Masterarbeit

# Biotoptypenbasierte Gehölzansaaten auf Straßenböschungen

## Vor- und Nachteile möglicher Evaluierungsmethoden

***Biotope type based grove seeding on road embankments***

*Pros and Cons of possible evaluation methods*

Roland Hennig

29.09.2013

**Bearbeitung:** Roland Andre Hennig (B.Sc.)

**Betreuung:** Dr. Anne Werpup

Prof. Dr. Eva Hacker

Institut für Umweltplanung

Leibniz Universität Hannover

Hannover, 01.05.2013 – 01.10.2013

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis ..... 1
Tabellenverzeichnis ..... 3
Zusammenfassung ..... 5
Abstract ..... 6
1 Hintergrund ..... 7
1.1 Stand der Forschung ..... 7
1.2 Anlass ..... 11
1.3 Zielsetzung ..... 12
2 Methodik ..... 13
2.1 Abgrenzung des Untersuchungsrahmens ..... 13
2.2 Vegetationserfassung nach Braun-Blanquet ..... 13
2.3 Vegetationserfassung durch Parzellen-Sämlings-Zählung ..... 15
2.4 Stärken-Schwächen-Analyse ..... 16
3 Ergebnisse ..... 21
3.1 Bernser Landwehr ..... 21
3.1.1 Vegetationsaufnahme nach Braun-Blanquet ..... 24
3.1.2 Vegetationsaufnahme durch Parzellen-Sämlings-Zählung ..... 26
3.2 Heidkopftunnel ..... 28
3.2.1 Vegetationsaufnahme nach Braun-Blanquet ..... 33
3.2.2 Vegetationsaufnahme durch Parzellen-Sämlings-Zählung ..... 37
3.3 Pforzheim / Wurmberg ..... 41
3.3.1 Vegetationsaufnahme nach Braun-Blanquet ..... 46
3.3.2 Vegetationsaufnahme durch Parzellen-Sämlings-Zählung ..... 50
4 Diskussion ..... 55
4.1 Bewertung der exemplarischen Gehölzansaaten ..... 55
4.1.1 Bernser Landwehr ..... 55
4.1.2 Heidkopftunnel ..... 60
4.1.3 Pforzheim / Wurmberg ..... 66
4.2 Vergleich der Evaluierungsmethoden mittels Stärken-Schwächen-Analyse ..... 72
4.3 Methodenkritik ..... 79
5 Fazit und Ausblick ..... 81
Quellenverzeichnis ..... 83
Danksagung & Erklärung ..... 87

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anspritzbegrünung auf einer Böschung mit Hilfe eines Hydroseeders (Bender 2013: www) ... 8
Abbildung 2: Deckungsgrad und Artmächtigkeit (GEHLKER 1976) ... 14
Abbildung 3: Beispiel einer abgesteckten Parzelle (eigene Aufnahme) ... 15
Abbildung 4: Standort ... 21
Abbildung 5: Böschungsabschnitt an der Bernser Landwehr (eigene Aufnahme) ... 21
Abbildung 6: Begrünte Fläche nördlich der A2 (rot markiert) (verändert nach Google 2013: www) ... 21
Abbildung 7: Ausschnitt der Bodenübersichtskarte 1:50.000 des LBEG (2013: www) ... 22
Abbildung 8: Arten der Ansaatmischung (Wikimedia 2013: www) ... 23
Abbildung 9: Parzelle auf der Böschung (eigene Aufnahme) ... 26
Abbildung 11: Böschungsabschnitt am Tunneleingang (eigene Aufnahme) ... 28
Abbildung 10: Standort ... 28
Abbildung 12: Begrünte Böschung südwestlich des Heidkopftunnels (rot markiert) (verändert nach Google 2013: www) ... 29
Abbildung 13: Ausschnitt der Bodenübersichtskarte 1:50.000 des LBEG (2013: www) ... 30
Abbildung 14: Ausschnitt der Bodenlandschaftskarte 1:500.000 des LBEG (2013: www) ... 30
Abbildung 15: Arten der Ansaatmischung (Wikimedia 2013: www) ... 32
Abbildung 16: Blick auf den oberen Teil der Böschung (eigene Aufnahme) ... 33
Abbildung 17: Blick auf den unteren Teil der Böschung (eigene Aufnahme) ... 34
Abbildung 18: *Pyrus communis* (eigene Aufnahme) ... 35
Abbildung 19: Parzelle auf der Böschung (eigene Aufnahme) ... 37
Abbildung 20: Junges Exemplar von *Carpinus betulus* (eigene Aufnahme) ... 37
Abbildung 21: Gehölze innerhalb von Parzelle 1 (eigene Aufnahme) ... 38
Abbildung 22: Blick auf Parzelle 2 (eigene Aufnahme) ... 39
Abbildung 23: Artenverteilung der in Parzelle 2 erfassten Gehölzarten ... 40
Abbildung 24: Standort ... 41
Abbildung 25: Böschungsabschnitt an der A8 Pforzheim / Wurmberg (eigene Aufnahme) ... 41
Abbildung 26: Begrünte Fläche südwestlich der A8 (rot markiert) (verändert nach Google 2013: www) ... 42
Abbildung 27: Ausschnitt der Geologischen Karte 1:80.000 des LGRB (2013: www) ... 43
Abbildung 28: Arten der Ansaatmischung (Wikimedia 2013: www) ... 45
Abbildung 29: Blick auf den oberen Bereich der Böschung mit Anpflanzungen (eigene Aufnahme) ... 47
Abbildung 30: *Acer pseudoplatanus* (eigene Aufnahme) ... 48
Abbildung 31: Blick auf die Berme (eigene Aufnahme) ... 48
Abbildung 32: Abnehmende Deckung (eigene Aufnahme) ... 48
Abbildung 33: Parzelle 1 auf der Böschung (eigene Aufnahme) ... 50
Abbildung 34: *Salix caprea* (eigene Aufnahme) ... 51
Abbildung 35: *Betula pendula* (eigene Aufnahme) ... 51
Abbildung 36: *Pinus sylvestris* (eigene Aufnahme) ... 51
Abbildung 37: Artenverteilung der in Parzelle 1 erfassten Gehölzarten ... 52
Abbildung 38: Parzelle 2 auf der Böschung (eigene Aufnahme) ... 52
Abbildung 39: Blick auf die Böschung im Jahr 2011 (WERPUP 2013: 136) ... 58
Abbildung 40: Blick auf die Böschung im Jahr 2013 (eigene Aufnahme) ... 58

Abbildung 41: Junge *Pyrus communis* (eigene Aufnahme) ..... 61
Abbildung 42: Bestand von Populus tremula (eigene Aufnahme) ..... 62
Abbildung 43: Blick auf die Böschung im Jahr 2011 (eigene Aufnahme) ..... 64
Abbildung 44: Blick auf die Böschung im Jahr 2013 (eigene Aufnahme) ..... 64
Abbildung 45: Vegetation entlang einer Abflussrinne 2013 (eigene Aufnahme) ..... 65
Abbildung 46: Vegetation entlang einer Abflussrinne 2011 (eigene Aufnahme) ..... 65
Abbildung 47: *Quercus rubra* (eigene Aufnahme)..... 67
Abbildung 48: *Carpinus betulus* (eigene Aufnahme)..... 67
Abbildung 49: *Acer campestre*(eigene Aufnahme) ..... 67
Abbildung 50: *Gepflanzte Sorbus aucuparia* (eigene Aufnahme) ..... 68
Abbildung 51: Blick auf die nordostexponierte Böschung im Jahr 2011 (verändert nach WERPUP 2013: 116)..... 70
Abbildung 52: Blick auf den nordostexponierten Böschungsbereich oberhalb der Berme im Jahr 2013 (eigene Aufnahme)..... 70
Abbildung 53: Weitestgehend vegetationsfreie Fläche auf der Böschung (eigene Aufnahme) ..... 71

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Grundsätzlicher Aufbau der SWOT-Analyse (verändert nach SEYFRIED 2009: 16) ..... 16
Tabelle 2: Schema des Stärken-Schwächen-Profils ..... 17
Tabelle 3: Schematisches Beispiel der Stärken-Schwächen-Analyse ..... 19
Tabelle 4: Zusammenfassende Darstellung der Böschungseigenschaften ..... 23
Tabelle 5: Erfasste Gehölzarten nach Braun-Blanquet ..... 25
Tabelle 6: Ergebnisse Parzelle 1 ..... 27
Tabelle 7: Ergebnisse Parzelle 2 ..... 27
Tabelle 8: Zusammenfassende Darstellung der Böschungseigenschaften ..... 31
Tabelle 9: Erfasste Gehölzarten nach Braun-Blanquet ..... 36
Tabelle 10: Ergebnisse Parzelle 1 ..... 38
Tabelle 11: Ergebnisse Parzelle 2 ..... 39
Tabelle 12: Zusammenfassende Darstellung der Böschungseigenschaften ..... 44
Tabelle 13: Erfasste Gehölzarten nach Braun-Blanquet ..... 49
Tabelle 14: Ergebnisse Parzelle 1 ..... 51
Tabelle 15: Ergebnisse Parzelle 2 ..... 53
Tabelle 16: Erfolg der Ansaat ..... 55
Tabelle 17: Vergleich erfasste Arten von 2011 und 2013 (Werpup 2013: 134) ..... 56
Tabelle 18: Erfolg der Ansaat ..... 60
Tabelle 19: Vergleich erfasste Arten von 2011 und 2013 (WERPUP 2013: 147) ..... 63
Tabelle 20: Erfolg der Ansaat ..... 66
Tabelle 21: Vergleich erfasste Arten von 2011 und 2013 (WERPUP 2013: 119) ..... 69
Tabelle 22: Zusammenfassende Darstellung der Eigenschaften ..... 73
Tabelle 23: Zusammenfassende Darstellung der Eigenschaften ..... 75
Tabelle 24: Stärken-Schwächen-Profil der Braun-Blanquet-Methode ..... 76
Tabelle 25: Stärken-Schwächen-Profil der Parzellen-Sämlings-Zählung ..... 77
Tabelle 26: Stärken-Schwächen-Analyse der beiden Erfassungsmethoden ..... 78

# Zusammenfassung

Gehölzansaaten stellen alternative Begrünungsmethoden zu den in der Praxis weit verbreiteten Böschungsbegrünungen durch Oberbodenandeckung, Rasenansaat und eventueller Gehölzpflanzung. Gehölzansaaten können mittels Nassansaat durch spezielles Gerät direkt auf eine Rohbodenböschung aufgebracht werden. Die Ansaat und die sich daraus entwickelnde Gehölzvegetation sind dabei sowohl in der Ausführung als auch in der Unterhaltung kostengünstiger als herkömmliche Begrünungen. Die Methode weist einen naturschutzfachlichen Mehrwert auf und sorgt für eine langfristige und nachhaltige Hangsicherung. Trotz zahlreicher Vorzüge zählen Gehölzansaaten nicht zu den gängigen Begrünungsmethoden. Lange Entwicklungszeiten, teilweise Ausfälle und fehlerhafte Planungen können als Gründe für den überschaubaren Einsatz der Methode genannt werden. Ein Optimierungsbedarf des Verfahrens für die Praxis ist daher gegeben. Um mögliche Verfahrensfehler zu minimieren, bilden Evaluierungen durchgeführter Gehölzansaaten dabei einen Forschungsbereich.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden zwei Methoden zur Evaluierung von Gehölzansaaten erprobt, analysiert und miteinander verglichen. Neben der klassischen Vegetationserfassung nach Braun-Blanquet, bei der alle Arten einer Böschung erfasst werden, wurde alternativ eine Parzellen-Sämlings-Zählung durchgeführt, über die sich genaue Werte für einen abgegrenzten Bereich auf einer Böschung ermitteln lassen. Für insgesamt drei exemplarische Gehölzansaaten wurde mittels der Evaluierungsmethoden der Begrünungserfolg bewertet. Die auf Autobahnböschungen in Niedersachsen und Baden-Württemberg ausgebrachten fünf bis sieben Jahre alten Ansaaten dienten als Untersuchungsobjekt. Dabei wurden die Artenzahl, die Artmächtigkeit und die durchschnittlichen Wuchshöhen sowie Gehölzdichte, Individuenzahlen und Artenverteilung erfasst. Eine der drei Begrünungen konnte als durchaus erfolgreich, eine als teilweise erfolgreich und eine als lediglich unzureichend mit Entwicklungspotential bewertet werden.

Die im Rahmen der Evaluierungsdurchführung erfassten Eigenschaften beider Methoden wurden in einer Stärken-Schwächen-Analyse anhand der Kriterien Artenvielfalt, Gehölzdichte, Biotoptypen, Aufwuchs, Ästhetik, Hangsicherung, Aufwand und Anwendbarkeit vergleichend gegenüber gestellt und bewertet. Aus dieser Analyse geht die klassische Vegetationserfassung nach Braun-Blanquet mit deutlich mehr Stärken, als die Parzellen-Sämlings-Zählung hervor. Ausschlaggebend war dabei eine deutlich umfangreichere Verwertbarkeit der Ergebnisse. Dennoch kann die Parzellen-Sämlings-Zählung durch ihre zwar flächig begrenzten, aber konkreten und genauen, Ergebnisse eine Bereicherung für Gehölzansaat-Evaluierungen darstellen. Nach den Erfahrungen aus dieser Arbeit ergänzen sich beide Methoden in ihren Aussagen und führen in Kombination zu einem genaueren und differenzierteren Gesamteindruck des Gehölzaufwuchses.

# Abstract

Grove seeding provide alternative planting methods to the widespreaded slope greening by top soil covering, grassing and planting woods. Grove seeding can be directly applied by hydroseeding through special device to a raw-soil slope. The sowing and the resulting woody vegetation are less expensive than conventional greenings both in execution and in the conversation. The method has a nature conservation value and ensures a long-term and sustainable slope stabilization. Despite numerous advantages can grove seeding not be counted to the usual planting methods. Long development times, some failures, and faulty planning can be cited as reasons for the rare use of the method. A need for optimization of the method for practical use is therefore given. To minimize the possible procedural errors, evaluations of performed grove seedings build a research field.

In this work, two methods of grove seeding evaluations were tested, analysed and compared. In addition to the classic vegetation collection of Braun-Blanquet, in which all plant types on a embankment are recorded, a plot seeding count was performed alternatively, with which the exact vegetation values for a defined area on an embankment can be determined. For a total of three exemplary grove seedings the greening success was evaluated by the evaluation methods. Five to seven years old seedings on motorway embankments in Lower Saxony and Baden-Württemberg served as the object of investigation. The number of species, the species abundance and average plant height as well as wood density, numbers of individuals and species distribution were recorded. One of the three plantings could be rated as quite successful, another one as partially successful, and the third one was only rated as inadequate with a development potential.

The collected properties of both performed evaluation methods were then compared in a SWOT analysis based on the criteria biodiversity, wood density, habitat types, growing, aesthetics, slope protection, cost and applicability. From this analysis, the classic vegetation recording comes out with significantly more strengths. The deciding factor was a much more extensive usefulness of the information. Nevertheless, the plot seeding count can enrich grove seeding evaluations by their although limited but concrete and precise results. After the experience of this work, both methods are complementary in their statements and in combination lead to a more accurate and nuanced impression of woody growth.

# 1 Hintergrund

## 1.1 Stand der Forschung

In Deutschland wird im Zuge von Infrastrukturmaßnahmen das Straßensystem stetig ausgebaut. Neue Autobahnen und Bundesstraßen optimieren das Straßennetz und binden immer mehr Ortschaften an, umgehen diese oder stellen eine allgemein schnellere Verbindung her. Dabei wird die Landschaft verändert und es werden teils immense Erd- und Gesteinsmassen bewegt, um eine ideale Linienführung zu erhalten. Es entstehen Böschungen und Hänge entlang der Verkehrswege in Form von Einschnitten, Trassen- und Seitendämmen sowie Lärm- und Sichtschutzwällen (BLOEMER 2003: 90). Um diese entstandenen meist oberbodenlosen, also rohbodenartigen, Hanglagen wieder in das Landschaftsbild einzubinden, werden die Böschungen in der Regel mit einer Oberbodenschicht angedeckt, mittels Regel-Saatgut-Mischung begrünt und anschließend mit Gehölzen bepflanzt (ebd.). Dabei ist dieser Aufwand gar nicht notwendig, wenn stattdessen auf eine Gehölzansaat ohne Oberbodenbedeckung zurückgegriffen wird.

Die Gehölzansaat an Straßenböschungen ist ein Begrünungsverfahren bei dem mittels Nassansaat flächige Bestände von Busch- und Gehölzvegetation auf oberbodenlosen Böschungsstandorten etabliert werden können. Die angestrebte Vegetation schützt die Böschung mit ihrer Oberflächenbedeckung sowohl vor Oberflächenerosion als auch – mit Hilfe ihres Wurzelwerkes – langfristig vor Bodenbewegungen.

Ziel ist eine vitale, tiefwurzelnde Gebüschvegetation, die sowohl hangsichernde Aufgaben erfüllt als auch naturschutzfachlich wertvolle Aspekte beinhaltet und eine ästhetische Bereicherung des Landschaftsbildes darstellt. Mit gezielt zusammengesetzten Arten kann auch auf Extremstandorten, wie es Böschungen im allgemeinen sind, eine möglichst naturnahe Sukzession initiiert werden, die je nach Standort die Entwicklung eines bestimmten Biotoptyps zur Folge hat. Es lassen sich drei übergeordnete Gebüsch-Biotoptypen unterscheiden. Auf besonders trockenen, stark lichtfrequentierten, alkalisch bis neutral eingestuften Böschungen etabliert sich das „Gebüsch trockenwarmer Standorte“ (BT) (vgl. DRACHENFELS 2004: 75), ein Biotoptyp dem ein besonders hoher naturschutzfachlicher Wert beigemessen wird (vgl. DRACHENFELS 2004: 76). Hier kommen vor allem wärmeliebende und trockenheitsresistente Arten vor, die mit höheren Oberflächentemperaturen von bis zu 60° C zurechtkommen (vgl. STALLJANN 2000: 62). Auf Böschungen mit ähnlichen Bodenbedingungen (alkalisch bis neutral), aber einer phasenweisen Beschattung und einem dadurch bedingten höheren Feuchtigkeitsgrad, wie es

nordexponierte Böschungen bieten (vgl. STALLJANN 2000: 63), entsteht eine Artenzusammensetzung, die unter dem Biotoptyp „Mesophiles Gebüsch“ (BM) geführt wird (vgl. DRACHENFELS 2004: 77). Hier sind vor allem Arten zu finden, die auf eine bessere Wasserversorgung angewiesen sind. Die wärmeliebenden Arten verschwinden in diesem Biotoptyp zunehmend. Auf Böschungen mit saurem Ausgangsgestein stellt sich das „Bodensaure Laubgebüsch“ (BS) ein (vgl. WEBER 2003: 131; DRACHENFELS 2004: 79). Die Artenzusammensetzung auf sauren Böden unterscheidet sich sehr stark von der Zusammensetzung auf neutralen bis alkalischen Böden (ebd.). Nur Gehölze deren Standortansprüche saure Böden einschließen oder Gehölze mit einem äußerst großen Standortspektrum können sich hier etablieren.

Prinzip und Funktionen

Bei der Nassansaat wird ein Gemisch aus Samen, Nährstoffen, Mulch und Kleber mit speziellen Geräten auf die zu begrünende Böschung aufgespritzt (vgl. STALLJANN 2000: 60). Die „Anspritzbegrünung“, die auch als „Hydroseeding“ bekannt ist, wird mittels eines Fahrzeuges, dem sogenannten „Hydroseeder“, welcher über einen Tank sowie eine spezielle Spritzkanone verfügt, umgesetzt. Durch das Nassansaatverfahren können Böschungen großflächig und gleichmäßig begrünt werden (BENDER 2013: www) (siehe Abb. 1).

**Abbildung 1: Anspritzbegrünung auf einer Böschung mit Hilfe eines Hydroseeders (Bender 2013: www)**

Dabei kommt eine speziell dem Standort angepasste Artenzusammensetzung von Samen zum Einsatz, die in der Regel 20-40 Gehölzarten umfasst (BRÜCKNER 2000: 283). Die beigemischten Nährstoffe erleichtern den Keimlingen das Aufkommen auf den meist nährstoffarmen Standorten (vgl. STALLJANN 2000: 70 & 79). Eine Mulchschicht unterstützt dazu eine erste Substratanreicherung und soll die Ansaat zudem vor Austrocknung schützen. Der Kleber fixiert in Kombination mit dem Mulch die Oberfläche und gewährleistet einen ersten Erosionsschutz (vgl. STALLJANN 2000: 60).

Eine der Ansaat beigemischte Getreideart dient als zuerst aufkommende Ammenvegetation, die eine erste visuelle Begrünung der Fläche zur Folge hat und zudem der Bodenaufbereitung, Nahrungsanreicherung sowie zum Schutz der Gehölzsamen dient, die teilweise erst nach 2-3 Jahren keimen. Die Getreideart wird in den Folgejahren wie vorgesehen verdrängt. In manchen Fällen werden hier auch Gräser verwendet.

Mit etwas Verzögerung kommen nach der Ammenvegetation auch die ersten Gehölze der Ansaat auf. Hierbei haben vor allem die Pioniergehölze einen Vorteil und wachsen am schnellsten heran. Im Schutz der Pioniergehölze laufen auch die anderen Arten langsam an.

Die angesäten Gehölze entwickeln eine flächige, vitale Gebüschvegetation bestehend aus vielen Gehölzarten, die aufgrund des Extremstandortes an sonnenseitigen Böschungen auf unbindigem Substrat nicht über das Halbbaumstadium hinaus wachsen. Hauptgründe für die Merkmale eines Extremstandortes sind bei Böschungen, die meist geringe Wasserspeicherfähigkeit des Bodens, die gerade auf südexponierten Böschungen erhöhten Oberflächentemperaturen, die teils steile Neigung sowie gerade bei noch vegetationslosem Rohboden die starke Windbeeinflussung (vgl. STALLJANN 2000: 62ff.). Auf weniger sonnenbeeinflussten Böschungen können einzelne Bäume auch deutlich größer werden und müssen in der Folge zurück geschnitten werden (WERPUP 2013: 92).

Vorteile

Die Gehölzansaat bietet gegenüber Pflanzungen vielerlei Vorteile. Durch das Nassansaatverfahren und die verwendeten Bodenkleber erhält die Böschungsfläche einen unmittelbaren Erosionsschutz. Ausgesäte Gehölze entwickeln sich zu natürlichen und stabilen Beständen. Keimende und aufwachsende Junggehölze können sich von Beginn an auf die Standortverhältnisse der Böschung einstellen. Somit kommt es zu geringeren Ausfallraten im Gegensatz zu Pflanzungen, die insbesondere durch Anpassungsschwierigkeiten der verpflanzten Gehölze zu begründen sind. In diesem Zusammenhang wird meist von einem „Verpflanzungsschock“ oder einem

„Blumentopfeffekt“ der gepflanzten Gehölze gesprochen (BENDER 2013: www), der bei einer Ansaat vermieden werden kann. Die angesäten Gehölze können durch die Entwicklung eines standortgerechten, tiefgründigen Wurzelwerkes eine optimale Ausnutzung von Wasser- und Nährstoffressourcen erzielen. Auch temporäre Trockenperioden können vor allem im Sommer dadurch überwunden werden (vgl. BENDER 2013: www). Mit der Gehölzansaat lassen sich besonders artenreiche Bestände, mit einem hohen Strauchanteil und schutzbietenden Gehölzen für Vogel und Insekten initiieren, die folglich einen hohen naturschutzfachlichen Wert aufweisen können (vgl. BENDER 2013; WERPUP 2013). Als weitere ökologische Funktionen naturnaher Gehölzbestände an Verkehrsböschungen können die Bodenverbesserung, die Verbesserung des Mikro- und Lokalklimas, Windschutz, Immissionsschutz, Lärmschutz sowie der Biotopverbund genannt werden (vgl. SCHLÜTER 1996; ZEH 2007; BLOEMER 2009; WERPUP 2013: 98). Gehölzansaaten sind auf skelettreichen bis felsigen und geneigten Rohböden problemlos möglich, wo eine Begrünung mit herkömmlichen Saatmaschinen schon aus technischen Gründen kaum realisierbar ist (vgl. STALLJANN 2000: 60). Durch den Verzicht einer Andeckung mit Oberboden wird zudem ein Spontananwuchs von Ruderalarten vermieden und darüber hinaus das Erosionsrisiko reduziert. Auch in schwierigem, unwegsamem Gelände ist eine großflächige sowie gleichmäßige Ausbringung der Begrünungskomponenten möglich, wo Gehölzpflanzungen nur mit erheblichem Aufwand zu bewerkstelligen sind (vgl. BENDER 2013: www). Gehölzansaaten sind sowohl in der Ausführung (WERPUP 2013: 92) als auch langfristig aufgrund einer entfallenden oder minimalen Pflege kostengünstiger als flächige Gehölzpflanzungen (BENDER 2013: www).

Nachteile

Durch die relativ lange Entwicklungsdauer der aufkommenden Junggehölze ergibt sich ein teils langer Zeitraum bis ein sichtbarer Erfolg festzustellen ist. Daraus ergibt sich, bei mangelndem Schutz der Oberfläche, durch mögliche Oberflächenerosion, ein unzureichendes Ergebnis. Die geschädigten Ansaatflächen müssen in diesem Fall erneut bearbeitet werden. Teilweise ausfallende Ansaaten, die meist durch fehlerhafte, nicht standortangepasste Planung zu begründen sind, sind ein weiterer oft aufgeführter Kritikpunkt. Hier beinhalten schon die Ausschreibungen mangelnde Standortbeschreibungen (vgl. STALLJANN 2000: 87). Fehlende oder ungenaue gesetzliche Vorgaben in Form von Verordnungen oder Leitfäden sind eine weitere Ursache für schlecht geplante Begrünungen (WERPUP 2013: 24). Auf Böschungen mit Oberboden, die generell als ungeeignet anzusehen sind, tritt eine Konkurrenzschwachheit der aufkommenden Gehölze gegenüber Kraut- und

Grasvegetation auf (vgl. STALLJANN 2000: 75), die ebenfalls zu Ausfällen bei nicht beachteten Standortbedingungen führen kann. Das Verfahren beschränkt sich demnach weitestgehend auf oberbodenlose Böschungen. Für die Ansaat an oberbodenlosen Hanglagen hat sich das spezielle Ansaatverfahren „Hydroseeding“ als praktikabel erwiesen, das allerdings nur von einer überschaubaren Zahl von Unternehmen angeboten wird. Dieser hohe Spezialisierungsgrad der Unternehmen bedingt gleichermaßen eine gewisse Abhängigkeit der Auftraggeber gegenüber den ausführenden Betrieben. Probleme können hier also bei der Auswahl der Betriebe entstehen, die nicht immer in unmittelbarer Nähe zum begrünenden Objekt ansässig sind.

Verwendung

In den 50er und 60er Jahren fand die Gehölzansaat eine – im Vergleich zu heute – häufigere Anwendung zur Begrünung von Verkehrsböschungen (vgl. WERPUP 2013: 21; BRÜCKNER 2000: 379). Obwohl die Gehölzansaat als Begrünungsverfahren grundsätzlich gut für oberbodenlose Böschungen entlang von Bundesstraßen sowie Autobahnen geeignet ist und auch vereinzelt seit mehreren Jahren erfolgreich angewendet wird (vgl. BLOEMER 2003: 90), scheint das Verfahren mit seinen Potentialen und Vorzügen gegenüber einer herkömmlichen Gehölzanpflanzung noch nicht weitreichend bekannt zu sein und sogar an Bedeutung verloren zu haben. Für den jetzigen Zeitpunkt ist festzustellen, dass das Verfahren trotz seiner zahlreichen Vorteile nicht zu den gängigen, flächendeckend verwendeten Begrünungsmethoden von Verkehrswegeböschungen in Deutschland zählt und sich somit bisher nicht durchsetzen konnte. Nicht zuletzt die Scheu vor einem für viele scheinbar neuartigen Verfahren könnte ausschlaggebend für die ausbaufähige Popularität sein.

## 1.2 Anlass

Die nachteilig geschilderten Aspekte wie partiale Ausfälle oder die lange Entwicklungsdauer bieten Anlass für eine Optimierung des Gehölzansaatverfahrens. Die bei Ausfällen oftmals zugrundeliegende Fehlplanung ist ein Bereich, an dem in der jüngeren Vergangenheit weiter geforscht wurde (vgl. WERPUP 2013). Das bisher möglicherweise nicht ausgereifte Verfahren gilt es somit für die Praxis zu verbessern.

Neben der Planung und Durchführung ist auch zu hinterfragen, ob die bislang verwendeten Evaluierungsmethoden ausreichend dafür geeignet sind, eine Begrünung mit allen Aspekten zu dokumentieren, um gegebenenfalls durch eine Fehleranalyse das Verfahren zu optimieren. So ist auch in diesem Bereich Forschungsbedarf gegeben.

Als gängiges Vegetationsaufnahmeverfahren wird in der Regel auf die BRAUN-BLANQUET-Methode zurückgegriffen (vgl. WERPUP 2013: 28). Diese hat sich bei der Auswertung von über 10 Jahre alten Ansaaten bewährt. Ob diese jedoch pauschal als die am besten geeignete Methode anzusehen ist, ist bisher ungeklärt. Gerade bei jüngeren Ansaaten, bei denen sich die Gehölze noch im Sämlingsstadium befinden, ist gegebenenfalls eine Sämlings-Zählung besser geeignet, um das unmittelbare Ergebnis einer Ansaat zu bewerten. Im Rahmen eines Versuches (vgl. KAUSCH 2011: 11) wurde dieses alternative Verfahren bereits angewendet, bei dem Gehölzaufwuchs innerhalb von Parzellen ausgezählt wird. Der Faktor Zeit spielt daher bei der Eignung der jeweiligen Methode eine bedeutende Rolle.

Anlass dieser Arbeit ist es daher, der Frage nachzugehen, welche Unterschiede sich beim Vergleich beider Verfahren hinsichtlich der Anwendbarkeit in der Praxis sowie der anschließenden Bewertung einer Böschungsbegrünung ergeben und ob eines der beiden Verfahren möglicherweise umfassendere Ergebnisse erbringt. Auch zu untersuchen ist, ob unterschiedliche Aspekte des Begrünungserfolges durch eines der beiden Verfahren besser erfasst werden können. Als ein Aspekt kann demnach der naturschutzfachliche Wert einer Begrünung gesehen werden. Ein weiterer Aspekt wäre die reine hangsichernde Wirkung der Vegetation, also der ingenieurbiologische Erfolg. Darunter kann auch der visuelle bzw. ästhetische Mehrwert einer erfolgreichen Begrünung verstanden werden.

## 1.3 Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit ist die Erprobung verschiedener Methoden zur Evaluierung von Gehölzansaaten sowie die Ermittlung möglicher Vor- und Nachteile der jeweiligen Evaluierungsmethoden an unter 10 Jahre alten Gehölzansaaten. Die Methoden sollen hinsichtlich ihrer Eignung für eine naturschutzfachliche und hangsicherungstechnische Bewertung miteinander verglichen werden. Dazu wird der Begrünungserfolg von drei exemplarischen Gehölzansaatflächen sowohl mittels der Braun-Blanquet-Methode als auch mit einer Parzellen-Sämlings-Zählung analysiert und bewertet. Eine Stärken-Schwächen-Analyse soll anschließend Stärken und Schwächen der Evaluierungsmethoden vergleichend aufzeigen und zu einer abschließenden Bewertung beider Verfahren führen.

# 2 Methodik

## 2.1 Abgrenzung des Untersuchungsrahmens

Die im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Böschungsabschnitte befinden sich in Niedersachsen (Friedland und Auetal) und Baden-Württemberg (Pforzheim) und stellen bereits begrünte Flächen verschiedenen Ansaatalters dar (5-7 Jahre). Auf die Planung sowie Ausführung konnte somit kein Einfluss genommen werden. Bei allen untersuchten Flächen handelt es sich um Verkehrswegeböschungen an Bundesautobahnen, die oberbodenlos begrünt wurden, also einen Rohbodenstandort darstellen. Sie können in sogenannte Einschnittsböschungen und angeschüttete Dammböschungen unterteilt werden. Gegenstand dieser empirischen Untersuchung sind Böschungsflächen unterschiedlicher Standortbedingungen, unter denen Exposition, Ausgangsgestein sowie Wasser- und Nährstoffverfügbarkeit verstanden werden. Auch die Ansaatmischungen sind dem jeweiligen Standort angepasst und unterscheiden sich in Vielfalt, Artenzahl und Zusammensetzung. Alle Flächen wurden per Nassansaatverfahren begrünt.

## 2.2 Vegetationserfassung nach Braun-Blanquet

Die auf der Grundlage der pflanzensoziologischen Kartierungsmethode nach BRAUN-BLANQUET erfolgende Vegetationserfassung ist vor allem in Mitteleuropa die gängige Methode zur Bestimmung der Artmächtigkeit sowie der Höhenschichtung (JOSTEN 2001: www; WERPUP 2013: 28). Sie gilt als halbquantitative Erfassungsmethode und ist vor allem auf homogenen also gleichförmigen Vegetationsausbildungen anzuwenden (vgl. JETSCHKE 2012: 2). Die Aufnahmefläche ist daher so zu wählen, dass ein repräsentativer Ausschnitt der Vegetation mit möglichst homogenen Standortverhältnissen erfasst wird und Randeffekte zu angrenzenden Biotopen möglichst vermieden werden (vgl. JOSTEN 2001: www; DIERSCHKE 1994; JETSCHKE 2012: 2). Da die Böschungen eine ausreichend homogene Beschaffenheit aufweisen, dient die Gesamtfläche einer Böschung als Aufnahmefläche; abzüglich des Intensivstreifens zum Fahrbahnrand, um Randeffekte auszuschließen. Alle auf dieser Fläche vorkommenden Gehölzarten werden hinsichtlich ihres Deckungsgrades, also der Fläche, die von Aufwuchs bedeckt wird, bewertet. Der Deckungsgrad jeder Art wird per Schätzung über das Abundanz-Dominanz-Verfahren ermittelt (JOSTEN 2001: www). Diese Einschätzung wird mittels der siebenstufigen Artmächtigkeits-Skala nach BRAUN-BLANQUET durchgeführt, die sich wie folgt zusammensetzt:

| | | |
|---|---|---|
| *r* | = | *sehr selten (1-3 Individuen)* |
| *+* | = | *spärlich (Deckungsgrad < 1%)* |
| *1* | = | *reichlich (1 – 4 %; 6-50 Individuen)* |
| *2* | = | *sehr zahlreich (5 – 24 %)* |
| *3* | = | *25 – 49 % deckend* |
| *4* | = | *50 – 74 % deckend* |
| *5* | = | *75 – 100 % deckend* |

Als Hilfestellung zur Schätzung der Deckung und Artmächtigkeit wird die Hilfstafel nach GEHLKER 1976 (siehe Abb. 2) verwendet. Eine Unterscheidung in adulte oder juvenile Individuen ist nicht notwendig, da auf den Böschungen ausschließlich juvenile Gehölze erfasst werden.

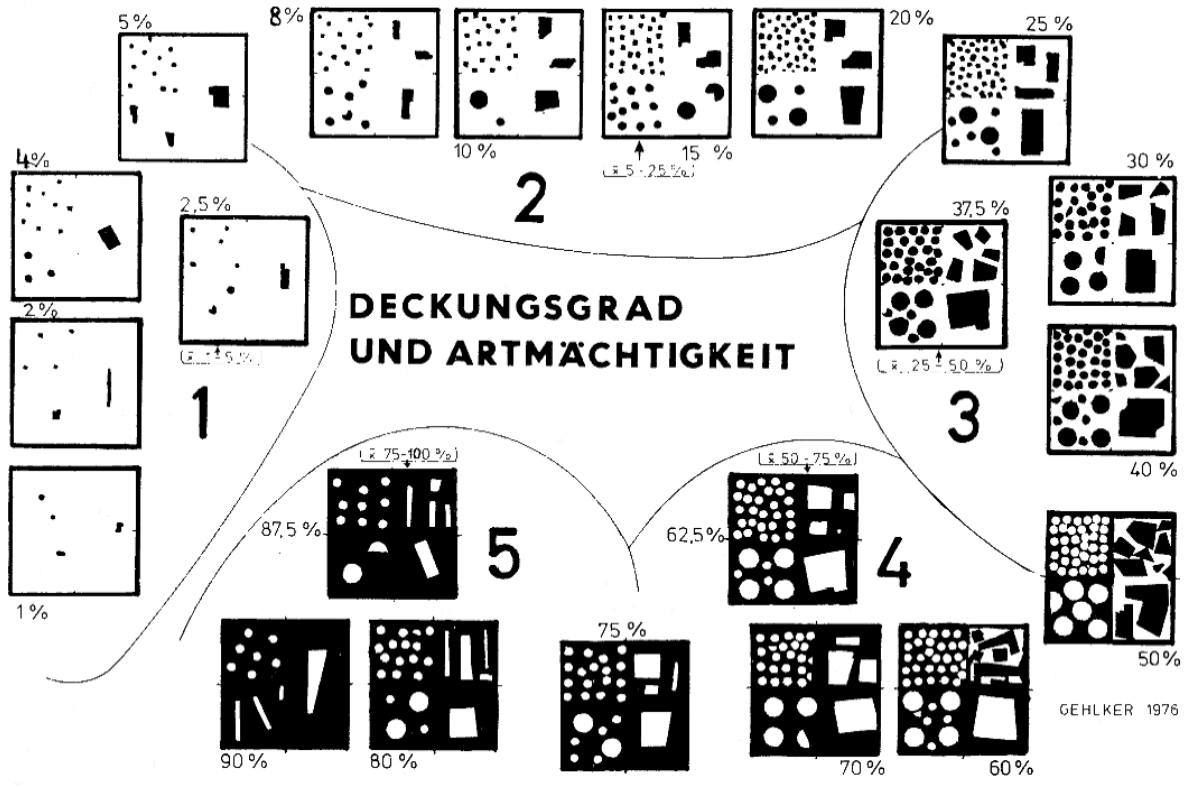


**Abbildung 2: Deckungsgrad und Artmächtigkeit (GEHLKER 1976)**

Zu den einzelnen Arten werden außerdem Angaben wie die Größe und der Wuchs oder Besonderheiten wie Krankheitserscheinungen erfasst. Nach der systematischen Erfassung der Vegetation erfolgt ein Abgleich mit der Artenliste der Ansaatmischung, um Rückschlüsse auf den Begrünungserfolg machen zu können. Dazu werden die Ansaatmischungen aus den Ausschreibungen, die Ergebnisse älterer Evaluationen sowie das im Rahmen dieser Arbeit ermittelte Artenvorkommen für einen Abgleich tabellarisch gegenübergestellt. Nach der

Analyse erfolgt eine verbal-argumentative Bewertung des Begrünungserfolges, bei der neben der Entwicklung der Gehölze auch die Deckung sowie Wuchshöhe einfließen.

## 2.3 Vegetationserfassung durch Parzellen-Sämlings-Zählung

Bei der Vegetationserfassung mittels einer Parzellen-Sämlings-Zählung werden alle in einer abgegrenzten Aufnahmefläche wachsenden Gehölze gezählt. Somit kann eine genaue Individuenzahl jeder angetroffenen Gehölzart und die Gehölzdichte für die Parzelle ermittelt werden. Für jede Art wird zudem die Individuendichte sowie die durchschnittliche Wuchshöhe bestimmt. Die Aufnahmefläche wird anders als bei der zuvor beschriebenen Methode nach BRAUN-BLANQUET nicht der Böschungsfläche angepasst, sondern ist durch eine Parzellengröße von 2 x 2 m, also 4 m², vorgegeben (siehe Abb. 3).

**Abbildung 3: Beispiel einer abgesteckten Parzelle (eigene Aufnahme)**

Diese ist somit von den Ausmaßen her für alle Untersuchungsflächen, die im Rahmen dieser Arbeit untersucht werden, vergleichbar. Um Randeffekte zu vermeiden, ist die Parzelle

möglichst mittig auf einer Böschung, in einem homogenen Vegetationsbestand, zu platzieren. Um ein repräsentatives Ergebnis zu erhalten, sind mindestens zwei Parzellen auf der Fläche anzuordnen und zu evaluieren. Zur erleichterten Aufnahme sind krautige Pflanzen vor der Gehölzzählung vorsichtig aus der Parzelle zu entfernen. Die Deckungsgrade für jede aufgenommene Gehölzart werden durch Schätzung der projektiven Bodenbedeckung der Gesamtparzelle ermittelt, wodurch auch die Ermittlung einer Artenverteilung ermöglicht wird (vgl. KAUSCH 2011: 12).

Nach der Parzellen-Zählung erfolgt auch hier ein Abgleich mit der Artenliste der Ansaatmischung, um Rückschlüsse auf den Begrünungserfolg bzw. die Aussagekraft der Methode machen zu können. Zu der anschließenden verbal-argumentativen Bewertung werden auch die Wuchshöhe, die Individuenzahl, die Artenverteilung sowie die Deckungsgrade herangezogen.

## 2.4 Stärken-Schwächen-Analyse

Um einen Vergleich der beiden Erfassungsmethoden zu ermöglichen, wird eine Stärken-Schwächen-Analyse durchgeführt, die sich strukturell an einen Abschnitt der sogenannten SWOT-Analyse (Strengths-Weakness-Opportunities-Threats-Analyse) anlehnt. Die SWOT-Analyse ist ein weltweit verbreitetes Instrument zur Durchführung einer systematischen Situationsanalyse insbesondere für Unternehmen (PELZ 2012: 2f). Die vier zu untersuchenden Kategorien (Stärken, Schwächen, Chancen, Gefahren) werden ausschließlich in Tabellenform dargestellt (SCHOLLES 2008: 504) (siehe Tab. 1).

**Tabelle 1: Grundsätzlicher Aufbau der SWOT-Analyse (verändert nach SEYFRIED 2009: 16)**

| Stärken | Schwächen |
|---|---|
| ▪<br>▪ | ▪<br>▪ |
| **Chancen** | **Risiken** |
| ▪<br>▪ | ▪<br>▪ |

Durch diese besondere Form der verbal-argumentativen Bewertung sollen Verständnis, Darstellung, Diskussion und Entscheidungen erleichtert werden (SCHOLLES 2008: 503ff). Die SWOT-Analyse wird in zwei Abschnitte unterteilt, die auch als eigenständige Analysen angesehen werden können (vgl. SCHELS & SEIDEL 2010: 130f). Die „Stärken-Schwächen-Analyse“ stellt dabei den ersten Abschnitt dar. Im zweiten Abschnitt erfolgt eine „Umweltanalyse“, die hier jedoch nicht mit einer ökologischen Untersuchung zu verwechseln ist, sondern viel mehr eine Analyse der externen Einwirkungen darstellt. Ergebnis dieses zweiten Abschnittes ist ein Chancen-Gefahren-Profil. Hier können die Chancen als externe Faktoren betrachtet werden, die der Zielerreichung eines Unternehmens dienlich sind und Gefahren als externe Faktoren, die der Zielerreichung eines Unternehmens abträglich sind (SCHOLLES 2008: 505). Da die zu untersuchenden Methoden keine aktiv handelnden Unternehmen darstellen, wird im Rahmen dieser Arbeit ausschließlich auf die Struktur der Stärken-Schwächen-Analyse zurückgegriffen.

Dazu wird zunächst ein Stärken-Schwächen-Profil für jede Methode erarbeitet. In einer Bestandsaufnahme werden die Eigenschaften der beiden Methoden gesammelt. Anschließend werden diese gegeneinander abgewogen und dann die jeweiligen Stärken und Schwächen in allgemeinverständlicher und verbal-argumentativer Form in Stärken-Schwächen-Profil der jeweiligen Methode eingefügt (SCHOLLES 2008: 504). Die Struktur und der Aufbau dieses Profils werden in Tab. 2 veranschaulicht.

**Tabelle 2: Schema des Stärken-Schwächen-Profils**

| Stärken | Schwächen | Neutral |
|---|---|---|
| Kriterien | Bewertung | |
| Kriterium 1 | Positive Bewertung | |
| Kriterium 2 | Negative Bewertung | |
| Kriterium 3 | Neutrale Bewertung | |

Um eine strukturierte Gegenüberstellung zu ermöglichen, werden zur Bewertung der jeweiligen Methode hinsichtlich ihrer Stärken und Schwächen Kriterien festgelegt, anhand derer die Methoden verglichen werden können. Die verwendeten 8 Kriterien ergeben sich überwiegend aus den in dem Anlass und der Zielsetzung beschriebenen zu untersuchenden Aspekten:

Artenvielfalt: Hierbei soll bewertet werden, wie genau und umfassend die jeweilige Methode die Artenzahl bzw. die Artenvielfalt einer Ansaatfläche dokumentieren kann.

Gehölzdichte: Anhand dieses Kriteriums soll vergleichend festgestellt werden, welche Methode einen besseren Eindruck der Regelmäßigkeit und Dichte der Gehölze auf einer Fläche übermitteln kann.

Biotoptypen: Es soll festgestellt werden, welche Methode besser geeignet ist, um eine Beantwortung der Frage zu ermöglichen, welcher Biotoptyp anhand der erfassten Arten für die jeweilige Fläche zu erwarten ist.

Aufwuchs: Hier soll die Aussagefähigkeit der Methode hinsichtlich eines Keimerfolges bzw. einer Aufwuchsrate der angesäten Arten bewertet werden.

Ästhetik: Mit diesem Kriterium soll verglichen werden, inwieweit die Ergebnisse einer Methode Aussagen über die ästhetische Wirkung der Ansaat machen können.

Hangsicherung: An dieser Stelle soll bewertet werden, anhand welcher Methode die hangsichernde Wirkung einer Gehölzansaat besser beschrieben werden kann.

Aufwand: Mittels dieses Kriteriums soll sowohl der Zeit- und Arbeitsaufwand als auch die Notwendigkeit von speziellem Material für die Durchführung der Methode vergleichend bewertet werden.

Anwendbarkeit: Hier soll beantwortet werden, ob die jeweilige Methode auf jeder Art von Standort problemlos angewendet werden kann oder ob es Einschränkungen für die Durchführung geben kann.

Um einen abschließenden Vergleich der beiden Methoden optisch darstellen zu können, wird anschließend eine tabellarische Aufstellung der ermittelten Stärken und Schwächen beider Methoden erarbeitet (siehe Tab. 3).

**Tabelle 3: Schematisches Beispiel der Stärken-Schwächen-Analyse**

| Kriterien | Stärke | Neutral | Schwäche |
|---|---|---|---|
| Artenvielfalt | | | |
| Gehölzdichte | | | |
| Biotoptypen | | | |
| Aufwuchs | | | |
| Ästhetik | | | |
| Hangsicherung | | | |
| Aufwand | | | |
| Anwendbarkeit | | | |

| Legende |
|---|
| ● Vegetationserfassung nach Braun Blanquet |
| ● Vegetationserfassung durch Parzellen-Sämlings-Zählung |

Die abschließende Bewertung wird verbal-argumentativ durchgeführt und greift die Ergebnisse der Stärken-Schwächen-Analyse auf.

# 3 Ergebnisse

## 3.1 Bernser Landwehr

Böschungseigenschaften

**Abbildung 5: Böschungsabschnitt an der Bernser Landwehr (eigene Aufnahme)**

**Abbildung 4: Standort**

Die betrachtete Böschung (siehe Abb. 5) an der Bernser Landwehr befindet sich nördlich der Bundesautobahn 2 (A2) von Hannover Richtung Dortmund auf Höhe der Gemeinde Auetal in Niedersachsen (siehe Abb. 4). Auf der Dammböschung mit einer Neigung von 1 : 1,5 und steiler, die sich unterhalb der Trasse befindet (siehe roter Bereich Abb. 6), wurde 2008 eine Anspritzbegrünung mit einer Gehölzartenzusammensetzung von sechs Arten durchgeführt. Die Begrünung ist somit zum Zeitpunkt der Untersuchung fünf Jahre alt.

**Abbildung 6: Begrünte Fläche nördlich der A2 (rot markiert) (verändert nach Google 2013: www)**

Die Böschung befindet sich in einem Karbonatsteinverbreitungsgebiet (LBEG 2013: www). Ausgangsgesteine sind hier basenreiche Lösse über basenreichem Keupergestein. Laut der Bodenübersichtskarte 1 : 50.000 des LBEG (2013: www) sind vor allem Parabraunerden vorherrschend (siehe Abb. 7). Die angeschüttete Böschung setzt sich neben Kalkschotter aus Parabraunerde zusammen. Die Fläche stellt somit einen basenreichen Standort dar, der aufgrund seiner Nordexponierung als halbschattig einzustufen ist. Aufgrund der zeitweise schattigen Lage sowie einer durchschnittlichen Niederschlagsmenge von 781 mm im Jahr (DWD 2013: www) kann die eigentlich für die Wasserspeicherung ungünstige Schotter-Böschung dennoch als wechselnd trockener bis frischer Standort gesehen werden. Das Klima kann allgemein als mild atlantisch eingestuft werden. Im Jahresmittel werden 7,8°C und im Januar und Juli werden Monatsdurchschnittstemperaturen von 0,3°C und 15,9°C erreicht. In Tabelle 4 werden die Böschungs- und Standorteigenschaften zusammenfassend dargestellt.

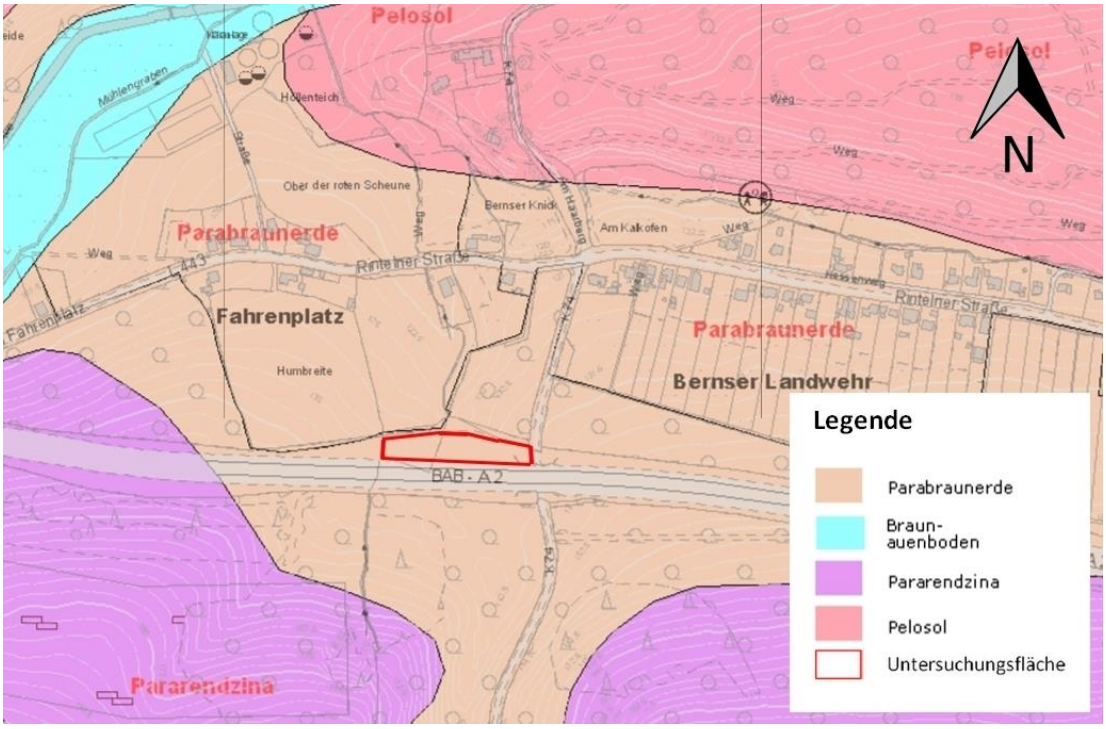


**Abbildung 7: Ausschnitt der Bodenübersichtskarte 1:50.000 des LBEG (2013: www)**

**Tabelle 4: Zusammenfassende Darstellung der Böschungseigenschaften**

| **Böschung** | **Gemeinde** | **Belichtung** | **Bemerkungen** |
|---|---|---|---|
| Bernser Landwehr | Auetal | halbschattig | Letzte Aufnahme:<br>2011 (Braun-Blanquet) |
| **Topographie** | **Exposition** | **Höhenlage** | |
| Dammböschungen unterhalb der Trasse | Nord | Höhe 100-150 m | |
| **Geologie** | **Boden** | **Relief** | **Alter** |
| Löss, Keupergestein | mit Kalkschotter angeschüttete Parabraunerde | Neigung 1:1,5 und steiler | 5 Jahre<br>(Ansaat 2008) |
| **Klima** | **Temperatur** | **Niederschläge** | **Wasserhaushalt** |
| Atlantisch geprägt | Jahresmittel: 7,8°C<br>Januar: 0,3°C<br>Juli: 15,9°C | 781 mm/ Jahr | Wechselnder trockener bis frischer Kalkstandort |

<u>Ansaatmischung und Biotoptyp</u>

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *Betula pendula* | *Cornus sanguinea* | *Rosa rubiginosa* | *Carpinus betulus* | *Cytisus scoparius* | *Lonicera xylosteum* |

**Abbildung 8: Arten der Ansaatmischung (Wikimedia 2013: www)**

Zur Begrünung der Böschung wurde eine Ansaatmischung verwendet, die sechs Gehölzarten beinhaltet (ANONYMUS 2008b). Darunter befinden sich die typische Pionierart *Betula pendula*, der 3-5 m groß werdende Busch *Cornus sanguinea*, die auch als Pionierart eingestufte *Rosa rubiginosa*, die aus den heimischen Wäldern bekannte Hainbuche (*Carpinus betulus*), der

Strauch *Cytisus scoparius* sowie die gemeine Heckenkirsche (*Lonicera xylosteum*). Zusätzlich zum Saatgut wurden Startdünger (NPK), Langzeitdünger, Bodenverbesserer, Erosionsschutzfasern aus Zellulose, Mulch aus Strohhäcksel sowie Bodenfestiger der Ansaatmischung beigemischt. Vor Aufbringen der Ansaat wurde im Juli 2008 zudem eine Regel-Saatgut-Mischung mit Landschaftsrasen für Trockenlagen ausgebracht (WERPUP 2013: 130).

Auf der nordexponierten, wechselnd trockenen bis frischen Kalkschotter-Böschung stellt sich aufgrund der Standortbedingungen natürlicherweise ein Mesophiles Gebüsch (BM) ein. Mit Blick auf die ausgebrachte Ansaat kann hier genauer das „Mesophile Rosengebüsch“ (BMR) als Zielbiotoptyp benannt werden, das durch eine Dominanz von mesophilen Rosenarten (z.B. *Rosa rubiginosa*) gekennzeichnet wird. Auch *Cornus sanguinea* gehört zu den charakteristischen Arten der mesophilen Gebüsche (vgl. DRACHENFELS 2004: 77).

### 3.1.1 Vegetationsaufnahme nach Braun-Blanquet

Insgesamt konnten auf der etwa 100 m breiten Böschung zwölf Gehölzarten aufgenommen werden (siehe Tab. 5). Sehr häufig waren dabei kleine Feld-, Spitz- sowie Berg-Ahorne (*Acer campestre, Acer platanoides, Acer pseudoplatanus*) vorzufinden, die über Samenanflug aus den nahegelegenen Waldgebieten auf die Fläche gelangt sind. Birken (*Betula pendula*) waren vereinzelt zu finden, wiesen jedoch noch eine relativ kleine Wuchshöhe auf. Sehr wenige Hainbuchen-Keimlinge (*Carpinus betulus*) waren allenfalls im oberen und unteren Bereich der Böschung vorhanden. Vereinzelte Hartriegel-Keimlinge (*Cornus sanguinea*), die oft eine dunkle Rotfärbung aufwiesen und einen eher kümmerlichen Wuchs zeigten, hatten es schwer sich zwischen der teils dichten Grasvegetation durchzusetzen. Wie auch die Ahorn-Sämlinge gelangten wenige Waldkiefern (*Pinus sylvestris*) durch Samenanflug auf die Fläche. Konkurrenzfähiger gegenüber der Gras- und Krautvegetation scheint dagegen die Wein-Rose (*Rosa rubiginosa*) zu sein. Kleine Exemplare schaffen es auch in dichter Grasvegetation zu wachsen und ihre relativ hohe Anzahl kann die Entwicklung des gewünschten Biotoptyps „Mesophiles Rosen-Gebüsch“ ermöglichen. Noch besser setzen sich die ebenfalls über Sameneintrag auf die Fläche gelangten Brombeeren durch, die sehr zahlreich auf der Gesamtfläche vertreten sind. Über die Windverbreitung haben es auch einige Weidenarten auf die Böschung geschafft und etablieren sich dort durch ihre Pioniereigenschaften vor allem am feuchteren Böschungsfuß problemlos. So hat sich eine Korb-Weide (*Salix viminalis*)

zu einem zwei Meter hohen Strauch entwickeln können. Deutlich häufiger, dafür aber langsamer wachsend, ist die Sal-Weide (*Salix caprea*) anzutreffen. Vor allem im Bereich des oberen sowie unteren Hangabschnittes ist diese Art zahlreich vertreten. Ebenfalls am Hangfuß lassen sich einzelne Silber-Weiden finden. Die Gesamtdeckung durch Gehölzarten ist nicht höher als 5-10 % einzustufen, da die Kraut- und vor allem Grasvegetation mit einer Deckung von etwa 75 % dominierend ist.

**Tabelle 5: Erfasste Gehölzarten nach Braun-Blanquet**

| **Artenzahl** | **Größe** | **Gesamtdeckung** |
|---|---|---|
| **12** | Breite des Abschnittes: ca. 100 m | **2** |
| **Gehölzart** | **Artmächtigkeit** | **Anmerkungen** |
| *Acer campestre* | **2** | über Samenanflug, flächig verteilt |
| *Acer platanoides* | **r** | über Samenanflug, sehr selten |
| *Acer pseudoplatanus* | **2** | über Samenanflug, flächig verteilt |
| *Betula pendula* | **1** | relativ klein, flächig verteilt |
| *Carpinus betulus* | **r°*** | meist vom Gras verdrängt, wenige Exemplare |
| *Cornus sanguinea* | **+°** | benötigt mehr Feuchtigkeit, rote Färbung |
| *Pinus sylvestris* | **+*** | nur im oberen Bereich, unter Lärmwand |
| *Rosa rubiginosa* | **1** | setzt sich auch gegen Gras durch, gut verteilt |
| *Rubus fruticosa* | **2** | etabliert sich sehr gut, sehr häufig |
| *Salix caprea* | **2°*** | im oberen und unteren Bereich zahlreich |
| *Salix viminalis* | **r°** | teilweise 2 m groß (Strauch), 1 Exemplar |
| *Salix x rubens* | **+°** | nur am Hangfuß, wenige Individuen |

| **Legende** | | |
|---|---|---|
| **r** = sehr selten (1-3 Individuen) | **3** = 25 – 49 % deckend | **°** = unterer Hangbereich |
| **+** = spärlich (Deckungsgrad < 1%) | **4** = 50 – 74 % deckend | ***** = oberer Hangbereich |
| **1** = reichlich (1 – 4 %; 6-50 Individuen) | **5** = 75 – 100 % deckend | |
| **2** = sehr zahlreich (5 – 24 %) | | |

### 3.1.2 Vegetationsaufnahme durch Parzellen-Sämlings-Zählung

**Abbildung 9: Parzelle auf der Böschung (eigene Aufnahme)**

Für die Vegetationsaufnahme mittels der Parzellen-Sämlings-Zählung wurden zwei 2 x 2 m große Parzellen an repräsentativen Stellen für die Gesamtfläche platziert. Diese befinden sich wie in Abb. 9 zu erkennen relativ mittig auf der Böschung. Zur erleichterten Aufnahme der sich in dieser Parzelle befindenden Gehölze wurde die Kraut- und Grasvegetation weitestgehend gekürzt bzw. entfernt. Die danach gut erkennbaren Individuen stellen auch in ihrer Anzahl von in diesem Fall 13 sowie bei der zweiten Parzelle von 11 einen repräsentativen Ausschnitt der Gesamtfläche dar.

In Parzelle 1 (siehe Tab. 6) konnten drei Arten ausfindig gemacht werden. Dies waren *Acer pseudoplatanus*, *Cornus sanguinea* und *Rubus fruticosa*. Wie auch im vorderen Bereich im Bild (Abb. 9) zu erkennen, haben sich die Brombeeren am besten entwickeln können und weisen bereits eine durchschnittliche Wuchshöhe von etwa 25 cm auf. Auch die Individuenanzahl dieser Art zeigt mit 10 Exemplaren die Eignung für diesen Standort. Prozentual bedeckt *Rubus fruticosa* ca. 15 % der Parzelle und im Schnitt lassen sich 2,5 Exemplare auf einem Quadratmeter finden. Der Hartriegel-Keimling (*Cornus sanguinea*) sowie die zwei Berg-Ahorne (*Acer pseudoplatanus)* machen sowohl aufgrund ihrer Wuchshöhe von etwa 10 bzw. 15 cm als auch durch die geringe Zahl einen marginalen

Deckungsgrad von insgesamt gerade einmal 3 % aus. Auch die Individuendichte ist eher gering. Die Gehölzdichte für die Parzelle liegt bei etwa drei (3,25) Gehölzen auf einem Quadratmeter Böschungsfläche.

**Tabelle 6: Ergebnisse Parzelle 1**

| **Arten-/Individuenzahl** | **Gehölzdichte** | **Parzellengröße** | **Bemerkungen** | |
|---|---|---|---|---|
| 3/13 | 3,25 / m² | 2 x 2 m (4m²) | Parzelle mittig platziert (repräsentativer Ausschnitt) | |
| **Gehölzart** | **Wuchshöhe Ø** | **Deckung d. Parzelle** | **Individuenzahl** | **Individuendichte** |
| *Acer pseudoplatanus* | 15 cm | 2 % | 2 | 0,5 / m² |
| *Cornus sanguinea* | 10 cm | 1 % | 1 | 0,25 / m² |
| *Rubus fruticosa* | 25 cm | 15 % | 10 | 2,5 / m² |

In Parzelle 2 (siehe Tab. 7) konnten ebenfalls 3 Gehölzarten gezählt werden. Neben den bereits zuvor erfassten Arten *Acer pseudoplatanus* und *Cornus sanguinea* war in dieser Parzelle die Wein-Rose (*Rosa rubiginosa*) die auffälligste Art. Fünf Individuen mit einer durchschnittlichen Größe von 30 cm bewirkten eine Deckung von etwa 20 % der Parzelle und erreichen eine Individuendichte von 1,25 / m². Die vier kleinen Berg-Ahorne sowie die zwei Hartriegel-Keimlinge bedecken zusammen etwa 4 % der Parzelle. Eine Artenverteilung wurde aufgrund der geringen Artenzahl nicht berechnet.

**Tabelle 7: Ergebnisse Parzelle 2**

| **Arten-/Individuenzahl** | **Gehölzdichte** | **Parzellengröße** | **Bemerkungen** | |
|---|---|---|---|---|
| 3/11 | 2,75 / m² | 2 x 2 m (4m²) | Parzelle mittig platziert (repräsentativer Ausschnitt) | |
| **Gehölzart** | **Wuchshöhe Ø** | **Deckung d. Parzelle** | **Individuenzahl** | **Individuendichte** |
| *Acer pseudoplatanus* | 10 cm | 2 % | 4 | 1 / m² |
| *Cornus sanguinea* | 10 cm | 2 % | 2 | 0,5 / m² |
| *Rosa rubiginosa* | 30 cm | 20 % | 5 | 1,25 / m² |

## 3.2 Heidkopftunnel

Böschungseigenschaften

**Abbildung 11: Böschungsabschnitt am Tunneleingang (eigene Aufnahme)**

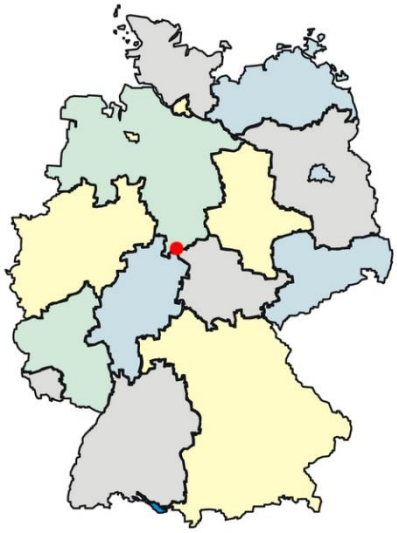

**Abbildung 10: Standort**

Die Böschung am Eingang des Heidkopftunnels (siehe Abb. 11) befindet sich im südlichen Niedersachsen an der Landesgrenze zu Thüringen in der Gemeinde Friedland (siehe Abb. 10). Da die Trasse der Autobahn 38 einen Einschnitt in das Gelände darstellt, handelt es sich um eine Einschnittsböschung, die oberhalb der Fahrbahn liegt. Wie in Abbildung 12 dargestellt, liegt die untersuchte Böschungsfläche südlich der Trasse bzw. südwestlich des Tunneleingangs (Westeingang) und weist Neigungen von 1:2 bis 1:1,5 auf. Das Datum der Ansaat liegt mit 2006 bereits sieben Jahre zurück und führt zu der Annahme, dass das Luftbild (Abb. 12) relativ zeitnah nach der Tunnelfertigstellung entstanden ist. Die Begrünung ist hier noch nicht sichtbar. Die Verortung der zu begrünenden Fläche ist in rot gekennzeichnet.

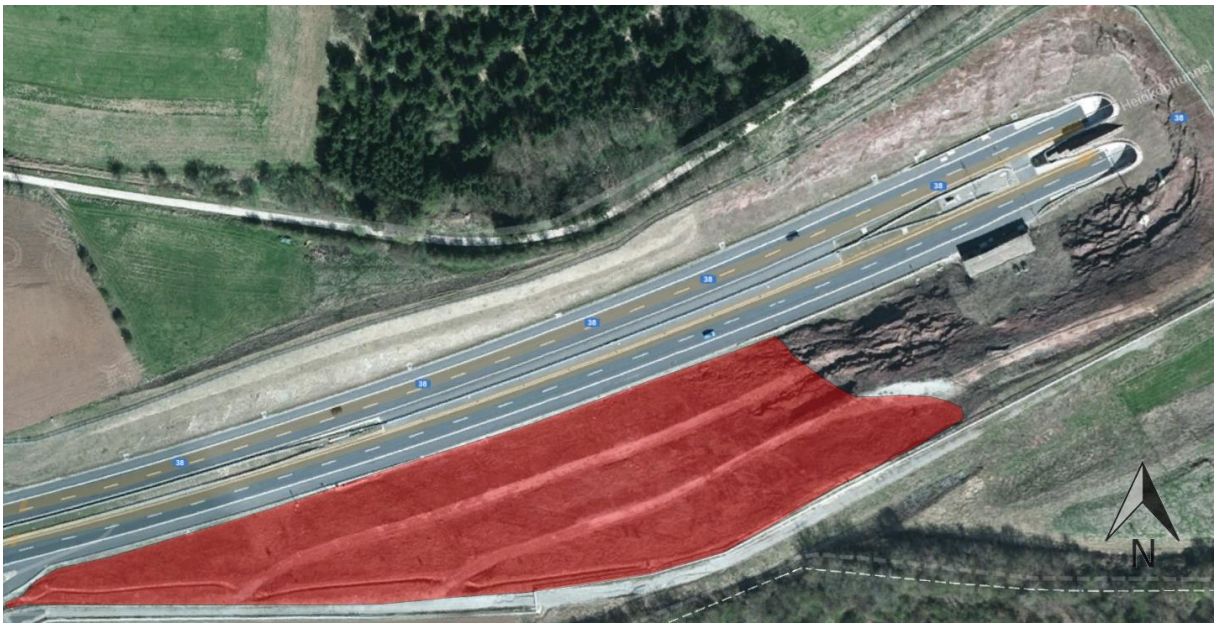


**Abbildung 12: Begrünte Böschung südwestlich des Heidkopftunnels (rot markiert) (verändert nach Google 2013: www)**

Der Trasseneinschnitt zum Tunneleingang befindet sich zwischen Gesteinsschichten mit Muschelkalkablagerungen, auf denen sich weitläufig Bodentypen wie Pseudogley-Braunerden oder Pararendzinen gebildet haben (siehe Abb. 13). Nur unmittelbar über dem Tunneleingang und bei der vorgelagerten Böschung nördlich der Trasse befinden sich Formationen von Buntsandstein, die das östlich befindliche Silikatsteinverbreitungsgebiet einleiten (LBEG 2013: www) (siehe Abb. 14). Nach der Bodenlandschaftskarte des LBEG im Maßstab 1 : 500.000 beginnt dieses zwar bereits deutlich weiter westlich des Tunneleinganges, hier können jedoch maßstabsbedingte Ungenauigkeiten als Erklärung herangezogen werden. Es lässt sich klar feststellen, dass die untersuchte, südliche Fläche vor dem Tunneleingang - auch aufgrund der vorgefundenen Vegetation - bereits zum Karbonatsteinverbreitungsgebiet hinzuzurechnen ist. Genauer stellt die Untersuchungsfläche als Substrat eine Kalksteinrendzina auf Kalkschotter dar. Der Standort ist somit als kalkhaltig einzuordnen.

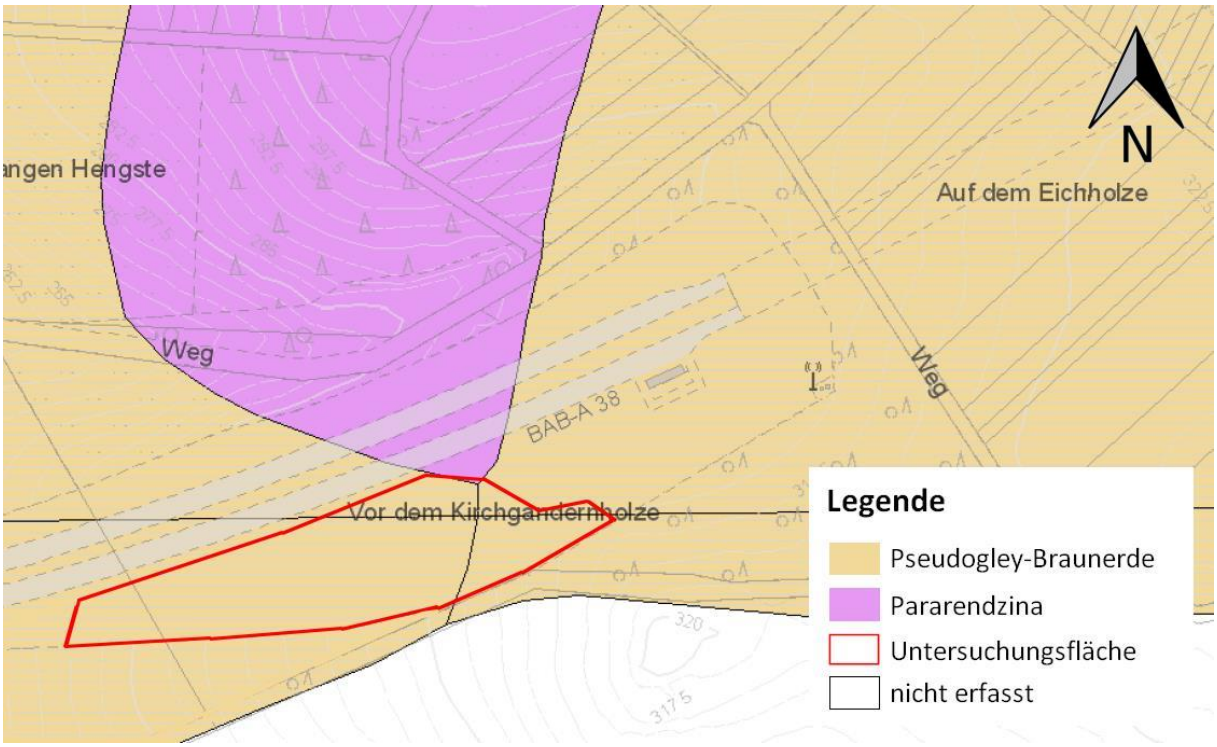


**Abbildung 13: Ausschnitt der Bodenübersichtskarte 1:50.000 des LBEG (2013: www)**

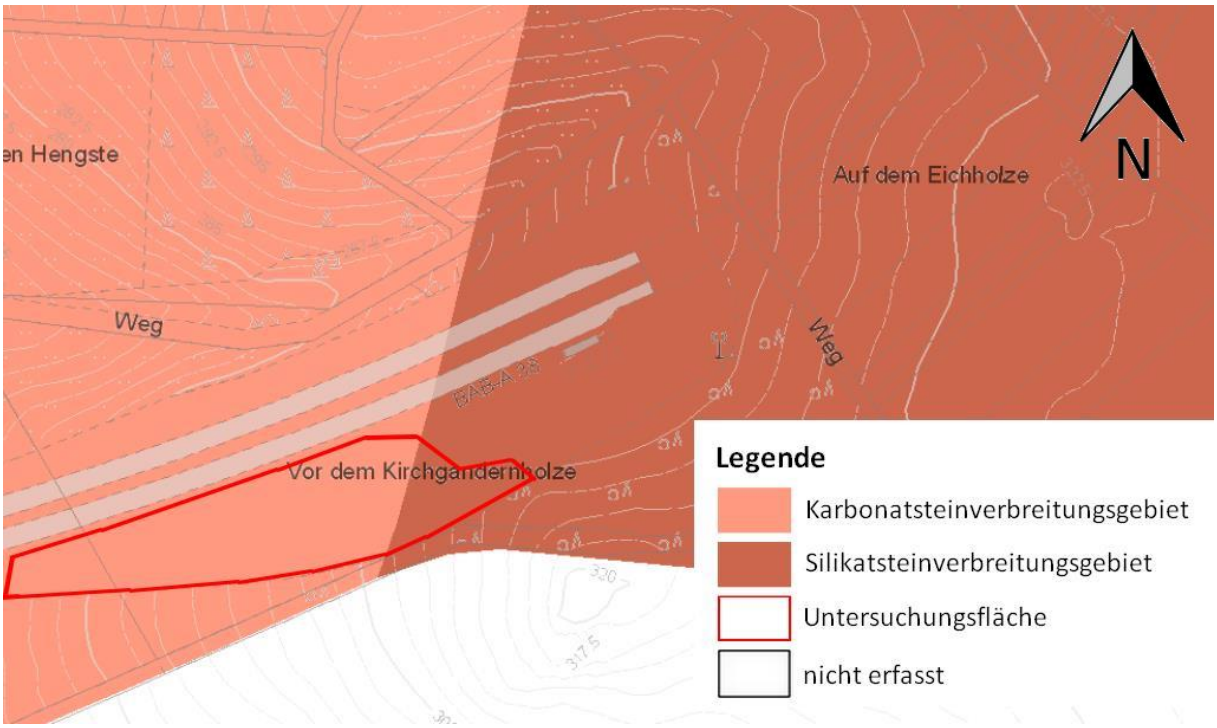


**Abbildung 14: Ausschnitt der Bodenlandschaftskarte 1:500.000 des LBEG (2013: www)**

Die nordwestliche Exponierung der Böschungsfläche lässt eine zeitweise Beschattung des Standortes im Tagesablauf zu. Dennoch ist der Standort vor allem aufgrund seiner geringen Wasserspeicherkapazität und den verhältnismäßig geringen Niederschlagsmengen von gerade mal 657 mm im Jahr als relativ trocken und nur temporär als frisch einzustufen. Insgesamt ist das vorherrschende Klima subatlantisch geprägt. Die Temperaturen erreichen hier im Jahresmittel 8,7°C und im Januar eine Monatsdurchschnittstemperatur von 0,5°C sowie im Juli 16,9°C (DWD 2013: www). Mit 300 bis 350 m Höhe über Normalnull befindet sich das Gebiet bereits im Übergang von der planaren zur kollinen Höhenstufe. In Tabelle 8 werden die Böschungs- und Standorteigenschaften zusammenfassend dargestellt.

**Tabelle 8: Zusammenfassende Darstellung der Böschungseigenschaften**

| **Böschung** | **Gemeinde** | **Belichtung** | **Bemerkungen** |
|---|---|---|---|
| Heidkopftunnel | Friedland | halbschattig | Letzte Aufnahme:<br>2011 (Braun-Blanquet) |
| **Topographie** | **Exposition** | **Höhenlage** | |
| Einschnittsböschung oberhalb der Trasse | Nord-West | Höhe 300-350 m | |
| **Geologie** | **Boden** | **Relief** | **Alter** |
| Muschelkalk-ablagerungen | Kalksteinrendzina auf Kalkschotter | Neigung 1:2 bis 1:1,5 | 7 Jahre<br>(Ansaat 2006) |
| **Klima** | **Temperatur** | **Niederschläge** | **Wasserhaushalt** |
| Subatlantisch geprägt | Jahresmittel: 8,7°C<br>Januar: 0,5°C<br>Juli: 16,9°C | 657 mm/ Jahr | trockener Kalkstandort (temporär auch frisch) |

Ansaatmischung und Biotoptyp

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *Acer campestre* | *Alnus glutinosa* | *Carpinus betulus* | *Cornus sanguinea* | *Prunus avium* | *Pyrus communis* |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Prunus spinosa* | *Rosa canina* | *Rosa rubiginosa* | *Salix caprea** | *Viburnum lantana* |

**Abbildung 15: Arten der Ansaatmischung (Wikimedia 2013: www)**

Zur Begrünung der dem Tunnel vorgelagerten Böschung wurden insgesamt elf Arten verwendet (vgl. Arge k.A.) (siehe Abb. 15). Dabei wurden zwei verschiedene - jeweils der Nord- bzw. Südböschung angepasste - Zusammensetzungen addiert und auf beiden Böschungen aufgebracht. Die erste Mischung setzt sich aus dem Feld-Ahorn (*Acer campestre*), der Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*), der Hainbuche (*Carpinus betulus*), dem Roten Hartriegel (*Cornus sanguinea*), der Vogel-Kirsche (*Prunus avium*) sowie der Gemeinen Birne (*Pyrus communis*) zusammen. Diese sollte vor allem für die Nordexposition geeignet sein und trägt den Namen „Leinetal-Nassansaat“. Die zweite Ansaat wurde entsprechend für die südexponierte, wärmere Böschung entwickelt. In dieser Zusammensetzung kommen neben den schon zuvor genannten *Acer campestre* und *Carpinus betulus* noch *Prunus spinosa*, *Rosa canina*, *Rosa rubiginosa*, *Salix caprea* sowie *Viburnum lantana* hinzu. Für *Salix caprea* fehlt in der Ausschreibung des Begrünungsauftrages jedoch eine konkrete Mengenangabe. Ob diese Art also per Nassansaat aufgebracht wurde, ist vorerst nicht festzustellen.

Zusätzlich zum Saatgut wurden in der Ansaatmischung Start- sowie Langzeitdünger, Erosionsschutzfasern aus Zellulose, Mulch aus Strohhäcksel und Bodenverbesserer verwendet. Die in einer Beisaat enthaltene Ammenvegetation besteht aus *Avena sativa*,

*Bromus secalinus*, *Festuca rubra*, *Lolium perenne* und *Phacelia tanacetifolia* (WERPUP 2013: 143).

Auf der zu untersuchenden nordexponierten, trockenen bis selten frischen, halbschattigen Kalksteinrendzina-Böschung ist davon auszugehen, dass sich durch eine natürliche Entwicklung ein Mesophiles Gebüsch (BM) einstellt.

Eine genauere Einteilung in „Mesophiles Rosengebüsch“ (BMR) oder „Mesophiles Weißdorn- oder Schlehengebüsch“ (BMS) kann erst nach einer sich einstellenden Dominanz der Rosen bzw. der Schlehen getroffen werden. Dabei können sich auch beide Biotoptypen nebeneinander sowie in einem fließenden Übergang zueinander entwickeln.

### 3.2.1 Vegetationsaufnahme nach Braun-Blanquet

**Abbildung 16: Blick auf den oberen Teil der Böschung (eigene Aufnahme)**

Auf der Böschung am Heidkopftunnel konnten insgesamt 20 Arten erfasst werden. Auf dem etwa 60 m breiten Abschnitt der Böschung, die durch zwei Bermen gegliedert wird (siehe Abb. 12), ist keine einheitliche Deckung durch Vegetation festzustellen. So kann vor allem im oberen Drittel der Böschung von einer erfolgreichen Begrünung gesprochen werden, die

bereits den Status einer vitalen Gebüschvegetation erreicht hat (siehe Abb. 16). Im mittleren Drittel sind die Gehölzarten zwar zahlreich vertreten, weisen jedoch eine geringere Wuchshöhe – und dadurch bedingt – auch eine geringere Gesamtdeckung auf. Im unteren Drittel der Böschung, nahe der Fahrbahn, kommen die Gehölze nur spärlich vor (siehe Abb. 17). Jedoch zeigen auch Gras- und Krautvegetation keine besondere Ausprägung und so fallen hier lediglich einzelne Ruderalarten auf, die den Standort bisher besiedelt haben. Aus der Ansaat haben sich in diesem Bereich nur wenige Individuen etablieren können und eine flächendeckende Verbreitung hat sich noch nicht eingestellt. Die Beschreibung der Artenverteilung berücksichtigt daher weitestgehend die Vegetation im oberen und mittleren Drittel des Hanges.

**Abbildung 17: Blick auf den unteren Teil der Böschung (eigene Aufnahme)**

Die erkennbar häufigste Art ist die Birne *Pyrus communis* (siehe Tab. 9), die Dornen ausgebildet hat, um sich vor Wildfraß zu schützen. Im Folgenden wird daher auch die Bezeichnung Wild-Birne genutzt. Sie ist nicht mit der ebenfalls dornenbestückten *Prunus spinosa* (Schlehe) zu verwechseln, die ebenfalls recht häufig vorzufinden war. Vor allem

durch teilweise 2 m hohe Sträucher prägt die Birne die Gebüschvegetation im oberen Hangbereich (siehe Abb. 18.). Auch im mittleren Drittel ist sie häufig zu finden, weist hier jedoch eine geringere Wuchshöhe auf. Insgesamt zeigen die Birnen einen sehr vitalen und robusten Wuchs.

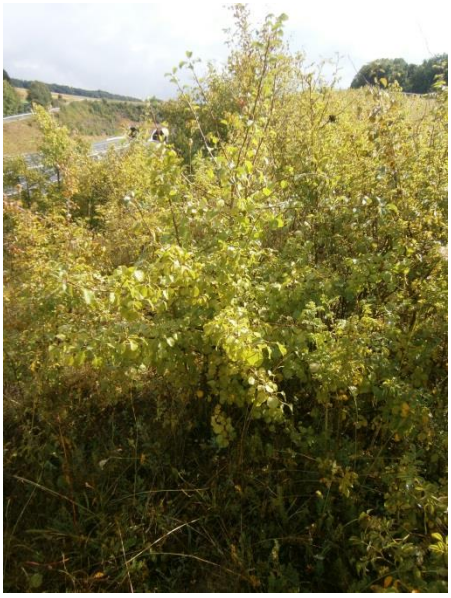

**Abbildung 18: *Pyrus communis* (eigene Aufnahme)**

Vergleichbar häufig ist das Vorkommen von Wildrosen (*Rosa spec.*), welche vor Ort zunächst nicht genauer differenziert werden konnten. Es ist davon auszugehen, dass es sich um die Arten *Rosa rubiginosa* und *Rosa canina* handelt, die beide Teil der Ansaatmischung sind.

Im oberen Drittel der Böschung sind teilweise Exemplare mit einer Höhe von über 2 m anzutreffen. Auch im mittleren und unteren Drittel der Böschung sind die Rosen, die am zahlreichsten auftretenden Arten. Auffällig wird dies im unteren Hangbereich, wo sonst keine oder nur wenige Gehölze vorzufinden sind.

Mit etwas Abstand hinsichtlich der Häufigkeit des Vorkommens folgen die verteilt auf der Fläche wachsenden Arten *Betula pendula*, *Carpinus betulus*, *Viburnum lantana* und vor allem im östlichen Bereich *Populus tremula*. Auch die Birken (*Betulus pendula*) bilden einzelne Individuen mit Wuchshöhen von über 2 m aus. Die Hainbuchen (*Carpinus betulus*) sind dagegen maximal 50 cm hoch und wachsen in die Breite. Ähnlich hoch gewachsen sind die Exemplare des Wolligen Schneeballs (Viburnum lantana). Die Pappeln (*Populus tremula*) erreichen bereits Höhen von bis zu 3 m und bilden am östlichen Rand der Untersuchungsfläche teils dichtere Dominanzbestände. Ebenfalls zu den niedrig gewachsenen Vertretern ist die Sal-Weide *Salix caprea* zu zählen, die dennoch weit auf der Gesamtfläche verteilt vorkommt.

Eher spärlich und zudem nur im oberen Hangbereich vorkommend sind die Ahorn-Arten *Acer campestre* und *Acer pseudoplatanoides*, die Waldrebe (*Clematis vitalba*), die Weißdorn-Arten *Crataegus laevigata* und *Crataegus monogyna*, die Vogel-Kirsche (*Prunus avium*) sowie die Brombeere (*Rubus fruticosus*). Der Rote Hartriegel (*Cornus sanguinea*) konnte nur mit einem Individuum erfasst werden. Ebenso war eine einzelne Korb-Weide (Salix viminalis) auf der Böschung zu finden. Ein einzelner Walnuss-Strauch (*Juglans regia*) befand sich zudem im Gebüsch des oberen Hangbereiches.

Auch Nadelgehölze der Arten *Picea abies* sowie *Pinus sylvestris* sind vereinzelt auf der Fläche aufzufinden. Diese wiesen teilweise Höhen von über 1 m auf.

**Tabelle 9: Erfasste Gehölzarten nach Braun-Blanquet**

| **Artenzahl** | **Größe** | **Gesamtdeckung** |
|---|---|---|
| **20** | Breite des Abschnittes: ca. 60 m | Oberes Drittel: 80+ %<br>Mittleres Drittel: 50 %<br>Unteres Drittel: 10 % |
| **Gehölzart** | **Artmächtigkeit** | **Anmerkungen** |
| *Acer campestre* | **+*** | spärlich, im oberen Hangbereich, max. 20 cm |
| *Acer pseudoplatanoides* | **+*** | spärlich, im oberen Hangbereich, max. 20 cm |
| *Betula pendula* | **2** | verteilt auf der Fläche, bis 2 m |
| *Carpinus betulus* | **2** | verteilt auf der Fläche, max. 50 cm |
| *Clematis vitalba* | **+*** | vereinzelt, oberer Hangbereich, max. 20 cm |
| *Cornus sanguinea* | **r*** | ein Individuum, oberer Hangbereich |
| *Crataegus laevigata* | **+*** | spärlich, oberer Hangbereich, ca. 1 m |
| *Crataegus monogyna* | **+*** | spärlich, oberer Hangbereich, ca. 1 m |
| *Juglans regia* | **r*** | ein Individuum, oberer Hangbereich |
| *Picea abies* | **+** | vereinzelt auf der Fläche, 30 cm |
| *Pinus spec.* | **+** | vereinzelt auf der Fläche, 1 m |
| *Populus tremula* | **2** | häufig auf der Fläche (östlich), bis 1,50 m |
| *Prunus avium* | **+*** | vereinzelt, im oberen Hangbereich |
| *Prunus spinosa* | **2** | verteilt auf der Fläche, sehr robust |
| *Pyrus communis* | **3** | sehr häufig anzutreffen, flächig, robust |
| *Rosa spec.* | **3** | sehr häufig anzutreffen, flächig, alle Größen |
| *Rubus fruticosus* | **+*** | eher im oberen Hangbereich, unauffällig |
| *Salix caprea* | **1** | verteilt auf der Fläche, ca. 30 cm |
| *Salix viminalis* | **r** | ein Individuum aufgefunden, 2 m |
| *Viburnum lantana* | **2** | häufig auf der Fläche, bis 50 cm |

| **Legende** | | |
|---|---|---|
| **r** = sehr selten (1-3 Individuen) | **3** = 25 – 49 % deckend | **°** = unterer Hangbereich |
| **+** = spärlich (Deckungsgrad < 1%) | **4** = 50 – 74 % deckend | ***** = oberer Hangbereich |
| **1** = reichlich (1 – 4 %; 6-50 Individuen) | **5** = 75 – 100 % deckend | |
| **2** = sehr zahlreich (5 – 24 %) | | |

### 3.2.2 Vegetationsaufnahme durch Parzellen-Sämlings-Zählung

**Abbildung 19: Parzelle auf der Böschung (eigene Aufnahme)**

Die erste 4 m² große Parzelle wurde im mittleren Drittel der Böschung platziert. Sie stellt somit einen repräsentativen Ausschnitt der vorherrschenden Vegetation auf dieser Höhe der Böschung dar. Der obere Bereich eignete sich aufgrund der dichten Gebüschvegetation nicht für eine Parzellen-Sämlings-Zählung. Der untere Bereich wies zu wenige Gehölze für eine Zählung auf. Der in Abbildung 19 und 20 gut zu erkennende, lockere Gehölzbestand, der noch relativ geringe Wuchshöhen aufweist und zudem von Gras- und Krautvegetation durchzogen wird, ist in seiner Ausprägung charakteristisch für die anteilig größte Fläche der Böschung. Diese erstreckt sich von der unteren Berme bis zur dichten Gebüschvegetation im oberen Hangbereich.

**Abbildung 20: Junges Exemplar von *Carpinus betulus* (eigene Aufnahme)**

Eine Entfernung der Gras- und Krautvegetation zur Zählung war nicht notwendig, da die Gehölze gut zu erkennen waren.

Parzelle 1 weist insgesamt 170 Gehölzindividuen verschiedener Entwicklungsstadien auf (siehe Tab. 10). Die Gehölzdichte beträgt 42,5 / m². Die größte Deckung erreicht der Wollige Schneeball (*Viburnum lantana*) mit etwa 25 %. Diese erreicht er vor allem durch seine hohe Individuenzahl von 74 und nicht durch den Wuchs einzelner größerer Triebe. Dennoch ist der Schneeball mit durchschnittlich 20 cm Höhe auch die größte Pflanze der Parzelle. Eine ebenfalls beeindruckende Anzahl von Individuen weist die dornige Wild-Birne (*Pyrus communis*) auf. Aufgrund der durchschnittlichen Größe der Keimlinge von gerade einmal 5 cm erreichen diese lediglich eine Deckung von etwa 5 %, weisen aber eine Individuendichte von etwa 16 Exemplaren pro Quadratmeter auf. Eine etwa 25 cm hohe Wild-Birne ist mittig in Abbildung 21 zu sehen. Eine ähnliche Deckung wie die Birnen erreichen die Rosen (*Rosa spec.*), die dafür jedoch mit nur 5 etwa 15 cm großen Individuen deutlich weniger Exemplare benötigen. 26 kleine Hainbuchen (*Carpinus betulus*), die im Schnitt ebenfalls 15 cm groß sind komplettieren die limitierte Artenvielfalt. Ein sich sehr gut entwickelnder Hainbuchen-Strauch ist in Abbildung 20 zu erkennen. Etwa die Hälfte der Parzellenfläche wird von Grasvegetation bedeckt, welche die Entwicklung der Gehölze jedoch nicht erkennbar hemmend beeinflusst. Eine Artenverteilung wurde aufgrund der nur vier erfassten Gehölzarten nicht berechnet.

**Abbildung 21: Gehölze innerhalb von Parzelle 1 (eigene Aufnahme)**

**Tabelle 10: Ergebnisse Parzelle 1**

| **Arten-/Individuenzahl** | **Gehölzdichte** | **Parzellengröße** | **Bemerkungen** | |
|---|---|---|---|---|
| 4/170 | 42,5 / m² | 2 x 2 m (4m²) | Parzelle mittig platziert (repräsentativer Ausschnitt) | |
| **Gehölzart** | **Wuchshöhe Ø** | **Deckung d. Parzelle** | **Individuenzahl** | **Individuendichte** |
| *Carpinus betulus* | 15 cm | 7,5 % | 26 | 6,5 / m² |
| *Pyrus communis* | 5 cm | 5 % | 65 | 16,25 / m² |
| *Rosa spec.* | 15 cm | 3,5 % | 5 | 1,25 / m² |
| *Viburnum lantana* | 20 cm | 25,0 % | 74 | 18,5 / m² |

In Parzelle 2 konnten zwar insgesamt etwas weniger Gehölzindividuen erfasst werden, dafür weist diese Parzelle eine größere Artenvielfalt als Parzelle 1 auf und die Grasvegetation ist deutlich weniger dominierend. So konnten hier sieben statt vier Arten aufgenommen werden. Auch diese Parzelle wurde mittig der Böschung oberhalb der ersten Berme platziert (siehe Abb. 22).

**Abbildung 22: Blick auf Parzelle 2 (eigene Aufnahme)**

Gleich drei Gehölzarten sind mit über 40 cm Durchschnittshöhe vertreten. Darunter finden sich zwei Birken (*Betula pendula*), eine Fichte (*Picea abies*) und gleich sieben Sal-Weiden (*Salix caprea*) wieder. Die größte Deckung innerhalb der Parzelle erreicht die Wild-Birne (*Pyrus communis*) mit etwa 25 %. Über die größte Individuenzahl und -dichte verfügen mit 68 Exemplaren die Rosen (*Rosa spec.*) und erreichen damit eine Dichte von 17 Individuen pro Quadratmeter. Da diese im Schnitt nur etwa 3 cm groß waren, kann nur eine Deckung von etwa 5 % erzielt werden. Unter den Gehölzen befindet sich zudem eine etwa 25 cm große Pappel (*Populus tremula*). 16 durchschnittlich 15 cm große Hainbuchen (*Carpinus betulus*) wurden ebenfalls erfasst. Sie bedecken die Parzelle zu etwa 20 % (siehe Tab. 11).

**Tabelle 11: Ergebnisse Parzelle 2**

| **Arten-/Individuenzahl** | **Gehölzdichte** | **Parzellengröße** | **Bemerkungen** | |
|---|---|---|---|---|
| 7/121 | 30,25 | 2 x 2 m (4m²) | Parzelle mittig platziert (repräsentativer Ausschnitt) | |
| **Gehölzart** | **Wuchshöhe Ø** | **Deckung d. Parzelle** | **Individuenzahl** | **Individuendichte** |
| *Betula pendula* | 40 cm | 10 % | 2 | 0,5 / m² |
| *Carpinus betulus* | 15 cm | 20 % | 16 | 4 / m² |
| *Picea abies* | 40 cm | 10 % | 1 | 0,25 / m² |
| *Populus tremula* | 25 cm | 1 % | 1 | 0,25 / m² |
| *Pyrus communis* | 10 cm | 25 % | 26 | 6,5 / m² |
| *Rosa spec.* | 3 cm | 5 % | 68 | 17 / m² |
| *Salix caprea* | 40 cm | 15 % | 7 | 1,75 / m² |

Die auf den geschätzten Deckungsgraden basierende Artenverteilung (siehe Abb. 23) veranschaulicht die vielfältig entwickelte Ansaatfläche, die ein optimales Potential für das Heranwachsen zu einem dichten Gebüsch bietet. Der geringe Anteil an Gras- und Krautvegetation ist dabei nicht hinderlich.

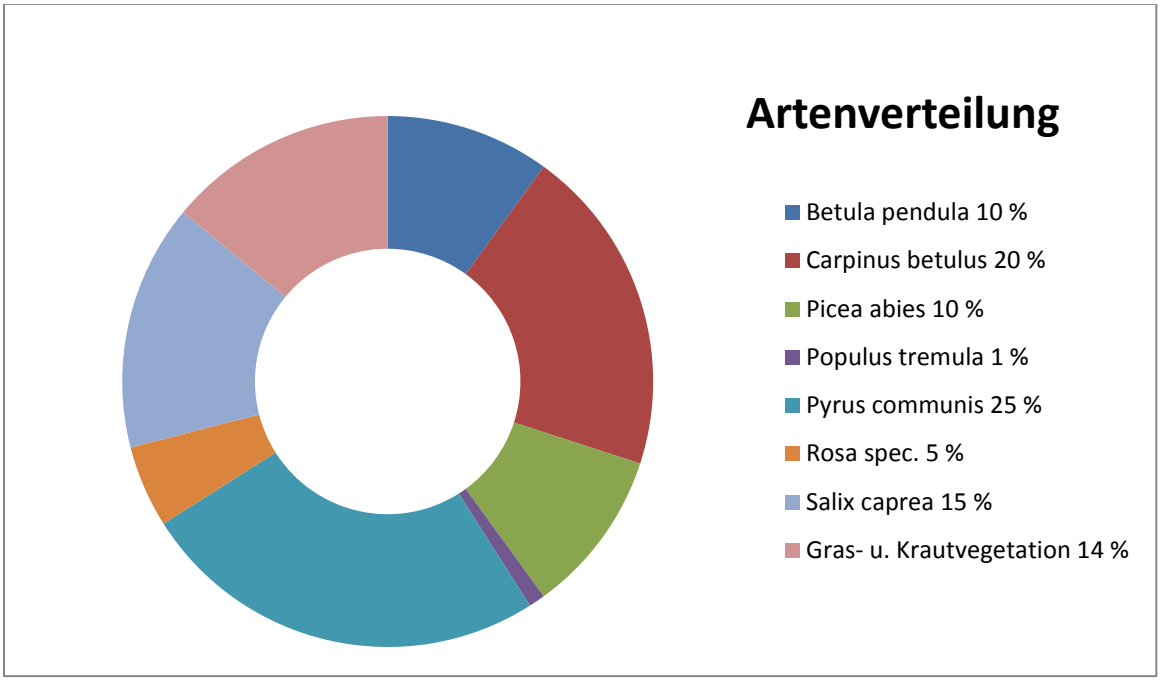


**Abbildung 23: Artenverteilung der in Parzelle 2 erfassten Gehölzarten**

## 3.3 Pforzheim / Wurmberg

Böschungseigenschaften

**Abbildung 25: Böschungsabschnitt an der A8 Pforzheim / Wurmberg (eigene Aufnahme)**

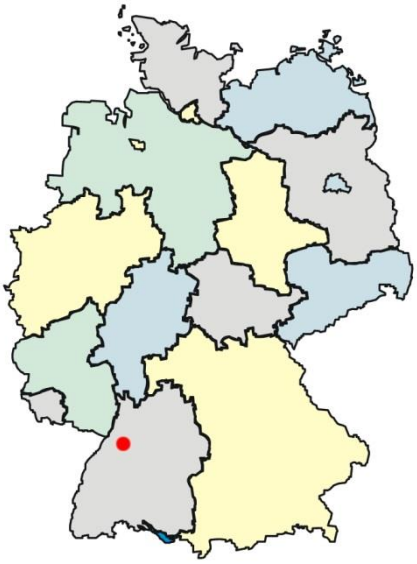

**Abbildung 24: Standort**

Die zu untersuchende Böschung entlang der Bundesautobahn 8 von Karlsruhe Richtung Stuttgart auf Höhe der Gemeinde Wurmberg in Baden-Württemberg (siehe Abb. 24) wurde 2006 per Nassansaat begrünt und weist somit eine bereits sieben Jahre alte Gehölzansaat auf. Bei den im Zuge eines Autobahnausbaues entstandenen Böschungen seitlich der Trasse (siehe Abb. 25), handelt es sich wie auch bei den Böschungen vor dem Heidkopftunnel um Einschnittsböschungen. Die Trasse der Fahrbahn wurde hier, um hohe Steigungen zu vermeiden, in das Gelände hinein gegraben, was die Bewegung großer Erdmassen sowie die Entstehung der beiden Böschungen zur Folge hatte. Um möglichst vergleichbare Ergebnisse zu erhalten wurde auch bei dieser Untersuchung eine Böschung mit leichter Nord- bzw. Nordostexponierung gewählt. Die Neigung der Böschung beträgt etwa 1 : 1,5. Zudem wurde auf halber Höhe der Böschung eine Berme eingezogen, die eine Erschließung ermöglicht und die Böschung stabilisiert (STALLJANN 2000: 61). Der Bereich unterhalb dieser Berme wurde zusätzlich durch ein Gitter-Netz bespannt. An die Böschung schließt sich oberhalb unmittelbar eine Waldfläche an (siehe Abb. 26).

**Abbildung 26: Begrünte Fläche südwestlich der A8 (rot markiert) (verändert nach Google 2013: www)**

Die Geologie des Böschungsstandortes wird durch Unteren Muschelkalk geprägt (siehe Abb. 27). In der näheren Umgebung haben sich darauf Rendzinen entwickelt (WERPUP 2013: 116). Nach der maßstabsbedingt etwas ungenauen Bodenübersichtskarte des LGRB (1: 200.000) könnten auf der Fläche auch Pelosole oder Braunerden zu finden sein. Vor allem die Rohbodenartigkeit der Böschung lässt die Einschätzung der Rendzina jedoch sinngemäßer erscheinen, da diese den ersten aus dem reinen Ausgangsgestein (Muschelkalk) entstehenden Bodentyp darstellt. Somit ist neben den Böschungen an der Bernser Landwehr sowie am Heidkopftunnel auch diese Böschung als Kalkstandort einzustufen.

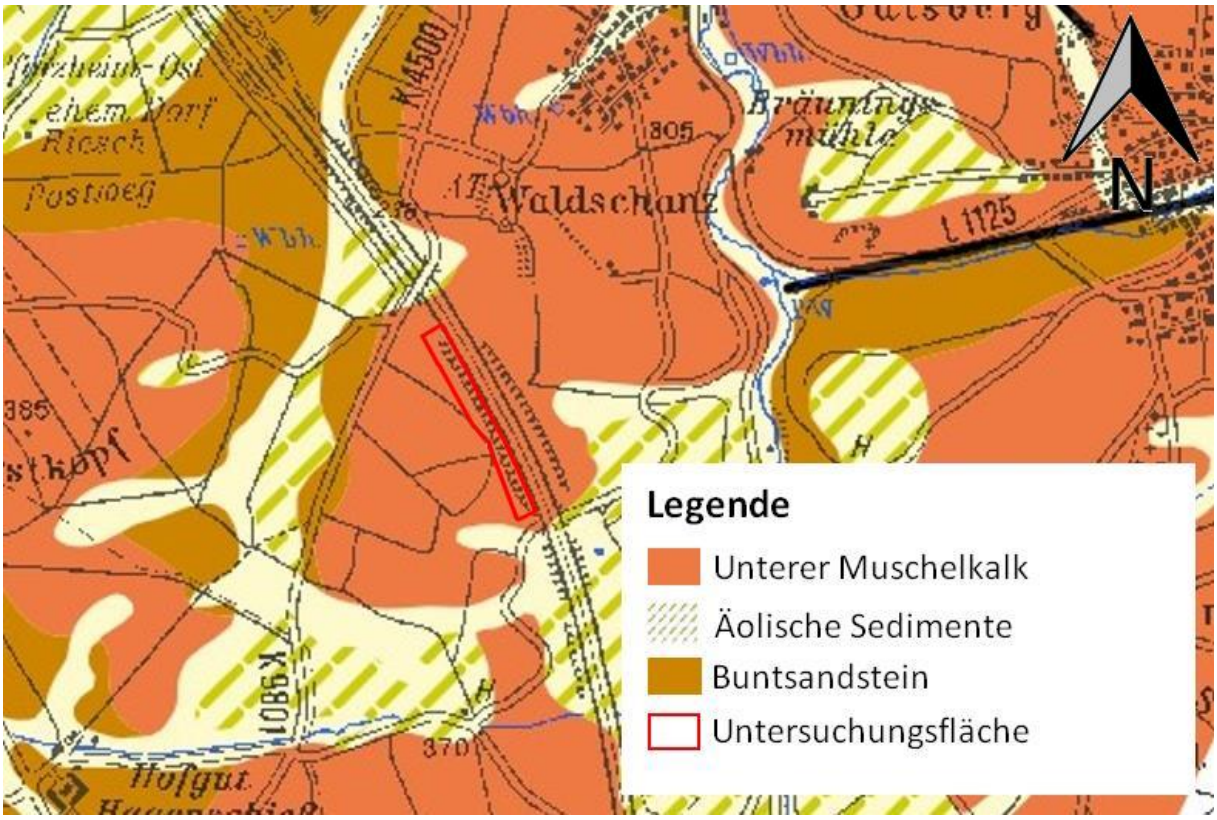


**Abbildung 27: Ausschnitt der Geologischen Karte 1:80.000 des LGRB (2013: www)**

Der Böschungsstandort kann als halbschattig bezeichnet werden und liegt 300 bis 360 m über Normalnull. Die etwa 30 m hohe Böschung wurde mit einer Berme, die relativ mittig liegt, präpariert. Vor allem der Bermenbereich kann als feucht eingestuft werden. Die Bereiche ober- und unterhalb als wechselnd trocken bis frisch. Dazu trägt die üppige Niederschlagsmenge von 783 mm pro Jahr bei. Insgesamt ist das Klima dieser Region als thermophil bzw. trockenwarm anzusehen. Im Jahresmittel werden 7,8 °C erreicht. Im Januar beträgt die monatliche Durchschnittstemperatur dagegen nur 0,3 °C und im Juli liegt sie bei 15,9 °C (vgl. WERPUP 2013: 118). In Tabelle 12 werden die Böschungs- und Standorteigenschaften zusammenfassend dargestellt.

**Tabelle 12: Zusammenfassende Darstellung der Böschungseigenschaften**

| **Böschung** | **Gemeinde** | **Belichtung** | **Bemerkungen** |
|---|---|---|---|
| Pforzheim | Wurmberg | halbsonnig | Letzte Aufnahme 2011 |
| **Topographie** | **Expositionen** | **Höhenlage** | |
| Einschnittsböschung | nordost | 300 – 360 m ü. NN | |
| **Geologie** | **Boden** | **Relief** | **Alter** |
| Unterer Muschelkalk | Kalkstein-Rendzina | 1 : 1,5 (mit Berme) | 7 Jahre (2006) |
| **Klima** | **Temperatur** | **Niederschläge** | **Wasserhaushalt** |
| thermophil / trockenwarm | Jahresmittel: 7,8°C<br>Januar: 0,3°C<br>Juli: 15,9°C | 783 mm pro Jahr | Wechselnd trockene und frische bis feuchte Böschungsbereiche (Fuß und Berme) |

Ansaatmischung und Biotoptyp

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *Acer campestre* | *Acer platanoides* | *Acer pseudoplatanus* | *Alnus glutinosa* | *Amelanchier ovalis* | *Betula pendula* |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *Carpinus betulus* | *Cornus mas* | *Cornus sanguinea* | *Euonymus europaeus* | *Fraxinus excelsior* | *Malus sylvestris* |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *Prunus mahaleb* | *Pyrus communis* | *Rhamnus cathartica* | *Rosa arvensis* | *Rosa rubiginosa* | *Sambucus nigra* |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Sambucus racemosa* | *Sorbus torminalis* | *Tilia cordata* | Tilia platyphyllos | *Viburnum opulus* |

**Abbildung 28: Arten der Ansaatmischung (Wikimedia 2013: www)**

Auf dieser Böschung wurde eine üppige Zusammensetzung von Gehölzarten gewählt, um ein möglichst großes Standortspektrum abzudecken. Das Saatgut beinhaltet 23 verschiedene Gehölzarten (siehe Abb. 28).

Neben den Gehölzsamen befanden sich in der Ansaatmischung als Dünger geeigneter biologisch ausgereifter Feinkompost, Langzeitdünger, Bodenfestiger und Zellulose. Als Schutzmaßnahme für die Ansaat wurde zudem eine Mulchschicht aus Zellulose und Stroh mit einem Kleber auf der Fläche fixiert. Die Beisaat besteht aus *Phacelia tanacetifolia* und *Secale cereale* (WERPUP 2013: 118).

### 3.3.1 Vegetationsaufnahme nach Braun-Blanquet

Auf der gesamten Böschungsfläche konnten 24 verschiedene Gehölzarten erfasst werden. Trotz der leicht höheren Artenzahl wie in der Ansaatmischung (23) ist vorweg zu erwähnen, dass nicht alle ausgesäten Arten wieder gefunden werden konnten. Weitere Arten wurden offensichtlich angepflanzt (siehe Abb. 29) oder sind über Windanflug auf die Fläche gelangt. Entlang des etwa 300 m langen Böschungsabschnittes konnte keine einheitliche Vegetationsentwicklung festgestellt werden. Im oberen Drittel der Böschung, wo nach erster Einschätzung Gehölze angepflanzt wurden, hat sich bereits ein teils dichtes Gebüsch eingestellt, welches über eine gut entwickelte und artenreiche Gehölzzusammensetzung verfügt. Hier erreichen die Gehölze eine Deckung von 80 % und mehr. Die größten Gehölze sind hier teils über 3 m hoch, was wiederum die Vermutung der Anpflanzung einzelner Gehölze bestärkt. Häufig auftretende Arten sind hier *Viburnum lantana*, *Rubus fruticosa*, *Corylus avellana*, *Cornus sanguinea*, und *Cornus mas*. Am linken Bildrand in Abbildung 29 ist zudem eine gepflanzte Esche (*Fraxinus excelsior*) sowie rechts davon eine ebenfalls gepflanzte Vogel-Beere (*Sorbus aucuparia*) zu erkennen.

**Abbildung 29: Blick auf den oberen Bereich der Böschung mit Anpflanzungen (eigene Aufnahme)**

Im mittleren Drittel einschließlich der feuchteren Berme nimmt die Gehölzdichte deutlich ab (siehe Abb. 31 und 32). Zwischen einzelnen Gehölzen sind teils Abstände von bis zu 1 m oder mehr festzustellen. Dennoch findet sich auch in diesem Bereich eine Vielzahl von Arten. Birken (*Betula pendula*), Ohr-Weiden (*Salix aurita*), Sal-Weiden (*Salix caprea*) und die Ahorn-Arten (*Acer campestre*, *Acer platanoides* und *Acer pseudoplatanus*) treten hier vermehrt zum Vorschein. Ein exemplarisches Gehölz dieses Bereiches zeigt Abbildung 30. Durchaus zahlreich vertreten sind außerdem die Nadelgehölze *Picea abies* und *Pinus sylvestris*, die durch Samenanflug der angrenzenden Waldfläche auf die Böschung gelangt sind. Vereinzelt sind zudem Exemplare von *Amelanchier ovalis*, *Prunus mahaleb*, *Rhamnus cathartica* und *Sorbus torminalis* vorzufinden. Lediglich ein Exemplar konnte von Viburnum opulus erfasst werden. Der Bereich unterhalb der Berme zeigt, wie auch schon von der Tendenz her in Abb. 31 zu erkennen, eine spärlich besiedelte Fläche, die maximal eine Deckung durch Gehölze von 10 % erreicht.

**Abbildung 32: Abnehmende Deckung (eigene Aufnahme)**

**Abbildung 31: Blick auf die Berme (eigene Aufnahme)**

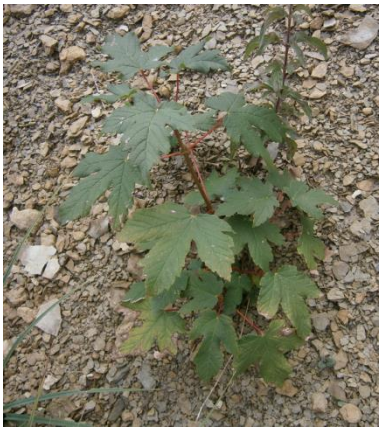

**Abbildung 30: *Acer pseudoplatanus* (eigene Aufnahme)**

Auffällig ist, dass sowohl die Hainbuchen (*Carpinus betulus*) und Feld-Ahorne (*Acer campestre*) als auch die Stieleichen (*Quercus rubra*) einen kümmerlichen Wuchs, teilweise abgestorbene Zweige und gelbliche Blattfärbungen aufweisen.

**Tabelle 13: Erfasste Gehölzarten nach Braun-Blanquet**

| **Artenzahl** | **Größe** | **Gesamtdeckung** |
|---|---|---|
| **24** | Breite des Abschnittes: ca. 300 m | Oberes Drittel: 80+ %<br>Mittleres Drittel: 40 %<br>Unteres Drittel: 10 % |
| **Gehölzart** | **Artmächtigkeit** | **Anmerkungen** |
| *Acer campestre* | **+** | Abgestorbene Zweige, gelb, teils gepflanzt |
| *Acer platanoides* | **+** | Sehr klein |
| *Acer pseudoplatanus* | **+** | Sehr klein |
| *Amelanchier ovalis* | **+** | Vereinzelt, klein |
| *Betula pendula* | **1** | Bis zu 3 m groß, auch kleinere Exemplare |
| *Carpinus betulus* | **1** | Gelbliche Blätter, Kümmerwuchs, gepflanzt |
| *Cornus mas* | **2** | Bis 1,50 m Büsche |
| *Cornus sanguinea* | **2** | Bis 1,50 m Büsche, auch viele kleine, flächig |
| *Corylus avellana* | **2*** | Oberer Hangbereich, Ø 1,50 cm |
| *Fraxinus excelsior* | **1** | Bis 1,50 m große Büsche |
| *Picea abies* | **1** | Viele kleine, auf Fläche verteilt, Ø 10 cm |
| *Pinus sylvestris* | **1** | Zahlreich, guter Wuchs, Ø 20 cm |
| *Prunus mahaleb* | **r** | 1 – 2 Individuen |
| *Quercus rubra* | **1** | Gelbliche Blätter, Kümmerwuchs, gepflanzt |
| *Rhamnus cathartica* | **+** | Einige Büsche versch. Größe |
| *Rubus fruticosa* | **1*** | Oberer Hangbereich, Ø 40 cm |
| *Rosa spec.* | **r** | nur ein Busch, 1 m Höhe |
| *Salix aurita* | **+** | Vereinzelt, klein, etwa 15 cm |
| *Salix caprea* | **2** | Häufig anzutreffen, Ø 25 cm |
| *Salix spec.* | **r** | 1 – 2 Individuen |
| *Sorbus aucuparia* | **+*** | Mehrere Individuen, inkl. gepflanzter |
| *Sorbus torminalis* | **+** | kleine Sprösslinge, verteilt auf der Fläche |
| *Viburnum lantana* | **2** | Häufig im oberen Drittel, evtl. gepflanzt |
| *Viburnum opulus* | **r** | Ein Individuum, Strauch |

| **Legende** | | |
|---|---|---|
| **r** = sehr selten (1-3 Individuen) | **3** = 25 – 49 % deckend | **°** = unterer Hangbereich |
| **+** = spärlich (Deckungsgrad < 1%) | **4** = 50 – 74 % deckend | ***** = oberer Hangbereich |
| **1** = reichlich (1 – 4 %; 6-50 Individuen) | **5** = 75 – 100 % deckend | |
| **2** = sehr zahlreich (5 – 24 %) | | |

### 3.3.2 Vegetationsaufnahme durch Parzellen-Sämlings-Zählung

**Abbildung 33: Parzelle 1 auf der Böschung (eigene Aufnahme)**

Die erste Parzelle wurde im Übergangsbereich der zunehmend lichter werdenden Vegetationsdecke zwischen dem oberen und mittleren Drittel der Böschung abgesteckt (siehe Abb. 33). Die Parzelle gibt so einen möglichst repräsentativen Ausschnitt des mittleren Bereiches der Böschung wieder. Die krautige Vegetation musste nicht entfernt werden, da die Gehölzzählung nicht beeinträchtigt wurde. Grasvegetation ist nur sehr spärlich vorhanden. Schätzungsweise ist der Parzellenbereich durch die Gehölze zu knapp der Hälfte bedeckt. Innerhalb der 2 x 2 m konnten insgesamt 6 verschiedene Arten und 28 Individuen erfasst werden (siehe Tab. 14). Die Gehölzdichte liegt damit bei sieben Gehölzen pro Quadratmeter.

**Tabelle 14: Ergebnisse Parzelle 1**

| Arten-/Individuenzahl | Gehölzdichte | Parzellengröße | Bemerkungen | |
|---|---|---|---|---|
| 6/28 | 7 / m² | 2 x 2 m (4m²) | Parzelle im mittleren bis oberen Drittel der Böschung (vertikal) | |
| **Gehölzart** | **Wuchshöhe Ø** | **Deckung d. Parzelle** | **Individuenzahl** | **Individuendichte** |
| *Betula pendula* | 25 cm | 5 % | 3 | 0,75 / m² |
| *Cornus sanguinea* | 10 cm | 5 % | 9 | 2,25 / m² |
| *Picea abies* | 5 cm | 2 % | 2 | 0,5 / m² |
| *Pinus sylvestris* | 15 cm | 5 % | 6 | 1,5 / m² |
| *Pyrus communis* | 20 cm | 2 % | 1 | 0,25 / m² |
| *Salix caprea* | 40 cm | 30 % | 7 | 1,75 / m² |

Mit einer Durchschnittsgröße von 40 cm sind die sieben Sal-Weiden (*Salix caprea*) mit Abstand die größten Gehölze innerhalb der Parzelle (siehe Abb. 34). Sie allein erreichen etwa eine 30 %-Deckung durch ihre oberirdische Biomasse.

**Abbildung 36: *Pinus sylvestris* (eigene Aufnahme)**

**Abbildung 35: *Betula pendula* (eigene Aufnahme)**

**Abbildung 34: *Salix caprea* (eigene Aufnahme)**

Zahlreich vertreten sind die kleinen Hartriegel-Keimlinge (*Cornus sanguinea*) mit etwa 10 cm Größe aber einer recht geringen Deckung von 5 %. Pro Quadratmeter sind in der Parzelle etwa zwei *Cornus sanguinea* (2,25 / m²) zu finden. Größer sind mit etwa 25 cm Höhe die drei jungen Birken (*Betula pendula*) (siehe Abb. 35) und die 20 cm hohe Birne (*Pyrus communis*). Neben den genannten Laubgehölzen befinden sich außerdem zwei Arten der Nadelgehölze innerhalb der Parzelle. Sechs junge Fichten (*Picea abies*), die gerade mal 5 cm groß sind, sowie zwei Berg-Kiefern (*Pinus sylvestris*) mit etwa 15 cm Größe (siehe Abb. 36), jeweils mit einer marginalen Deckung der Parzelle, komplettieren die aufkommenden Arten.

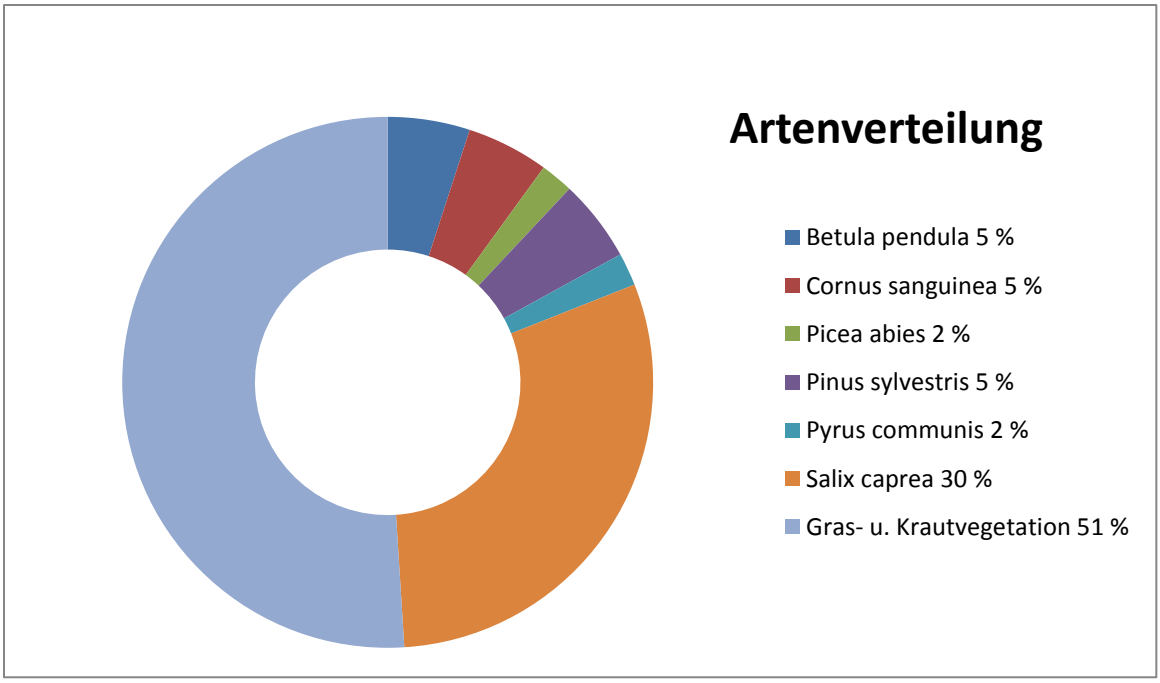


**Abbildung 37: Artenverteilung der in Parzelle 1 erfassten Gehölzarten**

Aus der Artenverteilung (siehe Abb. 37) ist deutlich zu erkennen, dass bis auf *Salix caprea* die Deckung durch Gehölze noch sehr gering ist. Nur annähernd ein Viertel der Fläche wird von den übrigen Gehölzen bedeckt. Insgesamt ist dies durch das noch frühe Entwicklungsstadium der Gehölze zu erklären. Keine der Arten (ausgenommen *Salix caprea*) erreicht eine Wuchshöhe über 25 cm.

**Abbildung 38: Parzelle 2 auf der Böschung (eigene Aufnahme)**

Die zweite Parzelle wurde etwas tiefer, kurz vor der Berme abgesteckt. Sie zeigt ebenfalls ein Mosaik aus Kraut-, Gras- und Gehölzvegetation sowie vegetationslosem Rohboden. Wie Abb. 38 zeigt, sind die Gehölze optisch nicht von der Krautvegetation zu unterscheiden. Beide erreichen keine Wuchshöhe über 20 cm. Im Vergleich zur vorigen Parzelle nehmen hier die Arten- sowie Individuenzahlen der Gehölze ab. Nur insgesamt vier Arten und neun Individuen konnten aufgenommen werden. Sechs der insgesamt neun Gehölze sind junge Hartriegel (*Cornus sanguinea*). Eine 20 cm große *Salix caprea*, eine 8 cm große Fichte (*Picea abies*) und ein Spitz-Ahorn (*Acer platanoides*) wurden ebenfalls erfasst. Aufgrund der geringen Artenzahl sowie der niedrigen Deckungsgrade wurde keine Artenverteilung berechnet.

**Tabelle 15: Ergebnisse Parzelle 2**

| **Arten-/Individuenzahl** | **Gehölzdichte** | **Parzellengröße** | **Bemerkungen** | |
|---|---|---|---|---|
| 4/9 | 2,25 / m² | 2 x 2 m (4m²) | Parzelle im mittleren Drittel der Böschung (vertikal gesehen) | |
| **Gehölzart** | **Wuchshöhe Ø** | **Deckung d. Parzelle** | **Individuenzahl** | **Individuendichte** |
| *Acer platanoides* | 8 cm | 1 % | 1 | 0,25 / m² |
| *Cornus sanguinea* | 10 cm | 7 % | 6 | 1,5 / m² |
| *Picea abies* | 8 cm | 1 % | 1 | 0,25 / m² |
| *Salix caprea* | 20 cm | 3 % | 1 | 0,25 / m² |

# 4 Diskussion

## 4.1 Bewertung der exemplarischen Gehölzansaaten

### 4.1.1 Bernser Landwehr

Analyse der Vegetationsaufnahme

Von der aus lediglich sechs Gehölzarten bestehenden Ansaatmischung konnten in der Vegetationserfassung nach BRAUN-BLANQUET vier Arten wiedergefunden werden (siehe Tab. 16). Mittels der Parzellen-Sämlings-Zählung konnten lediglich zwei der sechs Arten erfasst werden und stellt vor allem den Zustand auf der anteilig größten Fläche der Böschung zwischen dem oberen Bereich und dem Böschungsfuß dar. Hier haben die Gehölzarten bisher keine flächendeckende Verbreitung erreicht und keinen konkurrenzfähigen Aufwuchs bilden können.

**Tabelle 16: Erfolg der Ansaat**

| Art | Vorhanden? |
|---|---|
| *Betula pendula* | Ja |
| *Carpinus betulus* | Ja |
| *Cornus sanguinea* | Ja |
| *Cytisus scoparius* | Nein |
| *Lonicera xylosteum* | Nein |
| *Rosa rubiginosa* | Ja |

Die Arten *Cytisus scoparius* und *Lonicera xylosteum* konnten sich nicht auf der Böschung etablieren. Ein naheliegender Grund für die nicht erfolgte Keimung des Besen-Ginsters (*Cyticus scoparius*) könnte die Bevorzugung von sauren Böden sein (vgl. DRACHENFELS 2004: 78; BRUNS 2010: 176). Der untersuchte Kalkstandort bietet somit eher schlechte Bedinungen für diese Art. Das Ausbleiben von der Gemeinen Heckenkirsche (*Lonicera xylosteum*) kann mit der natürlichen Verbreitung der Art zusammenhängen. So erstreckt sich das Verbreitungsgebiet zwar grob über Mittel- und Osteuropa, gerade im Westen von Norddeutschland kommt die Heckenkirsche jedoch nicht vor (BRUNS 2010: 299). Dass die Hainbuche (*Carpinus betulus*) und die Birke (*Betula pendula*) im Rahmen der Parzellen-Sämlings-Zählung nicht erfasst werden konnten, kann mit der spärlichen Verbreitung auf der Fläche begründet werden. So sind ohnehin nur wenige Individuen der Hainbuche auf der Böschung zu finden und diese wurden eher im oberen sowie unteren Hangbereich aufgenommen. Die etwas zahlreicheren Birken waren eher willkürlich verteilt und nicht in einer der Parzellen zu finden.

Acht nicht aus der Ansaatmischung stammende Gehölzarten konnten auf der Fläche ermittelt werden. Diesen ist hinsichtlich ihrer Anzahl sowie der Entwicklung gegenüber den angesäten Arten kein Nachteil anzusehen, viel eher etabliert sich vor allem *Rubus fruticosa*

sehr gut und kann sich hinsichtlich des Konkurrenzkampfes mit Gras- und Krautvegetation deutlich besser durchsetzen, als beispielsweise die Hainbuche, die Birke oder der Hartriegel.

Bewertung der Entwicklung

Um eine Beurteilung der Entwicklung der Gehölzansaat zu ermöglichen, eignet es sich zurückliegende Vegetationsaufnahmen der Fläche mit der aktuellen zu vergleichen, um Rückschlüsse über eine Artenzu- oder Artenabnahme zu erlangen.

**Tabelle 17: Vergleich erfasste Arten von 2011 und 2013 (Werpup 2013: 134)**

| **2011** | | **2013** | |
|---|---|---|---|
| *Gehölzart* | **Artmächtigkeit** | *Gehölzart* | **Artmächtigkeit** |
| *Acer campestre* | **1** | *Acer campestre* | **2** |
| *Acer platanoides* | **r** | *Acer platanoides* | **r** |
| *Acer pseudoplatanus* | **2** | *Acer pseudoplatanus* | **2** |
| *Betula pendula* | **1** | *Betula pendula* | **1** |
| *Carpinus betulus* | **r°** | *Carpinus betulus* | **r°*** |
| *Cornus sanguinea* | **1°** | *Cornus sanguinea* | **+°** |
| - | | *Pinus sylvestris* | **+*** |
| *Fraxinus excelsior* | **1** | - | |
| *Prunus avium* | **+** | - | |
| *Robinia pseudoacacia* | **r°** | - | |
| *Rosa rubiginosa* | **r** | *Rosa rubiginosa* | **1** |
| *Rubus fruticosa* | **1** | *Rubus fruticosa* | **2** |
| *Salix caprea* | **(1* / 2°)** | *Salix caprea* | **2°*** |
| *Salix viminalis* | **r°** | *Salix viminalis* | **r°** |
| *Salix x rubens* | **+°** | *Salix x rubens* | **+°** |

| **Legende** | | |
|---|---|---|
| **r** = sehr selten (1-3 Individuen) | **3** = 25 – 49 % deckend | **°** = unterer Hangbereich |
| **+** = spärlich (Deckungsgrad < 1%) | **4** = 50 – 74 % deckend | ***** = oberer Hangbereich |
| **1** = reichlich (1 – 4 %; 6-50 Individuen) | **5** = 75 – 100 % deckend | |
| **2** = sehr zahlreich (5 – 24 %) | | |

Wie in Tabelle 17 dargestellt, konnten drei der 2011 erfassten Arten im Jahr 2013 nicht mehr auf der Böschung ausfindig gemacht werden. *Fraxinus excelsior*, *Prunus avium* und *Robinia pseudoacacia*, die bereits 2011 eher selten zu finden waren, sind von der Fläche verschwunden. Neu hinzugekommen ist das Nadelgehölz *Pinus sylvestris*, welches allerdings nur wenige Individuen aufweist und allein im Bereich des Hangfußes wuchs. Vergleicht man die Werte der Deckung, sind insgesamt keine großen Entwicklungssprünge auszumachen. Alle seit der letzten Aufnahme bereits erfassten Gehölze haben nicht an Deckung verloren und konnten sich teilweise gut entwickeln. Eine Ausnahme bildet hier lediglich *Cornus sanguinea*, der statt reichlich nur noch spärlich vorkommt. Hervorzuheben ist vor allem die Entwicklung von *Rubus fruticosa*, die deutlich zugenommen hat. Auch die durch Windausbreitung etablierten *Acer campestre* haben in der Zahl zugenommen. Positiv ist außerdem die Entwicklung der Wildrosen, die kennzeichnende Art der Mesophilen Gebüsche ist. Statt vormals spärlich sind 2013 reichlich Individuen auf der Fläche verteilt.

Insgesamt dominiert die Gras- und Krautvegetation die Fläche, was durch die Abbildungen 39 und 40 verdeutlicht wird. 2011 sind noch vegetationsfreie Rohbodenstellen zu erkennen, zwei Jahre später ist eine sehr viel dichter bewachsene Böschung zu sehen. Vor allem die dichte Verwurzelung der Gräser scheint die Entwicklung der Gehölze zu hemmen und kann für die Abnahme der Gehölzartenzahl verantwortlich sein. Die eingangs erwähnte zusätzliche Ansaat von Rasen ist hier als wesentlicher Faktor für das eher unzufriedenstellende Ergebnis anzuführen. Nur die Brombeeren und Wildrosen scheinen sich davon unbeeinflusst entwickeln zu können.

**Abbildung 39: Blick auf die Böschung im Jahr 2011 (WERPUP 2013: 136)**

**Abbildung 40: Blick auf die Böschung im Jahr 2013 (eigene Aufnahme)**

Vor allem die Parzellen-Sämlings-Zählung konnte auf dieser Böschung die eher missglückte Gehölzansaat dokumentieren. Ihre Ergebnisse zeigen schwerpunktmäßig den Zustand zwischen Böschungsoberkante und dem Böschungsfuß.

Zusammenfassende Beurteilung

Die Gehölzansaat der Böschung an der Bernser Landwehr ist insgesamt als unzureichend und maximal als entwicklungsfähig einzustufen. Dabei kann zwar nicht von einem Komplettausfall gesprochen werden, da immerhin vier der sechs ausgebrachten Arten auf der Böschung vorhanden sind. Aber eine flächige, sichtbare Verbreitung der Gehölze hat sich nach fünf Jahren nicht eingestellt. Dagegen nimmt die Dominanz der Grasvegetation weiter zu und erschwert zunehmend die Gehölzentwicklung. Vergleicht man die Werte von 2011 und 2013 ist sogar ein Artenrückgang zu verzeichnen. Nur wenige Gehölze konnten ihre Artmächtigkeit ausbauen. Entwicklungsfähig ist die Gehölzvegetation also nur durch das zahlreiche Vorkommen der Kennarten *Rosa spec.* und *Rubus fruticosa*. Diese können als Pionier- und Ammenarten langfristig verbesserte Anwuchsbedingungen für weitere Gehölze schaffen. Ob die Samen der Ansaat davon jedoch noch profitieren, ist zu bezweifeln. Also hängt eine Entwicklung hin zu einem Gebüsch maßgeblich von anfliegenden oder über Tiere eingebrachte Gehölzsamen ab und kann nicht innerhalb weniger Vegetationsperioden erwartet werden.

### 4.1.2 Heidkopftunnel

Analyse der Vegetationsaufnahme

Ein Blick auf den Abgleich der Ansaat mit den tatsächlich vorkommenden Arten nach BRAUN-BLANQUET sieben Jahre nach Ausbringen des Saatgutes zeigt ein positives Ergebnis (siehe Tab. 18). Nur eine der elf Arten aus der Ansaatmischung ist nicht auf der Böschung etabliert. Auch die Parzellen-Sämlings-Zählung zeigt ein positives Ergebnis hinsichtlich der Gehölzdichte von etwa 30 Gehölzen pro Quadratmeter. Das Vorhandensein fast aller ausgebrachten Arten sollte jedoch nicht per se als faktisch erfolgreiche Böschungsbegrünung verstanden werden. Vor allem im oberen Hangbereich konnte eine gut entwickelte, artenreiche Gebüschvegetation festgestellt werden. Dagegen nimmt die Arten- und Individuendichte nach unten stetig ab. Dies konnte mittels der Parzellen-Sämlings-Zählung gut erfasst werden, bei der jeweils nur noch vier bzw. sieben Arten gezählt werden konnten.

**Tabelle 18: Erfolg der Ansaat**

| Art | Vorhanden? |
|---|---|
| *Acer campestre* | Ja |
| *Alnus glutinosa* | Nein |
| *Carpinus betulus* | Ja |
| *Cornus sanguinea* | Ja |
| *Prunus avium* | Ja |
| *Pyrus communis* | Ja |
| *Prunus spinosa* | Ja |
| *Rosa canina* | Ja |
| *Rosa rubiginosa* | Ja |
| *Salix caprea** | Ja |
| *Viburnum lantana* | Ja |

Nah an der Fahrbahn kann eindeutig nicht von einer erfolgreichen Begrünung mit Gehölzen gesprochen werden, da hier nur vereinzelt, in einem großen Abstand zueinander, Gehölze wachsen. Gründe für diese Inhomogenität der Vegetationsdecke sind schwer auszumachen. Eine Erklärung für die im unteren Hangbereich teilweise ausbleibende Gehölzvegetation könnte in der Beschaffenheit des Gesteins gefunden werden. So hat dieses Gestein vor menschlichem Eingriff etwa 30 m unterhalb der Erdoberfläche gelegen. Biologische Vorgänge, eine Durchlüftung oder Mineralisierung haben hier nicht stattgefunden. So bietet dieses Material unter Umständen nicht die idealen Vorraussetzungen für eine Ansaat. Je näher die Böschung an die ehemalige Geländeoberkannte reicht, desto besser ist sie bewachsen. Somit liegt die Vermutung nahe, dass Gestein aus höheren Schichten besser als Pflanzenstandort geeignet ist, als jenes aus deutlich tieferen Schichten die mitunter 20 m oder mehr unter der Erdoberfläche lagen. Auch wenn die Einschnittsböschung mit Schotter präpariert wurde, dürfte diese Kalkschotter-Schicht nicht von größerer Dicke sein, sodass das unbearbeitete Gestein in Reichweite der Wurzeln liegt. Da dieses weder Wasser, noch Nährstoffe in großem Umfang speichert, kann hier eine mögliche Begründung der ausbleibenden Entwicklung der Gehölze gefunden werden, auch wenn gegen den Nährstoffmangel mit der Beimischung von Mineraldüngern vorbeugend vorgegangen wurde.

„Je steiler und länger eine Böschung ist, desto größer wird bei fehlender Vegetation das Erosionspotential (…) (STALLJANN 2000: 61)“. Vor allem das in der Regel Richtung Hangfuß verstärkt zunehmende niederschlagsbedingte Oberflächenwasser kann in diesem Fall erosionsfördernd gewirkt haben. Dies könnte zum einen dazu geführt haben, dass der Mischung beigefügte Minerale ausgewaschen wurden. Ob die Düngermenge demnach in den unteren Hangbereichen erhöht werden sollte, ist gegebenenfalls zu überprüfen. Zum anderen könnte auch die Ansaat weggespült worden sein. Die teils großflächig vegetationslosen Bereiche würden diese These stützen.

Ob *Salix caprea* im Rahmen der Ansaat auf die Fläche gelangt ist oder sich durch eine spätere Ausbreitung auf der Fläche etablieren konnte, kann nicht zweifellos bestätigt werden. Grund zu dieser Annahme bietet die lediglich zweiwöchige Keimfähigkeit der Samen, die sowohl für die Beschaffung des Saatgutes als auch für die darauf folgende Ausbringung nur einen zeitlich sehr engen Rahmen zugelassen hätte. Allein die Häufigkeit des Auftretens auf der Böschung kann nicht abschließend beantworten, ob die Weiden ausgesät oder vom Wind eingebracht wurden.

Bewertung der Entwicklung

Konnten 2011 insgesamt 15 Gehölzarten auf der Böschung erfasst werden, sind es zwei Jahre später bereits 20 Arten. Sechs neue Arten scheinen dabei durch den Wind oder Tiere auf die Fläche gelangt zu sein. Dabei handelt es sich um zahlreiche junge Fichten (*Picea abies*) und Kiefern (*Pinus spec.*), einige Vogel-Kirschen (*Prunus avium*), sehr viele Birnen (*Pyrus communis*) sowie jeweils eine Korb-Weide (*Salix viminalis*) und eine Walnuss (*Juglans regia*) (siehe Tab. 19). Bis auf das „Neu-Auftreten“ der Birnen, ist die vergrößerte Artenvielfalt nicht ungewöhnlich. Eine Erklärung für die starke, im Jahr 2011 noch nicht erfasste, Verbreitung der Birnen könnte in ihrer besonderen Eigenschaft der Dornenausbildung liegen (siehe Abb. 41). Damit ähneln junge Birnen der ebenfalls dornigen Schlehe (*Prunus spinosa*), welche 2011 bereits mit einer Artmächtigkeit von 2 beschrieben wurde. Eine Verwechslung wäre demnach durchaus möglich und könnte Grund dafür sein, dass die Birnen auch 2011 schon auf der

**Abbildung 41: Junge *Pyrus communis* (eigene Aufnahme)**

Böschung wuchsen jedoch nicht erfasst wurden. Das Vorhandensein der Birne in der Ansaatmischung würde diese Vermutung bestätigen.

Neben den neu hinzugekommenen Arten, ist auch bei den vorhandenen Arten innerhalb der zwei Jahre eine Entwicklung festzustellen. Bei sieben Arten ist ein Anstieg der Artmächtigkeit auszumachen. Hervorzuheben sind hier vor allem die Hainbuchen (*Carpinus betulus*) und Birken (*Betula pendula*), die von einem spärlichen bzw. reichlichen Vorkommen in 2011 eine Artmächtigkeit von 2 erreichen konnten und somit sehr zahlreich vertreten sind. Auch die Pappeln (*Populus tremula*) konnten, wenn auch räumlich begrenzt und nicht auf der Gesamtfläche, eine beachtliche Entwicklung vorweisen. Wurden 2011 noch wenige Individuen gezählt, konnten diese teilweise dichte Bestände mit Wuchshöhen von über 2 m erreichen (siehe Abb. 42). Auch die Entwicklung der Rosen ist positiv. Diese konnten verteilt auf der ganzen Böschung sowohl ihre Individuenzahl als auch –dichte erhöhen und bieten somit eine Basis für das sich flächig einstellende Mesophile Gebüsch mit Dominanz der Rosen.

**Abbildung 42: Bestand von Populus tremula (eigene Aufnahme)**

**Tabelle 19: Vergleich erfasste Arten von 2011 und 2013 (WERPUP 2013: 147)**

| 2011 | | 2013 | |
|---|---|---|---|
| **Gehölzart** | **Artmächtigkeit** | **Gehölzart** | **Artmächtigkeit** |
| *Acer campestre* | **+** | *Acer campestre* | **+*** |
| *Acer pseudoplatanus* | **1*** | *Acer pseudoplatanus* | **+*** |
| *Betula pendula* | **1** | *Betula pendula* | **2** |
| *Carpinus betulus* | **+** | *Carpinus betulus* | **2** |
| *Clematis vitalba* | **1°** | *Clematis vitalba* | **1*** |
| *Cornus sanguinea* | **1** | *Cornus sanguinea* | **r*** |
| *Crataegus laevigata* | **+*** | *Crataegus laevigata* | **+*** |
| *Crataegus monogyna* | **r*** | *Crataegus monogyna* | **+*** |
| - | | *Juglans regia* | **r*** |
| - | | *Picea abies* | **+** |
| - | | *Pinus spec.* | **+** |
| *Populus tremula* | **r** | *Populus tremula* | **2** |
| - | | *Prunus avium* | **+*** |
| *Prunus spinosa* | **2** | *Prunus spinosa* | **2** |
| - | | *Pyrus communis* | **3** |
| *Rosa spec.* | **2** | *Rosa spec.* | **3** |
| *Rubus fruticosus* | **+*** | *Rubus fruticosus* | **+*** |
| *Salix caprea* | **r** | *Salix caprea* | **1** |
| - | | *Salix viminalis* | **r** |
| *Sorbus aucuparia* | **+** | - | |
| *Viburnum lantana* | **1** | *Viburnum lantana* | **2** |

| **Legende** | | |
|---|---|---|
| **r** = sehr selten (1-3 Individuen) | **3** = 25 – 49 % deckend | |
| **+** = spärlich (Deckungsgrad < 1%) | **4** = 50 – 74 % deckend | **°** = unterer Hangbereich |
| **1** = reichlich (1 – 4 %; 6-50 Individuen) | **5** = 75 – 100 % deckend | ***** = oberer Hangbereich |
| **2** = sehr zahlreich (5 – 24 %) | | |

Ein Blick auf die Böschung in den Abbildungen 43 und 44 der Jahre 2011 und 2013 unterstreicht die positive Entwicklung der Ansaat. In Abbildung 44 sind die deutlich größer gewordenen Büsche im Hintergrund zu erkennen, die in Abbildung 43 noch eher unscheinbar waren. Positiv für die flächendeckende Entwicklung von Gehölzvegetation sind die in Abbildung 44 im Vordergrund gut zu erkennenden zahlreichen Exemplare der Rosen.

**Abbildung 43: Blick auf die Böschung im Jahr 2011 (eigene Aufnahme)**

**Abbildung 44: Blick auf die Böschung im Jahr 2013 (eigene Aufnahme)**

Das Wachstum der einzelnen Gehölze sowie die zunehmende Dichte der Gebüschvegetation kann durch die Gegenüberstellung der Abbildungen 45 und 46 eindeutig dokumentiert werden. Die Aufnahmen zeigen die gleiche Gehölzformation entlang einer Entwässerungsrinne. Diese ist in der ersten Abbildung noch gut zu erkennen, dagegen kann sie durch den zunehmenden Bewuchs in Abbildung 45 bereits nich mehr problemlos erkannt werden. Auch die Größe der einzelnen Büsche hat innerhalb der zwei Jahre zugenommen.

**Abbildung 46: Vegetation entlang einer Abflussrinne 2011 (eigene Aufnahme)**

**Abbildung 45: Vegetation entlang einer Abflussrinne 2013 (eigene Aufnahme)**

Zusammenfassende Beurteilung

Trotz des teilweise unzufriedenstellenden Aufwuchses im unteren Bereich der Böschung, kann die Begrünung insgesamt als erfolgreich angesehen werden. Dafür spricht die hohe Artenvielfalt, die im oberen Hangbereich bereits erreichte Zielvegetation einer dichten Gebüschvegetation sowie die im mittleren Bereich der Böschung durchaus entwicklungsfähige, großflächig verbreitete junge Gehölzvegetation, die langfristig keine Probleme mit zu starkem Gras- oder Krautaufwuchs haben sollte. Haben sich erst einmal Gebüsche auf der oberen Hälfte der Böschung etabliert, sollte langfristig auch die Besiedelung der unteren Bereiche begünstigt werden.

### 4.1.3 Pforzheim / Wurmberg

Analyse der Vegetationsaufnahme

Ein Blick auf den Abgleich der Ansaatmischung mit den auf der Böschung etablierten Arten (erfasst nach BRAUN-BLANQUET), wie in Tab. 20 dargestellt, zeigt, dass von den 23 ausgebrachten Arten 14 Arten auch sieben Jahre nach der Ansaat noch auf der Fläche vertreten sind. Mit der Parzellen-Sämlings-Zählung wären lediglich vier Arten aus der Ansaatmischung (23 Arten) erfasst worden. Da bei Ansaatmischungen dieser üppigen Artenzahlen immer schon ein gewisser Prozentsatz von nicht aufkommenden Arten einkalkuliert wird, ist das Ergebnis der BRAUN-BLANQUET-Methode erst einmal als positiv zu bewerten. Der Frage, warum einzelne Arten nicht aufgekommen sind, wird im Folgenden versucht nachzugehen.

**Tabelle 20: Erfolg der Ansaat**

| Art | Vorhanden? |
|---|---|
| *Acer campestre* | Ja |
| *Acer platanoides* | Ja |
| *Acer pseudoplatanus* | Ja |
| *Alnus glutinosa* | Nein |
| *Amelanchier ovalis* | Ja |
| *Betula pendula* | Ja |
| *Carpinus betulus* | Ja |
| *Cornus mas* | Ja |
| *Cornus sanguinea* | Ja |
| *Euonymus europaeus* | Nein |
| *Fraxinus excelsior* | Ja |
| *Malus sylvestris* | Nein |
| *Prunus mahaleb* | Ja |
| *Pyrus communis* | Nein |
| *Rhamnus cathartica* | Ja |
| *Rosa arvensis* | Nein |
| *Rosa rubiginosa* | Ja |
| *Sambucus nigra* | Nein |
| *Sambucus racemosa* | Nein |
| *Sorbus torminalis* | Ja |
| *Tilia cordata* | Nein |
| *Tilia platyphyllos* | Nein |
| *Viburnum opulus* | Ja |

Auffällig ist, dass Arten wie die Birne (*Pyrus communis*) oder die Rosen (*Rosa arvensis* & *Rosa rubiginosa*), die auf einem vergleichbaren Standort wie am Heidkopftunnel gut gewachsen sind, bis auf ein Exemplar von *Rosa rubiginosa*, total ausgefallen sind. Zudem sind die Linden (*Tilia cordata* & *Tilia platyphyllos*), die Holunder (*Sambucus nigra* & *Sambucus racemosa*), der Apfelbaum (*Malus sylvestris*), die Erle (*Alnus glutinosa*) sowie *Euonymus europaeus* nicht auf der Böschung vertreten.

Ein Grund für das Nicht-Keimen von *Malus sylvestris* und *Pyrus communis* könnte die späte Aussaat im Juli sein, „da diese Arten bei höheren Bodentemperaturen einer Keimhemmung unterliegen (WERPUP 2013: 122)“. Das Ausbleiben der *Sambucus*-Arten sowie von *Alnus glutinosa* wäre auch durch ungünstige Standortbedingungen für das Saatgut zu erklären, welche das Saatgut keimungsunfähig gemacht haben könnten. Direkter Lichteinfall sowie Trockenheit sind häufige Gründe für eine missglückte Keimung (vgl. BÄRTELS 1996; POLOMSKI & KUHN 1998 zitiert in WERPUP 2013: 122). Ausschlaggebend für das Nicht-Aufkommen von

*Euonymus europaeus* kann ebenfalls der Extremstandort Böschung sein. Der als „Humuszehrer“ geltende *Euonymus* hat somit auf dem Rohbodenstandort keine idealen Bedingungen. Das weitestgehende Ausbleiben der Rosenarten wirft dagegen weiterhin Fragen auf und kann in diesem Abschnitt nicht abschließend beantwortet werden.

Eine mögliche Erklärung für nicht vorzufindende Arten aus Ansaaten kann nicht unüblicherweise der Tierfraß sein (STALLJANN 2000: 75). Vögel, Mäuse und Insekten können die Samen als Nahrung genutzt haben.

Abgesehen von einzelnen ausgefallenen Arten soll auch die teils flächige vegetationslose Fläche mittig der Böschung erklärt werden. Wie bereits in den Ergebnissen angedeutet, scheint hier eine größere Abrutschung der Mulchschicht samt Ansaat für das Ausbleiben der Gehölze verantwortlich zu sein. Abrutschungen sind an west- bzw. ostexponierten Böschungen nicht ungewöhnlich, da sie durch stärkere Winde deutlich intensiver erosionsgefährdet sind (vgl. HACKER 2012: 268). Auch die Neigung von 1 : 1,5 könnte ein Indiz für die Abrutschung sein.

**Abbildung 49: *Acer campestre*(eigene Aufnahme)**

**Abbildung 48: *Carpinus betulus* (eigene Aufnahme)**

**Abbildung 47: *Quercus rubra* (eigene Aufnahme)**

Der Kümmerwuchs und die vergilbten Blätter von *Quercus rubra*, *Acer campestre* und *Carpinus betulus* werfen auch einige Fragen auf (siehe Abb. 47, 48, 49). Handelt es sich um gepflanzte Exemplare, kann der sogenannte „Verpflanzungsschock“ oder der „Blumentopfeffekt“ als Ursache für die Mangelerscheinungen angeführt werden. Demnach hätten die Pflanzen nach ihrer Anzucht in der Baumschule große Probleme mit der Verpflanzung an den neuen Standort der deutlich extremere Bedingungen aufweist. Die in humusreicher Erde entwickelten Wurzeln könnten zudem Probleme mit dem Nährstoffarmen Lockergestein haben und somit kein für die stetige Wasserversorgung ausreichendes Wurzelsystem entwickelt haben.

Die zehn nicht in der Ansaatmischung enthaltenen, aber dennoch auf der Böschung wachsenden Gehölzarten, sind hinsichtlich ihrer Art und Weise zu unterscheiden, wie sie auf die Fläche gelangt sind. Dabei sind einige Arten aufgrund ihres Wuchses eindeutig als

„gepflanzt“ einzustufen, bei anderen ist es dagegen nicht eindeutig festzustellen. Zu den gepflanzten Gehölzen zählen die Stiel-Eichen (*Quercus rubra)* und Vogel-Beeren (*Sorbus aucuparia)* (siehe Abb. 50). Bei *Corylus avellana* und *Viburnum lantana* ist dies nicht eindeutig festzumachen. Beide sind gerade im oberen Hangbereich sehr zahlreich und gut entwickelt, eine Pflanzung ist hier nicht auszuschließen. Eine Besiedelung der Fläche über den Eintrag durch Vögel oder Säugetiere wäre in diesem Ausmaße beachtlich. Mit großer Wahrscheinlichkeit sind die Brombeere (*Rubus fruticosa*) sowie die Weiden-Arten (*Salix aurita*, *Salix caprea* & *Salix spec.*) durch Windanflug auf die Fläche gelangt. Sie sind typische Pionierarten und etablieren sich schnell auf neuen Standorten. Auf die gleiche Weise sind *Picea abies* und *Pinus sylvestris* auf die Fläche gekommen. Grund zu dieser Annahme bieten die Nadelwaldbestände, welche unmittelbar an die Böschung grenzen.

**Abbildung 50: *Gepflanzte Sorbus aucuparia* (eigene Aufnahme)**

Der Trend des zunehmend ausbleibenden Gehölzaufwuches Richtung Fahrbahn, also in tieferen Gesteinsschichten ist auch an diesem Beispiel wiederzuerkennen. Die These der Nichteignung tieferer Gesteinsschichten für die Gehölzansaat, mangels verfügbarer Nährstoffe, begrenztem Wurzelraum, durchlüftetem Boden sowie der geringen Wasserspeicherfähigkeit, bleibt als möglicher Erklärungsansatz genauso bestehen, wie die Möglichkeit der Ausspülung durch Oberflächenwasser. Weitere Untersuchungen könnten Aufschluss über diese Beobachtungen geben.

Bewertung der Entwicklung

Tabelle 21 zeigt eine Entwicklung von im Jahr 2011 aufgenommenen 20 Arten zu 24 erfassten Arten im Jahr 2013. Mit vier weiteren Arten im Jahr 2013 kann also ein leichter Zuwachs der Artenvielfalt festgestellt werden. Es sollte aber nicht unberücksichtigt bleiben, dass Arten wie *Fagus sylvatica*, *Populus spec*., *Prunus serotina* sowie *Tilia cordata* und *Tilia platyphyllos* 2013 nicht mehr auf der Böschung vertreten sind, obwohl sie zwei Jahre zuvor dort gewachsen sind. Die beiden Tilia-Arten haben demnach gekeimt und wurden fünf Jahre nach der Ansaat auf der Fläche erfasst. Ihr Verschwinden bleibt ungeklärt.

**Tabelle 21: Vergleich erfasste Arten von 2011 und 2013 (WERPUP 2013: 119)**

| 2011 | | 2013 | |
|---|---|---|---|
| **Gehölzart** | **Artmächtigkeit** | **Gehölzart** | **Artmächtigkeit** |
| *Acer campestre* | **+** | *Acer campestre* | **+** |
| - | | *Acer platanoides* | **+** |
| *Acer pseudoplatanus* | **r** | *Acer pseudoplatanus* | **+** |
| - | | *Amelanchier ovalis* | **+** |
| *Betula pendula* | **r** | *Betula pendula* | **1** |
| - | | *Carpinus betulus* | **1** |
| - | | *Cornus mas* | **2** |
| *Cornus sanguinea* | **r** | *Cornus sanguinea* | **2** |
| - | | *Corylus avellana* | **2** |
| *Fagus sylvatica* | **+** | - | |
| *Fraxinus excelsior* | **1** | *Fraxinus excelsior* | **1** |
| *Picea abies* | **1** | *Picea abies* | **1** |
| *Pinus sylvestris* | **+** | *Pinus sylvestris* | **1** |
| *Populus spec.* | **+** | - | |
| *Prunus mahaleb* | **r** | *Prunus mahaleb* | **r** |
| *Prunus serotina* | **r** | - | |
| *Quercus rubra* | **r** | *Quercus rubra* | **1** |
| - | | *Rhamnus cathartica* | **+** |
| *Rubus fruticosa* | **1** | *Rubus fruticosa* | **1*** |
| *Rosa spec.* | **r** | *Rosa spec.* | **r** |
| *Salix aurita* | **1** | *Salix aurita* | **+** |
| *Salix caprea* | **r** | *Salix caprea* | **2** |
| *Salix spec.* | **1** | *Salix spec.* | **r** |
| - | | *Sorbus aucuparia* | **+*** |
| *Sorbus torminalis* | **+** | *Sorbus torminalis* | **+** |
| *Tilia cordata* | **+** | - | |
| *Tilia platyphyllos* | **r** | - | |
| - | | *Viburnum lantana* | **2** |
| - | | *Viburnum opulus* | **r** |

| **Legende** | | |
|---|---|---|
| **r** = sehr selten (1-3 Individuen) | **3** = 25 – 49 % deckend | |
| **+** = spärlich (Deckungsgrad < 1%) | **4** = 50 – 74 % deckend | **°** = unterer Hangbereich |
| **1** = reichlich (1 – 4 %; 6-50 Individuen) | **5** = 75 – 100 % deckend | ***** = oberer Hangbereich |
| **2** = sehr zahlreich (5 – 24 %) | | |

Neu auf die Fläche hinzugekommen sind im Vergleich zu 2011 der Spitz-Ahorn (*Acer platanoides*), die Felsen-Birne (*Amelanchier ovalis*), die Hainbuche (*Carpinus betulus*), die Kornel-Kirsche (*Cornus mas*), die Hasel (*Corylus avellana*), Purgier-Kreuzdorn (*Rhamnus cathartica*), die Vogel-Beere (*Sorbus aucuparia*) sowie die Schneeball-Arten (*Viburnum lantana & Viburnum opulus*). Ob die bereits in der Ansaat enthaltenen Arten tatsächlich erst später auf die Böschung gelangten oder bei der früheren Aufnahme möglicherweise aufgrund ihres Entwicklungsstadiums nicht genau bestimmt bzw. erfasst werden konnten, kann nicht abschließend beantwortet werden. Abgesehen von einzelnen Ausfällen und Artenzu- bzw abnahmen, kann bei sechs bestehenden Arten eine Steigerung der Artmächtigkeit festgestellt werden, was für eine gute sukzessive Entwicklung spricht. Vor allem *Cornus sanguinea* und *Salix caprea* konnten ihren Bestand deutlich ausbauen.

**Abbildung 51: Blick auf die nordostexponierte Böschung im Jahr 2011 (verändert nach WERPUP 2013: 116)**

**Abbildung 52: Blick auf den nordostexponierten Böschungsbereich oberhalb der Berme im Jahr 2013 (eigene Aufnahme)**

In den Abbildungen 51 und 52 ist vor allem die positive Entwicklung des oberen Hangbereiches ersichtlich. Im ersten Bild ist noch eine sehr flache und nicht flächendeckende Vegetation ohne hervortretende Gehölze zu erkennen, wohingegen Abbildung 52 zeigt, dass sich einzelne Gehölze deutlich sichtbar von der Gras- und Krautvegetation abheben. Die gepflanzte Eiche rechts im Bild zeigt dagegen die bereits erwähnten Mangelerscheinungen.

Zusammenfassende Beurteilung

Wie schon beim Heidkopftunnel ist bei der Gehölzansaat keine homogene Vegetationsentwicklung festzustellen. So nimmt auch hier die Arten- und Individuendichte von der Böschungsoberkannte zum Böschungsfuß ab. Dieses Bild wird durch eine flächige Abrutschung der Mulchschicht samt Ansaatmischung verstärkt (siehe Abb. 53). Im mittleren Drittel ist die Anzahl der Gehölze somit deutlich geringer als im oberen Hangbereich, wo bereits von einem erfolgreich etablierten Gebüsch gesprochen werden kann.

**Abbildung 53: Weitestgehend vegetationsfreie Fläche auf der Böschung (eigene Aufnahme)**

Anders als beim Heidkopftunnel wird eine flächige Besiedlung des mittleren Drittels deutlich mehr Zeit in Anspruch nehmen, da die regelmäßige Verteilung von wichtigen Pionierarten

wie den Rosen ausgeblieben ist. Das untere Drittel der Böschung, das aufgrund der Neigung zudem mit einem Gitter-Netz bespannt wurde, weist nur noch sehr wenige Gehölze auf. So ist zusammenfassend von einer teilweise geglückten Böschungsbegrünung zu sprechen, die in ihrer Entwicklung vermutlich durch stärkere Wind- sowie Niederschlagseinwirkungen, maßgeblich negativ beeinflusst wurde.

## 4.2 Vergleich der Evaluierungsmethoden mittels Stärken-Schwächen-Analyse

Im Ergebnis-Teil dieser Arbeit (Kapitel 3) wurden einzelne Vor- und Nachteile der beiden angewandten Evaluierungsmethoden bereits angesprochen. Diese sollen nun möglichst vervollständigt und erläutert werden, um sie im Anschluss tabellarisch gegenüberzustellen.

Begonnen wird, wie schon in den vorigen Kapiteln, mit der Vegetationserfassung nach BRAUN-BLANQUET. Im Rahmen der Untersuchungen konnten mittels dieser Methode durchweg die größten Artenzahlen ermittelt werden. Dabei konnten etwa doppelt so viele Arten nach BRAUN-BLANQUET erfasst werden, wie mit Parzellen-Sämlings-Zählungen. Diese Tatsache scheint demnach zumindest ein Hinweis darauf zu sein, dass die Artenvielfalt einer Böschung auf diese Weise deutlich umfassender ermittelt werden kann, als durch die Auswertung einzelner Ausschnitte der Fläche. Auch ein zu erwartender Zielbiotoptyp lässt sich gut ablesen. Diese bessere Gesamterfassung der Arten könnte mit der Parzellen-Sämlings-Zählung nur durch eine deutliche Mehrzahl an Untersuchungs-Parzellen erreicht werden, die mit deutlich höherem Zeit- und Arbeitsaufwand verbunden wäre. Dennoch ist gerade durch die deutlich größere Aufnahmefläche bei der klassischen Vegetationserfassung nach BRAUN-BLANQUET keine Sicherheit einer allumfassenden Aufnahme gegeben. Vielmehr scheint es logisch, dass Arten, die nur mit sehr wenigen Individuen verteilt auf einer größeren Fläche oder gerade nur in einem begrenzten Teil dieser Fläche vorkommen, übersehen werden können und somit nicht in der Artenliste der Erfassung aufgeführt werden.

Der Aufwand für eine Vegetationserfassung nach BRAUN-BLANQUET ist insgesamt begrenzt. Sowohl die nicht notwendige materielle Ausstattung als auch die Dauer der Aufnahme sind hier entscheidende Faktoren, die diese Methode leichter umsetzbar machen. Um jedoch eine möglichst umfassende Dokumentation des Begrünungszustandes zu erhalten, reicht die reine Erfassung der Arten sowie ihrer Mächtigkeit nicht aus. Differenzierende Erläuterungen

in Textform sind beispielsweise notwendig, wenn eine Böschung keine homogene Vegetationsverteilung aufweist. Nimmt die Deckung von Gehölzen von der Oberkante der Böschung bis zum Böschungsfuß stetig ab, ist dies aus einer Artenliste nicht abzulesen, auch wenn bei einzelnen Arten eine Häufung des Vorkommens auf einem Teilbereich der Fläche vermerkt wurde. Auch täuscht der Eindruck der hohen Artenvielfalt darüber hinweg, dass häufig im unteren Bereich einer Böschung keineswegs von einer erfolgreichen Gehölzansaat gesprochen werden kann. Dieser teils zu positive Eindruck, der nach BRAUN-BLANQUET entstehen kann, ist demnach nicht zu vernachlässigen. Ein weiterer Punkt, der die Ergebnisse nach BRAUN-BLANQUET trügerisch erscheinen lassen kann, ist der Umstand, dass bei der Erfassung alle Gehölze auf der Untersuchungsfläche ermittelt werden. Dabei ist nicht immer zu erkennen, ob die Gehölze gepflanzt wurden, über den Wind oder Tiere verbreitet wurden oder schon vor der Begrünung auf der Fläche waren. Dies gilt zwar für beide Methoden ist hier aufgrund der proportional größeren Fläche aber etwas gewichtiger einzustufen. Ein Abgleich der Ansaat mit den erfassten Arten kann somit erschwert werden und nicht zu einer zweifelsfreien Bewertung einer Ansaat führen, wenn beispielsweise Arten per Windanflug auf die Fläche gelangt und nicht aus der Ansaat gekeimt sind. In Tabelle 22 werden die Eigenschaften der Methode zusammenfassend dargestellt.

**Tabelle 22: Zusammenfassende Darstellung der Eigenschaften**

| **Vegetationserfassung nach Braun-Blanquet** |
|---|
| Positive Eigenschaften |
| + höhere Artenvielfalt durch bessere Gesamterfassung<br>+ Aufwuchs der Ansaat gut zu erfassen<br>+ Aufwand gering (schnell durchzuführen, kein Arbeitsmaterial)<br>+ Zielbiotoptyp gut abzulesen |
| Negative Eigenschaften |
| - teils zu positive Wirkung der Ergebnisse (z.B. durch hohe Artenvielfalt)<br>- differenzierende Dokumentation des Vegetationszustandes in Textform notwendig<br>- große Aufnahmefläche ermöglicht Übersehen von Arten<br>- Ergebnisse oft trügerisch, weil auch gepflanzte oder zugeflogene Arten enthalten |

Mittels der Parzellen-Sämlings-Zählung lassen sich sehr genaue Zahlen von Arten und Individuen ermitteln. Gerade die exakte Erfassung von Individuenzahlen für einen Böschungsabschnitt ist ein Wert, der mit der klassischen Vegetationserfassung nicht erreicht werden kann. Er kann Aufschluss über das Entwicklungspotential einer Fläche und den unmittelbaren Keimungserfolg einer Ansaat geben. Von einem Böschungsabschnitt, bei dem rein optisch noch keine Dominanz von Gehölzen festzustellen ist, kann sehr genau nachgewiesen werden, wie viele Gehölzarten tatsächlich auf einem vergleichbar kleinen Ausschnitt der Böschung vorkommen und ob diese langfristig für eine gewünschte Entwicklung sorgen können. Im Umkehrschluss lässt sich mittels der Zählung auch relativ eindeutig nachweisen, wann Ansaaten auf bestimmten Bereichen einer Böschung erfolglos waren. Überschreitet die Individuenzahl nur knapp die 10er-Marke, von denen zudem weniger als die Hälfte der Arten der Ansaat zugewiesen werden können, weist dies in der Regel auf eine schlecht entwickelte Gehölzansaat hin. Da die Parzellen jeweils in einem repräsentativen Abschnitt der Böschung abgesteckt werden sollen, kann von dem Ergebnis einer solchen Parzelle auch auf weite Teile der Böschung zurückgeschlossen werden.

Gut geeignet sind Parzellen-Sämlings-Zählungen, wie der Name schon verlauten lässt, vor allem für junge Ansaaten. Da, wie eingangs bereits erwähnt, in diesem Zusammenhang Ansaaten jünger als 10 Jahre untersucht wurden, lohnt es an dieser Stelle noch einmal zu differenzieren. Die im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Böschungen, die etwa 5-7 Jahre alte Gehölzansaaten vorweisen, verfügen über unterschiedlich weit entwickelte Gebüschbestände. Auch eine 7 Jahre alte Begrünung kann bereits Gebüsche vorweisen, die nicht mehr mittels der Parzellen-Sämlings-Zählung zu evaluieren sind. Hier stößt diese Methode an ihre Grenzen. Gut einsetzbar ist sie dagegen auf den oft weniger dicht bewachsenen Flächen mittig der Böschung. Gehölze erreichen hier selten eine Wuchshöhe von 40 cm und die Erfassung der Vegetation einer abgegrenzten Parzelle ist problemlos möglich. Auch könnte die Verwendung der Zählung bei 2-3 Jahre alten Ansaaten durchaus nützlich sein, um den unmittelbaren Keimerfolg der Samen und den entsprechenden Arten zu ermitteln.

Da durch einzelne Parzellen nur eine begrenzte und im Vergleich zur Vegetationserfassung nach BRAUN-BLANQUET deutlich kleinere Untersuchungsfläche besteht, ist es logisch, dass nicht alle Arten, die auf einer Böschung vorkommen, erfasst werden können. Eine allumfassende Verteilung der Parzellen auf einer Böschung ist hinsichtlich des Arbeitsaufwandes schlicht nicht realisierbar. Eine lückenlose Analyse der Vegetation ist nur auf einer abgegrenzten Fläche möglich.

Es hat sich außerdem herausgestellt, dass die Parzellen-Sämlings-Zählung trotz der kleineren Untersuchungsfläche einen höheren Arbeitsaufwand umfasst. Wie bereits zuvor erwähnt,

nimmt die Untersuchung sowohl zeitlich betrachtet als auch durch einen gesteigerten Materialbedarf einen größeren Arbeitsumfang in Anspruch. Zum Abstecken der Parzelle sind zum einen Maßband, Absperrband und Metall-Nägel notwendig. Zur erleichterten Vegetationserfassung ist es je nach Vegetation zum anderen erforderlich, Kraut- oder Grasvegetation zu entfernen oder zu kürzen. Abgesehen von dem zeitlichen und körperlichen Aufwand, ist dies nicht problemlos auf jedem Standort umsetzbar oder erlaubt. Die Vegetationsentfernung an steilen Neigungen kann Gefahren für den/die Untersuchende(n) birgen und erhöht den Aufwand erheblich.

Insgesamt ist bei den Untersuchungen aufgefallen, dass die Ergebnisse der Parzellen-Sämlings-Zählung für sich allein sehr kritisch wirken. Durch die im Gegensatz zur BRAUN-BLANQUET-Methode deutlich niedrigeren Artenzahlen erwecken diese den Anschein einer erfolglosen Ansaat, was in den meisten Fällen – zumindest in dieser Schärfe – nicht der Fall war. In Tabelle 23 werden die Eigenschaften der Methode zusammenfassend dargestellt.

**Tabelle 23: Zusammenfassende Darstellung der Eigenschaften**

| **Vegetationsaufnahme durch Parzellen-Sämlings-Zählung** |
|---|
| Positive Eigenschaften |
| + gut geeignet für sehr junge Ansaaten und Keimerfolg<br>+ zeigt auf, wenn Arten teilweise ausgefallen sind<br>+ kann Genauigkeit der Individuenzahl von Arten auf einer Fläche bringen<br>+ optisch artenarme Bereiche, zeigen doch hohe Arten- u. Individuenzahlen<br>+ bessere Vergleichbarkeit verschiedener Böschungen |
| Negative Eigenschaften |
| - auf begrenzter Untersuchungsfläche kann nicht alles erfasst werden<br>- ungeeignet, um Artenvielfalt der Böschung zu messen<br>- Entfernung der Kraut- u. Grasvegetation problematisch<br>- Arbeitsaufwand durch Entfernen oder Kürzen der Kraut- u. Grasvegetation<br>- Arbeitsaufwand durch Mitführen der Materialien und Werkzeuge sowie Abstecken<br>- für aussagekräftiges Ergebnis mehrere Parzellen notwendig |

Um aus den gesammelten Eindrücken ein Stärken-Schwächen-Profil für jede Methode erstellen zu können, werden anhand von Bewertungskriterien Stärken, Schwächen oder neutrale Eigenschaften abgeleitet. Zu den Kriterien zählen Artenvielfalt, Gehölzdichte,

Biotoptypen, Aufwuchs, Ästhetik, Hangsicherung, Aufwand und Anwendbarkeit. Die genaue Bedeutung der einzelnen Kriterien ist in Kapitel 2.4 nachzuschlagen.

**Tabelle 24: Stärken-Schwächen-Profil der Braun-Blanquet-Methode**

| Stärken | Schwächen | Neutral |
|---|---|---|

| Kriterien | Bewertung |
|---|---|
| **Artenvielfalt** | Artenvielfalt lässt sich sehr gut erfassen |
| **Gehölzdichte** | Gehölzdichte schwer zu erfassen |
| **Biotoptypen** | Zielbiotoptyp gut zu bestimmen |
| **Aufwuchs** | Zahl der aufkommenden Arten zwar ermittelbar, aber flächige Ausdehnung nur schwer zu erfassen |
| **Ästhetik** | Gesamteindruck der Böschung nur aus Text und Bildern ersichtlich |
| **Hangsicherung** | Hangsicherung kann durch erfolgreiche Begrünung dokumentiert werden |
| **Aufwand** | Aufwand eher gering |
| **Anwendbarkeit** | Auf jeder Böschung anwendbar |

Das Stärken-Schwächen-Profil der BRAUN-BLANQUET-Methode (siehe Tab. 24) zeigt klare Stärken in der Erfassung der Artenvielfalt. Mit der umfassenden Aufnahme aller Gehölzarten lässt sich auch der naturschutzfachliche Wert einer Gehölzansaat besser beschreiben. Durch die breite Palette der vorkommenden Arten lässt sich – wie bereits erwähnt – der Zielbiotoptyp leichter bestimmen. Da die Gehölzansaat auf der Annahme beruht, dass gut entwickelte Gehölzbestände einen hohen Erosionswiderstand haben (vgl. HACKER 2012: 133), lässt sich mittels der Braun-Blanquet-Methode durch einen Begrünungserfolg auch der Hangsicherungstechnische Erfolg ableiten. Ebenfalls zu den Stärken zählen der geringe zeitliche, materielle und körperliche Aufwand sowie die nahezu problemlose Anwendbarkeit der Methode auf jeder Art von Böschung. Zu den Schwächen ist die unzureichend erfassbare Dichte der Gehölze zu zählen, die nur grob für die Gesamtfläche geschätzt werden kann. Die Rate der aufkommenden Arten aus der Ansaat ist zwar zu ermitteln, die BRAUN-BLANQUET-Methode kann jedoch nur schwer wiedergeben, ob die jeweiligen Arten eine flächige

Ausdehnung erreichen oder nur partial oder punktuell auf der Böschung verteilt vorkommen, auch später hinzugekommene Arten können den Abgleich erschweren. Die reine Artenliste der Braun-BLANQUET-Erfassung reicht nicht für eine beschreibende Wirkung der Böschungsvegetation auf das Landschaftsbild aus. Zusätzliche textliche Beschreibungen und vor allem Bilder sind hier notwendig.

**Tabelle 25: Stärken-Schwächen-Profil der Parzellen-Sämlings-Zählung**

| Stärken | Schwächen | Neutral |
|---|---|---|

| Kriterien | Bewertung |
|---|---|
| **Artenvielfalt** | Artenvielfalt lässt sich nur unzureichend erfassen |
| **Gehölzdichte** | Gehölzdichte innerhalb der Parzellen exakt bestimmbar |
| **Biotoptypen** | Zielbiotoptyp nur bestimmbar, wenn Kennarten vorhanden |
| **Aufwuchs** | Zeigt partialen Misserfolg auf; für Gesamtbegrünungserfolg mehr Parzellen nötig |
| **Ästhetik** | Kann den landschaftlichen Gesamteindruck unzureichend erfassen |
| **Hangsicherung** | Kann partial Auskunft über Sicherung der Wurzeln geben |
| **Aufwand** | Aufwand verhältnismäßig hoch (Material, Zeit, Arbeitskraft) |
| **Anwendbarkeit** | Anwendbarkeit stark abhängig von Zugänglichkeit und Gefahrenpotential |

Das Stärken-Schwächen-Profil (siehe Tab. 25) hebt nur eine aus dem Vergleich mit der BRAUN-BLANQUET-Methode hervorgegangenen Stärke der Parzellen-Sämlings-Zählung hervor. Mittels dieser lässt sich eine genaue Gehölzdichte für jede der untersuchten Parzellen errechnen. Dadurch kann eine Individuendichte für einzelne Arten angegeben werden, mit der man grob beschreiben kann, wie regelmäßig Arten auf der Fläche vorkommen. Für eine Einordnung der erfassten Gehölze zu einem der Biotoptypen, werden in der Parzelle in der Regel zu wenige Arten erfasst. Lediglich das Vorkommen von Kennarten kann eine Einordnung erleichtern. Um den Aufwuchs aus der Ansaat bewerten zu können, sind insgesamt deutlich mehr Parzellen notwendig. Dennoch kann auch mit einer Parzelle ein partialer Misserfolg der Ansaat dokumentiert werden. Über die hangsichernde Wirkung der Gehölze kann ebenfalls aufgrund der begrenzten Fläche nur begrenzt geurteilt werden.

Deutliche Schwächen der Parzellen-Sämlings-Zählung treten bei der Erfassung der Artenvielfalt sowie der Dokumentation des ästhetischen Eindrucks hervor. Beide Indikatoren werden maßgeblich von der nicht möglichen Gesamterfassung der Böschung beeinflusst. Wie zu Beginn des Kapitels bereits erwähnt, sind mit der Parzellen-Sämlings-Zählung ein höherer Aufwand und eine nicht immer problemlose Anwendbarkeit verbunden.

**Tabelle 26: Stärken-Schwächen-Analyse der beiden Erfassungsmethoden**

| Kriterien | Stärke | Neutral | Schwäche |
|---|---|---|---|
| Artenvielfalt | | | |
| Individuendichte | | | |
| Biotoptypen | | | |
| Aufwuchs | | | |
| Ästhetik | | | |
| Hangsicherung | | | |
| Aufwand | | | |
| Anwendbarkeit | | | |

| Legende |
|---|
| ● Vegetationserfassung nach Braun Blanquet |
| ● Vegetationserfassung durch Parzellen-Sämlings-Zählung |

Wenig überraschend wird der Eindruck der jeweiligen Profile auch in der Gegenüberstellung bestätigt (siehe Tab. 26). Im Vergleich schneidet die klassische Vegetationserfassung nach BRAUN-BLANQUET eindeutig besser ab. Mit einer deutlich umfangreicheren Verwertbarkeit der Ergebnisse, können die an den Indikatoren gemessenen Bereiche meist aussagekräftiger beurteilt werden, als dies mit der Auswertung einzelner Parzellen möglich ist. Die besseren Vergleichsergebnisse für die klassische Vegetationserfassung bedeuten jedoch nicht, dass die Parzellen-Sämlings-Zählung keinen Mehrwert für die Evaluierung einer Gehölzansaat hat. Gerade in den aufgezeigten Stärken kann sie unterstützend zur klassischen Vegetationserfassung wirken, um insgesamt ein aussagekräftigeres Ergebnis zu erhalten. Vor allem für zwei bis drei Jahre alte Ansaaten ist sie schätzungsweise die bessere Methode, um einen unmittelbaren Keimerfolg des Saatgutes festzustellen.

## 4.3 Methodenkritik

Da Vor- und Nachteile der beiden Methoden zur Vegetationserfassung bereits als Teil dieser Arbeit in Kapitel 2 und 3 behandelt wurden, beschränkt sich die Kritik auf einen Punkt der Durchführung der Parzellen-Sämlings-Zählung. Schwerpunktmäßig wird daher auf mögliche Verbesserungsmaßnahmen zur Optimierung beider Methoden eingegangen. Die auch als Methode geltende Stärken-Schwächen-Analyse wird darauf folgend in ihrer Durchführung kritisch beleuchtet.

Hinsichtlich der Durchführung der Parzellen-Sämlings-Zählung ist zu vermerken, dass ein Teil der Untersuchungsmethode aufgrund seiner Nichteignung nicht verwendet wurde. Der zur erweiterten Auswertung der Deckung in der Regel einzusetzende Zählrahmen, mit dem die exakte Deckung einer Art auf der Fläche von einem Quadratmeter zu bestimmen ist, erwies sich aufgrund der bereits über das Sämlings-Stadium hinaus entwickelten Gehölze meist als nicht anwendbar. Um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu erhalten, wurden die daraus nur lückenhaft ermittelten Frequenzprozentangaben für die Deckung pro Zählrahmen nicht für die weitere Auswertung genutzt. Eine Einschätzung der Deckung wurde außerdem wie in der Methodik beschrieben von der Gesamtparzelle verwendet. Dabei ist aufgefallen, dass die Frequenzprozentwerte den Deckungswerten der Gesamtparzelle ähneln und zu keinen neuen Erkenntnissen führten.

Um die Ergebnisse der BRAUN-BLANQUET-Methode zu verbessern, hat sich in der Auswertung der Vegetationserfassung gezeigt, dass eine Einteilung der Böschung in drei Abschnitte von Vorteil sein kann. Um von vorne herein auszuschließen, dass durch die Artenlisten ein falscher Gesamteindruck der Artenverteilung auf der Böschung entsteht, könnte eine Einteilung der Böschung in einen oberen, mittleren und unteren Bereich mit jeweils einer einzelnen Vegetationsaufnahme hilfreich sein. Die häufig auftretende inhomogene Verteilung der Gehölzvegetation kann so deutlich differenzierter dokumentiert werden, ohne durch Anmerkungen in textlicher Form beschrieben werden zu müssen.

Die Ergebnisse der Parzellen-Sämlings-Zählung könnten deutlich aussagekräftiger sein, wenn beispielsweise vier oder mehr Parzellen, entlang des Böschungsgradienten (von Böschungsoberkante bis Böschungsfuß), platziert werden würden. Der erhöhte Arbeitsaufwand ist dabei entsprechend zu berücksichtigen. Dennoch werden die Ergebnisse in aller Regel somit deutlich repräsentativer, da mehr Bereiche mit allen unterschiedlichen Entwicklungsstufen abgedeckt werden können.

Auch die im Rahmen dieser Arbeit zum Einsatz gekommene Stärken-Schwächen-Analyse ist reflektierend zu betrachten. Ein Kritikpunkt an der Methode kann die mögliche subjektive Einschätzung oder Bewertung einzelner Bereiche sein. Somit ist nicht mit abschließender Sicherheit zu garantieren, dass bei einer anderen Untersuchung mit der gleichen Methode sowie den gleichen Indikatoren ein vergleichbares Ergebnis erreicht wird. Die Vor- und Nachteile der beiden Methoden hängen also oft mit der subjektiven Einschätzung des Untersuchenden zusammen.

# 5 Fazit und Ausblick

Die Untersuchungen im Rahmen dieser Arbeit haben gezeigt, dass Evaluationen unerlässlich für eine Fehleranalyse nach der Durchführung einer Begrünung sind. Die stärkere Gewichtung von Evaluationen zur Verbesserung von Verfahren ist daher sinnvoll. Das hierbei betrachtete Gehölzansaatverfahren birgt aufgrund vieler für einen Erfolg zu beachtenden Faktoren in einigen Bereichen Optimierungspotentiale. Ziel war es zu ermitteln, ob es bei der Evaluation von Böschungsbegrünungen eine sinnvolle Alternative zur bisher gängigen Vegetationserfassungsmethode nach BRAUN-BLANQUET gibt. Die Ergebnisse der Untersuchungen haben aufgezeigt, dass die bislang verwendete Evaluationsmethode gut geeignet ist, jedoch nicht in jeder Hinsicht die besten Ergebnisse erbringt.

Gerade wenn Aussagen über bestimmte Teilbereiche einer Ansaatfläche gemacht werden sollen, birgt die Parzellen-Sämlings-Zählung ein starkes Potential. Genaue Werte über die Gehölzdichte, die Artenverteilung und exakte Individuenzahlen sowie eine partial genaue Einschätzung der Deckung können die eher als grobe Gesamterfassung der Böschungsvegetation zu verstehende Methode nach BRAUN-BLANQUET sinnvoll konkretisieren. Nach den Erfahrungen aus dieser Arbeit ergänzen sich beide Methoden und führen in Kombination zu einem umfangreicheren, teils genaueren und differenzierenderen Gesamteindruck des Gehölzaufwuchses und somit des Begrünungserfolges.

Wie bereits in der Methodenkritik angemerkt, bieten beide Evaluationsmethoden in der Durchführung selbst auch noch Verbesserungsmöglichkeiten. Eine Optimierung der Evaluationsmethoden speziell für die Bewertung von Gehölzansaaten auf Verkehrswegeböschungen könnte eine Aufgabe weiterer Untersuchungen sein. Auch andere Vegetationserfassungsmethoden könnten hinsichtlich ihrer Eignung zur Evaluierung von Gehölzansaaten erprobt werden, um die bestmögliche Bewertung und Analyse einer Begrünung zu erhalten.

Durch die stetige Weiterentwicklung und Optimierung des Gehölzansaatverfahrens muss es sowohl für die Forschung als auch für die ausführenden Unternehmen weiterhin Ziel sein, die Popularität von Gehölzansaaten als nachhaltige, naturschutzfachlich wertvolle und landschaftsbildverschönernde Begrünungsmethode auszubauen.

# Quellenverzeichnis

ANONYMUS, 2008A: BAB A2, Duisburg - Hannover, Bernser Landwehr. Aktenzeichen: KST 718002. Begrünungsrezeptur zu Pos. 00.02.0016. ANONYMUS (04.07.2008).

ANONYMUS, 2008B: BV BAB A2, Duisburg - Hannover, Bernser Landwehr Nachtragsangebot. ANONYMUS (19.08.2008).

ARGE, 2006: 285 Begrünungsarbeiten. Projekt 72298 A8 AS Wurmberg: ANONYMUS, 17.08.2006 (umgesetzt).

ARGE, (k. A.): A 38 Friedland – Heidkopf. Nachtrag Nr. 11: ANONYMUS (umgesetzt).

BENDER REKULTIVIERUNGEN, 2013: Gehölzansaaten - eines der komplexesten und anspruchvollsten Spezialverfahren nach BENDER, Aufgerufen am 24.06.2013, http://www.bender-rekultivierungen.de/3/leistungsbereiche/gehoelzansaaten/index.html.

BLOEMER, S., 2003: Erosionsschutz und Begrünung von Böschungen im Verkehrswegebau – Optimierung durch Rohbodenbegrünung statt Oberbodenandeckung. veröffentlicht in: „Straßenverkehrstechnik 2/2003“, S.90-95.

BRUNS SORTIMENTSKATALOG, 2010/11 (BRUNS): BRUNS Pflanzen Export GmbH & Co.KG, W. Zertani Verlag, Bremen.

BRÜCKNER, K., 2000: Gehölzansaaten auf Autobahnböschungen in Baden-Württemberg. veröffentlicht in: HACKER, E. & JOHANNSEN, R.: Ingenieurbiologie - Sicherungen an Verkehrswegeböschungen Jahrbuch 9 der Gesellschaft für Ingenieurbiologie e.V. 2000.

DEUTSCHER WETTERDIENST 2013 (DWD): Klimadiagramme der frei zugänglichen Messdaten, Aufgerufen am 20.09.2013, http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=dwdwww_start&_nfls=false

DIERSCHKE, H., 1994: Pflanzensoziologie - Grundlagen und Methoden, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

DRACHENFELS, O. v., 2004: Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen. 6. Auflage, Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Hildesheim.

GEHLKER, H., 1977: Eine Hilfstafel zur Schätzung von Deckungsgrad und Artmächtigkeit. Mitt. Florist.-soziol. Arbeitsgem. N.F. 19/20, 427 – 429.

GOELLNER, S., 2004: Vegetationsentwicklung auf einer Sprengfläche am Talhang der Schwarzen Pockau, Technische Universität Bergakademie, Freiberg.

GOOGLE, 2013: Google Maps Kartendienst, https://www.google.de/maps/preview.

HACKER, E. & JOHANNSEN, R., 2012: Ingenieurbiologie. Eugen Ulmer Verlag. Stuttgart

JETSCHKE, G., 2012: Elemente der Pflanzensoziologie Kap. 2 – Methoden zur Erfassung von Pflanzengemeinschaften, Friedrich Schiller Universität, Jena.

JOSTEN, H., 2001: Vegetationsaufnahme nach Braun-Blanquet – Fachhochschule Eberswalde, Aufgerufen am 01.07.2013, http://www6.fh-eberswalde.de/forst/aoek/1lehre/praktikum/anleit/anl_veg/anl_veg.htm.

KAUSCH, E., 2011: Gehölzansaaten – Alternative für standortangepasste Vegetationsentwicklung auf Rohbodenstandorten? veröffentlicht in: „Gesellschaft für Ingenieurbiologie e.V. Mitteilungen 35 – Februar 2011“, Aachen.

LANDESAMT FÜR BERGBAU, ENERGIE UND GEOLOGIE (LBEG), 2013: NIBIS® KARTENSERVER, Aufgerufen am 29.09.2013, http://nibis.lbeg.de/cardomap3/#.

LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU (LGRB), 2013: GeORG-Kartenserver – Geologische Karte: Geopotenziale des tieferen Untergrundes im Oberrheingraben, http://maps.geopotenziale.eu/.

LANDESINSTITUT FÜR SCHULENTWICKLUNG (LS), 2013: Landesbildungsserver Baden-Württemberg – Vegetationsaufnahme, Aufgerufen am 24.06.2013, http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/biologie/projekt/wiese/aufnahme.pdf.

MÜHLENBERG, M., 1993: Freilandökologie. 3. Aufl., Quelle & Meyer Verlag, Heidelberg.

PELZ, W., 2012: SWOT-Analyse – Geschichte und Anwendung, veröffentlicht in: "Strategisches und Operatives Marketing. Ein Leitfaden zur Erstellung eines professionellen Marketing-Plans", 2. Auflage, Norderstedt.

SCHELS, I. & SEIDEL, U. M., 2010: Das Große Excel-Handbuch für Controller, Markt + Technik Verlag, München.

SCHLÜTER, U. ,1996: Pflanze als Baustoff. Ingenieurbiologie in Praxis und Umwelt. Patzer Verlag. Berlin, Hannover.

SCHOLLES, F., 2008: Bewertungsmethoden - Die verbal-argumentative Bewertung. In: FÜRST, D. & SCHOLLES, F. (Hrsg.): Handbuch Theorien und Methoden der Raum- und Umweltplanung, Verlag Dorothea Rohn, Dortmund.

SEYFRIED, E., 2008: Methoden zur Ermittlung von Förderbedarfen und -potenzialen. Schriftenreihe Europäisches Verwaltungsmanagement, Hochschule für Wirtschaft und Recht, Berlin.

STALLJANN, E., 2000: Die Nassansaat als ingenieurbiologische Maßnahme im Straßenbau. veröffentlicht in: HACKER, E. & JOHANNSEN, R.: Ingenieurbiologie - Sicherungen an Verkehrswegeböschungen Jahrbuch 9 der Gesellschaft für Ingenieurbiologie e.V. 2000.

WEBER, H., 2003: Gebüsche, Hecken, Krautsäume. Ökosysteme Mitteleuropas aus geobotanischer Sicht. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

WERPUP, A., 2013: Biotoptypenbasierte Gehölzansaaten – Eine Begrünungsmethode zur ingenieurbiologischen Sicherung von oberbodenlosen Verkehrswegeböschungen, Institut für Umweltplanung, Hannover.

WIKIMEDIA, 2013: Wikimedia Commons: a database of 18,691,129 freely usable media files to which anyone can contribute, http://commons.wikimedia.org/wiki/Main_Page.

ZEH, H., 2007: Ingenieurbiologie – Handbuch Bautypen, Vdf Hochschulverlag, Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich.

## Danksagung & Erklärung

Ich danke Dr. Anne Werpup und Prof. Dr. Eva Hacker für ihre fachliche Unterstützung und Betreuung der Masterarbeit.

Zudem bedanke ich mich bei Stephan Bloemer, M.A. (Geogr.) und der Bender GmbH & Co. KG für die unterstützende Hilfe bei der Evaluierung der Autobahnböschung in Pforzheim.

Ich möchte mich auch bei der Autobahnmeisterei Göttingen und Karsruhe für die Unterstützung der Evaluierungen vor Ort bedanken.

Zuletzt gilt mein Dank der Korrekturleserin dieser Arbeit.

Ich versichere hiermit, dass die vorliegende Masterarbeit selbstständig verfasst und keine weiteren als die angegebenen Hilfsmittel benutzt sowie die Stellen der Arbeit, die in anderen Werken dem Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, durch Angaben der Quellen sichtbar gemacht wurden.

……

Hannover, 29.09.2013