberste, von Organismen besiedelte Verwitterungsschicht der festen Erdrinde bezeichnet. (...) Der Boden bildet die Grundlage für das Leben der Pflanzen und damit auch für das Leben von Tieren und Menschen. “⁴⁵

- Entstehung des Bodens

Der Boden ist im Laufe der erdgeschichtlichen Entwicklung durch Verwitterungsprozesse entstanden, die auf das mineralische Ausgangsgestein eingewirkt haben. Es werden drei Verwitterungsarten unterschieden, die sich noch in weitere Einzelprozesse untergliedern lassen.

Die physikalische Verwitterung umfasst die mechanische Zertrümmerung des Ausgangsgesteins und hat somit die Entstehung von Gesteinsbrocken verschiedener Größen zur Folge. Durch die schwankenden Temperaturen, die einen ständigen Wechsel von Ausdehnung und Zusammenziehen des Gesteins mit sich bringen, treten Risse auf. Hier kann sich Wasser ansammeln und gefrieren, was das Gestein in kleine Teilchen zersprengen lässt.

Neben dieser physikalischen Verwitterung wirken auch chemische Verwitterungsprozesse auf das Gestein. Chemische Reaktionen spielen sich zum Beispiel zwischen den Gesteinsbrocken und dem Wasser ab. Chemische Reaktionen erfolgen auch durch das Einwirken schwacher Säuren auf das Gestein, wie das zum Beispiel, bei der durch Kohlenstoffdioxid und Wasser entstandenen Kohlensäure, der Fall ist. So entstehen zum Beispiel Tonverbindungen.

Die biologische Verwitterung umfasst chemische und physikalische Prozesse, die von Lebewesen ausgelöst werden. So entstehen zum Beispiel bei der Zersetzung von organischem Material unter anderem Humin- und Schwefelsäuren, die auf das Gestein einwirken. Flechten scheiden Säuren aus, die zur chemischen Verwitterung des Gesteins beitragen. Pflanzen können aber auch zum mechanischen Verfall beitragen, indem sie mit ihren Wurzeln in Gesteinsspalten vordringen und so das Gefüge lockern.

⁴¹ BERGSTEDT, C. (1998). *Naturwissenschaften, Boden*. Berlin: Cornelsen Verlag.

⁴² HOFMEISTER, H. (2004). *Lebensraum Wald, Pflanzengesellschaften und ihre Ökologie*. Remagen-Oberwinter: Verlag Kessel.

⁴³ Mouvement écologique, Natura (Hrsg.) (1993). *Eise Bësch*. Luxemburg : Rapidpress.

⁴⁴ <http://www.hypersoil.uni-muenster.de/0/04/02.htm#physik>

⁴⁵ BERGSTEDT, C. (1998). *Naturwissenschaften, Boden*. Berlin: Cornelsen Verlag, S. 6.

- Bodenarten

Je nach Korngröße des durch die Verwitterungsprozesse entstandenen Materials unterscheidet man verschiedene Bodenarten. Um eine Bodenprobe in verschiedene Korngrößen zu zerlegen, macht man eine Schlämmanalyse, bei der die Bodenprobe in einem Behälter mit Wasser stark geschüttelt und dann stehen gelassen wird. Da die Bodenteilchen ihrem Durchmesser entsprechend absinken, sedimentieren als erstes die groben Sandpartikel, dann die Feinsande und wesentlich später erst die Schluff- und dann die Tonpartikel. In folgender Tabelle⁴⁶ sind die einzelnen Bodenbestandteile mit ihrer Größe dargestellt:

Bodenbestandteile	Korngröße
Grobsteine	über 20 mm
Feinsteine	20 mm – 6 mm
Feinkies	6 mm – 2 mm
Sand	2 mm – 0,1 mm
Schluff	0,1 mm – 0,002 mm
Ton	unter 0,002 mm

Die meisten Böden sind Mischungen von Mineralien verschiedener Korngrößen, die je nach Vorherrschen der einen oder anderen Bestandteilen definiert werden. Folgende Tabelle⁴⁷ zeigt die Zusammensetzung der verschiedenen Böden:

Bodenart	Einige Bestandteile
Steinboden	80% Steine
Sandboden	80% Grobsand, 20% Feinerde
Lehmboden	50 % Sand, 20-50% Ton
Tonboden	50% bis 60% Ton

Die Bildung und Entwicklung der einzelnen Böden hängt maßgeblich von der Zusammensetzung und der Beschaffenheit des Ausgangsgesteins ab. So ist zum Beispiel der Luxemburger Sandstein zu einem grobkörnigen Sandboden zerfallen, der Keuper und der Muschelkalk hingegen ließen eher tonig-lehmige Böden entstehen.

Folgende Karte zeigt die Verteilung der geologischen Gesteinsschichten in Luxemburg:

⁴⁶ BERGSTEDT, C. (1998). *Naturwissenschaften, Boden*. Berlin: Cornelsen Verlag, S. 10.

⁴⁷ BERGSTEDT, C. (1998). *Naturwissenschaften, Boden*. Berlin: Cornelsen Verlag, S. 10.

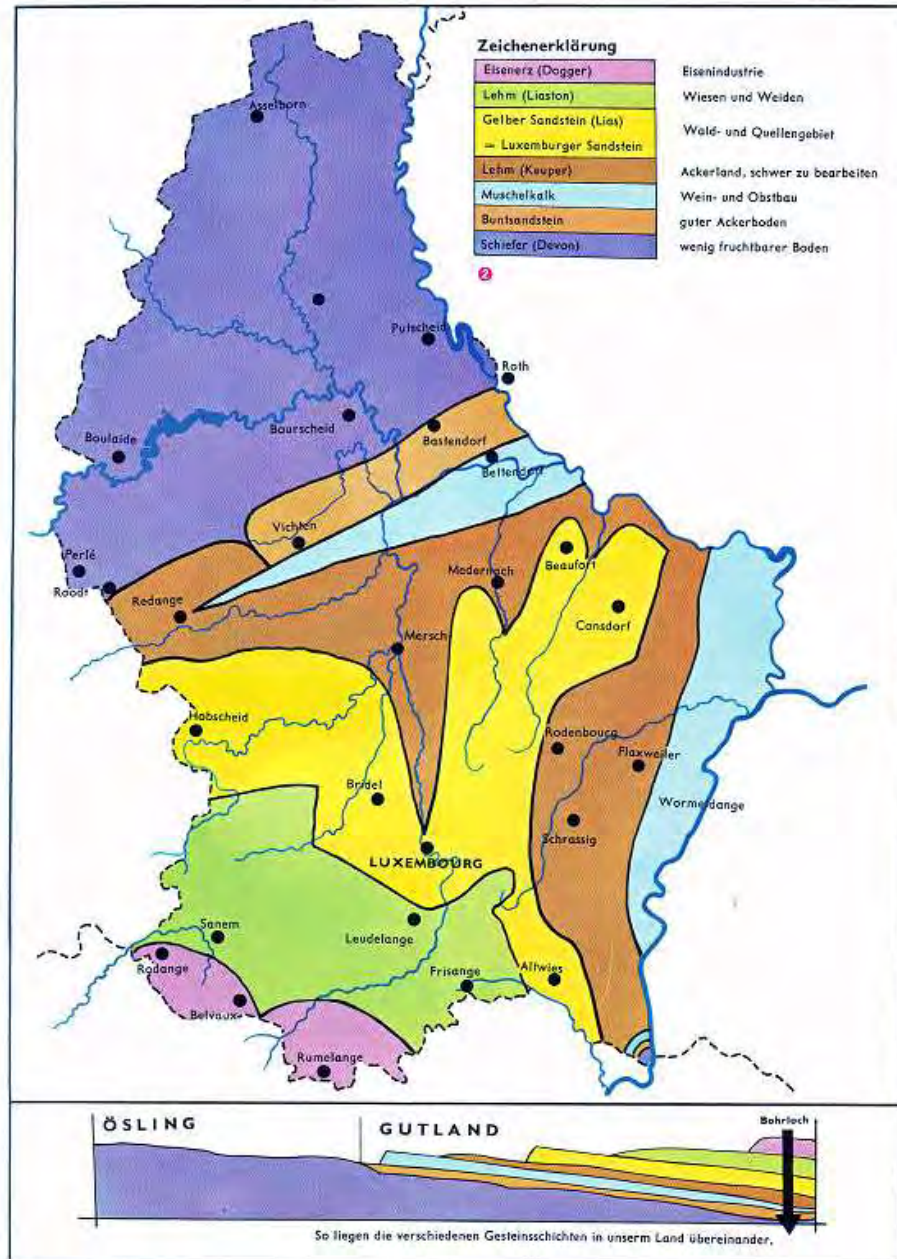


Abbildung 14: Geologische Karte von Luxemburg⁴⁸

⁴⁸ ERPELDING, E., KETTENMEYER, A. (1992). *Das Grossherzogtum Luxemburg und seine Nachbarländer*. Luxembourg: Ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse, S.11.

- Humus

Neben den mineralischen Komponenten sind an der Zusammensetzung des Bodens auch organische Substanzen beteiligt. Beim Abbau abgestorbener Lebewesen und anderer organischer Resten, wie beispielsweise Kot von Tieren, durch zahlreiche Bodenorganismen, entsteht Humus. In Laubmischwäldern Mitteleuropas, fallen jährlich 0,4 Tonnen Laubstreu pro Hektar Waldfläche an. Diese werden in mehreren Etappen durch die Bodenorganismen zersetzt.

Die oberste Schicht der Laubstreu besteht aus trockenen Blättern, die keine Veränderungen aufzeigen. Die darunter liegenden Blätter sind an der Seite von Milben und größeren Springschwänzen angefressen. In der Mitte entstehen Löcher die, unter anderem, durch Asseln, Fliegenlarven und Tausendfüßer verursacht werden. Auch Schnecken und Ohrwürmer tragen zur Zersetzung des weichen Blattgewebes bei. Mit dem Kot werden große Mengen an organischen Stoffen wieder ausgeschieden und von Springschwänzen, Milben und Fadenwürmern weiter zersetzt. Regenwürmer tragen auch maßgeblich zum Abbau der Laubstreu bei, indem diese durch mehrere Darmpassagen mit mineralischen Bestandteilen des Bodens vermischt und in tiefere Schichten transportiert werden. Der weitere Abbau erfolgt durch die Tätigkeit von Mikroorganismen und Pilzen.

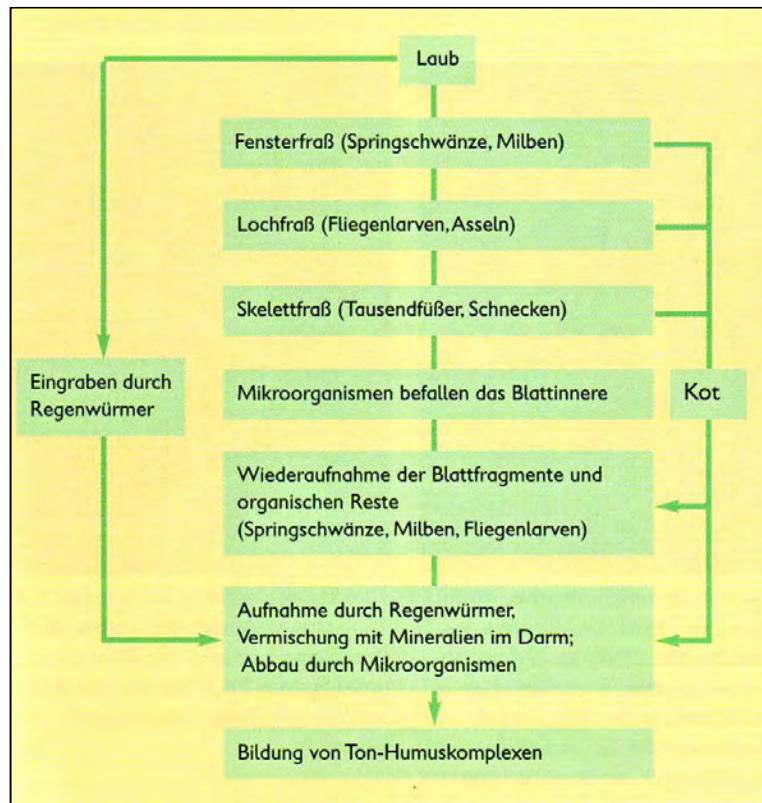


Abbildung 15: Abbau der Laubstreu⁴⁹

Da die Humusteilchen mit Sand- und Tonkörnern zu Krümeln verklumpen, verbessert der Humus das Bodengefüge und die Fähigkeit des Bodens Wasser und Nährstoffe zu speichern. Je nach den unterschiedlichen Zersetzungsstufen der organischen Substanzen, der Basensättigung und der Anordnung der Auflagen lassen sich verschieden Humustypen unterscheiden.

Beim Mull findet man die Laubstreu direkt auf dem humosen Oberboden aufliegen. Die Verbindung von mineralischen und organischen Substanzen zu Ton-Humus-Komplexen, die zu einer krümeligen Bodenstruktur führt, ist ein optimaler Boden für Pflanzen. Bei ausreichend Kalk- und Feuchtigkeitsgehalt findet man zahlreiche Bodenorganismen, die für einen schnellen Abbau der organischen Substanz sorgen. Durch die krümelige Struktur des Bodens, ist dieser gut durchlüftet und es sammelt sich keine Staunässe an, was eine ideale Bedingung für das Gedeihen von Pflanzen darstellt.

⁴⁹ BERGSTEDT, C. (1998). *Naturwissenschaften, Boden*. Berlin: Cornelsen Verlag, S. 37.

Häuft sich die Laubstreu durch eine geringe Aktivität von Bodenlebewesen über mehrere Jahre an entsteht ein Humus vom Typ Moder. Trotz der dicken Schicht an kaum zersetzten Blättern ist auch hier der Boden durch seine grobkörnige Struktur gut durchlüftet und erlaubt das Absickern von Regenwasser. Die Rotbuche kommt bevorzugt auf diesen leicht sauren und nährstoffärmeren Böden zurecht, da sie sich hier gut gegen anspruchsvollere Arten durchsetzen kann.

Eine biologisch sehr inaktive Humusform stellt der Rohhumus dar. Er besitzt eine dicke Schicht aus sich anhäufender Laubstreu, die nur durch Pilze leicht zersetzt wird. Der Boden versauert durch einen Mineralstoff- und Kalkmangel, und man kann hier typische Säurezeiger, wie die Heidelbeere, finden. Pflanzen wie Nadelgehölze und Heidekrautgewächse tragen zur Rohhumusbildung bei.

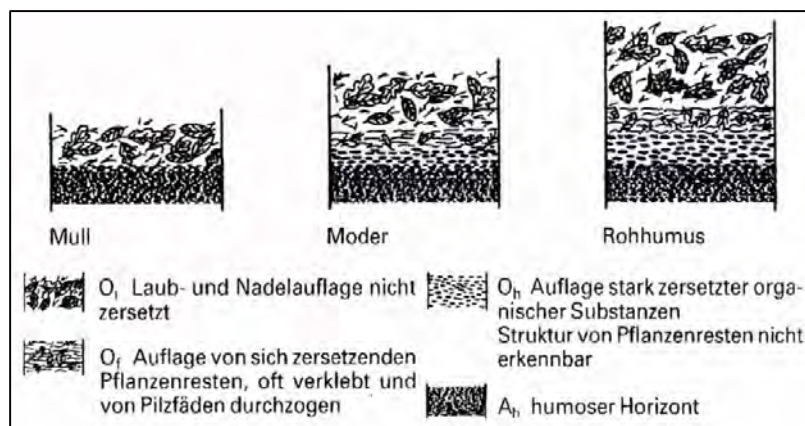


Abbildung 16: Humusformen⁵⁰

Der Luxemburger Sandstein ermöglicht kein Zurückhalten der Ton-Humus-Komplexe an der Oberfläche, die stattdessen ausgewaschen werden. Somit verarmt und versauert dieser Boden.

- Bodenprofile

Gräbt man den Waldboden auf, so erkennt man eine Schichtung des Bodens. Die oberste Schicht, der L-Horizont, besteht aus der weitgehend unzersetzten Streuschicht. Darunter findet man zersetzte organische Substanz, die den O-Horizont bildet. Daran schließt sich der A-Horizont an, der ausreichend mit Luft und Wasser versorgt ist und viele organische

⁵⁰ HOFMEISTER H. (2004). *Lebensraum Wald, Pflanzengesellschaften und ihre Ökologie*. Remagen-Oberwinter: Verlag Kessel, S.228.

Feinstoffe enthält und in dem sich zahlreiche Bodenlebewesen befinden. Der B-Horizont ist der mineralische Unterboden. Er ist gelblich bis braun gefärbt und enthält nur noch sehr wenige organische Stoffe. Pflanzen mit tiefen Wurzeln reichen bis in diesen Horizont hinein. Die letzte Schicht, der C-Horizont, besteht aus nur schwach verwittertem Gestein.

- Wasserhaushalt des Bodens

Wasser bildet die Grundlage für alle Lebewesen. Pflanzen benötigen das Wasser zur Fotosynthese sowie zum Aufbau des Pflanzenkörpers und zum Ablauf von Stoffwechselprozessen, wie dem Nährstoffumbau und dem Stofftransport. Das Bodenwasser entstammt hauptsächlich den Niederschlägen, ein weiterer Anteil kann aber auch durch den kapillaren Aufstieg von Grundwasser gewährleistet werden.

Die Wassermenge im Boden hängt von mehreren Faktoren ab. Ein Teil des in den Boden gelangenden Wassers bewegt sich als Sickerwasser in tiefere Zonen, ein anderer Teil bleibt als Haftwasser in den oberen Bodenschichten zurück. Man bezeichnet die Fähigkeit des Bodens Wasser zu halten als Wasserkapazität. Im Sand, der aus größeren Bodenteilchen besteht, zwischen denen sich größere Poren befinden, sickert das Wasser schneller ab als in einem Lehmboden, der feinkörniger ist und weniger Poren zwischen den Teilchen enthält. Dies ist dadurch bedingt, dass das Wasser sich an den Bodenteilchen anlagert und so entgegen der Schwerkraft oben gehalten wird. Je feiner diese Teilchen sind, umso größer ist die Gesamtoberfläche, an der sich Wasser anlagern kann. Dieses so gebundene Wasser wird als Adsorptionswasser bezeichnet und bildet einen Teil des sich in den Bodenporen befindlichen Haftwassers. Ein weiterer Teil, das Kapillarwasser, verbleibt durch Kohäsion und Adhäsion, das heißt den Zusammenhalt der einzelnen Wasserteilchen und das Haften der Wasserteilchen an den Porenwänden, in den oberen Bodenschichten. Das Bodenwasser kann nur zum Teil von Pflanzen genutzt werden. Ein Teil wird durch zu hohe Bindungskräfte festgehalten und steht den Pflanzen somit nicht zur Verfügung. Alle Poren, die kein Wasser enthalten, sind mit Luft gefüllt.

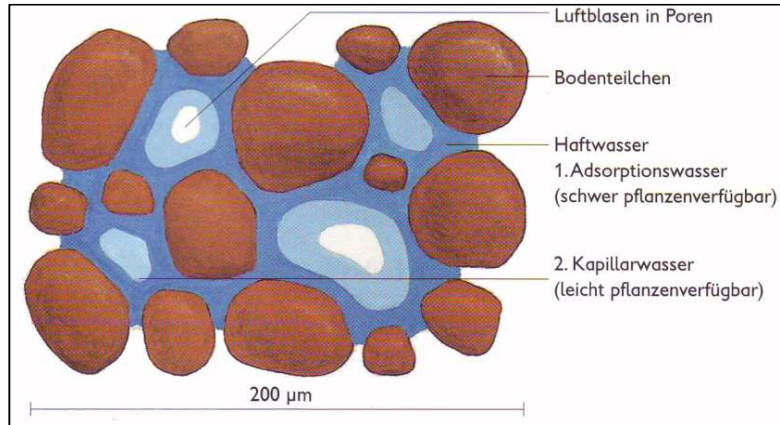


Abbildung 17: Wasser und Luft im Boden⁵¹

- Nährstoffgehalt und Basenversorgung des Bodens

„ Unter Nährstoffversorgung versteht man die Versorgung der Böden mit Stickstoff und Phosphatverbindungen, unter Basenversorgung die Sättigung mit Calcium, Magnesium, Kalium und Natrium.“⁵² Auch wenn in den meisten Böden Nährstoffgehalt und Basenversorgung annähernd übereinstimmen, ist dies nicht immer der Fall.

Nährstoffe gelangen hauptsächlich durch die Verwitterungsprozesse des Ausgangsgesteins, durch Düngung, Niederschläge, stickstoffbindende Bakterien und Grundwasser in den Boden. Nur ein geringer Teil dieser Nährstoffe steht den Pflanzen direkt zur Verfügung. Der größte Teil ist an die Oberfläche von Bodenteilchen gebunden und somit nicht für Pflanzen zugänglich. Zwischen den Bodenteilchen und der Bodenlösung finden Austauschvorgänge statt, die für die Versorgung der Pflanzen mit Nährstoffen eine wichtige Rolle spielen. Diese Austauschvorgänge nehmen mit dem Anteil an Tonmineralen und organischer Substanz zu.

Die Basenversorgung des Bodens lässt sich durch den pH-Wert zum Ausdruck bringen. Dieser ist ein Maß für die Menge an Wasserstoffionen (H^+ -Ionen) in der Bodenlösung und kennzeichnet somit die saure, neutrale und alkalische Reaktion des Bodens. Je mehr H^+ -Ionen vorhanden sind, umso saurer ist der Boden. Der pH-Wert beeinflusst die chemischen und die physikalischen Bodeneigenschaften, wie zum Beispiel die Verwitterungsprozesse, die Verfügbarkeit von Mineralsalzen für die Pflanzen und die Humusbildung.

⁵¹ BERGSTEDT, C. (1998). *Naturwissenschaften, Boden*. Berlin: Cornelsen Verlag, S. 16.

⁵² HOFMEISTER, H. (2004). *Lebensraum Wald, Pflanzengesellschaften und ihre Ökologie*. Remagen-Oberwinter: Verlag Kessel, S.229.

Saure Böden stellen keine optimalen Bedingungen für die Aktivität von Bodenlebewesen dar, was somit auch negative Auswirkungen auf die Humusbildung hat. Humusreiche Böden haben einen relativ stabilen pH-Wert. Für viele Vorgänge im Boden ist ein pH-Wert zwischen 5 und 7,5 am günstigsten.

Der Kalkgehalt des Bodens hat Einfluss auf dessen pH-Wert, da Kalk H^+ -Ionen chemisch binden kann. Dies hat zur Folge, dass kalkhaltige Böden nicht versauern.

3.5. Zeigerpflanzen^{53,54,55}

Alle Lebewesen stellen gewisse Ansprüche an ihre Umwelt, die erfüllt sein müssen damit sie überleben. Die Bedürfnisse einer Art in Bezug auf ihre Umwelt sind genetisch vorgegeben. Eine bestimmte Art von Lebewesen kann die einzelnen Umweltfaktoren mehr oder weniger gut ausnutzen und tolerieren. Erträgt eine Art größere Schwankungen der Umweltfaktoren, wird sie als euryök bezeichnet. Verträgt sie allerdings nur sehr geringe bis keine Abweichungen von den optimalen Lebensbedingungen ist sie stenök. Pflanzen, die für einen bestimmten Umweltfaktor stenök, sind bezeichnet man als Zeigerpflanzen. Da diese Pflanzen sehr enge Ansprüche an ihre Umwelt stellen, kann man aus ihrem Vorkommen Rückschlüsse auf bestimmte Merkmale des Standorts ziehen.

Folgende Zeigerpflanzen kann man in dem mit dieser Arbeit berücksichtigten Gebiet finden:

- a. Armutszeiger (auf sauren, trockenen bis frischen Böden)
 - Draht-Schmiele (*Deschampsia flexuosa* TRIN.)



Die Draht-Schmiele kommt bevorzugt auf saurem Ausgangsgestein vor. Diese Böden sind nährstoff- und basenarm und mäßig trocken bis frisch. Ihre schmalen eingerollten Blätter verhindern einen großen Wasserverlust. Die Draht-Schmiele sowie weitere Pflanzen mit sehr ähnlichen Ansprüchen ermöglichen es anspruchslose Waldgesellschaften von

anspruchsvollen zu trennen.

⁵³ HOFMEISTER, H. (2004). *Lebensraum Wald, Pflanzengesellschaften und ihre Ökologie*. Remagen-Oberwinter: Verlag Kessel.

⁵⁴ Mouvement écologique, Natura (Hrsg.) (1993). *Eise Bësch*. Luxemburg : Rapidpress.

⁵⁵ Dr. PHILIPP, E., STARKE, A., Prof. Dr. VERBEEK, B., WELLINGHORST, R. (2009). *Ökologie, Materialien SII, Biologie*. Braunschweig: Westermann Schroedel Diesterweg.

- Weißliche Hainsimse (*Luzula luzuloides* LAM.)



Die weißliche Hainsimse kommt, wie die Draht-Schmiele, auf nährstoff- und basenarmen mäßig trocknen bis frischen Böden vor. Sie besitzt mit kleinen Härchen besetzte Blätter. Die weißen Haare zerstreuen die Sonnenstrahlen und verhindern somit das Verbrennen der Pflanze.

- Wiesen-Wachtelweizen (*Melampyrum pratense* L.)



Auch der Wiesen-Wachtelweizen stellt die gleichen Ansprüche an seinen Standort wie die Draht-Schmiele und die weißliche Hainsimse. Er kommt genauso wie diese auf nährstoff- und basenarmen mäßig trockenen bis frischen Böden vor. Er besitzt blassgelbe Blüten und ganzrandige lanzettliche Blätter. Die Hochblätter sind oft gezähnt.

(Quelle Foto: http://www.ckkaempfe.de/chr/list_family.html)

- Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus* L.)



Die Heidelbeere kommt auf nährstoff- und basenarmen, mäßig frischen bis frischen Böden vor. Diese Zeigerpflanze deutet auf Rohhumus und eine Versauerung des Bodens hin. Die Heidelbeere besitzt wechselständige Blätter, rötlich-grüne krugförmige Blüten und bekommt blau-schwarze essbare Beeren.

(Quelle Foto: <http://gastein-im-bild.info/bild/bpvaccmy.html>)

- Adlerfarn (*Pteridium aquilinum* KUHN)



Der Adlerfarn kommt in bodensauren Eichenmisch- und Nadelwäldern auf nährstoff- und basenarmen frischen Böden vor. Er bevorzugt lichte Waldgesellschaften und kommt häufig an Waldrändern vor. Diese große 3- bis 4-fach gefiederte Farnpflanze besitzt Sporenhäufchen, die randständig auf der

Blattunterseite liegen und vom umgerollten Blattrand verdeckt werden.

(Quelle Foto: <http://www.botanik.de/bild/pteridium-aquilinum-adlerfarn.html>)

b. Frischezeiger

- Auf leicht sauren, frischen Böden mit hoher Luftfeuchte
- Wald-Sauerklee (*Oxalis acetosella* L.)



Der Wald-Sauerklee bevorzugt saure bis mäßig saure Böden, die frisch bis feucht sind. Die weißen Blüten des Wald-Sauerklees sind langgestielt und die Blätter sind kleeblattähnlich geformt.

(Quelle Foto: <http://www.naturwege-uelzen.de/radtouren/bad-bevensen.htm>)

- Wald-Schwingel (*Festuca altissima* ALL)



Der Wald-Schwingel stellt die gleichen Ansprüche an seinen Standort wie der Wald-Sauerklee. Er kommt also auch an frischen bis feuchten Standorten mit sauren bis mäßig sauren Böden vor. Die Blüten des Wald-Schwingels stehen in großen übergebogenen Rispen und die Blätter sind unbehaart.

(Quelle Foto: http://www.wald-und-holz.nrw.de/40Wald_und_Forschung/naturwaldzellen/03uebersichtskarte_Naturwaldzellen/nwz04/index.php)

- Auf frischen, neutralen Böden
- Waldmeister (*Galium odoratum* SCOP.)



Der Waldmeister kommt auf nährstoffreichen, mäßig trockenen bis mäßig feuchten Böden vor. Seine Blüten sind klein und weiß, seine Blätter stehen zu 6-9 quirlständig am Stengel und sind stachelspitz.

(Quelle Foto: <http://cookingandbiking.blogspot.com/2010/09/waldmeister.html>)

- Einblütiges Perlgras (*Melica uniflora* RETZ.)



Wie der Waldmeister kommt auch das einblütige Perlgras an Standorten vor, die nährstoffreich, schwach sauer bis alkalisch und mäßig trocken bis mäßig feucht sind. Beim einblütigen Perlgras stehen die einzelnen Blüten in einer lockeren Rispe, die Blätter sind oben oft behaart.

(Quelle Foto: http://www.sandfrauchen.de/10_graslex3.htm)

- Goldnessel (*Lamium galeobdolon* L.)



Die Goldnessel stellt die gleichen Ansprüche an ihren Standort wie Perlgras und Waldmeister. Sie zeigt gut mit Nährstoffen versorgte Böden an. Die Goldnessel besitzt goldgelbe Lippenblüten und unregelmäßig gezähnte Blätter, die kreuzweise gegenständig am Stengel stehen.

(Quelle Foto:

http://www.tierfotograf.com/index.php?m=mediadb&c=search&a=preview&id=39328&nr=1&q_and=lamium%20galeobdolon&q_not=&q_preselect=Panthera%20leo)

- Busch-Windröschen (*Anemone nemorosa* L.)



Das Busch-Windröschen kommt auf nährstoffhaltigen, mäßig sauren bis alkalischen und mäßig trocknen bis feuchten Böden vor. Das Busch-Windröschen besitzt weiße, oft rosa überlaufene Blüten.

(Quelle Foto: <http://www.cismar.de/jungenaturforscher/buschwindroeschen.htm>)

- Wald-Frauenfarn (*Athyrium filix-femina* ROTH)



Der Frauenfarn bevorzugt frische bis feuchte Böden und hat hinsichtlich der Basenversorgung eine weite Amplitude. Die Wedel sind hellgrün und 2- bis 3-fach gefiedert, die Sporenhäufchen an der Blattunterseite sind länglich.

(Quelle Foto:

<http://www.biopix.dk/photo.aspx?language=de&photoid=3669&photo=athyrium-filix-femina>)

- Auf nährstoffreichen, kalkhaltigen, frischen Böden

- Hohe Schlüsselblume (*Primula elatior* HILL)



Die hohe Schlüsselblume kommt u.a. in Buchen- und Eichen-Hainbuchenwäldern auf nährstoffreichen, frischen bis feuchten Böden vor. Ihre schwefelgelben Blüten sind trichterförmig und ihre länglichen-eiförmigen Blätter sind beidseitig behaart.

(Quelle Foto:

http://de.wikipedia.org/wiki/Hohe_Schl%C3%BCsselblume)

- Gefleckter Aronstab (*Arum maculatum* L.)



Der Aronstab kommt auf nährstoffreichen, schwach sauren bis alkalischen, frischen bis feuchten Böden vor. Die Blüten des Aronstabs stehen in einem kolbigen Blütenstand und sind von einem grünlichen Hochblatt umgeben. Die Beeren sind leuchtend rot und giftig.

(Quelle Foto:

http://www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/ptdm/2009/ptdm04_aronstab.htm)

- Scharbockskraut (*Ranunculus ficaria* L.)



Das Scharbockskraut stellt ähnliche Ansprüche an seinen Standort wie der Aronstab. kommt somit auf frischen bis feuchten Böden vor, die reich an Nährstoffen sind. Das Scharbockskraut besitzt goldgelbe Blüten mit 8-12 Blütenblättern, die Blätter sind rundlich und herzförmig.

(Quelle Foto: <http://www.schule->

[bw.de/unterricht/faecher/biologie/projekt/nat/evolution_lerngang_material_feuchtgebiet.html](http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/biologie/projekt/nat/evolution_lerngang_material_feuchtgebiet.html))

- Dunkles Lungenkraut (*Pulmonaria obscura* DUM.)



Das dunkle Lungenkraut zeigt eine gute Nährstoff- und Basenversorgung an. Es kommt an mäßig trocknen bis feuchten Standorten mit guter Streuzersetzung vor. Das dunkle Lungenkraut besitzt violett-blaue, trichterförmige Blüten, die Blätter sind herzförmig und langgestielt. (Quelle Foto: <http://flickrriver.com/photos/herba/tags/boraginaceae/>)

- Feld-Ahorn (*Acer campestre* L.)



Der Feld-Ahorn kommt häufig in Laub-Mischwäldern auf frischen, nährstoff- und basenreichen Böden vor. Es ist ein kleiner oft strauchartiger Baum mit 5-lappigen Blättern, bei denen die 3 mittleren Lappen nochmals gelappt sind. Er bekommt geflügelte Spaltfrüchte.

(Quelle Foto: <http://74depinholucasdaniel.wikispaces.com/>)

- Gewöhnliches Pfaffenhütchen (*Euonymus europaeus* L.)



Auch das Pfaffenhütchen kommt, genauso wie der Feld-Ahorn, in Laub-Mischwäldern auf frischen nährstoff- und basenreichen Böden vor. Dieser eher sperrige Strauch trägt eiförmige fein gesägte Blätter und bekommt grünlich-weiße Blüten. Die Früchte, „Pfaffenhütchen“ genannt, sind rote Kapseln, die

einen orangen Samenmantel umgeben.

(Quelle Foto: <http://www.eggert-baumschulen.de/products/de/Laubgehoeelze/deutsch-botanisch/P/Euonymus-europaeus.html>)

- Wald-Ziest (*Stachys sylvatica* L.)



Der Wald-Ziest wächst an feuchten Waldrändern, in Laub- und Mischwäldern sowie an Gebüsch und Hecken. Bevorzugt werden nährstoffreiche, frisch-feuchte, neutrale Böden mit ausreichend Stickstoffgehalt besiedelt. Er besitzt einen vierkantigen Stängel und dicht behaarte kreuzgegenständige Blätter. Die dunkelroten, kurz gestielten Blüten weisen eine

helle Zeichnung auf.

(Quelle Foto: <http://dracaena-drachenbaum.de/2009/06/22/wald-ziest-stachys-sylvatica/>)

c. Kalkzeiger (auf lehmigen und kalkhaltigen Böden)

- Eingriffeliger Weißdorn (*Crataegus monogyna* JACQ.)



Der eingriffelige Weißdorn ist eine Licht- bis Halbschattenpflanze und kommt in Laub- und Mischwäldern, an Waldrändern und Hecken auf mäßig trockenen, nährstoff- und basenreichen Böden vor. Er ist zwar bodentolerant, bevorzugt aber kalkhaltige lehmige Böden. Der dornige Strauch besitzt tief

fiederspaltig geteilte Blätter mit 5-7 schmalen Lappen und bekommt weiße Blüten mit einem Griffel.

(Quelle Foto: <http://www.pitopia.de/scripts/pictures/detail.php?pid=830680&view=1>)

- Zweigriffeliger Weißdorn (*Crataegus laevigata* DC.)



Der zweigriffelige Weißdorn bevorzugt frische, nährstoff- und basenreiche Böden. Ein wesentlicher Unterschied zum eingriffeligen Weißdorn ist, dass der zweigriffelige Weißdorn abgerundete und schwachgelappte Blätter und Blüten mit 2-3 Griffeln hat.

(Quelle Foto: <http://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Wei%C3%9Fdom3432.jpg>)

- Gewöhnlicher Liguster (*Ligustrum vulgare* L.)



Der Liguster kommt in wärmeren Eichen-und Kiefernwäldern, an Waldrändern und Gebüschten auf mäßig trockenen, basenreichen Böden vor. Seine Blätter sind ledrig, länglich-eiförmig und ganzrandig. Er bekommt kleine weiße Blüten und schwarze ungenießbare Steinbeeren.

(Quelle Foto: <http://de.wikipedia.org/wiki/Liguster>)

4. Grundlagen außerschulischen Unterrichts

Aufgrund rasanter technisch-ökonomischer Entwicklungen und die damit verbundenen Anpassungen unserer Lebensverhältnisse hat sich das Verhältnis der Menschen gegenüber der natürlichen Umwelt stark verändert. Diese Naturentfremdung wird vor allem bei jungen Menschen deutlich. Zwei umfangreiche Studien aus den Jahren 1997 und 2003 haben gezeigt, dass Jugendliche über ein sehr lückenhaftes und fehlerhaftes Wissen alltägliche Naturerscheinungen betreffend verfügen. Den Jugendlichen ist nicht ausreichend bewusst, dass die Natur massenhaft für die Sicherung unser materiellen Lebensbedingungen benötigt wird. Dies liegt nicht zuletzt an einem stetig abnehmenden Interesse an natürlichen Zusammenhängen.⁵⁶

Die Studien haben ergeben, dass das Leben zunehmend in voll versorgte und verglaste Räume verlagert wird. Jugendliche verbringen einen großen Teil ihrer Freizeit vor PC, Fernseher und Spielkonsolen und begeben sich immer weniger in die Natur. *“Seit Mitte der 90er Jahre hat sich die Sympathie für Natursportarten halbiert.”*⁵⁷

Laut Umfragen verfügen Lernende, die an Waldjugendspielen teilgenommen haben bei denen sie Erkundungs-, Beobachtungs- und Wissensaufgaben erfüllen mussten, über mehr Naturerfahrung als Schüler, die nicht an einer solchen Aktivität teilgenommen haben. Die Teilnahme an diesen Spielen ist stark von der Lehrerinitiative geprägt.⁵⁸ Dies zeigt, dass die Schule einen nicht unwesentlichen Beitrag zum Verständnis ökologischer Zusammenhänge leisten kann und die Schüler so zu einem umweltbewussteren Denken anregen kann.

Das regelmäßige Einbinden außerschulischer Lernorte in den regulären Unterricht erlaubt den überwiegend theoretischen Unterricht durch konkrete praxisbezogene Erfahrungen zu ergänzen und so ein ganzheitliches Lernen zu fördern. Diese Form des Unterrichts ist im

⁵⁶ BRÄMER, R. (2006). *Natur obskur, wie Jugendliche heute die Natur erfahren*. München: oekom Verlag.

⁵⁷ BRÄMER, R. (2006). *Natur obskur, wie Jugendliche heute die Natur erfahren*. München: oekom Verlag, S.161.

⁵⁸ BRÄMER, R. (2006). *Natur obskur, wie Jugendliche heute die Natur erfahren*. München: oekom Verlag.

Prinzip in allen Fächern möglich, erlaubt aber hauptsächlich im naturwissenschaftlichen Unterricht ein besseres Verständnis durch erlebte Sacherfahrungen und –erkenntnisse.⁵⁹⁶⁰

Der außerschulische Unterricht im Fach Biologie ist, wegen unzähliger zur Verfügung stehender Objekte und Phänomene, vielseitiger als der Unterricht im Klassenraum und kann diesen so optimal ergänzen. Die Lernenden kommen außerhalb des Klassenzimmers direkt in Verbindung mit Lebewesen und biologischen Zusammenhängen und gewinnen somit Eindrücke, die im übrigen Unterricht, in dem die Objekte lerngerecht präpariert und isoliert dargeboten werden, selten gegeben sind. Ein direkter Kontakt mit der freien Natur und den Lebewesen in ihren natürlichen Lebensräumen weckt das Interesse der Schüler und fördert ihren emotionalen Bezug zur Umwelt. Dem Verständnis und der Beziehung der Schüler zur Natur wird somit Rechnung getragen und sie werden zu einem umweltgerechteren Verhalten angeregt.⁶¹ „Die vielseitigen Eindrücke hinterlassen dabei Spuren im Fühlen, Denken und Handeln und können über die reine Vermittlung fachlicher Kenntnisse hinaus ein lebendiges Bewusstsein für den Wert der Natur hervorrufen.“⁶²

Außerschulischer Unterricht hat aber nicht nur die Sensibilisierung der Schüler für ihre Umwelt zum Ziel, sondern eignet sich zudem zum praktischen Erlernen biologischer Arbeitsweisen, wie zum Beispiel das Benutzen eines Bestimmungsschlüssels oder das Aufstellen eines Arbeitsprotokolls. Nicht zuletzt eignet sich diese Unterrichtsform zum Erwerb der Artenkenntnis.⁶³

Außerschulischer Unterricht ermöglicht aber auch das Weiterentwickeln transversaler Fähigkeiten und Fertigkeiten. Der Wechsel vom häufig vorherrschenden lehrerzentrierten, fragend-entwickelnden Unterricht zu offeneren Unterrichtsformen in einer schülerzentrierten und handlungsorientierten Umgebung, fördert das soziale und kooperative Lernen. Das Wissen wird durch Eigenaktivität erworben, wodurch Selbstständigkeit und Handlungsbereitschaft gefördert werden. So wird das Aneignen von Fachwissen zu einer

⁵⁹ PETERBEN, W. H. (2001). *Kleines Methodenlexikon*. München: Oldenbourg Schulbuchverlag.

⁶⁰ MEYER, H. (1987). *Unterrichtsmethoden I: Theorieband*. Berlin: Cornelsen Verlag.

⁶¹ ESCHENHAGEN, D., KATTMANN, U., RODI, D. (2006). *Fachdidaktik Biologie*. Köln: Aulis Verlag Deubner.

⁶² ESCHENHAGEN, D., KATTMANN, U., RODI, D. (2006). *Fachdidaktik Biologie*. Köln: Aulis Verlag Deubner, S. 421.

⁶³ ESCHENHAGEN, D., KATTMANN, U., RODI, D. (2006). *Fachdidaktik Biologie*. Köln: Aulis Verlag Deubner.

ganzheitlichen Lernerfahrung. Da die Schüler den Lerninhalt in seiner ganzen Komplexität erfassen, wird außerdem die Fähigkeit zum vernetzten Denken gefördert.⁶⁴⁶⁵

Mehrere Studien haben die positiven Effekte außerschulischen Unterrichts auf die Wissensvermittlung bestätigt. Der außerhalb des Klassenzimmers stattfindende Unterricht führt vor allem bei leistungsschwächeren Schülern zu größeren Lernerfolgen, als der Klassenunterricht.⁶⁶

Außerschulischer Unterricht bedarf jedoch einer sorgfältigen Vorbereitung, bei der der Lehrer sich einen Überblick über die Möglichkeiten verschafft, die der Lernort zum Erreichen der Lernziele bietet. Auch eine Reihe zusätzlicher Unsicherheiten, wie die Witterungsverhältnisse, müssen im Vorfeld bedacht werden. Die Vor- und Nachbereitungsphase haben beim Unterricht außerhalb des Klassenzimmers ein höheres Gewicht als beim normalen Klassenunterricht. Die Lernenden sollten im Vorfeld der Exkursion über deren Ablauf und die thematische Einbindung informiert werden. Zur Sicherung und Abrundung der gewonnen Erkenntnisse sollte ein erstes Zusammentragen der Ergebnisse schon während der Exkursion stattfinden. Die eigentliche Auswertung im Klassenzimmer besteht vor allem darin, die Ergebnisse auf die Lösung der gestellten Untersuchungsfragen zu beziehen und diese in den Ablauf des normalen Unterrichts einzufügen.⁶⁷

⁶⁴ GRAF, E. (Hrsg.) (2004). *Biologiedidaktik*. Donauwörth: Auer Verlag.

⁶⁵ SPÖRHASE-EICHMANN, U., RUPPERT, W. (2006). *Biologiedidaktik*. Mülheim: Cornelsen Verlag.

⁶⁶ ESCHENHAGEN, D., KATTMANN, U., RODI, D. (2006). *Fachdidaktik Biologie*. Köln: Aulis Verlag Deubner.

⁶⁷ ESCHENHAGEN, D., KATTMANN, U., RODI, D. (2006). *Fachdidaktik Biologie*. Köln: Aulis Verlag Deubner.

5. Ausgearbeitete Rundwege zu den ökologischen, ökonomischen und sozialen Dimensionen des Waldes

5.1. Überblick⁶⁸

Die in dieser Arbeit dokumentierte Gegend in und um Hollenfels befindet sich im 15 Kilometer westlich der luxemburgischen Hauptstadt gelegenen Eischtal. Dieses Tal, auch Tal der Sieben Schlösser genannt, zeichnet sich durch sein umfangreiches Kulturerbe mit vor- und frühgeschichtlichen Fliehburgen, mittelalterlichen Burgen und industriellen Spuren vergangener Zeiten aus. Aber auch die ausgedehnte Natur mit dichten Wäldern und endlosen Wiesen macht aus dieser Gegend ein beliebtes Ziel für Touristen.

Das Eischtal gehört zum Gebiet des Luxemburger Sandsteins mit imposanten Felsvorsprüngen und einer welligen Hügellandschaft. Die Schicht aus Luxemburger Sandstein liegt zwischen zwei wasserundurchlässigen Wechsellagern von Kalk und Mergel. Unterhalb des Sandsteins auf der Keuperschicht gelegen (siehe Karte Seite 49) sind dies die Kalke und Mergel der Basis, über dem Sandstein spricht man von den Kalken und Mergel von Strassen. Auch wenn diese Wechsellager zu völlig unterschiedlichen geologischen Zeiten entstanden sind, weisen sie ähnliche Eigenschaften auf. Das Wasser staut sich auf den Mergel und Kalken von Strassen an, was zur Entstehung von Mardellen führt, die man an mehreren Stellen finden kann. Da diese Kalke und Mergel keine durchgehende Schicht bilden, sondern stellenweise unterbrochen sind, kann das Wasser hier durchsickern und gelangt an das unterhalb des wasserdurchlässigen Sandsteins gelegene Wechsellager von Kalken und Mergel der Basis. Hier drückt das Wasser an zahlreichen Stellen nach außen und so befinden sich hier viele Quellen.

Die Entstehung verschiedener Böden mit unterschiedlichem Sand-, Ton- und Lehmgehalt haben dazu geführt, dass sich hier mehrere Waldgesellschaften entwickelt haben, wie zum Beispiel Perlgras- und Waldmeisterbuchenwälder, Drahtschmielen-Buchenwälder oder Eichen-Hainbuchenwälder. Der Mensch hat das ursprüngliche Landschaftsbild dieser Gegend

⁶⁸ ENTENTE DES COMMUNES ET SYNDICATS D'INITIATIVE DES VALLÉES DE L'EISCH, DE LA MAMER ET DE L'ATERT (Hrsg.), Eischtal, Eisch Valley. Luxembourg: Imprimerie centrale.

durch großflächige Waldrodungen für Ackerland, aber auch für die Holzkohleherstellung zur Zeiten der Eisenindustrie stark beeinflusst. Späterhin wurden einzelne Abschnitte im Rahmen der Forstwirtschaft mit Waldkiefern wiederbepflanzt.

Das Vorkommen verschiedener Waldgesellschaften in nicht allzu weiter Entfernung macht aus der Gegend in und um Hollenfels einen idealen Lernort für die Erschließung und Veranschaulichung ökologischer Zusammenhänge. Zudem lassen sich hier auch ökonomische und soziale Aspekte gut veranschaulichen, da sowohl zahlreiche Spuren der früher hier florierenden Eisenindustrie zu finden sind, als auch unter anderem Reste einer Fliehburg und die Hollenfels Burg sich hier befinden.

Die ursprüngliche Idee bestand darin, zwei Rundwege mit praktischen Lernstationen auszuarbeiten, an denen jeweils ökonomische, soziale und ökologische Aspekte mit Schülergruppen behandelt werden könnten. Genauere Überlegungen brachten dann aber mit sich, dass dies rein geographisch sehr schwer machbar wäre. Ich habe mich somit entschlossen, die einzelnen Themen auf die verschiedenen Wege aufzuteilen. Es entstanden also zwei Wege, ersterer bezieht sich ausschließlich auf die ökologischen und die sozialen Aspekte und der zweite auf die ökonomischen Aspekte, also die Eisenindustrie. Je nach Bedarf und Interesse kann ein Lehrer also entscheiden, ob er eher die ökologischen und die sozialen oder die ökonomischen Aspekte behandeln möchte.

Folgende Karte⁶⁹ bietet einen Überblick der Gegend:

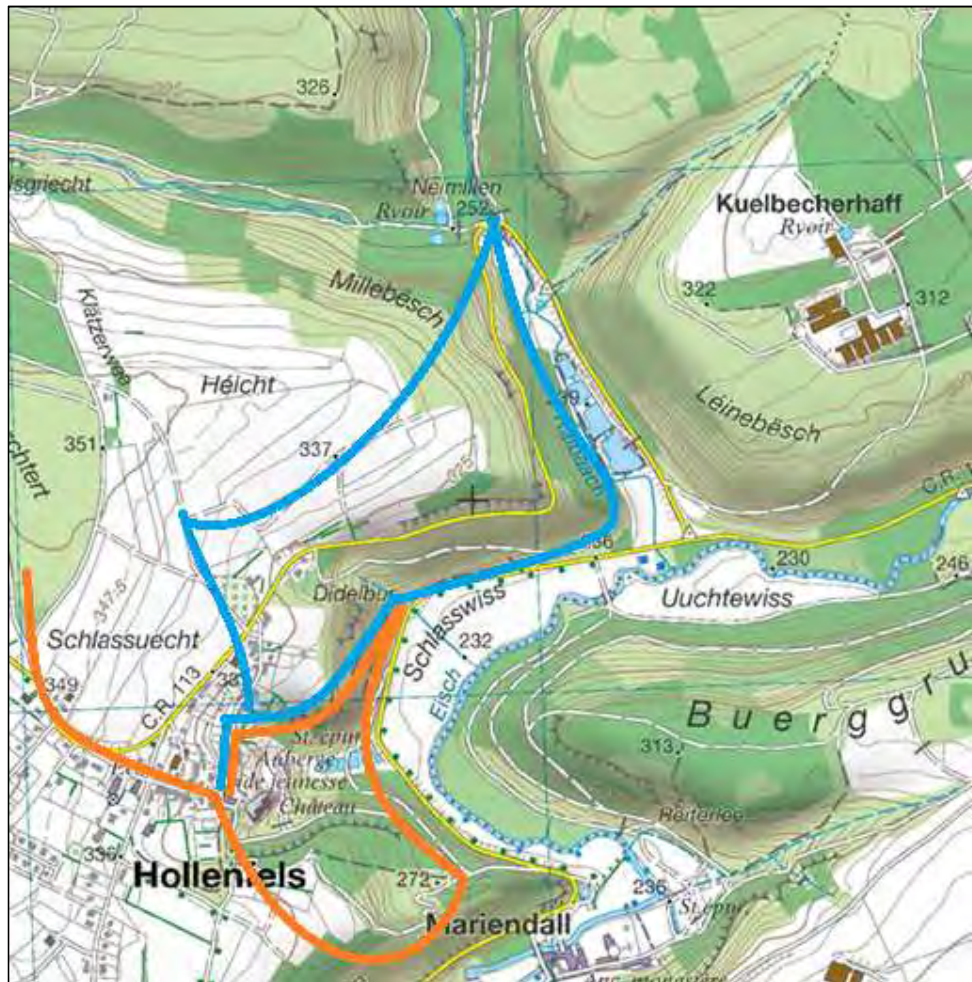


Abbildung 18: Überblick der Gegend um Hollenfels

Der orange eingezeichnete Weg beinhaltet sowohl die Ökologie des Waldes als auch die Hollenfels Burg, die Fliehburg und einen alten Waschbrunnen. Der blau gekennzeichnete Weg bezieht sich ausschließlich auf die Eisenindustrie des 17. Jahrhunderts. Hier ist auch noch der Schlossgarten von Ansemburg mit einbegriffen, der auf dieser Karte nicht zu sehen ist.

⁶⁹ <http://map.geoportail.lu/>

5.2. Erster Weg: ökologische und soziale Aspekte

5.2.1. Allgemeine Beschreibung des ersten Weges

Bei diesem Rundweg wurde der Schwerpunkt hauptsächlich auf die biotischen und abiotischen Zusammenhänge im Ökosystem Wald gelegt. An verschiedenen Lernstationen sollen die Schüler durch praktische Anwendungen, wie das Bestimmen von Pflanzen und Kleinstlebewesen und das Durchführen von chemischen und physikalischen Analysen, die Zusammenhänge zwischen dem Vorkommen von Lebewesen und den dort herrschenden Standortbedingungen verstehen und kennen lernen. Die Lage der einzelnen Lernstationen wurde also so gewählt, dass unterschiedliche Waldgesellschaften und somit verschiedene ökologische Zusammenhänge berücksichtigt werden können.

Zudem führt dieser Rundweg an der Hollenfelder Burg, einem alten Waschbrunnen und einer Fliehburg vorbei und ermöglicht somit den Schülern Einblick in das Leben der Menschen früherer Zeiten zu gewähren.

Folgende Karte⁷⁰ bietet einen Überblick des ersten Rundweges mit den praktischen Lernstationen (Arbeitsblätter und dazugehörige Dokumente befinden sich in Anhang 1):

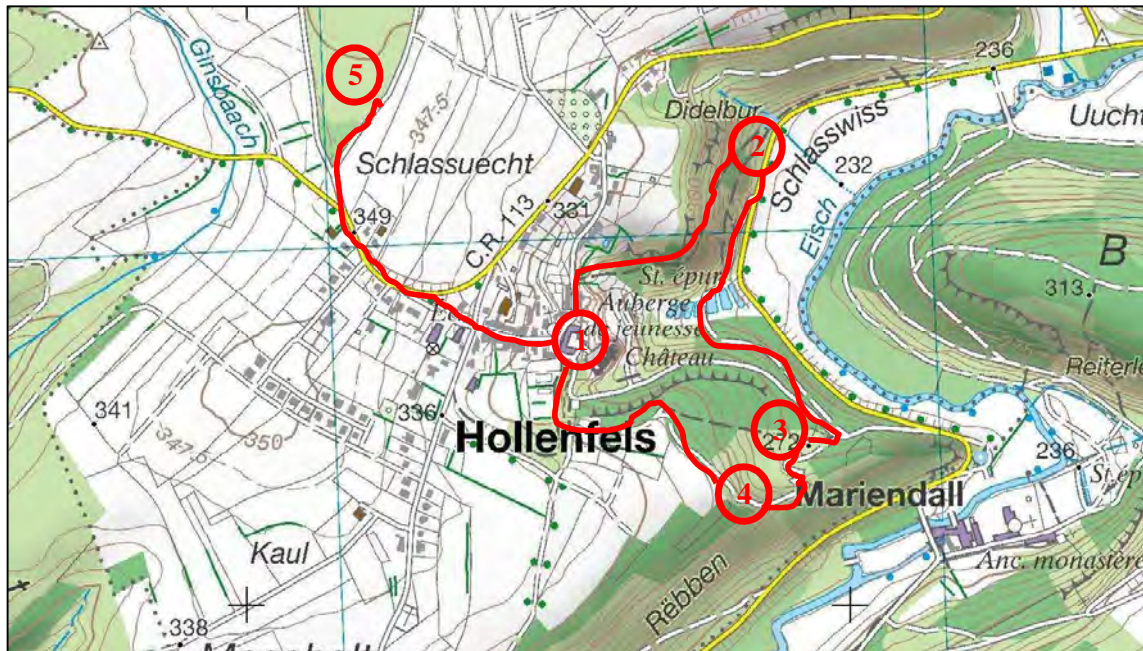


Abbildung 19: Überblick über den ersten Weg

⁷⁰ <http://map.geoportail.lu/>

Der Ausgangspunkt dieses Rundweges befindet sich im Hof der Hollenfelser Burg. Hier liegt auch die erste Lernstation, an der ausschließlich das Thema „mittelalterliche Burg“ behandelt wird. Man verlässt den Hof der Burg, überquert den Platz vor der Kirche und geht die Straße in nördlicher Richtung entlang. Nach etwa 50 Metern betritt man rechterhand über eine Treppe den Wald. Der hier beginnende Pfad führt bergab und man erreicht die ungefähr 80 Meter unterhalb der Burg gelegene zweite Lernstation an einem alten Waschbrunnen, dem Didelbur. Neben den sozialen Aspekten rund um den Brunnen werden an dieser Station, einem feuchten, kalk- und nährstoffreichen Standort, auch ökologische Zusammenhänge behandelt. Die abiotischen Faktoren der einzelnen Stationen sowie die dort vorkommenden Pflanzenarten werden im Folgenden genauer beschrieben.

Anschließend folgt man dem Pfad in südlicher Richtung und durchquert eine natürliche Kläranlage. Im Frühling kann man hier das Hain-Veilchen (*Viola riviniana* REICHENB.) finden, das durch seine Variabilität manchmal nur schwer vom Wald-Veilchen (*Viola reichenbachiana* JORD. ex BOREAU) zu unterscheiden ist.

Hinter der Kläranlage gelangt man in einen Waldabschnitt, in einem nach Norden gerichteten Hang, mit gewöhnlichen Fichten (*Picea abies* KARST.), europäischen Lärchen (*Larix decidua* MILL.) und Douglasien (*Pseudotsuga menziesii* FRANCO). Da die Lärche im Winter ihre nadelförmigen Blätter abwirft, können unter diesen Bäumen im Frühling Frühblüher gedeihen, was unter den dichten Fichten wegen des Lichtmangels nicht möglich ist. Auch Pflanzen, die an ruderalen Standorten vorkommen, wie der schwarze Holunder (*Sambucus nigra* L.) und das Ruprechtskraut (*Geranium robertianum* L.), auch gewöhnlicher Stink-Storchschnabel genannt, lassen sich hier finden.

Begibt man sich hier oberhalb des Weges in den Wald hinein, wird die Versauerung des Bodens durch das Vorkommen von Pflanzen, wie Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus* L.), Vogelbeere (*Sorbus aucuparia* L.) und Faulbaum (*Rhamnus frangula* L.) sichtbar.

Interessanterweise findet man das Schattenblümchen (*Maianthemum bifolium* L.) hier, entgegen seines wissenschaftlichen Namens, mit nur einem Blatt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Pflanze sich hier, wegen der geringen Lichtdurchlässigkeit der sich darüber befindenden Fichten, nicht richtig entwickeln kann.



Abbildung 20: Schattenblümchen unterhalb der Fichten

Erwähnenswert ist hier auch das Vorkommen von Jungpflanzen der Eibe (*Taxus baccata* L.) in unmittelbarer Entfernung zur mittelalterlichen Burg in Hollenfels. Diese Pflanze ist nämlich heutzutage aus den Wäldern Nord- und Mitteleuropas nahezu verschwunden. In der Tat wurden Eiben früher gezielt gefällt, da alle Pflanzenteile, bis auf das rote Fruchtfleisch, hochgiftig sind und somit für Kühe und Pferde, die an den Eiben ästen, eine große Gefahr darstellten. Hinzu kam eine Übernutzung des Holzes dieser Pflanze, das durch seine extreme Langlebigkeit, Widerstandsfähigkeit und Biegsamkeit, während des Mittelalters zur Waffenherstellung genutzt wurde. Wegen der sehr niedrigen Lichtansprüche der Eibe wächst sie gut an dieser Stelle im Schatten anderer Bäume.⁷¹



Abbildung 21: Jungpflanze der Eibe

⁷¹ ADMINISTRATION DE LA NATURE ET DES FORÊTS (Hrsg.) (2009), Seltene einheimische Baumarten in Luxemburg, Maßnahmen zur Erhaltung und Förderung. Luxemburg: Imprimerie Hengen.

Gelangt man aus diesem Waldabschnitt heraus, überquert man die Straße und erreicht die dritte Lernstation, ein Perlgras-Rotbuchenwald. Hier werden ausschließlich ökologische Aspekte behandelt. Steigt man dann die Treppe hinauf, erreicht man dann die vierte Station, die oben auf dem einem Felssporn aus Sandstein gelegen ist. Dieser trockene und saure Standort ermöglicht wiederum weitere Zusammenhänge zwischen abiotischen und biotischen Faktoren kennen zu lernen. Außerdem befinden sich hier Spuren einer Fliehburg, die es ermöglichen, die schon angeeigneten Kenntnisse der ersten Station, nämlich die Hollenfesler Burg, zum Teil auf diese Festung zu übertragen.

Anschließend folgt man dem Pfad in nord-westlicher Richtung. Entlang des Weges findet man unter anderem die Wald-Engelwurz (*Angelica sylvestris* L.), die eher an leicht sauren und feuchten Orten vorkommt, den Wiesen-Bärenklau (*Heracleum sphondylium* L.), die gefleckte Taubnessel (*Lamium maculatum* L.) und den Giersch (*Aegopodium podagraria* L.), die stickstoffhaltigen Boden bevorzugen, die Zaun-Wicke (*Vicia sepium* L.) und die rote Lichtnelke (*Silene dioica* CLAIRV.).

Erwähnenswert sind die zahlreichen Kiefernzapfen, die man hier am Boden finden kann. Sieht man jedoch nach oben, kann man keine Kiefern in unmittelbarer Nähe erkennen. Diese Kiefernzapfen sind ein Zeichen dafür, dass der große Buntspecht hier lebt. In der Tat eignet sich der Stamm von Eichen besonders gut für Spechtschmieden.

Ein Graben auf der linken Seite grenzt den Wald vom Agrarland ab. Es handelt sich hier um einen Wallabschnittsgraben, der zur Fliehburg gehörte und das auf dem Felsvorsprung gelegene Plateau abgrenzte.

Durch Ablagerungen von Mergelkalk auf dem Luxemburger Sandstein hat der Boden hier einen tonigen Charakter. Aus diesem Grund kann man hier Arten finden, die frische neutrale Böden bevorzugen, wie das einblütige Perlgras (*Melica uniflora* RETZ.), die Gold-Taubnessel (*Lamium galeobdolon* L.), das Wald-Veilchen (*Viola reichenbachiana* JORD. Ex BOREAU), das Busch-Windröschen (*Anemone nemorosa* L.) und die vielblütige Weißwurz (*Polygonatum multiflorum* ALL.). Aber auch die hier vorkommenden Arten, wie das Scharbockskraut (*Ranunculus ficaria* L.), das Hexenkraut (*Circaea lutetiana* L.) und der gefleckte Aronstab (*Arum maculatum* L.) deuten auf einen frischen und nährstoffhaltigen

Boden an dieser Stelle hin. Man findet hier auch Wald-Sternmieren (*Stellaria nemorum* L.), die feuchte Böden bevorzugen.

Auf dem weiteren Weg in Richtung des Hollenfelder Schlossparks begegnet man zusätzlich dem Mauerlattich (*Mycelis muralis* DUM.), dem Wald-Habichtskraut (*Hieracium sylvaticum* L.), dem Schöllkraut (*Chelidonium majus* L.), der gewöhnlichen Nelkenwurz (*Geum urbanum* L.), der rauen Gänsedistel (*Sonchus asper* HILL) und der Wald-Ziest (*Stachys sylvatica* L.). Auch der gewöhnliche Wurmfarne (*Dryopteris filix-mas* SCHOTT) ist hier anzutreffen. Dieser unterscheidet sich durch die abgerundeten Blätter sowie den runden Sporenkapseln an der Unterseite der Wedel von anderen Farnarten.

Der Schlosspark hat eine viereckige Form und wurde früher zum Teil als Nutzgarten genutzt. Heute befinden sich hier Eiben (*Taxus baccata* L.) aus dem frühen 20. Jahrhundert sowie Rosskastanien (*Aesculus hippocastanum* L.) und Blutbuchen (*Fagus sylvatica* f. *purpurea* SCHELLE).

Die fünfte und letzte Station dieses Rundweges erreicht man von der Hollenfelder Burg aus, indem man das Dorf an der Straße entlang durchquert. Hier befindet sich der Eichen-Hainbuchenwald Laaschert, der sich wiederum gut für die Durchführung biotischer und abiotischer Analysen eignet.

5.2.2. Die einzelnen Stationen

- Station 1: Die Hollenfelser Burg

a. Beschreibung der Station

Die erste Station dieses Rundweges liegt im Burghof der Burg von Hollenfels. Da die Burg oben schon genauer beschrieben worden ist, wird hier nicht mehr im Detail auf Lage und Baubeschreibung eingegangen.



Abbildung 22: Die Hollenfelser Burg

Der im nordöstlichen Bereich des Burghofes gelegene Burgbrunnen hat eine Tiefe von 19 Metern. Da die Burg auf einen Felsvorsprung aus wasserdurchlässigem Sandstein erbaut worden ist, und die wasserundurchlässige Lehmschicht etwa 80 Meter unterhalb der Burg liegt, geht man davon aus, dass die ursprüngliche Tiefe des Brunnens nicht der aktuellen Tiefe entspricht.

Begibt man sich in den Burggraben und geht in nordöstlicher Richtung entlang der Burg, gelangt man an einen unteren Eingang des Brunnens. Geht man den Weg etwas weiter, kann

man einen Hohlraum im Felsen finden, der wahrscheinlich als Wohnraum genutzt worden ist. Vor einigen Jahren wurde dieser, zum Teil natürlich entstandene, Hohlraum mit einem Vorbau aus Holz ausgebaut.



Abbildungen 23 und 24: Brunnen im Burghof und unterer Eingang des Brunnens

b. Lernziele

Die Schüler sollen

- **kognitiv**
 - beschreiben können inwiefern dieser Standort vorteilhaft für den Erbau einer Burg ist ;
 - eine Reihe von Schutzvorrichtungen und Wehranlagen nennen und beschreiben können und diese an einer Burg erkennen können;
 - einige Eigenschaften des Burgbrunnens beschreiben können;
 - den Zusammenhang zwischen dem Namen der Burg und dem darunter liegenden hohlen Felsen erklären können.
- **psychomotorisch**
 - eine topographische Karte mit den Grundrissen der Burg lesen können;
 - die auf einer Karte dargestellten Schutzvorrichtungen und Wehranlagen an der Burg erkennen können;
 - die Tiefe des Brunnens und dessen Durchmesser messen und anhand der Resultate das Volumen rechnen können.

Da die Burg auf einen Felsvorsprung, mit steilem Abhang auf der nordöstlichen Seite, gebaut worden ist, bietet diese Seite wenig Angriffsmöglichkeiten für den Feind. Diese Begebenheit

sollen die Schüler erkennen, indem sie sich im Burghof umsehen. Anschließend bekommen sie eine Tafel mit einigen Schutzvorrichtungen und Wehranlagen, ausgehängt. Sie sollen sich um die Burg herum umsehen und alle Schutzvorrichtungen und Wehranlagen die ihnen an der Burg auffallen beschreiben. So lernen sie einerseits einige Eigenschaften mittelalterlicher Burgen kennen, andererseits ist dies auch ein Thema, das im Geschichtsunterricht zum Teil schon behandelt worden ist und kann so hier wiederholt und vertieft werden.



Abbildung 25: Sicht aus dem Burghof in Richtung Nord-Osten



Abbildung 26: Spitze des Bergfriedes mit Pechnasen und Schießscharten

Danach sollen die Schüler die Tiefe des Brunnens sowie dessen Durchmesser ausmessen und anhand der Resultate errechnen, wie viel Gestein und Erde hier entnommen werden mussten, um den Brunnen zu bauen. Hier ist es interessant, die Schüler darauf aufmerksam zu machen, dass diese Ausgrabungen früher ohne die heutigen Maschinen stattfanden. Die Schüler begeben sich dann in den unteren Teil des Brunnens und sollen die innere Wand des Brunnens beschreiben. Hier bemerken sie, dass sich auf verschiedenen Höhen (einmal drei Meter und einmal neun Meter unterhalb der Erdoberfläche) seitliche Zugänge in den Brunnen befinden. Sie sollen überlegen, wozu diese Zugänge gedient haben könnten.

In dem natürlich entstandenen Hohlraum, etwas weiter östlich gelegen, sollen sie Spuren einer früheren Nutzung dieses Raumes suchen. In der Tat kann man hier Mauerreste erkennen und man sieht, dass der Stein zum Teil gemeißelt worden ist. Der Fußboden ist relativ eben. Die Schüler sollen in diesem Hohlraum den Zusammenhang zwischen dem Namen der Burg und den Hohlräumen in den Felsen erkennen.

- **Station 2: Der Didelbur**

a. Beschreibung der Station

Diese rund 80 Meter unterhalb der Burg gelegene Station ist nicht nur vom sozialen Aspekt, dem alten Waschbrunnen, sondern auch vom ökologischen Standpunkt her sehr interessant. Die Quelle markiert den Übergang von dem in den höheren Lagen gelegenen wasserdurchlässigen Sandstein zu der darunterliegenden wasserundurchlässigen Lehmschicht.

Durch die frischen bis feuchten, nährstoff- und kalkreichen Eigenschaften des Bodens (es handelt sich hier um Kalkmergel der Basis), hat sich hier nämlich eine große Artenvielfalt entwickelt.



Abbildung 27: Die Waldgesellschaft am Didelbur

Typische Nährstoffzeiger, wie das Wald-Bingelkraut (*Mercurialis perennis* L.) und der Aronstab (*Arum maculatum* L.), sowie Frischezeiger, wie das einblütige Perlgras (*Melica uniflora* RETZ.), die Wald-Segge (*Carex sylvatica* HUDS.), der Waldmeister (*Galium odoratum* SCOP.) und das dunkle Lungenkraut (*Pulmonaria obscura* DUM.) sind hier vorhanden. Das Vorkommen der Hainsimse (*Luzula luzuloides* LAM.), ein Armutszeiger, zeigt jedoch, dass man nicht vom Vorkommen einer einzigen Pflanzenart auf die abiotischen Faktoren schließen kann.

Die Baumschicht wird hier von Eschen (*Fraxinus excelsior* L.), Hainbuchen (*Carpinus betulus* L.), Ulmen, Stiel-Eichen (*Quercus robur* L.), Rotbuchen (*Fagus sylvatica* L.), Feld-Ahorn (*Acer campestre* L.) und Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus* L.) gebildet. Sträucher wie der eingriffelige Weißdorn (*Crataegus monogyna* JACQ.) und der zweigriffelige Weißdorn (*Crataegus laevigata* DC.) weisen auf den hohen Kalkgehalt des Bodens hin. Weitere hier auftretende Sträucher sind u.a. der Hasel (*Corylus avellana* L.), der schwarze Holunder (*Sambucus nigra* L.), der gewöhnliche Besenginster (*Cystisus scoparius* LINK), die Stachelbeere (*Ribes uva-crispa* L.) und die rote Heckenkirsche (*Lonicera xylosteum* L.).

In der Krautschicht findet man auch noch folgende Pflanzen: schwarze Teufelskralle (*Phyteuma nigrum* F.W. SCHMIDT), Wald-Erdbeere (*Fragaria vesca* L.), Zaun-Wicke (*Vicia sepium* L.), gelbes Buschwindröschen (*Anemone ranunculoides* L.), große Sternmiere (*Stellaria holostea* L.), Hain-Sternmiere (*Stellaria nemorum* L.), Kohl-Kratzdistel (*Cirsium oleraceum* SCOP.), Schöllkraut (*Chelidonium majus* L.), Wurmfarne (*Dryopteris filix-mas* SCHOTT), Wald-Sauerklee (*Oxalis acetosella* L.), Wald-Frauenfarne (*Athyrium filix-femina* ROTH), vielblütige Weißwurz (*Polygonatum multiflorum* ALL.), Mauerlattich (*Mycelis muralis* DUM.), Rasen-Schmiele (*Deschampsia cespitosa* L.), Giersch (*Aegopodium podagraria* L.), Ruprechtskraut (*Geranium robertianum* L.), Goldnessel (*Lamium galeobdolon* L.), Binsen (*Juncus* sp. L.), gewöhnlicher Hohlzahn (*Galeopsis tetrahit* L.) und Himbeere (*Rubus* sp. L.).

Aufgrund der breiten Waldwege und der intensiven Arbeiten in diesem Waldabschnitt haben sich hier viele ruderale Pflanzen angesiedelt, wie die gewöhnliche Vogelmiere (*Stellaria media* VILL.), der Breit-Wegerich (*Plantago major* L.) und die gewöhnliche Nachtkerze (*Oenothera biennis* L.).

Da das Dorf Hollenfels auf den wasserdurchlässigen Sandstein gebaut ist und das Wasser erst an dieser Stelle, rund 80 Meter unterhalb der Burg, auf eine wasserundurchlässige Lehmschicht stößt, wurde zu früheren Zeiten von den Bewohnern des Dorfes an dieser Quelle ein Waschbrunnen gebaut.



Abbildung 28: Der Waschbrunnen (Didelbur)

b. Lernziele

Die Schüler sollen

- **kognitiv**
 - den Zusammenhang zwischen biotischen und abiotischen Faktoren im Wald erkennen und beschreiben können;
 - einige Pflanzen nennen können, die auf nährstoffreichem, frischem Boden vorkommen;
 - die Eigenschaften verschiedener Bodenarten beschreiben können.
- **psychomotorisch**
 - chemische und physikalische Bodenanalysen durchführen können;
 - Pflanzen anhand eines Bestimmungsbuches bestimmen können;
 - einen Katasterplan lesen und verstehen können.

Der sich auf die Ökologie des Waldes beziehende Teil dieser Station besteht darin, dass die Schüler damit beginnen einige chemische und physikalische Untersuchungen durchzuführen, um die abiotischen Faktoren dieses Standortes zu bestimmen. Das hierfür benötigte Versuchsprotokoll bekommen die Schüler an der Station auf plastiküberzogenen Tafeln ausgehändigt. Sie bestimmen dann mit einfachen Messgräten (Thermometer, Luxmeter, Hygrometer) die Temperatur, die Bodentemperatur, die Feuchtigkeit und den relativen

Lichtgenuss. Außerdem wird mit Hilfe eines Kompasses die Hanglage der Station bestimmt. Anschließend folgen eine Reihe von Bodenanalysen, bei denen die Bodenart, der Kalkgehalt und der pH-Wert des Bodens ermittelt werden. Alle Resultate werden in einer Tabelle auf einem Arbeitsblatt festgehalten.

Anschließend sollen die Schüler die hier vorkommenden Pflanzenarten bestimmen. Damit dies nicht zu einer zu langwierigen und ermüdenden Aufgabe wird, bei der die Schüler jede hier vorkommende Art zu bestimmen versuchen, bekommen die Schüler eine Liste mit einer Reihe von Pflanzen ausgehändigt. Ihre Aufgabe besteht dann darin, diese Pflanzenarten in einem Bestimmungsbuch nachzuschlagen. Danach sollen sie sich an der Station umsehen und sich vergewissern, welche dieser Arten hier vorkommen und die Häufigkeit dieses Vorkommens in eine Tabelle eintragen.

Der zweite Teil dieser Station bezieht sich auf den alten Waschbrunnen, den Didelbur. Hier geht es darum, dass die Schüler verstehen, aus welchem Grund sich dieser Brunnen hier an der Quelle, relativ weit abgelegen vom Dorf, befindet. Sie sollen sich bewusst werden, dass die Menschen früher, bevor es die moderne Technik gab, viel stärker von den natürlichen Begebenheiten abhängig waren und das Leben somit viel erschwerter war, als das Leben heutzutage.

Als erstes sollen die Lernenden sich die hier ausgestellte Tafel ansehen, auf der sie erkennen können, dass die über diesem Standort gelegene Schicht wasserdurchlässig ist und die daruntergelegene Schicht das Wasser nicht durchsicken lässt. Um die einzelnen Schichten zu bestimmen, sollen die Schüler versuchen Wasser durch Sand und dann durch Lehm sickern zu lassen und hierbei die Zeit stoppen. Danach sollen sie den Höhenunterschied zwischen diesem Standort hier und dem der Burg bestimmen und logische Überlegungen zur ursprünglichen Tiefe des Brunnens im Hof der Burg anstellen.



Abbildung 29: Tafel am Didelbur

- **Station 3: Der Rotbuchenwald**

a. Beschreibung der Station

Diese Station liegt unterhalb eines Felsvorsprungs aus Sandstein in einem nach Nord-Osten ausgerichteten Hang. Der gut durchlüftete und relativ arme Sandboden ist hier mit Mergel durchzogen, der durch Erosion von der oben auf dem Sandstein gelegenen Kalk- und Mergelschicht abgetragen wurde. Diese leicht tonigen Eigenschaften haben dazu geführt, dass sich hier ein Perlgras und Waldmeisterbuchenwald entwickelt hat. Die Rotbuchen weisen hier sehr lange schmale Stämme auf und ihr dichtes Kronendach lässt nur sehr wenig Licht bis zum Waldboden durchdringen. Dies führt dazu, dass die Strauchschicht fast abwesend ist und nur sehr schattenertragende Kräuter hier wachsen können. Der Boden hier ist vom Typ Moder.



Abbildung 30: Der Perlgras-Rotbuchenwald

Die frischen Eigenschaften dieses Standortes werden durch das Vorkommen von Pflanzen, wie dem einblütigen Perlgras (*Melica uniflora* RETZ.), dem Waldmeister (*Galium odoratum* L.), der Goldnessel (*Lamium galeobdolon* L.) und dem Wald-Frauenfarn (*Athyrium filix-femina* ROTH), der sich durch etwas längere Sporenkapseln vom Wurmfarne unterscheidet, unterstrichen. Auch das Vorkommen vieler Wald-Sternmieren (*Stellaria nemorum* L.) zeigt, dass es sich hier um guten Boden handelt, da diese Pflanze frische bis feuchte Standorte bevorzugt und lockeren lehmigen Boden liebt.

Außerdem findet man hier in der Krautschicht das Wald-Sauerklee (*Oxalis acetosella* L.), ein weiterer Frischezeiger, das kleine Springkraut (*Impatiens parviflora* DC.), die Kohl-Kratzdistel (*Cirsium oleraceum* SCOP.), das gewöhnliche Hexenkraut (*Circaea lutetiana* L.), den gemeinen Hohlzahn (*Galeopsis tetrahit* L.), die knotige Braunwurz (*Scrophularia nodosa* L.), den echten Ehrenpreis (*Veronica officinalis* L.), die Stachelbeere (*Ribes uva-crispa* L.), die schwarze Teufelskrallen (*Phyteuma spicatum* L.) und Flattergras (*Milium effusum* L.).

An der angrenzenden Straße wachsen u.a. Waldseggen (*Carex sylvatica* HUDS.) und das Schöllkraut (*Chelidonium majus* L.). Das hier vorkommende Knoblauchkraut (*Alliaria petiolata* CAVARA et GRANDE) ist eine ruderal Pflanze, die gestörte Standorte aufweist. Der Giersch (*Aegopodium podagraria* L.) ist ein typischer Stickstoffzeiger.

b. Lernziele

Die Schüler sollen

- kognitiv
 - den Zusammenhang zwischen biotischen und abiotischen Faktoren im Wald erkennen und beschreiben können;
 - einige Pflanzen nennen können, die auf nährstoffreichem frischem Boden vorkommen.
- psychomotorisch
 - chemische und physikalische Bodenanalysen durchführen können;
 - Pflanzen anhand eines Bestimmungsbuches bestimmen können;
 - Bäume vermessen können.

Wie schon erwähnt bezieht sich diese Station ausschließlich auf die ökologischen Aspekte des Waldes. Ähnlich wie bei Station 2 werden auch hier die abiotischen Faktoren des Standortes mit Hilfe der gleichen Untersuchungen bestimmt und in die Tabelle auf dem Arbeitsblatt eingetragen. Danach werden die verschiedenen aufgelisteten Pflanzenarten in Bezug auf ihr Vorkommen und ihre Häufigkeit in die zweite Tabelle eingetragen.

Der zweite Teil dieser Station beschäftigt sich mit dem Vermessen der Rotbuchen. Die Schüler schätzen mit Hilfe eines Stockes die Höhe des Stammes und berechnen den Durchmesser des Stammes. Anschließend können sie mit Hilfe einer einfachen Formel das Volumen des Stammholzes berechnen. Die Schüler können somit feststellen, dass die, hier in einem nach Nord-Osten gerichteten Hang wachsenden, Rotbuchen sehr hohe Schäfte aufweisen. Dies liegt auch an den frischen Eigenschaften dieses Standortes, der nährstoffreich und leicht sauer ist. Da die gleichen Berechnungen auch an der nächsten Station durchgeführt werden, können die Ergebnisse miteinander verglichen werden und so ein Zusammenhang zwischen Baumhöhe und einigen abiotischen Faktoren erkannt werden.

Man kann die Schüler an dieser Station auch auf die fehlende Schichtung des Waldes aufmerksam machen. In der Tat fehlen hier Strauch- und untere Baumschicht fast komplett, da nur sehr wenig Licht durch das dichte Kronendach der Rotbuchen bis zum Waldboden durchdringen kann.

- **Station 4: Die Fliehbürg**

a. Beschreibung der Station

Diese Station liegt auf einem Felssporn aus Sandstein. Dieser arme, saure und trockene Standort hat nur eine geringe Bodentiefe, was dazu führt, dass vor allem im Sommer regelmäßig Engpässe in der Wasserversorgung der Bäume auftreten. Bei der Waldgesellschaft an dieser Station handelt es sich um eine ärmere Variante des Hainsimsen-Buchenwaldes mit Übergang auf bodensaure Eichenmischwälder.



Abbildung 31: Hainsimsen-Buchenwald

Die Bäume, die sich hier befinden, vor allem Rotbuchen (*Fagus sylvatica* L.) und Traubeneichen (*Quercus petraea* LIEBLEIN), erreichen hier nur geringe Höhen. Der Boden wird hier zudem stark verweht und somit verschwindet das Ausgangsmaterial für die Humusbildung schnell. Auch die direkte Sonneneinstrahlung trägt dazu bei, dass Pflanzen, die guten Humus und viel Wasser benötigen, hier keine Chance zum Gedeihen haben. Dies trifft aber auch auf die Bodenlebewesen zu. Lediglich Arten, die durch einen dicken Panzer vor Austrocknung geschützt sind, können hier überleben, Wirbellose wie Regenwürmer haben hier keine Chance.

Entlang der Fliehbürg befinden sich typische Armutszeiger, wie die Draht-Schmiele (*Deschampsia flexuosa* L.), deren dünne Blätter den Wasserverlust reduzieren, und die weißliche Hainsimse (*Luzula luzuloides* LAM.), die an sauren und eher trockenen Standorten vorkommt. Die weißen Haare der Pflanze zerstreuen die Sonnenstrahlen und verhindern somit das Verbrennen der Pflanze.



Abbildung 32: Draht-Schmiele



Abbildung 33: Weißliche Hainsimse

Auch Säurezeiger, wie die Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus* L.) und der Wiesen-Wachtelweizen (*Melampyrum pratense* L.), sind hier zu finden. Zu erwähnen sind außerdem der gewöhnliche Tüpfelfarn (*Polypodium vulgare* L.), eine Pflanze, die eher saure und kalkarme Böden bevorzugt, das Wald-Geißblatt (*Lonicera periclymenum* L.), das häufig in sauren Eichenwäldern zu finden ist, sowie die wärme- und trockenheitsliebende gewöhnliche Mehlbeere (*Sorbus aria* L.). Unter anderem wachsen hier auch noch das Wald-Labkraut (*Galium sylvaticum* L.), der Wachholder (*Juniperus communis* L.), die Zaun-Wicke (*Vicia sepium* L.), das Wald-Habichtskraut (*Hieracium sylvaticum* L.), das Hainrispengras (*Poa nemoralis* L.) und die zweiblättrige Waldhyazinthe (*Platanthera bifolia* L.), ein Orchideengewächs, das eher selten ist und das man leicht mit dem Schneeglöckchen verwechseln kann.



Abbildung 34: Zweiblättrige Waldhyazinthe

Wie schon erwähnt sind hier auch Reste einer Fliehburg zu erkennen. Diese Festung wurde nie dauerhaft bewohnt, sondern diente zu Kriegszeiten als Zufluchtsort für die Dorfbewohner von Hollenfels. Hier befanden sich lediglich ein Bergfried und einige Holzbauten. Die Lage der Fliehburg war günstig, da man von hier aus eine gute Sicht nach allen Seiten des Felsspornes hatte und den Feind so schon von weitem erkennen konnte. Da der Bau dieser Fliehburg relativ einfach war und die Hütten aus Holz bestanden, zerfiel sie nachdem sie endgültig verlassen worden war. Übrig blieb lediglich ein rechteckiges Loch. Eine weitere Möglichkeit wäre, dass dieses Loch als Wasserreservoir genutzt wurde. Außerdem erkennt man im Gelände noch einen Wallabschnittsgraben.



Abbildung 35: Rechteckiges Loch an der Stelle der ehemaligen Fliehburg

b. Lernziele

Die Schüler sollen

- kognitiv
 - den Zusammenhang zwischen biotischen und abiotischen Faktoren im Wald erkennen und beschreiben können;
 - einige Pflanzen nennen können, die auf saurem, armem Boden vorkommen;
 - den Aufbau und den Nutzen einer Fliehburg beschreiben können.
- psychomotorisch
 - chemische und physikalische Bodenanalysen durchführen können;
 - Pflanzen anhand eines Bestimmungsbuches bestimmen können;
 - Bäume vermessen können.

Genauso wie bei Station 2 und 3 werden auch hier zu Beginn die abiotischen Untersuchungen dieses Standortes durchgeführt sowie die hier vorkommenden Pflanzenarten in Bezug auf ihre Häufigkeit in eine Tabelle eingetragen.

Anschließend wird auch hier ein Baum vermessen. Die Schüler können somit feststellen, dass die Bäume hier deutlich kleiner sind als die an Station 3, die direkt unterhalb dieses Standpunktes im Hang liegt. Der deutliche Unterschied in der Baumhöhe liegt hier an der direkten Sonneneinstrahlung und daran, dass das Ausgangsmaterial für Humus dort oben schnell verweht wird. Der Boden ist somit eher arm und sauer.

An dieser Station werden jedoch nicht nur ökologische sondern auch soziale Aspekte behandelt. Die Schüler sollen ihr Wissen, das sie sich an der ersten Station, der Burg in Hollenfels, angeeignet haben, auf die Fliehburg übertragen. Sie sollen den Standort der Fliehburg auf diesem Felssporn verstehen sowie den Aufbau und den Nutzen einer solchen Festung verstehen. Das rechteckige Loch wird von den Schülern ausgemessen und eine Hypothese über dessen Nutzen aufgestellt. In der Tat handelt es sich hierbei entweder um das Fundament des Bergrieds, oder es diene als Wasserreservoir. Die Schüler sollen anhand ihrer Kenntnisse herausfinden, dass ein Brunnen an dieser Stelle sehr tief hätte sein müssen, was eher unwahrscheinlich ist. Auch ein Wasserreservoir zum Auffangen des Regenwassers hätte nicht dauerhaft genutzt werden können, da das Wasser durch den Sandstein nach unten sickern würde.

- **Station 5: Der Laaschtert**

a. Beschreibung der Station

Bei dieser fünften Station handelt es sich um einen Eichen-Hainbuchenwald. Der Boden ist hier sehr tonig und nass, wodurch eine Sauerstoffarmut entsteht, die nicht sehr verträglich für die Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.) ist. Trocknet der Boden, entstehen schnell Trockenrisse, was für Bäume ohne Pfahlwurzel nicht sehr vorteilhaft ist. Die Hainbuche (*Carpinus betulus* L.) jedoch ist mit ihrer Pfahlwurzel gut an diesen Standort angepasst.



Abbildung 36: Der Eichen-Hainbuchenwald Laaschtert

Beim Humus in diesem ersten Abschnitt des Waldes handelt es sich um nährstoffreichen Mull, die Streu wird also schnell abgebaut und man findet hier zahlreiche Würmer. Begibt man sich tiefer in den Wald hinein, geht der Eichen-Hainbuchenwald in einen Rotbuchenwald über, weil dort kein toniger Boden, sondern Sandstein den Untergrund bildet. Auf dem tonigen Boden findet man die Stieleiche (*Quercus robur* L.), auf dem Sandstein eher die Traubeneiche (*Quercus petraea* LIEBLEIN).

Trotz der ungünstigen Bedingungen für die Rotbuche kann man diese hier im Eichen-Hainbuchenwald vereinzelt finden. Auch Eschen wachsen in der Baumschicht. Die ausgeprägte Strauchschicht besteht, neben den Jungwuchs der bereits genannten Bäume, zusätzlich u.a. aus dem gemeinen Schneeball (*Viburnum opulus* L.), dem eingriffeligen

Weißdorn (*Crataegus monogyna* JACQ.), dem zweigriffeligen Weißdorn (*Crataegus laevigata* DC.), dem Feldahorn (*Acer campestre* L.), dem Liguster (*Ligustrum vulgare* L.), der roten Heckenkirsche (*Lonicera xylosteum* L.) und der kriechenden Rose (*Rosa arvensis* HUDS.).

Im Frühling blühen hier zahlreiche Frühblüher, u.a. die Wald-Schlüsselblume (*Primula elatior* L.), das Wiesen-Schaumkraut (*Cardamine pratensis* L.), der Aronstab (*Arum maculatum* L.), das Scharbockskraut (*Ranunculus ficaria* L.), der Goldschopf-Hahnenfuss (*Ranunculus auricomus* L.), die echte Sternmiere (*Stellaria holostea* L.), der Waldmeister (*Galium odoratum* SCOP.) und das Buschwindröschen (*Anemone nemorosa* L.). Außerdem findet man hier Gräser, wie die Wald-Segge (*Carex sylvatica* HUDS.) und die Rasen-Schmiele (*Deschampsia cespitosa* BEAUV.). Ein oft vorkommender Vogel hier ist der Mittelspecht.

b. Lernziele

Die Schüler sollen

- **kognitiv**
 - den Zusammenhang zwischen biotischen und abiotischen Faktoren im Wald erkennen und beschreiben können;
 - einige Pflanzen nennen können, die auf frischem nährstoffreichem Boden vorkommen;
 - die Schichtung der Streu sowie die unterschiedlich stark zersetzten Blätter beschreiben und diese Begebenheiten begründen können;
 - die Entstehung von Humus und dessen Wichtigkeit erklären können;
 - einige wirbellose Tiere des Waldbodens nennen können;
 - die einzelnen Schichten eines Waldes nennen und beschreiben können.
- **psychomotorisch**
 - chemische und physikalische Bodenanalysen durchführen können;
 - Pflanzen anhand eines Bestimmungsbuches bestimmen können;
 - Wirbellose Tiere des Waldbodens einsammeln und mit Hilfe eines Bestimmungsschlüssels bestimmen können;
 - ein sauberes Schema der einzelnen Schichten im Wald anfertigen können.

Um die Eigenschaften dieses Eichen-Hainbuchenwaldes mit denen der bereits untersuchten Waldgesellschaften vergleichen zu können, werden hier wiederum die abiotischen Faktoren des Standortes ermittelt und in die dafür vorgesehene Tabelle eingetragen. Auch die hier vorkommenden Pflanzenarten werden, wie schon an den Stationen davor, ermittelt und in die zweite Tabelle eingetragen.

Da die Schüler jetzt sowohl alle abiotischen Daten, als auch die wichtigen Pflanzenarten der einzelnen Stationen in zwei Tabellen eingetragen haben, bekommen sie Tafeln mit Zeigerpflanzen ausgehändigt. Auf diesen Tafeln sind die einzelnen Pflanzenarten ihren jeweiligen Ansprüchen an die Umwelt zugeordnet. Folgende fünf Kategorien von Zeigerpflanzen wurden hierfür zusammengestellt:

- ✓ Frischezeiger, die auf leicht sauren Böden vorkommen;
- ✓ Frischezeiger, die auf neutralen Böden vorkommen;
- ✓ Frischezeiger, die auf nährstoffreichen, kalkhaltigen Böden vorkommen;
- ✓ Armutszeiger, die auf sauren, trocknen bis feuchten Böden vorkommen;
- ✓ Kalkzeiger, die auf lehmigen und kalkhaltigen Böden vorkommen.

Um einen deutlichen Überblick dieser Kategorien zu bekommen, sollen die Schüler sie jeweils in unterschiedlichen Farben in der Tabelle einzeichnen. So können sie auf den ersten Blick erkennen, welche Zeigerpflanzen an den einzelnen Stationen vorkommen. Danach werden diese Zeigerpflanzen mit den abiotischen Faktoren der Stationen verglichen. Die Schüler erkennen somit den Zusammenhang zwischen Umweltbedingungen und dem Vorkommen verschiedener Pflanzenarten. Anschließend sollen sie aufgrund ihrer Ergebnisse auf die Ansprüche weiterer Arten schließen, die sie an den verschiedenen Stationen finden konnten, jedoch nicht auf den Tafeln aufgelistet sind. Diese letzten Aufgaben können entweder direkt an der Station gemacht werden, eignen sich aber auch gut zur Nachbereitung in der Klasse. Dies ermöglicht zudem noch einmal genauer auf die einzelnen Ergebnisse einzugehen und sie mit den Schülern zu diskutieren.

Die frischen nährstoffreichen Eigenschaften des Mullbodens in diesem Eichen-Hainbuchenwald bringen mit sich, dass sich hier eine große Artenvielfalt mit zahlreichen Frühblühern entwickelt hat. Meiner Ansicht nach eignet sich dieser Standort besonders gut,

um weitere Aspekte des Ökosystems Wald hier zu behandeln. Dafür habe ich eine Reihe weiterer Arbeitsblätter ausgearbeitet, die hier genutzt werden können.

Die Schüler sollen sich die Streuschicht ansehen und diese in weitere Schichten unterteilen, die jeweils aus unterschiedlich stark zersetzten Blättern bestehen. Anschließend werden Blätter von oben nach unten entnommen und mit Hilfe einer Klebefolie der Reihe nach auf das Arbeitsblatt geklebt. Die einzelnen Schichten werden dann auch in Bezug auf ihre Farbe und die Feuchtigkeit beschrieben. Die Schüler können somit feststellen, dass die Blätter von oben nach unten hin stärker zersetzt sind. Die Schichten werden außerdem nach unten hin dunkler und feuchter.

Eine zusätzliche Untersuchung an dieser Station ist das Einsammeln und Bestimmen von Bodenlebewesen. In Becherlupen werden die wirbellosen Tiere gesammelt und können dann anhand eines Bestimmungsschlüssels bestimmt werden. Die Individuendichte von Regenwürmern wird auf einer Fläche von 2 m² gezählt. Anhand einer Abbildung sollen die Schüler dann die Wichtigkeit dieser Bodenlebewesen für das Ökosystem Wald beschreiben. Sie erkennen, dass das organische Material zersetzt wird und die so freigesetzten Mineralstoffe von den Pflanzen wieder aufgenommen werden.

Dieser Waldabschnitt eignet sich außerdem besonders gut, um die einzelnen Schichten im Wald zu behandeln. In der Tat sind hier alle Schichten besonders gut ausgeprägt. Die Schüler sollen sich diese Schichtung ansehen und in einer Skizze festhalten. Geht man den Weg am Rande des Eichen-Hainbuchenwaldes etwa hundert Meter weiter, trifft man auf einen Fichtenforst. Auch hier wird eine Skizze der Schichten angefertigt. Beide Skizzen können so miteinander verglichen und Rückschlüsse auf die Gründe der unterschiedlichen Schichtungen gezogen werden.

- **Zusätzliche Waldgesellschaft: der Schluchtwald**

Auf dem Weg von der zweiten zur dritten Station befindet sich, direkt hinter der Kläranlage auf der rechten Seite des Weges gelegen, ein Ulmen-Eschen-Schluchtwald. Da dieser Hang direkt unterhalb der Hollenfelder Burg liegt, wurde er im Mittelalter, als die Burg noch funktionstüchtig war, zum Schutz frei gehalten. Späterhin wurde er neu aufgeforstet.



Abbildung 37: Der Schluchtwald

Da in diesem nach Norden gerichteten Hang keine direkte Sonneneinstrahlung besteht, herrscht hier eine hohe Feuchtigkeit. In diesem Schluchtwald wachsen Bäume, die an frischen bis feuchten und nährstoffreichen Orten vorkommen, wie die Berg-Ulme (*Ulmus glabra* HUDS.), die Esche (*Fraxinus excelsior* L.), und die Sommer-Linde (*Tilia platyphyllos* SCOP.). Auch der Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus* L.) kommt bevorzugt an frischen bis feuchten Standorten vor.

Der Boden ist gut durchlüftet und enthält viele Regenwürmer. Man findet hier Nährstoffzeiger, wie das Wald-Bingelkraut (*Mercurialis perennis* L.), den gefleckten Aronstab (*Arum maculatum* L.), und Frischezeiger, wie den Waldmeister (*Galium odoratum* SCOP.), das Wald-Sauerklee (*Oxalis acetosella* L.), das Ähren-Christophskraut (*Actaea spicata* L.), das einblütige Perlgras (*Melica uniflora* RETZ.), die Gold-Nessel (*Lamium galeobdolon* L.) und das dunkle Lungenkraut (*Pulmonaria obscura* DUM.). Auch Pflanzen die stickstoffhaltigen Boden bevorzugen, sind hier zu finden, wie der schwarze Holunder

(*Sambucus nigra* L.), die Wald-Ziest (*Stachys sylvatica* L.) und das Ruprechtskraut (*Geranium robertianum* L.). U.a. findet man hier folgende Pflanzen: einige Rotbuchen, das Pfaffenhütchen (*Evonymus europaeus* L.), den breitblättrigen Dornfarn (*Dryopteris dilatata* A. GRAY), die echte Sternmiere (*Stellaria holostea* L.), den echten Wurnfarn (*Dryopteris filix-mas* SCHOTT), die rote Heckenkirsche (*Lonicera xylosteum* L.) und die Hain-Sternmiere (*Stellaria nemorum* L.).

5.3. Zweiter Weg: ökonomische Aspekte

5.3.1. Allgemeine Beschreibung des zweiten Weges

Schwerpunkt des zweiten Rundweges ist die Eisenindustrie, die in der Gegend in und um Hollenfels im 17. Jahrhundert florierte. In der Tat kann man hier noch einige Spuren dieser längst verschwundenen Eisenhütten finden und somit den Schülern einen Überblick der ökonomischen Aspekte, die diese Gegend auszeichneten und einst mit Wohlstand erfüllten, gewähren.

Folgende Karte bietet eine Übersicht des zweiten Rundweges (Arbeitsblätter und dazugehörige Dokumente befinden sich in Anhang 2). Der erste Teil des Weges überschneidet sich mit dem oben beschriebenen Weg (siehe Abbildung 19) und wird somit hier nicht mehr genauer erläutert.

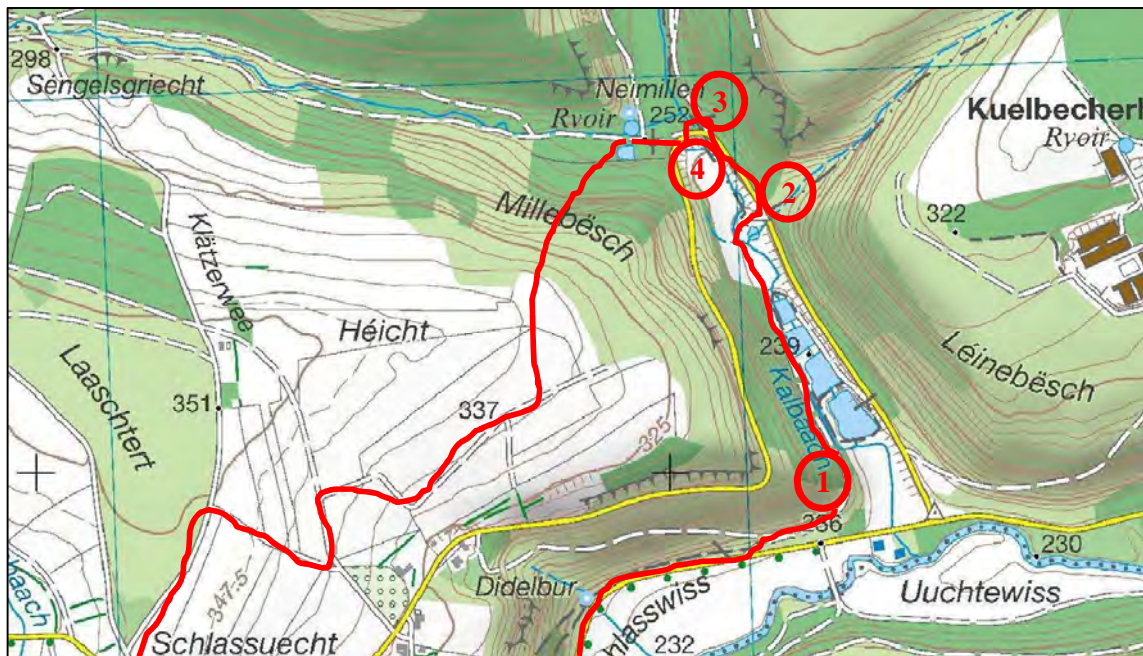


Abbildung 38: Überblick über den zweiten Weg

Ab dem Didelbur folgt man dem Waldweg in nord-östlicher Richtung. Hinter der starken Linkskurve, die direkt zu den Teichen führt, findet man auf der linken Seite des Weges zahlreiche Spuren von Kohlemeilern, die das Thema der ersten Station bilden. Man folgt dem Weg an den Teichen entlang und gelangt zum Standort „Neimillen“, einer alten Bannmühle von Hollenfels. Überreste der Mauern dieser Mühle sind hier noch erhalten. Die Mühle liegt direkt an dem kleinen Fluss Kalbach. Auf der anderen Seite der Straße, kann man zwei große

Aushebungen erkennen, bei denen es sich früher um Weiher handelte. Hier konnte das Wasser gestaut werden, um es danach zum Antrieb der Mühle kontrolliert ablaufen zu lassen. Heute enthalten diese Weiher kein Wasser mehr und es hat sich eine Pioniergesellschaft entwickelt.

Der Abschnitt zwischen den heute noch existierenden Weiher, die man auf dem Weg rechter Hand sehen konnte, und der Mühle, ist sehr feucht und so hat sich hier ein bachbegleitender Eschenwald mit vielen Schwarzerlen (*Alnus glutinosa* L.) entwickelt. Man findet hier Pflanzen, die an feuchten bis nassen Standorten vorkommen, wie das wechselblättrige Milzkraut (*Chrysosplenium alternifolium* L.), die Wald-Engelwurz (*Angelica sylvestris* L.), die Kohl-Kratzdistel (*Cirsium oleraceum* SCOP.), die Sumpf-Kratzdistel (*Cirsium palustre* SCOP.) und das gewöhnliche Hexenkraut (*Circaea lutetiana* L.).

Auch Pflanzen, die frischen stickstoffhaltigen Boden bevorzugen, sind hier zu finden, wie die gewöhnliche Nelkenwurz (*Geum urbanum* L.), die große Brennnessel (*Urtica dioica* L.), der schwarze Holunder (*Sambucus nigra*), die Giersch (*Aegopodium podagraria* L.), das Ruprechtskraut (*Geranium robertianum* L.), die Wald-Ziest (*Stachys sylvatica* L.), der bittersüße Nachtschatten (*Solanum dulcamara* L.) und der gemeine Hohlzahn (*Galeopsis tetrahit* L.). Weitere Frischezeiger hier sind die Goldnessel (*Lamium galeobdolon* L.), das Wald-Sauerklee (*Oxalis acetosella* L.) und der Waldmeister (*Galium odoratum* SCOP.), einblütiges Perlgras (*Melica uniflora* RETZ.).

Zusätzlich wachsen hier u.a. folgende Pflanzen: Wald-Zwenke (*Brachypodium sylvaticum* BEAUV.), Alpen-Johannisbeere (*Ribes alpinum* L.), Hain-Sternmiere (*Stellaria nemorum* L.), rote Heckenkirsche (*Lonicera xylosteum* L.), brauner Streifenfarn (*Asplenium trichomanes* L.), gewöhnlicher Wurmfarf (*Dryopteris filix-mas* SCHOTT), Mauerlattich (*Mycelis muralis* DUM.), Wasserdost (*Eupatorium cannabinum* L.), blutroter Hartriegel (*Cornus sanguinea* L.), Rasen-Schmiele (*Deschampsia cespitosa* BEAUV.), Hasel (*Corylus avellana* L.), gewöhnlicher Schneeball (*Viburnum opulus* L.), Hainbuche (*Carpinus betulus* L.), Schlehe (*Prunus spinosa* L.).

An den Steinen der alten Mühle wachsen Lebermoose und im Tunnel, unterhalb der Straße, findet man den zerbrechlichen Blasenfarf (*Cystopteris fragilis* BERNH.).

Durchquert man den Tunnel unterhalb der Straße gelangt man in das Becken der früher hier liegenden Weiher. Hier läuft der Mandelbach in den Kalbach über. Linker Hand befindet sich eine Quelle des Mandelbachs. Nicht weit von der Quelle entfernt befindet sich ein Erlen-Bruchwald. Auf dieser relativ begrenzten Fläche staut sich das Wasser fast ganzjährig an, und es wachsen somit hier Arten, die sehr nasse und sauerstoffarme Böden vertragen, wie die Schwarz-Erle. Der Weg führt hinter diesem Erlen-Bruchwald quer durch den Wald den Hang hinauf. Oben angekommen befindet man sich auf dem Kalkmergel von Strassen. Da der Boden hier an dieser Stelle nicht zu nass und zu schwer ist, eignet er sich für die landwirtschaftliche Nutzung. Das aus Wiesen und Weiden bestehende Dauergrünland liegt auf nasserem Boden, der sich nicht besonders gut für die landwirtschaftliche Nutzung eignet. Noch nässere Stellen sind mit Wald bewachsen. Man folgt dem Pfad entlang der Felder in westlicher Richtung und gelangt an den Eichen-Hainbuchenwald Laaschert. An dieser Stelle kann man die Ökologie des Waldes auch auf diesem zweiten Weg behandeln.

Erwähnenswert auf diesem Weg ist hier außerdem die artesische Quelle, die sich gegenüber der Mühlenruine im unteren Teil des süd-west Hanges befindet (siehe Karte: Station 2). Eine solche Quelle entsteht, wenn das Grundwasser in einer Senke zwischen zwei wasserundurchlässigen Schichten lagert. Liegt der Grundwasserspiegel jedoch höher als diese Senke, tritt das Wasser infolge eines Überdruckes an die Oberfläche.

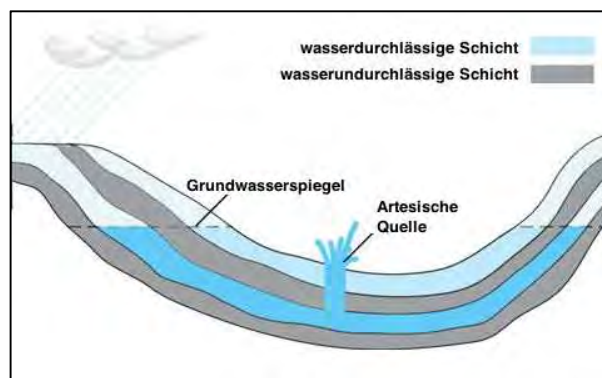


Abbildung 39: Artesische Quelle⁷²

Wieder an der Hollenfelser Burg angekommen, kann man sich auf den Weg zur letzten Station dieses Rundweges machen, den Garten des Schlosses in Ansemburg. Diesen erreicht man zu Fuß ab Hollenfels, indem man den Park der Hollenfelser Burg durchquert und dem

⁷² http://de.wikipedia.org/wiki/Artesische_Quelle

hinter diesem Park beginnenden Pfad in südlicher Richtung folgt. Dieser Pfad führt an Feldern und Wiesen vorbei, die zum Teil durch eine Heckenlandschaft vom Pfad abgegrenzt sind. Am Rande dieses Weges begegnet man u.a. folgenden Pflanzen: Rainkohl (*Lapsana communis* L.), Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense* SCOP.), gewöhnlicher Beifuss (*Artemisia vulgaris* L.), Rainfarn (*Tanacetum vulgare* L.), gewöhnliche Kratzdistel (*Cirsium vulgare* TEN.), Acker-Winde (*Convolvulus arvensis* L.), Wiesen-Witwenblume (*Knautia arvensis* COULTER), gewöhnlicher Hornklee (*Lotus corniculatus* L.), Hopfen (*Humulus lupulus* L.), Kreuzdorn (*Rhamnus cathartica* L.), gewöhnliches Pfaffenhütchen (*Euonymus europaeus* L.), schwarzer Nachtschatten (*Solanum nigrum* L.), gewöhnliches Hirtentäschel (*Capsella bursa-pastoris* MED.), schwarzer Holunder (*Sambucus nigra* L.), eingriffeliger Weissdorn (*Crataegus monogyna* JACQ.), Hasel (*Corylus avellana* L.), Hainbuche (*Carpinus betulus* L.), Feldahorn (*Acer campestre* L.), Zitter-Pappel (*Populus tremula* L.), Wasserdost (*Eupatorium cannabinum* L.), Wirbeldorst (*Clinopodium vulgare* L.).

5.3.2. Die einzelnen Stationen

- Station 1: Der Kohlenmeiler

a. Beschreibung der Station

Die erste Station dieses zweiten Weges befindet sich in der Nähe der Weiher überhalb des Kalbachs gelegen, hinter einer starken Linkskurve des Pfades. Hier erkennt man rechter Hand am Rande des Waldes flache Stellen von ungefähr 3-4 Metern Durchmesser. Diese flachen Stellen sind das Einzige, was von den einst hier gelegenen Kohlenmeilern übriggeblieben ist. Dies liegt daran, dass die Kohle, nachdem der Kohlenmeiler abgebrannt war, abtransportiert und als Brennstoff für die Eisenhütten verwendet wurde. Gräbt man an dieser Stelle etwas im Waldboden, findet man aber noch zahlreiche kleine Kohlestücke.



Abbildung 40: Kohlenmeiler im Rothaargebirge, 1920er Jahre⁷³

b. Lernziele

Die Schüler sollen

- kognitiv
 - den Aufbau und den Nutzen eines Kohlenmeilers verstehen und beschreiben können;
 - die Gefahren eines brennenden Kohlenmeilers aufgrund seiner Lage im Wald verstehen.

⁷³ <http://www.stefan-nies.de/nies/n-wum1.htm> (Foto: Slg. Westfälisches Freilichtmuseum Hagen)

- psychomotorisch
 - die Fläche, auf der der Kohlenmeiler stand, ausmessen können;
 - weitere Stellen, an denen mögliche Kohlenmeiler waren, erkennen können.

Als erstes bekommen die Schüler eine Übersichtskarte der Eisenverhüttung ausgehändigt (siehe Anhang 2). Auf dieser Karte sind die einzelnen Etappen der früheren Eisenherstellung anhand von Bildern relativ einfach dargestellt. Sie ermöglicht den Lernenden einen Überblick der benötigten Rohstoffe und der einzelnen Schritte vom Eisenerz zum geschmiedeten Eisen zu bekommen. Diese Karte wird mit den Schülern diskutiert, was entweder an der ersten Station oder aber schon als Vorbereitung in der Klasse erfolgen kann. Da die einzelnen Stationen sich jeweils auf einen Ausschnitt dieser Karte beziehen, sollen die Schüler diese während des gesamten Rundweges bei sich tragen, um den Zusammenhang der einzelnen Themen nicht aus den Augen zu verlieren.

Da heute hier fast keine Spuren mehr von Kohlenmeilern zu erkennen sind und diese Methode zur Herstellung von Holzkohle zu heutigen Zeiten nicht mehr genutzt wird, sollen die Schüler als erstes eine Idee davon bekommen, wie ein solcher Meiler aussah. Hierzu bekommen sie ein Bild eines Meilers mit einer Beschreibung desselben ausgehändigt. Mit Hilfe der Informationen im Text sollen sie das Bild beschriften und sich so Kenntnisse über den Aufbau eines solchen Meilers aneignen. Anschließend sollen die Schüler an der Stelle des ehemaligen Kohlenmeilers eine schwarze Bodenprobe entnehmen und diese über ihr Arbeitsblatt reiben. Sie erkennen, dass es sich hierbei noch um Kohle handelt. Die Fläche des ehemaligen Kohlenmeilers wird ausgemessen, damit die Schüler eine Idee vom Durchmesser eines Meilers bekommen. Danach sollen sie durch logisches Überlegen herausfinden, dass ein brennender Meiler eine Gefahr für den umliegenden Wald darstellt und weshalb heute hier nicht mehr viel vom Meiler übrig ist.

Auf dem weiteren Weg sollen die Schüler die Augen aufhalten und weitere Meiler auf einer Karte eintragen.

- **Station 2: Die Köhler**

a. Beschreibung der Station

An dieser Station geht es darum, dass die Schüler erkennen, wie das Leben der Menschen aussah, die am Kohlenmeiler arbeiteten. Da sich dieses Thema direkt auf das der ersten Station bezieht und da heute keine Spuren mehr vorhanden sind, die man hier im Gelände untersuchen könnte, habe ich den Standort dieser Station an die artesische Quelle gelegt. Dies ermöglicht außerdem die Schüler auf dieses natürliche Wasseraustreten aus dem Boden anzusprechen.



Abbildung 41: Köhler bei der Arbeit (1930)⁷⁴

b. Lernziele

Die Schüler sollen

- kognitiv
 - das Leben der Köhler beschreiben können.
- psychomotorisch
 - eine aktuelle topographische Karte und eine Karte aus dem 18. Jahrhundert (Ferraris-Karte) lesen können.

Da die Schüler auf dem Weg zwischen der ersten und der zweiten Station Stellen von Kohlenmeilern auf einer topographischen Karte eingetragen haben, finden sie den Standpunkt dieser zweiten Station auf dieser Karte relativ einfach. Sie bekommen eine Ferraris-Karte

⁷⁴ http://www.mainzer-rhein-zeitung.de/foto_mm1d,2250.html

ausgehändigt, auf der sie diesen Standpunkt ungefähr festlegen sollen. Dies ist möglich, indem sie vor allem auf die Wasserläufe achten, die sich seither nicht viel verändert haben. Vergleichen sie diese beiden Karten miteinander, erkennen sie, dass sich hier ein Dorf Namens Kalbach befand, wovon heute nichts mehr zu sehen ist. Diese kleine Ansiedlung war aller Wahrscheinlichkeit nach eine Ansammlung einfacher Häuser, in denen wallonische Gastarbeiter lebten, die hier als Köhler arbeiteten. Die Schüler sollen einen kurzen Text über das Leben dieser Köhler lesen und einige Fragen hierzu beantworten. Anschließend sollen sie überlegen, weshalb heute nichts mehr von diesem Dorf übrig ist.

- **Station 3: Folgen der Eisenindustrie für den Wald**

a. Beschreibung der Station

Die dritte Station dieses Rundweges befindet sich am Grunde eines nach Süd-Westen gerichteten Hanges mit vielen Wald-Kiefern.



Abbildung 42: Nach Süd-Westen gerichteter Hang mit vielen Wald-Kiefern

Wie schon erwähnt, entsprechen die leichten wasserdurchlässigen und gut durchlüfteten Böden dieser Gegend vortrefflich der Rotbuche, die hier große und schöne Bestände ausbildet. Die Wälder wurden jedoch hauptsächlich zu Zeiten der Eisenindustrie zur Holzkohleproduktion sehr stark abgeholzt. Im Rahmen der Forstwirtschaft wurde später ein großer Teil dieser Flächen mit Wald-Kiefern wiederbepflanzt. Besonders in den nach Süden

gerichteten Hängen können sich die Kiefern, die sehr gut mit Trockenheit und Hitze zurechtkommen, gut durchsetzen. Die Rotbuche hingegen, ein Halbschattenkeimer, hat keine Chance in diesen hellen warmen Hängen zu keimen. Sind die Hänge jedoch, so wie das heutzutage der Fall ist, mit Kiefern bewachsen, kann die Rotbuche im Schatten der Kiefern keimen. Wachsen die Rotbuchen, mit ihren sehr dichten Kronendächern, heran, verdrängen sie langsam die sehr lichtbedürftigen Wald-Kiefern.

b. Lernziele

Die Schüler sollen

- kognitiv
 - die Folgen der Eisenindustrie für den Wald dieser Gegend erklären können;
 - die heutige Vegetation beschreiben und begründen können;
 - die Ansprüche von Wald-Kiefern und Rotbuchen an ihre Umwelt beschreiben können.
- psychomotorisch
 - einen Kompass bedienen können;
 - Pflanzen mit Hilfe eines Bestimmungsbuches bestimmen können.

Nachdem die Schüler die Holzkohleherstellung und das Leben der Köhler kennen gelernt haben, sollen sie sich bewusst werden, welche Folgen diese Eisenindustrie für den Wald hatte. Als erstes sollen sie anhand eines Kompasses die Hangrichtung des oberhalb des Weges liegenden Hanges bestimmen. Dieses Ergebnis wird anschließend mit den Schülern besprochen, damit sie sich bewusst werden, dass ein, zum großen Teil nach Süden, gerichteter Hang unter direkter Sonneneinstrahlung steht und es deshalb hier trocken und warm ist. Die Bäume und Sträucher dieses Hanges werden anhand eines Bestimmungsbuches bestimmt. Hierbei ist es am einfachsten, wenn man den Jungwuchs dieser Pflanzen unten am Fuß des Hanges berücksichtigt. Die Schüler stellen dabei fest, dass es sich bei den ausgewachsenen Bäumen hauptsächlich um Wald-Kiefern handelt und die Strauchschicht zum Teil aus dem Jungwuchs der Rotbuchen besteht. Mit Steckbriefen dieser beiden Pflanzenarten sollen die Schüler anschließend die heutige Vegetation dieses Hanges begründen und eine Prognose der Vegetation in mehreren Jahren ziehen.

- **Station 4: Die Eisenverhüttung**

a. Beschreibung der Station

Die vierte Station liegt an der Ruine der Hollenfelser Bannmühle. Da diese Station sich mit dem genaueren Prozess der Eisenverhüttung beschäftigt und die alten Hochöfen mit Wasserrädern angetrieben wurden, ist dieser Standort günstig, um einen Zusammenhang zwischen einer gewöhnlichen Mühle und einem Hochofen zu ziehen.



Abbildung 43: Ruine der Hollenfelser Bannmühle am Kalbach

b. Lernziele

Die Schüler sollen

- **kognitiv**
 - die Verteilung des Rasenerzes in Luxemburg sowie dessen Gewinnung beschreiben können;
 - die Herstellung von Roheisen erklären können;
 - den Nutzen eines Wasserlaufes als Antriebskraft für den Hochofen verstehen.
- **psychomotorisch**
 - Schemen von der Eisenerzgewinnung und von Hochöfen beschreiben können;
 - eine Karte mit der Verteilung des Eisenerzes lesen können.

Damit die Schüler erkennen, weshalb diese Gegend hier so günstig für eine gut funktionierende Eisenindustrie war, sollen sie sich die Tafel mit der Übersicht der

Eisenverhüttung nochmals ansehen. Zudem bekommen sie eine Karte, auf der die Verteilung des Rasenerzes in Luxemburg dargestellt ist. Sie erkennen so, dass sich hier sowohl Rasenerz befindet, als auch ausreichend Holz, als Brennstoff für die Eisenhütten, und Wasser, das zum Antrieb des Hochofens gebraucht wird.

Anschließend sollen sie anhand von Bildern die Gewinnung sowie das Waschen des Erzes beschreiben. Auch die Herstellung von Roheisen im Hochofen ist bildlich dargestellt und soll von den Schülern beschrieben werden. Danach sollen sie die Gemeinsamkeit zwischen der Bannmühle und dem Hochofen beschreiben, das heißt das Wasserrad, und dessen Nutzen beim Ofen verstehen. In der Tat wurde mit Hilfe eines Wasserrades der Blasebalg betrieben, der Luft in das Feuer pumpt und so den Ofen erhitzte. Indem sie sich durch den Tunnel unterhalb der Straße begeben stoßen sie auf die heute noch zu erkennenden früheren Weiher in denen Wasser gespeichert wurde, um es zum Antrieb der Mühle kontrolliert ablaufen zu lassen.

- **Station 5: Der Schlosspark von Ansemburg**

a. Beschreibung der Station

Die letzte Station dieses Weges befindet sich im Garten des neuen Schlosses von Ansemburg. Diese Station ermöglicht es einerseits den Schülern die Verarbeitung von Roheisen zu Schmiedeeisen zu verdeutlichen, da sich im hinteren Teil neben dem Schloss zu Zeiten der Eisenindustrie eine Schmiede befand. Da das Schloss von Hüttenbesitzern erbaut und bewohnt wurde, kann man den Schülern den Wohlstand der Familie als eine Folge der Eisenindustrie verdeutlichen.

Da der Garten weiter oben genauer beschrieben worden ist, wird hier nicht mehr im Detail auf den Aufbau und die einzelnen Hauptelemente des Gartens eingegangen. Zu erwähnen sind hier allerdings einige Lebewesen, die in diesem Garten zu finden sind.

Schon beim Betreten des Ehrenhofes fallen sofort die Schwalbennester an den Fensterrahmen ins Auge. Die Mehlschwalbe baut diese halbrunden aus Ton und Lehm bestehenden Nester bevorzugt an senkrechte Wände, die etwas überdacht sind und wo ein freier Anflug möglich ist. Dafür sind die Fensternischen hier am Schloss von Ansemburg ideal.



Abbildungen 44 und 45: Fensterrahmen mit Schwalbennest und Mehlschwalbe⁷⁵

Ein weiterer dort vorkommender Vogel ist der Mauersegler, der dunkle Hohlräume für seinen Neststandort bevorzugt und diese hauptsächlich in Nischen unter den Dächern von Häusern vorfindet. Genauso wie die Mehlschwalbe ist auch der Mauersegler ein Kulturfolger, der Vorteile aus den vom Menschen erschaffenen Kulturlandschaften zieht.



Abbildung 46: Mauersegler⁷⁶

Aber nicht nur Mehlschwalben und Mauersegler ziehen einen Nutzen aus den von Menschen geschaffenen Lebensräumen. Ein solcher Garten, wie in Anseburg, ist exemplarisch dafür,

⁷⁵ <http://www.j-ecards.de/bild/mehlschwalbe3/kat/voegel/page/4>

⁷⁶ <http://www.wwf.de/themen/politik/artenschutz-politische-instrumente/bonner-konvention-cms/wandernde-tierarten/vogelzug/mauersegler/>

dass ein Park, der vom Menschen angelegt und unterhalten wird, ein idealer Ersatzlebensraum vieler Tiere darstellt. An den zahlreichen Treppen und Mauern beispielsweise, die sich zwischen den einzelnen Ebenen des terrassenförmig aufgebauten Gartens befinden, ist die Mauereidechse zu Hause. Die Mauern mit ihren Spalten und kleinen Hohlräumen, die der Eidechse als Unterschlupf dienen, sind Sekundärbiotop, in denen die Eidechse, die für sich idealen Lebensbedingungen vorfindet. Aber nicht nur Eidechsen leben hier in den Mauern des Gartens. Man findet auch Farne, wie die Mauerraute (*Asplenium ruta-muraria* L.) und den braunen Streifenfarn (*Asplenium trichomanes* L.). Die Dach-Trespe (*Bromus tectorum* L.), eine Volllichtart, die gut an warmen wasserarmen Standorten wächst, ist hier in den Treppen zu finden. Sie kann sich hier ohne jegliche Konkurrenz entwickeln. Auch die Felsen-Fetthenne (*Sedum reflexum* L.) wächst hier an den Treppen und Mauern des Gartens. Es handelt sich hier um eine Pflanze, die in lichten Pioniergesellschaften an Felsen und Steinen vorkommt und den Schatten von anderen Pflanzen nicht verträgt.



Abbildung 47: Mauereidechse⁷⁷

In den zahlreichen Becken und Brunnen des Gartens findet man Goldfische sowie Berg- und Fadenmolche. Erwähnenswert ist hier auch, dass man im Frühling die großen Kaulquappen der Geburtshelferkröte, die vor allem wegen des Verlustes ihres Lebensraums bedroht ist, in den Becken sehen kann. In verschiedenen Becken findet man u.a. die schmalblättrige Wasserpest (*Elodea nuttallii* ST JOHN), den gewöhnlichen Froschlöffel (*Alisma plantago-aquatica* L.) und das krause Laichkraut (*Potamogeton crispus* L.).

Im Hainbuchengang im unteren Teil des Gartens findet man im Frühling zahlreiche Frühblüher, die frischen und relativ nährstoffreichen Boden anzeigen, wie der Aronstab

⁷⁷ <http://de.wikipedia.org/wiki/Mauereidechse>

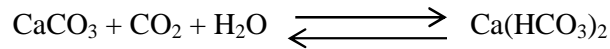
(*Arum maculatum* L.), das dunkle Lungenkraut (*Pulmonaria obscura* DUM.), das Buschwindröschen (*Anemone nemorosa* L.) und das Scharbockskraut (*Ranunculus ficaria* L.). Der Wald-Gelbstern (*Gagea lutea* KER-GAWL.) kommt auch auf frischen nährstoffreichen tonigen Böden vor. Der Giersch (*Aegopodium podagraria* L.) und das Kletten-Labkraut (*Galium aparine* L.) sind Stickstoffzeiger. Außerdem wachsen hier u.a. folgende Pflanzen: große Brennnessel (*Urtica dioica* L.), Ruprechts-Kraut (*Geranium robertianum* L.), vielblütige Weißwurz (*Polygonatum multiflorum* ALL.), Maiglöckchen (*Convallaria majalis* L.), Wiesen-Kerbel (*Anthriscus sylvestris* HOFFMANN), gewöhnliche Nelkenwurz (*Geum urbanum* L.). Das indische Springkraut (*Impatiens glandulifera* ROYLE) ist ein Eindringling, der hier in ziemlich schlechter Verfassung ist.

Die Wiesen im Garten sind sehr artenreich und würden sich zu typischen Glatthaferwiesen, hochwüchsigen Mähwiesen, entwickeln, wenn sie weniger oft gemäht werden würden. Man findet in den Wiesen hier im Garten u.a. Arten, wie das Wiesen-Knäuelgras (*Dactylis glomerata* L.), das weiche Honiggras (*Holcus mollis* L.), das Wiesen-Rispengras (*Poa pratensis* L.), den Weiß-Klee (*Trifolium repens* L.), den scharfen Hahnenfuß (*Ranunculus acris* L.), den Goldhafer (*Trisetum flavescens* BEAUV.), das Jakobs-Greiskraut, (*Senecio jacobaea* L.), den Herbst-Löwenzahn (*Leontodon autumnalis* L.), die kleine Braunelle (*Prunella vulgaris* L.), den Hopfenklee (*Medicago lupulina* L.) und die Wiesen-Margerite (*Leucanthemum vulgare* LAM.). Das Vorkommen des Wiesen-Salbeis (*Salvia pratensis* L.), einer eher seltenen Art, zeigt, dass es sich hier um eine extensiv genutzt mesophile Wiese mit hohem Kalkgehalt handelt.

Neben den hier vorkommenden Lebewesen ist es auch noch interessant zu bemerken, wie die Natur vom Menschen zwecks Dekoration genutzt wurde. An zwei Stellen im Garten wird dies besonders deutlich.

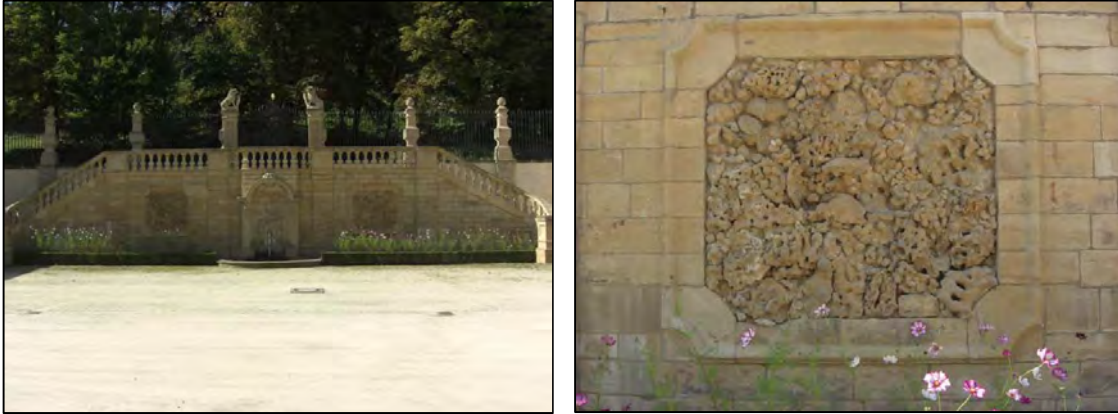
Am halbrunden Becken unterhalb des Parterres findet man Elemente aus der Natur wieder. In der Tat befindet sich das Becken unter einer fünfbögigen Grotte an der Kalktuffablagerungen zu sehen sind. Kalktuff wird häufig im Gewölbebau verwendet. Natürliche Kalktuffquellen findet man in dieser Gegend zum Beispiel nahe der „Neimillen“ (auf dem zweiten Weg etwas oberhalb der zweiten Station). Kalktuffquellen entstehen bei hohem Kalkgehalt des Wassers. Tritt dieses Wasser an einer Quelle zu Tage, wird durch die Erwärmung, die Bewegung und

die Fotosynthese von Algen und Moosen das Kohlenstoffdioxid entzogen. Das Gleichgewicht zwischen dem löslichen Calciumhydrogencarbonat und dem unlöslichen Kalk kippt nach links und Kalktuff entsteht:



Abbildungen 48 und 49: Kalktuff in der Grotte unterhalb des Parterres im Schlossgarten von Ansburg und natürliche Kalktuffquelle

Auch im Hof des Schlosses wurden natürlich entstandene Gesteinsformationen zur Dekoration genutzt. Man findet hier zwei große Tafeln, zu beiden Seiten des hier liegenden Brunnens, die aus Kalksinter bestehen und typisch für das Rokoko sind. Charakteristisch in diesem Bau- und Dekorationsstil ist vor allem der Verzicht auf jegliche Symmetrie, die im Barock noch als wichtiges Element verwendet wurde. Kalksinter bildet sich durch Abscheiden von in Wasser gelöstem Kalk. Das Wasser sickert durch den Felsen und, durch Temperatur- und Druckveränderungen, wird, wie bei Kalktuff, aus dem löslichen Calciumhydrogencarbonat unlöslicher Kalk, der sich am Gestein ablagert und hier krustenförmige Überzüge bildet.



Abbildungen 50 und 51: Dekorative Tafeln im Ehrenhof des Schlosses in Anseburg



Abbildung 52: Natürliche Kalksinter

b. Lernziele

Die Schüler sollen

- kognitiv
 - die Verarbeitung von Roheisen zu Schmiedeeisen beschreiben können;
 - einen Überblick der zahlreichen im Garten vorkommenden Figuren und Statuen bekommen und einige davon beschreiben können;
 - das Hebersystem, das das Wasser in die Becken des Gartens befördert, beschreiben können;
 - einige im Garten vorkommende Pflanzenarten nennen können;
 - eine Idee vom Aufbau eines solchen Gartens erhalten.

- psychomotorisch
 - Pflanzen anhand eines Bestimmungsbuches bestimmen können;
 - Statuen und Figuren beschreiben können;
 - Das Hebersystem in einem einfachen Versuch nachbilden können.

Der Wohlstand dieser Gegend, als eine Folge der Eisenindustrie, wird durch das Schloss in Anseburg sowie durch den geometrisch angelegten Garten mit zahlreichen Statuen und seltenen Pflanzen deutlich. An dieser Station sollen die Schüler dies erkennen. Sie sollen dabei einige wichtige Elemente dieses Gartens kennenlernen und dabei den Bezug zur Eisenindustrie und den Stationen 1-4 nicht verlieren.

Um die Schüler nicht mit allen Details über die zahlreichen Statuen und allen hier vorkommenden Pflanzenarten zu überfordern, sollen sie nur einige ausgewählte Elemente dieses Gartens kennenlernen. Damit das Interesse der Schüler nach den eher theoretischen Stationen 1-4 nicht abflaut, wurde diese Station etwas lockerer gestaltet. Die Schüler sollen den Garten selbstständig in einer Art Rallye an kleineren Arbeitsstationen entdecken. Sie bekommen eine Karte des Gartens ausgehändigt, auf der einige Arbeitsstationen eingetragen sind, die restlichen müssen sie selbst anhand von kleinen Anhaltspunkten finden. Lösen sie die Aufgaben an den Arbeitsstationen, erhalten sie jeweils einen Buchstaben, die alle zusammengefügt am Ende ein Lösungswort ergeben.

Das Thema der ersten Arbeitsstation schließt sich direkt an die Themen der Stationen 1-4 an. Die Schüler sollen auf einer Ferraris-Karte herausfinden, dass sich hier eine Schmiede befand und die Arbeit in einer Schmiede dann mit Hilfe von Schemen beschreiben.

Die weiteren Arbeitsstationen sind so gewählt, dass die Schüler sich im ganzen Garten hin und her begeben müssen. Dies soll erlauben, dass sie einerseits den ganzen Aufbau des Gartens erkennen und ihnen hier einige Elemente auffallen, die nicht unbedingt an einer Arbeitsstation thematisiert werden. Indem sie einige Statuen, wie zum Beispiel die vier Sklaven unter den Bögen der Loggia oder einige Figuren der Orangerie-Allee, beschreiben, lernen sie diese kennen und müssen sich Gedanken über die dargestellten Figuren machen. Auch die Heckenquartiere und die Hainbuchenallee werden von den Schülern beschrieben

und erkundet. Zusätzlich müssen diese Pflanzen bestimmt werden. Auch die alte Platane im Garten wird von den Schülern bestimmt und der Stammumfang ausgemessen.

Anhand eines einfachen Versuches sollen die Schüler herausfinden, wie das Wasser auf natürliche Weise von der gegenüberliegenden Seite der Eisch hier in die Becken gelangt. Dies soll dann anhand eines Schemas festgehalten werden.

6. Analyse

6.1. Allgemeine Analyse

Ursprünglich sollten für diese Arbeit zwei Rundwege entstehen, auf denen sich in regelmäßigen Abständen Arbeitsstationen befinden, die sich jeweils sowohl mit der Ökologie des Waldes, als auch mit ökonomischen und sozialen Aspekten zum Thema Wald beschäftigen. Nach näherem Betrachten im Laufe der Vorbereitungen erwies sich diese Eingliederung des Projekts als äußerst schwierig. Dies lag hauptsächlich an den geographischen Begebenheiten der einzelnen Themenbereiche.

Ziel der ökologischen Aspekte war es, den Schülern durch das Durchführen sowohl chemisch-physikalischer, als auch biologischer Untersuchungen, das Ökosystem Wald näher zu bringen und ihnen den Zusammenhang von abiotischen und biotischen Faktoren zu verdeutlichen. Hierfür ist es unentbehrlich unterschiedliche Waldgesellschaften zu untersuchen und jeweils die Verbindung zwischen den einzelnen Standortfaktoren und den dort vorkommenden Pflanzenarten herzustellen.

Vom ökonomischen Standpunkt her sollte der Schwerpunkt auf die, im 17. Jahrhundert von Thomas Bidart im Eischtal gegründete, Eisenindustrie gelegt werden. Die wenigen Spuren, die von dieser Industrie in der Gegend in und um Hollenfels zu finden sind, wie zum Beispiel die Anzeichen alter Kohlenmeiler, liegen ziemlich verstreut im Eischtal. Hier musste sich also auf ein bestimmtes Gebiet festgelegt werden, um nicht unnötig viel Zeit zwischen den einzelnen Arbeitsstationen zu verlieren. Ich entschied mich diese Stationen in die Gegend entlang des Kalbachs zu legen, da sich hier sowohl die bereits erwähnten Spuren der Kohlenmeiler befinden, als auch Reste einer alten Bannmühle, die es erlauben, die Funktionsweise der wasserangetriebenen Hochöfen der alten Eisenhütten zu veranschaulichen. Da die zu behandelnden Waldgesellschaften nicht in unmittelbarer Nähe zum Kalbach liegen, erwies es sich hier als vorteilhafter, die ökonomischen Aspekte völlig von der Ökologie des Waldes zu trennen, und diese Themen einzeln auf unterschiedlichen Wegen zu behandeln.

Im Nachhinein erscheint mir diese Aufgliederung immer noch als vorteilhaft, da diese beiden Themenbereiche sehr umfangreich sind. Müssten sich die Schüler gleichzeitig an allen Stationen neben ökologischen Analysen auch mit der Eisenindustrie befassen, wären sie meiner Ansicht nach überfordert gewesen und hätten relativ schnell den Überblick über beide Themen verloren.

Die sozialen Aspekte ließen sich nur schwierig auf einen bestimmten Weg begrenzen. Ich habe mich dazu entschlossen, die Hollenfesler Burg, die Fliehbürg und den alten Waschbrunnen als soziale Aspekte in den Weg, der sich mit der Ökologie des Waldes beschäftigt, einzubauen. Dies erwies sich als einfach machbar, da die Fliehbürg und der Waschbrunnen in unterschiedlichen Waldgesellschaften liegen, die ohnehin auf diesem Weg behandelt werden. Trotzdem kommen auch auf dem Weg der sich mit der Eisenindustrie beschäftigt, soziale Aspekte vor, wie zum Beispiel das Leben der Köhler. Zudem führt auch dieser Weg an dem alten Waschbrunnen vorbei, der also auch auf diesem Weg behandelt werden könnte, genauso wie die Hollenfesler Burg, die bei beiden Wegen als Ausgangspunkt dient. Ich war jedoch der Meinung, dass die Hollenfesler Burg im Zusammenhang mit der Fliehbürg behandelt werden sollte. Den Waschbrunnen könnte man in beide Wege eingliedern. Meiner Ansicht nach passt diese Station jedoch besser zu den Stationen an denen die Burgen behandelt werden, da auch dort das Thema Wasser eine Rolle spielt. Außerdem wäre es auf dem anderen Weg die einzige Station, die sich nicht direkt mit dem Thema der Eisenindustrie auseinandersetzt.

Des Weiteren wurden auch der bachbegleitende Eschenwald entlang des Kalbachs und der Erlen-Bruchwald aufgrund der geographischen Lage der einzelnen Waldgesellschaften nicht in die ökologischen Stationen einbezogen. Auch der Schluchtwald, an dem man auf dem ersten Weg vorbeikommt, wurde nicht in das Projekt aufgenommen. Einerseits ist dies darauf zurückzuführen, dass die Schüler nicht mit einer Unmenge an unterschiedlichen Waldgesellschaften überfordert werden sollen und somit eine Auswahl an zu untersuchender Gesellschaften getroffen werden musste. Die gewählten Waldgesellschaften reichen vollkommen aus, um die verfolgten Ziele, nämlich das Verstehen der Zusammenhänge zwischen abiotischen und biotischen Faktoren, zu erreichen. Andererseits handelt es sich sowohl beim Eschenwald, als auch beim Schluchtwald um Waldgesellschaften, die eher auf höheren Klassen behandelt werden sollten, wo man näher auf den Einfluss der

Standortfaktoren in Bezug auf das Vorkommen verschiedener Pflanzenarten eingeht. Die Arbeitsblätter sind jedoch so ausgearbeitet, dass man, je nach Bedarf und Interesse, auch den Eschenwald und den Schluchtwald behandeln könnte. Informationen über die wichtigsten hier vorkommenden Arten und über die Standortfaktoren sind in dieser Arbeit genauer beschrieben worden. Ein weiteres Ziel dieser Arbeit war nämlich, neben dem Ausarbeiten der Arbeitsblätter, eine Bestandsaufnahme der verschiedenen Waldgesellschaften zu erstellen.

Beide Wege sind so aufgebaut, dass sie jeweils an einem ganzen Tag durchgeführt werden können. Anfang Mai des Schuljahres 2010-2011 nahm ich das Projekt mit einer 5e in Angriff. Die Klasse bestand aus 11 Schülern, darunter 7 Mädchen und 4 Jungen. Die Exkursion wurde auf zwei Tage aufgeteilt und beinhaltete eine Übernachtung im Schloss Hollenfels. Am ersten Tag wurden die Ökologie des Waldes und die sozialen Aspekte behandelt, am zweiten Tag beschäftigten wir uns ausschließlich mit der Eisenindustrie, also mit den ökonomischen Aspekten. Die beiden Wege werden in den folgenden Abschnitten genauer analysiert.

6.2. Analyse des ersten Weges (Die ökologischen und sozialen Aspekte)

Nach der Ankunft in Hollenfels wurden die Schüler im Hof des Schlosses versammelt und in Gruppen von 2-3 Schülern aufgeteilt. Danach bekam jede Gruppe die für den ersten Weg benötigten Arbeitsblätter und eine topographische Karte des Gebiets ausgehändigt. Auf dieser Karte waren alle Stationen des Weges eingetragen und die an den jeweiligen Stationen zu behandelnden Aufgaben aufgelistet. Da ich die beiden Themenbereiche, nämlich die Ökologie des Waldes und die sozialen Aspekte rund um die Burgen und den Didelbur, auf zwei unterschiedliche Arbeitsmappen aufgeteilt hatte, erschien mir eine solche Karte mit Überblick aller Stationen als notwendig. Diese Karte wurde zu Beginn mit den Schülern besprochen, damit sie einen Überblick über den Ablauf des Tages und die zu lösenden Aufgaben bekamen.

Die Aufteilung der Themen auf zwei unterschiedliche Mappen empfand ich aus folgenden Gründen als sinnvoll. Einerseits können so die Resultate der chemisch-physikalischen und der biologischen Untersuchungen aller Stationen in einer Tabelle erfasst werden, was im Nachhinein einen guten Überblick über die jeweiligen Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Standortfaktoren und der dort vorkommenden Pflanzenarten ermöglicht. Das Gleiche gilt für die sozialen Aspekte, bei denen die Schüler somit am Ende der Exkursion alle Informationen in einer Mappe haben. Den Lernenden ermöglicht dies, alle Ergebnisse nebeneinander stehen zu haben und so die einzelnen Ergebnisse einfacher vergleichen zu können. Andererseits kann eine Lehrperson, je nach Bedarf und Interesse, entweder nur die Ökologie oder nur den sozialen Aspekt behandeln. Trotzdem sollten die Schüler an jeder Station nochmals an die zu behandelnden Themen erinnert werden, damit sie nicht vergessen, die eine oder andere Aufgabe zu lösen.

Die Aufgaben an der ersten Station (*Die Burg von Hollenfels*) stellten den Schülern keine großen Probleme. Sie hatten die Burgen schon im Geschichtsunterricht behandelt und hatten somit im Vorfeld Kenntnisse der Schutzvorrichtungen und Wehranlagen einer mittelalterlichen Burg. Sie gingen mit großer Begeisterung an die einzelnen Aufgaben heran und fanden es spannend, um die Burg herumzulaufen und in den unteren Teil des Brunnens hineingehen zu können. Jedoch erkannten nicht alle Schüler die seitlichen Eingänge im Inneren des Brunnens und mussten darauf aufmerksam gemacht werden.

Die zweite Station (*Der Didelbur*) beinhaltete sowohl soziale als auch ökonomische Aspekte. Die Aufgaben den Didelbur betreffend waren relativ kurz und wurden von den Schülern schnell gelöst. Die Lernenden erkannten die Eigenschaften von Sand und Lehm in Bezug auf die Wasserdurchlässigkeit schnell und verstanden ohne Schwierigkeiten die Lage der Quelle an dieser Stelle. Auch das Lesen des Katasterplans stellte für die Lernenden kein Problem dar und sie konnten so Rückschlüsse auf die ursprüngliche Tiefe des Brunnens im Hof der Burg ziehen.

Anschließend wurden die ökologischen Analysen durchgeführt. Da die Schüler es im Vorfeld nicht gewohnt waren, solche Analysen durchzuführen, mussten die einzelnen Materialien als erstes beschrieben und erklärt werden, was etwas zeitaufwändig war. Da ich die Klasse nicht selbst unterrichtete, konnte ich dies im Vorfeld nicht machen. Trotzdem wäre es ratsam, die Lernenden schon vor der Exkursion, im Rahmen eines Praktikums in der Schule, mit der Anwendung der einzelnen Geräte und Chemikalien vertraut zu machen.

Da jede Schülergruppe alle Analysen durchführen musste und, wie schon erwähnt, nicht mit diesen Methoden und Geräten vertraut war, benötigte sie an dieser Station sehr viel Zeit für das Untersuchen der abiotischen Faktoren. Das anschließende Bestimmen der hier vorkommenden Pflanzenarten verlief dann auch anfangs nicht wie geplant. Die Schüler wollten hier Zeit einsparen und benutzten ihr Mobiltelefon, um die Lösungen im Internet zu recherchieren. Die Lernenden fanden so die Ansprüche der einzelnen Arten an ihren Lebensraum heraus und schlussfolgerten daraufhin auf die hier vorkommenden Pflanzen, ohne das Bestimmungsbuch zu benutzen und ohne sich dann zu vergewissern, ob diese Pflanzen auch tatsächlich an dieser Station vorkommen. Auch wenn diese Überlegung nicht grundsätzlich falsch war, erklärte ich ihnen, dass man nicht immer von den Standortfaktoren auf die dort vorkommenden Pflanzenarten schließen könne. Sie sahen dies ein und begannen mit Hilfe des Bestimmungsbuches zu arbeiten. Auch wenn dieses Ereignis mir gezeigt hat, dass die Schüler schnell einen Zusammenhang zwischen den abiotischen Faktoren und dem Vorkommen verschiedener Arten erkennen können, bin ich der Meinung, dass man auch hier im Vorfeld die Vorgehensweise sowie die Handhabung eines Bestimmungsbuches etwas genauer erklären müsste.

Da die zweite Station viel zeitaufwändiger war als geplant und da die Gefahr bestand, dass die Motivation der Schüler schnell nachlassen würde, wenn sie an den weiteren Stationen wiederum jede der Analysen durchführen müssten, verteilte ich die einzelnen Aufgaben an der dritten Station (*Der Rotbuchenwald*) auf die verschiedenen Gruppen. So beschäftigte sich eine Gruppe mit dem Vorkommen der hier wachsenden Pflanzenarten, eine andere Gruppe machte die Bodenanalysen, eine dritte Gruppe setzte sich mit den weiteren abiotischen Faktoren des Standortes auseinander und die letzte Gruppe beschäftigte sich mit dem Ausmessen der Bäume. Am Ende wurden die Schüler dann versammelt und jede Gruppe informierte die anderen über die ermittelten Werte. Diese Aufteilung ermöglichte einerseits ein viel schnelleres Vorankommen und andererseits waren die Schüler noch motivierter, weil, durch das Übermitteln ihrer Resultate an die anderen Gruppen, an ihre Eigenverantwortung appelliert wurde.

Anfangs hatte ich an dieser Station auch das Bestimmen von Bodenlebewesen vorgesehen. Die hier gefundenen wirbellosen Tiere sollten anschließend mit denen an Station 4 verglichen werden. Es war geplant, dass die Schüler an Station 3 Bodenlebewesen, wie Regenwürmer finden, die an Station 4, wegen der trockenen Standortbedingungen, nicht vorkommen. Aufgrund der sehr trockenen und warmen Wetterverhältnisse in den Wochen vor der Exkursion waren jedoch keine Regenwürmer zu finden. Die Standortbedingungen lediglich anhand des Vorkommens von Gliederfüßern zu vergleichen, erwies sich aber als sehr schwierig. Also habe ich diese Aufgabe im Nachhinein entnommen und die Bodenlebewesen werden jetzt an der fünften Station im Zusammenhang mit dem Humus behandelt.

Die Gruppe, die sich mit den Bodenlebewesen beschäftigt hatte, stellte den anderen Gruppen die gesammelten Tiere vor und erklärte kurz ihre Vorgehensweise, da diese Aufgabe an dieser Station neu war für die Lernenden.

An der vierten Station (*Die Fliehbürg*) wurden die Aufgaben neu unter den Gruppen verteilt, damit alle Gruppen am Ende jede der Aufgaben mindestens einmal selbst durchgeführt hatte. Anschließend löste wieder jede Gruppe individuell, die Aufgaben die die Fliehbürg betrafen. Diese Aufgaben wurden ohne Probleme gelöst und die Schüler erkannten einige Gemeinsamkeiten zwischen dieser Bürg und der Bürg von Hollenfels. Dadurch, dass leider nicht sehr viele Spuren im Gelände zu erkennen sind, stellten sie aber viele Fragen zum

Aufbau einer solchen Fliehbürg. Dies zeigte ihr Interesse. Daraufhin habe ich ein Bild eines Modells einer Fliehbürg in das Arbeitsblatt der Station eingefügt.

Bei der letzten Station (*Der Laaschtert*) trat folgendes Problem auf: Die Schüler fanden einen pH-Wert von 3-4, obwohl es sich hier eher um einen neutralen Standort handelt. Auch nach mehrfachem Wiederholen der Analysen an unterschiedlichen Stellen im Wald, erhielten die Schüler kein anderes Ergebnis. Dies lag aller Wahrscheinlichkeit daran, dass die Schüler einerseits die Bodenproben relativ oberflächlich entnahmen und es andererseits in den Wochen vor der Exkursion über einen längeren Zeitraum nicht geregnet hatte. Die im Humus entstandenen Säuren haben die Resultate dann wahrscheinlich verfälscht. Ich unternahm im Nachhinein nochmals diese Analysen und feuchtete den Boden hierfür als erstes an. Dadurch erhielt ich dann einen realistischeren pH-Wert von 6,5-7.

Die Untersuchungen der abiotischen und der biotischen Faktoren verliefen hingegen ohne Schwierigkeiten. Da die Schüler die einzelnen Methoden und Materialien mittlerweile kannten, benötigten sie weniger Zeit als am Anfang der Exkursion. Zudem bemerkte ich, dass sie anfangen, einige Pflanzenarten wiederzuerkennen, denen sie schon an anderen Stationen begegnet waren. Die Aufgaben zur Humusbildung verliefen nach Plan. Trotzdem habe ich diese Arbeitsblätter im Nachhinein etwas verändert und durch das Untersuchen von Bodenlebewesen ergänzt. Meiner Ansicht nach sind die Aufgaben somit klarer und die Schüler können die Humusbildung besser verstehen, wenn auch die Destruenten in diesem Kontext erwähnt werden, was vorher nicht der Fall war.

Bei den Schemen, bei denen die einzelnen Stockwerke des Waldes eingezeichnet werden sollten, bemerkte man allerdings, dass die Schüler langsam anfangen müde zu werden, was man nach einem langen Tag auch verstehen kann.

Nach der Rückkehr ins Schloss und einer ausgedehnten Pause wurden die einzelnen Ergebnisse nochmals besprochen. Hier konnten die neu gewonnenen Kenntnisse gefestigt werden und dies ermöglichte es die einzelnen Standorte miteinander zu vergleichen und Rückschlüsse auf die Ansprüche der einzelnen Pflanzenarten zu ziehen. Die zusätzlichen Aufgaben, die hier zu lösen waren, erlaubten es mir, zu erkennen, dass die Schüler den Zusammenhang zwischen abiotischen und biotischen Faktoren verstanden hatten. Die

Wechselbeziehungen zwischen belebter und unbelebter Umwelt wurden im Laufe des Tages in den verschiedenen Waldgesellschaften immer wieder aufgegriffen und konnten den Schülern so anhand konkreter Beispiele verdeutlicht werden. Die Lernenden konnten somit feststellen, dass in einem Ökosystem komplexe Zusammenhänge zwischen Lebensraum und Lebensgemeinschaft vorherrschen.

Die im Laufe der Exkursion immer wiederkehrenden Bestimmungsübungen ermöglichten es zudem den Schülern einen Überblick über die Artenvielfalt eines solchen Ökosystems zu vermitteln und die Lernenden lernten so eine Reihe unterschiedlicher Pflanzenarten kennen.

Wenn die Zusammenfassung der Exkursion am Ende desselben Tages stattfindet, hat das den Vorteil, dass die Schüler noch alle Einzelheiten genau vor Augen haben. Trotzdem wäre es aber auch hier ratsam diese Ergebnisse im Nachhinein in der Klasse noch einmal anzusprechen und mit in den Unterricht einzubauen, was mir leider nicht möglich war.

Während des gesamten Tages beobachtete ich die Schüler, stellte ihnen Fragen und beantwortete ihre Fragen. Dabei konnte ich feststellen, dass die von mir angesetzten Lernziele zum größten Teil erreicht wurden. Dies bestätigte mir im Nachhinein die Lehrerin der Klasse, die die einzelnen Elemente im Unterricht nochmals aufgegriffen hatte und diese auch in der Klassenarbeit abgefragt hatte.

6.3. Analyse des zweiten Weges (Die ökonomischen Aspekte)

Vor Beginn der Exkursion bekamen die Schüler erneut alle benötigten Arbeitsblätter und eine topographische Karte mit allen zu behandelnden Stationen ausgehändigt. Danach erfolgte eine kurze Einleitung zum Thema Eisenindustrie, mit Hilfe der Übersichtstafel, auf der alle Etappen vom Eisenerz bis hin zum geschmiedeten Eisen dargestellt waren.

Die erste Station (*Der Kohlenmeiler*) gingen die Schüler sehr motiviert an und konnten alle Fragen problemlos beantworten. Auch an der zweiten Station (*Die Köhler*) hatten die Lernenden keine Schwierigkeiten die Ferraris-Karte zu lesen. Da sie im Laufe der Exkursion schon mehrere topographische Karten und Katasterpläne gesehen hatten, waren sie den Umgang mit Karten mittlerweile gewohnt. Sie ermittelten schnell unseren Standort auf der Ferrari-Karte und fanden heraus, dass sich hier früher ein Dorf befand, von dem heute nichts mehr zu sehen ist.

Anfangs sollten sie hier auf der aktuellen Karte herausfinden, welche Eintragung heute noch auf dieses frühere Dorf hinweist. In der Tat ist auf dieser Karte ein Hof eingetragen, der „Kuelbecherhaff“. Da die Schüler aber Schwierigkeiten mit dieser Frage hatten und da dieser Hof auch eigentlich nichts direkt mit dem Dorf Kalbach zu tun hat, habe ich diese Frage aus den Arbeitsblättern entfernt.

Bei der dritten (*Folgen der Eisenindustrie für den Wald*) und der vierten Station (*Die Eisenverhüttung*) musste man die Schüler immer wieder darauf aufmerksam machen, sich den Überblick über die Etappen der Eisenverhüttung anzusehen, damit sie den Zusammenhang dieser Stationen mit der damaligen Industrie erkannten.

Ich hatte versucht, den Lernenden den Prozess der Eisenherstellung anhand von Bildern und Texten an den einzelnen Stationen möglichst komplett und einfach zu vermitteln. Da hier aber leider nicht mehr sehr viele Spuren zu finden sind, wurde dieser Teil etwas theoretisch, was auch im Nachhinein von den Schülern bemängelt wurde. Sie hätten sich gewünscht hier auch etwas praktischer arbeiten zu können. Durch, unter anderem, das Lesen von Karten, das Bestimmen von Pflanzen und das Ausmessen des Kohlenmeilers, hatte ich versucht trotzdem noch einige praktischere Aufgaben mit einzubauen, bei denen die Schüler selbstständig arbeiten könnten. Eventuell könnte man noch kleine Zusatzaufgaben hier einbauen, wie zum

Beispiel, die Schüler im Bach nach Schlacken suchen lassen. Da es sich bei der „Neimillen“ aber um eine Bannmühle handelt und nicht um einen Hochofen, ist die Wahrscheinlichkeit dort Schlacken zu finden relativ gering. Es gibt andere Orte, an denen man eher Schlacken finden könnte, die aber leider nicht auf dem Weg liegen.

Für den Weg mit den Stationen zum Thema Eisenindustrie benötigten wir einen Vormittag. Am Nachmittag gingen wir dann in den Garten des Schlosses von Anseburg, wo die Schüler einige wichtige Elemente dieses Gartens anhand eines Rallyes kennenlernen sollten. Dieses Rallye machte den Schülern Spaß und die Rückmeldungen waren hier sehr positiv. Die Lernenden empfanden die relativ abwechslungsreich gestalteten Stationen als interessant und waren motiviert mitzumachen. Auch die Tatsache, dass sie selbstständig, ohne von einer Lehrperson begleitet zu werden, durch den gesamten Garten laufen konnten, wurde als positiv empfunden.

Die einzelnen Aufgaben wurden ohne größere Schwierigkeiten gelöst. Ab und zu kam eine Gruppe zu mir, um eine Frage zu stellen. Bereichernd war hierbei, dass einige Schüler im Garten Tiere, wie Molche und Eidechsen, gesehen hatten und mich dann hinzuriefen, damit ich ihnen Erklärungen hierzu geben konnte. Auch der praktische Versuch anhand dessen die Schüler das Hebersystem verstehen sollten, klappte bei allen Gruppen ganz gut. Sie verstanden die Wasserzufuhr der Brunnen im Garten, die vollkommen ohne Elektrizität funktioniert.

Bei diesem zweiten Weg gilt in meinen Augen das Gleiche wie für den ersten Weg; man sollte die Vor- und Nachbereitung in der Klasse nicht vernachlässigen, da diese zum besseren Verständnis der im außerschulischen Unterricht gewonnen Kenntnisse beitragen.

Rückblickend bin ich der Meinung, dass die von mir angestrebten Lernziele größtenteils erreicht worden sind, was mir durch das Verbessern der von den Schülern gelösten Aufgaben bestätigt wurde. Im Großen und Ganzen haben die Schüler sehr positiv auf die gesamte Exkursion reagiert und haben während der zwei Tage stets motiviert mitgearbeitet.

7. Schlussfolgerung

Die drei sehr verschiedenen Themenbereiche, nämlich die Ökologie des Waldes, die Eisenindustrie im 17. Jahrhundert und die beiden Burgen in Hollenfels, die in dieser Arbeit behandelt werden, sind nur sehr schwierig miteinander in Verbindung zu bringen. Die Aufgliederung dieser Themen auf unterschiedliche Wege und separate Arbeitsblätter erschien mir deshalb als sinnvoll, auch wenn der ursprünglich geplante Aufbau des Projekts letzten Endes nicht gänzlich eingehalten wurde. Durch diese Aufgliederung konnten alle drei Themen als Ganzes behandelt werden und die jeweiligen Arbeitsstationen konnten so gewählt werden, dass die zu vermittelnden Lernziele bestmöglich erreicht werden konnten. Außerdem ist es durch diesen getrennten Aufbau möglich, sich auf nur einen der Aspekte zu begrenzen und man ist nicht gezwungen, alle drei Themen zu behandeln.

Die Schüler haben im Laufe der gesamten Exkursion die verschiedenen Dimensionen des Waldes durch aktives Handeln kennengelernt. Sie bekamen einen Einblick in den komplexen Aufbau von Ökosystemen und haben die ständigen Wechselwirkungen zwischen unbelebter und belebter Umwelt an konkreten Beispielen kennengelernt. Zudem konnten sie die wirtschaftliche Bedeutung des Waldes sowie deren Folgen auf das Ökosystem erkennen. Sie haben erkannt, welchen Einfluss Menschen auf die Natur haben können, was sie zu einem bewussteren Handeln anregen soll.

Das Ergänzen theoretischer Kenntnisse durch originale Begegnungen hat in allen drei Bereichen dazu beigetragen, dass die Exkursion zu einer ganzheitlichen Lernerfahrung wurde. Zudem haben die einzelnen Arbeitsweisen, wie zum Beispiel das Bestimmen von Lebewesen, das Durchführen einer Reihe chemisch-physikalischer Analysen und das Analysieren von Schemen und Dokumenten, den Schülern einen Einblick in die wissenschaftlichen Arbeitsweisen ermöglicht. Außerdem wurden durch das häufige Wechseln der Methoden verschiedene Lerntypen angesprochen.

Die durchaus positiven Rückmeldungen der Schüler zur gesamten Exkursion haben bestätigt, dass sie motiviert waren und dass diese Form des Lernens ihnen Spaß gemacht hat.

Ich bin mir durchaus bewusst, dass noch zahlreiche weitere Elemente hätten in die Wege integriert werden können. So hätte man beispielsweise noch geologische Aspekte mit einbeziehen können und genauer auf die verschiedenen Gesteinsschichten eingehen können. In diesem Kontext hätte man dann auch die artesische Quelle, die Kalktuffquellen und die Kalksinter behandeln können. Auch auf die landwirtschaftliche Nutzung hätte man eingehen können. Die Gefahr hierbei besteht jedoch darin, dass eine zu große Fülle an Informationen die Schüler frustrieren kann und ihre Motivation und ihr Aufnahmevermögen dadurch stark eingeschränkt werden. Außerdem muss man bedenken, dass die Zielgruppe dieser Exkursion eine 5^e respektive eine 8^e ist und man diese nicht mit zu schwierigen Informationen überfordern kann.

8. Bibliographie

Bücher:

- BERGSTEDT, C. (1998). *Naturwissenschaften, Boden*. Berlin: Cornelsen Verlag.
- BICKEL, H., CLAUS, R., FRANK, R., HAALA, G., LÜDECKE, M., WICHERT, G., ZOHREN, D. (2005). *Natura Biologie für Gymnasien 7-10*. Stuttgart, Düsseldorf, Leipzig: Ernst Klett Verlag.
- BICKEL, H., CLAUS, R., FRANK, R., HAALA, G., SCHWEIZER, J., WICHERT, G. (2000). *Natura Biologie für Gymnasien 5/6*. Stuttgart: Ernst Klett Verlag.
- BÖGER, M. (Hrsg.) (2008). *Netzwerk Biologie : Lebensräume und ihre Bewohner*. Braunschweig: Westermann Schroedel.
- BRÄMER, R. (2006). *Natur obskur, wie Jugendliche heute die Natur erfahren*. München: oekom Verlag.
- BÜHLMANN, R. (1949). *Wirtschaftliche Entwicklung und Bedeutung der Gruben- und Eisenindustrie im Großherzogtum Luxemburg*. Luxemburg: Bourg-Bourger.
- COSYN, M. *La vallée de l'Eisch (Vallée des 7 châteaux)*. Bruxelles : Guides Cosyn.
- DIDEROT, D., D'ALEMBERT, J.-B. *Recueil de Planches sur les sciences, les arts libéraux et les arts mécaniques: Forges ou l'art du fer*. Paris: Inter-Livres.
- DOLLAR, J. (2000). *La Simmerschmelz et les forges d'Ansembourg*. Septfontaines, Tuntage: Administrations communales de Septfontaines et de Tuntage.
- Dr. PHILIPP, E., STARKE, A., Prof. Dr. VERBEEK, B., WELLINGHORST, R. (2009). *Ökologie, Materialien SII, Biologie*. Braunschweig: Westermann Schroedel Diesterweg.
- ERPELDING, E., KETTENMEYER, A. (1992). *Das Grossherzogtum Luxemburg und seine Nachbarländer*. Luxembourg: Ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse.
- ESCHENHAGEN, D., KATTMANN, U., RODI, D. (2006). *Fachdidaktik Biologie*. Köln: Aulis Verlag Deubner.
- GRAF, E. (Hrsg.) (2004). *Biologiedidaktik*. Donauwörth: Auer Verlag.
- HENSEL, W. (2006). *Was blüht denn da?* Stuttgart: Kosmos Verlag.
- HILBERT, R. (1994). *D'Geschicht vun Miersch II. Deel, « Dat neit Miersch »*. Mersch : Imprimerie Fr. Faber.

- HOFMEISTER, H. (2004). *Lebensraum Wald, Pflanzengesellschaften und ihre Ökologie*. Remagen-Oberwinter: Verlag Kessel.
- KLEIN, R.L. (2004). *Unterrichtspraxis Biologie: Wechselbeziehungen im Lebensraum Boden*. Köln: Aulis Verlag Deubner.
- LAMBINON, J., DELVOSALLE, L., DUVIGNEAUD, J. (2008). *Nouvelle flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du nord de la France et des régions voisines*. Meise : Éditions du Patrimoine du Jardin botanique national de Belgique.
- MEYER, H. (1987). *Unterrichtsmethoden I: Theorieband*. Berlin: Cornelsen Verlag.
- Mouvement écologique, Natura (Hrsg.) (1993). *Eise Bësch*.
- PETERSEN, W. H. (2001). *Kleines Methodenlexikon*. München: Oldenbourg Schulbuchverlag.
- POHL, E., DORN, A. (2003). *Unterrichtspraxis Biologie : Wechselbeziehungen im Lebensraum Wald*. Köln : Aulis Verlag Deubner.
- SPÖRHASE-EICHMANN, U., RUPPERT, W. (2006). *Biologiedidaktik*. Mühlheim: Cornelsen Verlag.
- THEISEN, R. (Hrsg.) (2001), *Luxembourg Sculptures*, Steinsel: Editions Ilôts.
- VAN WERVEKE, N. (1919). *Septfontaines et Ansenbourg, Haut fourneau et forge*. Luxembourg : Imprimerie Universelle Linden & Hansen.
- VILLENA L. (1975). *Glossaire: Burgenfachwörterbuch des mittelalterlichen Wehrbaus*. Frankfurt am Main: Verlag Weidlich.
- WAGENER, J. (1921). *La sidérurgie luxembourgeoise avant la découverte du gisement des Minettes*. Diekirch : Imprimerie Paul Schroell.
- ZIMMER, J. (1996). *Die Burgen des Luxemburger Landes (Band II)*. Luxemburg : Editions Saint-Paul.

Broschüren:

- ENTENTE DES COMMUNES ET SYNDICATS D'INITIATIVE DES VALLÉES DE L'EISCH, DE LA MAMER ET DE L'ATERT (Hrsg.). *Eischtal, Eisch Valley*. Luxemburg: Imprimerie Centrale.
- ADMINISTRATION DES EAUX ET FORÊTS DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG (Hrsg.) (2001). *Les forêts naturelles et semi-naturelles au Grand-Duché de Luxembourg*. Luxembourg.

- ADMINISTRATION DE LA NATURE ET DES FORÊTS (Hrsg.) (2009), *Seltene einheimische Baumarten in Luxemburg, Maßnahmen zur Erhaltung und Förderung*. Luxemburg: Imprimerie Hengen.

Internet: (Stand am 15. Oktober 2011)

- <http://industriemuseum-brandenburg.de/pdf/Eisen%20und%20Stahl.pdf>
- <http://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/Rennofen?redirectfrom=Rennfeuer--Verfahren>
- <http://de.academic.ru/dic.nsf/dewiki/381397>
- <http://www.industrie.lu/usineansembourg.html>
- http://www.darkplaces.org/Luxemburg/Festungen/Chateau_de_Hollenfels/Chateau_de_Hollenfels_DE.html
- <http://www.hypersoil.uni-muenster.de/0/04/02.htm#physik>
- http://de.wikipedia.org/wiki/Artesische_Quelle
- <http://www.stefan-nies.de/nies/n-wum1.htm> (Foto: Slg. Westfälisches Freilichtmuseum Hagen)
- http://www.mainzer-rhein-zeitung.de/foto_mm/2250.html
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Mauereidechse>
- <http://www.bloghof.net/romehome/archive/2006/02/09/abwdgst8doxz.htm>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Liguster>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Wei%C3%9Fdorn3432.jpg>
- <http://www.pitopia.de/scripts/pictures/detail.php?pid=830680&view=1>
- <http://dracaena-drachenbaum.de/2009/06/22/wald-ziest-stachys-sylvatica/>
- <http://flickrriver.com/photos/herba/tags/boraginaceae/>
- http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/biologie/projekt/nat/evolution_lerngang_material_feuchtgebiet.html
- http://www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/ptdm/2009/ptdm04_aronstab.htm
- http://de.wikipedia.org/wiki/Hohe_Schl%C3%BCsselblume
- <http://www.biopix.dk/photo.aspx?language=de&photoid=3669&photo=athyrium-filix-femina>
- <http://www.cismar.de/jungenaturforscher/buschwindroeschen.htm>

- http://www.tierfotograf.com/index.php?m=mediadb&c=search&a=preview&id=39328&nr=1&q_and=lamium%20galeobdolon&q_not=&q_preselect=Panthera%20leo
- http://www.sandfrauchen.de/10_graslex3.htm
- <http://cookingandbiking.blogspot.com/2010/09/waldmeister.html>
- http://www.wald-und-holz.nrw.de/40Wald_und_Forschung/naturwaldzellen/03uebersichtskarte_Naturwaldzellen/nwz04/index.php
- <http://www.naturwege-uelzen.de/radtouren/bad-bevensen.htm>
- <http://www.botanik.de/bild/pteridium-aquilinum-adlerfarn.html>
- http://www.ckkaempfe.de/chr/list_family.html
- <http://www.wwf.de/themen/politik/artenschutz-politische-instrumente/bonner-konvention-cms/wandernde-tierarten/vogelzug/mauersegler/>
- <http://gastein-im-bild.info/bild/bpvaccmy.html>
- <http://www.j-ecards.de/bild/mehlschwalbe3/kat/voegel/page/4>
- <http://map.geoportail.lu/>
- http://ruhrpott2010.wordpress.com/2010/05/01/wassen-los-im-pott-am-1-mai-2010/1024px-meule_charbon_bois/
- http://www.chateaubriant.org/IMG/jpg/haut_fourneau.jpg

Anhang 1

Die ökologischen und sozialen Aspekte der Gegend in und um Hollenfels

Zu den ökologischen Aspekten:

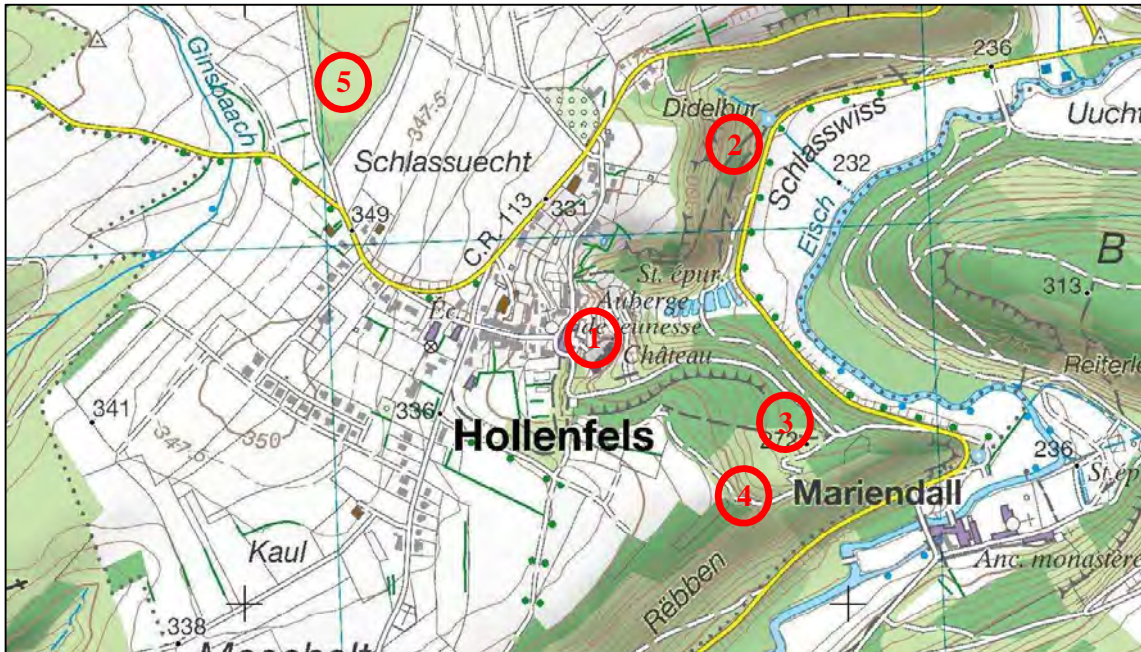
- Arbeitsblätter
- Arbeitsblätter (mit Verbesserung)
- Zusatzdokumente
- Schülerproduktionen

Zu den sozialen Aspekten:

- Arbeitsblätter
- Arbeitsblätter (mit Verbesserung)
- Zusatzdokumente
- Schülerproduktionen

Überblick: Die ökologischen und sozialen Aspekte der Gegend in und um Hollenfels

- Lage der Stationen :



- Themen an den einzelnen Stationen

Station 1 : soziale Aspekte (AB: Die Burg von Hollenfels)

Station 2 : ökologische Aspekte, soziale Aspekte (AB: Didelburg)

Station 3 : ökologische Aspekte

Station 4 : ökologische Aspekte, soziale Aspekte (AB : Fliehbürg)

Station 5 : ökologische Aspekte

Ökologische Aspekte

Datum :

Namen der Gruppenmitglieder :

Untersuchungen an allen Stationen

I. Abiotische Faktoren

Station	2	3	4	5
Temperatur (°C)				
Bodentemperatur (°C)				
Relativer Lichtgenuss				
Feuchtigkeit (%)				
Hanglage				
Bodenart				
Kalkgehalt des Bodens				
pH-Wert				

II. Vorkommen verschiedener Pflanzenarten

Suche mit Hilfe der Bestimmungsbücher folgende Pflanzen an den einzelnen Stationen. Trage 3 Kreuze in die Tabelle ein, wenn eine Pflanzenart sehr häufig vorkommt, 2 Kreuze falls die Pflanze öfters vorkommt und ein Kreuz, wenn sie eher selten vorkommt. Ist eine Pflanzenart gar nicht vorhanden, trägst du hier nichts ein.

		Station 2	Station 3	Station 4	Station 5
Bäume	Rotbuche				
	Hainbuche				
	Stieleiche				
	Traubeneiche				
	Esche				
	Feldahorn				

		Station 2	Station 3	Station 4	Station 5
Sträucher	Eingriffeliger Weißdorn				
	Zweigriffeliger Weißdorn				
	Heidelbeere				
	Liguster				
	Pfaffenhütchen				
	Gemeiner Schneeball				
Kräuter	Waldmeister				
	Einblütiges Perlgras				
	Wald-Sauerklee				
	Kleines Springkraut				
	Wiesen-Wachtelweizen				
	Hain-Sternmiere				
	Große Sternmiere				
	Dunkles Lungenkraut				
	Busch- Windröschen				
	Scharbockskraut				
	Hohe Schlüsselblume				
	Wald-Bingelkraut				
	Aronstab				
	Frauenfarn				
	Adlerfarn				
	Draht-Schmiele				
	Goldnessel				
	Weißliche Hainsimse				

1) Färbe die einzelnen Pflanzenarten deiner Tabelle mit Hilfe der Zeigertafeln wie folgt ein:

- 135

Zusätzliche Untersuchungen an Station 3 und 4

Vermessen von Bäumen

Vermess jeweils einen Baum an Station 3 und 4 und trage deine Werte in folgende Tabelle ein.

Station	3	4
Stammhöhe (in m)		
Baumdurchmesser (in m)		
Holzvolumen des Stammes (in m ³)		

Versuche deine Ergebnisse mit Hilfe der abiotischen Faktoren zu erklären!

Zusätzliche Untersuchungen an Station 5

Humusbildung

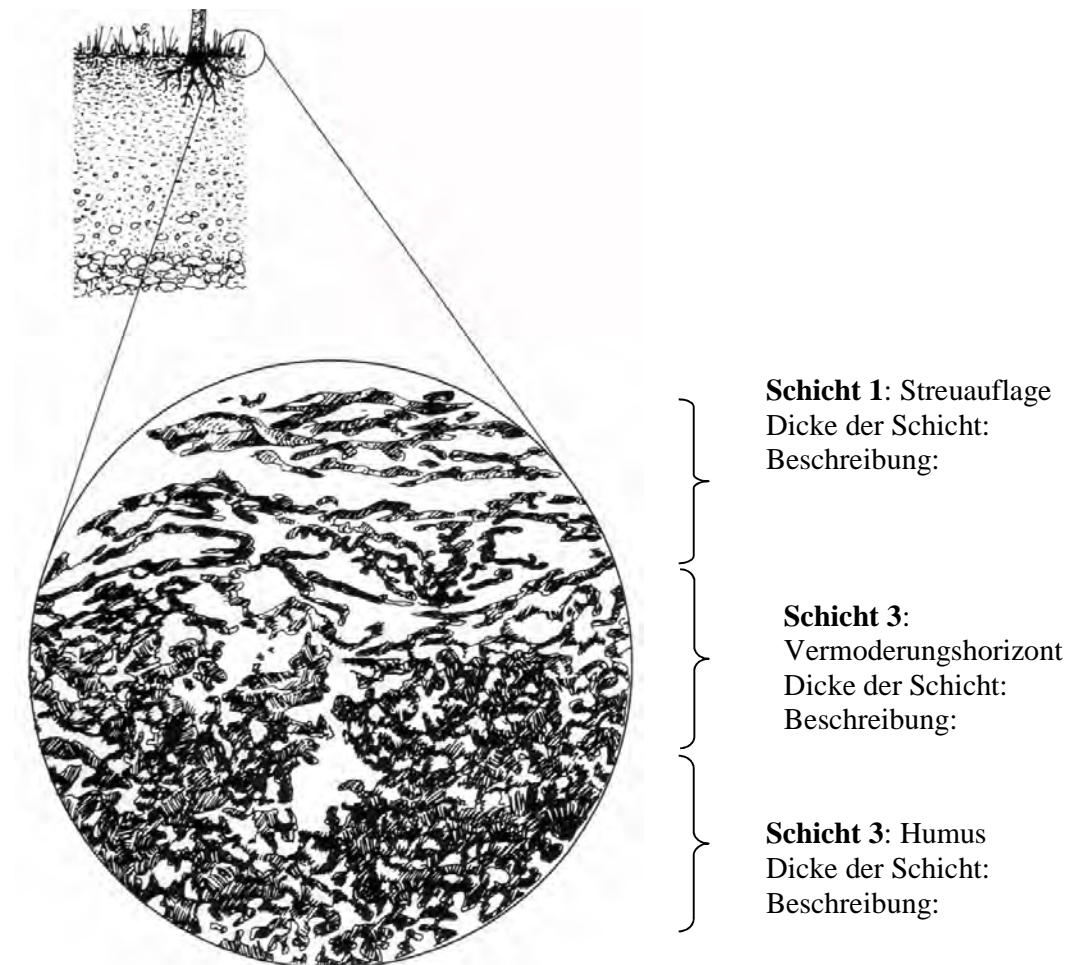
1. Zersetzung des Laubes in der Streuschicht

Material:

Schaufel, Maßband, Klebefolie

Durchführung:

- Grabe mit der Schaufel ein Loch in die Streuschicht, so dass die unterschiedliche Schichten zu erkennen sind
- Miss mit einem Maßband die Dicke der einzelnen Schichten und trage sie auf folgendem Schema ein



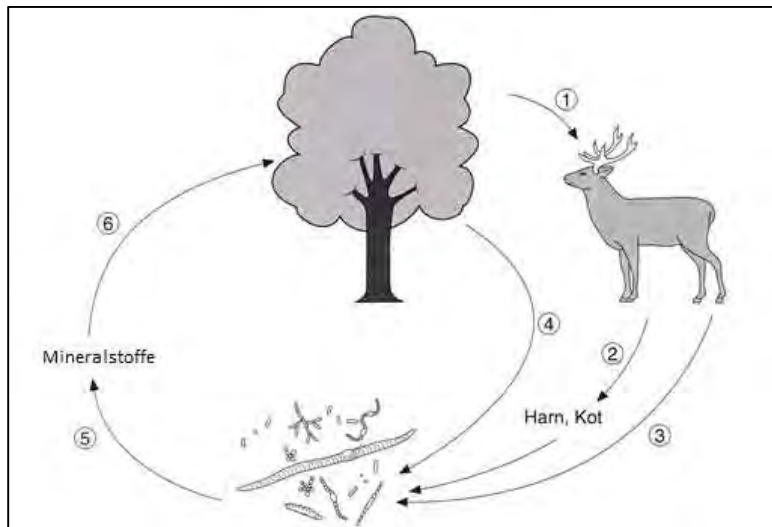
- Hebe die Streu schichtweise ab und entnehme unterschiedlich stark zersetzte Blätter. Klebe die gesammelten Blätter der Reihe nach mit der Klebefolie in folgende Tabelle. Beschreibe die einzelnen Blätter.

Gefundene Blätter	Beschreibung der Blätter

- Beschreibe die einzelnen Schichten. Denke hierbei auch an Farbe und Feuchtigkeit!

2. Die Bodenlebewesen

- Suche und bestimme wirbellose Tiere des Waldbodens.
- Untersuche die Individuendichte von Regenwürmern.
- Erkläre die Tätigkeit dieser Organismen mit Hilfe von folgender Abbildung⁷⁸!



⁷⁸ POHL E., DORN A. (2003). *Unterrichtspraxis Biologie : Wechselbeziehungen im Lebensraum Wald*. Köln : Aulis Verlag Deubner.

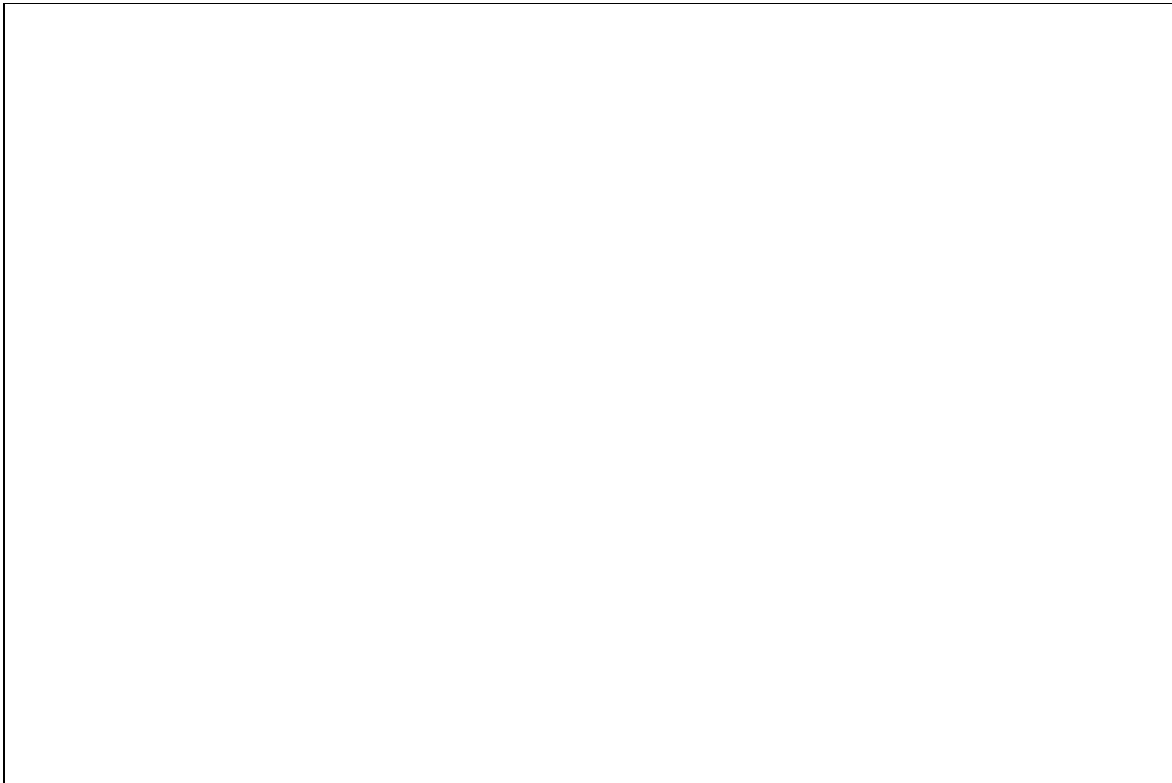
Die Stockwerke des Waldes: Vergleich zwischen Wald und Forst

Durch die unterschiedliche Wuchshöhe der Pflanzen, sind die Wälder in verschiedene Stockwerke gegliedert. Man unterscheidet vier Stockwerke:

- Die Moosschicht ist die unterste Schicht und hat eine Höhe von bis zu 20cm, hier findet man hauptsächlich Moose
- Die Krautschicht hat eine Höhe von bis zu 1m, hier findet man Farne, Kräuter und Gräser
- Die Strauchschicht ist bis zu 5m hoch und besteht aus Sträuchern
- Die Baumschicht ist die oberste Schicht und kann bis zu 40m hoch sein, hier befinden sich die Bäume. Allerdings findet man in den anderen Schichten auch den Jungwuchs der einzelnen Bäume wieder.

1. Die Schichten eines Mischwaldes

Zeichne in folgenden Kasten eine Skizze eines Mischwaldes (Laaschtert) und benenne die einzelnen Schichten.



2. Die Schichten eines Forstes

Als Forst werden bewirtschaftete Wälder bezeichnet. Etwas unterhalb des Mischwalds Laaschert, befindet sich ein Fichtenforst. Zeichne in folgenden Kasten eine Skizze dieses Forstes und benenne die einzelnen Schichten.



Vergleiche die beiden Skizzen miteinander und beschreibe die Unterschiede. Überlege Gründe für diese Unterschiede.

Ökologische Aspekte

Datum :

Namen der Gruppenmitglieder :

Untersuchungen an allen Stationen

I. Abiotische Faktoren

Station	2	3	4	5
Temperatur (°C)	Diese Faktoren sind sehr stark an die jahreszeitlichen Bedingungen und an das Wetter gebunden.			
Bodentemperatur (°C)				
Relativer Lichtgenuss				
Feuchtigkeit (%)				
Hanglage	Süd-ost	Nord-ost	/	/
Bodenart	Lehmboden (mit stellenweise etwas Sand)	Sandboden (mit etwas Lehm durchzogen)	Sandboden	Lehm- bis Tonboden (teilweise aber auch sehr sandig)
Kalkgehalt des Bodens	über 5% Kalk	/	/	über 5% (an sandigen Stellen ist aber kein Kalk nachzuweisen)
pH-Wert	8	5	4	7

II. Vorkommen verschiedener Pflanzenarten

Suche mit Hilfe der Bestimmungsbücher folgende Pflanzen an den einzelnen Stationen. Trage 3 Kreuze in die Tabelle ein, wenn eine Pflanzenart sehr häufig vorkommt, 2 Kreuze falls die Pflanze öfters vorkommt und ein Kreuz, wenn sie eher selten vorkommt. Ist eine Pflanzenart gar nicht vorhanden, trägst du hier nichts ein.

		Station 2	Station 3	Station 4	Station 5
Bäume	Rotbuche	x	xxx	xx	x
	Hainbuche	x			xxx
	Stieleiche	x			xxx
	Traubeneiche	x		xxx	
	Esche	x			x
	Feldahorn	x			xx

		Station 2	Station 3	Station 4	Station 5
Sträucher	Eingriffeliger Weißdorn	xx			x
	Zweigriffeliger Weißdorn				x
	Heidelbeere			xx	
	Liguster				x
	Pfaffenhütchen	x			x
	Gemeiner Schneeball	x			x
Kräuter	Waldmeister	x	xxx		xx
	Einblütiges Perlgras	xx	xxx		x
	Wald-Sauerklee		xx		
	Kleines Springkraut	xx	x		
	Wiesen-Wachtelweizen			xx	
	Hain-Sternmiere	x	xx		x
	Große Sternmiere	x			xx
	Dunkles Lungenkraut	x			
	Busch- Windröschen	xx	x		xx
	Scharbockskraut	x			x
	Hohe Schlüsselblume				x
	Wald-Bingelkraut	xx			
	Aronstab	x			xx
	Frauenfarn	x	xx		
	Adlerfarn				
	Draht-Schmiele			xxx	
	Goldnessel	xx	xx		xx
	Weißliche Hainsimse	x		xxx	

III. Zusammenhang zwischen den abiotischen Faktoren und dem Vorkommen verschiedener Pflanzenarten

Zeigerpflanzen sind Pflanzen, die nur bestimmte Lebensbedingungen vertragen und somit keine großen Schwankungen der Umweltfaktoren (zB: Feuchtigkeit, pH-Wert, Nährstoffgehalt) ertragen. Ihr Vorkommen an einem bestimmten Ort gibt daher Aufschluss über die Umweltverhältnisse, die an diesem Ort herrschen.

- 1) Färbe die einzelnen Pflanzenarten deiner Tabelle mit Hilfe der Zeigertafeln wie folgt ein:
 - Frischezeiger, die auf leicht sauren Böden vorkommen → blau;
 - Frischezeiger, die auf neutralen Böden vorkommen → grün;
 - Frischezeiger, die auf nährstoffreichen, kalkhaltigen Böden vorkommen → rot;
 - Armutszeiger, die auf sauren, trocknen bis feuchten Böden vorkommen → braun;
 - Kalkzeiger, die auf lehmigen und kalkhaltigen Böden vorkommen → gelb.
- 2) Vergleiche bei jeder Station die dort vorkommenden Zeigerpflanzen mit den abiotischen Faktoren. Beschreibe!

Station 2: Das Vorkommen von Frischezeigern unterstreicht die lehmigen Bedingungen des Bodens, der das Wasser zum Teil gut speichern kann. Auch der hohe Kalkgehalt des Bodens wird durch die biotischen Faktoren bestätigt. Ein pH-Wert von 8 stimmt auch größtenteils mit einer guten Nährstoffversorgung des Bodens überein (was jedoch nicht generell der Fall sein muss).

Station 3: Auch hier findet man viele Arten, die frischen Boden anzeigen. Der leicht saure pH-Wert wird durch das Vorkommen von Wald-Sauerklee unterstrichen.

Station 4: Der pH-Wert von 4 wird durch das Vorkommen von Pflanzen wie der Heidelbeere, der weißlichen Hainsimse und der Draht-Schmiele unterstrichen. Sowohl abiotische als auch biotische Faktoren deuten hier auf einen armen sauren Standort hin.

Station 5: Auch hier findet man zahlreiche Frischezeiger, die zum Teil auch nährstoffreichen und kalkhaltigen Boden anzeigen. Diese Eigenschaften werden durch die abiotischen Faktoren bestätigt.

→ Man bemerkt an allen Stationen, dass biotische und abiotische Faktoren übereinstimmen. Verschiedene Pflanzenarten stellen sehr enge Ansprüche an ihren Standort und ihr Vorkommen lässt somit die Eigenschaften des Standortes definieren. Trotzdem kann man nicht immer von dem Vorkommen einer bestimmten Art auf die Standortbedingungen schließen, was das Vorkommen der weißlichen Hainsimse an Station 2 zeigt.

3) Folgende Pflanzen konntest du auch noch an der einen oder anderen Station finden: Kleinblütiges Springkraut, gemeiner Schneeball, Hain-Sternmiere, große Sternmiere. Schließe aufgrund ihres Vorkommens auf ihre Ansprüche an die Umweltfaktoren.

- Das kleine Springkraut kommt sowohl an Station 2 als auch an Station 3 vor. Man kann davon ausgehen, dass es frische Standorte bevorzugt.
- Der gemeine Schneeball findet man an Station 2 und 5. Er bevorzugt kalkhaltige und leicht nährstoffhaltige Böden.
- Die Hain-Sternmiere kommt an allen Stationen, außer an der vierten vor. Sie bevorzugt frische Standorte, die neutral bis mäßig sauer und leicht nährstoffhaltig sind.
- Die große Sternmiere findet man an Station 2 und 5. Sie kommt im Gegensatz zur Hain-Sternmiere eher nicht an leicht sauren Standorten vor, bevorzugt aber auch frische Böden.

Zusätzliche Untersuchungen an Station 3 und 4

Vermessen von Bäumen

Vermess jeweils einen Baum an Station 3 und 4 und trage deine Werte in folgende Tabelle ein.

Station	3	4
Stammhöhe (in m)	12 - 15	6 - 7
Baumdurchmesser (in m)	0,4 - 0,45	0,3
Holzvolumen des Stammes (in m ³)	2,5	0,4

Versuche deine Ergebnisse mit Hilfe der abiotischen Faktoren zu erklären!

Die direkte Sonneneinstrahlung und die armen und sauren Standortbedingungen an Station 4 tragen dazu bei, dass die Bäume hier nur geringe Höhen erreichen. An Station 3 hingegen weisen die Bäume lange Schäfte auf, da die Standortbedingungen hier günstiger sind (frischer nur leicht saurer Boden). Der relativ dichte Buchenbestand ragt in diesem nach Nord-Osten gerichteten Hang nach oben in Richtung Sonnenlicht.

Zusätzliche Untersuchungen an Station 5

Humusbildung

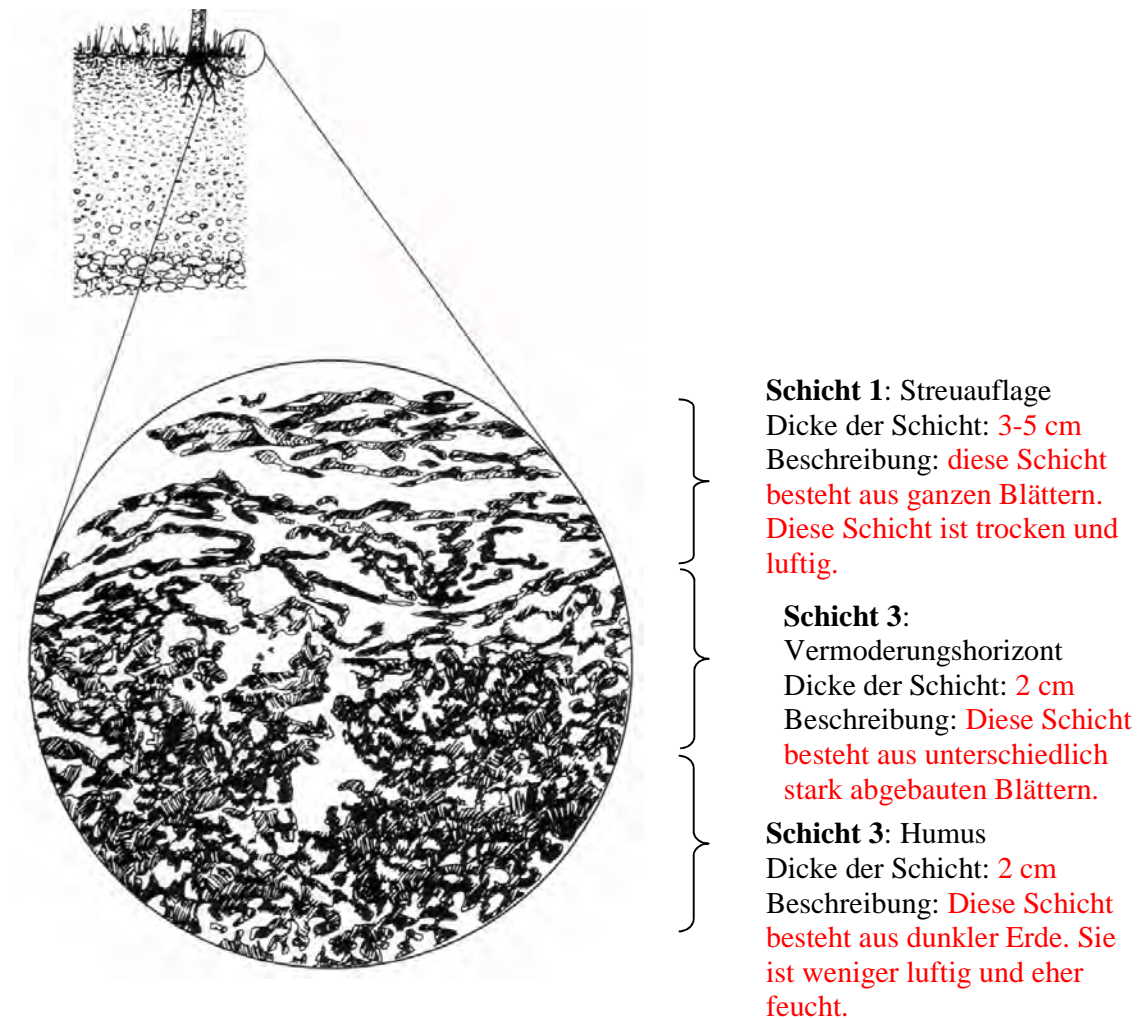
1. Zersetzung des Laubes in der Streuschicht

Material:



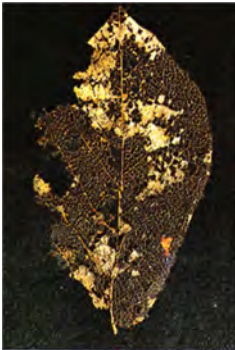
Schaufel, Maßband, Klebefolie

Durchführung:

- Grabe mit der Schaufel ein Loch in die Streuschicht, so dass die unterschiedliche Schichten zu erkennen sind
- Miss mit einem Maßband die Dicke der einzelnen Schichten und trage sie auf folgendem Schema ein



- Hebe die Streu schichtweise ab und entnehme unterschiedlich stark zersetzte Blätter. Klebe die gesammelten Blätter der Reihe nach mit der Klebefolie in folgende Tabelle. Beschreibe die einzelnen Blätter.

Gefundene Blätter	Beschreibung der Blätter
	<p>Oben findet man fast nur ganze Blätter. Sie sind relativ trocken.</p>
	<p>Unter den ganzen Blättern findet man Blätter, die kleine und größere Löcher besitzen.</p>
	<p>Noch weiter unten sind die Blätter stärker zersetzt. Übrig sind fast nur noch die Blattadern.</p>
	<p>Darunter findet man nur noch kleine Bruchstücke von Blattadern und braune Erde.</p>
<p>Quelle Fotos: BICKEL H., CLAUS R., FRANK R., HAALA G., LÜDECKE M., WICHERT G., Zohren D. (2005). <i>Natura Biologie für Gymnasien 7-10</i>. Stuttgart, Düsseldorf, Leipzig: Ernst Klett Verlag.</p>	

- Beschreibe die einzelnen Schichten. Denke hierbei auch an Farbe und Feuchtigkeit!

Oben befinden sich ganze Blätter, die trocken und braun sind. Je weiter man nach unten geht, sind die Blätter stärker zersetzt. Man bemerkt außerdem, dass die Feuchtigkeit zunimmt und die Farbe dunkler wird.

2. Die Bodenlebewesen

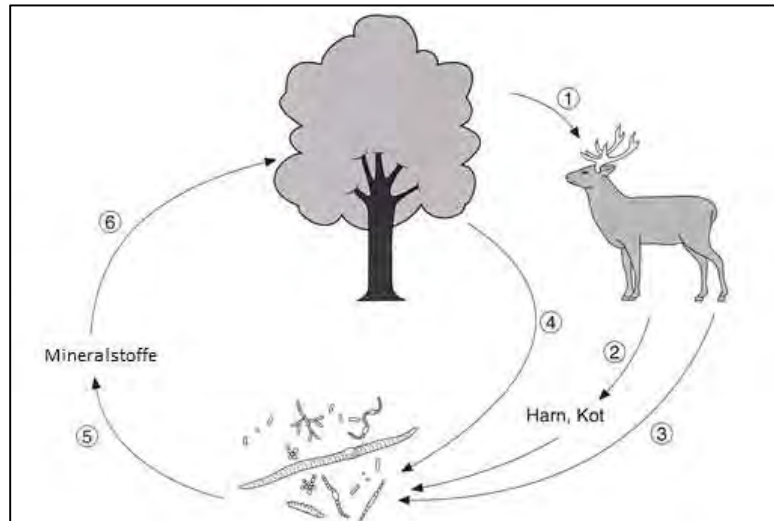
- Suche und bestimme wirbellose Tiere des Waldbodens.

Hier findet man zahlreiche wirbellose Bodenorganismen, wie zum Beispiel Asseln, Springschwänze, Doppelschwänze, Milben und viele andere.

- Untersuche die Individuendichte von Regenwürmern.

Die Individuendichte von Regenwürmern ist hier, wegen der guten Bodenverhältnisse, relativ hoch.

- Erkläre die Tätigkeit dieser Organismen mit Hilfe von folgender Abbildung⁷⁹!



Totes organisches Material, wie der Kot von Tieren oder abgestorbene Tier- und Pflanzenteile, werden von den Bodenlebewesen zersetzt. Dabei werden Mineralstoffe freigesetzt, die von den Pflanzen wieder aufgenommen werden.

⁷⁹ POHL E., DORN A. (2003). *Unterrichtspraxis Biologie : Wechselbeziehungen im Lebensraum Wald*. Köln : Aulis Verlag Deubner.

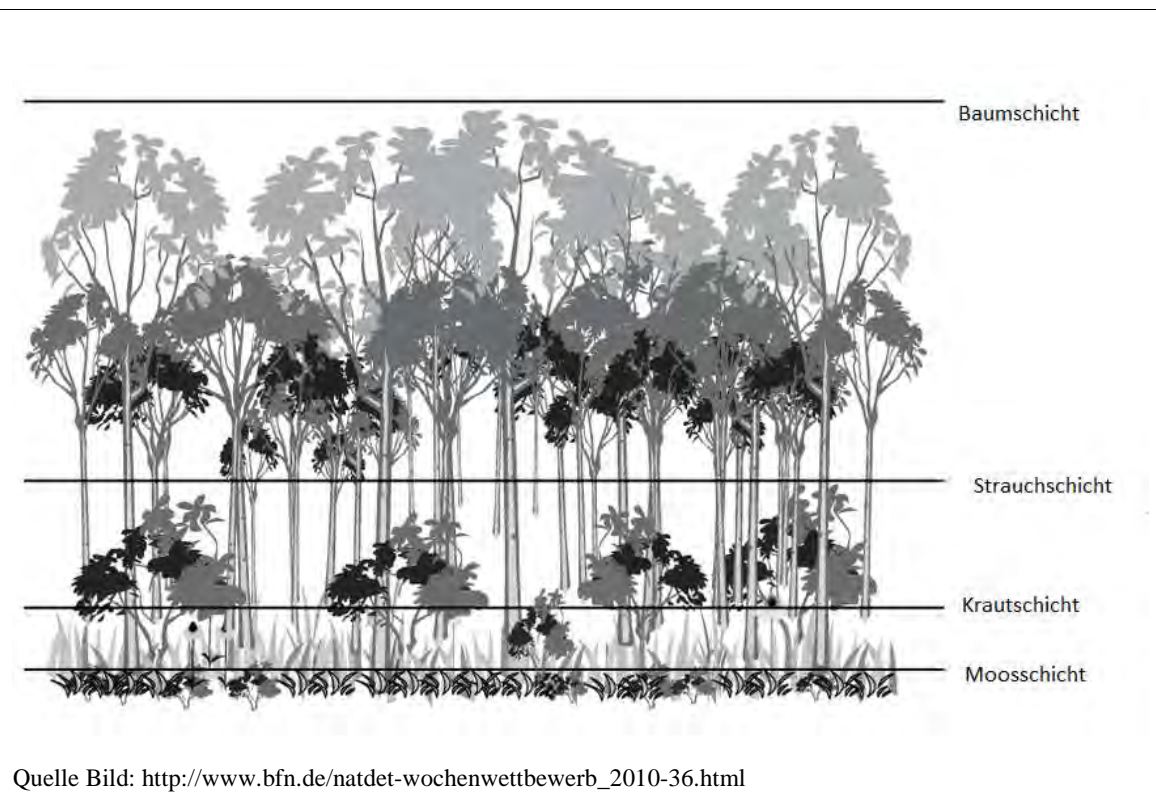
Die Stockwerke des Waldes: Vergleich zwischen Wald und Forst

Durch die unterschiedliche Wuchshöhe der Pflanzen, sind die Wälder in verschiedene Stockwerke gegliedert. Man unterscheidet vier Stockwerke:

- Die Moosschicht ist die unterste Schicht und hat eine Höhe von bis zu 20cm, hier findet man hauptsächlich Moose
- Die Krautschicht hat eine Höhe von bis zu 1m, hier findet man Farne, Kräuter und Gräser
- Die Strauchschicht ist bis zu 5m hoch und besteht aus Sträuchern
- Die Baumschicht ist die oberste Schicht und kann bis zu 40m hoch sein, hier befinden sich die Bäume. Allerdings findet man in den anderen Schichten auch den Jungwuchs der einzelnen Bäume wieder.

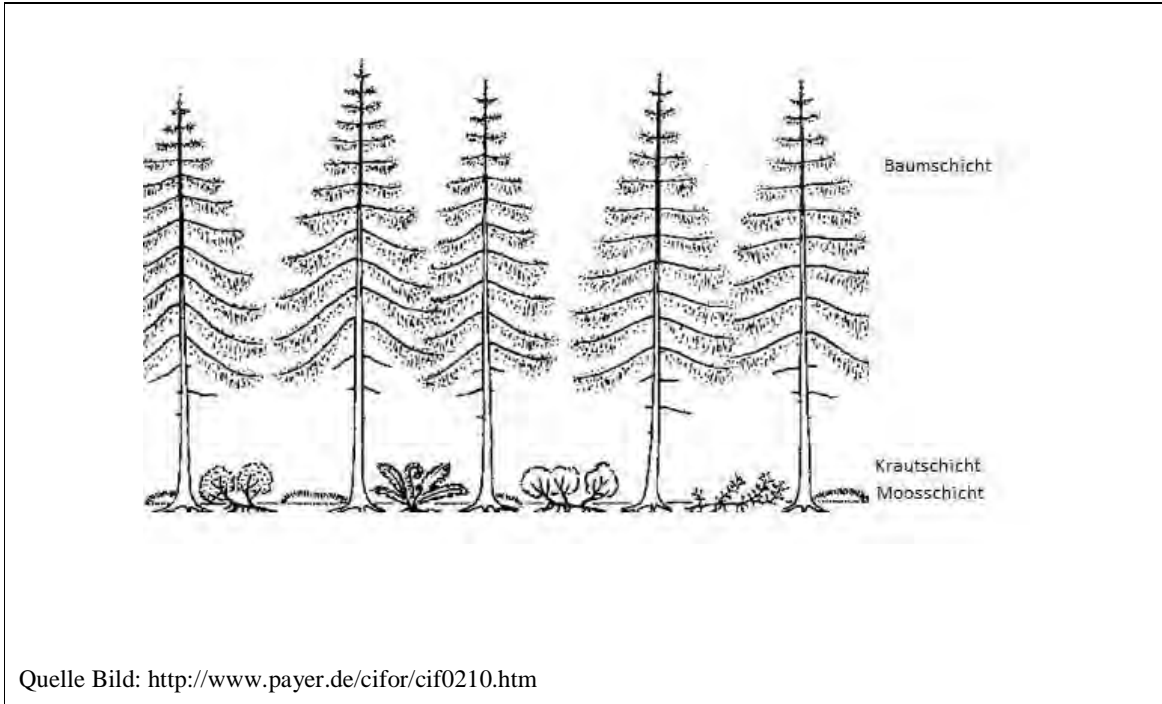
1. Die Schichten eines Mischwaldes

Zeichne in folgenden Kasten eine Skizze eines Mischwaldes (Laaschtert) und benenne die einzelnen Schichten.



2. Die Schichten eines Forstes

Als Forst werden bewirtschaftete Wälder bezeichnet. Etwas unterhalb des Mischwalds Laaschtert, befindet sich ein Fichtenforst. Zeichne in folgenden Kasten eine Skizze dieses Forstes und benenne die einzelnen Schichten.



Vergleiche die beiden Skizzen miteinander und beschreibe die Unterschiede. Überlege Gründe für diese Unterschiede.

Unter der Baumschicht, findet man im Fichtenforst nur wenige Pflanzen in Kraut- und Strauchschicht. Die Fichten lassen nur wenig Licht zum Waldboden durch. Außerdem sind sie das ganze Jahr über belaubt und somit verändern sich die Lichtverhältnisse am Waldboden im Laufe eines Jahres kaum. Im Laaschtert hingegen findet man eine ausgebildete Kraut- und Strauchschicht. Im Frühling wachsen hier zahlreiche Frühblüher, da die großen Bäume dann noch keine Blätter besitzen und somit viel Licht bis zum Waldboden gelangt.

Abiotische Faktoren im Wald

Abiotische Faktoren sind Faktoren die die unbelebte Umwelt betreffen. Wichtige abiotische Faktoren im Wald sind Licht-, Feuchtigkeits- und Temperaturverhältnisse, sowie die Bodenbeschaffenheiten (für letztere siehe das Arbeitsblatt "Bodenuntersuchungen").

1. Bestimmen der Lichtverhältnisse

Material:

Luxmeter

Durchführung:

- Die Lichtintensität wird mit dem Luxmeter ungefähr 50cm über dem Boden gemessen (beachte, dass der Luxmeter waagrecht gehalten und nicht vom eigenen Körper beschattet wird)
- Als erstes wird der Wert vom Freiland (außerhalb des Waldes) ermittelt
- Dann wird der Wert an der Station gemessen
- Anhand dieses Wertes, kann jetzt der relative Lichtgenuss an der Station berechnet werden :

$$\frac{\text{Wert am Messpunkt} * 100\%}{\text{Freilandwert}} = \text{relativer Lichtgenuss}$$

2. Bestimmen der Temperatur

Material:

Thermometer

Durchführung:

Die Temperatur wird an der gleichen Stelle wie die Lichtmessung 50cm über dem Boden durchgeführt. Das Thermometer muss hierbei beschattet sein.

3. Bestimmen der Feuchtigkeitsverhältnisse

Material:

Hygrometer

Durchführung:

Die Luftfeuchtigkeit wird an der gleichen Stelle wie die beiden anderen Messungen 50cm über dem Boden durchgeführt.

Bodenuntersuchungen

Der Boden besteht aus kleinen Bodenteilchen, die durch Verwitterungsprozesse (z.B. Wind, Regen, Frost, Wurzeln von Pflanzen) aus nacktem Gestein über tausende Jahre entstanden sind. Man unterscheidet je nach Korngröße verschiedene Bestandteile des Bodens:

Bodenbestandteile	Korngröße
Grobsteine	über 20 mm
Feinsteine	20 mm – 6 mm
Feinkies	6 mm – 2 mm
Sand	2 mm – 0,1 mm
Schluff	0,1 mm – 0,002 mm
Ton	unter 0,002 mm

Die meisten Böden sind Mischungen von Mineralien verschiedener Korngrößen:

Bodenart	Einige Bestandteile
Steinboden	80% Steine
Sandboden	80% Grobsand, 20% Feinerde
Lehmboden	50 % Sand, 20-50% Ton
Tonboden	50% bis 60% Ton

1. Bestimmen der Bodenart

a. Finger- und Knirschprobe

Material:

2 Objektträger

Durchführung:

- Versuche den Boden zwischen den Händen auszurollen!
- Gib etwas Boden auf einen Objektträger und lege den zweiten Objektträger darauf. Reibe die beiden Objektträger übereinander und höre dabei aufmerksam hin!



- Beurteile den Boden hinsichtlich der gefundenen Eigenschaften mit Hilfe von folgender Tabelle:

Bodenart	lässt sich zu einer Rolle formen	Knirscht zwischen den Objektträgern
Lehmboden	ja	ja
Sandboden	nein	ja
Tonboden	ja	nein

b. Schlammprobe

Material:

Marmeladenglas, Schaufel, Wasser

Durchführung:

- Fülle ein Marmeladenglas bis zu einem Drittel mit Boden. Fülle es dann fast vollständig mit Wasser auf, verschließe es und schüttle es kräftig.



- Lass es 10 Minuten ruhig stehen und ermittle dann die Bodenart mit Hilfe von folgender Tabelle:

Abgesetzte Bestandteile	Bodenart
75-90%	Sandboden
75-35%	Lehmboden
20- 35%	Tonboden

2. Kalkgehalt des Bodens

Material:

Porzellanschale, Spritzflasche mit 10%iger Salzsäure

Durchführung:

- Gib etwas Boden in die Porzellanschale und füge einen Tropfen Salzsäure hinzu.



- Ermittle mit Hilfe von folgender Tabelle den Kalkgehalt:

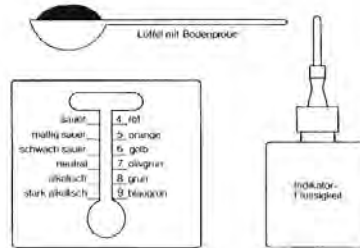
Beobachtung	Kalkgehalt
Keine sichtbare und hörbare Reaktion	Kein Kalk
Kein sichtbares Aufbrausen, aber schwach hörbares Zischen	Unter 1% Kalk
Schwaches, nicht anhaltendes Aufbrausen	1-4% Kalk
Starkes, lang anhaltendes Aufbrausen	Über 5% Kalk

3. Der pH-Wert des Bodens

Der pH-Wert des Bodens gibt an, ob der Boden sauer, neutral oder alkalisch ist.

Material:

Löffel, Indikator-Flüssigkeit, pH-Meter



Durchführung:

- Entnimm eine Bodenprobe in 10cm Tiefe und gib ihn in die untere Eindellung des pH-Meters.
- Tropfe Indikator-Flüssigkeit darauf, bis der Boden gut durchfeuchtet ist.
- Rühre mit dem Löffel kurz um und lasse das ganze 2 Minuten stehen.
- Halte den pH-Meter schief, so dass die Flüssigkeit durch die Längsrinne laufen kann und vergleiche die erhaltene Farbe mit der Farbe der Tafel.

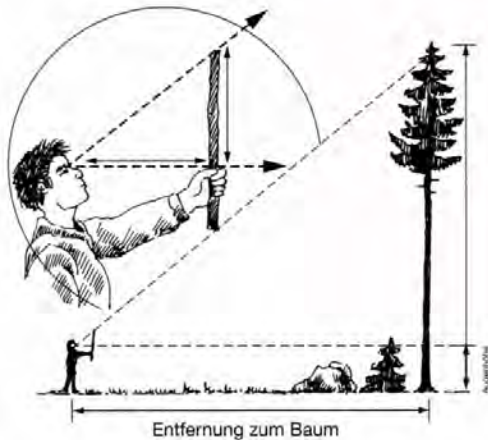
Vermessen von Bäumen

Material:

Bandmaß, Stock (1m)

1. Bestimmen der Stammhöhe

- Nimm einen Stock und halte ihn so, dass die überstehende Stockhöhe bei gerade ausgestrecktem Arm dem Abstand von Stock zu Auge entspricht.
- Fixiere über das Stockende die Stelle an der die ersten großen Äste hervorragen.



- Entferne dich soweit vom Baum damit dies möglich ist.
- Miss den Abstand zum Baum, sowie deine Augenhöhe und addiere die beiden Werte. Das Resultat ergibt die Stammhöhe.

2. Bestimmen des Baumdurchmessers

- Miss den Baumumfang in etwa 1,3 Metern Höhe
- Teile den so erhaltenen Wert durch π (3,14), das Resultat ergibt den Durchmesser des Baumes

3. Bestimmen des Baumalters

Zähle an einem frischen Baumstumpf oder an einem gefällten Baum die Anzahl der Ringe.

Diese Anzahl entspricht dem Alter des Baumes

4. Bestimmen des Holzvolumens eines Stammes

Folgende Formel ermöglicht das Holzvolumen eines Stammes zu bestimmen:

$$V \text{ (in m}^3\text{)} = \pi \cdot r^2 \cdot H \quad (r = \text{Radius in m, } H = \text{Höhe des Stammes in m})$$

Bestimmen von Bodenlebewesen

1. Wirbellose Tiere der Streuschicht

Die Streuschicht bildet für viele wirbellose Tiere ein wichtiger Lebensraum. Die meisten ernähren sich von toten organischen Substanzen und tragen so zum Abbau der abgefallenen Blätter bei.

Material:

Becherlupen, Pinzetten, Bestimmungsschlüssel für wirbellose Tiere, Maßband

Durchführung:

- Miss eine Fläche von 30x30cm mit Hilfe des Maßbandes ab und markiere sie mit Zweigen
- Suche in der Laubstreu nach Bodenlebewesen und sammele sie mit Hilfe der Pinzetten in den Becherlupen
- Bestimme die gefundenen Tiere mit Hilfe des Bestimmungsschlüssels.

2. Individuendichte von Regenwürmern

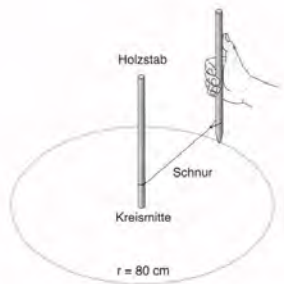
Regenwürmer bohren und fressen sich durch den Boden und bilden somit ein Hohlraumsystem in das Wasser und auch Luft eindringen können. Am Ausgang ihrer Röhren hinterlassen sie sichtbare Kothaufen, die auch Erde enthalten.

Material:

2 Holzstäbe, Schnur

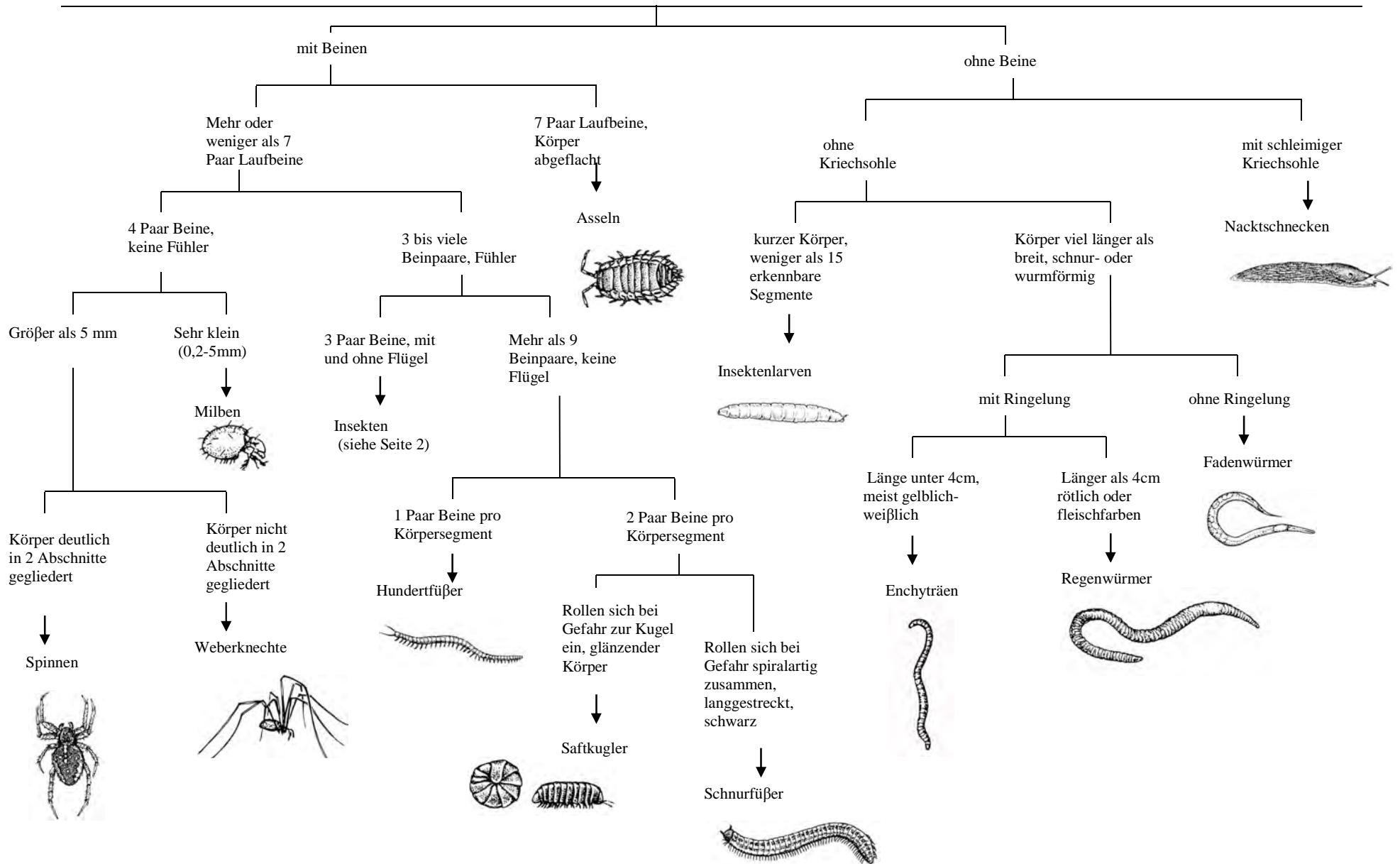
Durchführung:

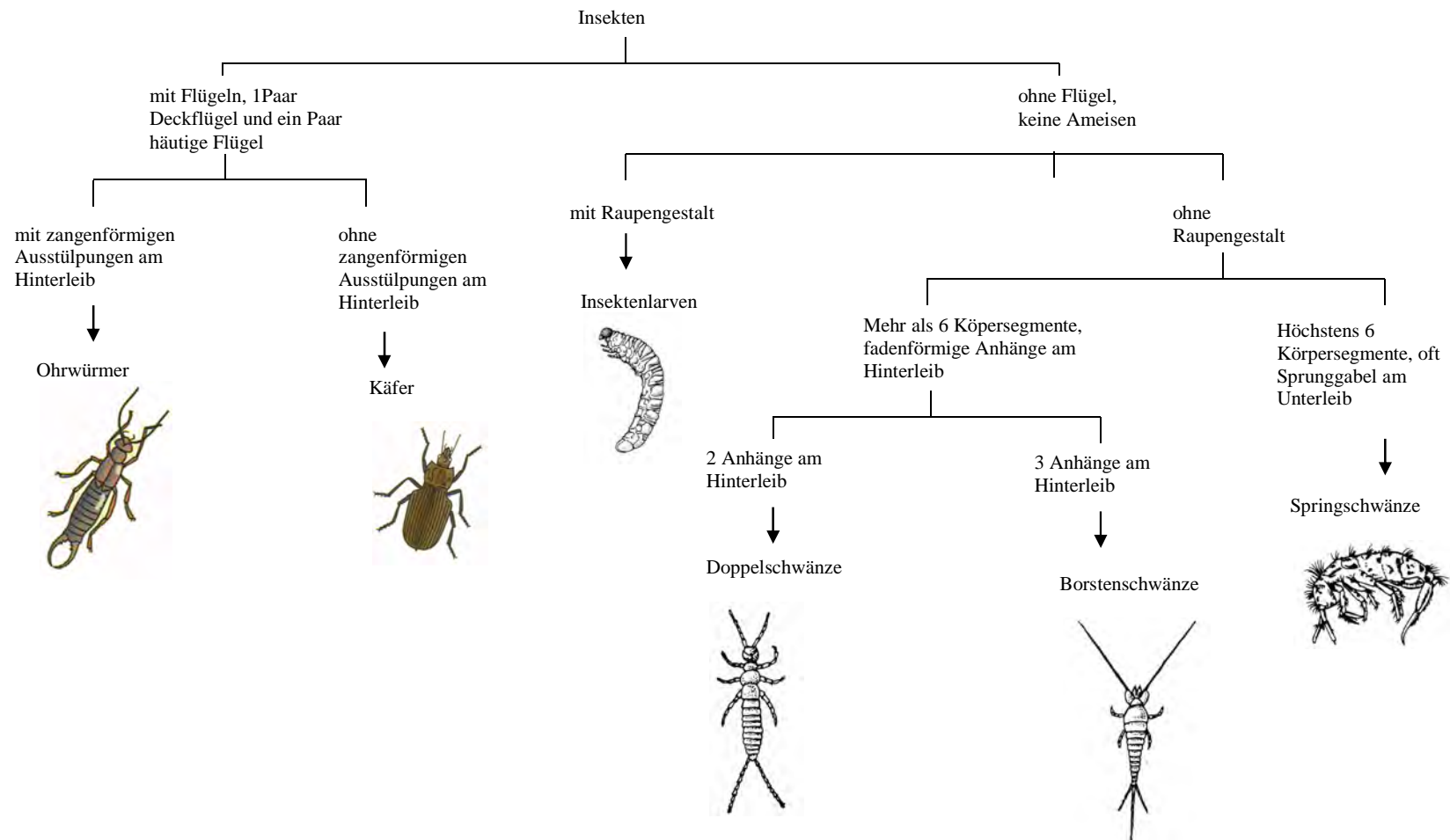
- Verbinde die beiden Holzstäbe mit einer Schnur von 80 cm
- Stoße einen der beiden Stäbe in den Boden und ziehe mit dem anderen einen Kreis um den ersten Stab



- Zähle die Regenwurmkothaufen in der so festgelegten Fläche (der Kreis entspricht ungefähr einer Fläche von 2 m^2)

Die ökologischen, ökonomischen und sozialen Dimensionen des Waldes
Wirbellose Bodenlebewesen





Frischezeiger

- Auf leicht sauren, frischen Böden mit hoher Luftfeuchte:



Wald-Sauerklee



Waldschwingel

- Auf frischen, neutralen Böden



Einblütiges Perlgras



Waldmeister



Goldnessel



Frauenfarn

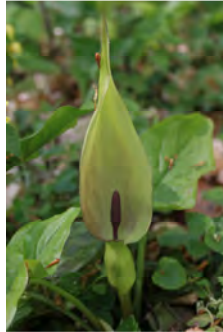


Busch-Windröschen

- Auf nährstoffreichen, kalkhaltigen, frischen Böden



Hohe Schlüsselblume



Aronstab



Dunkles Lungenkraut



Feld-Ahorn



Pfaffenhütchen



Wald-Ziest



Scharbockskraut

Armutszeiger

Auf sauren, trocknen bis frischen Böden



Heidelbeere



Draht-Schmiele



weißliche Hainsimse



Wiesen-Wachtelweizen



Adlerfarn

Kalkzeiger

Auf lehmigen und kalkhaltigen Böden



Eingrifflicher Weißdorn



zweigrifflicher Weißdorn



Liguster

Namen der Gruppenmitglieder:

I. Abiotische Faktoren

I. Abiotische Faktoren

II. Vorkommen verschiedener Pflanzenarten

	Station 2	Station 3	Station 4	Station 5
Rothbuche	X			
Hainbuche				
Silbiche	X			
Traubeneiche	X		X	
Eiche	X			
Feldulichen				

Kräuter

III. Zusammenhang zwischen den abiotischen Faktoren und dem Vorkommen verschiedener Pflanzenarten

Zeigerpflanzen sind Pflanzen, die nur bestimmte Lebensbedingungen vertragen und somit keine großen Schwankungen der Umweltfaktoren (z.B. Feuchtigkeit, pH-Wert, Nährstoffgehalt) ertragen. Ihr Vorkommen an einem bestimmten Ort gibt daher Aufschluss über die Umweltverhältnisse, die an diesem Ort herrschen.

- 1) Färbe die einzelnen Pflanzenarten deiner Tabelle mit Hilfe der Zeigertafeln wie folgt ein:

- Fruchtzeiger, die auf leicht sauren Böden vorkommen → blau;
Fruchtzeiger, die auf neutralen Böden vorkommen → grün;
Fruchtzeiger, die auf nährstoffreichen, kalkhaltigen Böden vorkommen → rot;
Armutzeiger, die auf sauren, trockenen bis feuchten Böden vorkommen → braun;
Kalkzeiger, die auf lehmigen und kalkhaltigen Böden vorkommen → gelb.

- 2) Vergleiche bei jeder Station die dort vorkommenden Zeigerpflanzen mit den abiotischen Faktoren. Beschreibe!

☞ Colony size and reproduction are not fully correlated. But in many cases, colony size is a good indicator of the reproductive status of an individual. In some cases, the size of the colony is related to the age of the individual.

Das reproduktive Verhalten von Waldvögeln ist abhängig von seiner Lebensdauer.

- * Blaue (Blau) ist der Boden (wird oft missverstanden mit dem von 4)
- * Schwarz (schwarz) ist die Farbe, die man z.B. auf einem schwarzen Boden sehen kann
- * Schwarz (Schwarz) ist die Farbe, die man z.B. auf einem schwarzen Boden sehen kann

- b) Folgende Pflanzen kannst du auch noch an der einen oder anderen Station finden: Kleinflüchtiges Springkraut, Zaun-Wicke, gemeiner Schneeball, Hain-Sterniere, große Sterniere. Schließe aufgrund ihres Vorkommens auf ihre Ansprüche an die Umweltfaktoren.

[illegible]

Zusätzliche Untersuchungen an Station 3 und 4

1. Vermessen von Bäumen

Vermisst jeweils einen Baum an Station 3 und 4 und trage deine Werte in folgende Tabelle ein.

Station	3	4
Baumhöhe (in m)	2,0	1,70
Baumdurchmesser (in m)	0,09	0,08
Holzvolumen (in m ³)	0,03	0,04

Versuche deine Ergebnisse mit Hilfe der absoluten Faktoren zu erklären!





2. Lebewesen des Waldbodens

- a. Suche und bestimme wirbellose Tiere der Streuschlucht und trage sie in die Tabelle ein!

[illegible]

- b. Untersuche die Individuenlichte von Regenwürmern an den Stationen 3 und 4!

- c. Erkläre deine Ergebnisse mit Hilfe der abiotischen Faktoren!

Gefundene Blätter	Name der Schicht und Beschreibung der Blätter
	Deckschicht Nadeln, Blätter, besen Nadeln, Blätter, besen
	decke Schicht Nadeln, Blätter, besen Nadeln, Blätter, besen
	mittlere Schicht Nadeln, Blätter, besen Nadeln, Blätter, besen
	untere Schicht Nadeln, Blätter, besen Nadeln, Blätter, besen

Die Schichten sind nicht mehr auf erkennbar
Beschreibung der Schichten, denke hierbei auch an Farbe und Feuchtigkeit
Der mittlere Bereich

Die Schichten sind nicht mehr auf erkennbar
Beschreibung der Schichten, denke hierbei auch an Farbe und Feuchtigkeit
Der mittlere Bereich

Humusbildung

- Zersetzung des Laubes in der Streuschicht
Material:
Schaufel, Maßband, Klebefolie

Durchführung:

- Grabe mit der Schaufel ein Loch in die Streuschicht, so dass die einzelnen Schichten zu erkennen sind
- Miss mit einem Maßband die Dicke der einzeln(en) Schichten und trage sie auf folgendem Schema ein

Schicht 1: Deckschicht
Dicke 2 cm

Schicht 2: obere Schicht
Dicke 1 cm
Blätter

Schicht 3: mittlere Schicht
Dicke 1 cm
zeretzte Blätter

Schicht 4: untere Schicht
Dicke 1 cm
verrotzte Blätter
Holz

- Hebe die Streu schichtweise ab und entnehme unterschiedlich stark zersetzte Blätter. Klebe die gesammelten Blätter der Reihe nach mit der Klebefolie auf und schreibe jeweils den Namen der Schicht hinzu, in der du sie gefunden hast. Beschreibe die Blätter der einzelnen Schichten.

2. Der Humus

Am Abbau der Blätter und anderen Resten von Lebewesen sind viele Bodenorganismen beteiligt. Dadurch entsteht unter der lockeren Laubstreu der fruchtbare Humus. Dieser wird von Bakterien und Pilzen weiter abgebaut. Hierbei werden Wasser, Kohlenstoffdioxid und Mineralstoffe freigesetzt.

- Beschreibe den Humus der sich unter der Laubstreu befindet!

Der Humus ist leicht fermentierbar und dunkelbraun. Er besteht aus sehr kleinen Partikeln.

- Überlege was mit den Mineralstoffen passiert, die am Ende der Zersetzungskette freigesetzt werden.

Pflanzen und Bäume nehmen die Mineralstoffe auf (Laubzucker). Sie benötigen diese zum Wachsen.

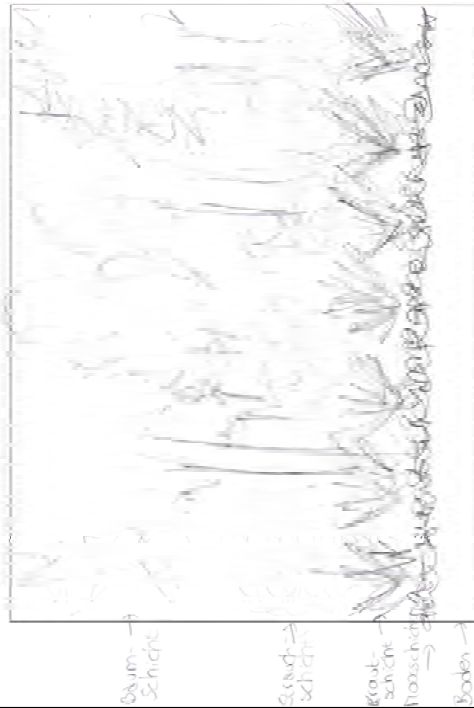
Die Stockwerke des Waldes: Vergleich zwischen Wald und Forst

Durch die unterschiedliche Wuchshöhe der Pflanzen, sind die Wälder in verschiedene Stockwerke gegliedert. Man unterscheidet vier Stockwerke:

- Die Moosschicht ist die unterste Schicht und hat eine Höhe von 20cm, hier findet man hauptsächlich Moose
- Die Krautschicht hat eine Höhe von 1m, hier findet man Farne, Kräuter und Gräser
- Die Strauchschicht ist ungefähr 5 m hoch und besteht aus Sträuchern
- Die Baumschicht ist die oberste Schicht und kann bis zu 40m hoch sein, hier befinden sich die Bäume

1. Die Schichten eines Mischwaldes

Zeichne in folgenden Kästen eine Skizze eines Mischwaldes (Laubbau) und benenne die einzelnen Schichten. Nenne jeweils Beispiele von Pflanzenarten der einzelnen Schichten.



2. Die Schichten eines Forstes

Als Forst werden bewirtschaftete Wälder bezeichnet. Etwas unterhalb des Mischwalds Lauchert, befindet sich ein Kiefernforst. Zeichne in folgenden Kasten eine Skizze dieses Forstes und benenne die einzelnen Schichten.



Vergleiche die beiden Skizzen miteinander und beschreibe die Unterschiede. Überlege Gründe für diese Unterschiede.

Auf dem ersten Bild befinden sich die verschiedenen Schichten der beiden Forste. Hiermit ist das natürliche Aufwuchs der Bäume und der verschiedenen Schichten vorhanden. Der Grund ist, dass die Kiefern im zweiten Wald nur ganz wenig Licht durchlassen und somit keine Pflanzen unter wachsen können. Auch die Kiefern im Mischwald durch lassen Licht und somit eine größere Vielfalt an Pflanzen. Eine Kiefernforst ist ein Monokultur Wald.

Die sozialen Aspekte

Station 1: Die Burg von Hollenfels

Eine Burg ist ein von Gräben und Mauern umgebener mittelalterlicher Wehrbau. Im Mittelalter diente sie dem Territorialherrn als Wohnsitz und war in Notzeiten der Zufluchtsort für die Landbevölkerung.

Die Burg von Hollenfels wurde im Mittelalter erbaut und weist so die typischen Merkmale einer mittelalterlichen Burg auf. Das Areal vor der Brücke war früher die Vorburg mit Ställen und Wirtschaftsgebäuden, sowie einem Vorhof. Die Brücke, damals wahrscheinlich eine Zugbrücke, verbindet die Vorburg mit dem Burghof.

1. Sieh dich im Hof der Burg um und beantworte folgende Fragen :

a. Inwiefern ist der Standort hier günstig für den Erbau einer Burg?

b. Eine Reihe von Schutzvorrichtungen und Wehranlagen stellen Hindernisse für mögliche Angreifer dar und ermöglichen diese zu bekämpfen. Beschreibe die Schutzvorrichtungen und die Wehranlagen, die hier zu sehen sind (benutze hierfür Tafel 2)! Begib dich auch in den Burggraben, den du über die Treppe im Vorhof erreichst (siehe Tafel 1) und gehe in westlicher Richtung bis hinter das Schloss!

2. Zur Wasserversorgung der Burgbewohner gab es im Burghof einen Brunnen. Die heutige Tiefe des Brunnens entspricht jedoch nicht der ursprünglichen Tiefe.

a. Miss die aktuelle Tiefe des Brunnens: Lasse eine lange Schnur, an die du ein kleines Stück Holz bindest, in den Brunnen sinken, bis das Holzstück den Grund erreicht. Ziehe die Schnur wieder hinauf und miss mit einem Maßband den Teil der Schnur den du benötigt hast, um den Grund zu erreichen.

b. Miss den oberen Durchmesser des Brunnens!

c. Berechne das Volumen an Erde und Gestein, das hier entnommen werden musste um den Brunnen zu bauen!

d. Begib dich durch den unteren Eingang in den Brunnen hinein (Tafel 1). Beschreibe die innere Wand des Brunnens! Überlege welchen Nutzen die von dir beschriebenen Strukturen früher eventuell hatten!

3. Begib dich in süd-östlicher Richtung entlang des Felsens bis zu einem im Felsen gelegenen Hohlraum (Tafel 1). Dieser zum Teil natürlich entstandene Hohlraum wurde früher aller Wahrscheinlichkeit nach als Wohnraum genutzt. Der hölzerne Vorbau wurde erst kürzlich hinzugefügt.

a. Beschreibe die Hinweise auf eine frühere Nutzung dieses Raumes!

b. Im Inneren des Felsens befinden sich mehrere solcher Hohlräume. Überlege einen Zusammenhang zwischen dieser Begebenheit und dem Namen der Burg!

Station 2: Didelbur

Der Didelbur ist ein alter Waschbrunnen. Früher mussten die Dorfleute von Hollenfels bis hierhin kommen, um ihre Wäsche zu waschen oder Wasser zu holen. Da der Didelbur entfernt vom Dorf unten im Wald lag, war dies sehr mühselig. Aber aus welchem Grund war der Brunnen gerade an dieser Stelle und nicht weiter oben im Dorf?

1. Betrachte die hier ausgestellte Tafel und begründe die Lage des Didelburs an dieser Stelle!

2. Fülle einen Blumentopf (aus Kunststoff) mit gelbem Sand, den du etwas oberhalb des Didelburs findest, und einen weiteren Blumentopf mit Lehm. Lasse vorsichtig Wasser in beide Kästen laufen und miss die Zeit, die vergeht bis das Wasser unten austritt.

- a. Beschreibe deine Beobachtungen!

- b. Bestimme jetzt die beiden auf der Tafel zu sehenden Schichten?

3. Bestimme mit Hilfe des Katasterplans den Höhenunterschied zwischen der Burg Hollenfels und dem Didelbur. Stelle, aufgrund deiner Ergebnisse, eine Hypothese zur ursprünglichen Tiefe des Brunnes im Burghof auf.

Station 3: Die Fliehbung

Als Fliehbung bezeichnet man einen Ort, an den die Leute früher flohen, wenn ihr Dorf angegriffen wurde. Da eine Fliehbung nur selten und nicht dauerhaft genutzt wurde, befanden sich hier wahrscheinlich nur ein Turm (Bergfried) und einige Holzbauten.



Modell einer Fliehbung⁸⁰

1. Die Lage

Erkläre, weshalb die Lage hier vorteilhaft für die Errichtung einer Fliehbung ist!

2. Die Anlage

- a. Im Gelände sind Spuren eines Bergfrieds. Suche diese, miss sie aus und beschreibe sie!

⁸⁰ <http://www.aspectus-novus.de/verleihmodelle.html>

-
- b. Im Falle einer Belagerung, mussten sich die Menschen einige Zeit hier aufhalten. Überlege, wie sie während dieser Zeit ausreichend Wasser bekommen konnten und begründe deine Überlegungen anhand deiner Kenntnisse!

- c. Welchen Nutzen hätte das hier ausgebaute Loch also noch haben können?

- d. Im Gelände ist außerdem noch ein Teil des Abschnittsgrabens zu erkennen. Suche diesen und beschreibe ihn!

- e. Überlege weshalb heute nicht mehr viel von der Fliehburg übrig ist!

- f. Weshalb wurde deiner Meinung nach späterhin keine dauerhafte Burg an dieser Stelle gebaut?

Die sozialen Aspekte

Station 1: Die Burg von Hollenfels

Eine Burg ist ein von Gräben und Mauern umgebener mittelalterlicher Wehrbau. Im Mittelalter diente sie dem Territorialherrn als Wohnsitz und war in Notzeiten der Zufluchtsort für die Landbevölkerung.

Die Burg von Hollenfels wurde im Mittelalter erbaut und weist so die typischen Merkmale einer mittelalterlichen Burg auf. Das Areal vor der Brücke war früher die Vorburg mit Ställen und Wirtschaftsgebäuden, sowie einem Vorhof. Die Brücke, damals wahrscheinlich eine Zugbrücke, verbindet die Vorburg mit dem Burghof.

1. Sieh dich im Hof der Burg um und beantworte folgende Fragen :

- a. Inwiefern ist der Standort hier günstig für den Erbau einer Burg?

Da die Burg auf einen Felsvorsprung, mit steilem Abhang auf der nordöstlichen Seite, gebaut worden ist, bietet diese Seite wenig Angriffsmöglichkeiten für den Feind. (Zudem wurde dieser Hang, zu den Zeiten als die Burg noch funktionstüchtig war, freigehalten und war nicht mit Wald bewachsen, so hatte man eine noch bessere Sicht). Auf der anderen Seite ist die Burg durch einen 10 Meter breiten Graben von der Vorburg und dem dahinter liegenden Dorf getrennt.

- b. Eine Reihe von Schutzvorrichtungen und Wehranlagen stellen Hindernisse für mögliche Angreifer dar und ermöglichen diese zu bekämpfen. Beschreibe die Schutzvorrichtungen und die Wehranlagen, die hier zu sehen sind (benutze hierfür Tafel 2)! Begib dich auch in den Burggraben, den du über die Treppe im Vorhof erreichst (siehe Tafel 1) und gehe in westlicher Richtung bis hinter das Schloss!

Oben an der Burg erkennt man Schießscharten, durch die der Feind mit Bogen und Armbrust beschossen werden konnte. Der auskragende Wehrgang am Dachfuß ist mit einer Gusslochreihe versehen, wodurch der Feind durch Beschuss oder Bewurf und durch Ausgießen kochender Flüssigkeiten bekämpft werden konnte. Eine steinerne Brücke ist über einen 10 Meter breiten Graben gespannt und verbindet den Vorhof mit dem Burghof. Hier befand sich früher höchstwahrscheinlich eine Zugbrücke, die aufgezogen werden konnte, wodurch der Zugang zur Burg verhindert wurde. Der

runde Wehrturm steht in Verbindung mit einer Mauer auf der sich ein Wehrgang befand.

2. Zur Wasserversorgung der Burgbewohner gab es im Burghof einen Brunnen. Die heutige Tiefe des Brunnens entspricht jedoch nicht der ursprünglichen Tiefe.
 - a. Miss die aktuelle Tiefe des Brunnens: Lasse eine lange Schnur, an die du ein kleines Stück Holz bindest, in den Brunnen sinken, bis das Holzstück den Grund erreicht. Ziehe die Schnur wieder hinauf und miss mit einem Maßband den Teil der Schnur den du benötigt hast, um den Grund zu erreichen.

Die aktuelle Tiefe des Brunnens beträgt 19 Meter.

- b. Miss den oberen Durchmesser des Brunnens!

Der obere Durchmesser des Brunnens beträgt 1,9 Meter.

- c. Berechne das Volumen an Erde und Gestein, das hier entnommen werden musste um den Brunnen zu bauen!

$Volumen\ des\ Brunnens = \pi r^2 \times Höhe = 54\ m^3$

- d. Begib dich durch den unteren Eingang in den Brunnen hinein (Tafel 1). Beschreibe die innere Wand des Brunnens! Überlege welchen Nutzen die von dir beschriebenen Strukturen früher eventuell hatten!

Im Inneren des Brunnens befinden sich auf unterschiedlichen Höhen 2 Seiteneingänge. Es ist nicht bekannt wozu diese gedient haben sollen. Eine Hypothese ist, dass es sich um Zugänge aus unteren Teilen des Schlosses handelte, die man nutzen konnte um Wasser zu hohlen.

3. Begib dich in süd-östlicher Richtung entlang des Felsens bis zu einem im Felsen gelegenen Hohlraum (Tafel 1). Dieser zum Teil natürlich entstandene Hohlraum wurde früher aller Wahrscheinlichkeit nach als Wohnraum genutzt. Der hölzerne Vorbau wurde erst kürzlich hinzugefügt.

- a. Beschreibe die Hinweise auf eine frühere Nutzung dieses Raumes!

Der Boden ist eben und eine Seite des Hohlraumes ist gemauert. Man erkennt auch Spuren von einem Meißel im Stein.

- b. Im Inneren des Felsens befinden sich mehrere solcher Hohlräume. Überlege einen Zusammenhang zwischen dieser Begebenheit und dem Namen der Burg!

Hohler Felsen → Hollenfels

Station 2: Didelbur

Der Didelbur ist ein alter Waschbrunnen. Früher mussten die Dorfleute von Hollenfels bis hierhin kommen, um ihre Wäsche zu waschen oder Wasser zu holen. Da der Didelbur entfernt vom Dorf unten im Wald lag, war dies sehr mühselig. Aber aus welchem Grund war der Brunnen gerade an dieser Stelle und nicht weiter oben im Dorf?

1. Betrachte die hier ausgestellte Tafel und begründe die Lage des Didelburs an dieser Stelle!

Die Schichten die höher liegen als der Brunnen sind wasserdurchlässig, die Schichten die tiefer liegen sind jedoch wasserundurchlässig. Dies bewirkt, dass das Wasser hier an dieser Stelle (also zwischen den beiden Schichten) austritt und sich so am Didelbur eine Quelle befindet.

2. Fülle einen Blumentopf (aus Kunststoff) mit gelbem Sand, den du etwas oberhalb des Didelburs findest, und einen weiteren Blumentopf mit Lehm. Lasse vorsichtig Wasser in beide Kästen laufen und miss die Zeit, die vergeht bis das Wasser unten austritt.

- a. Beschreibe deine Beobachtungen!

Beim Sand läuft das Wasser sehr schnell durch. Beim Lehm läuft praktisch überhaupt kein Wasser durch.

- b. Bestimme jetzt die beiden auf der Tafel zu sehenden Schichten?

Die obere Schicht besteht aus Sand (Luxemburger Sandstein), die untere aus Lehm (Kalke und Mergel der Basis).

3. Bestimme mit Hilfe des Katasterplans den Höhenunterschied zwischen der Burg Hollenfels und dem Didelbur. Stelle, aufgrund deiner Ergebnisse, eine Hypothese zur ursprünglichen Tiefe des Brunnes im Burghof auf.

Die Burg liegt ungefähr 80 Meter weiter oben als der Didelbur. Da die Burg auf einen Felsvorsprung des Luxemburger Sandsteins gebaut worden ist und dieser

wasserdurchlässig ist, müsste der Brunnen eine ursprüngliche Tiefe von rund 80 Metern gehabt haben, damit das Wasser sich darin anstauen konnte.

Station 3: Die Fliehbürg

Als Fliehbürg bezeichnet man einen Ort, an den die Leute früher flohen, wenn ihr Dorf angegriffen wurde. Da eine Fliehbürg nur selten und nicht dauerhaft genutzt wurde, befanden sich hier wahrscheinlich nur ein Turm (Bergfried) und einige Holzbauten.



Modell einer Fliehbürg⁸¹

1. Die Lage

Erkläre, weshalb die Lage hier vorteilhaft für die Errichtung einer Fliehbürg ist!

Die Lage der Fliehbürg ist noch vorteilhafter als die Lage der Burg Hollenfels, da man hier eine freie Sicht zu beiden Seiten des Felsvorsprungs besitzt. (Der südöstliche Übergang über die Eisch konnte von hier aus auch überwacht werden.)

2. Die Anlage

- a. Im Gelände sind Spuren eines Bergfrieds. Suche diese, miss sie aus und beschreibe sie!

Es handelt sich hier um eine rechteckige Vertiefung von ungefähr 5-6 Metern Seitenlänge und 3-4 Metern Breite.

- b. Im Falle einer Belagerung, mussten sich die Menschen einige Zeit hier aufhalten. Überlege, wie sie während dieser Zeit ausreichend Wasser bekommen konnten und begründe deine Überlegungen anhand deiner Kenntnisse!

⁸¹ <http://www.aspectus-novus.de/verleihmodelle.html>

Es war sehr unwahrscheinlich, dass man hier einen Brunnen baute, da einerseits die Lage hier noch höher ist als die der Burg und der Brunnen somit noch tiefer hätte sein müssen. Andererseits war die Fliehburg keine dauerhaft besetzte Burg, das Ausgraben eines Brunnens hätte sich hier nicht gelohnt. Die Menschen haben also wahrscheinlich Regenwasser auffangen müssen um ausreichend Wasser zu haben.

c. Welchen Nutzen hätte das hier ausgebaute Loch also noch haben können?

Das Regenwasser hätte hier aufgefangen werden können. (Es ist jedoch auch hier zu bemerken, dass man sich auf einem Felsvorsprung aus wasserdurchlässigem Sandstein befindet. In einem solchen Loch hätte man also, ohne wasserundurchlässige Auskleidung wie zum Beispiel einer Lehmschicht, nicht dauerhaft Wasser ansammeln können.)

d. Im Gelände ist außerdem noch ein Teil des Abschnittsgrabens zu erkennen. Suche diesen und beschreibe ihn!

Man erkennt am Rande des Waldes eine Vertiefung, die einen Graben bildet. Zur Seite des Waldes ist dieser Graben durch Erdaufschüttung entstanden.

e. Überlege weshalb heute nicht mehr viel von der Fliehburg übrig ist!

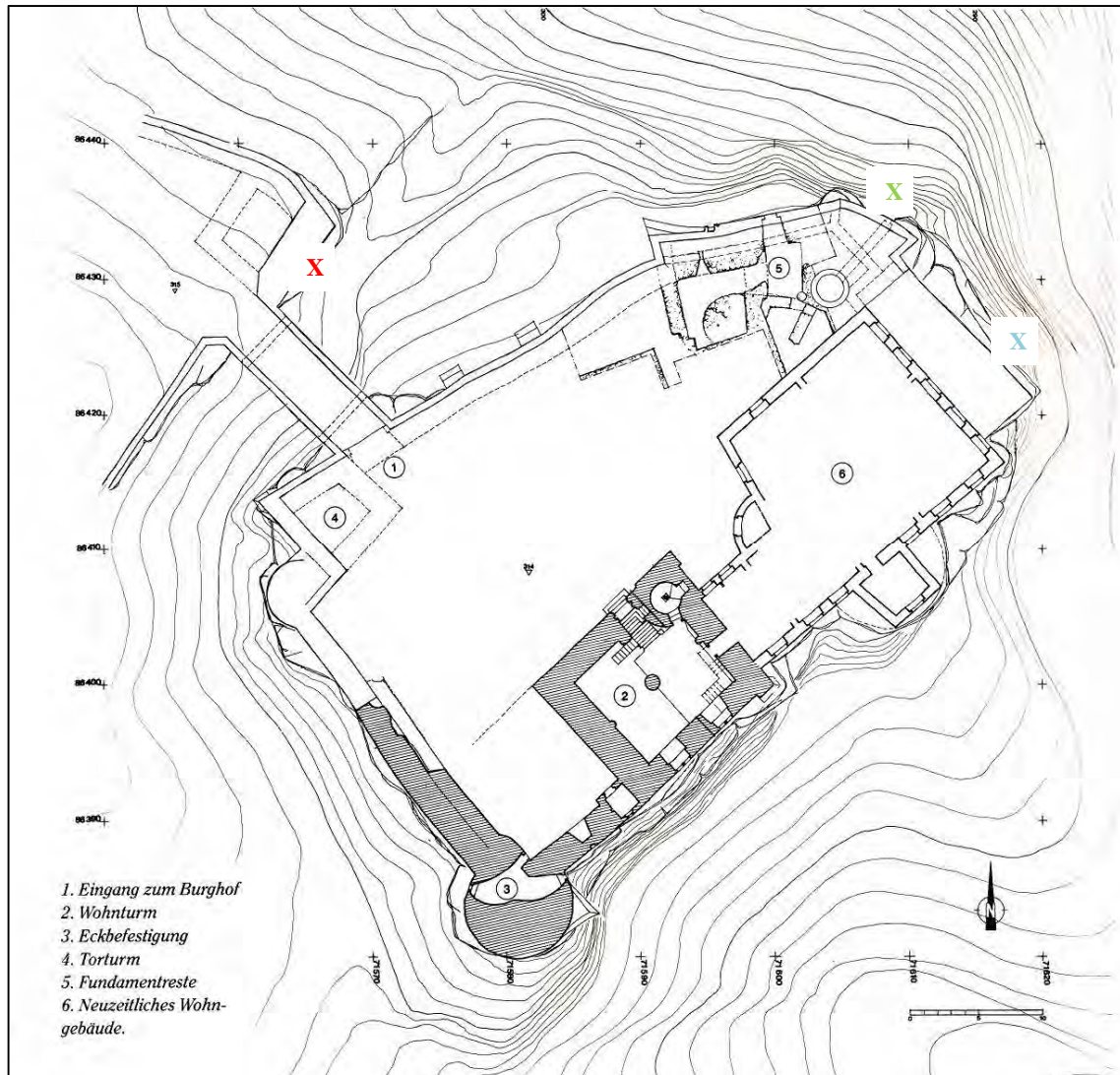
Die Fliehburg bestand aus nur einem Bergfried (von dem man nicht genau weiß ob er aus Holz oder Stein gebaut war) und einigen Holzbauten. Nach dem endgültigen Verlassen dieser Burg, sind diese irgendwann zerfallen.

f. Weshalb wurde deiner Meinung nach späterhin keine dauerhafte Burg an dieser Stelle gebaut?

Der Felsvorsprung auf dem die Fliehburg liegt ist sehr schmal (60 x 15 Meter Grundfläche). Es wäre hier nicht ausreichend Platz gewesen um eine dauerhaft besetzte Burg zu bauen.

Tafel 1

Grundriss der Burg⁸²



X : Treppe

X : Unterer Eingang des Brunnens

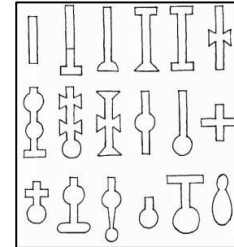
X : Hohlraum im Felsen

⁸² ZIMMER, J. (1996). *Die Burgen des Luxemburger Landes (Band II)*. Luxemburg : Editions Saint-Paul, S. 96.

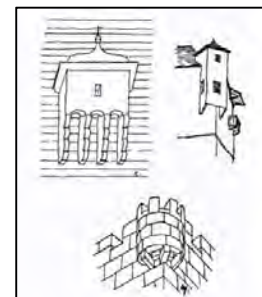
Tafel 2

Schutzvorrichtungen und Wehranlagen⁸³

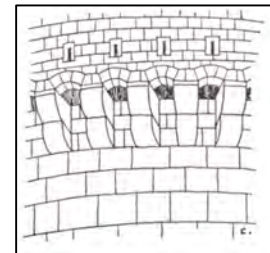
- Schießcharte : Mauerdurchbruch zum Gebrauch von Bogen oder Armbrust.



- Erker : Bodenloser Vorbau aus Holz oder Ziegeln. Der Erker dient der Bekämpfung von Feinden am Boden durch Beschuss und Bewurf oder durch Ausgießen kochender Flüssigkeiten.



- Gusslochreihe: Nach unten gerichtete Öffnungen in einer Mauer, am Fuß von Wehrgängen und am Dachfuß von Gebäuden. Sie dient dazu den Feind durch Beschuss oder Bewurf zu bekämpfen.



- Wehrgang : Gang auf einer Mauer zur Verteidigung.
- Torturm : Turm direkt neben dem Zugang zur Burg. Da der Eingang einer Burg besonders geschützt werden musste war er entweder durch zwei flankierende Türme oder einen quadratischen Torturm gesichert.
- Graben: Erdaushub vor Mauern und Türmen eines Wehrbaus als Hindernis für den Angreifer.
- Zugbrücke: aufziehbare Holzbrücke.
- Ringmauer: hohe breite Mauer zum Schutz und zur aktiven Verteidigung. Durch ihre Höhe widersteht sie dem Übersteigen, durch ihre Stärke dem Sturmbock und anderen Kriegsmaschinen.

⁸³ VILLENA L. (1975). *Glossaire: Burgenfachwörterbuch des mittelalterlichen Wehrbaus*. Frankfurt am Main: Verlag Weidlich.

Die sozialen Aspekte

Station 1: Die Burg von Hollenfels

Eine Burg ist ein von Gräben und Mauern umgebener mittelalterlicher Wehrbau. Im Mittelalter diente sie dem Territorialherrn als Wohnsitz und war in Notzeiten der Zufluchtsort für die Landbevölkerung.

Die Burg von Hollenfels wurde im Mittelalter erbaut und weist so die typischen Merkmale einer mittelalterlichen Burg auf. Das Areal vor der Brücke war früher die Vorburg mit Ställen und Wirtschaftsgebäuden, sowie einem Vorhof. Die Brücke, damals wahrscheinlich eine Zugbrücke, verbindet die Vorburg mit dem Burghof.

1. Sieh dich im Hof der Burg um und beantworte folgende Fragen:

a. Inwiefern ist der Standort hier günstig für den Erbau einer Burg?

Der Standort ist hier sehr günstig, da die Burg auf einem Felsen erbaut wurde, was sie vor Angriffen schützt. Zudem ist der Standort strategisch günstig, da er die Kontrolle über den Fluss ermöglicht.

b. Eine Reihe von Schutzvorrichtungen und Wehranlagen stellen Hindernisse für mögliche Angreifer dar und ermöglichen diese zu bekämpfen. Beschreibe die Schutzvorrichtungen und die Wehranlagen, die hier zu sehen sind (benutze hierfür Tafel 2)! Begib dich auch in den Burggraben, den du über die Treppe im Vorhof erreichst (siehe Tafel 1) und gehe in westlicher Richtung bis hinter das Schloss!

Die Burg ist durch eine Zugbrücke mit dem Vorhof verbunden. Die Zugbrücke ist aus Holz und kann bei Bedarf abgesenkt werden. Die Burg ist auch durch eine Mauer mit einem Graben geschützt. Der Graben ist mit Wasser gefüllt und ist durch eine Mauer mit einem Graben geschützt. Die Burg ist auch durch eine Mauer mit einem Graben geschützt. Die Burg ist auch durch eine Mauer mit einem Graben geschützt.

2. Zur Wasserversorgung der Burghöfe gab es im Burghof einen Brunnen. Die heutige Tiefe des Brunnens entspricht jedoch nicht der ursprünglichen Tiefe.

a. Miss die aktuelle Tiefe des Brunnens: Lasse eine lange Schnur, an die du ein kleines Stück Holz bindest, in den Brunnen sinken, bis das Holzstück den Grund erreicht. Ziehe die Schnur wieder hinauf und miss mit einem Maßband den Teil der Schnur den du benötigt hast, um den Grund zu erreichen.

13,20 m

b. Miss den oberen Durchmesser des Brunnens!

1,20 m

c. Berechne das Volumen an Erde und Gestein, das hier entnommen werden musste, um den Brunnen zu bauen! Formel: $V = \frac{1}{2} \pi d^2 h$ Tafel 1, 12/13

3,14 · 1,20² · 13,20 : 2 = 11,93 m³

54 m³

d. Begib dich durch den unteren Eingang in den Brunnen hinein (Tafel 1). Beschreibe die innere Wand des Brunnens! Überlege, welchen Nutzen die von dir beschriebenen Strukturen früher eventuell hatten!

Die innere Wand des Brunnens ist aus Stein gemauert. Die Mauer ist aus grobem Stein und hat eine Dicke von ca. 1 m. Die Mauer ist aus grobem Stein und hat eine Dicke von ca. 1 m. Die Mauer ist aus grobem Stein und hat eine Dicke von ca. 1 m.

3. Begib dich in süd-östlicher Richtung entlang des Felsens bis zu einem im Felsen gelegenen Hohlraum (Tafel 1). Dieser zum Teil natürlich entstandene Hohlraum wurde früher aller Wahrscheinlichkeit nach als Wohnraum genutzt. Der hölzerne Vorbau wurde erst kürzlich hinzugefügt.

a. Beschreibe die Hinweise auf eine frühere Nutzung dieses Raumes! Auf eine Bodenplatte, auf der eine alte Steinplatte liegt. Die Steinplatte ist aus grobem Stein und hat eine Dicke von ca. 1 m. Die Steinplatte ist aus grobem Stein und hat eine Dicke von ca. 1 m.

b. Im Inneren des Felsens befinden sich mehrere solcher Hohlräume. Überlege einen Zusammenhang zwischen dieser Begebenheit und dem Namen der Burg!

Wollenfels -> das ist die Hohlraum (Hohlraum)

-> Fels (Felsen)

-> Hohlraum (Hohlraum)

Station 2: Diddelbur

Der Diddelbur ist ein alter Waschbrunnen. Früher mussten die Dorfleute von Hollenfelds bis hierhin kommen, um ihre Wäsche zu waschen oder Wasser zu holen. Da der Diddelbur entfernt vom Dorf unten im Wald lag, war dies sehr mühselig. Aber aus welchem Grund war der Brunnen gerade an dieser Stelle und nicht weiter oben im Dorf?

1. Betrachte die hier ausgestellte Tafel und begründe die Lage des Diddelburs an dieser Stelle

Durch die Filterwirkung des Bodens wird das Wasser über Grundfließen sauber, bevor es zum Diddelbur ankommt.

2. Fülle einen Blumentopf (aus Kunststoff) mit gelbem Sand, den du etwas oberhalb des Diddelburs findest, und einen weiteren Blumentopf mit Lehm. Lasse vorsichtig Wasser in beide Kästen laufen und miss die Zeit, die vergeht bis das Wasser unten austritt.

- a. Beschreibe deine Beobachtungen!

Sand 2,1 sec Lehm 5,1 sec nicht durch
Der Lehm kann nicht durch den Sandboden

- b. Bestimme jetzt die beiden auf der Tafel zu sehenden Schichten?

Obere Schicht Sandboden
untere Schicht Lehm Boden

3. Bestimme mit Hilfe des Katasterplans den Höhenunterschied zwischen der Burg Hollenfelds und dem Diddelbur-Stelle, aufgrund deiner Ergebnisse, eine Hypothese zur ursprünglichen Tiefe des Brunnens im Burghof auf.

73 m Höhenunterschied
Beiden gemessenen Tiefen d. Brunnen ist Sandboden
Der würde das aufgefingene Wasser durchsickern
Es sei 73 m in Lehm Boden, was das Wasser nicht durch-
fließen lässt. Demnach müsste der Brunnen damals tiefer in der
Tiefe von 73 m sein, sonst hätte das Wasser nicht auf-
gefangen werden können.

Station 3: Die Fliehbung

Als Fliehbung bezeichnet man einen Ort, an den die Leute früher fliehen, wenn ihr Dorf angegriffen wurde. Da eine Fliehbung nur selten und nicht dauerhaft genutzt wurde, befanden sich hier wahrscheinlich nur ein Turm (Bergfried) und einige Holzhauden.

1. Die Lage

Erkläre, weshalb die Lage hier vorteilhaft für die Errichtung einer Fliehbung ist!

- von den Seiten frei
- gute Überblick über die Umgebung
- gut versteckt

2. Die Anlage

- a. Im Gelände sind Spuren eines Bergfrieds. Suche diese, miss sie aus und beschreibe sie!

Ein lang, zylindrisches
viereckiges Loch

- b. Im Falle einer Belagerung, mussten sich die Menschen einige Zeit hier aufhalten. Überlege, wie sie während dieser Zeit ausreichend Wasser bekommen konnten und begründe deine Überlegungen anhand deiner Kenntnisse!

Der Standort boter mögliche kein Brunnenbau
Samen von den Herchen Regenwasser
aufzufangen

- c. Welchen Nutzen hätte das hier ausgebaute Loch also noch haben können?

Durch das Loch hätten die Bauern Regenwasser abfangen können.

- d. Im Gelände ist außerdem noch ein Teil des Abschnittsgrabens zu erkennen. Suche diesen und beschreibe ihn!

Eine der beiden Seiten ist aufgefingene mit Dornen
befestigt sich ein Graben. Dieser soll die
Fliehbung schützen.

e. Überlege weshalb heute nicht mehr viel von der Fliehburg übrig ist!

Die Holzhütten sind zerfallen.

f. Weshalb wurde deiner Meinung nach späterhin keine dauerhafte Burg an dieser

Stelle gebaut?

Der Platz ist zu gering, um eine ganz dauerhafte
besetzte Burg zu bauen.

Anhang 2

Die ökonomischen Aspekte der Gegend in und um Hollenfels

Zur Eisenindustrie im Allgemeinen:

- Arbeitsblätter
- Arbeitsblätter (mit Verbesserung)
- Zusatzdokumente
- Schülerproduktionen

Zum Schlosspark von Ansemburg:

- Arbeitsblätter
- Arbeitsblätter (mit Verbesserung)
- Zusatzdokumente
- Schülerproduktionen

Überblick: Die ökonomischen Aspekte der Gegend in und um Hollenfels

Erster Teil

- Lage der Stationen :



- Themen an den einzelnen Stationen

Station 1 : Der Kohlenmeiler

Station 2 : Die Köhler

Station 3 : Die Folgen der Eisenindustrie

Station 4 : Die Eisenverhüttung

Zweiter Teil

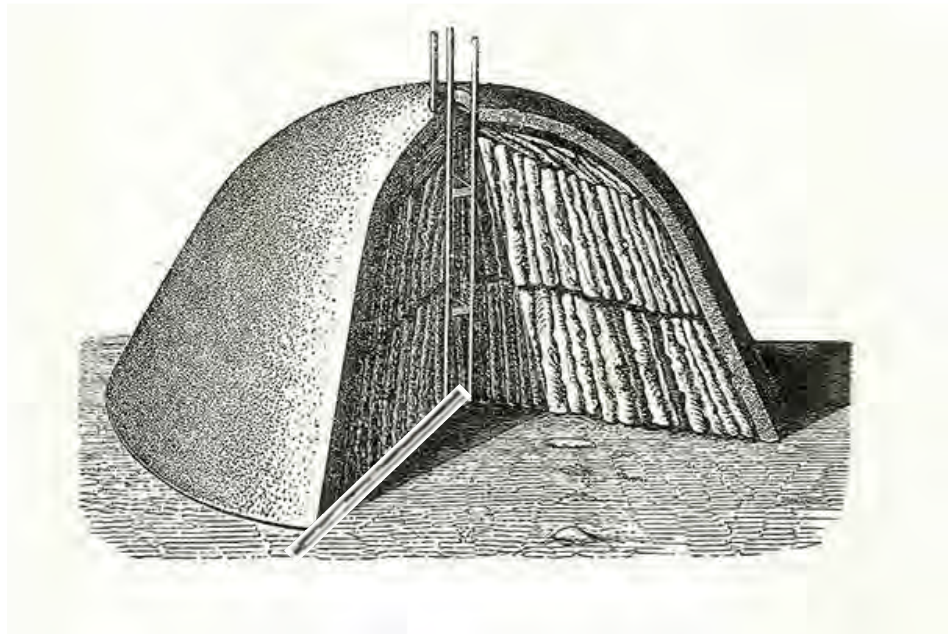
Der Schlossgarten von Ansemburg

Die Eisenindustrie

Station 1 : Der Kohlenmeiler

Für die Eisenindustrie wurde Holzkohle in großen Mengen benötigt, die in Kohlenmeilern erzeugt wurde. Zum Errichten eines Kohlenmeilers wird das Holz aufeinander geschichtet und mit Erde luftdicht abgedeckt. Durch einen relativ weit unten gelegenen Kanal, den Feuerschacht, wird der Kohlenmeiler angezündet. Hier kann auch Sauerstoff zur Verbrennung in den Haufen eintreten. Ein Abzugsschacht in der Mitte erlaubt dem Dampf zu entweichen.

1. Beschrifte folgendes Schema⁸⁴ eines Kohlenmeilers!



2. Entnimm an der Stelle des ehemaligen Kohlenmeilers eine Bodenprobe (schwarz!) und reibe sie über das Blatt. Beschreibe was du feststellen kannst!

Bodenprobe:

Beschreibung:

⁸⁴ http://ruhrpott2010.wordpress.com/2010/05/01/wassen-los-im-pott-am-1-mai-2010/1024px-meule_charbon_bois/

3. Bestimme den Durchmesser des Kohlenmeilers mit Hilfe eines Maßbandes!

4. Wenn der Kohlenmeiler angezündet war, musste immer jemand dabei sein, um ihn zu überwachen. Begründe die Notwendigkeit dieses Überwachens, in Bezug auf die Lage des Kohlenmeilers!

5. Überlege, weshalb vom Kohlenmeiler heute nur noch ein flacher Platz und nicht mehr ein aufgetürmter Haufen vorhanden ist!

6. Zeichne auf folgender Karte weitere Kohlenmeiler ein, die du auf dem Weg zwischen „Didelbur“ und „Neimillen“ findest!



Maßstab 1:10000

Station 2: Die Köhler

Köhler nennt man Menschen, die an einem Kohlenmeiler arbeiten.

1. Wohnort der Köhler

Vergleiche die Karte aus dem 18.Jh (Ferraris-Karte) mit der aktuellen Karte (Tafel A):

- Bestimme unseren Standpunkt auf der Ferraris-Karte, indem du vor allem auf den Verlauf der Wasserläufe achtest!
 - Wenn du beide Karten an unserem Standort miteinander vergleichst fällt ein großer Unterschied zwischen früher und heute auf. Beschreibe!
-
-

2. Das Leben der Köhler

Lies folgenden Text und beantworte anschließend die dazugehörigen Fragen:

Zur Zeiten der Eisenindustrie, die im 17. und 18. Jahrhundert in den Wäldern der Gegend um Hollenfels und Ansemburg florierte, war das Holz ein unverzichtbarer Rohstoff. Um das geschlagene, noch relativ feuchte, Holz für die Eisenindustrie nutzen zu können, musste es jedoch erst zu Holzkohle verarbeitet werden. Dies geschah in Kohlenmeilern und wurde von Köhlern durchgeführt.

Köhler waren Gastarbeiter, die zum größten Teil aus Wallonien nach Luxemburg kamen, um hier arbeiten zu können. Sie lebten eher zurückgezogen in kleinen Häusern die, abgelegen von den Dörfern, im Wald lagen. In der Region um Hollenfels gab es mehrere solcher Ansiedlungen. Das kleine „Dorf“ namens Kalbach war wahrscheinlich eine davon. Kalbach war kein Dorf im eigentlichen Sinne. Die 14 kleinen Häuser waren sehr einfach aufgebaut und kamen eher Hütten mit dazugehörigen Gärten gleich. Es gab hier weder eine Kapelle noch eine Schule.

Die Köhler waren Männer, die meist allein ohne Frau und Kind hier lebten. Durch ihre Arbeit an den Kohlenmeilern waren ihre Haut und ihre Kleider immer mit Ruß bedeckt, wodurch sie oft auch als „schwarze Männer“ bezeichnet wurden. Diese Männer, die eine fremde Sprache sprachen und immer eine Flinte mit sich trugen, kamen nur sehr selten ins Dorf, um mit ihrem wenigen verdienten Geld einzukaufen. Hauptsächlich aber wilderten

sie entgegen des Gesetzes im Wald. Von den Dorfleuten waren sie schlecht angesehen und wurden sogar gefürchtet.

- Erkläre weshalb die Köhler von den Dorfleuten schlecht angesehen waren und zum Teil gefürchtet wurden.

- Beschreibe wovon die Köhler lebten und wie sie sich ernährt haben!

- Man nimmt an, dass das Dorf Kalbach (Kolbach) gegen Ende des 18. Jahrhunderts verschwand. Überlege Gründe für dieses Verschwinden.



Köhler bei der Arbeit (1930)⁸⁵

⁸⁵ http://www.mainzer-rhein-zeitung.de/foto_mmid,2250.html

Station 3: Folgen der Eisenindustrie für den Wald

Für die Herstellung von Holzkohle wurde Holz in großen Mengen benötigt. Diese ausgedehnte Nutzung hatte verheerende Folgen für den Wald dieser Gegend.

1. Beschreibe wie diese Gegend zum Ende der Zeiten der Eisenindustrie ausgesehen haben muss!

2. Die Wiederbewaldung

- Bestimme die Lage des Hanges oberhalb der Straße mit Hilfe eines Kompasses.

_____ -Hang

- Bestimme die am häufigsten vorkommenden Pflanzenarten in Baum- und Strauchschicht dieses Hanges mit Hilfe eines Bestimmungsbuches!

- Begründe die heutige Vegetation mit Hilfe von Tafel B!

- Beschreibe die Vegetation dieses Hanges in mehreren Jahren und begründe deine Aussagen!

Station 4: Die Eisenverhüttung

1. Überblick

Siehe dir den Überblick über die Eisenverhüttung, sowie Tafel A und C genau an und erkläre weshalb diese Gegend so günstig für die Entwicklung einer Eisenindustrie ist!

2. Das Eisenerz

Löse folgende Aufgaben mit Hilfe von Tafel C:

a. Beschreibe die Verteilung des Rasenerzes in Luxemburg!

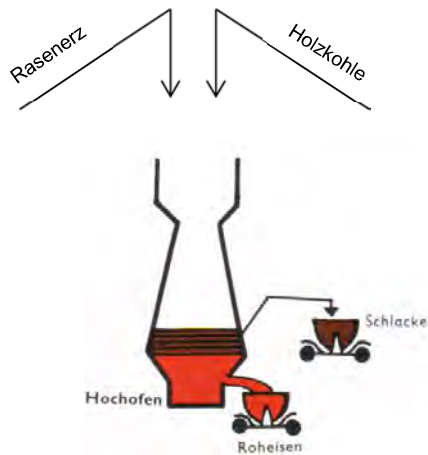
b. Beschreibe die Gewinnung des Rasenerzes!

c. Beschreibe und begründe die Behandlung des frisch gewonnenen Rasenerzes!

d. Nenne jetzt einen weiteren Grund dafür, dass diese Gegend sich gut für eine Eisenindustrie eignet!

3. Vom Rasenerz zum Roheisen

- a. Beschreibe die Herstellung von Roheisen anhand des Schemas⁸⁶!



-
-
-
- b. Hier an der Station findest du Ruinen einer alten Mühle. Sie wurde früher von den hollenfelser Dorfleuten genutzt, um Getreide zu mahlen. Nicht weit entfernt befand sich auch ein Ofen zum Herstellen von Roheisen. Beschreibe anhand von Tafel D die Gemeinsamkeit zwischen einem alten Hochofen und einer Mühle.

-
-
- c. Erkläre den Nutzen dieser Gemeinsamkeit bei einem Hochofen!

-
-
- d. Damit man das Wasser, das hier benötigt wurde, kontrolliert ablaufen lassen konnte, gab es früher hier zwei große Weiher, in denen das Wasser gestaut wurde. Sieh dich in der Umgebung um und erkläre an welcher Stelle diese Weiher sich befanden. Begründe deine Aussage!
-

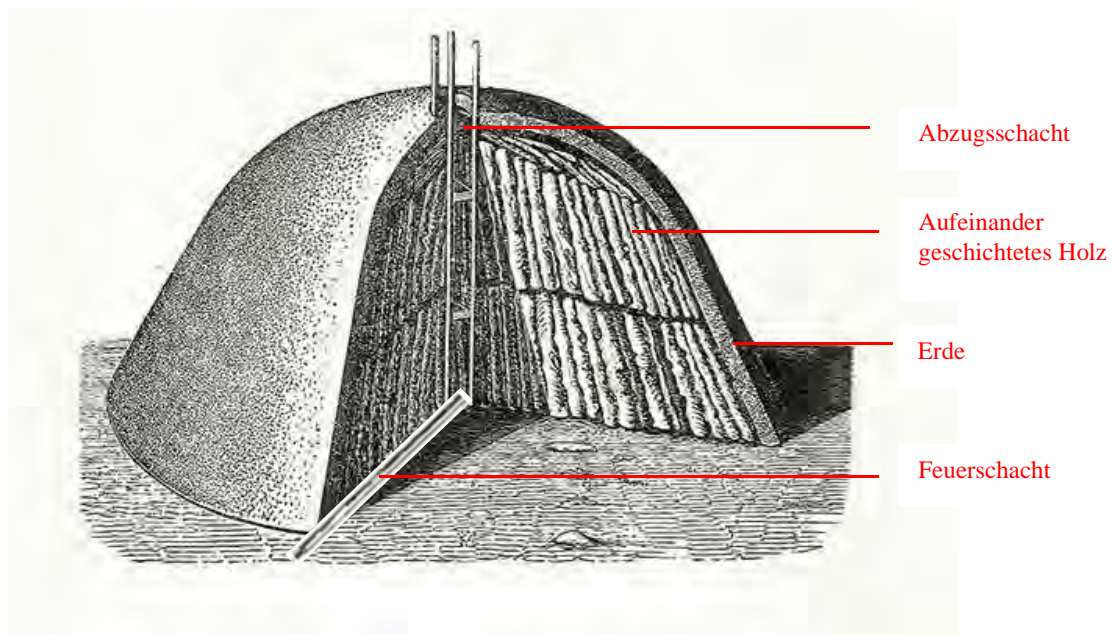
⁸⁶ ERPELDING, E., KETTENMEYER, A. (1992). *Das Grossherzogtum Luxemburg und seine Nachbarländer*. Luxembourg: Ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse.

Die Eisenindustrie

Station 1 : Der Kohlenmeiler

Für die Eisenindustrie wurde Holzkohle in großen Mengen benötigt, die in Kohlenmeilern erzeugt wurde. Zum Errichten eines Kohlenmeilers wird das Holz aufeinander geschichtet und mit Erde luftdicht abgedeckt. Durch einen relativ weit unten gelegenen Kanal, den Feuerschacht, wird der Kohlenmeiler angezündet. Hier kann auch Sauerstoff zur Verbrennung in den Haufen eintreten. Ein Abzugsschacht in der Mitte erlaubt dem Dampf zu entweichen.

1. Beschrifte folgendes Schema⁸⁷ eines Kohlenmeilers!



2. Entnimm an der Stelle des ehemaligen Kohlenmeilers eine Bodenprobe (schwarz!) und reibe sie über das Blatt. Beschreibe was du feststellen kannst!

Bodenprobe:

Beschreibung:

Die Bodenprobe färbt das Papier schwarz. Es handelt sich bei der Probe um ein kleines Stück Kohle.

⁸⁷ http://ruhrpott2010.wordpress.com/2010/05/01/wassen-los-im-pott-am-1-mai-2010/1024px-meule_charbon_bois/

3. Bestimme den Durchmesser des Kohlenmeilers mit Hilfe eines Maßbandes!

Der Durchmesser beträgt ungefähr 4 Meter.

4. Wenn der Kohlenmeiler angezündet war, musste immer jemand dabei sein, um ihn zu überwachen. Begründe die Notwendigkeit dieses Überwachens, in Bezug auf die Lage des Kohlenmeilers!

Der Kohlenmeiler liegt inmitten des Waldes. Da der brennende Meiler eine große Gefahr für den umliegenden Wald darstellte, musste er ständig überwacht werden.

5. Überlege, weshalb vom Kohlenmeiler heute nur noch ein flacher Platz und nicht mehr ein aufgetürmter Haufen vorhanden ist!

Währendem das Holz im Meiler verbrannte, fiel dieser in sich zusammen. Anschließend wurde die entstandene Holzkohle abtransportiert, um sie im Hochofen in der Schmiede als Brennstoff zu verwenden.

6. Zeichne auf folgender Karte weitere Kohlenmeiler ein, die du auf dem Weg zwischen „Didelbur“ und „Neimillen“ findest!



Station 2: Die Köhler

Köhler nennt man Menschen, die an einem Kohlenmeiler arbeiten.

1. Wohnort der Köhler

Vergleiche die Karte aus dem 18.Jh (Ferraris-Karte) mit der aktuellen Karte (Tafel A):

- Bestimme unseren Standpunkt auf der Ferraris-Karte, indem du vor allem auf den Verlauf der Wasserläufe achtest!
- Wenn du beide Karten an unserem Standort miteinander vergleichst fällt ein großer Unterschied zwischen früher und heute auf. Beschreibe!

Früher befand sich ungefähr an dieser Stelle ein Dorf namens Kolbach. Von diesem Dorf ist heute hier nichts mehr zu erkennen.

2. Das Leben der Köhler

Lies folgenden Text und beantworte anschließend die dazugehörigen Fragen:

Zur Zeiten der Eisenindustrie, die im 17. und 18. Jahrhundert in den Wäldern der Gegend um Hollenfels und Ansemburg florierte, war das Holz ein unverzichtbarer Rohstoff. Um das geschlagene, noch relativ feuchte, Holz für die Eisenindustrie nutzen zu können, musste es jedoch erst zu Holzkohle verarbeitet werden. Dies geschah in Kohlenmeilern und wurde von Köhlern durchgeführt.

Köhler waren Gastarbeiter, die zum größten Teil aus Wallonien nach Luxemburg kamen, um hier arbeiten zu können. Sie lebten eher zurückgezogen in kleinen Häusern die, abgelegen von den Dörfern, im Wald lagen. In der Region um Hollenfels gab es mehrere solcher Ansiedlungen. Das kleine „Dorf“ namens Kalbach war wahrscheinlich eine davon. Kalbach war kein Dorf im eigentlichen Sinne. Die 14 kleinen Häuser waren sehr einfach aufgebaut und kamen eher Hütten mit dazugehörigen Gärten gleich. Es gab hier weder eine Kapelle noch eine Schule.

Die Köhler waren Männer, die meist allein ohne Frau und Kind hier lebten. Durch ihre Arbeit an den Kohlenmeilern waren ihre Haut und ihre Kleider immer mit Ruß bedeckt, wodurch sie oft auch als „schwarze Männer“ bezeichnet wurden. Diese Männer, die eine fremde Sprache sprachen und immer eine Flinte mit sich trugen, kamen nur sehr selten ins Dorf, um mit ihrem wenigen verdienten Geld einzukaufen. Hauptsächlich aber wilderten

sie entgegen des Gesetzes im Wald. Von den Dorfleuten waren sie schlecht angesehen und wurden sogar gefürchtet.

- Erkläre weshalb die Köhler von den Dorfleuten schlecht angesehen waren und zum Teil gefürchtet wurden.

Die Köhler lebten meist allein, ohne Frau und Kinder zurückgezogen in Holzhütten im Wald. Sie sprachen eine fremde Sprache, ihre Kleider und ihre Haut waren mit Ruß bedeckt und sie waren immer bewaffnet. Außerdem wilderten sie im Wald, was verboten war.

- Beschreibe wovon die Köhler lebten und wie sie sich ernährt haben!

Die Köhler lebten in Holzhütten mit kleinen Gärten, in denen sie Obst und Gemüse anbauten. Zusätzlich haben sie sich von dem ernährt, was sie im Wald finden konnten, das heißt zum Beispiel von Beeren und Pilzen, sowie von Tieren, die sie widerrechtlich jagten. Ab und zu gingen sie ins Dorf um dort etwas Essbares einzukaufen.

- Man nimmt an, dass das Dorf Kalbach (Kolbach) zwischen Ende des 18. Jahrhunderts und Anfang des 19. Jahrhunderts verschwand. Überlege Gründe für dieses Verschwinden.

Das Dorf wurde aller Wahrscheinlichkeit verlassen, da die Köhler hier keine Arbeit mehr zu verrichten hatten und zurück nach Hause kehrten. Dies lag am Aufschwung der Eisenindustrie im Süden unseres Landes, der durch die Wiederentdeckung der Minetten zustande gekommen war. (Außerdem, geriet unsere ländliche Eisenindustrie nach dem Fall des Ersten Kaiserreiches und der Schlacht von Waterloo in große Schwierigkeiten, was zum Teil an erhöhten Steuern lag, die vom holländischen Regime eingefordert wurden.)



Köhler bei der Arbeit (1930)⁸⁸

⁸⁸ http://www.mainzer-rhein-zeitung.de/foto_mm1d,2250.html

Station 3: Folgen der Eisenindustrie für den Wald

Für die Herstellung von Holzkohle wurde Holz in großen Mengen benötigt. Diese ausgedehnte Nutzung hatte verheerende Folgen für den Wald dieser Gegend.

1. Beschreibe wie diese Gegend zum Ende der Zeiten der Eisenindustrie ausgesehen haben muss!

Da sehr große Mengen an Holz zur Herstellung von Holzkohle benötigt worden waren, hatte man große Flächen des Waldes abgeholzt. Der Wald in dieser Gegend war also nicht mehr so ausgedehnt wie vor den Zeiten der Eisenindustrie.

2. Die Wiederbewaldung

- Bestimme die Lage des Hanges oberhalb der Straße mit Hilfe eines Kompasses.

Südwest-Hang

- Bestimme die am häufigsten vorkommenden Pflanzenarten in Baum- und Strauchschicht dieses Hanges mit Hilfe eines Bestimmungsbuches!

In der Baumschicht findet man hauptsächlich Wald-Kiefern, die Strauchschicht ist reich an jungen Rotbuchen und auch an Wald-Kiefern.

- Begründe die heutige Vegetation mit Hilfe von Tafel B!

Da es sich hier um einen nach Südwesten gerichteten Hang handelt, herrschen hier durch die direkte Sonneneinstrahlung sehr trockene und warme Verhältnisse. Da die Wald-Kiefer eine Lichtbaumart ist und somit viel Licht zum Wachsen benötigt findet sie hier ideale Standortbedingungen vor. Im Rahmen der Forstwirtschaft wurden Wald-Kiefern großflächig zur Aufforstung zerstörter Waldgebiete angepflanzt. Rotbuchen gedeihen im Schatten anderer Bäume, sie können sich also hier unterhalb der Wald-Kiefern entwickeln.

- Beschreibe die Vegetation dieses Hanges in mehreren Jahren und begründe deine Aussagen!

Durch das dichte Kronendach ausgewachsener Rotbuchen, verdrängen diese die sehr lichtbedürftigen Wald-Kiefern mit der Zeit und es entsteht hier wieder ein Rotbuchenwald.

Station 4: Die Eisenverhüttung

1. Überblick

Siehe dir den Überblick über die Eisenverhüttung, sowie Tafel A und C genau an und erkläre weshalb diese Gegend so günstig für die Entwicklung einer Eisenindustrie ist!

Für die Eisenindustrie benötigt man Eisenerz, Holzkohle als Brennstoff für die Eisenhütten, sowie Wasser als Antriebskraft der Öfen und Schieden. In dieser Gegend gibt es ausgedehnte Wälder, zahlreiche Wasserläufe und auch das Eisenerz (Rasenerz) ist in nicht allzu großer Entfernung zu finden.

2. Das Eisenerz

Löse folgende Aufgaben mit Hilfe von Tafel C:

- a. Beschreibe die Verteilung des Rasenerzes in Luxemburg!

Da Rasenerz ist im Südwesten unseres Landes verteilt. Auch im Zentrum des Landes in der Gegend um Mersch ist Rasenerz zu finden.

- b. Beschreibe die Gewinnung des Rasenerzes!

Die Ausgrabungen fanden größtenteils unter freiem Himmel statt. Mit der Schaufel wurde das Erz freigelegt und vom Boden getrennt.

- c. Beschreibe und begründe die Behandlung des frisch gewonnenen Rasenerzes!

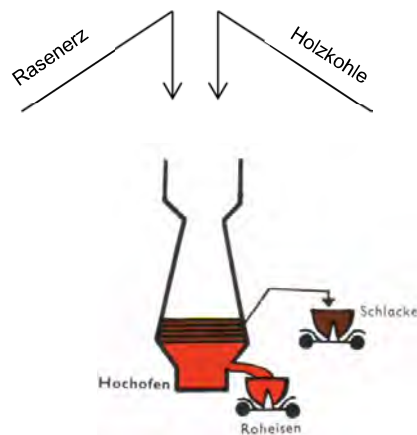
Die dunkelbraunen und glänzenden Erzkörner waren stark mit Boden vermischt und mussten vor Gebrauch in Erzwäschereien an Bächen und Flüssen gereinigt werden. Dies geschah in rechteckigen Trögen von 10 Metern Länge und einem Meter Breite, die in den Boden eingelassen waren und.

- d. Nenne jetzt einen weiteren Grund dafür, dass diese Gegend sich gut für eine Eisenindustrie eignet!

Die in dieser Gegend vorkommenden Wasserläufe wurden nicht nur als Antriebskraft für die alten Eisenhütten genutzt, sondern erlaubten auch das Waschen der frisch gewonnenen Erzkörner. Das Waschen konnte also auch direkt nach der Gewinnung praktisch an Ort und Stelle stattfinden.

3. Vom Rasenerz zum Roheisen

- a. Beschreibe die Herstellung von Roheisen anhand des Schemas⁸⁹!



Das Rasenerz wird zusammen mit der Holzkohle in den Ofen eingefügt. Durch starkes Erhitzen entsteht flüssiges Roheisen auf dem die Schlacke schwimmt.

- b. Hier an der Station findest du Ruinen einer alten Mühle. Sie wurde früher von den hollenfelser Dorfleuten genutzt, um Getreide zu mahlen. Nicht weit entfernt befand sich auch ein Ofen zum Herstellen von Roheisen. Beschreibe anhand von Tafel D die Gemeinsamkeit zwischen einem alten Hochofen und einer Mühle.

Der Hochofen besitzt, genauso wie die Mühle, ein Rad, das durch Wasserkraft angetrieben wird.

⁸⁹ ERPELDING, E., KETTENMEYER, A. (1992). Das Grossherzogtum Luxemburg und seine Nachbarländer. Luxembourg: Ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse.

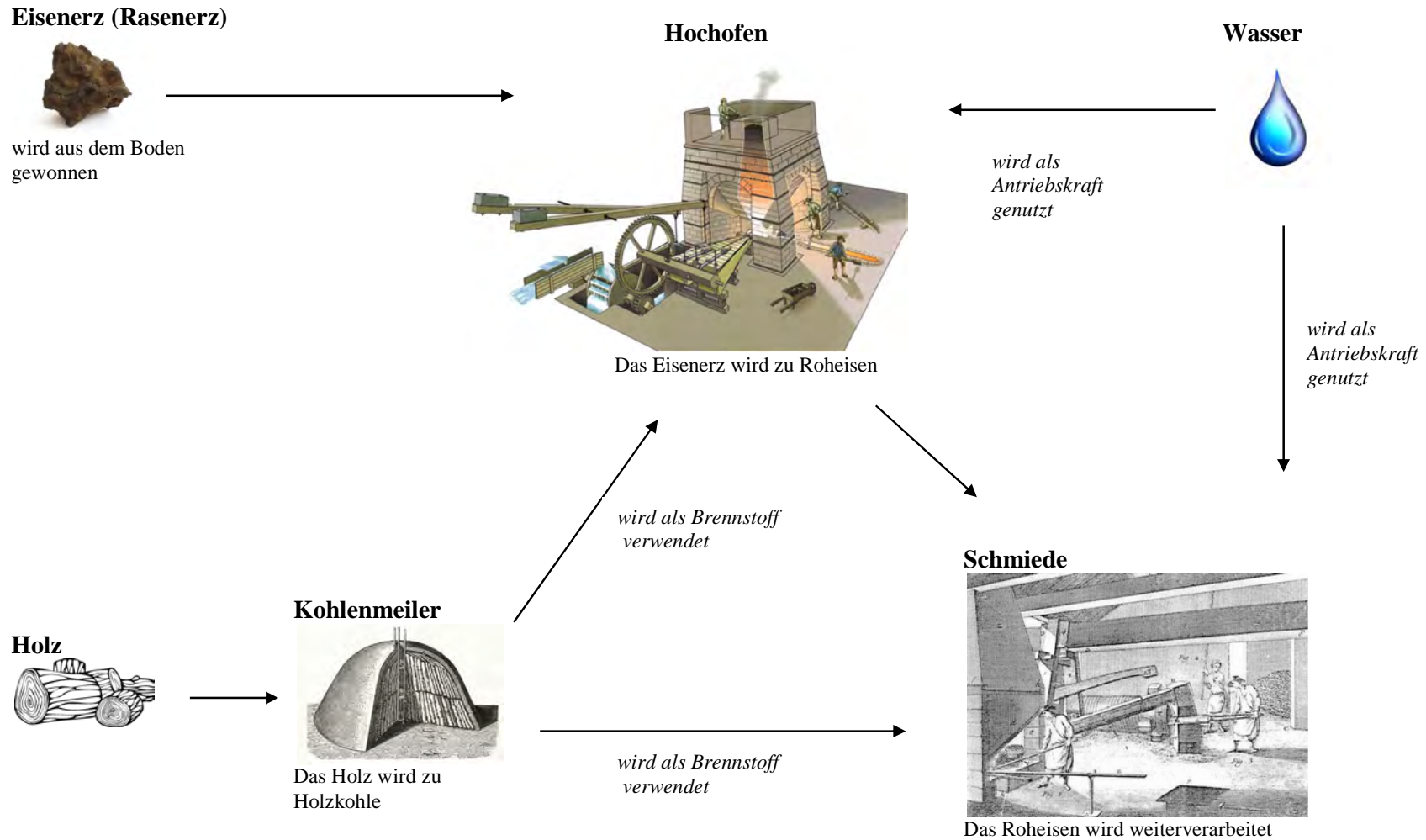
c. Erkläre den Nutzen dieser Gemeinsamkeit bei einem Hochofen!

Das Wasserrad dient beim Hochofen dazu den Blasebalg zu betätigen. Durch den Blasebalg wird Luft in den Ofen geblasen, die zum Erhalten des Feuers im Inneren des Ofens dient.

d. Damit man das Wasser, das hier benötigt wurde, kontrolliert ablaufen lassen konnte, gab es früher hier zwei große Weiher, in denen das Wasser gestaut wurde. Sieh dich in der Umgebung um und erkläre an welcher Stelle diese Weiher sich befanden. Begründe deine Aussage!

Geht man flussaufwärts, gelangt man an der gegenüberliegenden Seite der Straße (in nördlicher Richtung) zu einer großen Vertiefung. Hier befanden sich höchstwahrscheinlich diese Weiher. Außerdem weist auch eine Quelle an dieser Stelle darauf hin, dass man hier hätte Wasser ansammeln können.

Die Eisenindustrie im 17. Jahrhundert: Überblick

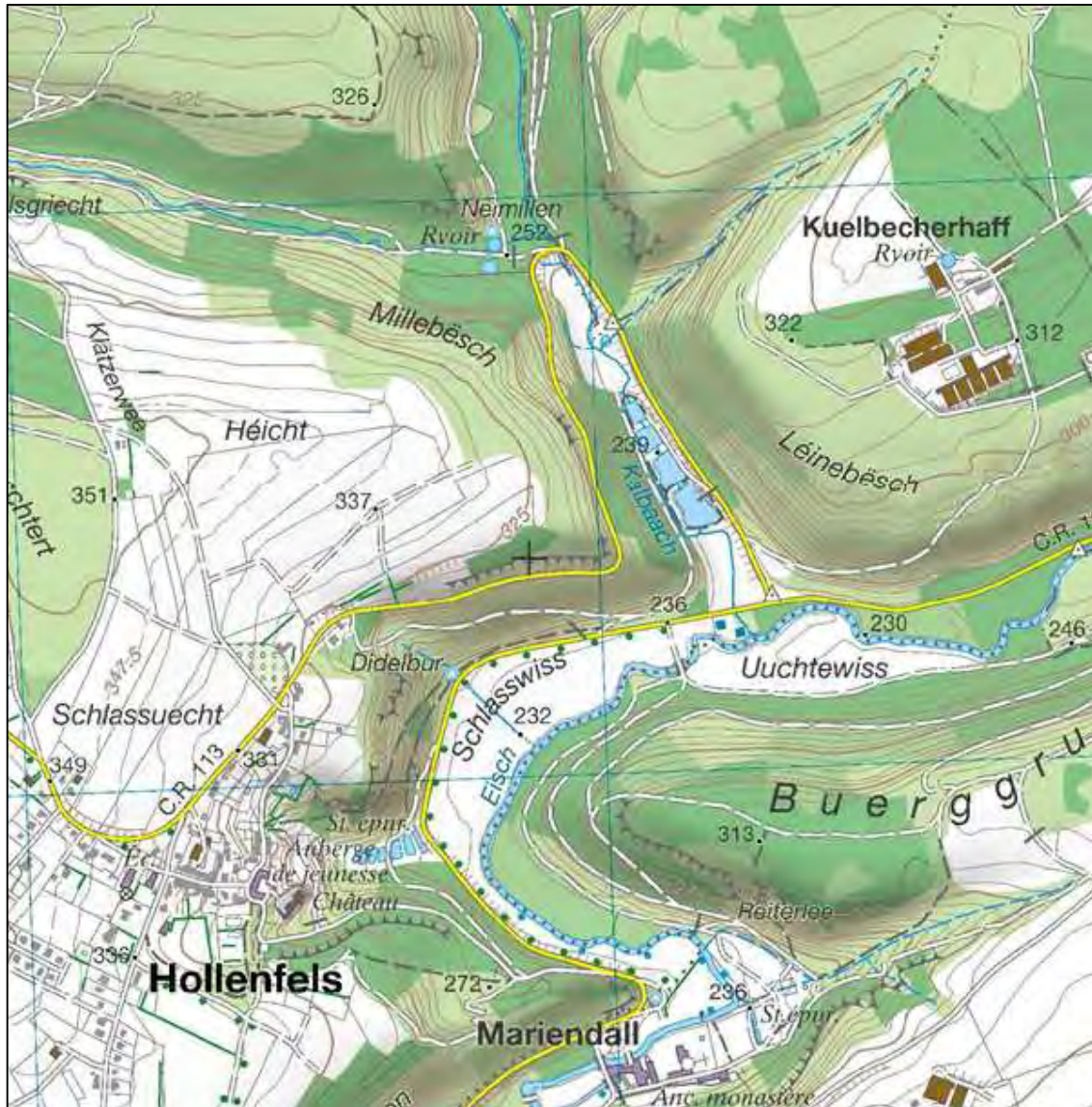


Tafel A

Topographische Karten

1. Aktuelle topographische Karte⁹⁰:

1 : 10000



2. Ferraris- Karte⁹¹ (18. Jahrhundert) :

1 :15000



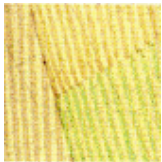
Beschreibung :



trockengelegte Feuchtwiesen



Wald



landwirtschaftliche Nutzfläche



Relief

⁹¹ <http://map.geoportail.lu/>

Tafel B

Wald-Kiefer (*Pinus sylvestris*)

Die Wald-Kiefer gehört zur Gattung der Kiefern und zur Familie der Kieferngewächse. Diese immergrünen Nadelbäume sind Lichtbaumarten, das bedeutet, dass sie ein bestimmtes Minimum an Licht benötigen um Wachsen und Gedeihen zu können. Wie die meisten Kiefern-Arten wachsen die Wald-Kiefern als Bäume und können eine Höhe von bis zu 50 Metern erreichen. Im Vergleich zu anderen Nadelbäumen besitzen sie besonders lange und spitze Nadeln, die oft paarweise in einer Nadelscheide zusammenstehen.

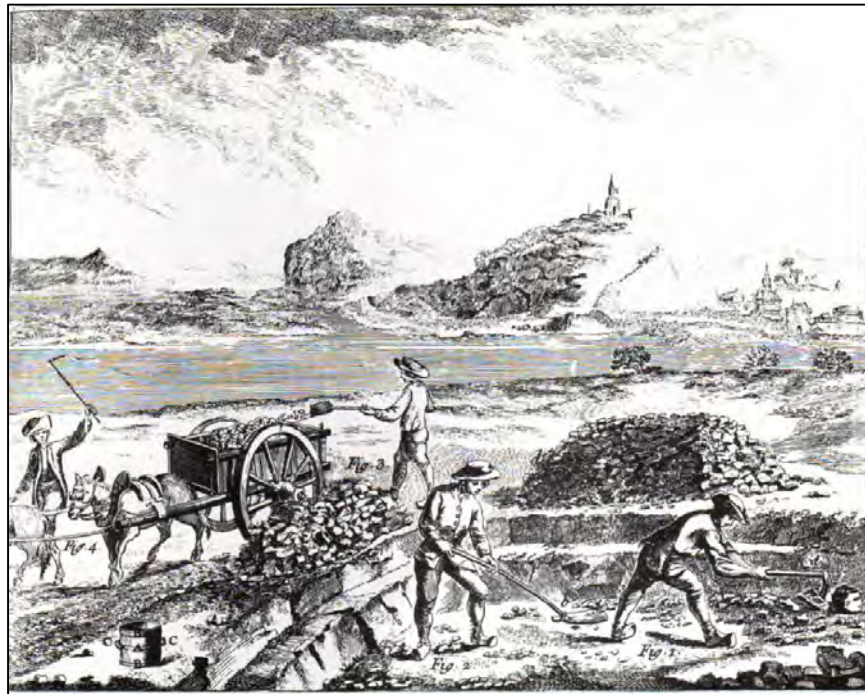
Auch wenn Kiefern vor allem auf der Nordhalbkugel einheimisch sind, werden sie mittlerweile weltweit angebaut. Da sie, oft ohne große Ansprüche an den Standort, gut wachsen, sind Kiefern wichtige Baumarten für die Forstwirtschaft. Sie werden häufig anstelle von einheimischen Pflanzen für die Wiederaufforstung nach Waldzerstörungen verwendet und großflächig in Monokulturen angepflanzt.

Rotbuche (*Fagus sylvatica*)

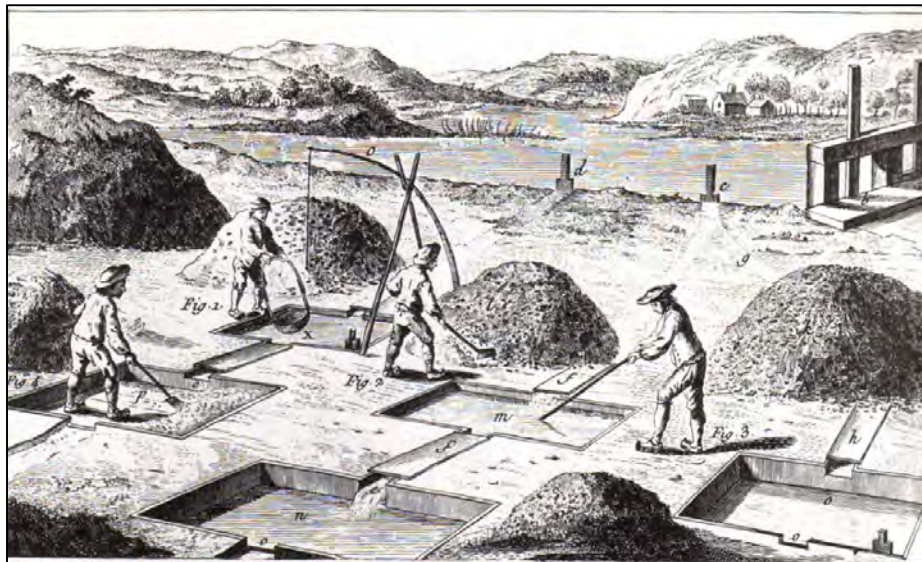
Die Rotbuche gehört zur Gattung der Buchen und zur Familie der Buchengewächse. Die Rotbuche kann eine Höhe von bis zu 30 Metern erreichen. Ihre eiförmigen leicht behaarten Blätter stehen dicht zusammen und lassen so wenig Licht hindurchgelangen.

Die Rotbuche wächst bevorzugt auf nährstoffreichen, schwach sauren bis leicht alkalischen Böden und ist als Jungpflanze relativ Schattentolerant. Sie zählt daher zu den Schattenbaumarten, die gut unter dem Schatten von größeren Bäumen heranwachsen. Das dichte Kronendach größerer Rotbuchen bewirkt oft eine Verdrängung anderer Baumarten. Buchenwälder wären daher unter natürlichen Bedingungen die normale Vegetation unserer Wälder.

- Gewinnung des Rasenerzes :



- Waschen des Rasenerzes:



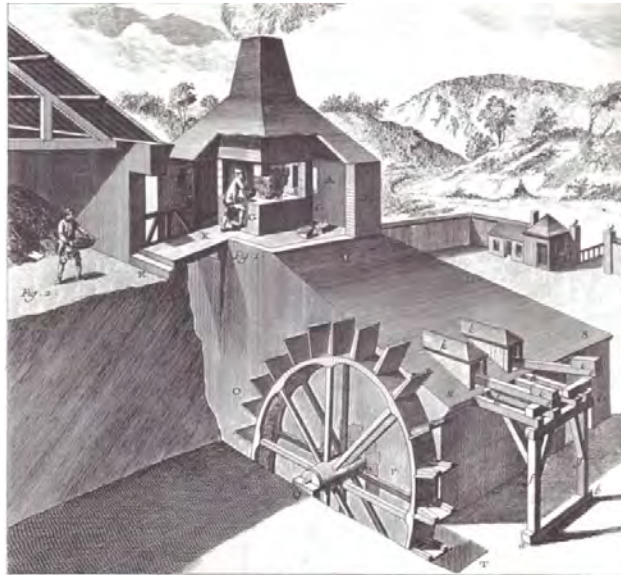
Das Rasenerz wird in Becken gewaschen, um es von Erde und anderen Unreinheiten zu befreien.

Quelle Bilder: DIDEROT, D., D'ALEMBERT, J.-B. *Recueil de Planches sur les sciences, les arts libéraux et les arts mécaniques: Forges ou l'art du fer*. Paris: Inter-Livres.

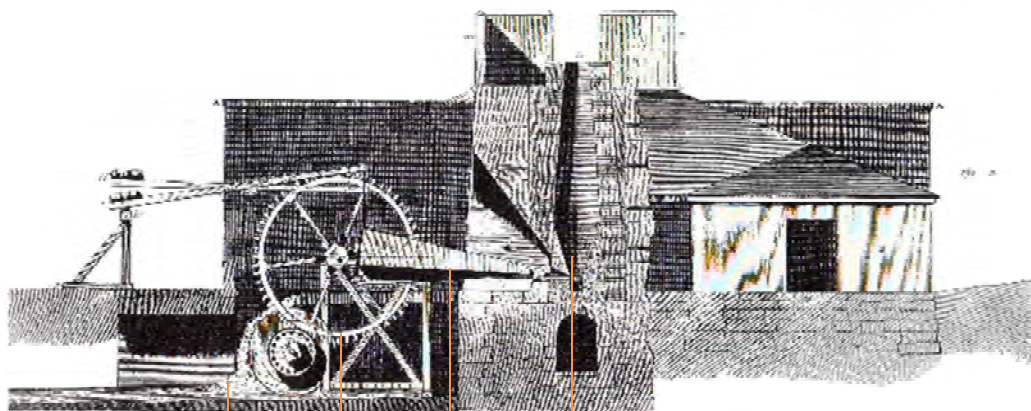
Tafel D

Der Hochofen

- Aufladen eines Hochofens :



- Schnitt durch einen Hochofen :



Wasser Wasserrad Blasebalg
(Gebläse) Schacht des
Hochofens

Der Blasebalg wird von einem Wasserrad betätigt. Er dient dazu Luft in den Hochofen zu blasen. Somit wird die Sauerstoffzufuhr für das Feuer im Hochofen gesichert.

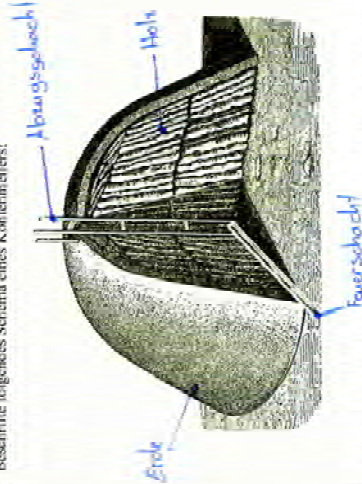
Quelle Bilder: DIDEROT, D., D'ALEMBERT, J.-B. *Recueil de Planches sur les sciences, les arts libéraux et les arts mécaniques: Forges ou l'art du fer*. Paris: Inter-Livres.

Die Eisenindustrie

Station 1 : Der Kohlenmeiler

Für die Eisenindustrie wurde Holzkohle in großen Mengen benötigt, die in Kohlenmeilern erzeugt wurde. Zum Errichten eines Kohlenmeilers wird das Holz aufeinander geschichtet und mit Erde luftdicht abgedeckt. Durch einen relativ weit unten gelegenen Kanal, den Feuerschacht, wird der Kohlenmeiler angezündet. Hier kann auch Sauerstoff zur Verbrennung in den Meiler eintreten. Ein Abzugsschacht in der Mitte erlaubt dem Dampf zu entweichen.

1. Beschrifte folgendes Schema eines Kohlenmeilers!



2. Einsteckt an der Stelle des ehemaligen Kohlenmeilers eine Bodenprobe (schwarz!) und hebe sie über das Blatt. Beschrifte was du feststellen kannst!

Bodenprobe:



Beschreibung:

Die Probe sieht schwarz aus, auf Papier

3. Bestimme den Durchmesser des Kohlenmeilers mit Hilfe eines Maßbandes!

= 3 - 4 m Durchmesser

4. Wenn der Kohlenmeiler angezündet war, musste immer jemand dabei sein, um ihn zu überwachen. Begründe die Notwendigkeit dieses Überwachens, in Bezug auf die Lage des Kohlenmeilers!

Wenn keine Überwacher, besteht das Feuer ausbrechen und den ganzen Wald abfackeln und verbrennen.

5. Überlege, weshalb vom Kohlenmeiler heute nur noch ein flacher Platz und nicht mehr ein aufgetürmter Haufen vorhanden ist!

Wenn es brennt fällt es auseinander und das Feuer schmelzt die Kette, haben sie nicht transportiert und besteht deshalb ist kein geladener Haufen mehr vorhanden.

6. Zeichne auf folgender Karte weitere Kohlenmeiler ein, die da auf dem Weg zwischen „Dödelbar“ und „Neimillen“ findest!



Es waren mehrere Kohlenmeiler vorhanden

Station 2: Die Köhler

Köhler nennt man Menschen, die an sitztem Kohlenmeller arbeiten.

1. Wohnort der Köhler

Vergleiche die Karte aus dem 18. Jh (Ferraris-Karte) mit der aktuellen Karte (Tafel A):

- Bestimme unseren Standpunkt auf der Ferraris-Karte, indem du vor allem auf den Verlauf der Wasserläufe achtest!

- Wenn du beide Karten an unseren Standort miteinander vergleichst fällt ein großer Unterschied zwischen früher und heute auf. Beschreibe!

Früher war es ein Dorf, heute nicht mehr. Nur noch Wald und Schlagen. Selbst verengte Flüsse wegen dem kalten Bach.

- Welche Hinweise deuten heute noch auf diese Begegnung hin?
Der Bach hat den gleichen Namen und es wurde der Kohlenhandel gebracht.

2. Das Leben der Köhler

Lies folgenden Text und beantworte anschließend die dazugehörigen Fragen:

Zur Zeiten der Eisenindustrie, die im 17. und 18. Jahrhundert in den Wäldern der Gegend um Hollenfeld und Auenburg florierten, war das Holz ein unverzichtbarer Rohstoff. Um das geschlagene, noch relativ feuchte, Holz für die Eisenindustrie nutzen zu können, musste es jedoch erst zu Holzkohle verarbeitet werden. Dies geschah in Kohlenmellern und wurde von Köhlern durchgeführt.

Köhler waren Gastarbeiter, die zum größten Teil aus Wäldern nach Auenburg kamen, um hier arbeiten zu können. Sie lebten eher zurückgezogen in kleinen Häusern die, abgesehen von den Dörfern, im Wald lagen. In der Region um Hollenfeld gab es mehrere solcher Ansiedlungen. Das kleine Dorf namens Kalbach war wahrscheinlich eine davon. Kalbach war kein Dorf im eigentlichen Sinne. Die 14 kleinen Häuser waren sehr einfach aufgebaut und kamen eher Hütten mit dazugehörigen Gärten gleich. Es gab hier weder eine Kapelle noch eine Schule.

Die Köhler waren Männer, die meist allein eine Frau und Kind hier lebten. Durch ihre Arbeit an den Kohlenmellern waren ihre Haut und ihre Köhler immer mit Ruß bedeckt, wodurch sie oft auch als „schwarze Männer“ bezeichnet wurden. Diese Männer, die eine fremde Sprache sprachen und immer eine Finte mit sich trugen, kamen nur sehr selten ins Dorf, um mit ihrem wenigen verdienten Geld einzukaufen. Hauptgeschäftlich aber wilderten

sie entgegen des Gesetzes im Wald. Von den Dorfbewohnern waren sie nicht angesehen und wurden sogar gefürchtet.

- Erläutere weshalb die Köhler von den Dorfbewohnern schlecht angesehen waren und zum Teil gefürchtet wurden.

Sie kamen aus der Gegend und haben im Wald, weit weg vom Dorf, gelebt. Sie hatten mit keine Familie und eine Einkommens. Ihre Kinder waren oft schwarz (verreckt) und sie waren gefährlich und verurteilt. Es waren Männer.

- Beschreibe wovon die Köhler lebten und wie sie sich ernährten haben!

Sie haben sich von Beeren, Tieren und Pflanzen ernährt. Sie hatten noch einen Garten mit Gemüse.

Mais und Getreide eher selten sind sie ins Dorf gegangen und haben sich Lebensmittel gekauft von dem Geld das sie verdient haben.

- Man nimmt an, dass das Dorf Kalbach (Kolbach) gegen Ende des 18. Jahrhunderts verschwand. Überlege Gründe für dieses Verschwinden.

Die Eisenindustrie hat sich ausgedehnt. Dann entstanden die Dörfer im Süden und da wurde viel mehr Holz geerntet. Das Dorf hat sich nicht mehr so viel mit im Wald zum Leben. Köhler verließen das Dorf.



Köhler bei der Arbeit (1920)

http://www.fraunhofer-erf.de/bot_mallid.1259.html

Station 3: Folgen der Eisenindustrie für den Wald

Für die Herstellung von Holzkohle wurde Holz in großen Mengen benötigt. Diese ausgedehnte Nutzung hatte verheerende Folgen für den Wald dieser Gegend.

1. Beschreibe wie diese Gegend zum Ende der Zeiten der Eisenindustrie ausgesehen haben muss!
Demals gab es nicht mehr viel Wald, die Bäume sind zerstört.

2. Die Wiederbewaldung

- Bestimme die Lage des Hanges oberhalb der Straße mit Hilfe eines Kompasses.
Süd - Hang
- Bestimme die am häufigsten vorkommenden Pflanzenarten in Baum- und Strauchschicht dieses Hanges mit Hilfe eines Bestimmungsbuches!
große Eiche und dazwischen Buche, Buchsbaum, Strauchschicht
- Begründe die heutige Vegetation mit Hilfe von Tafel B!
Es ist ein sehr trockener Boden und sehr viel Licht. Darum wachsen die Kiefern dort sehr gut. Die jungen Buchen wachsen gut im Schatten der Kiefern und deshalb ist es ein Wald aus den zwei Bäumen.
- Beschreibe die Vegetation dieses Hanges in früheren Jahren und begründe deine Aussagen!
In früheren Jahren sind hier nur noch Buchen und dann Buchen und dazwischen andere Pflanzen und Flechten.

Station 4: Die Eisenverhüttung

1. Überblick

Siehe dir den Überblick über die Eisenverhüttung, sowie Tafel A und C genau an und erkläre weshalb diese Gegend so günstig für die Entwicklung einer Eisenindustrie ist!
Holz bringt man von Wald, Kohle bringt man von Berg, Eisen bringt man von Berg. Die Gegend ist sehr günstig für die Eisenindustrie.

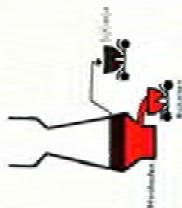
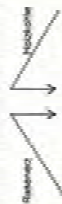
2. Das Eisenerz

Löse folgende Aufgaben mit Hilfe von Tafel C:

- a. Beschreibe die Verteilung des Eisenerzes in Luxemburg!
Im SW-Luxemburg gibt es viel Eisenerz, weil in der Mitte der Gegend auch ein Berg ist.
- b. Beschreibe die Gewinnung des Eisenerzes!
Die haben ihn ausgegraben und mit Eisenstein. Sie mussten ihn kochen, es lag unter der Erde.
- c. Beschreibe und begründe die Behandlung des frisch gewonnenen Eisenerzes!
Sie haben es in einen Becken gegeben, weil es sich nicht kochen lässt.
- d. Nenne jetzt einen weiteren Grund dafür, dass diese Gegend sich gut für eine Eisenindustrie eignet!
Es gab ein Fluss und man konnte das Eis selbst von dem Fluss abholen, das war sehr gut.

3. Vom Bauseitz zum Rohreisen

a. Beschreibe die Herstellung von Rohreisen anhand des Schemas!



Man nutzt Bauseitz und Holzreste in den Hochöfen
gefördert und geht in den Wald, um Holz zu holen
und weiter das Holz zu verarbeiten

b. Hier an der Station findet du Ruinen einer alten Mühle. Sie wurde früher von den
höflichen Dorfbauern genutzt, um Getreide zu mahlen. Hier befindet sich auch ein
Ofen zum Herstellen von Rohreisen. Beschreibe anhand von Tafel D die
Gemeinsamkeit zwischen einem alten Hochofen und einer Mühle.

Beide werden
mit Wasser angetrieben

c. Erkläre den Nutzen dieser Gemeinsamkeit bei einem Hochofen!

Das Wasser treibt den Wasserkreislauf an und der Wasserkreislauf
in den Ofen, um das Holz zu trocknen und es zu Rohreisen zu verarbeiten

d. Damit man das Wasser, das hier benötigt wurde, kontrolliert ablaufen lassen
konnte, gab es früher hier zwei große Weiler, in denen das Wasser gestaut wurde.
Sich dich in der Umgebung um und erkläre an welcher Stelle diese Weiler sich
befanden. Begründe deine Aussage!

Die Weiler der Mühle sind an zwei Stellen, die große
Bäche in Richtung der Mühle haben. Es sind zwei große
Quellen, die Wasser in den Weiler fließen lassen und es zu Rohreisen zu verarbeiten

Der Schlossgarten von Ansemburg

Der Besitzer der Eisenhütten dieser Gegend, Thomas Bidart, errichtete im Jahre 1639 das Schloss von Ansemburg. Über viele Jahre wurde dieses Schloss von der Familie von Thomas Bidart und dessen Nachkommen als Familiensitz genutzt.

Siehe dir die Karte des Schlossgartens an und begib dich zu Station 1:

Station 1

- Bestimme deine Position auf beiden Karten im Anhang A (aktuelle Karte und Ferraris Karte) und kennzeichne sie jeweils mit einem Kreuz.
- Die Ferraris-Karte und Anhang B geben Aufschluss darüber, was sich früher hier befand, nämlich eine $\frac{\quad}{2}$.
- Beschreibe was heute hier noch davon übrig ist.

- Beschreibe die Arbeit die hier verrichtet wurde mit Hilfe von Anhang B!

Suche im Garten die auf dem Foto abgebildete Figur. Hier befindet sich das „Parterre“ des Schlosses und somit Station 2. Trage die Nummer der Station auf der Karte des Gartens ein.



Station 2

- Bei der Statue handelt es sich um Triton, der griechische Gott des Meeres. Beschreibe diese Figur!
- Welches Tier wird auf Französisch „triton“ genannt? Nenne eine Gemeinsamkeit zwischen diesem Tier und der Statue!
- Beschreibe die Form des Beckens, das ihn umgibt.

-
- Um den zentralen Brunnen herum wurden die vier Teile des Parterres mit Pflanzen aus aller Welt bepflanzt. Hierauf weisen auch die 4 großen Statuen unter den Bögen der Loggia hin, die für vier Kontinente stehen (Europa, Afrika, Amerika, Asien).

- Beschreibe die Gemeinsamkeiten dieser 4 Figuren in Bezug auf ihre Körperhaltung!

- Was sagt diese Körperhaltung über die Figuren aus?

- Überlege einen Grund dafür, dass man hier nur vier Kontinente berücksichtigt hat. (Bedenke, dass diese Statuen im 17. Jahrhundert hier aufgestellt wurden).

- Siehe dir die Statuen genau an und nenne die einzelnen Kontinente von links nach rechts:

— — — — — $\frac{\quad}{9}$ —

— — — $\frac{1}{\quad}$ —

$\frac{\quad}{4}$ — — — — —

— — — — —

Station 3

- Begib dich mit Hilfe der Karte des Schlossgartens zu Station 3.
- Welche Aufgabe erfüllte der obere Teil des Gartens, sowohl damals als auch heute ?

- Siehe dir die Heckenquartiere (Bosketten) (Station 4) von oben an. Beschreibe die Unterschiede und die Gemeinsamkeiten dieser beiden Heckenquartiere.

Station 4

- Begib dich zum zentralen Punkt einer der beiden Heckenquartiere und siehe in Richtung Parterre. Welche Figur befindet sich im Zentrum deines Blickfeldes?

— — — — —
8

- Früher standen in der Mitte dieser Heckenwege Volieren mit lebendigen Vögeln. Gehe durch die Heckenwege, bis du zu einer Bank gelangst und setze dich. Stelle dir vor, wie man hier am Nachmittag im Schatten sitzen und dem Zwitschern der Vögel lauschen konnte.
 - Aus welcher Pflanzenart bestehen diese Heckenwege? Benutze hierfür das Bestimmungsbuch!
-

Suche die auf folgendem Foto dargestellte Vase. Hier befindet sich Station 5. Trage die Nummer der Station auf der Karte ein.



Station 5

Hier befindet sich die sogenannte Orangerie-Allee, eine Allee mit Statuen von Göttern und Göttinnen. Zwischen diesen Statuen wurden früher Töpfe mit Zitruspflanzen aufgestellt, was der Allee ihren Namen brachte.

- Der Eingang der Allee wird von 2 Sphinxen flankiert. Beschreibe diese Wesen aus der ägyptischen Mythologie.

- Am Sockel jeder Sphinx befindet sich jeweils das Wappen der Gräfin und des Grafen. Das Wappen der Gräfin bewacht 3 weibliche und 2 männliche Statuen, das des Grafen hingegen führt zu 2 weiblichen und 3 männlichen Figuren.

Bestimme welches Wappen zum Grafen gehört und welches zur Gräfin.

Zur Seite des Schlosses: _____

Zur Seite des unteren Teils des Gartens: _____

- Suche folgende Statuen in der Orangerie-Allee und beschreibe sie:
 - Bacchus (der Gott des Weines)

 - Herkules (3 Kugeln in seiner Hand stehen für goldene Äpfel)

 - Pomona (Mutter Erde, Obst und Gemüse liegt zu ihren Füßen)

- Beschreibe die vergoldete Figur am Ende der Orangerie-Allee. Sie steht unter anderem für die Herrschaft der Habsburger zu Land und zu Wasser. Welche Merkmale deuten auf diese Begebenheit hin?

Station 6

- In der östlichen Ecke des Gartens steht ein sehr alter Baum (~1750). Finde ihn mit Hilfe eines Kompasses. Trage die Nummer der Station auf der Karte ein.
 - Bestimme diesen Baum mit Hilfe des Bestimmungsbuches!

5
 - Miss den Umfang des Baumes in 1 Meter Höhe mit Hilfe des Maßbandes!

3 Meter

- Begib dich in den langen Heckengang im unteren Teil des Gartens.
 - Um welche Pflanzenart handelt es sich bei dieser Hecke?

7

-
- Eine solche Allee bot im Sommer ausreichend Schatten, um am Nachmittag spazieren zu gehen, ließ aber gleichzeitig ausreichend Licht für das Gedeihen der Pflanzen durchdringen. Hierfür betrug die Höhe der Hecke $\frac{2}{3}$ der Breite. Bestimme die ursprüngliche Höhe dieser Hecke! _____
 - Wodurch lässt sich die ursprüngliche Höhe der Hecke (Stelle an der sie immer wieder geschnitten wurde) heute noch erkennen?
-
-

Suche den auf dem Foto dargestellten Brunnen. Hier befindet sich Station 7. Trage die Nummer der Station auf der Karte ein.



Station 7

Im Garten findet man zahlreiche Brunnen und Fontänen, ähnlich der an dieser Station.

- Zähle alle Becken, Brunnen und Fontänen die dir auffallen!
-
- Während das Wasser für die Dorfleute von Hollenfels eher knapp war, gab es hier Wasser im Überfluss. Dieses Wasser wird auf der gegenüberliegenden Seite des Flusses (Eisch) aus reichhaltigen Quellen gesammelt und durch ein System mit Hebern sowie Holz- und Bleileitungen hierhin geleitet. Du sollst jetzt herausfinden wie dieses System funktioniert.
 - Nimm 2 Becher von denen du einen mit Wasser füllst.
 - Verbinde die beiden Becher mit dem Schlauch und den Schlauch zur Seite des leeren Bechers mit dem Mund leicht an (nicht trinken!)
 - Versuche die beiden Becher so zueinander zu stellen, dass das Wasser von dem vollen Becher in den leeren läuft. Übertrage deine Ergebnisse in ein beschriftetes Schema!

-
- Erkläre anhand deiner Resultate wie das System hier im Garten funktioniert.

Zusatzaufgaben:

- Ein heraldisches Tier ist ein Tier, das auf einem Wappen abgebildet ist.

- Suche folgende Figur. Das hier dargestellte Tier befindet sich auf dem Wappen der Herrschaft von Ansemburg. Um welches Tier handelt es sich?



— — — —
6

- Suche im Garten weitere Statuen dieses Tieres. Wieviele findest du?

- Suche im Garten folgende Vase.



- Welches exotische Obst ist oben auf dieser Vase abgebildet?

- An welcher Station hast du schon Anhaltspunkte darüber erhalten, dass hier im Garten Obst angepflanzt wurde, das nicht einheimisch ist? Um welches Obst handelte es sich dabei?

Trage die gekennzeichneten Buchstaben in folgende Kästen ein. So ergibt sich das Lösungswort:

--	--	--	--	--	--	--	--	--

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Der Schlossgarten von Ansemburg

Der Besitzer der Eisenhütten dieser Gegend, Thomas Bidart, errichtete im Jahre 1639 das Schloss von Ansemburg. Über viele Jahre wurde dieses Schloss von der Familie von Thomas Bidart und dessen Nachkommen als Familiensitz genutzt.

Siehe dir die Karte des Schlossgartens an und begib dich zu Station 1:

Station 1

- Bestimme deine Position auf beiden Karten im Anhang A (aktuelle Karte und Ferraris Karte) und kennzeichne sie jeweils mit einem Kreuz.
- Die Ferraris-Karte und Anhang B geben Aufschluss darüber, was sich früher hier befand, nämlich eine **SCHMIEDE**.

2

- Beschreibe was heute hier noch davon übrig ist.

Heute steht hier noch ein altes Gebäude mit der Aufschrift „La Forge“.

- Beschreibe die Arbeit die hier verrichtet wurde mit Hilfe von Anhang B!

Das im Hochofen entstandene Roheisen wird zu Stangeneisen verarbeitet. Hierzu wird es abwechselnd immer wieder im Feuer erhitzt und anschließend mit Hilfe von Hammer und Amboss zu immer feineren Stangen geschlagen. Man beginnt als erstes den mittleren Teil der Stange zu verarbeiten, anschließend werden die noch etwas dickeren Enden zurecht geschlagen.

Suche im Garten die auf dem Foto abgebildete Figur. Hier befindet sich das „Parterre“ des Schlosses und somit Station 2. Trage die Nummer der Station auf der Karte des Gartens ein.



Station 2

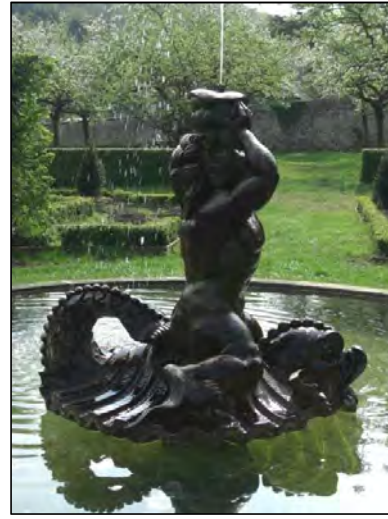
- Bei der Statue handelt es sich um Triton, der griechische Gott des Meeres. Beschreibe diese Figur!

Der muskulöse Triton sitzt, in sein Horn blasend, auf einer Muschel aus Stein, die auf dem Körper eines Fisches liegt. Die Füße der Figur sind zu Flossen umgebildet. Es ist nicht klar erkennbar, ob der Schwanz zum Fisch oder zu Triton gehört. Allerdings werden Figuren mit menschlichem Oberkörper und einem Fischeschwanz als Tritonen

bezeichnet, da Triton in der griechischen Mythologie einen solchen Schwanz besitzt. Es handelt sich bei dieser Figur um eine Kopie des berühmten Tritonbrunnens auf der Piazza Barberini in Rom.



Tritonbrunnen von der Piazza Barberini Rom⁹³



Tritonbrunnen im Schlosspark von Anseburg

- Welches Tier wird auf Französisch „triton“ genannt? Nenne eine Gemeinsamkeit zwischen diesem Tier und der Statue!

Das Wort „triton“ bedeutet auf Französisch „Molch“. Eine Gemeinsamkeit zwischen dieser Figur und einem Molch, ist der Schwanz. Da hier im Garten in den einzelnen Becken zahlreiche Molche leben, ist es interessant die Schüler hierauf aufmerksam zu machen.

- Beschreibe die Form des Beckens, das ihn umgibt.
Das Becken hat die Form eines vierblättrigen Kleeblattes.
- Um den zentralen Brunnen herum wurden die vier Teile des Parterres mit Pflanzen aus aller Welt bepflanzt. Hierauf weisen auch die 4 großen Statuen unter den Bögen der Loggia hin, die für vier Kontinente stehen (Europa, Afrika, Amerika, Asien).
- Beschreibe die Gemeinsamkeiten dieser 4 Figuren in Bezug auf ihre Körperhaltung!

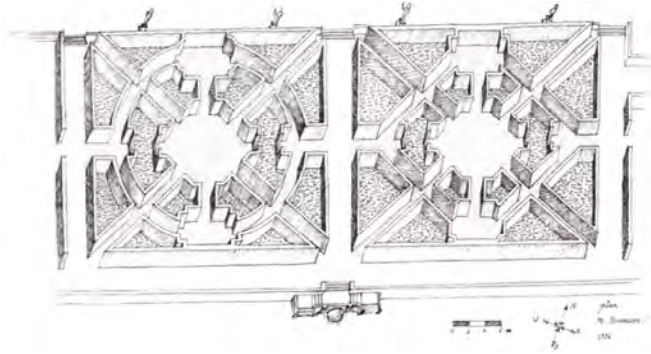
Alle vier Figuren sitzen mit gebeugtem Körper und leicht gespreizten Beinen auf einem Sockel. Sie haben alle die Arme auf dem Rücken gefesselt.

⁹³ <http://www.bloghof.net/romehome/archive/2006/02/09/abwdgst8doux.htm>

- Was sagt diese Körperhaltung über die Figuren aus?
Da sie die Hände auf dem Rücken zusammengebunden haben, erinnern sie an Gefangene.
- Überlege einen Grund dafür, dass man hier nur vier Kontinente berücksichtigt hat. (Bedenke, dass diese Statuen im 17. Jahrhundert hier aufgestellt wurden).
Damals hat man nur vier Kontinente gekannt, nämlich Amerika, Asien, Afrika und Europa.
- Siehe dir die Statuen genau an und nenne die einzelnen Kontinente von links nach rechts:
AMERIKA
9
ASIEN
1
EUROPA
4
AFIRKA

Station 3

- Begib dich mit Hilfe der Karte des Schlossgartens zu Station 3.
- Welche Aufgabe erfüllte der obere Teil des Gartens, sowohl damals als auch heute?
In diesem Teil des Gartens befindet sich ein Nutzgarten, in dem sowohl Obst und Gemüse als auch Schnittblumen angepflanzt werden.
- Siehe dir die Heckenquartiere (Bosketten) (Station 4) von oben an. Beschreibe die Unterschiede und die Gemeinsamkeiten dieser beiden Heckenquartiere.
Die Heckenquartiere sind beide viereckig und man erkennt in der Mitte jeweils ein Andreaskreuz. Der Unterschied zwischen den beiden Heckenquartieren besteht darin, dass in dem einen die Form eines Kreises und in dem anderen die Form einer Raute zu erkennen sind.



Vogelschau auf die Bosketts
(gezeichnet von Marc Schoellen,
1996)⁹⁴

Station 4

- Begib dich zum zentralen Punkt einer der beiden Heckenquartiere und siehe in Richtung Parterre. Welche Figur befindet sich im Zentrum deines Blickfeldes?

TRITON

8

- Früher standen in der Mitte dieser Heckenwege Volieren mit lebendigen Vögeln. Gehe durch die Heckenwege, bis du zu einer Bank gelangst und setze dich. Stelle dir vor, wie man hier am Nachmittag im Schatten sitzen und dem Zwitschern der Vögel lauschen konnte.
- Aus welcher Pflanzenart bestehen diese Heckenwege? Benutze hierfür das Bestimmungsbuch!

Hainbuche (*Carpinus betulus* L.)

Suche die auf folgendem Foto dargestellte Vase. Hier befindet sich Station 5. Trage die Nummer der Station auf der Karte ein.



Station 5

Hier befindet sich die sogenannte Orangerie-Allee, eine Allee mit Statuen von Göttern und Göttinnen. Zwischen diesen Statuen wurden früher Töpfe mit Zitruspflanzen aufgestellt, was der Allee ihren Namen brachte.

- Der Eingang der Allee wird von 2 Sphinxen flankiert. Beschreibe diese Wesen aus der ägyptischen Mythologie.

Sphinxen sind Wesen mit einem Löwenkörper und einem menschlichem Kopf.

⁹⁴ THEISEN R. (Hrsg.) (2001), *Luxembourg Sculptures*. Steinsel: Editions Ilôts.

- Am Sockel jeder Sphinx befindet sich jeweils das Wappen der Gräfin und des Grafen. Das Wappen der Gräfin bewacht 3 weibliche und 2 männliche Statuen, das des Grafen hingegen führt zu 2 weiblichen und 3 männlichen Figuren.

Bestimme welches Wappen zum Grafen gehört und welches zur Gräfin.

Zur Seite des Schlosses: **Graf**

Zur Seite des unteren Teils des Gartens: **Gräfin**

- Suche folgende Statuen in der Orangerie-Allee und beschreibe sie:
 - Bacchus (der Gott des Weines)
Bacchus, der Gott des Weines, ist hier mit einem Leopardenfell bedeckt dargestellt. Er hält einen Weinkelch in der Hand und lehnt an einem mit Trauben behangenen Stamm.
 - Herkules (3 Kugeln in seiner Hand stehen für goldene Äpfel)
Herkules, hier mit Löwenfell und Keule, hält in seiner Hand auf dem Rücken drei Kugeln. Diese Kugeln stellen drei goldene Äpfel dar, die er aus dem Garten der Hesperiden geklaut hatte. Hier zeigen die Äpfel in Richtung Orangerie, die früher nicht weit von dieser Statue stand. In der Tat wurden goldene Äpfel während der Renaissance mit Apfelsinen gleich gesetzt.
 - Pomona (Mutter Erde, Obst und Gemüse liegt zu ihren Füßen)
Diese Statue zeigt eine Frau, die ihre Hände an ihre Brust presst, zu ihren Füßen liegt Obst und Gemüse. Es handelt sich hier um eine Allegorie von Mutter Erde, auch Pomona genannt.
- Beschreibe die vergoldete Figur am Ende der Orangerie-Allee. Sie steht unter anderem für die Herrschaft der Habsburger zu Land und zu Wasser. Welche Merkmale deuten auf diese Begebenheit hin?
Es handelt sich hier um einen doppelköpfigen Adler, der auf einem Felsen sitzt und in seinen Fängen eine Muschel hält. Der Adler steht für die Herrschaft der Habsburger zu Land und die Muschel für die Herrschaft zu Wasser.

Station 6

- In der östlichen Ecke des Gartens steht ein sehr alter Baum (~1750). Finde ihn mit Hilfe eines Kompasses. Trage die Nummer der Station auf der Karte ein.

- Bestimme diesen Baum mit Hilfe des Bestimmungsbuches!

PLATANE

5

- Miss den Umfang des Baumes in 1 Meter Höhe mit Hilfe des Maßbandes!

SIEBEN Meter

3

- Begib dich in den langen Heckengang im unteren Teil des Gartens.

- Um welche Pflanzenart handelt es sich bei dieser Hecke?

HAINBUCH

7

- Eine solche Allee bot im Sommer ausreichend Schatten, um am Nachmittag spazieren zu gehen, ließ aber gleichzeitig ausreichend Licht für das Gedeihen der Pflanzen durchdringen. Hierfür betrug die Höhe der Hecke $\frac{2}{3}$ der Breite. Bestimme die ursprüngliche Höhe dieser Hecke! 3,2 Meter

- Wodurch lässt sich die ursprüngliche Höhe der Hecke (Stelle an der sie immer wieder geschnitten wurde) heute noch erkennen?

Man erkennt die ursprünglichen Schnittstellen heute noch an den Verdickungen des Stammes und der Äste. Außerdem sind die Äste hier stärker verzweigt.

Suche den auf dem Foto dargestellten Brunnen. Hier befindet sich Station 7. Trage die Nummer der Station auf der Karte ein.



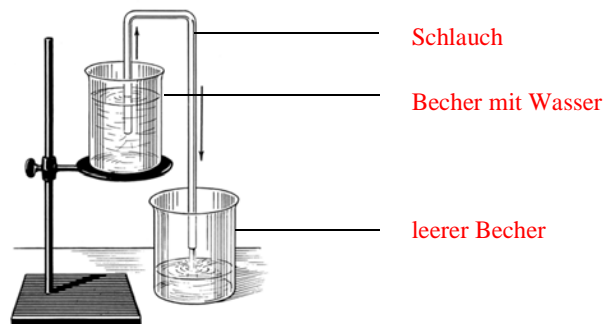
Station 7

Im Garten findet man zahlreiche Brunnen und Fontänen, ähnlich der an dieser Station.

- Zähle alle Becken, Brunnen und Fontänen die dir auffallen!

Hier fallen den Schülern nur diejenigen auf, die heute noch funktionieren, respektive Wasser enthalten. Das Löwenpaar unten im Garten am Ausgang aus der Hainbuchenallee werden sie kaum als Fontäne erkennen. Insgesamt sind es jedoch 9 Becken, Brunnen und Fontänen.

- Während das Wasser für die Dorfleute von Hollenfels eher knapp war, gab es hier Wasser im Überfluss. Dieses Wasser wird auf der gegenüberliegenden Seite des Flusses (Eisch) aus reichhaltigen Quellen gesammelt und durch ein System mit Hebern sowie Holz- und Bleileitungen hierhin geleitet. Du sollst jetzt herausfinden wie dieses System funktioniert.
- Nimm 2 Becher von denen du einen mit Wasser füllst.
- Verbinde die beiden Becher mit dem Schlauch und den Schlauch zur Seite des leeren Bechers mit dem Mund leicht an (nicht trinken!)
- Versuche die beiden Becher so zueinander zu stellen, dass das Wasser von dem vollen Becher in den leeren läuft. Übertrage deine Ergebnisse in ein beschriftetes Schema!



(Quelle Bild: <http://de.wikipedia.org>)

- Erkläre anhand deiner Resultate wie das System hier im Garten funktioniert.
Das gesammelte Wasser der Quellen auf der gegenüberliegenden Seite der Eisch muss sich in einer höheren Lage befinden als die Becken und Brunnen hier im Garten. Das Wasser wird somit über Blei- und Holzleitungen zu den Brunnen hier im Garten geleitet.

Zusatzaufgaben:

- Ein heraldisches Tier ist ein Tier, das auf einem Wappen abgebildet ist.

- Suche folgende Figur. Das hier dargestellte Tier befindet sich auf dem Wappen der Herrschaft von Anseburg. Um welches Tier handelt es sich?



LÖWE

6

- Suche im Garten weitere Statuen dieses Tieres. Wieviele findest du?

Man findet 2 Löwen am Eingang vom Ehrenhof in den Garten, 2 Löwen an der Treppe entlang der Hainbuchenallee und 2 Löwen im Ehrenhof oberhalb der Fontäne. Man findet also 6 Löwenstatuen. (Berücksichtigt man auch die Sphinxen, zählt man 8 Statuen.)

- Suche im Garten folgende Vase.



- Welches exotische Obst ist oben auf dieser Vase abgebildet?

Hier auf der Vase ist eine Ananas abgebildet.

- An welcher Station hast du schon Anhaltspunkte darüber erhalten, dass hier im Garten Obst angepflanzt wurde, das nicht einheimisch ist? Um welches Obst handelte es sich dabei?

Die Orangerie-Allee ist nach den Zitruspflanzen benannt, die man früher zwischen den Statuen aufstellte.

Trage die gekennzeichneten Buchstaben in folgende Kästen ein. So ergibt sich das Lösungswort:

E	I	S	E	N	W	E	R	K
---	---	---	---	---	---	---	---	---

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Anhang A

- Aktuelle topografische Karte⁹⁵ (1:5000)



- Ferraris Karte⁹⁶ von 1778 (1:5000)



*Forges d'Ansembourg (Schmiede)

⁹⁵ <http://map.geoportail.lu/>

⁹⁶ <http://map.geoportail.lu/>

Tafel B: Die Schmiede (la forge)⁹⁷

- Die Arbeit in der Schmiede:

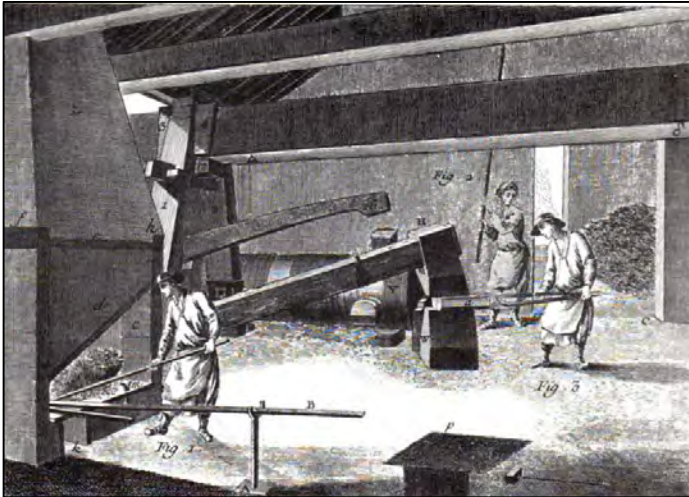
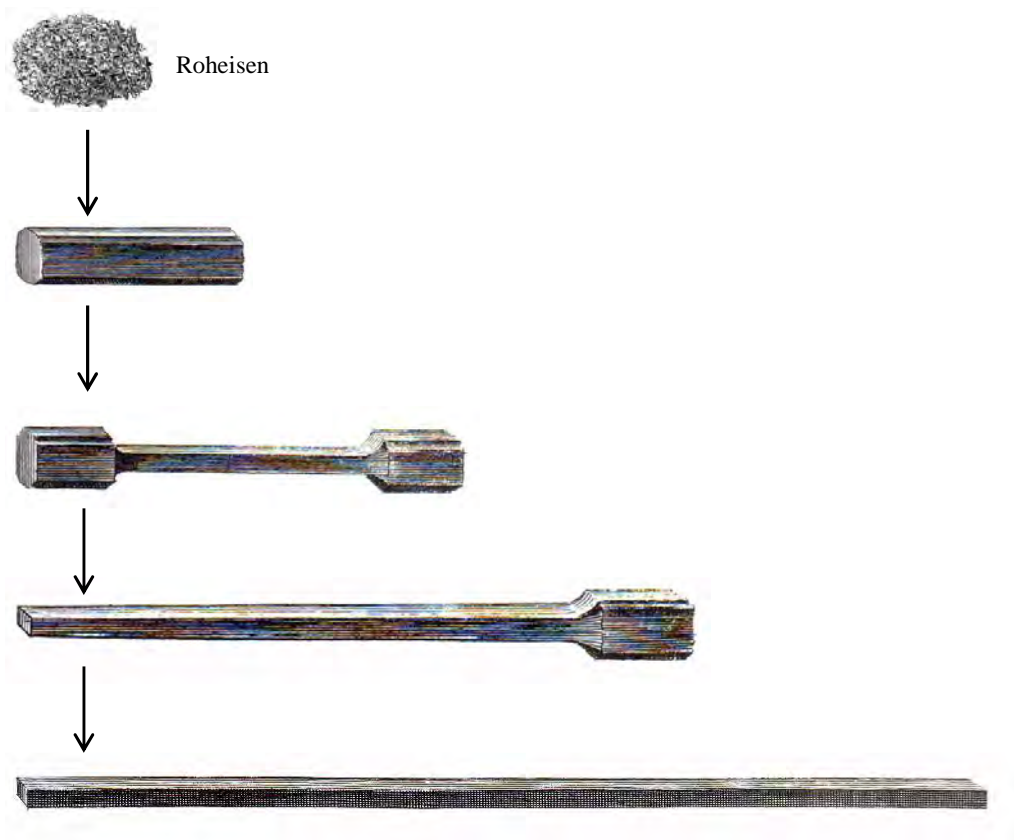


Fig 1. Erhitzen des Roheisens im Feuer.

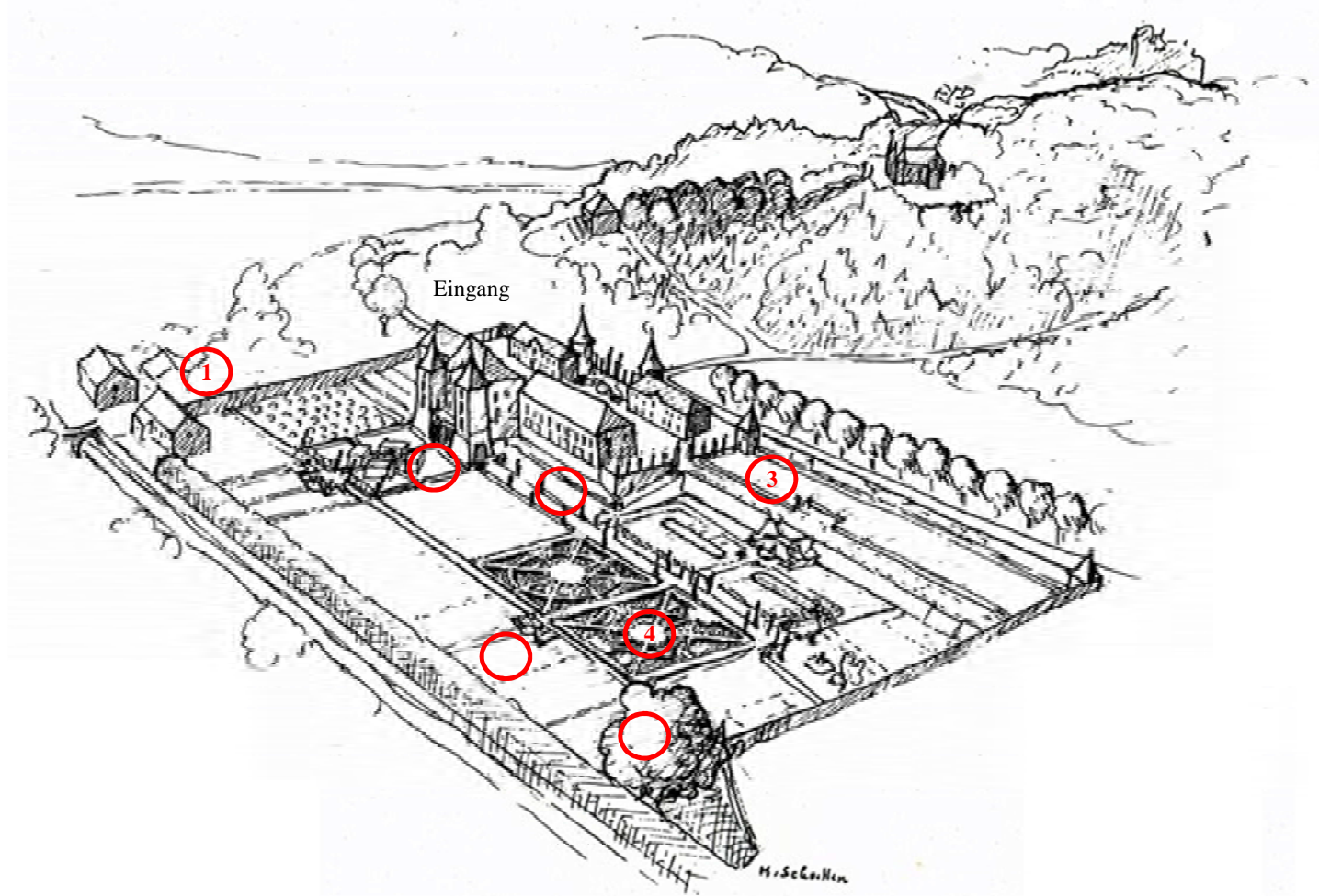
Fig 3. Verarbeitung des Roheisens mit dem Hammer.

- Vom Roheisen zum Stangeneisen



⁹⁷ DIDEROT, D., D'ALEMBERT, J.-B. *Recueil de Planches sur les sciences, les arts libéraux et les arts mécaniques: Forges ou l'art du fer*. Paris: Inter-Livres.

Karte des Schlossgartens von Ansemburg



Gezeichnet von Marc Schoellen

Der Schlossgarten von Ansenburg

Der Besitzer der Eisenhütten dieser Gegend, Thomas Bidart, errichtete im Jahre 1636 das Schloss von Aisenburg. Über viele Jahre wurde dieses Schloss von der Familie von Thomas Bidart und dessen Nachkommen als Familiensitz genutzt.

Siehe dir die Karte des Schlossgartens an und begib dich zu Station 1:

Station 1

- Bestimme deine Position auf beiden Karten im Anhang A (aktuelle Karte und Ferraris Karte) und kennzeichne sie jeweils mit einem Kreuz.
- Die Ferraris-Karte und Anhang B geben Aufschluss darüber, was sich früher hier befand, nämlich eine SCHIFFAUFLAGE.
- Bestimme was heute hier noch davon übrig ist.

Es ist noch ein altes Gebäude übrig.

- Beschreibe die Arbeit die hier verrichtet wurde mit Hilfe von Anhang B:
- Selbstens feilsen wurde zu Stangenisen verarbeitet. Sie haben es im Feuer erhitzt und später mithilfe eines Hammers bearbeitet.



Suche im Garten die auf dem Foto abgebildete Figur. Hier befindet sich das „Parterre“ des Schlosses und somit Station 2. Trage die Nummer der Station auf der Karte des Gartens ein.

Station 2

- Bei der Statue handelt es sich um Triton, der griechische Gott des Meeres. Beschreibe diese Figur!
- Er sitzt auf einer Muschel unter der ein Fisch liegt. Seine Fäße sehen aus wie Flossen. Er bläst in ein Horn. Er hat eine Krone auf dem Kopf. Welches Tier und auf welchem Element? Geben Name und Gemeinsamkeit zwischen diesem Tier und der Statue!
- Der Schwanz des Fisches sieht aus wie der eines Meeres.
- Beschreibe die Form des Beckens, das ihn umgibt.
- Sie sieht aus wie ein verkrüppeltes Muschelt.

Station 3

- Regelmäßig mit Hilfe der Karte der Schlagansprüche zu Station 3.
- Welche Aufgabe erfüllte der obere Teil des Gartens, sowohl damals als auch heute?
Traben (Essen), Obst + Gemüse, Nutzgarten
- Siehe die Heckenquartiere (Booketten) (Station 4) von oben an. Beschreibe die Unterschiede und die Gemeinschaften dieser beiden Heckenquartiere.
(Die Stangen vor den Hecken sind verschieden)
Flöße + Gitter
Unterschiede in der Höhe

Rechts die linke Seite
Kreuz die andere Seite

Station 4

- Begib dich zum zentralen Punkt einer der beiden Heckenquartiere und siehe in Richtung Petersen. Welche Figur befindet sich im Zentrum dieses Blickfeldes?

LEGION

- Früher standen in der Mitte dieser Heckenwege Völlereien mit lebendigen Vögeln. Gehe durch die Heckenwege, bis du zu einer Bank gelangst und setze dich. Stelle dir vor, wie man hier am Nachmittag im Schatten sitzen und dem Zwitschern der Vögel lauschen könnte.

- Aus welcher Pflanzengattung bestehen diese Heckenwege? Nennst du hierfür das Bestimmungsbuch!

— gäuhliche Harpache



Suche die auf folgendem Foto dargestellte Vase. Hier befindet sich

Station 5. Frage die Nummer der Station auf der Karte ein.

Station 5

- Hier befindet sich die sogenannte Orangere-Allée, eine Allée mit Statuen von Göttern und Göttinnen. Zwischen diesen Statuen wurden früher Topfe mit Zitruspflanzen aufgestellt, was der Allée ihren Namen brachte.

- Der Eingang der Allée wird von 2 Sphinxen flankiert. Beschreibe diese Wesen aus der ägyptischen Mythologie.

Das Wesen besteht aus einem Löwenkörper und einem Frauenkopf

- Am Sockel jeder Sphinx befindet sich jeweils das Wappen der Gräfin und des Grafen. Das Wappen der Gräfin bewacht 3 weibliche und 2 männliche Statuen, das des Grafen hingegen führt zu 2 weiblichen und 3 männlichen Figuren.

Bestimme welches Wappen zum Grafen gehört und welches zur Gräfin.

Zur Seite des Schlosses: Gräfin

Zur Seite des unteren Teils des Gartens: Gräfin

- Siehe folgende Statuen in der Orangere-Allée und beschreibe sie:

- Bacchus (der Gott des Weines)
Er trägt einen Strauß als Schutzhelm in der Hand, hält er einen Weinkelch und es hält sich ein Rebe.
- Herkules (Herkules)
Er ist mit einem Löwen bekleidet, er hält sich an einer Stütze fest und hat Goldketten in der Hand.
- Pomona (Mutter Erde, Obst und Gemüse liegt zu ihren Füßen)
Sie ist mit einem Lorbeer bekleidet, das oben wie zu ihren Füßen x

- Beschreibe die vergoldete Figur am Ende der Orangere-Allée. Sie steht unter anderem für die Herrschaft der Habsburger zu Land und zu Wasser. Welche Merkmale deuten auf diese Begebenheit hin?

Die Gold-Statue bildet einen Polster mit zwei Köpfen, ab sie steht mit einem Fuß auf einer Kugel. Die Kugel ist das Symbol der Herrschaft zu Wasser und der Polster zu Land.

Station 6

- In der östlichen Ecke des Gartens steht ein sehr alter Baum (~1750). Finde ihn mit Hilfe eines Kompasses. Trage die Nummer der Station auf der Karte ein.

- Bestimme diesen Baum mit Hilfe des Bestimmungsbuches!

PLATANE

- Miss den Umfang des Baumes in 1 Meter (Höhe mit Hilfe des Maßbandes)

51,6 cm

- Begib dich in den langen Heckengang im unteren Teil des Gartens.

- Um welche Pflanzengattung handelt es sich bei dieser Hecke?

HEDERA

- Eine solche Allée bot im Sommer ausreichend Schatten, um am Nachmittag spazieren zu gehen, ließ aber gleichzeitig ausreichend Licht für das Gedeihen der Pflanzen durchdringen. Hierfür beträgt die Höhe der Hecke 2/3 der Breite. Bestimme die ursprüngliche Höhe dieser Hecke! 2/3 m

- Erkläre anhand deiner Beobachtungen wie das System hier im Garten funktioniert.
Die Quellen müssen höher liegen als die Brunnen im Garten, damit das Wasser durch die Röhre fließen kann.

Zusatzaufgaben:

- Ein hermisches Tier ist ein Tier, das auf einem Wappenstein abgebildet ist.
Suche folgende Figur: Das hier dargestellte Tier befindet sich auf dem Wappen der Herrschaft von Ansbach. Um welches Tier handelt es sich?
Löwe
- Suche im Garten weitere Statuen dieses Tiers. Wieviele findest du? 11
Es sind insgesamt 6 Löwen
- Suche im Garten folgende Vase.



- Welches exotische Obst ist oben auf dieser Vase abgebildet?
Pommes
- An welcher Station hast du schon Anhaltspunkte darüber erhalten, dass hier im Garten Obst angepflanzt wurde, das nicht einheimisch ist? Um welches Obst handelt es sich dabei?
(Station 3: Trauben anpflanzen)
Station 5: Orangebäume

Trage die gekennzeichneten Buchstaben in folgende Klassen ein. So ergibt sich das Lösungswort:

E	I	S	E	N	W	E	R	K
1	2	3	4	5	6	7	8	9

- Wodurch lässt sich die ursprüngliche Hälfte der Hecke (Stelle an der sie immer wieder geschitten wurde) heute noch erkennen?
Man kann es daran erkennen, da diese Hecke vertrockneter ist und an dieser Stelle ist die Art dicker.



Suche den auf dem Foto dargestellten Brunnen. Hier befindet sich Station 7. Trage die Nummer der Station auf der Karte ein.

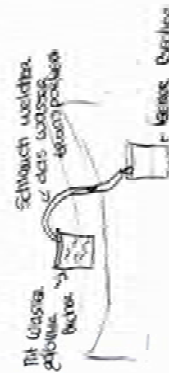
Station 7

Im Garten findet man zahlreiche Brunnen und Fontänen, ähnlich der an dieser Station.

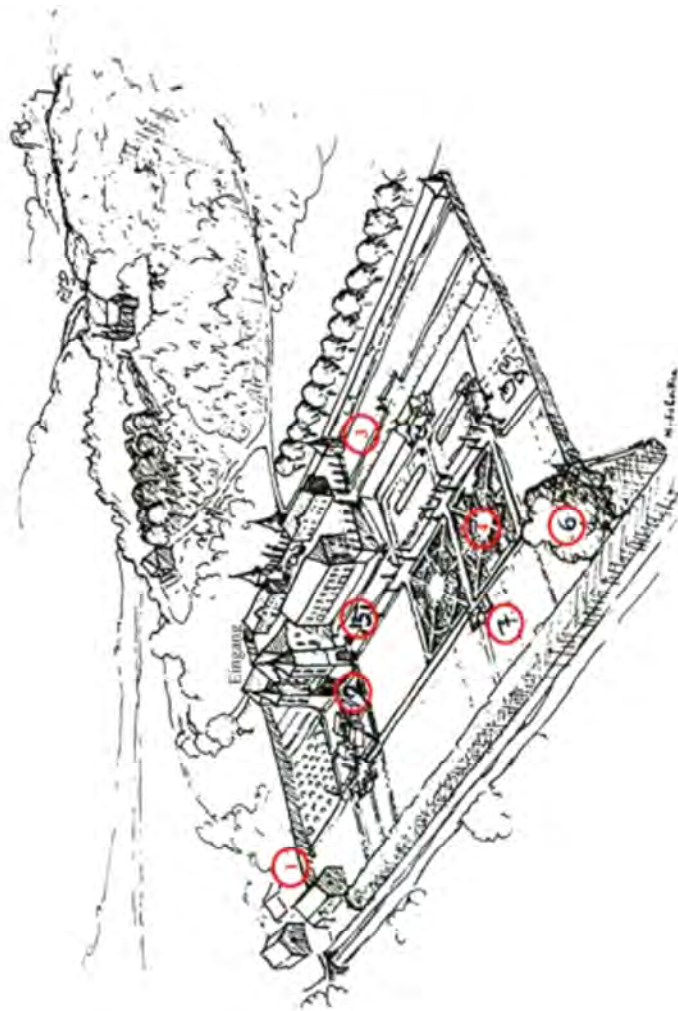
- Zähle alle Brunnen und Fontänen die dir auffallen! 11
Es sind insgesamt sechs.

Während das Wasser für die Dörfler von Hollenfeld eher knapp war, gab es hier Wasser im Überfluss. Dieses Wasser wird auf der gegenüberliegenden Seite des Flusses (Eisch) aus reichhaltigen Quellen gesammelt und durch ein System mit Hebern sowie Holz- und Bleischnitten hierhin geleitet. Du sollst jetzt herausfinden wie dieses System funktioniert.

- Nimm 2 Becher von denen du einen mit Wasser füllst.
- Verbinde die beiden Becher mit dem Schlauch und dem Schlauch zur Seite des leeren Bechers mit dem Mund leicht an (nicht trinken!)
- Versuche die beiden Becher so zueinander zu stellen, dass das Wasser von dem vollen Becher in den leeren fließt. Übertrage deine Ergebnisse in ein beschriebenes Schema!



Karte des Schlossgartens von Ansemburg



Anhang 3

Die Statuen der Orangerie-Allee im Schlosspark von Ansemburg



Bacchus, der Gott des Weines, ist hier mit einem Leopardenfell bedeckt dargestellt. Er hält einen Weinkelch in der Hand und lehnt an einem mit Trauben behangenen Stamm.



Lucretia, die Gattin des Collatinus aus der königlichen Familie der Tarquinier, war für ihre Schönheit und Tugendhaftigkeit bekannt. Sextus Tarquinius, ein Sohn des Königs, begehrte sie und als sie ihm in einer Nacht in Abwesenheit ihres Mannes Einlass gewährte vergewaltigte er sie. Daraufhin brachte sich Lucretia um.

Hier ist Lucretia mit einem Dolch in der Brust dargestellt, eine Vase dient dem Auffangen ihres kostbaren Blutes.



Ceres, die römische Göttin der Ernte, mit einer Sichel und einer Korngarbe in der Hand.



Pan, in der griechischen Mythologie ein Hirtengott, ist ein Mischwesen aus menschlichem Körper mit Ziegenschwanz und spitzen Ohren. Er spielt hier lässig auf einer Flöte, über seiner Schulter hängt ein Leopardenfell.



Diese Statue zeigt Silenus mit den jungen Bacchus auf dem Arm. Bacchus, Sohn von Jupiter und Semele, wurde als Pflegekind von Silenus aufgezogen.



Diana, Göttin der Jagd, nimmt hier mit der einen Hand einen Pfeil aus dem Köcher auf ihrem Rücken, in der anderen Hand trägt sie ihren Bogen,



Diese Statue zeigt eine Frau, die ihre Hände an ihre Brust presst, zu ihren Füßen liegt Obst und Gemüse. Es handelt sich hier um eine Allegorie von Mutter Erde, auch Pomona genannt.



Merkur gilt als der Beschützer der Händler und der Diebe in der Römerzeit. Er steht für materiellen Reichtum und galt auch als Botschafter zwischen Himmel und Erde. Hier ist er dargestellt mit einer Geldbörse in der einen Hand, in der anderen hält er einen von Schlangen umwundenen Stab. Auf dem Kopf trägt er einen Flügelhelm.



Herkules, hier mit Löwenfell und Keule, hält in seiner Hand auf dem Rücken drei Kugeln. Diese Kugeln stellen drei goldene Äpfel dar, die er aus dem Garten der Hesperiden geklaut hatte. Hier zeigen die Äpfel in Richtung Orangerie, die früher nicht weit von dieser Statue stand. In der Tat wurden goldene Äpfel während der Renaissance mit Apfelsinen gleich gesetzt.



Venus, Göttin der Liebe, des erotischen Verlangens und der Schönheit, ist hier nackt dargestellt und bedeckt sich mit einem Tuch und ihrer Hand. Es handelt sich um eine Venus pudica, Nachbildung eines antiken Modells der Sammlung der Medici.