

# Standortskartierung im Großherzogtum Luxemburg

## Grundlage für eine nachhaltige Forsteinrichtung

von Jean-Claude Kieffer<sup>1</sup>, Robert Janssens<sup>2</sup>, Frantz Weissen<sup>3</sup>, Marc Wagner<sup>4</sup>

*Dieser Artikel wurde erstmalig veröffentlicht in der Ausgabe N°42 vom August 2003 der "Mitteilungen des Vereins für Forstliche Standortskunde und Forstpflanzenzüchtung" Freiburg (D) (ISBN 0506-7049).*

### 1. Einleitung

Unsere Anforderungen an den Wald befinden sich seit einigen Jahrzehnten in einem permanenten Wandel. Neben den wirtschaftlichen Aspekten, welche insbesondere für den Privat- und Kommunalwald immer noch von Wichtigkeit sind, haben der Naturschutz sowie die sozialen Funktionen des Waldes eine große Bedeutung erhalten. Gleichzeitig wurden zahlreiche Waldökosysteme direkt oder indirekt beeinträchtigt (Laurent 1997), unter dem Einfluss von standortsunabhängigen Faktoren, wie z.B. der Luftverschmutzung, oder extremen und seltenen meteorologischen Ereignissen.

Vor sich wandelnden, sozialen und ökologischen Rahmenbedingungen scheint es logisch, sich in Richtung einer Forstwirtschaft zu entwickeln, die den bestmöglichen Nutzen aus dem aktuellen sowie zukünftigen Standortpotenzial, insbesondere dem Boden, zu ziehen vermag (Devillez und Weissen, 1986; Weissen, 1995).

Anfang der neunziger Jahre, und angesichts mehrerer schwerer Stürme, die auch in Luxemburg große Schäden in den Wäldern anrichteten (AEF, 1993, 1999), erfuhr die luxemburgische Forstpolitik eine Neuausrichtung, auch in Bezug auf die Bedeutung der forstlichen Standortskunde (AEF, 1995).

Um die hier gesetzten Ziele zu erreichen, mussten der Forsteinrichtung eine Reihe von geeigneten Instrumenten in die Hand gegeben werden, um ihr die Möglichkeit einer nachvollziehbaren und zweckdienlichen Baumartenwahl zu geben und sie gleichzeitig in die Lage zu versetzen, neue waldbauliche Orientierungen wissenschaftlich zu begründen.

Eine für die belgische Region Wallonien entwickelte Methode der Standortbeschreibung, welche sich durch ihre Objektivität, Nachvollziehbarkeit und ihr Weiterentwicklungspotenzial auszeichnet, erschien den zuständigen Instanzen der Luxemburger Forstverwaltung hierzu als ein geeigneter Ansatz. Diese Methode erschien um so interessanter als der süd-östliche Teil Walloniens an Luxemburg grenzt und damit beide Regionen sowohl in klimatischer, geologischer als auch bodenkundlicher Hinsicht vergleichbar sind. Die Tatsache, dass die in Belgien und Luxemburg angewandten Methoden zur Bodenbeschreibung und zur Ausweisung ökologischer Regionen sich sehr stark ähneln, sprach ebenfalls für diesen Ansatz.

Auf Initiative der Abteilung für Forsteinrichtung wurde das für Wallonien entwickelte Handbuch zur Baumartenwahl (Weissen, 1994) versuchsweise in verschiedenen öffentlichen Wäldern des Luxemburger Gutlandes angewendet. Diese Tests bestätigten die grundsätzliche Eignung der Methoden auch für die Luxemburger Verhältnisse (EFOR & Weissen, EFOR 1992, 1996 (a), 1996 (b), 1997). Gleichzeitig wurden anlässlich dieser Tests auch einige nationale Besonderheiten erkannt, welche eine Anpassung verschiedener Parameter notwendig machte (EFOR & Weissen, 1998), um verschiedene Umweltbedingungen zu berücksichtigen, die hauptsächlich im Zentrum und im Süden Luxemburgs vorkommen, jedoch nicht in Belgien.

<sup>1</sup> Jean-Claude Kieffer ist "Ingénieur des Eaux et Forêts" und Leiter des Studienbüros *EFOR ingénieurs-conseils* in Luxemburg

<sup>2</sup> Robert Janssens ist "Ingénieur des Eaux et Forêts" und Projektleiter für Standortskartierungen im Studienbüro *EFOR-Luxemburg*

<sup>3</sup> Frantz Weissen ist Forscher der Abteilung Bodenkunde an der Landwirtschaftlichen Fakultät in Gembloux, Belgien

<sup>4</sup> Marc Wagner ist "Ingénieur des Eaux et Forêts" und Leiter der Abteilung Forsteinrichtung und Forstliche Betriebswirtschaft der Forstverwaltung Luxemburg

Um ihren Anforderungen bestmöglichst zu entsprechen, entschieden sich die Verantwortlichen der luxemburgischen Forstverwaltung für eine Anpassung und Weiterentwicklung des belgischen Handbuchs zur Baumartenwahl, und zwar in folgenden Bereichen:

- Differenzierung der Standortsanpassung der verschiedenen Baumarten in Bezug auf:
  - produktionsorientierte Forstwirtschaft;
  - naturnaher Waldbau (Diversifizierung der Baumarten);
  - Waldbau mit schwerpunktmäßig ökologischer Ausrichtung;
- Der Anwendungsbereich des Handbuchs sollte auch auf Baumarten zweiter Ordnung ausgedehnt werden, womit dem Bewirtschafter dann 42 Baumarten zur Auswahl stehen (28 Laubholzarten und 14 Nadelholzarten);
- Das Handbuch, und damit die verschiedenen Baumartenlisten, musste der naturräumlichen Gliederung Luxemburgs (4 Wuchsgebiete, in 18 Wuchsbezirke unterteilt) Rechnung tragen (EFOR, 1994);
- Der Anwendungsbereich des Handbuchs sollte auch auf die Straucharten ausgedehnt werden.

Um diesen vielfältigen Anforderungen gerecht zu werden, mussten zusätzliche Daten im Gelände erhoben werden (EFOR & Weissen, 1999).

In Zusammenarbeit mit der Forstverwaltung wurden die verfügbaren Daten dann ausgewertet und in einem Modell zusammengeführt, um ein Handbuch zur Baumartenwahl für das Großherzogtum Luxemburg zu erstellen.

Die folgenden Seiten beschreiben (Kapitel 2) die ursprünglich in Belgien entwickelte Methode zur Baumartenwahl, bewerten (Kapitel 3) ihre Anwendbarkeit auf die in Luxemburg vorherrschenden Standortbedingungen und (Kapitel 4) erläutern die verschiedenen Arbeiten die zu einer Anpassung an die luxemburgischen Gegebenheiten geführt haben. Abschließend werden einige praktische Anwendungsbeispiele des Handbuchs illustriert, um sich mit der erstellten Methode zur Baumartenwahl vertraut zu machen.

## **2. Methode der Erstellung**

### **2.1 Beschreibung, Bewertung und Anpassung der belgischen Methode**

In Belgien wurden seit 1962 verschiedene Methoden zur Standortkartierung erstellt und erprobt (Galoux, 1967, Onclinx et al. , 1987; Avril, 1987). Mitte der achtziger Jahre startete die wallonische Forstverwaltung ein Projekt zur Standortkartierung, aus dem zwei Veröffentlichungen hervorgingen: zum einen eine Zusammenfassung der Standortansprüche forstlich genutzter Baumarten ("Le fichier écologique des essences") und zum anderen ein Handbuch zur Baumartenwahl ("Guide de boisement") (Weissen et al. 1991 et 1994).

Diese Methode der Standortkartierung beruht auf dem aktuellen Kenntnisstand über die Beziehung zwischen einer Baumart, ihren Ansprüchen und den vor Ort anzutreffenden Standortbedingungen, geltend jeweils für ein bestimmtes Wuchsgebiet und für in Belgien geltende waldbauliche Richtlinien. Die Nährstoff- und die Wasserversorgung des Bodens sind die Eingangsparameter in eine zweidimensionale Baumartentabelle, welches für jedes Wuchsgebiet erstellt wurde (Weissen et al. 1994). Dieses methodologische Modell, das vorher auch schon von kanadischen Forstleuten (Green et al., 1986) und neuerdings auch von der britischen "Forestry Commission" angewandt wurde, unterscheidet sich grundlegend von anderen Methoden, die im wesentlichen auf einer Standorttypologie beruhen, die jedem Standortstyp eine Auswahl geeigneter Baumarten zuweist (z.B. Thill et al., 1988).

Die Anpassung dieser Methode an die Luxemburger Verhältnisse erforderte in erster Linie eine Ausweisung von regionalen Standortseinheiten für Luxemburg (Kapitel 2.2) (EFOR & Weissen, 1998) sowie eine Bewertung (2.3) und Anpassung (2.4) der ursprünglich auf belgische Verhältnisse aufgebaute Bestimmungsschlüssel, mit den entsprechenden Baumartentabellen.

## 2.2 Definition der Wuchsregionen

Die naturräumliche Gliederung Luxemburgs in Wuchsgebiete und Wuchsbezirke wurde aufgrund von klimatischen, topographischen, geologischen, bodenkundlichen und landschaftsgebundenen Parametern durchgeführt (EFOR, 1994). Auf dieser Basis wurden insgesamt 18 naturräumliche Einheiten (Wuchsbezirke) für das Großherzogtum ausgeschieden, mit Angabe der jeweils regional angepassten Baumarten sowie deren Empfindlichkeiten und möglichen Kompensationsfaktoren. Diese erste (grobe) Auswahl von generell und regional geeigneten Baumarten wird in einem nächsten Schritt anhand von lokalen Standortfaktoren (Nährstoff- und Wasserversorgung des Bodens) und mit Hilfe der eigens hierzu entwickelten Bestimmungsschlüssel verfeinert.

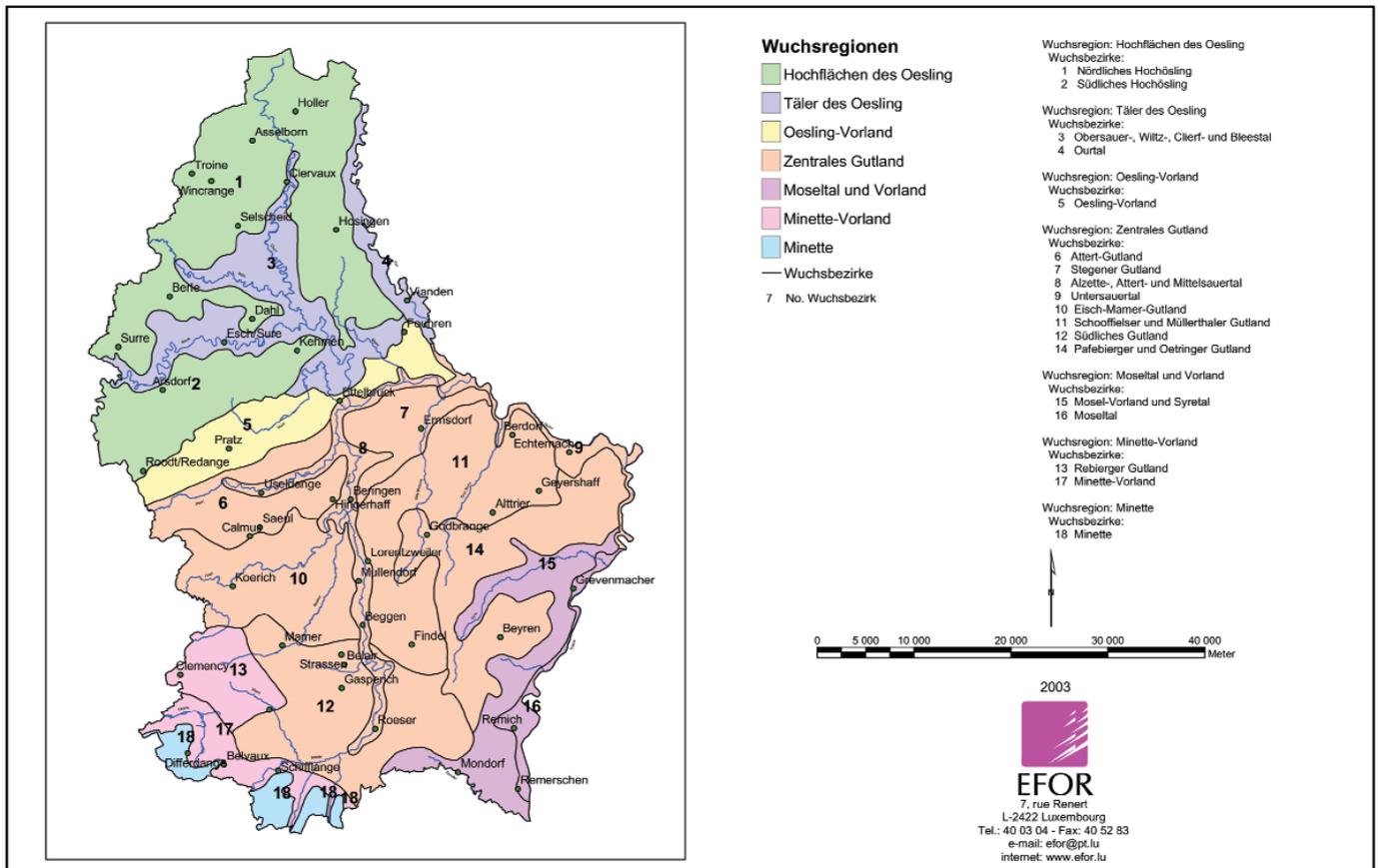
In Anlehnung an die benachbarten Wuchsregionen der belgischen Region Wallonien wurden die luxemburgischen Wuchsbezirke in 7 Wuchsregionen zusammengefasst (**Tabelle 1, Übersicht 1**).

**Tabelle 1:** Wuchsregionen Luxemburgs

<b>Wuchsregionen Luxemburgs</b>	<b>Wuchsbezirke Luxemburgs</b>	<b>Verwandte wallonische Wuchsbezirke (secteurs écologiques)</b>	<b>Gesamtfläche der luxemburgischen Wuchsregion</b>
1: Hochflächen des Oesling	1 : Nördliches Hochösling 2 : Südliches Hochösling	Ardenne centro-orientale (22)	23 000 ha
2: Täler des Oesling	3 : Obersauer-, Wiltz-, Clierf- und Bleestal 4 : Ourtal	Côtes de Florenville (25)	16 000 ha
3: Oesling-Vorland	5 : Oesling-Vorland	Côtes d'Ethe et de Messancy (26)	4 000 ha
4: Zentrales Gutland	6 : Attert-Gutland 7 : Stegener Gutland 8 : Alzette-, Attert- und Mittelsauertal 9 : Untersauertal 10 : Eisch-Mamer-Gutland 11 : Schooffelser und Müllerthaler Gutland 12 : Südliches Gutland 14 : Pafebierger und Oetringer Gutland	Côtes d'Ethe et de Messancy (26)	44 000 ha
5: Moseltal und Vorland	15 : Mosel-Vorland und Syretal 16 : Moseltal	Côtes d'Ethe et de Messancy (26)	3 800 ha
6: Minette-Vorland	13 : Reberger Gutland 17 : Minette-Vorland	Côtes de Florenville (25)	1 700 ha
7: Minette	18 : Minette	Côtes de Florenville (25)	3 400 ha

## Übersicht 1 : Wuchsregionen und Wuchsbezirke für Luxemburg

### Wuchsregionen und Wuchsbezirke für Luxemburg



Administration des Eaux et Forêts - Luxembourg

## 2.3 Bewertung der Anwendbarkeit des belgischen Handbuchs zur Baumartenwahl

### 2.3.1 Bewertung des Bestimmungsschlüssels zur Nährstoffversorgung des Bodens

Die Anwendung des belgischen Bestimmungsschlüssels zur Nährstoffversorgung auf die Luxemburger Wälder ergibt absolut schlüssige und kohärente Resultate hinsichtlich der Baumartenwahl. Die Kohärenz der Ergebnisse ergibt sich aus der guten Übereinstimmung der belgischen und luxemburgischen Boden-Einheiten zur Kennzeichnung der Nährstoffversorgung, aus der direkten Nachbarschaft der untersuchten Gebiete, sowie aus der Unabhängigkeit der Nährstoffversorgung gegenüber den regionalen, ökologischen Schwankungen.

Schlussfolgernd kann man festhalten, dass sich der wallonische Bestimmungsschlüssel zur Nährstoffversorgung der Böden prinzipiell auf die luxemburgischen Verhältnisse übertragen lässt.

### **2.3.2 Bewertung des Bestimmungsschlüssels zur Wasserversorgung des Bodens**

In bestimmten Situationen erscheint die Anwendung des belgischen Schlüssels zur Beurteilung der Wasserversorgung auf die luxemburgischen Standorte als unzulänglich. So wird die Wasserversorgung verschiedener in Luxemburg vorkommender Bodentypen, vor allem der schweren, mergeligen Böden der Keuperschichten (Trias), durch den belgischen Bestimmungsschlüssel fehlerhaft eingeschätzt. Die Ergebnisse der auf diese Weise abgeleiteten Baumartenwahl weichen dementsprechend auch wesentlich von den vor Ort gemachten, praktischen Erfahrungen ab.

Die Ursachen dieser falschen Beurteilung hinsichtlich der Wasserversorgung sind vielfach:

- problematische Einschätzung der Präsenz und Ausprägtheit einer Pseudogley-Braunerde wegen der von Natur aus buntgefärbten (blau und ocker) Mergelsubstrate,
- ungenügende Übereinstimmung zwischen den vermeintlichen Verfärbungen innerhalb der Bodenaggregate als Zeichen einer Pseudovergleyung und der beobachteten, realen Entwicklung und Ausdehnung der Wurzeln, die sich auf die porösen Zwischenräume der Aggregate beschränkt,
- falsche Einschätzung der Wasserdurchlässigkeit des Bodens und der Bodenstruktur und somit fehlerhafte Beurteilung der Durchwurzelbarkeit und der Wasserleitfähigkeit, wegen der geringen Strukturstabilität der Mergelböden und deren starke Beeinträchtigung bei der Gewinnung von Bodenproben (mit holländischem Erdbohrer vom Typ Edelmann),
- Verschiebung der Wasserversorgungsklassen zwischen der luxemburgischen und der belgischen Methode der Boden-Klassifizierung,
- unzureichende Beurteilung der Wasserversorgungsklassen dieses Bodentyps im belgischen Handbuch auf grund seines geringen Vorkommens in Wallonien.

Die Bestimmung und Einschätzung der Wasserversorgung dieser im Zentrum und Süden des Großherzogtums vorherrschenden schweren Mergelböden wurde demnach durch zusätzliche Geländestudien ergänzt (EFOR & Weissen, 1999), in Zusammenarbeit mit dem Bodenkundlichen Dienst der Ackerbauverwaltung und unter Berücksichtigung der Arbeiten von Levy & Lefevre (2001).

### **2.3.3 Bewertung der Baumartentabelle**

Die Beziehung zwischen den Standortmerkmalen und den ihnen angepassten Baumarten, auf der ein Baumartentabelle aufbaut, kann in geographisch benachbarten und im Relief ähnlich ausgeformten Gegenden sowie in Abwesenheit von schwerwiegenden klimatischen Unterschieden als konstant angesehen werden. Aufgrund der starken Ähnlichkeiten zwischen den luxemburgischen und den südbelgischen Wuchsbezirken konnten Parallelen zwischen den Baumartentabellen der entsprechenden Gebiete aufgestellt werden. Diese Übereinstimmungen beziehen sich auf die nach Wuchsregionen zusammengefassten Wuchsbezirken Luxemburgs im Vergleich mit den entsprechenden belgischen Wuchsbezirken (Tabelle 1, Übersicht 1).

## **2.4 Anpassung der belgischen Bestimmungsschlüssel**

### **2.4.1 Anpassung des Bestimmungsschlüssels zur Nährstoffversorgung des Bodens**

Der Bestimmungsschlüssel zur Einstufung der potentiellen Nährstoffversorgung der Böden wurde in seiner ursprünglichen Form beibehalten, abgesehen von einigen kleineren Abänderungen in der Darstellung, um die Benutzerfreundlichkeit zu verbessern (**Übersicht 2**).

Wie die belgische Fassung ist auch der luxemburgische Bestimmungsschlüssel zur Nährstoffversorgung eines Bodens in 6 Stufen eingeteilt (**Tabelle 2**) und wird nach dem klassischen Prinzip eines Bestimmungsschlüssels angewandt. **Tabelle 3** beschreibt die erforderlichen und verwendeten Eingangsparameter.

**Abkürzungen in den Übersichten 2 - 4:**

• **Bodenfeuchte/Stärke der Vernässung/Drainage**

- trocken b
- wenig vernässt c
- stark pseudovergleyt h
- sehr stark pseudovergleyt i
- Reduktionshorizont vergleyt f
- Staunässe g

• **Textur**

- Sand Z
- Feinsand S
- Steinige Lehme (-5% Steine) G
- Schluff A
- Lehm L
- Ton E

• **Tiefgründigkeit des lockeren Oberbodens über dem festen Gestein (Substrat) in Stufen von 1 bis 6:**

- sehr tiefgründig (>80 cm) 1
- sehr flachgründig (<20 cm) 6

**Übersicht 2 : Bestimmungsschlüssel der Nährstoffversorgung**

Substrat	Boden-Profil	pH* (Wasser)	Nährstoffstufe
Kalkhaltiges Substrat oder kalkhaltige Gesteine in < 80 cm Tiefe	Kalzium-Karbonat (Profil b)	pH ≥ 7,5	-2
	KEIN Kalzium-Karbonat (anderes Profil)	pH < 7,5	-1
KEIN Kalkhaltiges Substrat oder kalkhaltige Gesteine in < 80 cm Tiefe	p		0
	f		2
	g		3
	Andere	pH ≥ 5	0
		4,2 ≤ pH < 5	1
3,8 ≤ pH < 4,2		2	
pH < 3,8		3	

\*: Auf Mergel-Substraten: wenn Lehm-Auflage > 50cm mächtig, pH Messung auf Bodentiefe 0-20 cm, wenn Lehm-Auflage < 50cm mächtig, pH Messung im oberen Teil der darunterliegenden, verwitterten Tonschicht

**Tabelle 2 :** Die Stufen zur Beurteilung der Nährstoffversorgung eines Bodens und deren Bedeutung

<b>Stufe der Nährstoffversorgung</b>	<b>Bedeutung</b>
<b>Null (0)</b>	Ausgewogene Nährstoffversorgung des Bodens
<b>Positive Werte (1 bis 3)</b>	Zunehmender Säuregehalt und damit abnehmende Nährstoffversorgung, in 3 Stufen eingeteilt
<b>Negative Werte (-1 bis -2)</b>	Reiche Böden mit steigendem chemischen Ungleichgewicht durch Zunahme von Karbonaten, in 2 Stufen eingeteilt

**Tabelle 3 :** Erforderliche Informationen zur Beurteilung der Nährstoffversorgung eines Bodens und deren Herkunft bzw. Aufnahmemethode

<b>Beschreibung der erforderlichen Informationen</b>	<b>Herkunft bzw. Aufnahmemethode dieser Informationen</b>
<b>Substrat</b> Präsenz von kalkhaltigem Material bzw. Kalkgestein in weniger als 80 cm Tiefe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Obligatorischer Säuretest (HCl) im Gelände</i></li> </ul>
<b>Boden-Profil</b> Entwicklungsprofil des Bodens	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Beurteilung durch Entnahme einer Bodenprobe (Erdbohrer)</i></li> <li>• <i>Angaben der Bodenkarte</i></li> </ul>
<b>pH-Wert</b> pH Messung (H <sub>2</sub> O) in einer Bodenprobe, entnommen zwischen 0 bis 20 cm Tiefe <b>Unter Berücksichtigung der hohen Nährstoffgehalte der nicht verwitterten Mergelschichten und der verwitterten Tonschicht gegenüber den darüber liegenden, oberflächigen Lehmschichten, sollten die pH-Messungen an folgenden Bodenproben erfolgen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>im oberen Bodenhorizont (0-20 cm Tiefe), bei Böden mit hoher Lehm-Auflage (&gt;50 cm)</i></li> <li>• <i>im oberen Bereich der verwitterten Tonschicht, bei Böden mit geringer Lehm-Auflage</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Messung im Labor</i></li> </ul>

#### **2.4.2 Anpassung des Bestimmungsschlüssels zur Wasserversorgung des Bodens**

Während der zusätzlichen bodenkundlichen Untersuchungen auf einer Auswahl von Pseudogleyen auf schweren Mergelböden (EFOR & Weissen, 1999) hat sich unsere Aufmerksamkeit vornehmlich auf das Identifizieren von entscheidenden und zugleich im Gelände sicher erkennbaren Parametern gerichtet, welche zur Beurteilung der Wasserversorgung dieses besonderen Bodentyps geeignet sind. Die oben angesprochenen Schwierigkeiten der Bestimmung und Einschätzung der Pseudogleye sollten dabei umgangen werden.

Nach Auswertung der Untersuchungen erschien uns die Tiefe, ab der die kompakte, nicht verwitterte Mergelschicht auftritt, als einer der wichtigsten und ausschlaggebenden Parameter. Diese Feststellung lässt sich mit der sehr ausgeprägten Kompaktheit dieses Bodenhorizonts erklären, die eine starke

Beeinträchtigung bzw. ein Hindernis für das Wurzelwachstum und die Wasserzirkulation darstellt. Dieses Merkmal der kompakten, unverwitterten Mergelschichten, die man mit Hilfe des Bodenbohrers leicht ausmachen und erkennen kann, wurde alsdann in das Modell eingebaut. Somit entstand ein neuer, überarbeiteter und auf empirischen Beobachtungen beruhender Bestimmungsschlüssel zur Beurteilung der Wasserversorgung, dessen Abstufung sowie Bedeutung von **Tabelle 4** erläutert wird.

**Tabelle 4 :** Die Stufen zur Beurteilung der Wasserversorgung eines Bodens und deren Bedeutung

<b>Stufe der Wasserversorgung</b>	<b>Bedeutung</b>
<b>Null (0)</b>	Ausgewogene und gute Wasserversorgung, gute Belüftung des Bodens
<b>Positive Werte (1 bis 6)</b>	Zunehmende Trockenheit des Bodens, in 6 Stufen eingeteilt
<b>Negative Werte (-1 bis -4)</b>	Zunehmende Feuchtigkeit und Anaerobiose des Bodens, in 4 Stufen eingeteilt
<b>Wechselnder Wasserstand (RHA) (-1 RHA bis -4 RHA)</b>	Wechselnder Wasserstand der hydromorphen Böden in Flachlagen

Um eine bessere Übersicht zu gewährleisten wurde der Bestimmungsschlüssel zur Wasserversorgung zweigeteilt: der erster Teil befasst sich mit dem mergeligen Ausgangsmaterial (Tabelle 5, Übersicht 3), während der zweite Teil sich auf das nicht-mergelige Gestein (Tabelle 6, Übersicht 4) bezieht.

#### 2.4.2.1 Bestimmungsschlüssel zur Wasserversorgung von mergeligem Ausgangsmaterial

Der Bestimmungsschlüssel zur Wasserversorgung von mergeligem Ausgangsmaterial basiert auf 6 Informationen und Parametern, die in **Tabelle 5** und **Übersicht 3** beschrieben sind.

**Tabelle 5 :** Erforderliche Informationen zur Beurteilung der Wasserversorgung von mergeligem Ausgangsmaterial und deren Herkunft bzw. Aufnahmemethodik

<b>Beschreibung der erforderlichen Informationen</b>	<b>Herkunft bzw. Aufnahmemethode dieser Informationen</b>
<b>Erscheinungstiefe der kompakten Mergelschicht</b> Bodentiefe wo die unverwitterte Mergelschicht bzw. ein Verdichtungs-Horizont (Fragipan) auftritt. Beide Schichten sind gekennzeichnet durch ihre ausgesprochene Kompaktheit und eine schlecht ausgebildete (Grob-) Struktur; demnach sind sie praktisch undurchlässig für Wurzeln und Wasser.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entnahme einer Bodenprobe mit dem Erdbohrer (generell)</li> <li>• Bodenkarte (ASTA-Luxemburg) (in extremen Lagen: sehr oberflächige bzw. sehr mächtige Böden)</li> <li>• Zusätzlich durch Aushebung von Boden-Profilen</li> </ul>
<b>Hangrichtung und Gefälle</b> Je nach Hangrichtung und Gefälle wird ein Standort zugeordnet in eine der 3 Klassen: kalt, warm, oder neutral.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generell anhand der topographischen Karte</li> <li>• Ggfs. Abgrenzung im Gelände.</li> </ul>
<b>Textur (Bodenart)</b> Anteile von Sand, Schluff und Ton der oberen Bodenschicht (in 10-20 cm Tiefe).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestimmung durch Fingerprobe</li> <li>• Bodenkarte (ASTA)</li> </ul>
<b>Wasserdurchlässigkeit (Dränage)</b> Ausprägungsgrad der Pseudogleyifikation der oberen, nicht mergeligen Schicht, anhand der Wasserdurchlässigkeits -Klassen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visuelle Bestimmung der Wasserdurchlässigkeits-Klasse anhand der Bodenprobe</li> <li>• Bodenkarte (ASTA)</li> </ul>
<b>Zeigerarten für Wasserversorgung</b> Vorkommen und Deckungsgrad (nach BRAUN-BLANQUET) von Frische- oder Feuchtigkeitsindikatorenarten. Erfassung nur außerhalb beeinträchtigter (verdichteter) Zonen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Müssen bei der Geländearbeit aufgenommen werden</li> </ul>
<b>Seitliche Wasserzufuhr</b> Einschätzung des Zuschusswassers im Boden in Abhängigkeit von der topographischen Lage.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generelle Einschätzung mit Hilfe der topographischen Karte;</li> <li>• Bestimmung direkt im Gelände</li> </ul>

### Übersicht 3 : Bestimmungsschlüssel der Wasserversorgung von mergeligen Böden

Bodentiefe der kompakten Schicht	Hanglage	Textur	Dränage	Feucht-Zeigerarten	Wasserversorgungs-Stufe				
					Seitliche Wasserzufuhr				
					Null	Schwankend	Permanent		
Kompakte Schicht* tritt in > 50cm Tiefe auf	Neutraler oder Kalter Sektor	Lehm (Mächtigkeit ≥40 cm)	Dränage i		-3RHA	-3	-3		
			Dränage h		-2RHA	-2	-2		
			Dränage d		-1RHA	-1	-1		
			Dränage c, b		0	0	0		
			Zahlreiche Feucht-Zeigerarten		-2RHA	-2	-2		
	Warmer Sektor	Lehm (Mächtigkeit <40 cm) Ton	Wenige Feucht-Zeigerarten		0	0	/		
					1	0	/		
			Neutraler Sektor	Lehm (Mächtigkeit ≥40 cm)	Dränage i		-3RHA	-3	-3
					Dränage h		-2RHA	-2	-2
					Dränage d		-1RHA	-1	-1
Kalter Sektor	Lehm (Mächtigkeit <40 cm) Ton	Zahlreiche Feucht-Zeigerarten		-2RHA	-2	-2			
		Wenige Feucht-Zeigerarten		2 à 3**	1	/			
Kompakte Schicht* tritt zwischen 25 bis 50 cm Tiefe auf	Neutraler Sektor	Lehm (Mächtigkeit ≥40 cm)	Dränage i		-3RHA	-3	-3		
			Dränage h		-2RHA	-2	-2		
			Dränage d		-1RHA	-1	-1		
			Dränage c, b		2	1	0		
			Zahlreiche Feucht-Zeigerarten		-2RHA	-2	-2		
	Warmer Sektor	Lehm (Mächtigkeit <40 cm) Ton	Wenige Feucht-Zeigerarten		2 à 3**	1	/		
					1 à 2**	1	/		
					3 à 4**	3	/		
			Neutraler Sektor	Lehm (Mächtigkeit ≥40 cm)	Dränage i		-3RHA	-3	-3
					Dränage h		-2RHA	-2	-2
Dränage d		-1RHA			-1	-1			
Kalter Sektor	Lehm (Mächtigkeit <40 cm) Ton	Zahlreiche Feucht-Zeigerarten		-2RHA	-2	-2			
		Wenige Feucht-Zeigerarten		2 à 3**	1	/			
Kompakte Schicht* tritt zwischen 0 bis 25 cm Tiefe auf	Neutraler Sektor	Lehm (Mächtigkeit ≥40 cm)	Dränage i		-3RHA	-3	-3		
			Dränage h		-2RHA	-2	-2		
			Dränage d		-1RHA	-1	-1		
			Dränage c, b		0	0	0		
			Zahlreiche Feucht-Zeigerarten		-2RHA	-2	-2		
	Warmer Sektor	Lehm (Mächtigkeit <40 cm) Ton	Wenige Feucht-Zeigerarten		0	0	/		
					1	0	/		
					2	1	0		
					3	2	1		
					4	3	1		

\*: Kompakte Schicht bestehend aus Mergeln oder Fragipan-Horizont, nicht oder nur sehr gering von Wurzeln erschlossen  
 \*\*: Niedrigster Wert in den günstigsten Situationen (Gefälle, Tiefgründigkeit der kompakten Schicht, Nähe zur oberen Hanglage, ...)

#### 2.4.2.2 Bestimmungsschlüssel zur Wasserversorgung von nicht mergeligem Ausgangsmaterial

Der Bestimmungsschlüssel zur Wasserversorgung von nicht mergeligem Ausgangsmaterial beruht auf 5 Informationen und Parametern, die in **Tabelle 6** und **Übersicht 4** beschrieben sind.

**Tabelle 6** : Erforderliche Informationen zur Beurteilung der Wasserversorgung von nicht mergeligem Ausgangsmaterial und deren Herkunft bzw. Aufnahmemethodik

Beschreibung der erforderlichen Informationen	Herkunft bzw. Aufnahmemethode dieser Informationen
<b>Wasserdurchlässigkeit (Dränage)</b> Ausprägungsgrad der Pseudogleyifikation der oberen, nicht mergeligen Schicht, anhand der Dränage-Klassen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visuelle Bestimmung der Dränage-Klasse anhand der Bodenprobe (Bodenbohrer)</li> <li>• Bodenkarte (ASTA)</li> </ul>
<b>Bodentextur</b> Textur der oberen Bodenschicht (in 10-20 cm Tiefe).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestimmung durch Fingerprobe</li> <li>• Bodenkarte (ASTA)</li> </ul>
<b>Gründigkeit</b> Mächtigkeit des Lockermaterials über dem Substrat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestimmung anhand der Bodenprobe (Bohrstock)</li> <li>• Bodenkarte (ASTA)</li> </ul>
<b>Exposition, Hanglage</b> Nach Hanglage und Exposition wird ein Standort einer von 3 möglichen Lagen zugewiesen: kalt, warm, oder neutral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generell anhand der topographischen Karte</li> <li>• Ggfs. Abgrenzung im Gelände.</li> </ul>
<b>Seitliche Wasserzufuhr (Zuschusswasser)</b> Einschätzung der Fremdwasserzufuhr im Boden in Abhängigkeit von der topographischen Lage.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generelle Einschätzung mit Hilfe der topographischen Karte;</li> <li>• Bestimmung direkt im Gelände</li> </ul>

## Übersicht 4 : Bestimmungsschlüssel der Wasserversorgung von nicht mergeligen Böden

Bodenvernässung Gleyifikation	Dränage	Textur	Tiefgründigkeit der Phase	Hanglage Exposition	Wasserversorgungs-Stufe				
					Seitliche Wasserzufuhr Null	Schwankend	Permanent		
Gleyifikation	Reduzierter Horizont	g			-4RHA	-4	-4		
		F			/	-3	-3		
	Kein reduzierter Horizont	i oder h			-3RHA	-3	-3		
		d			-2RHA	-2	-2		
		c			-1RHA	-1	-1		
Keine Gleyifikation	L, A oder E	0 oder 1	kalt oder neutral		1	0	0		
			warm		2	1	0		
		2	kalt oder neutral		3	2	/		
			warm		4	3	1		
		3	kalt oder neutral		5	4	/		
			warm						
		a oder b	G	0 oder 1	kalt oder neutral		1	0	0
					warm		2	1	0
				2	kalt oder neutral		3	2	/
					warm		3	2	1
				3	kalt oder neutral		5	3	/
					warm				
	4 oder 5	kalt oder neutral		3 à 6*	2 à 4*	2			
		warm		4 à 6*	3 à 5*	/			
	6			5 à 6*	4 à 6*	/			
	Z oder S	0 oder 1	kalt oder neutral		2	1	0		
			warm		3	2	1		
		2	kalt oder neutral		4	3	/		
			warm		5	4	2		
		3	kalt oder neutral		6	5	/		
warm									

\*: Niedrigster Wert in den günstigsten Situationen (Gefälle, Nähe zur oberen Hanglage, ...)

### 2.4.3 Aufstellung und Anpassung der Baumartentabelle

Der Aufbau der wallonischen Baumartentabelle wurde generell in seiner ursprünglichen Form beibehalten. Inhaltlich wurden jedoch folgende Verbesserungen und Anpassungen vorgenommen, nicht zuletzt um der in Luxemburg geltenden Forstpolitik Rechnung zu tragen:

- für jede luxemburgische Wuchsregion: Auswahl und Anlehnung an eine klimatisch und geographisch verwandte Baumartentabelle der belgischen Region Wallonien (**Tabelle 1, Übersicht 1**);
- in Zusammenarbeit mit den Forstamtsleitern der Forstverwaltung: kritische Neubewertung der Verteilung der vorgeschlagenen Baumarten (ausgeweitet auf insgesamt 42) in der Baumartentabelle in Bezug auf Ansprüche hinsichtlich Nährstoffversorgung und Wasserhaushalt sowie gezielte, empirische Anpassung an die verschiedenen regionalen Verhältnisse in Luxemburg;
- Aufteilung der insgesamt 42 beurteilten Baumarten in 4 Gruppen (nach Tabellen geordnet) in Abhängigkeit von ihrer sozialen Stellung im Baumbestand, ihrer wirtschaftlichen Rolle und ihrem Produktionspotenzial (**Tabelle 7, Übersicht 5**). Diese Aufteilung dient vor allem einer besseren Lesbarkeit der Baumartentabelle, hat allerdings den Nachteil, dass sie gewissermaßen schon eine Aussage über die angestrebte forstliche Ausrichtung (wirtschaftliche, soziale und/oder ökologisch ausgerichtete Rolle) der einzelnen Baumarten beinhaltet.

**Tabelle 7 :** Liste der in den luxemburgischen Baumartentabellen ausgewiesenen Baumarten und ihre Verteilung auf die 4 Gruppen: 1 Hauptbaumart, 2 Nebenbaumart, 3 Begleitende Baumart; F ("Feuillu") Laubbaum, R ("Résineux") Nadelbaum

Gruppe 1F: Laubholzarten erster Ordnung	Kürzel
<i>Acer pseudoplatanus</i>	BAh
<i>Fagus sylvatica</i>	Bu
<i>Fraxinus excelsior</i>	Es
Euramerikanische Pappeln Ghoy, Gaver, Primo, Isières	EPa
Interamerikanische Pappeln Beaupré, Boelare	IPa
Trichocarpa- Pappeln Trichobel, Columbia River	TPa
<i>Prunus avium</i>	Kir
<i>Quercus petraea</i>	TEi
<i>Quercus robur</i>	SEi
<i>Quercus rubra</i>	REi
Gruppe 1R: Nadelholzarten	Kürzel
<i>Abies alba</i>	WTa
<i>Abies grandis</i>	KTa
<i>Abies procera</i>	ETa
<i>Larix decidua</i>	ELä
<i>Larix X eurolepis</i>	XLä
<i>Larix kaempferi</i>	JLä
<i>Picea abies</i>	Fi
<i>Picea sitchensis</i>	SFi
<i>Pinus nigra</i> var. <i>corsicana</i>	CKie
<i>Pinus nigra</i> var. <i>austriaca</i>	SKie
<i>Pinus sylvestris</i>	Kie
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Dgl
<i>Thuja plicata</i>	Thu
<i>Tsuga heterophylla</i>	Tsu
Gruppe 2F: Zweitrangige Laubholzarten	Kürzel
<i>Alnus glutinosa</i>	SErl
<i>Betula pendula</i>	WBi
<i>Betula pubescens</i>	MBi
<i>Carpinus betulus</i>	Hbu
<i>Castanea sativa</i>	EKa
<i>Juglans nigra</i>	SNu
<i>Juglans regia</i>	WNU
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Ro
<i>Sorbus torminalis</i>	Els
<i>Tilia cordata</i>	WLi
<i>Tilia platyphyllos</i>	SLi
Gruppe 3F: Begleitende Laubholzarten	Kürzel
<i>Acer campestre</i>	FAh
<i>Malus sylvestris</i>	Apf
<i>Populus canescens</i>	GPa
<i>Populus tremula</i>	Asp
<i>Pyrus pyraeaster</i>	Birn
<i>Salix alba</i>	SWei
<i>Sorbus aucuparia</i>	Vbe

- Die Eignung einer Baumart für bestimmte Standortsbedingungen wird in den Baumartentabellen unter drei verschiedenen Formen dargestellt. Eine vierte "Darstellungsform" ist das Fehlen einer Baumart in der Tabelle: fehlt das Kürzel einer Baumart, so ist dies gleichzustellen mit ihrer Nicht-Eignung für die jeweiligen Standortsbedingungen (Nährstoff- und Wasserversorgung). Form und Bedeutung der in den Baumartentabellen benutzten Symbole sind in **Tabelle 8** beschrieben.

**Tabelle 8 :** Form der benutzten Symbole zum Hinweis auf die erforderliche (minimale) Standortseignung der ausgewiesenen Baumarten in den luxemburgischen Baumartentabellen, je nach forstlicher Zielsetzung

<b>Forstliche Haupt-Zielsetzung</b>	<b>Eignung der Baumart für die jeweiligen Standortverhältnisse</b>	<b>Form der Darstellung</b>
Optimale Produktion von Wertholz	Sehr gut bis gut	Fettdruck / Grün
Artenvielfalt im Bestand	Zufriedenstellend (Beschränkter Ertrag)	Normaldruck / Orange
Vorrangig ökologische Ausrichtung	Ökologisch angepasst *	Kursiv / Gelb
	Generell ungeeignet	Symbol der Baumart abwesend

\*: Die Möglichkeit der Naturverjüngung und langfristiges Überleben der Baumart müssen gesichert sein

- Diese differenzierte Darstellung der Baumarteneignung für einen Standort zielt darauf ab, der Forsteinrichtung die benötigten Informationen zu liefern, ohne aber deren Entscheidungen in Sachen forstlicher Zielsetzung vorzugreifen.
- Für jede Wuchsregion wurde der Baumartentabelle 3F (begleitende Laubholzarten) eine Liste der ökologisch angepassten Straucharten beigefügt.

**Übersicht 5 : Baumartendiagramm. Wuchsregion Zentrales Gutland. Wuchsbezirke: 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 und 14.**

**Tabelle 1R: Nadelhölzer**

	-2	-1	0	1	2	3
-4						
-4RHA						
-3						
-3RHA						
-2		Thu	Thu Kie	Thu Kie	Thu Kie	Kie
-2RHA		Thu	Thu Kie	Thu Kie	Thu Kie	Kie
-1	SKie	XLä JLä Dgl Thu SKie	ELä XLä JLä Dgl Tsu Thu CKie SKie Kie	ELä XLä JLä Fi Dgl Tsu Thu CKie SKie Kie	ELä XLä JLä Fi Dgl Tsu Thu CKie Kie	ELä Fi Kie
-1RHA	SKie	XLä JLä Dgl Thu SKie	ELä XLä JLä Dgl Tsu Thu CKie SKie Kie	ELä XLä JLä Fi Dgl Tsu Thu CKie SKie Kie	ELä XLä JLä Fi Dgl Tsu Thu CKie Kie	ELä Fi Kie
0	SKie	XLä JLä Dgl Thu SKie	ELä XLä JLä Dgl Tsu Thu CKie SKie Kie	ELä XLä JLä Fi Dgl Tsu Thu CKie SKie Kie	ELä XLä JLä Fi Dgl Tsu Thu CKie Kie	ELä Fi Kie
1	SKie	XLä JLä Dgl Thu SKie	ELä XLä JLä Dgl Tsu Thu CKie SKie Kie	ELä XLä JLä Fi Dgl Tsu Thu CKie SKie Kie	ELä XLä JLä Fi Dgl Tsu Thu CKie Kie	ELä Fi Kie
2	SKie	XLä JLä Dgl Thu SKie	ELä XLä JLä Dgl Tsu Thu CKie SKie Kie	ELä XLä JLä Fi Dgl Tsu Thu CKie SKie Kie	ELä XLä JLä Fi Dgl Tsu Thu CKie Kie	ELä Fi Kie
3	SKie	XLä JLä Dgl SKie	ELä XLä JLä Dgl CKie SKie Kie	ELä XLä JLä Fi Dgl CKie SKie Kie	ELä XLä JLä Fi Dgl CKie Kie	ELä Fi Kie
4	SKie	XLä SKie	ELä XLä CKie SKie Kie	ELä XLä CKie SKie Kie	ELä XLä CKie Kie	ELä Kie
5	SKie	SKie	ELä CKie SKie Kie	ELä CKie SKie Kie	ELä CKie Kie	ELä Kie
6						

Optimale Wertholz-Produktion    Eingeschränkte Produktion    Ökologisch kompatibel    Ungeeignet (leere Kästen)

Keine Ausdehnung auf ihre ökologische Amplitude bei den Nadelhölzer, ausser für die Europäische Lärche

Tabelle 1F: Laubholzarten erster Ordnung

	-2	-1	0	1	2	3
-4						
-4RHA	SEi	SEi	SEi	SEi	SEi	SEi
-3	Bu Es SEi TEi	Bu Es SEi TEi	Bu Es SEi TEi	Bu SEi TEi	SEi TEi	SEi TEi
-3RHA	Bu Es SEi TEi	Bu Es SEi TEi	Bu Es SEi TEi	Bu SEi TEi	SEi TEi	SEi TEi
-2	BAh Bu Es EPa IPa SEi TEi	BAh Bu Es EPa IPa TPa REi SEi TEi	BAh Bu Es EPa IPa TPa REi SEi TEi	BAh Bu Es EPa IPa TPa REi SEi TEi	BAh Bu Es REi SEi TEi	Bu SEi TEi
-2RHA	BAh Bu Es EPa IPa SEi TEi	BAh Bu Es EPa IPa TPa REi SEi TEi	BAh Bu Es EPa IPa TPa REi SEi TEi	BAh Bu Es EPa IPa TPa REi SEi TEi	BAh Bu Es REi SEi TEi	Bu SEi TEi
-1	BAh Bu Es Kir EPa IPa SEi TEi	BAh Bu Es Kir EPa IPa TPa REi SEi TEi	BAh Bu Es Kir EPa IPa TPa REi SEi TEi	BAh Bu* Es Kir EPa IPa TPa REi SEi TEi	BAh Bu* Es Kir REi SEi TEi	Bu SEi TEi
-1RHA	BAh Bu Es Kir EPa IPa SEi TEi	BAh Bu Es Kir EPa IPa TPa REi SEi TEi	BAh Bu Es Kir EPa IPa TPa REi SEi TEi	BAh Bu* Es Kir EPa IPa TEi REi SEi TEi	BAh Bu* Es Kir REi SEi TEi	Bu SEi TEi
0	BAh Bu Es Kir EPa IPa SEi TEi	BAh Bu Es Kir EPa IPa TPa REi SEi TEi	BAh Bu Es Kir EPa IPa TPa REi SEi TEi	BAh Bu Es Kir EPa IPa TPa REi SEi TEi	BAh Bu Es Kir REi SEi TEi	Bu TEi
1	BAh Bu Es Kir EPa IPa SEi TEi	BAh Bu Es Kir EPa IPa TPa REi SEi TEi	BAh Bu Es Kir EPa IPa TPa REi SEi TEi	BAh Bu Es Kir EPa IPa TPa REi SEi TEi	BAh Bu Es Kir REi SEi TEi	Bu TEi
2	BAh Bu Es Kir SEi TEi	BAh Bu Es Kir REi SEi TEi	BAh Bu Es Kir REi SEi TEi	BAh Bu Es Kir REi SEi TEi	BAh Bu Es Kir REi SEi TEi	Bu TEi
3	BAh Bu Es Kir TEi	BAh Bu Es Kir REi TEi	BAh Bu Es Kir REi TEi	BAh Bu Es Kir REi TEi	BAh Bu Es Kir REi TEi	Bu TEi
4	BAh Bu Es Kir TEi	BAh Bu Es Kir REi TEi	BAh Bu Es Kir REi TEi	BAh Bu Es Kir REi TEi	BAh Bu Es Kir REi TEi	Bu TEi
5	Bu Es Kir TEi	Bu Es Kir REi TEi	Bu Es Kir REi TEi	Bu Es Kir REi TEi	Bu REi TEi	Bu TEi
6	Kir TEi	Kir TEi	Kir TEi	Kir TEi	TEi	TEi

Optimale Wertholz-Produktion    Eingeschränkte Produktion    Ökologisch kompatibel    Ungeeignet (leere Kästen)  
 Bu\*: ausser über mächtigen Lehm-Auflagen => Bu

Tabelle 2F: Zweitrangige Laubholzarten

	-2	-1	0	1	2	3
-4	SErl MBi	SErl MBi	SErl MBi	SErl MBi	SErl MBi	SErl MBi
-4RHA	SErl WBi MBi	SErl WBi MBi	SErl WBi MBi	SErl WBi MBi	SErl WBi MBi	SErl WBi MBi
-3	SErl WBi MBi	SErl WBi MBi	SErl WBi MBi	SErl WBi MBi	SErl WBi MBi	SErl WBi MBi
-3RHA	SErl WBi MBi Hbu	SErl WBi MBi Hbu	SErl WBi MBi Hbu	SErl WBi MBi Hbu	SErl WBi MBi Hbu	SErl WBi MBi
-2	SErl WBi MBi Hbu WLi SLi Els	SErl WBi MBi Hbu WLi SLi Els	SErl WBi MBi Hbu WLi SLi Els	SErl WBi MBi Hbu WLi Els	SErl WBi MBi Hbu WLi Els	SErl WBi MBi Els
-2RHA	SErl WBi MBi Hbu WLi SLi Els	SErl WBi MBi Hbu WLi SLi Els	SErl WBi MBi Hbu WLi SLi Els	SErl WBi MBi Hbu WLi Els	SErl WBi MBi Hbu WLi Els	SErl WBi MBi Els
-1	SErl WBi MBi Hbu WLi SLi Els WNU	SErl WBi MBi Hbu WLi SLi Els Eka SNU WNU Ro	SErl WBi MBi Hbu WLi SLi Els Eka SNU WNU Ro	SErl WBi MBi Hbu WLi Els Eka SNU Ro	SErl WBi MBi Hbu WLi Els Eka Ro	SErl WBi MBi Els Eka Ro
-1RHA	SErl WBi MBi Hbu WLi SLi Els WNU	SErl WBi MBi Hbu WLi SLi Els Eka SNU WNU Ro	SErl WBi MBi Hbu WLi SLi Els Eka SNU WNU Ro	SErl WBi MBi Hbu WLi Els Eka SNU Ro	SErl WBi MBi Hbu WLi Els Eka Ro	SErl WBi MBi Els Eka Ro
0	SErl WBi Hbu WLi SLi Els WNU	SErl WBi Hbu WLi SLi Els Eka SNU WNU Ro	SErl WBi Hbu WLi SLi Els Eka SNU WNU Ro	SErl WBi Hbu WLi Els Eka SNU Ro	SErl WBi Hbu WLi Els Eka Ro	SErl WBi Els Eka Ro
1	SErl WBi Hbu WLi SLi Els WNU	SErl WBi Hbu WLi SLi Els Eka SNU WNU Ro	SErl WBi Hbu WLi SLi Els Eka SNU WNU Ro	SErl WBi Hbu WLi Els Eka SNU Ro	SErl WBi Hbu WLi Els Eka Ro	SErl WBi Els Eka Ro
2	WBi Hbu WLi SLi Els WNU	WBi Hbu WLi SLi Els Eka SNU WNU Ro	WBi Hbu WLi SLi Els Eka SNU WNU Ro	WBi Hbu WLi Els Eka SNU Ro	WBi Hbu WLi Els Eka Ro	WBi Els Eka Ro
3	WBi Hbu WLi SLi Els WNU	WBi Hbu WLi SLi Els Eka SNU WNU Ro	WBi Hbu WLi SLi Els Eka SNU WNU Ro	WBi Hbu WLi Els Eka SNU Ro	WBi Hbu WLi Els Eka Ro	WBi Els Eka Ro
4	WBi Hbu WLi SLi Els WNU	WBi Hbu WLi SLi Els Eka SNU WNU Ro	WBi Hbu WLi SLi Els Eka SNU WNU Ro	WBi Hbu WLi Els Eka SNU Ro	WBi Hbu WLi Els Eka Ro	WBi Els Eka Ro
5	WBi Hbu WLi SLi Els	WBi Hbu WLi SLi Els	WBi Hbu WLi SLi Els	WBi Hbu WLi Els	WBi Hbu WLi Els	WBi Els
6	WBi Hbu WLi Els	WBi Hbu WLi Els	WBi Hbu WLi Els	WBi Hbu WLi Els	WBi Hbu WLi Els	WBi Els

Optimale Wertholz-Produktion

Eingeschränkte Produktion

Ökologisch kompatibel

Ungeeignet (leere Kasten)

**Tabelle 3F: Begleitende Laubholzarten**

	-2	-1	0	1	2	3
-4	Asp SWei Vbe	Asp SWei Vbe	Asp SWei Vbe	Asp SWei Vbe	Asp Vbe	Asp Vbe
-4RHA	Asp SWei Vbe	Asp SWei Vbe	Asp SWei Vbe	Asp SWei Vbe	Asp Vbe	Asp Vbe
-3	Asp SWei Vbe	Asp SWei Vbe	Asp SWei Vbe	Asp SWei Vbe	Asp Vbe	Asp Vbe
-3RHA	Asp SWei Vbe	Asp SWei Vbe	Asp SWei Vbe	Asp SWei Vbe	Asp Vbe	Asp Vbe
-2	FAh GPa Asp SWei Vbe	FAh Apf GPa Asp SWei Vbe	FAh Apf GPa Asp SWei Vbe	Apf GPa Asp SWei Vbe	Apf Asp Vbe	Asp Vbe
-2RHA	FAh GPa Asp SWei Vbe	FAh Apf GPa Asp SWei Vbe	FAh Apf GPa Asp SWei Vbe	Apf GPa Asp SWei Vbe	Apf Asp Vbe	Asp Vbe
-1	FAh GPa Asp Birn SWei Vbe	FAh Apf GPa Asp Birn SWei Vbe	FAh Apf GPa Asp Birn SWei Vbe	FAh Apf GPa Asp Birn SWei Vbe	Apf Asp Birn Vbe	Asp Vbe
-1RHA	FAh GPa Asp Birn SWei Vbe	FAh Apf GPa Asp Birn SWei Vbe	FAh Apf GPa Asp Birn SWei Vbe	FAh Apf GPa Asp Birn SWei Vbe	Apf Asp Birn Vbe	Asp Vbe
0	FAh GPa Asp Birn SWei Vbe	FAh Apf GPa Asp Birn SWei Vbe	FAh Apf GPa Asp Birn SWei Vbe	FAh Apf GPa Asp Birn SWei Vbe	Apf Asp Birn Vbe	Asp Vbe
1	FAh GPa Asp Birn SWei Vbe	FAh Apf GPa Asp Birn SWei Vbe	FAh Apf GPa Asp Birn SWei Vbe	FAh Apf GPa Asp Birn SWei Vbe	Apf Asp Birn Vbe	Asp Vbe
2	FAh GPa Asp Birn SWei Vbe	FAh Apf GPa Asp Birn SWei Vbe	FAh Apf GPa Asp Birn SWei Vbe	FAh Apf GPa Asp Birn SWei Vbe	Apf Asp Birn Vbe	Asp Vbe
3	FAh Asp Birn Vbe	FAh Apf Asp Birn Vbe	FAh Apf Asp Birn Vbe	FAh Apf Asp Birn Vbe	Apf Asp Birn Vbe	Asp Vbe
4	FAh Asp Birn Vbe	FAh Apf Asp Birn Vbe	FAh Apf Asp Birn Vbe	FAh Apf Asp Birn Vbe	Apf Asp Birn Vbe	Asp Vbe
5	FAh Asp Birn Vbe	FAh Apf Asp Birn Vbe	FAh Apf Asp Birn Vbe	FAh Apf Asp Birn Vbe	Apf Asp Birn Vbe	Asp Vbe
6	FAh Asp Vbe	FAh Asp Vbe	FAh Asp Vbe	FAh Asp Vbe	Asp Vbe	Asp Vbe

Optimale Wertholz-Produktion

Eingeschränkte Produktion

Ökologisch kompatibel

Ungeeignet (leere Kästen)

Angepasste Straucharten auf Mergel:

Schl, Wdo, Hro, (Lig), (WSch), Kdo, Rhe, RHr, Pfh, HaNu, GSch, SHol, Bro, Zwet, Joha, Him, TKir

Angepasste Straucharten auf Sandstein:

Schl, Wdo, Hro, RHoI, Fba, HaNu, GSch, SHol, Spa, BesG, Bro, Him

### 3. Anleitung zur Anwendung des Handbuchs zur Standortkartierung und Baumartenwahl in Luxemburg

Die allgemeine Vorgehensweise zur Baumartenwahl kann folgendermaßen zusammengefasst werden:

- 1: Feststellen der Wuchsregion und der entsprechenden 4 Baumartentabellen, aufgeteilt in 3 Tabellen für Laubholzarten (1F, 2F, 3F) und 1 Tabelle für Nadelhölzer (1R);
- 2: Zu jedem Standort: Aufnahme der erforderlichen Informationen (Topographie, Beurteilung des Bodens inkl. pH, Wasserhaushalt, ...). Die Anzahl der bodenkundlichen Stichprobenaufnahmen im Wald, deren Verteilung sowie die Herkunft, bzw. die Erfassung der Informationen, sind abhängig von der forstlichen Zielsetzung, der angestrebten Genauigkeit sowie der Heterogenität der Standortstypen. Im günstigsten Fall könnte man sich vorstellen, dass die meisten Informationen aus den bestehenden bodenkundlichen Karten entnommen werden könnten, mit Ausnahme der pH-Werte der Böden, welche in jedem Fall im Gelände erhoben werden müssen. Für die Belange der Forsteinrichtung im Maßstab 1:10'000 erscheint uns eine komplette Aufnahme im Gelände mit einer Aufnahmedichte von einer Aufnahme pro Hektar sinnvoll, vorausgesetzt diese werden laufend während der Begehung durch Probe-Bohrungen zur Überprüfung der Kontinuität der aufgenommenen Parameter ergänzt;
- 3: Auswahl des geeigneten Bestimmungsschlüssels zur Beurteilung der Wasserversorgung (mergelige oder nicht mangelige Böden) und Bestimmung der Wasserversorgungs-Stufe (-4 bis +6) anhand der erhobenen Informationen;
- 4: Bestimmung der Nährstoffversorgungs-Stufe (-2 bis +3) der Standorte anhand der dazu erforderlichen Informationen unter Anwendung des entsprechenden Bestimmungsschlüssels;
- 5: Für jeden Standort: geeignete Baumartenwahl in den verschiedenen, der Region entsprechenden Baumartentabellen, anhand der Kombination der unter Punkt 3 und 4 bestimmten Wasser- und Nährstoffversorgungs-Stufen;
- 6: Überprüfung der Kohärenz der so bestimmten Baumartenwahl unter Berücksichtigung von eventuellen klimatischen Risikofaktoren oder baumartenspezifischen Empfindlichkeiten, sowie von standortsabhängigen Kompensationsfaktoren (**Tabellen 9 und 10**);
- 7: Erstellung der Standortkarte durch Zusammenlegung von Bereichen mit identischer oder sehr ähnlicher Baumartenwahl. Abgrenzung besonders gefährdeter Areale in Bezug auf Risiken von Bodenverdichtung bzw. Bodenbeschädigung bei der Holzernte.

**Tabelle 9 :** Beispiele zu Empfindlichkeiten und klimatischen Risikofaktoren von einigen ausgewählten Baumarten

<b>Holzarten erster Ordnung</b>	<b>Physiologische Empfindlichkeiten und Risiken von Fehlentwicklungen in folgenden Situationen:</b>
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Spätfrost
<i>Fagus sylvatica</i>	Frostlage, Spätfrost, Trockenheit
<i>Fraxinus excelsior</i>	Höhenlage > 400m, Spätfrost, Trockenheit
<i>Populus euramericana</i> 'Ghoy', 'Gaver', 'Primo', 'Isières'	Höhenlage > 450m, Kalte Hänge, Spätfrost, Trockenheit
<i>Picea abies</i>	Warme Hänge, Höhenlage < 350m, Nassschnee, Spätfrost, Trockenheit

**Tabelle 10 :** Beispiele für standortgebundene Kompensationsfaktoren

<b>Holzarten erster Ordnung</b>	<b>Kompensationsmöglichkeiten in folgenden Situationen:</b>
<i>Abies grandis</i>	Zentrales Gutland, Minette und Minette-Vorland: Kalte Hänge und feuchte Böden
<i>Sorbus torminalis</i>	Täler des Oesling: Warme Hänge
<i>Tilia cordata</i>	Täler des Oesling: Warme Hänge
<i>Pyrus pyraeaster</i>	Täler des Oesling: Warme Hänge

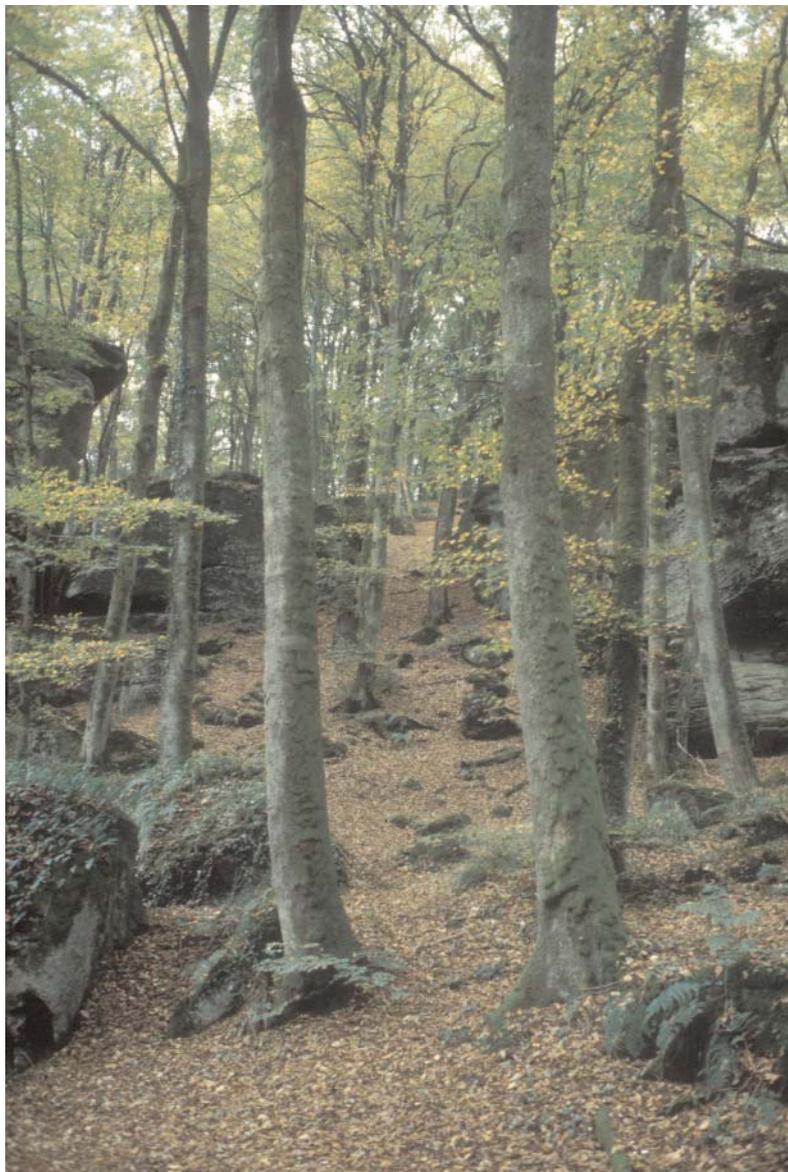
## 4. Anwendungsbeispiele des Handbuchs zur Standortkartierung und Baumartenwahl in Luxemburg

### 4.1 Erstes Beispiel

#### Lage, Baumbestand und Standort (Abbildung 1):

Lage in der Wuchsregion "Zentrales Gutland", Forststandort, Buchenreinbestand (Abbildung 1); unverwitterter (,a') sandig-lehmiger Boden (,S') mit mäßiger Mächtigkeit (40-80 cm) (,2'), gut entwässert (,b'), ausgebildet auf Ausgangsmaterial des Luxemburger Sandsteins (Bodentyp ,Sba2' der Bodenkarte); Lage im oberen Teil eines Hanges in warmer Lage; pH-Wert (H<sub>2</sub>O) = 4,1.

**Abbildung 1** : Buchenreinbestand auf Luxemburger Sandstein, in oberer Hanglage



© Mike Wagner

## Vorgehensweise zur geeigneten Baumartenwahl (Übersicht 6)

Das Ausgangsgestein ‚Luxemburger Sandstein‘ (Lias li2) bestimmt die Auswahl des Bestimmungsschlüssels ‚Wasserversorgung‘ für nicht mergelige Böden. Laut Informationen aus der Bodenkarte ergeben sich folgende Schritte im Bestimmungsschlüssel der *Wasserversorgungs-Stufe* (Übersichten 4, 6):

- Kein Pseudogley;
- Wasserversorgung ‚b‘;
- Textur ‚S‘;
- Tiefgründigkeit ‚2‘;
- Obere Hanglage: keine zusätzliche (seitliche) Wasserzufuhr

➤ **Wasserversorgungs-Stufe = ‚4‘**

*Bestimmungsschlüssel ‚Nährstoffversorgung‘:*

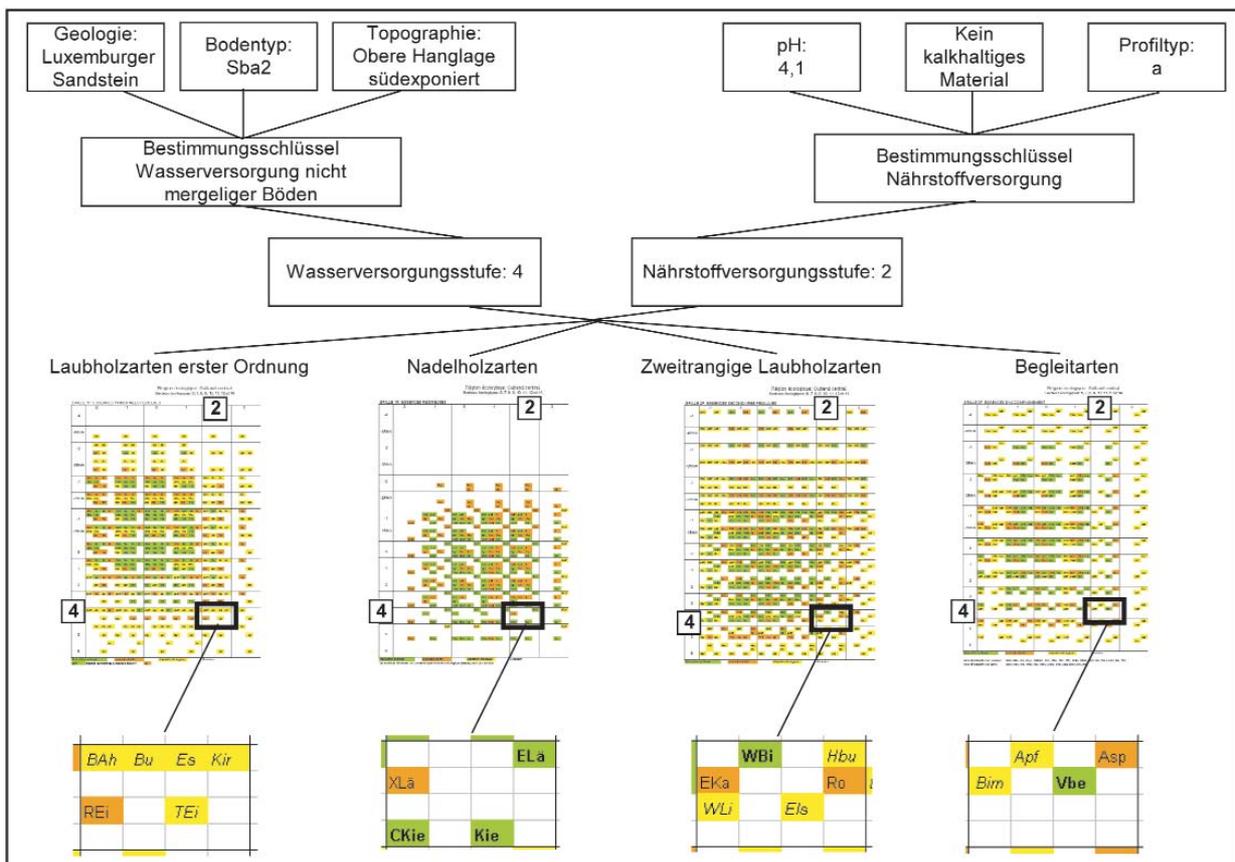
- nicht kalkhaltige Gesteine;
- Bodenprofil Typ ‚a‘;
- pH-Wert zwischen 3.8 und 4.2

➤ **Nährstoffversorgungs-Stufe = ‚2‘**

Baumartenwahl:

- Baumartentabelle 1F, 2F, 3F und 1R des Zentralen Gutlandes, Kombination *Wasserversorgungs-Stufe = ‚4‘* mit *Nährstoffversorgungs-Stufe = ‚2‘*

**Übersicht 6** : Vorgehensweise zur geeigneten Baumartenwahl, Beispiel 4.1.



Übersicht 6 illustriert die Schritte in den Bestimmungsschlüsseln und zeigt das Ergebnis der Baumartenwahl an der Schnittstelle von Wasserversorgungs-Stufe = ‚4‘ und Nährstoffversorgungs-Stufe = ‚2‘.

### **Kommentar und Kohärenzkontrolle :**

Der oben beschriebene, ziemlich trockene Standort erlaubt eine **optimale Produktion von Wertholz** für folgende Baumarten als Hauptbestand: Europäische Lärche, Kiefer (Föhre) und Korsische Schwarzkiefer, Weißbirke sowie Vogelbeere.

Die amerikanische Roteiche, Kastanie, Robinie und Aspe können, in geringen Beimischungen, zu einer **Diversifizierung** beitragen.

Sämtliche andere Baumarten (u.a. Buche, Traubeneiche, Hainbuche, Elsbeere, ..) der oben abgedruckten Tabelle sind **ökologisch den Standortbedingungen angepasst** und können ebenfalls eingesetzt werden, ohne jedoch ein hohes Produktionspotential zu erreichen.

Die Überprüfung anhand des Handbuchs zur Baumartenwahl bestätigt diese Einschätzung für sämtliche oben angeführten Baumarten.

### **4.2 Zweites Beispiel**

#### **Lage, Baumbestand und Standort (Abbildung 2):**

Lage in der Wuchsregion "Minette-Vorland", Plateau mit leichter Hangneigung; sehr flachgründiger (,3'), toniger (,E') und sehr stark vergleyter (,h') Boden über eisenhaltigem Blättermergel des mittleren Lias (Domerium) ('i') (Bodentyp iEhx3 der Boden-Karte); keine Reaktion der Feinerde auf HCl-Test, jedoch Präsenz der kalkhaltigen, nicht verwitterten Mergelschicht ab 35cm; pH-Wert (H<sub>2</sub>O) = 6,9. Aufnahmepunkt umgeben von einer dichten Krautschicht mit u.a. den Feuchtigkeitsanzeigern: *Deschampsia cespitosa*, *Cardamine pratensis*, *Circaea lutetiana*.

**Abbildung 2 :** Eichen-Hainbuchen-Mischwald in feuchter Lage



© Marc Wagner

## Vorgehensweise zur geeigneten Baumartenwahl (Übersicht 7)

Das Ausgangsgestein: tonig blättrige Mergel bestimmt die Auswahl des Bestimmungsschlüssels, 'Wasserversorgung' für mergelige Böden (Übersichten 3, 7). Es ergeben sich folgende Schritte im Bestimmungsschlüssel der *Wasserversorgungs-Stufe*:

- Präsenz einer nicht verwitterten Mergelschicht zwischen 25 und 50 cm Tiefe;
- Neutraler Sektor (Hangausrichtung);
- Textur ‚E‘ (Ton);
- Zahlreiche Feuchte-Zeiger in der Krautschicht;
- Flachlage: Wasserzufuhr null

➤ **Wasserversorgungs-Stufe = ‚-1RHA‘ (wechselnder Wasserstand der hydromorphen Böden)**  
(RHA: Régime hydrique alternatif)

Bestimmungsschlüssel ‚Nährstoffversorgung‘:

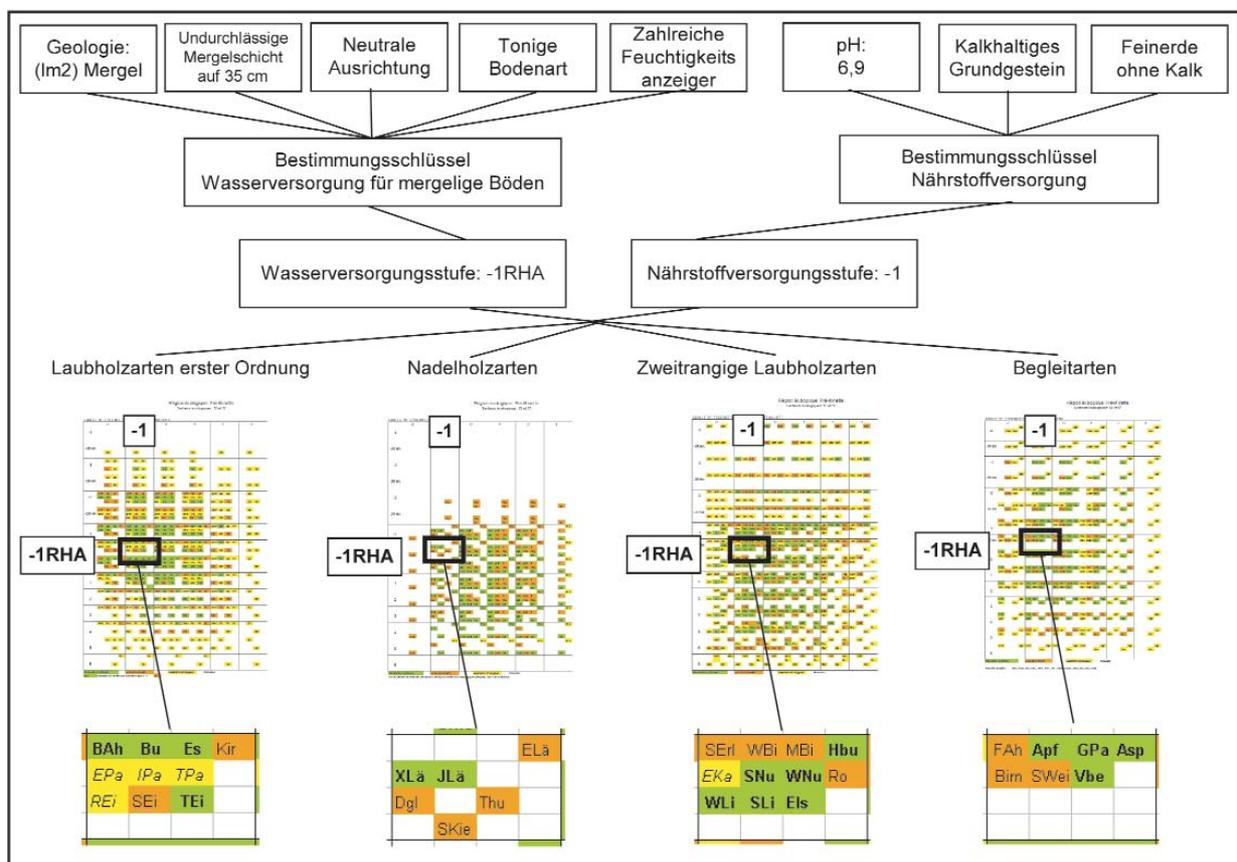
- Präsenz einer kalkhaltigen Mergelschicht in < 80cm Tiefe;
- Bodenprofil Typ ‚x‘ ;
- pH-Wert < 7.5;

➤ **Nährstoffversorgungs-Stufe = ‚-1‘**

Baumartenwahl:

- Baumartentabelle 1F, 2F, 3F und 1R der Wuchsregion "Minette-Vorland", Kombination Wasserversorgungs-Stufe = ‚-1RHA‘ mit Nährstoffversorgungs-Stufe = ‚-1‘

## Übersicht 7 : Vorgehensweise zur geeigneten Baumartenwahl, Beispiel 4.2.



Übersicht 7 dokumentiert die Schritte in den Bestimmungsschlüsseln und die geeignete Baumartenwahl an der Schnittstelle von Wasserversorgungs-Stufe = ‚-1RHA‘ und Nährstoffversorgungs-Stufe = ‚-1‘.

## **Kommentar und Kohärenzkontrolle :**

Der beschriebene Standort erlaubt eine **optimale Produktion von Wertholz** für mehrere Baumarten erster Ordnung als Hauptbestand: Traubeneiche, Buche, Esche, Berg-Ahorn, Kiefer, Lärche, sowie für folgende Baumarten zweiten Ranges: Hainbuche, Nussbaum, Linden, Elsbeere, Apfelbaum, Graupappel und Aspe, Vogelbeere. Die Überprüfung anhand des Handbuchs zur Baumartenwahl verweist jedoch auf eine erhebliche Empfindlichkeit folgender Baumarten gegenüber Bodenkompaktheit und Anaerobiose: Buche, Esche, Ahorn und Lärche. Eine gewisse Vorsicht ist also bei der Einbringung dieser Baumarten auf dem Standort geboten, Reinbestände aus den letztgenannten Baumarten sollten demnach vermieden werden.

Stieleiche, Kirschbaum, Douglasie, Birken, Robinie, Birnbaum und Feldahorn sowie Europäische Lärche, Douglasie und Thuja können in geringen Anteilen zu einer **Diversifizierung der Produktion** beitragen.

Sämtliche andere Baumarten (u.a. Pappeln, Roteiche, Kastanie, Salweide ...) der abgedruckten Baumartentabellen sind **ökologisch den Standortbedingungen angepasst** und können ebenfalls eingesetzt werden, ohne jedoch ein hohes Produktionspotential zu erreichen.

## **5. Schlussfolgerungen und Aussichten**

Das luxemburgische Handbuch zur forstlichen Standortkartierung und Baumartenwahl wurde aus einer bereits bestehenden Methode entwickelt, welche von der Luxemburger Forstverwaltung aufgrund ihres objektiven und evolutiven Charakters zurückbehalten wurde. Die Anpassung dieses bestehenden Modells an die Luxemburger Verhältnisse und an die nationalen forstlichen Zielsetzungen beruht nicht auf langen Untersuchungen, sondern im Wesentlichen auf den langjährigen Erfahrungen der Forsteinrichter und Forstleute vor Ort.

Diese Methode ermöglicht, anhand von wesentlichen, standortsgebundenen Parametern, eine präzise Beschreibung eines forstlichen Standortes und dessen objektive Beurteilung in Bezug auf Wasser- und Nährstoffversorgung. Diese mehrstufige Einschätzung ist langfristig gewährleistet und absolut unabhängig von sozioökonomischen Bedingungen. Dagegen kann die in den entsprechenden Baumartentabellen vorgeschlagene Auswahl von regional und lokal geeigneten Baumarten jederzeit und für jeden Standort (zum Beispiel im Rahmen einer Forsteinrichtung) an eine forstliche Zielsetzung oder eine bestimmte Funktion eines Waldes angepasst werden: Produktion von Wertholz, Naturschutz, Erholung, multifunktionelle Waldwirtschaft, ...

Auch im Nachhinein gewünschte Anpassungen von bereits bestehenden Standortkartierungen stellen seit der Verfügbarkeit von leistungsfähigen Geographischen Informationssystemen (GIS) kein größeres Problem dar (Devillez & al. 1992; Lejeune, 1995; Claessens & al. 2002).

Das Nutzen bestehender Karten (Geologie, Klima, Boden) für das automatisierte Erstellen von forstlichen Standortkarten mit Hilfe von GIS beinhaltet neben unbestreitbaren Vorteilen auch einige Nachteile und Probleme. Auch wenn die Grundinformation besteht, ist damit noch nicht sichergestellt, dass diese auch in der für die Zwecke der Standortkartierung brauchbaren Form erstellt bzw. dargestellt ist.

Im Fall der Mergelböden, insbesondere der Keuperschichten, erlauben die üblichen bodenkundlichen Kodifizierungen aus der Bodenkarte keine gesicherte Aussage über die Bodenstruktur, die Wurzelbildung, die Wasserzirkulation, sowie die für die Vegetation verfügbaren Wasserreserven des Bodens. Deshalb wurde insbesondere für diese Standorte, die einen recht großen Teil des Luxemburger Waldes betreffen, ein neuer Bestimmungsschlüssel zur Beurteilung der Wasserversorgung entwickelt, aufbauend auf ökologischen Parametern, deren Diagnose für diese Bodentypen zuverlässiger ist als die Beobachtung und Einschätzung von Pseudogley-Flecken.

Man muss sich jedoch bewusst sein, dass aufgrund der großen Vielfalt und funktionellen Komplexität dieser Bodentypen weiterhin gewisse Unsicherheiten bei der Bodenansprache bestehen bleiben werden, so dass künftige Aufarbeitungen und Ergänzungen der Kartierungsmethoden nicht ausbleiben werden, dies auch in Anbetracht der Weiterentwicklung unseres wissenschaftlichen Kenntnisstandes (de Tillesse & Devillez, 1997).

Die hier vorgestellte Methode hat sich, obwohl anfangs mit einigen Schwächen behaftet, mittlerweile als zuverlässig und wirksam erwiesen. Sie wird es dem Forsteinrichter ermöglichen, die forstlichen Flächen in ihrem gesamtökologischen Kontext besser einzuschätzen und ihm so die Gelegenheit geben, sinnvolle und akkurat ausgerichtete forstliche Optionen zu treffen, entsprechend den Zielsetzungen der nationalen Forstpolitik.

Die erstellten Standortskarten verweisen zusätzlich auf die Risiken von schwerwiegenden Bodenverdichtungen und Schäden und somit auf die mögliche Gefahren und Konsequenzen für das Wachstum und die Gesundheit der jeweiligen Waldbestände. Dies ist vor allem da wichtig wo die Bewirtschaftung nicht mit der notwendigen Rücksicht auf den Erhalt der geringen Wasserreserven dieser Bodensysteme erfolgt. In dieser Optik sollten hier solche Baumarten den Vorzug erhalten, die mit ihren tiefgründigen Wurzelsystemen die in tiefere Bodenschichten verlagerten Nährstoffe aufnehmen können, sowie zweitrangige Baumarten welche die Fähigkeit besitzen, Nährstoffreserven, die den Hauptbaumarten unzugänglich sind, zu mobilisieren und somit wieder in den ökosystemaren Kreislauf einzubringen (Weissen & Michaux, 1997).

## **6. Danksagung**

Unser spezieller Dank geht an die Herren Puraye und Schaack von der Abteilung Bodenkunde der Ackerbauverwaltung für ihre gesamte Hilfeleistung und ihren wertvollen Beitrag bei den Geländeaufnahmen.

## 7. Literaturverzeichnis

AEF (Administration des Eaux et Forêts) (1995): Eléments de politique forestière. Administration des Eaux et Forêts, Ministère de l'Environnement, Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture et du Développement Rural, Grand-Duché de Luxembourg, 99 S.

AEF (LIES, E.) (1994): Die Forstwirtschaft in Luxemburg - Holznutzung, Erholung und Naturschutz spielen gleichermaßen eine bedeutende Rolle. Holz Zentralblatt Stuttgart, Nr 126, Oktober 1994.

AEF (LIES, E.) (1999): La gestion durable de la forêt au Grand-Duché de Luxembourg. Veröffentlichung der Administration des Eaux et Forêts, Luxembourg.

ASTA (Administration des Services Techniques de l'Agriculture): Cartes des sols du Grand-Duché de Luxembourg, échelle 1:25.000, sur 13 feuilles. Ministère de l'Agriculture, du Remembrement Rural et de la Viticulture du Grand-Duché de Luxembourg.

Avril, P. (1987): La légende de la carte des sols de Belgique. Science du Sol. Faculté des Sciences Agronomiques. B-5030 Gembloux, 26 S.

Braun-Blanquet, J. (1964): Pflanzensoziologie. 3. Aufl. 865 S. Wien, New York (Springer).

Claessens H.; Lejeune P.; Cuvelier M.; Dierstein A.; Rondeux J. (2002): Mise au point d'un modèle cartographique pour la description des stations forestières en Ardenne belge.- Agron. Soc. Environ. 6 (4), 209-220.

Tillesse, M. de; Devillez F. (1997): Concours de la phytosociologie à la cartographie de l'aptitude stationnelle de sols forestiers. Silva Belgica 104 (1), 29-34.

Devillez, F.; Quevy, B.; Andre, P. (1992): Applications de la cartographie assistée par ordinateur: les aptitudes des sols forestiers en Fagne occidentale de Chimay. Silva Belgica, 99 (1), 23-30.

Devillez, F.; Weissen, F. (1986): Eléments de base pour un développement forestier intégré. La définition des aptitudes des stations forestières. Actes coll. A.V.E., novembre 1985, B- 348, Louvain-la-Neuve.

EFOR (Studienbüro EFOR ingénieurs-conseils) (1994): Naturräumliche Gliederung Luxemburgs - Wuchsgebiete und Wuchsbezirke Luxemburgs (Biogeoklimatische Karte), Ministère de l'Environnement et Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture et du Développement Rural du Luxembourg, 65 S.

EFOR (1996a): Aptitude stationnelle, forêt communale de Mersch. Rapport à l'Administration des Eaux et Forêts, Service de l'Aménagement des Bois, 69 S.

EFOR (1996 b): Aptitude stationnelle, forêt communale d'Ettelbrück. Rapport à l'Administration des Eaux et Forêts, Service de l'Aménagement des Bois, 58 S.

EFOR (1997): Aptitude stationnelle, forêt communale de Medernach. Administration des Eaux et Forêts, Service de l'Aménagement des Bois, 57 S.

EFOR; Weissen, F. (1992): Aptitude stationnelle, forêt domaniale du Grunewald - Rapport à l'Administration des Eaux et Forêts, Service de l'Aménagement des Bois, 25 S.

EFOR; Weissen, F. (1998): Expertise à la réalisation des Grilles de Choix d'essences Forestières pour les secteurs écologiques au Luxembourg. - Rapport à l'Administration des Eaux et Forêts, Service de l'Aménagement des Bois, 29 S. (nicht veröffentlicht).

EFOR; Weissen, F. (1999): Etude du comportement et choix des essences forestières sur sols du Keuper. Administration des Eaux et Forêts, Service de l'Aménagement des Bois, 39 S. (nicht veröffentlicht).

EFOR; Puraye A. (1997): Comparaison des sigles pédologique belge et Luxembourgeois, 1 S. (nicht veröffentlicht).

- Galoux A. (1967): Les territoires écologiques, Analyse, description et classification. *Lejeunia*, N.5, n°41, 20S., 1 Karte.
- Green R.N.; Courtin, P.J.; Klinka, K.; Slaco, R.J.; Ray, C.A. (1986): Site diagnosis, tree species selection, and slashburning guidelines for the Vancouver forest region. *Land Management Handbook*, number 8 - Province of British Columbia, Ministry of Forestry, 143 S.
- Laurent, C. (1997): Etat sanitaire des forêts en Europe et en Wallonie. Actes des colloques "Santé et Biodiversité en forêt wallonne". Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement, B-5100 Namur, travaux n° 20, 9-18.
- Lejeune, P. (1995): Cartes des sols de Belgique et SIG : un traitement préalable visant à la concordance géométrique. *Bulletin de la Recherche Agronomique de Gembloux* 30, 239-251.
- Levy, G.; Lefevre Y. (2001): La forêt et sa culture sur sol à nappe temporaire. *Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et Forêts*, 223 S.
- Lucius, M. (1948): *Geologie Luxemburgs, Das Gutland. Band VI: Erläuterungen zu der geologischen Spezialkarte Luxemburgs.* Ministère des Travaux Publics du Grand-Duché de Luxembourg, Service Géologique. *Veröffentlichungen des Luxemburger geologischen Dienstes*, 408 S.
- Neven, C. et al. (1996): Le fichier écologique des essences. Volume 3. - Ministère de la Région Wallonie (Belgique), Division de la Nature et des Forêts. Service Documentation-Communication de la Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement (DGRNE). *Sammelordner, nicht paginiert.*
- Onclincx, F.; Tanghe, M.; Galoux, A.; Weissen, F. (1987): La carte des territoires écologiques de la Wallonie. *Revue Belge de Géographie* 111(1-2), 53-59.
- Thill, A.; Dethioux, M.; Delecour, F. (1988): Typologie et potentialités forestières des hêtraies naturelles de l'Ardenne centrale. Centre de Recherche et de Promotion Forestière (IRSIA), Faculté des Sciences Agronomiques B-5800 Gembloux, 135 S.
- Weissen, F. et al. (1991): Le fichier écologique des essences, Volumes 1 et 2. Ministère de la Région Wallonie (Belgique), Service Documentation-Communication de la Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement (DGRNE), Division Nature et Forêts, B-5100 Namur.
- Weissen, F.; Bronchart, L.; Piret A. (1994): Guide de boisement des stations forestières de Wallonie. Ministère de la Région Wallonie (Belgique), Service Documentation-Communication de la Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement (DGRNE), Division Nature et Forêts, B-5100 Namur.
- Weissen, F. (1995): Sur le chemin d'une sylviculture toujours plus respectueuse de l'environnement. *Association Française des Eaux et Forêts*, Nancy 5, 36-41 .
- Weissen, F.; Michaux, Ch. (1997): Complémentarité nutritionnelle des essences, un facteur de stabilisation d'écosystèmes forestiers. Actes des colloques "Santé et Biodiversité en forêt wallonne". Ministère de la Région Wallonie (Belgique), Service Documentation-Communication de la Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement (DGRNE), DGRNE, B-5100 Namur. *Travaux n°20*, 253-264.

## **8. Anschrift der Autoren**

- Administration des Eaux et Forêts, Service de l'Aménagement des Bois et de l'Economie Forestière, 16, rue Eugène Ruppert - L2453 Luxembourg - marc.wagner@ef.etat.lu - <http://www.mev.etat.lu>
- EFOR ingénieurs-conseils - 7 rue Renert - L-2422 Luxembourg - efor@pt.lu - [www.efor.lu](http://www.efor.lu)
- Weissen Frantz - Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux, Unité des Sciences du Sol et de la Terre - 27, Avenue Maréchal Juin - B-5030 Gembloux (Belgique)

## Zusammenfassung

### Standortskartierung im Grossherzogtum Luxemburg, Grundlage für eine nachhaltige Forsteinrichtung

Anfang der neunziger Jahre, angesichts mehrerer schwerer Stürme, unternahm die Forstverwaltung eine Neuausrichtung der forstlichen Standortskunde. Dabei orientierte sie sich an einem Verfahren der Standortskartierung, das in der benachbarten Region Wallonien entwickelt wurde und deren süd-östlicher Teil vergleichbare klimatische, geologische und bodenkundliche Verhältnisse aufweist. Das ausgewählte Verfahren beruht auf einer Synthese des aktuellen Kenntnisstandes über die Beziehung zwischen den ökologischen Ansprüchen der Baumarten einerseits und andererseits den vor Ort anzutreffenden Standortbedingungen, unter Berücksichtigung des naturräumlichen und forstpolitischen Umfeldes. Die Nährstoffversorgung des Bodens und der Wasserhaushalt der Station werden mit Hilfe von zwei Bestimmungsschlüsseln bewertet und bilden die Eingangsparameter in eine zweidimensionale Baumartentabelle, die für jedes Wuchsgebiet erstellt wurde und eine Auswahl von geeigneten Baumarten vorschlägt.

Tests, die bei Gelegenheit von mehreren Standortskartierungen in den luxemburgischen Wäldern durchgeführt wurden, haben die Anwendbarkeit dieser Methode und des belgischen Bestimmungsschlüssels zur Nährstoffversorgung auf die luxemburgischen Standortverhältnisse gezeigt. Dagegen bestätigte sich die Unzulänglichkeit des ursprünglichen Bestimmungsschlüssels zur Wasserversorgung auf den schweren Mergelböden Luxemburgs, vor allem wegen der schwierigen Interpretation der Verfärbungen (Pseudogley) in diesem Substrattyp. Hinzu kam, dass die Forstverwaltung Luxemburgs den Anwendungsbereich der Standortskartierung auf Baumarten zweiter Ordnung ausdehnen wollte, sowie eine Differenzierung der Standortanpassung der verschiedenen Baumarten nach verschiedenen forstlichen Optionen anstrebte: produktionsorientierte Forstwirtschaft, naturnaher Waldbau und Waldbau mit schwerpunktmässig ökologischer Ausrichtung.

Um diesen Anforderungen bestmöglichst zu entsprechen, wurden zusätzliche bodenkundliche Untersuchungen auf den Mergelböden der Keuperschichten (Trias) im Süden Luxemburgs vorgenommen. Die Auswertung dieser Untersuchungen ergab, dass die Tiefe ab der die kompakte, nicht verwitterte Mergelschicht auftritt, der wichtigste und ausschlaggebende Parameter ist, da sie mit ihrer sehr ausgeprägten Kompaktheit ein schweres Hindernis für das Wurzelwachstum sowie die Wasserzirkulation darstellt. Dieses Merkmal der kompakten, unverwitterten Mergelschichten, welches man mit Hilfe des Bodenbohrers leicht ausmachen kann, wurde alsdann in das Modell eingebaut. Somit entstand ein neuer, überarbeiteter und auf luxemburger Bodenverhältnisse angepasster Bestimmungsschlüssel zur Beurteilung der Wasserversorgung.

Die Nutzung der Bestimmungsschlüssel sowie die Anwendung des Handbuchs zur Standortskartierung und Baumartenwahl in Luxemburg wird anhand von praktischen Fallbeispielen erklärt.

Obwohl anfangs mit einigen Schwächen behaftet, hat sich die vorgestellte Methode mittlerweile als zuverlässig und wirksam erwiesen. Sie wird es dem Forsteinrichter ermöglichen, die forstlichen Flächen in ihrem gesamtökologischen Kontext besser einzuschätzen und sinnvolle und akkurat ausgerichtete forstliche Entscheidungen zu treffen, entsprechend der Zielsetzungen der nationalen Forstpolitik, sowie die erforderliche Rücksicht auf die Sensibilität (Bodenverdichtung, Schäden) der Standorte zu nehmen.

## Abstract

### **Mapping soil suitability and identification of adapted tree choice in the forests of the Grand-Duchy of Luxembourg. - A basic instrument for sustainable forest management -**

In the earlier '90, the National Forest Administration of Luxembourg planned to modify her instrument for determination of soil suitability and to make a choice of adapted forest tree species for the territory of the Grand-Duchy. A former method established in the adjacent Walloon region (Belgium) was chosen as a basic input. The Walloon region has similar conditions regarding climate, geology and soils. This basic method makes a synthesis of existing knowledge about relationships between ecological requirements of major forest tree species and natural station conditions, considering different ecological regions in a given forestry context. Chemical soil fertility and water supplying are evaluated with either trophic or hydrous identification keys and constitute main input parameters to access regional tables allowing choice of adapted forest trees.

Experimental tests made in some of Luxembourg's forests concluded in a possible transposition of Belgian trophic identification key to the local model. At the opposite, these tests confirmed the partial inadaptation of Belgian hydrous identification key especially for marlic soil types in Luxembourg, due to serious difficulties concerning identification or interpretation of pseudo-gley in this specific type of soil. In addition, the Forest Administration wanted to adapt and complete the Belgian afforestation guide in order to extend Luxembourg's version to forest tree species of secondary order and to give possibility to make a suitability evaluation of forest stations with regard to various forestry options: optimal wood production, near-to-nature forestry, silviculture focused on ecological purpose.

In response to these objectives, a campaign of complementary field recognition was realized on marl substrata across southern parts of the country. An extensive analysis on gathered information revealed the depth of appearance of the non altered marl substratum to be a significant and discriminating factor, as it enables development of the roots and water circulation in the soil due to its huge compactness. These characteristics of non altered marls, easy to detect by soil sampling, has thus been integrated in the new model so to create, by empiric means, a newly designed hydrous identification key adapted to the conditions of Luxembourg's territory.

The use of these newly built identification keys and tree species tables is illustrated by some practical examples.

In spite of some imperfections of youth, the proposed method appears to be quite effective. It should give possibility to forest administrators to make a better choice of forest lands that are suitable to achieve various forest objectives defined by national policy as well as to adapt forestry management with regards to soil conditions and sensibility of forest stations.

*Translated by the authors.*

## Résumé

### **Carte des aptitudes stationnelles de la forêt au Grand-Duché de Luxembourg - Base d'un aménagement pour un développement forestier durable -**

Au début des années 90', l'Administration forestière luxembourgeoise souhaite modifier son outil d'aptitude stationnelle. Pour ce faire, elle s'oriente vers une méthode développée dans la région qui est située dans la continuité climatique, géologique et pédologique du Luxembourg : la Région Wallonne. Cette méthode fait la synthèse des connaissances actuelles sur la relation qui, dans une région écologique et un contexte sylvicole donnés, unit l'essence et ses exigences aux conditions offertes par le milieu stationnel. La richesse chimique et le niveau d'approvisionnement en eau du sol, évalués au travers de clés d'identification respectivement trophique et hydrique, servent de paramètres d'entrée dans des tableaux établis pour chaque secteur écologique.

Quelques tests réalisés dans les forêts du Gutland ont permis de transposer la clef trophique belge au modèle luxembourgeois. Par contre, l'inadaptation de la clef hydrique belge sur les sols marneux du Grand-Duché est largement confirmée notamment en raison des difficultés de reconnaissance et d'interprétation du pseudogley dans ce type de sol. Par ailleurs, l'Administration des Eaux et Forêts souhaite adapter et étoffer le guide de boisement, notamment par extension des grilles aux essences secondaires et par évaluation de l'aptitude dans des optiques sylvicoles multiples : production, sylviculture proche de la nature, sylviculture à vocation écologique.

Pour répondre à ces considérations, une campagne de récolte d'informations complémentaires est effectuée sur les assises marneuses du pays. A l'examen des données récoltées, la profondeur d'apparition de la marne non-altérée qui, par sa compacité, entrave l'enracinement et la circulation de l'eau dans le sol, paraît être un facteur discriminant significatif. Cette caractéristique des marnes non-altérées, facilement discernable à la sonde, a été intégrée pour créer, empiriquement, une nouvelle clé hydrique adaptée au territoire luxembourgeois.

L'utilisation des clés d'identification et des grilles de choix des essences est illustrée à l'aide d'exemples concrets.

Malgré quelques imperfections de jeunesse, la méthode proposée paraît efficace. Elle permettra à l'aménagiste d'apprécier les surfaces forestières plus particulièrement aptes à satisfaire l'un ou l'autre objectif défini par la politique forestière nationale et d'adapter sa sylviculture en fonction de la fragilité de la station.

*Traduit par les auteurs.*