

# Energieholzpotenziale ausserhalb des Waldes

Studie im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU  
und des Bundesamtes für Energie BFE



Ernst **Basler + Partner** AG

**I N T E R F A C E**



## **Impressum**

### **Auftraggeber**

Bundesamt für Umwelt (BAFU)  
Bundesamt für Energie (BFE)

### **Auftragnehmer**

Ernst Basler + Partner AG: Roger Walther, Katrin Bernath  
Interface Politikstudien: David Walker

### **Begleitgruppe**

Claire-Lise Suter Thalmann, BAFU, Abteilung Wald  
Paolo Camin, BAFU, Abteilung Wald  
Markus Thommen, BAFU, Abteilung Natur und Landschaft  
Daniel Binggeli, BFE, Sektion Erneuerbare Energien

Dieses Projekt wurde realisiert mit Unterstützung des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) im Rahmen des Aktionsplans Holz.  
Die Studie wurde im Auftrag des BAFU und des BFE verfasst. Für den Inhalt sind allein die Auftragnehmer verantwortlich.

16. Dezember 2009



# Zusammenfassung

## Ausgangslage und Ziele

In der Schweiz steigt die Nachfrage nach Energieholz. Aus diesem Grund wird auch ausserhalb des Waldes anfallendes Holz vermehrt genutzt. Bisher liegen kaum Informationen darüber vor, wie viel Holz ausserhalb des Waldes nachwächst und wie dieses Flurholz verwertet wird. Die vorliegende Studie trägt dazu bei, diese Lücke zu schliessen. Ein wichtiger Aspekt ist dabei die Potenziale an Flurholz in der Schweiz abzuschätzen. Weiter wurde untersucht, wie Flurholz verwertet wird und mit welchen finanziellen Aufwendungen und Erträgen die Bewirtschaftung von Flurgehölzen verbunden ist.

Steigende Nachfrage nach Energieholz

## Vorgehen

Zur Herleitung der Flurholzpotenziale wurde ein kombinierter Ansatz gewählt: Basierend auf den Daten der Arealstatistik wurden die Potenziale mit einem Geografischen Informationssystem (GIS) modelliert. Zur Validierung des Modells und zur Erfassung von ergänzenden Informationen zur Bewirtschaftung von Flurgehölzen sowie zur Verwertung von Flurholz wurden Experteninterviews durchgeführt.

GIS-Modell

Flurholz fällt auf unterschiedlichen Flächen an. Die Arealstatistik unterscheidet 26 Grundkategorien, die mit Bäumen und Sträuchern bestockt sind und ausserhalb des Waldes liegen. Diese Grundkategorien wurden in die folgenden fünf Gruppen eingeteilt: Verkehrsgrün, Uferbereich, Siedlungsgebiet, Hecken und landwirtschaftliche Nutzflächen.

Fünf Gruppen von Flurgehölzflächen

Bei der Herleitung der Potenziale wird unterschieden zwischen dem theoretischen, dem technischen und dem nachhaltig nutzbaren Potenzial:

Potenziale und anfallende Flurholzmengen

- Das *theoretische Potenzial* umfasst den gesamten Zuwachs.
- Beim *technischen Potenzial* werden Einschränkungen bei der Bewirtschaftung an sehr steilen Lagen berücksichtigt.
- Das *nachhaltig nutzbare Potenzial* wird durch gesellschaftspolitische und ökonomische Anforderungen eingeschränkt. Relevant sind insbesondere die Nutzungskosten, die von der Erschliessung abhängig sind.
- Das *bei heutiger Pflege und Bewirtschaftung anfallende Flurholz* wird definiert als die Menge Holz, die bei der Bewirtschaftung der Flurgehölzflächen anfällt und entweder liegen gelassen, stofflich oder energetisch genutzt werden.

## Experteninterviews

Aufgrund der dünnen Datenlage zu den heute anfallenden und genutzten Flurholzmengen und zu den Verwertungspfaden von Flurholz stellten Experteninterviews eine wichtige Informationsquelle dar. In den Interviews wurde auch ermittelt, mit welchen Kosten die Pflege und Bewirtschaftung der Flurgehölzflächen verbunden sind und wer diese Aufwendungen finanziert. Dazu wurden rund 30 Personen telefonisch interviewt, die Flurgehölzflächen bewirtschaften oder Flurholz energetisch verwerten.

**Flurgehölzflächen**

Auf 10% der Flächen in der Schweiz fällt Flurholz an

Insgesamt fällt in der Schweiz auf rund 400'000 Hektaren Flurholz an. Dies entspricht etwa 10 Prozent der Fläche der Schweiz. Der grösste Anteil der Flurgehölzflächen liegt im Mittelland und in den Alpen. Wird nur das nachhaltig nutzbare Potenzial berücksichtigt, reduziert sich die Fläche auf rund 321'000 ha (siehe Tabelle 1).

Über 80% der Flurgehölzflächen liegen im Siedlungsgebiet und auf landwirtschaftlichen Nutzflächen

Fast die Hälfte der Flurgehölzflächen liegt im Siedlungsgebiet, rund ein Drittel gehört zur Gruppe der landwirtschaftlichen Nutzflächen. Der Anteil des Verkehrsgrüns und des Uferbereichs ist mit insgesamt 4% marginal.

**Flurholzpotenziale**

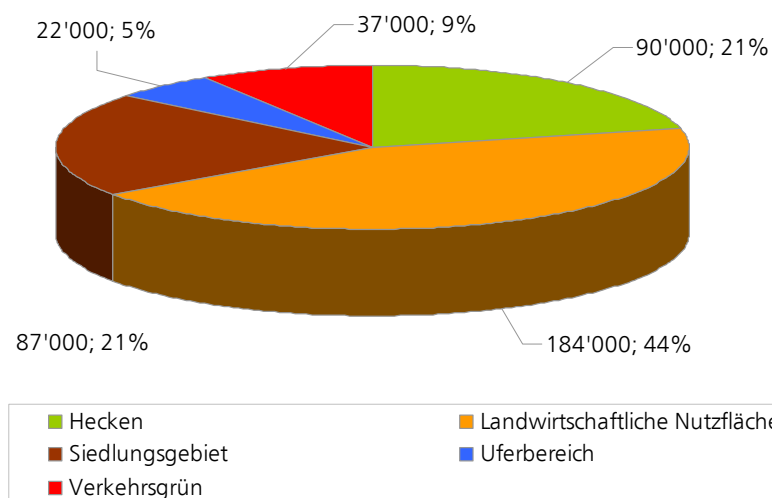
Nachhaltig nutzbares Potenzial beträgt rund 420'000 t TS pro Jahr

Das nachhaltig nutzbare Flurholzpotenzial in der Schweiz liegt bei rund 420'000 t TS pro Jahr. Dies entspricht rund einem Fünftel des gesamten jährlichen Energieholzverbrauchs in der Schweiz.

Grösste Flurholzpotenziale auf landwirtschaftlichen Nutzflächen

Die grössten Flurholzpotenziale (184'000 t TS) bestehen auf den landwirtschaftlichen Flächen, wie die Aufteilung des nachhaltig nutzbaren Potenzials auf die Flurgehölzgruppen zeigt (Abbildung 1). Je ein Fünftel des Flurholzpotenzials stammt aus Hecken und aus dem Siedlungsgebiet.

Abbildung 1: Flurholzmengen und Anteile der Flurgehölzgruppen am nachhaltigen Potenzial (t TS/a, Prozentsatz)



Im Mittelland bestehen die grössten Flurholzpotenziale (170'000 t TS/a). Die Flurholzmengen sind dort doppelt so hoch wie in den Alpen (93'000 t TS/a). Im Jura und in den Voralpen beträgt das nachhaltig nutzbare Flurholzpotenzial nur rund 70'000 t TS, respektive 67'000 t TS. Dies hat damit zu tun, dass einerseits wenige Flächen einwachsen (weniger steile und abgelegene Hanglagen als in den Alpen) und andererseits weniger Grünflächen im Siedlungsgebiet bestehen, die gepflegt werden müssen.

Mittelland und Alpen mit den grössten Flurholzmengen

| Produktionsregionen | ha             | t TS/a         | m <sup>3</sup> /a | Sm <sup>3</sup> /a |
|---------------------|----------------|----------------|-------------------|--------------------|
| Jura                | 54'000         | 70'000         | 115'000           | 323'000            |
| Mittelland          | 124'000        | 170'000        | 282'000           | 790'000            |
| Voralpen            | 50'000         | 67'000         | 112'000           | 313'000            |
| Alpen               | 76'000         | 93'000         | 155'000           | 435'000            |
| Alpensüdseite       | 17'000         | 20'000         | 33'000            | 94'000             |
| <b>TOTAL CH</b>     | <b>321'000</b> | <b>420'000</b> | <b>697'000</b>    | <b>1'955'000</b>   |

Tabelle 1: Nachhaltige Flächen- und Flurholzpotenziale der Produktionsregionen (in t TS, m<sup>3</sup> und Sm<sup>3</sup> pro Jahr)

### Heute anfallende Flurholzmengen

Das heute bei der Bewirtschaftung anfallende Flurholz beträgt rund 349'000 t TS (siehe Tabelle 2). Das entspricht 80 % des nachhaltig nutzbaren Potenzials.

Anfallendes Flurholz beträgt rund 349'000 t TS pro Jahr

| Produktionsregionen | t TS/a         | m <sup>3</sup> /a | Sm <sup>3</sup> /a |
|---------------------|----------------|-------------------|--------------------|
| Jura                | 64'000         | 107'000           | 299'000            |
| Mittelland          | 169'000        | 282'000           | 790'000            |
| Voralpen            | 57'000         | 95'000            | 267'000            |
| Alpen               | 48'000         | 81'000            | 225'000            |
| Alpensüdseite       | 11'000         | 18'000            | 50'000             |
| <b>TOTAL CH</b>     | <b>349'000</b> | <b>583'000</b>    | <b>1'631'000</b>   |

Tabelle 2: Bei heutiger Pflege und Bewirtschaftung anfallende Flurholzmengen für die Produktionsregionen (in t TS, m<sup>3</sup> und Sm<sup>3</sup> pro Jahr)

### Energetisch genutzte Flurholzmengen

Das bei heutiger Pflege und Bewirtschaftung anfallende Flurholz wird nur zum Teil genutzt. Wie Tabelle 3 zeigt, werden rund 188'000 t TS Flurholz energetisch verwertet. Dies entspricht etwa 54% des heute bei der Pflege und Bewirtschaftung anfallenden Flurholzes. Ein grosser Teil wird auf der Fläche liegengelassen (rund 39%), ein kleinerer Anteil wird stofflich genutzt (7%).

Von 349'000 t TS pro Jahr werden über 50% energetisch genutzt

Tabelle 3: Energetisch genutzte Flurholzmengen nach Produktionsregionen (in t TS, m<sup>3</sup> und Sm<sup>3</sup> pro Jahr)

| Produktionsregionen | t TS/a         | m <sup>3</sup> /a | Sm <sup>3</sup> /a |
|---------------------|----------------|-------------------|--------------------|
| Jura                | 33'000         | 55'000            | 154'000            |
| Mittelland          | 93'000         | 155'000           | 435'000            |
| Voralpen            | 29'000         | 48'000            | 136'000            |
| Alpen               | 26'000         | 43'000            | 122'000            |
| Alpensüdseite       | 7'000          | 12'000            | 33'000             |
| <b>TOTAL CH</b>     | <b>188'000</b> | <b>314'000</b>    | <b>880'000</b>     |

### Kosten und Preise

Bewirtschaftungskosten variieren stark

Die Untersuchung von wirtschaftlichen Aspekten der Flurholznutzung zeigt sehr grosse Unterschiede zwischen den Regionen und den einzelnen Akteuren. Zu den Bewirtschaftungskosten sind kaum Informationen verfügbar. Eine grobe Schätzung für die Bereitstellung von Hackschnitzeln liegt bei rund 50-60 CHF/Sm<sup>3</sup>. Die Kosten für die Arbeiten im Gelände, das Hacken und den Transport können jedoch je nach Lage, Erschliessung, Auslastung der Maschinen, etc. stark schwanken.

Wert von Flurholz wird unterschätzt

Bei den Preisen für Flurholz fällt Folgendes auf: Gleichwertiges Material wird an einigen Orten verkauft, während andernorts dafür Entsorgungsgebühren bezahlt werden. Auf Bahn- und Strassenböschungen wird Flurholz beispielsweise häufig als Abfall- und Reststoff wahrgenommen. Die für die Bewirtschaftung verantwortlichen Stellen sind nur unvollständig über die Absatzmöglichkeiten für Flurholz informiert. Generell wird der Wert von Flurholz unterschätzt.

Grosse Unterschiede der Preise und Entsorgungsgebühren

Wichtige Einflussgrössen auf die Preise bzw. Gebühren sind die regionale Nachfrage und die Qualität der Biomasse, aber auch die je nach Zuständigkeit unterschiedlichen Anreize für einen möglichst gewinnbringenden Verkauf. Die Bandbreite reicht von rund 140 CHF/t Entsorgungsgebühren für nasses Staudenmaterial bis zu Preisen von etwa 140 CHF/t (ca. 35 CHF/Sm<sup>3</sup>) für qualitativ hochwertige Hackschnitzel.

### Methode zur periodischen Erfassung

Vorschlag eines kombinierten Verfahrens

Für die periodische Aktualisierung von Informationen zum Potenzial und zur Verwertung von Flurholz wird ein kombiniertes Verfahren analog zu der in der vorliegenden Erhebung gewählten Methodik vorgeschlagen. Eine standardisierte jährliche Befragung von Eigentümern und Bewirtschaftern von Flurgehölzen sowie von Verwertern von Flurholz dient der regelmässigen Aufdatierung der Datengrundlagen. Als Ergänzung wird eine sporadische Aktualisierung des GIS-Modells empfohlen.



## **Stolpersteine und Hindernisse**

Die Bewirtschaftung von Flurgehölzen und die Verwertung von Flurholz sind heute noch nicht optimal geregelt. Folgende Stolpersteine sind zu beobachten:

- *Komplexe und heterogene Organisationsstrukturen:* Bei den Flurgehölzflächen handelt es sich um zahlreiche kleine und dezentral gelegene Flächeneinheiten. Für die Pflege und Bewirtschaftung dieser Flächen ist eine grosse Anzahl an Akteuren zuständig.
- *Fehlende Transparenz auf dem Markt:* Die kleinräumigen Strukturen und die unterschiedlichen Zuständigkeiten führen dazu, dass den Bewirtschaftern häufig ein umfassender Blick auf die gesamte Verwertungskette fehlt.
- *Regionale Nachfrage für Energieholz entscheidend für die Verwertung:* Je tiefer die Kosten für den Abtransport des Flurholzes sind, desto eher lohnt sich die Verwertung. Für die Pflege und Bewirtschaftung von Flurgehölzflächen fallen hohe Kosten an.
- *Mobilisierung der Landwirte als wichtige Bewirtschafter:* Am meisten Flurholz fällt auf landwirtschaftlichen Nutzflächen an. Die Direktzahlungen bieten keine ausreichenden Anreize, dass die Landwirte alle zur Verfügung stehenden Flächen nutzen.

## **Empfehlungen**

Aus den Erkenntnissen der vorliegenden Untersuchung werden die folgenden Empfehlungen abgeleitet:

- *Pilotprojekte für die Nutzung einwachsender Flächen im Alpengebiet:* Mit der Umsetzung von Projekten in der Praxis zur Nutzung von Flurholz auf einwachsenden Landwirtschaftsflächen können einerseits Bedingungen für eine rentable Nutzung untersucht und andererseits innovative Nutzungskonzepte bekannt gemacht werden.
- *Nutzungskonzepte im Siedlungsgebiet:* Die bei der Bewirtschaftung von Flurgehölzen anfallende Biomasse wird zunehmend an Bedeutung gewinnen. Den Bewirtschaftern von Flurgehölzen wird deshalb empfohlen, verschiedene Verwertungswege und Möglichkeiten zur Optimierung der Logistik zu prüfen.
- *Erfolgsfaktoren und Hemmnisse bei der Flurholznutzung:* Die Bewirtschaftung von Flurgehölzen und die Nutzung von Flurholz steht im Spannungsfeld verschiedener wirtschaftlicher, gesellschaftlicher und politischer Anforderungen. Die Identifikation fördernder und hemmender Rahmenbedingungen liefert Grundlagen für eine koordinierte Anpassung der für die Flurholznutzung relevanten Bestimmungen in den einzelnen Politikbereichen.
- *Anreize für die Bewirtschaftung:* Anreiz- und Fördersysteme aus verschiedenen Politikbereichen beeinflussen die Bewirtschaftung von Flur-

gehölzen und die Nutzung von Flurholz. Diese Instrumente und die damit angestrebten Ziele sind optimal aufeinander abzustimmen.

- *Synergien zwischen der ökologischen Aufwertung von Uferflächen und Flurholznutzung:* Die mit der Revitalisierung von Flüssen verbundene Neugestaltung von Uferflächen bietet die Möglichkeit, Pflege- und Nutzungskonzepte auszuarbeiten, welche die Attraktivität der Flurholznutzung steigern.
- *Förderung der energetischen Nutzung von Flurholz über die kostendeckende Einspeisevergütung:* Die Kosten für die Erschliessung der Flurholzpotenziale sind im Vergleich zu anderen Holzsortimenten deutlich höher. In Deutschland wird deshalb die Nutzung von Landschaftspflegeholz im Erneuerbaren Energiegesetz 2009 (EEG) mit einem Bonus zwischen 4 bis 6 Cents pro kWh gefördert. Im Rahmen der kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV) ist dies auch für die Schweiz zu diskutieren.
- *Transparenz und Erfahrungsaustausch:* Umfassende Informationen zur Bewirtschaftung, Logistik und Verwertung sind eine wichtige Voraussetzung für eine effiziente Gestaltung der Wertschöpfungskette von Flurholz. Deshalb ist der Informations- und Erfahrungsaustausch zwischen den unterschiedlichen Bewirtschaftern zu fördern.
- *Kostensenkungen:* An vielen Orten besteht ein Potenzial, die Bewirtschaftung von Flurgehölzen und die Bereitstellung von Flurholz effizienter zu gestalten. Massnahmen zur Kostensenkung können durch optimierte Prozesse und Anreize gefördert werden.

# Inhaltsverzeichnis

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Einleitung .....   | 1  |
| 1.1   | Ausgangslage.....  | 1  |
| 1.2   | Ziele und Fragestellungen .....  | 2  |
| 2     | Methodik.....  | 3  |
| 2.1   | Begriffe .....   | 3  |
| 2.1.1 | Flurgehölz und Flurholz .....  | 3  |
| 2.1.2 | Potenziale.....  | 4  |
| 2.1.3 | Produktionsregionen .....  | 6  |
| 2.2   | Systemabgrenzung .....   | 7  |
| 2.3   | Vorgehen Experteninterviews .....                                      | 9  |
| 3     | Herleitung der Potenziale und der genutzten Mengen .....               | 11 |
| 3.1   | Übersicht GIS-Modell.....  | 11 |
| 3.2   | Auswahl und Gruppierung der untersuchten Flächen.....                  | 11 |
| 3.3   | Bestimmung des Zuwachses .....   | 13 |
| 3.4   | Berechnung der Potenziale und Nutzungseinschränkungen ...              | 14 |
| 3.4.1 | Theoretisches Potenzial.....   | 14 |
| 3.4.2 | Technisches Potenzial .....  | 15 |
| 3.4.3 | Nachhaltig nutzbares Potenzial .....                                   | 17 |
| 3.5   | Abschätzung der heute anfallenden und genutzten<br>Flurholzmengen..... | 18 |
| 3.5.1 | Bei heutiger Pflege und Bewirtschaftung<br>anfallendes Flurholz.....   | 18 |
| 3.5.2 | Nutzung des anfallenden Flurholzes.....                                | 20 |
| 4     | Flurgehölzflächen und Flurholz-mengen.....                             | 21 |
| 4.1   | Flurgehölzflächen .....  | 21 |
| 4.1.1 | Flächenpotenziale .....  | 21 |
| 4.1.2 | Anteile der Flurgehölzgruppen.....                                     | 23 |
| 4.1.3 | Räumliche Verteilung.....  | 23 |
| 4.2   | Potenzielle Flurholzmengen .....                                       | 25 |
| 4.2.1 | Ertragspotenziale.....   | 25 |
| 4.2.2 | Anteil der Flurgehölzgruppen .....                                     | 26 |
| 4.2.3 | Räumliche Verteilung.....  | 27 |
| 4.3   | Validierung der Ergebnisse.....  | 28 |
| 4.4   | Heute anfallende und genutzte Flurholzmengen .....                     | 30 |
| 4.4.1 | Anfallende Flurholzmengen .....  | 30 |
| 4.4.2 | Heute genutzte Flurholzmengen .....                                    | 31 |
| 5     | Bewirtschaftung .....  | 33 |
| 5.1   | Gründe der Unterhaltsarbeiten und Pflegeeingriffe .....                | 33 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 5.2   | Zuständigkeiten.....                           | 36 |
| 6     | Verwertungsarten und -pfade.....               | 39 |
| 6.1   | Qualität.....                                  | 39 |
| 6.2   | Verwertungsarten .....                         | 41 |
| 6.2.1 | Energetische Nutzung .....                     | 41 |
| 6.2.2 | Stoffliche Nutzung .....                       | 43 |
| 6.2.3 | Auf der Fläche liegen gelassenes Flurholz..... | 44 |
| 7     | Kosten und Preise.....                         | 46 |
| 7.1   | Bewirtschaftungskosten .....                   | 47 |
| 7.1.1 | Wertschöpfungskette Flurholz .....             | 47 |
| 7.1.2 | Einflussgrößen .....                           | 48 |
| 7.1.3 | Kostenfaktoren .....                           | 49 |
| 7.2   | Finanzierung der Bewirtschaftung .....         | 52 |
| 7.2.1 | Finanzierungsquellen.....                      | 52 |
| 7.2.2 | Beiträge für die Bewirtschaftung .....         | 55 |
| 7.3   | Preise für Flurholz.....                       | 57 |
| 7.4   | Trends und Entwicklungen .....                 | 58 |
| 7.5   | Fazit.....                                     | 59 |
| 8     | Methode zur periodischen Erfassung .....       | 62 |
| 8.1   | Einleitende Bemerkungen.....                   | 62 |
| 8.2   | Methoden.....                                  | 63 |
| 8.3   | Vorgehen.....                                  | 65 |
| 8.3.1 | Befragung.....                                 | 65 |
| 8.3.2 | Verifizierung.....                             | 66 |
| 9     | Synthese.....                                  | 67 |
| 9.1   | Zentrale Ergebnisse .....                      | 67 |
| 9.2   | Ziele.....                                     | 69 |
| 9.3   | Stolpersteine und Hindernisse.....             | 70 |
| 9.4   | Empfehlungen.....                              | 71 |

## Anhänge

- A1 Umrechnungsfaktoren und Brennwerte
- A2 Begriff Landschaftspflege – Holz
- A3 Annahmen und Modellierung nach Flurgehölzgruppe
- A4 Liste der Interviewpartner
- A5 Leitfaden für Interviews mit Bewirtschaftern
- A6 Leitfaden für Interviews mit Verwertern
- A7 Methode zur periodischen Erfassung
- A8 Literatur

## Verzeichnisse

|   |    |
|---|----|
| Abbildung 1: Flurholzmengen und Anteile der Flurgehölzgruppen am nachhaltigen Potenzial (t TS/a, Prozentsatz) .....                 | II |
| Abbildung 2: Abgrenzung von Flurholz nach Herkunft.....   | 4  |
| Abbildung 3: Übersicht der Potenzialbegriffe .....  | 4  |
| Abbildung 4: Produktionsregionen nach LFI .....   | 6  |
| Abbildung 5: Systemgrenze .....   | 8  |
| Abbildung 6: Übersicht der Waldflächenzunahme zwischen dem LFI 2 und LFI3 in den Produktionsregionen .....                          | 19 |
| Abbildung 7: Flächenpotenzial der Flurgehölzgruppen (ha) .....  | 22 |
| Abbildung 8: Anteil der Flurgehölzgruppen am nachhaltigen Flächenpotenzial (ha; Prozentsatz).....                                   | 23 |
| Abbildung 9: Nachhaltiges Flächenpotenzial nach Produktionsregion (ha; Prozentsatz).....  | 24 |
| Abbildung 10: Nachhaltiges Flächenpotenzial nach Produktionsregion und Flurgehölzgruppe (ha) .....                                  | 24 |
| Abbildung 11: Flurholzmengen der Flurgehölzgruppen (t TS/a).....  | 26 |
| Abbildung 12: Nachhaltig nutzbares Potenzial nach Flurgehölzgruppe (t TS/a; Prozentsatz)27  |    |
| Abbildung 13: Nachhaltig nutzbares Potenzial nach Produktionsregion und Flurgehölzgruppe (t TS/a) .....                             | 28 |
| Abbildung 14: Die drei betrachteten Einzugsgebiete für die Validierung der Ergebnisse.....  | 29 |
| Abbildung 15: Nachhaltiges Flurholzpotenzial im Kanton Zürich und im Einzugsgebiet des künftigen Kraftwerkes Aubrugg (t TS/a) ..... | 30 |
| Abbildung 16: Gründe und Bedeutung der Bewirtschaftung von Gruppen von Flurgehölzflächen .....                                      | 33 |
| Abbildung 17: Direkte und indirekte Wertschöpfungskette .....   | 47 |
| Abbildung 18: Bedeutung von Einflussgrößen auf die Bewirtschaftungskosten für verschiedene Flurgehölzflächen.....                   | 48 |
| Abbildung 19: Bandbreite der Preise bzw. Entsorgungsgebühren .....  | 57 |
| Abbildung 20: Verhältnis Preise und Kosten für verschiedene Flurgehölzgruppen .....   | 60 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabelle 1: Nachhaltige Flächen- und Flurholzpotenziale der Produktionsregionen (in t TS, m <sup>3</sup> und Sm <sup>3</sup> pro Jahr).....                            | III |
| Tabelle 2: Bei heutiger Pflege und Bewirtschaftung anfallende Flurholzmengen für die Produktionsregionen (in t TS, m <sup>3</sup> und Sm <sup>3</sup> pro Jahr) ..... | III |
| Tabelle 3: Energetisch genutzte Flurholzmengen nach Produktionsregionen (in t TS, m <sup>3</sup> und Sm <sup>3</sup> pro Jahr).....                                   | IV  |
| Tabelle 4: Gegenüberstellung der Potenzialbegriffe des Zwiebelschalenmodells und der vorliegenden Studie.....   | 6   |
| Tabelle 5: Einteilung der Grundkategorien der Arealstatistik.....   | 12  |
| Tabelle 6: Zuwachs pro Gruppe und Untergruppe (t TS/ha/a) .....   | 13  |
| Tabelle 7: Zuwachs nach Höhenlage gemäss LFI 2 pro Produktionsregion (m <sup>3</sup> /ha/a).....  | 14  |
| Tabelle 8: Gewichtung des Zuwachses nach Höhenlage für die fünf Produktionsregionen .   | 15  |
| Tabelle 9: Bedeutung der Sicherheit für die Bewirtschaftung von Flurgehölzflächen .....   | 16  |
| Tabelle 10: Gewichtung in Abhängigkeit der Hangneigung.....   | 17  |
| Tabelle 11: Bewirtschaftung der Gruppen in Abhängigkeit der Erreichbarkeit.....   | 17  |
| Tabelle 12: Gewichtung für die Modellierung in Abhängigkeit der Erreichbarkeit .....  | 18  |
| Tabelle 13: Prozentuale Anteile des heute anfallenden Holzes gemessen am nachhaltig nutzbaren Potenzial im Uferbereich .....  | 19  |
| Tabelle 14: Prozentuale Anteile des heute anfallenden Holzes gemessen am nachhaltig nutzbaren Potenzial aus Hecken und landwirtschaftlichen Nutzflächen.....          | 20  |
| Tabelle 15: Flächenpotenziale der Produktionsregionen (ha).....   | 21  |
| Tabelle 16: Flurholzpotenziale für die Produktionsregionen (t TS/a und m <sup>3</sup> /a) .....   | 25  |
| Tabelle 17: Nachhaltig nutzbares Flurholzpotenzial in der Umgebung vom Holzheizkraftwerk Aubrugg (t TS/a).....  | 29  |
| Tabelle 18: Bei heutiger Pflege und Bewirtschaftung anfallendes Flurholz für die Produktionsregionen und Flurgehölzgruppen (t TS/a und m <sup>3</sup> /a) .....       | 31  |
| Tabelle 19: Heute verwertete Flurholzmengen für die Produktionsregionen (t TS/a, m <sup>3</sup> /a) ..  | 32  |
| Tabelle 20: Zuständigkeiten bei der Bewirtschaftung von Flurgehölzflächen .....   | 37  |
| Tabelle 21: Energetische Nutzung von Flurholz .....   | 42  |
| Tabelle 22: Stoffliche Nutzung von Flurholz .....   | 43  |
| Tabelle 23: Kosten für die Pflege von Flurgehölzflächen .....   | 51  |
| Tabelle 24: Beiträge für die Bewirtschaftung der 5 Gruppen von Flurgehölzflächen.....   | 56  |
| Tabelle 25: Energetisch verwertbare Holzsortimente (t TS/a und m <sup>3</sup> /a).....  | 62  |
| Tabelle 26: Potenziale sowie heute anfallendes und energetisch genutztes Flurholz (t TS/a und m <sup>3</sup> /a) .....  | 68  |

# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangslage

Der Rohstoff Holz wird in der Schweiz verstärkt nachgefragt. Einerseits bauen die Holzverarbeitenden Industriebetriebe ihre Kapazitäten aus. In der Schweiz und dem benachbarten Ausland wurde massiv in die Stammholzverarbeitung investiert. Andererseits führen die hohen Energiepreise, der Klimawandel sowie verschiedene Förderinstrumente, wie beispielsweise die kostendeckende Einspeisevergütung (KEV), zu einer steigenden Nachfrage nach Holz. Zwischen 2005 und 2006 stieg die Nachfrage bei allen Holzsortimenten. Die Holzindustrie und Energieversorgungsunternehmen befürchten in den nächsten Jahren Versorgungsengpässe.

Steigende Nachfrage nach Energieholz

Zur Deckung der steigenden Holznachfrage möchten die Akteure aus der Wald- und Holzwirtschaft die Holzreserven in den Schweizer Wäldern (v. a. Kleinprivatwald) besser mobilisieren. Wie Beispiele aus dem In- und Ausland zeigen, ist dies nicht einfach. Damit die Rohstoffverfügbarkeit erhöht werden kann, sind daher weitere Holzquellen zu erschliessen.

Zusätzliche Mobilisierung der Holzreserven

Holz wächst nicht nur im Waldareal nach, sondern auch in Flurgehölzen. Flurgehölze trifft man entlang von Strassen und Gewässern, als Hecken oder Baumgruppen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen oder im Siedlungsgebiet an. Flurgehölze strukturieren die Landschaft und bieten wertvolle Lebensräume für Flora und Fauna. Um diese Leistungen zu erfüllen, sind sie regelmässig zu pflegen. Dabei fällt Holz an, das sich insbesondere für die energetische Nutzung eignet. Es existieren bisher in der Schweiz kaum Angaben über die aktuellen Verwertungswege und über die Potenziale von Holz aus der Landschaftspflege.

Holz aus der Landschaftspflege als qualitativ minderwertiges Holzsortiment

Ernst Basler + Partner AG wurde vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) und Bundesamt für Energie (BFE) beauftragt, die Potenziale von Flurholz sowie die heutige Nutzung und Verwertung zu untersuchen. Auf Grundlage dieser Analysen werden den verschiedenen Akteuren Empfehlungen zum künftigen Umgang mit den Potenzialen an Energieholz aus Flurgehölzflächen gegeben.

Untersuchung der Potenziale, Flurholzmengen und der Verwertung von Holz aus der Landschaftspflege

## 1.2 Ziele und Fragestellungen

|                        |  |
|------------------------|--|
| Ziele der Untersuchung | <p>Die vorliegende Studie zu ausserhalb des Waldes nachwachsendem Holz verfolgt vier übergeordnete Ziele:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Erfassung des Flurholzpotenzials</li><li>• Bestimmung der Verwertung der heutigen Flurholznutzung</li><li>• Ermittlung von Kosten und Preisen</li><li>• Erarbeitung von Empfehlungen an die betroffenen Akteure und im Hinblick auf periodische Erfassungen der jährlich anfallenden Flurholzmengen</li></ul>  |
| Zu klärende Fragen     | <p>Mit der Untersuchung der Angebots und der Verwertungswege von Energieholz, das auf den Flurgehölzflächen anfällt, werden die folgenden Fragen beantwortet:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Erfassung des Flurholzpotenzials:<ul style="list-style-type: none"><li>- Wo fällt energetisch nutzbares Flurholz an?</li><li>- Wie gross ist die jährlich nachwachsende Holzmenge?</li><li>- Wie hoch ist das nachhaltig nutzbare Potenzial?</li></ul></li><li>• Bestimmung der heutigen Flurholznutzung:<ul style="list-style-type: none"><li>- Für welche Zwecke wird die in Flurgehölzen anfallende Biomasse genutzt?</li><li>- Welche Mengen werden jährlich energetisch genutzt?</li></ul></li><li>• Ermittlung von Kosten und Preisen:<ul style="list-style-type: none"><li>- Mit welchen Kosten ist die Pflege und Bewirtschaftung von Flurgehölzflächen verbunden?</li><li>- Wer finanziert die dabei entstehenden Aufwendungen?</li><li>- Welche Preise werden für Flurholz auf dem Markt bezahlt?</li></ul></li><li>• Erarbeitung einer Methode zur periodischen Erfassung der jährlich anfallenden Menge Energieholz aus Flurgehölzen:<ul style="list-style-type: none"><li>- Welche Anforderungen hat eine periodische Erfassungsmethode zu erfüllen?</li><li>- Was sind die Stärken und Schwächen verschiedener Methoden?</li><li>- Welche anwenderfreundliche und praxisnahe Methode eignet sich für eine periodische Erfassung?</li></ul></li></ul> |
| Berichtstruktur        | <p>Das Vorgehen zur Bearbeitung dieser Fragestellungen wird in Kapitel 2 und 3 beschrieben. Die Kapitel 4 bis 7 zeigen die Resultate zum Angebot an Flurholz, dessen Verwertung sowie zu Kosten und Preisen. Diese Resultate werden mit dem Ziel einer periodischen Erfassung ausgewertet (Kapitel 8). Ein Fazit und daraus abgeleitete Empfehlung sind Inhalt von Kapitel 9.</p>  |



## 2 Methodik

### 2.1 Begriffe

#### 2.1.1 Flurgehölz und Flurholz

Die Begriffe Flurgehölz und Flurholz werden in der vorliegenden Untersuchung gemäss folgenden Definitionen verwendet.

Als **Flurgehölz** bezeichnen wir die auf Flächen ausserhalb des Waldareals nachwachsende holzartige Biomasse.

Definition **Flurgehölz**:  
Holzartige Pflanzen ausserhalb  
des Waldes

Für die Abgrenzung des Waldes von anderen Flächen gibt es unterschiedliche Grundlagen. Neben der juristischen Definition des Waldareals nach dem Waldgesetz gelten eigene Festlegungen für raumbezogene Erhebungen wie das Landesforstinventar (LFI) oder die Arealstatistik. In der vorliegenden Arbeit wird eine pragmatische Vorgehensweise gewählt, die sich grundsätzlich auf die Definition des Waldareals nach Waldgesetz stützt.

Abgrenzung zu Waldflächen

Ausserhalb des Waldes wachsen Bäume und Sträucher auf folgenden Flächen:

Gruppen von  
Flurgehölzflächen

- *Verkehrsrgrün*: Grünflächen entlang von Strassen und Bahnen.
- *Uferbereich*: An Fliessgewässer oder Seen anstossende Grünflächen.
- *Siedlungsgebiet*: Neben den öffentlichen Grünflächen (z. B. Parkanlagen, Friedhöfe, Sportanlagen) wird auch der Umschwung von Gebäuden (Wohnhäuser und Industriegebäude) dieser Gruppe zugeordnet. Alleen und Strassenbäume gehören ebenfalls dazu.
- *Hecken*: Isolierte Bestockungen im Kulturland.
- *Landwirtschaftliche Nutzflächen*: Landwirtschaftlich genutzte Flächen, auf denen holzartige Biomasse anfällt, wie z. B. Obstanlagen und Reben, aber auch verbuschte Landwirtschaftsflächen.

Explizit ausgeschlossen werden Kurzumtriebsplantagen, die zum Ziel der Energieholzproduktion angebaut werden. Diese sind in der Schweiz (noch) nicht von Bedeutung.

Kurzumtriebsplantagen werden  
nicht berücksichtigt

Als **Flurholz** bezeichnen wir das Holz, das zur energetischen oder stofflichen Verwertung aus Flurgehölzen entnommen wird oder aus anderen Gründen (z. B. Sicherheit) geerntet und liegengelassen wird.

Definition **Flurholz**:  
Holz aus Gruppen von  
Flurgehölzflächen

Der Begriff Flurholz wird nachfolgend synonym verwendet mit Holz aus der Landschaftspflege (siehe dazu auch Anhang A2).

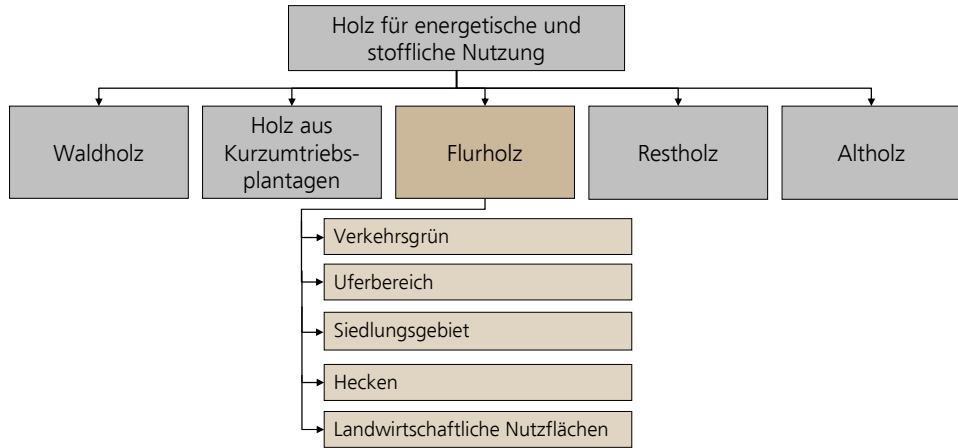
Flurholz = Holz aus der  
Landschaftspflege

Halmartige Biomasse ist nicht Bestandteil der Studie

Gegenstand der Untersuchung ist das ausserhalb des Waldes nachwachsende Holz. Neben der holzartigen Biomasse fällt bei der Landschaftspflege auch halmartige Biomasse an (z. B. Schilf). Halmartige Biomasse ist nicht Bestandteil der Studie.

Die nachfolgende Abbildung 2 zeigt die Abgrenzung des Flurholzes von Holz anderer Herkunft.

Abbildung 2: Abgrenzung von Flurholz nach Herkunft

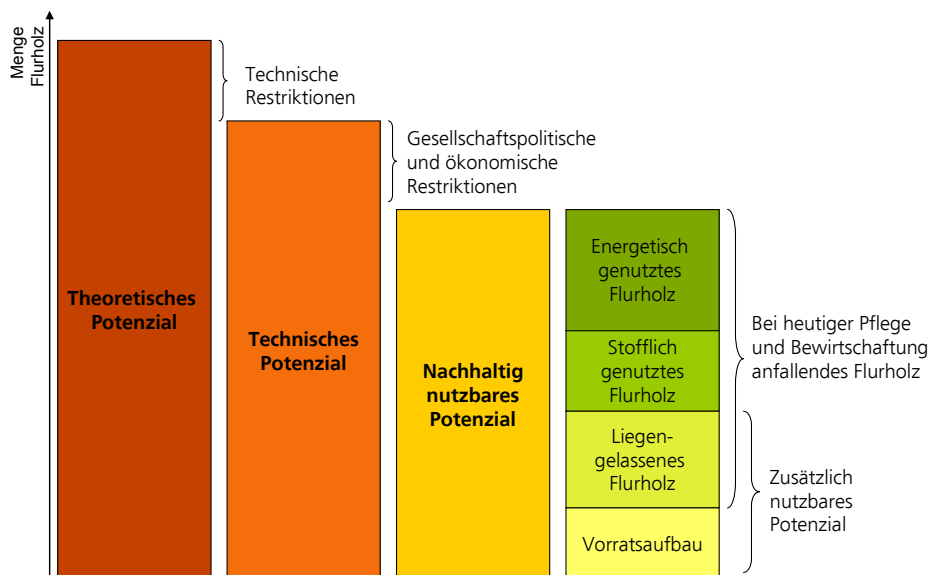


### 2.1.2 Potenziale

Grundlagen der Potenzialbegriffe

Bei der Herleitung des Angebots an Flurholz werden an die Fragestellung angepasste praxisnahe Potenzialbegriffe verwendet. Die Definitionen stützen sich auf Potenzialbegriffe, die im Kontext von Waldnutzungspotenzialen (BAFU 2008) bzw. von Energiepotenzialen (BFE 2006) verwendet wurden. Die in Abbildung 3 dargestellten Begriffe werden nachfolgend erläutert und der Vorgehensweise gemäss "Zwiebelschalenmodell" (BAFU 2008) gegenübergestellt (Tabelle 4).

Abbildung 3: Übersicht der Potenzialbegriffe



Das **theoretische Potenzial** umfasst sämtliches nachwachsendes Flurholz. Es entspricht dem gesamten Biomassezuwachs gemäss dem Modell zur Berechnung der Holzpotenziale im Wald (BAFU 2008).

Definition  
theoretisches Potenzial

Das **technische Potenzial** ist der Anteil des theoretischen Potenzials, der unter Berücksichtigung technischer Restriktionen nutzbar ist. Es umfasst die Menge des mit der gegenwärtigen Technologie und Infrastruktur nutzbaren Flurholzes.<sup>1)</sup>

Definition  
technisches Potenzial

Das **nachhaltig nutzbare Potenzial** entspricht dem Anteil des technischen Potenzials von Flurholz, das unter gesellschaftspolitischen und ökonomischen Einschränkungen genutzt werden kann. Zu den gesellschaftspolitischen Restriktionen werden neben der Erholungsnutzung auch Faktoren des Natur- und Landschaftsschutzes gezählt (vgl. BAFU 2008).

Definition  
nachhaltig nutzbares Potenzial

Das **bei heutiger Pflege und Bewirtschaftung anfallende Flurholz** wird definiert als die Menge Holz, die bei der Bewirtschaftung der Flurgehölze anfällt und entweder energetisch oder stofflich genutzt bzw. liegen gelassen wird.

Definition  
anfallendes Flurholz

Das **zusätzlich nutzbare Potenzial** entspricht dem Flurholz, das heute weder stofflich noch energetisch genutzt wird, d. h. es umfasst die Summe der heute auf den Flächen liegengelassenen Menge an Flurholz und dem Vorratsaufbau.

Definition  
zusätzlich nutzbares Potenzial

Bei Flurgehölz spielen andere gesellschaftspolitische und ökonomische Einschränkungen eine Rolle als im Wald. Gesellschaftspolitische Gründe wie beispielsweise Erholungsnutzung oder Naturschutz sind oft ausschlaggebend dafür, dass Flurgehölzflächen überhaupt bewirtschaftet werden. Im Wald hingegen führen diese Gründe zu Nutzungseinschränkungen. Bei der Bestimmung des nachhaltig nutzbaren Potenzials an Flurholz werden diese gesellschaftlichen Ansprüche über eine rein betriebswirtschaftliche Sichtweise gestellt. Ökonomische Einschränkungen werden nur berücksichtigt, wenn keine gesellschaftlichen Gründe für die Bewirtschaftung vorliegen.

Gesellschaftspolitische und ökonomische Einschränkungen in Flurgehölzen und im Wald

Die bei der Ermittlung von Wald- bzw. Flurholzpotenzialen verwendeten Potenzialbegriffe und der berücksichtigten Restriktionen sind im Überblick in Tabelle 4 dargestellt.

1) Vom Auftraggeber explizit ausgeschlossen wird die luftgestützte Nutzung mit Helikopter.

Tabelle 4: Gegenüberstellung der Potenzialbegriffe des Zwiebelschalenmodells und der vorliegenden Studie

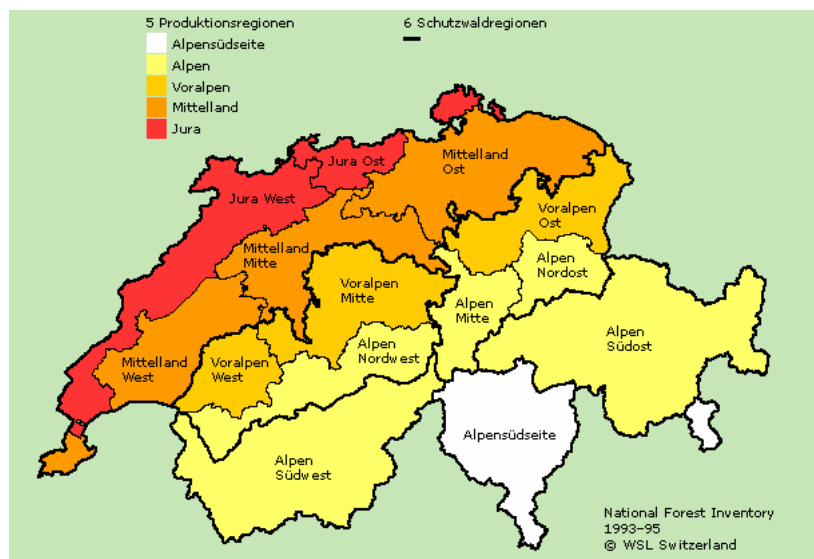
| Waldholzpotenziale<br>(Zwiebelschalenmodell)  | Flurholzpotenziale  |
|---|---|
| <b>Biomassezuwachs</b>  | <b>= Theoretisches Potenzial</b>  |
| - Abzüge Ernteverluste  | <i>Keine Ernteverluste berücksichtigt</i>   |
| <b>Biologisches Potenzial</b>   |   |
| <i>Keine technischen Einschränkungen berücksichtigt</i>                               | - Einschränkungen Hangneigung   |
|   | <b>Technisches Potenzial</b>  |
| - Einschränkungen auf Reservatsflächen<br>- Einschränkungen durch Erholungsnutzung    | <i>Keine Einschränkungen aus ökologischen Gründen oder wegen Erholungsnutzung</i> |
| <b>Gesellschaftliches Potenzial</b>   |   |
| - Reduktion durch Nutzungskosten  | - Reduktion durch Nutzungskosten (Erschliessung)                                  |
| <b>Wirtschaftliches Potenzial</b>   |   |
| - Waldbesitzerverhalten ( <i>wird in bisherigen Erhebungen nicht berücksichtigt</i> ) | <i>Wird nicht berücksichtigt</i>  |
| <b>Nachhaltig nutzbares Potenzial</b>   |   |

### 2.1.3 Produktionsregionen

Darstellung der Ergebnisse in Produktionsregionen

Die statistischen Instrumente zur Waldwirtschaft (Schweizerische Landesforstinventar LFI und Schweizerische Forststatistik) gliedern die Schweiz aufgrund von unterschiedlichen Wuchs- und Holzproduktionsbedingungen in die Produktionsregionen Jura, Mittelland, Voralpen, Alpen und Alpensüdseite (siehe Abbildung 4). Diese Unterteilung wird bei der Herleitung der Flurholzpotenziale übernommen.

Abbildung 4:  
Produktionsregionen nach LFI<sup>2)</sup>



2) Quelle: Landesforstinventar (LFI), <http://www.lfi.ch/resultate/daten/tabs/abb06.php>

## 2.2 Systemabgrenzung

Die verschiedenen Phasen der Nutzung von Flurholz, vom Entstehen über die Verwertung bis zu den Endprodukten sind im System der Produktions- oder Wertschöpfungskette abgebildet (siehe Abbildung 5). Diese systemische Betrachtung dient als Übersicht zur Orientierung. In der vorliegenden Untersuchung werden die Wege vom Entstehen des Flurholzes bis zur Verwertung betrachtet. Auf die dabei entstehenden Produkte wird nur am Rande eingegangen.

Betrachtung vom Entstehen bis zur Verwertung

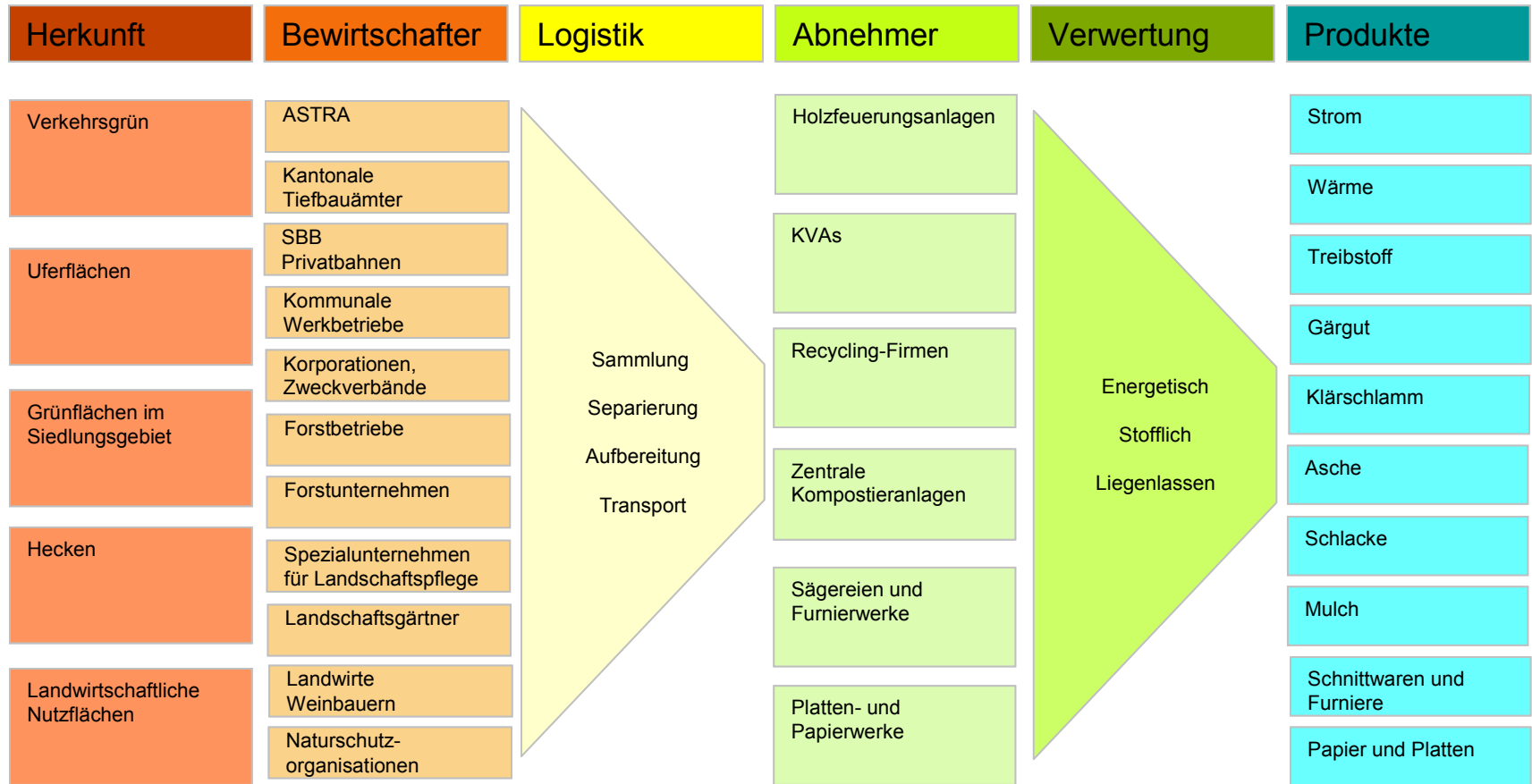


Abbildung 5: Systemgrenze

## 2.3 Vorgehen Experteninterviews

Aufgrund der dünnen Datenlage zur Herkunft und Verwertung von Flurholz stellen Experteninterviews eine wichtige Informationsquelle dar.

Die Interviews wurden anhand eines Leitfadens geführt (vgl. Anhang A5 und A6). Darin festgehalten sind Fragen zum Unterhalt der Flurgehölzflächen, zu den anfallenden Mengen an Flurholz auf unterschiedlichen Flächen sowie zu den Abnehmern und der Art der Verwertung und den Preisen des Flurholzes. Darüber hinaus wurde ermittelt, mit welchen Kosten Pflege und Bewirtschaftung der Flurgehölzflächen verbunden sind und wer diese Aufwendungen finanziert.

Interview-Leitfaden

Bei der Auswahl der Interviewpartner wurde darauf geachtet, dass sowohl die fünf Gruppen von Flurgehölzflächen als auch die fünf Produktionsregionen Jura, Mittelland, Voralpen, Alpen und Alpensüdseite abgedeckt werden.

Auswahl der Interviewpartner

Für die fünf Produktionsregionen wurden insgesamt 30 telefonische Interviews durchgeführt. Die für die Bewirtschaftung zuständigen Stellen sind einerseits öffentliche Institutionen wie z. B. kantonale Ämter, andererseits private, teils spezialisierte Unternehmungen, die für den Unterhalt von Flurgehölzflächen beauftragt werden.

Interviews zur  
Herkunft von Flurholz

In den Interviews mit den Bewirtschaftern der Flurgehölzflächen konnten zahlreiche Informationen zur Verwertung des Flurholzes erhoben werden. Dies insbesondere bei Unternehmungen, die sowohl in der Landschaftspflege tätig sind, als auch eigene Verwertungsanlagen betreiben (z. B. Kompostieranlagen, Holzfeuerungen). Für ergänzende Informationen zur Verwertung wurden sechs Interviews mit Betreibern bzw. Herstellern von Kompostier- und Holzfeuerungsanlagen geführt.

Interviews zur  
Verwertung von Flurholz

Die Resultate der Interviews fliessen in die Modellierung zur Herleitung der Potenziale ein. Weiter bilden die Interviews die Grundlage für die Ausführungen zu Bewirtschaftung, Verwertung und finanziellen Aspekten.

Verarbeitung der Interviews





## 3 Herleitung der Potenziale und der genutzten Mengen

### 3.1 Übersicht GIS-Modell

Die Modellierung der Potenziale von Flurgehölzflächen erfolgt mit einem Geografischen Informationssystem (GIS) in vier Schritten:

GIS-Modellierung der Potenziale in vier Schritten

- *Auswahl und Gruppierung der untersuchten Flächen:* Aus den insgesamt 90 Grundkategorien der Schweizer Arealstatistik werden die Kategorien ausgewählt, auf denen holzartige Biomasse anfällt und die nicht zum Waldareal gehören. Insgesamt sind dies 26 Grundkategorien. Diese werden in fünf Gruppen zusammengefasst (siehe Tabelle 5).
- *Bestimmung des Zuwachses:* Pro Gruppe wird der Zuwachs pro Hektar und Jahr bestimmt (Tabelle 6). Die Unterschiede der ökologischen Standortfaktoren werden über den Parameter der Höhenlage berücksichtigt.
- *Berechnung der Potenziale und Nutzungseinschränkungen:* Darauf aufbauend werden das theoretische, das technische und das nachhaltig nutzbare Flurholzpotenzial berechnet. Entsprechende Einschränkungen werden identifiziert und in der Modellierung berücksichtigt.
- *Darstellung der Resultate pro Produktionsregion:* Die Ergebnisse werden nach den fünf in der Waldwirtschaft benutzten Produktionsregionen der Schweiz ausgewertet: Jura, Mittelland, Voralpen, Alpen und Alpensüdseite.

Das Vorgehen in den vier Schritten wird in den folgenden Kapiteln beschrieben. Details zu den Annahmen für die fünf Gruppen von Flurgehölzflächen sind in Anhang I aufgeführt.

### 3.2 Auswahl und Gruppierung der untersuchten Flächen

Die Arealstatistik unterscheidet 26 Grundkategorien, auf denen Flurholz anfällt und die ausserhalb des Waldareals liegen. Auf der Basis der Kriterien Herkunft, Art des anfallenden Flurholzes und Bewirtschaftungsform wurden die 26 Grundkategorien in fünf Gruppen (Verkehrsgrün, Uferbereich,

26 Grundkategorien der Arealstatistik mit Flurholz

Siedlungsgebiet, Hecken und landwirtschaftliche Nutzflächen) zusammengefasst.

Spezialfall Landwirtschaftliche Nutzflächen: Gliederung in vier Untergruppen

In der Gruppe der landwirtschaftlichen Nutzflächen werden nur bestockte Flächen und beispielsweise keine reinen Ackerflächen berücksichtigt. Gemessen an den gesamten landwirtschaftlichen Flächen in der Schweiz entspricht dies einem Anteil von rund 10 %. Die Gruppe der hier betrachteten bestockten Landwirtschaftsflächen wird in vier Untergruppen unterteilt: Gehölz, Obst-, Reb- und Gartenbau, Wies- und Ackerland und Alpwirtschaftliche Nutzflächen. Diese Untergruppen weisen zwar grosse Ähnlichkeit bezüglich der Herkunft der Biomasse aus Landwirtschaftsflächen auf. Sie unterscheiden sich aber bezüglich der Art des Flurholzes und/oder der Bewirtschaftungsform.

Unterscheidung Hecken und landwirtschaftliche Nutzflächen

Die Gruppen Hecken und landwirtschaftliche Nutzflächen sind zu unterscheiden, da auf der Fläche von Hecken keine landwirtschaftliche Unternehmung (z. B. Beweidung oder Streuschnitt) stattfindet.

Tabelle 5 gibt eine Übersicht zu den Gruppen und Untergruppen von Flurgehölzflächen. Zudem ist die Zuordnung der berücksichtigten Grundkategorien der Arealstatistik dargestellt.

Tabelle 5: Einteilung der Grundkategorien der Arealstatistik

| Nr. | Gruppe                          | Untergruppe                        | Nr.                     | Grundkategorie                              |
|-----|---------------------------------|------------------------------------|-------------------------|---|
| 1   | Verkehrsgrün                    |                                    | 32                      | Autobahngrün                                |
|     |                                 |                                    | 67                      | Bahngrün                                    |
|     |                                 |                                    | 68                      | Strassengrün                                |
| 2   | Uferbereich                     |                                    | 69                      | Uferböschungen                              |
| 3   | Siedlungsgebiet                 |                                    | 33                      | Strassen, Wege                              |
|     |                                 |                                    | 41                      | Industrieumschwung                          |
|     |                                 |                                    | 45                      | Umschwung v. Ein- und Zweifamilienhäusern   |
|     |                                 |                                    | 46                      | Umschwung v. Reihen- und Terrassenhäusern   |
|     |                                 |                                    | 47                      | Umschwung von Mehrfamilienhäusern           |
|     |                                 |                                    | 51                      | Offene Sportanlagen                         |
|     |                                 |                                    | 52                      | Schrebergärten                              |
|     |                                 |                                    | 53                      | Camping, Caravan                            |
|     |                                 |                                    | 56                      | Friedhöfe                                   |
|     |                                 | 59                                 | Öffentliche Parkanlagen |   |
| 4   | Hecken                          |                                    | 17                      | Feldgehölze, Hecken                         |
|     |                                 |                                    | 19                      | Übrige Gehölze                              |
| 5   | Landwirtschaftliche Nutzflächen | a) Gehölz                          | 13                      | Aufgelöster Wald auf Landwirtschaftsflächen |
|     |                                 |                                    | 18                      | Baumgruppen auf Landwirtschaftsflächen      |
|     |                                 | b) Obst-, Reb- und Gartenbau       | 71                      | Rebanlagen                                  |
|     |                                 |                                    | 72                      | Pergolareben                                |
|     |                                 |                                    | 75                      | Obstanlagen                                 |
|     |                                 |                                    | 76                      | Geordnete Obstbaumbestände                  |
|     |                                 |                                    | 77                      | Streubst                                    |
|     |                                 | c) Wies- und Ackerland, Heimweiden | 84                      | Verbuschte Wiesen und Heimweiden            |
|     |                                 | d) Alpwirtschaftliche Nutzflächen  | 86                      | Verbuschte Alp- und Juraweiden              |

### 3.3 Bestimmung des Zuwachses

Pro Gruppe und Untergruppe wird der Zuwachs pro Hektar und Jahr bestimmt.<sup>3)</sup> Die Zuwachszahlen basieren auf Studien zur Situation in der Schweiz und im Ausland, respektive auf Expertenwissen (siehe Tabelle 6).

Zuwachs variiert pro Gruppe und Untergruppe

| Nr. | Gruppe/Untergruppe                                    | Zuwachs in t TS / ha und Jahr | Quellen <sup>4)</sup>   |
|-----|---|-------------------------------|---|
| 1   | Verkehrsrün   | 8.3                           | A. Müller, SBB; A. Bürgi, WSL; LFI2                             |
| 2   | Uferbereich   | 9                             | Kaltschmitt (2001); A. Müller, SBB; A. Bürgi, WSL; R. Erb; LFI2 |
| 3   | Siedlungsgebiet                                       | 0.6                           | Kaltschmitt (2001); R. Erb                                      |
| 4   | Hecken  | 5                             | Eigene Annahmen   |
| 5   | Landwirtschaftliche Nutzflächen                       |                               |   |
| 5a  | <b>Untergruppe a: Gehölz</b>                          |                               |   |
|     | <i>Aufgelöster Wald auf Landwirtschaftsflächen</i>    | 8.3                           | A. Bürgi, WSL; LFI2   |
|     | <i>Baumgruppen auf Landwirtschaftsflächen</i>         | 8.3                           | A. Bürgi, WSL; LFI2   |
| 5b  | <b>Untergruppe b: Obst-, Reb- und Gartenbau</b>       |                               |   |
|     | <i>Rebanlagen</i>                                     | 1                             | Kaltschmitt (2001)  |
|     | <i>Pergolareben</i>                                   | 0.1                           | Eigene Annahmen   |
|     | <i>Obstanlagen</i>                                    | 4.2                           | Kaltschmitt (2001)  |
|     | <i>Geordnete Obstbaumbestände</i>                     | 3                             | Kaltschmitt (2001)  |
|     | <i>Streuobst</i>                                      | 3                             | Kaltschmitt (2001)  |
| 5c  | <b>Untergruppe c: Wies- und Ackerland, Heimweiden</b> |                               |   |
|     | <i>Verbuschte Wiesen und Heimweiden</i>               | 8.3                           | A. Bürgi, WSL; LFI2   |
| 5d  | <b>Untergruppe d: Alpwirtschaftliche Nutzflächen</b>  |                               |   |
|     | <i>Verbuschte Alp- und Juraweiden</i>                 | 6                             | Eigene Annahmen   |

Tabelle 6: Zuwachs pro Gruppe und Untergruppe (t TS/ha/a)

3) Es wird von einem Zuwachs von einem optimalen Standort ausgegangen.

4) A. Bürgi, WSL, A. Müller, SBB, R. Erb: Experteninterviews  
LFI2 vgl. Brassel und Brändli (1999)

## 3.4 Berechnung der Potenziale und Nutzungseinschränkungen

### 3.4.1 Theoretisches Potenzial

Theoretisches Potenzial =  
Fläche x Zuwachs

Das theoretische Potenzial umfasst sämtliche holzartige Biomasse, die ausserhalb des Waldes nachwächst. Berücksichtigt werden alle in der Arealstatistik als bestockt ausgewiesenen Flächen ausserhalb des Waldareals. Das theoretische Potenzial berechnet sich aus dem Produkt von Fläche und Zuwachs. Um den effektiven Zuwachs eines Standorts zu bestimmen, wird im GIS-Modell der Zuwachs gemäss den ökologischen Standortfaktoren gewichtet.

Zuwachs auf der  
Basis von LFI2 Daten

Als Grundlage für die Modellierung wird der im Landesforstinventar (LFI2) pro Produktionsregion und Höhenlage durchschnittliche Zuwachs verwendet (siehe Tabelle 7). In diesem Wert sind die ökologischen Standortfaktoren wie Höhenlage, Niederschlag, Exposition und Bodenverhältnisse bereits abgebildet. Es wird die Annahme getroffen, dass die entsprechende Abstufung im Wald auf die Flurgehölze übertragen werden kann.<sup>5)</sup>

Tabelle 7: Zuwachs nach  
Höhenlage gemäss LFI 2 pro  
Produktionsregion (m<sup>3</sup>/ha/a)<sup>6)</sup>

|                  | Jura                 | Mittelland           | Voralpen             | Alpen                | Alpen-<br>südseite   | CH<br>total          |
|------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| m ü. M.          | m <sup>3</sup> /ha*a | m <sup>3</sup> /ha*a | m <sup>3</sup> /ha*a | m <sup>3</sup> /ha*a | m <sup>3</sup> /ha*a | m <sup>3</sup> /ha*a |
| über 1800        | -                    | -                    | 3.3                  | 3.8                  | 2.4                  | 3.7                  |
| 1401-1800        | 3.8                  | 2.9                  | 7                    | 6.2                  | 4.7                  | 6                    |
| 1001-1400        | 8.6                  | 10.1                 | 10.2                 | 7.3                  | 5.7                  | 8.3                  |
| 601-1000         | 9.2                  | 14.4                 | 13.5                 | 7.6                  | 4.8                  | 10.9                 |
| bis 600          | 9.8                  | 13.8                 | 12.2                 | 8.2                  | 5.3                  | 11.9                 |
| <b>Ø - Werte</b> | <b>9</b>             | <b>13.9</b>          | <b>11.2</b>          | <b>6.4</b>           | <b>5</b>             | <b>9.2</b>           |

Auf Basis der Werte aus Tabelle 7 wird für jede Produktionsregion eine Gewichtung nach Höhenlage definiert. Diese wird wie folgt dargestellt (siehe Tabelle 8):

- Der höchste Zuwachs pro Produktionsregion erhält den Wert 10.
- Die übrigen Zuwachsraten werden ins Verhältnis zum höchsten Wert gesetzt.

5) Mündliche Mitteilung Anton Bürgi (WSL).

6) Auswertungseinheit: zugänglicher Wald ohne Gebüschwald / Veränderung 1983/85 - 1993/95.

| m ü. M.   | Jura | Mittelland | Voralpen | Alpen | Alpensüdseite |
|-----------|------|------------|----------|-------|---------------|
| über 1800 | 0.0  | 0.0        | 2.4      | 4.6   | 4.2           |
| 1401-1800 | 4.4  | 2.0        | 5.2      | 7.6   | 8.2           |
| 1001-1400 | 9.3  | 7.0        | 7.6      | 8.9   | 10.0          |
| 601-1000  | 9.4  | 10.0       | 10.0     | 9.3   | 8.4           |
| bis 600   | 10.0 | 9.6        | 9.0      | 10.0  | 9.3           |

Tabelle 8: Gewichtung des Zuwachses nach Höhenlage für die fünf Produktionsregionen

Für die einzelnen Produktionsregionen gelten die folgenden Zusammenhänge zwischen Höhenlage und Zuwachs:

- Für die Alpen und den Jura gilt: je höher ein Standort, desto geringer der jährliche Zuwachs.
- Dies gilt nicht für das Mittelland und die Voralpen: In diesen beiden Produktionsregionen liegt der durchschnittliche Zuwachs auf Standorten zwischen 601 bis 1'000 m. ü. M. höher als unter 600 m. ü. M.
- Auf der Alpensüdseite sind die höchsten Zuwachsraten auf Standorten zwischen 1'001 bis 1'400 m. ü. M. zu verzeichnen.

### 3.4.2 Technisches Potenzial

Das technische Potenzial entspricht dem theoretischen Potenzial unter Einbezug technischer Restriktionen. Als Parameter für die Berechnung des technischen Potenzials an Flurholz wird die Hangneigung der Flächen berücksichtigt. Steile bis sehr steile Gebiete werden aus der Nutzung ausgeschlossen. Diese können in der Regel nicht maschinell bewirtschaftet werden.

Einschränkungen:  
Hangneigung

Aus Gründen der Sicherung von Infrastrukturanlagen werden jedoch gewisse Flächen unabhängig von der Steilheit bewirtschaftet. Die Verminderung des Gefahrenpotenzials für Mensch, Tier und Objekt ist eines der wichtigsten Motive für die Pflege und Bewirtschaftung von zwei der fünf Gruppen von Flurgeholzflächen (siehe Tabelle 9).

Bewirtschaftung aus  
Sicherheitsgründen

Tabelle 9: Bedeutung der Sicherheit für die Bewirtschaftung von Flurgeholzflächen

|                                 | Begründung  | Modellierung  |
|---------------------------------|---|---|
| Verkehrsgrün                    | Werden aus Sicherheitsaspekten gepflegt und bewirtschaftet. | Alle Flächen werden für die Berechnung des technischen Potenzials berücksichtigt.                       |
| Uferbereich                     | Sicherheit nicht relevant <sup>7)</sup> .                   | Nur Flächen unter 70 % Hangneigung werden für die Berechnung des technischen Potenzials berücksichtigt. |
| Siedlungsgebiet                 | Werden aus Sicherheitsaspekten gepflegt und bewirtschaftet. | Alle Flächen werden für die Berechnung des technischen Potenzials berücksichtigt.                       |
| Hecken                          | Sicherheit nicht relevant.                                  | Nur Flächen unter 70 % Hangneigung werden für die Berechnung des technischen Potenzials berücksichtigt. |
| Landwirtschaftliche Nutzflächen | Sicherheit nicht relevant.                                  | Nur Flächen unter 70 % Hangneigung werden für die Berechnung des technischen Potenzials berücksichtigt. |

Sicherheit entscheidend bei Verkehrsböschungen und Siedlungsgebiet

**Verkehrsböschungen** werden gepflegt, um das Lichtraumprofil einer Strasse zu optimieren und so die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer zu gewährleisten. Auch im **Siedlungsgebiet** werden Pflegeeingriffe unabhängig von der Hangneigung durchgeführt. Aus Sicherheitsgründen werden Bäume und Sträucher auf diesen Flächen auch an sehr steilen Standorten entweder maschinell oder manuell gepflegt.

Hangneigung als Restriktion bei Hecken, landwirtschaftliche Nutzflächen und Uferbereich

Bei den Gruppen **Hecken** und **landwirtschaftliche Nutzflächen** sind Sicherheitsaspekte hingegen irrelevant. Dasselbe gilt im **Uferbereich**. Der Einsatz von Mulchgeräten und Schlegelmäher ist auf Standorten mit bis zu 70 % Hangneigung gewährleistet. Mit solchen Maschinen werden einwachsende landwirtschaftliche Flächen von Sträuchern und Gestrüpp befreit.<sup>8)</sup> Für die Berechnung des technischen Potenzials wird unterstellt, dass Standorte über 70 % Hangneigung nicht bewirtschaftet werden. Diese Flächen werden in der Modellierung nicht berücksichtigt.

7) Bach- und Flussläufe, die Siedlungen und Strassen bei Hochwasser gefährden, sind z.T. aus Sicherheitsgründen zu pflegen und bewirtschaften. Bei Uferböschungen an Seen und stehenden Gewässern ist dies nicht der Fall.

8) Mündliche Mitteilung: Adrian Jezzzone, Verkaufsleiter landwirtschaftliche Maschinen Aebi. Es gibt Mulchgeräte und Schlegelmäher, die für die Bewirtschaftung von einwachsenden landwirtschaftlichen Flächen eingesetzt werden können. Diese können Sträucher und Bäume mit einem Durchmesser von bis zu 10 cm abschneiden.

Tabelle 10 zeigt die Gewichtung in Abhängigkeit der Hangneigung für die GIS-Modellierung für den Uferbereich, Hecken und landwirtschaftliche Nutzflächen. Ein Gewicht von 10 bedeutet, dass der Biomassezuwachs zu 100 % ans technische Potenzial angerechnet werden kann; ein Wert von 0 ist Ausschlusskriterium.

|             | Werte    | Gewicht |
|-------------|----------|---------|
| Hangneigung | 0 – 70 % | 10      |
|             | > 70 %   | 0       |

Tabelle 10: Gewichtung in Abhängigkeit der Hangneigung

### 3.4.3 Nachhaltig nutzbares Potenzial

Um das nachhaltig nutzbare Potenzial zu bestimmen, werden wirtschaftliche Einschränkungen in der Modellierung berücksichtigt. Das für die Bewirtschaftung von Flurgehölzflächen zentrale Kriterium ist die Erreichbarkeit der Flächen. Standorte, die nicht in der Nähe einer Strasse liegen, werden weniger bewirtschaftet als solche, die gut erschlossen sind. Es wird unterstellt, dass die Nutzung von Gehölzen im Uferbereich, in Hecken und auf landwirtschaftlichen Nutzflächen von der Erreichbarkeit der Flächen abhängt (Tabelle 11).

Einschränkungen:  
Wirtschaftlichkeit

Die anderen Flächen werden unabhängig von den Aufwendungen bewirtschaftet: Beispielsweise werden das Verkehrsgrün und das Siedlungsgebiet aus Sicherheitsgründen unabhängig der Erreichbarkeit bewirtschaftet. Obst-, Reb- und Gartenbauflächen werden jährlich genutzt, um die landwirtschaftliche Produktion zu optimieren.

Erreichbarkeit nicht bei allen Flächen ausschlaggebend

| Gruppen und Untergruppen          | Einschränkung  |
|-----------------------------------|----------------|
| Verkehrsgrün                      | Keine          |
| Uferbereich                       | Erreichbarkeit |
| Siedlungsgebiet                   | Keine          |
| Hecken                            | Erreichbarkeit |
| Landwirtschaftliche Nutzflächen:  |                |
| ▪ Gehölz                          | Erreichbarkeit |
| ▪ Obst-, Reb- und Gartenbau       | Keine          |
| ▪ Wies- und Ackerland, Heimweiden | Erreichbarkeit |
| ▪ Alpwirtschaftliche Nutzflächen  | Erreichbarkeit |

Tabelle 11: Bewirtschaftung der Gruppen in Abhängigkeit der Erreichbarkeit

Einschränkungen bezüglich der Erreichbarkeit der Flächen werden in der Modellierung gemäss Tabelle 12 berücksichtigt. Bei Distanzen unter 50 m kann das Holz mit einem Forstraktor gerückt werden. Die Gewichtung mit Faktor 10 bedeutet, dass die gesamte Menge dem nachhaltig nutzbaren Potenzial zugerechnet wird. Bei Distanzen zwischen 50 und 150 m ist die Nutzung nur noch mit grossem Aufwand möglich, entsprechend werden nur 60 Prozent des technischen Potenzials berücksichtigt (Gewichtung mit

Erreichbarkeit der Flächen bestimmt die Kosten

Faktor 6). Bei Flächen, die mehr als 150 m von der Strasse entfernt sind, wird unterstellt, dass das anfallende Flurholz keiner Nutzung mehr zugeführt wird.<sup>9)</sup>

Tabelle 12: Gewichtung für die Modellierung in Abhängigkeit der Erreichbarkeit

|   | Abstand | Gewicht |
|---|---------|---------|
| Erreichbarkeit / Distanz zur Erschliessungsanlage (m) | 0-50    | 10      |
|   | 51-149  | 6       |
|   | > 150   | 0       |

### 3.5 Abschätzung der heute anfallenden und genutzten Flurholzmengen

Bei der heutigen Pflege und Bewirtschaftung von Flurgehölzen wird nicht das gesamte Potenzial genutzt. Einerseits werden nicht alle Flurgehölzflächen bewirtschaftet und andererseits wird das bei der Bewirtschaftung anfallende Holz nur teilweise genutzt.

#### 3.5.1 Bei heutiger Pflege und Bewirtschaftung anfallendes Flurholz

Im Folgenden wird beschrieben, wie das heute anfallende Holz für die verschiedenen Gruppen von Flurgehölzen berechnet wird.

#### Verkehrsgrün und Siedlungsgebiet

Sicherheit als Hauptgrund für Bewirtschaftung

Wie bereits in Kapitel 3.4.2 erläutert wurde, werden aus Sicherheitsgründen alle Verkehrsböschungen und Flurgehölze im Siedlungsgebiet unabhängig der Produktionsregion bewirtschaftet. Das bei heutiger Pflege und Bewirtschaftung anfallende Flurholz entspricht dem nachhaltig nutzbaren Potenzial auf diesen Flächen.

#### Uferbereich

Oft nur minimaler Unterhalt

Beweggründe für die Bewirtschaftung des Uferbereichs sind beispielsweise der Hochwasserschutz, das Reinigen des Bereichs, der Unterhalt der baulichen Anlagen und der Naturschutz. Heute wird nicht das gesamte nachhaltig nutzbare Potenzial genutzt. Die kantonalen Finanzen erlauben oft nur die Durchführung eines minimalen Unterhaltes. Dieser erfolgt auch deshalb oft stark reduziert, weil die gesetzlichen Grundlagen die Amtsstellen verpflichten, zuerst die vorrangigen Gesetzaufgaben zu erfüllen (BWG

9) Der Auftraggeber schliesst aus ökologischen Gründen eine Nutzung mit Helikopter aus; Seilkräne sind nur ab grösseren Flächeneinheiten und grösseren Volumen pro Meter Seillänge rentabel.



2004). Dies gilt auch für den Unterhalt entlang von Gewässern, die im Zuständigkeitsbereich von Gemeinden, Zweckverbänden oder Privaten liegen.

Aus diesem Grund wird davon ausgegangen, dass nur im Mittelland die Gehölze im Uferbereich so gepflegt werden, dass die anfallende Holzmenge dem gesamten nachhaltig nutzbaren Potenzial entspricht. In den anderen Regionen hingegen werden nur die Gehölze auf gut erschlossenen Uferbereichen bewirtschaftet. Es wird unterstellt, dass bei der heutigen Pflege und Bewirtschaftung zwischen 30 % und 90 % des nachhaltig nutzbaren Potenzials anfällt (Tabelle 13).

| Produktionsregionen | % Anteil vom nachhaltig nutzbaren Potenzial |
|---------------------|---|
| Jura                | 90 %  |
| Mittelland          | 100 %                                       |
| Voralpen            | 80 %  |
| Alpen               | 40 %  |
| Alpensüdseite       | 30 %  |

Tabelle 13: Prozentuale Anteile des heute anfallenden Holzes gemessen am nachhaltig nutzbaren Potenzial im Uferbereich

### Hecken und landwirtschaftliche Nutzflächen

Hecken und Flurgehölze auf landwirtschaftlichen Nutzflächen werden nur zum Teil bewirtschaftet. Dies zeigt sich u. a. in den Ergebnissen des dritten Landesforstinventars. Abbildung 6 zeigt die Waldflächenzunahme zwischen dem LFI2 und LFI3 in den fünf Produktionsregionen. Gesamtschweizerisch hat der Wald innerhalb von elf Jahren um 4.9 % zugenommen. Im Jura und im Mittelland hat sich die Waldfläche seit dem LFI2 nicht signifikant verändert. In den Voralpen nahm sie um rund 2 % und in den Alpen und auf der Alpensüdseite um je rund 9 % zu.<sup>10)</sup>

Waldfläche breitet sich in den Voralpen und Alpen aus

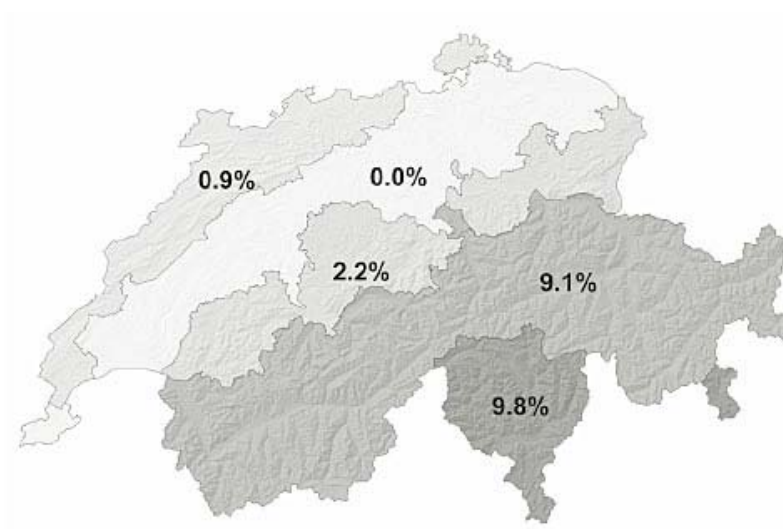


Abbildung 6: Übersicht der Waldflächenzunahme zwischen dem LFI 2 und LFI3 in den Produktionsregionen

10) [http://www.waldwissen.net/themen/inventur\\_monitoring/waldinventur/wsl\\_lfi3\\_erste\\_ergebnisse\\_DE](http://www.waldwissen.net/themen/inventur_monitoring/waldinventur/wsl_lfi3_erste_ergebnisse_DE)

Vor allem landwirtschaftlichen Flächen wachsen ein

Der Wald dehnt sich vor allem auf den landwirtschaftlichen Flächen aus. Dies hauptsächlich auf sogenannten Grenzertragsflächen. Damit werden in der Landwirtschaft Anbauflächen bezeichnet, auf denen sich der Aufwand für die Bewirtschaftung und der zu erzielende Ertrag die Waage halten. Dies sind meistens ertragsschwache Standorte in steilen, unwirtschaftlichen Lagen. In der Arealstatistik sind solche Flächen den Kategorien Wiesen- und Ackerland, Heimweiden und Alpwirtschaftliche Nutzflächen zugeordnet, die hier in der Gruppe der landwirtschaftlichen Nutzflächen enthalten sind.

Regional unterschiedlich starke Bewirtschaftung von Flurgehölz auf landwirtschaftlichen Nutzflächen

Aus der unterschiedlich starken Waldausdehnung in den Produktionsregionen wird abgeleitet, dass die Gehölze auf landwirtschaftlichen Nutzflächen je nach Region unterschiedlich intensiv genutzt werden. Dies wird in der Berechnung des bei heutiger Pflege und Bewirtschaftung anfallenden Flurholzes mit den Gewichtungen gemäss Tabelle 14 berücksichtigt. Im Mittelland werden die landwirtschaftlichen Nutzflächen intensiv genutzt und der Wald dehnt sich nicht aus. In den Alpen ist dies nicht der Fall: Die Waldzunahme liegt bei rund 9 %. Viele landwirtschaftliche Nutzflächen verganden. Die ertragsschwachen, steilen landwirtschaftlichen Flächen werden nicht mehr bewirtschaftet. Damit sind auch die effektiv anfallenden Flurholzmengen kleiner. Es wird davon ausgegangen, dass in den Alpen nur 40 % des nachhaltig nutzbaren Potenzials anfallen, in den anderen Regionen zwischen 30 % (Alpensüdseite) und 100 % (Mittelland).

Tabelle 14: Prozentuale Anteile des heute anfallenden Holzes gemessen am nachhaltig nutzbaren Potenzial aus Hecken und landwirtschaftlichen Nutzflächen

| Produktionsregionen  | Hecken | Landwirtschaftliche Nutzflächen |
|----------------------|--------|---------------------------------|
| <b>Jura</b>          | 90 %   | 90 %                            |
| <b>Mittelland</b>    | 100 %  | 100 %                           |
| <b>Voralpen</b>      | 80 %   | 80 %                            |
| <b>Alpen</b>         | 40 %   | 40 %                            |
| <b>Alpensüdseite</b> | 30 %   | 30 %                            |

### 3.5.2 Nutzung des anfallenden Flurholzes

3 Verwertungsarten

Bei der Verwertung des Flurholzes wird unterschieden zwischen energetischer und stofflicher Nutzung sowie auf der Fläche liegen gelassenem Flurholz (siehe dazu auch Kapitel 6.2).

Schätzung der Anteile der Verwertungsarten für Flurgehölzgruppen und Produktionsregionen

Anhand der Informationen aus den Interviews wurde abgeschätzt, welche Anteile der bei der Bewirtschaftung anfallenden Mengen auf den Flächen belassen, stofflich oder energetisch genutzt werden. Diese Anteile wurden für die verschiedenen Flurgehölzflächen und die fünf Produktionsregionen hergeleitet. Da die Verwertung stark von regional geprägten Faktoren, wie beispielsweise der Nachfrage nach Energieholz für dezentrale Anlagen, abhängig ist, handelt es sich dabei um eine grobe Annäherung. Zu beachten ist auch, dass eine Momentaufnahme dargestellt wird und sich die Verwertung je nach Marktsituation ändern kann.

## 4 Flurgehölzflächen und Flurholzmengen

### 4.1 Flurgehölzflächen

#### 4.1.1 Flächenpotenziale

In der Schweiz fällt auf einer Fläche von rund **400'000 ha** Flurholz an. Dies entspricht dem theoretischen Flächenpotenzial. Unter Berücksichtigung von technischen und ökonomischen Einschränkungen beträgt das nachhaltig nutzbare Flächenpotenzial rund **321'000 ha**. Die Verteilung der Flächenpotenziale auf die fünf Produktionsregionen ist in Tabelle 15 dargestellt.

Rund 400'000 ha Fläche mit Flurholz

| Produktionsregionen | Theoretisches Flächenpotenzial (ha) | Technisches Flächenpotenzial (ha) | Nachhaltig nutzbares Flächenpotenzial (ha) |
|---------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|--|
| Jura                | 57'000                              | 57'000                            | 54'000                                     |
| Mittelland          | 124'000                             | 125'000                           | 124'000                                    |
| Voralpen            | 62'000                              | 60'000                            | 50'000                                     |
| Alpen               | 123'000                             | 114'000                           | 76'000                                     |
| Alpensüdseite       | 31'000                              | 28'000                            | 17'000                                     |
| <b>TOTAL</b>        | <b>397'000</b>                      | <b>384'000</b>                    | <b>321'000</b>                             |

Tabelle 15: Flächenpotenziale der Produktionsregionen (ha)

Das technische Flächenpotenzial unterscheidet sich in allen Regionen nur gering vom theoretischen Potenzial. Starke Einschränkungen beim nachhaltig nutzbaren Potenzial sind insbesondere in den Alpen und auf der Alpensüdseite zu beobachten. Dies ist einerseits auf die topografischen Bedingungen und die Erschliessung zurückzuführen. Andererseits spielt die Art der Flurgehölzflächen eine Rolle:

Unterschiede zwischen theoretischen, technischen und nachhaltig nutzbaren Potenzialen

- Die theoretischen, technischen und nachhaltig nutzbaren Flächenpotenziale für das **Siedungsgebiet** und das **Verkehrsgrün** sind identisch. Aus Sicherheitsgründen werden sie – unabhängig der Lage – Hangneigung und der für die Bewirtschaftung anfallenden Kosten, bewirtschaftet und gepflegt.
- Bei der Berechnung des theoretischen, technischen und nachhaltig nutzbaren Potenzials für **Hecken, landwirtschaftliche Nutzflächen** und **Uferbereich** werden hingegen technische und wirtschaftliche Restriktionen berücksichtigt. Im nachhaltig nutzbaren Potenzial werden nur Flächen in der Modellierung berücksichtigt, die nicht über 70 % Hangneigung aufweisen und nicht weiter als 150 m von einer Strasse

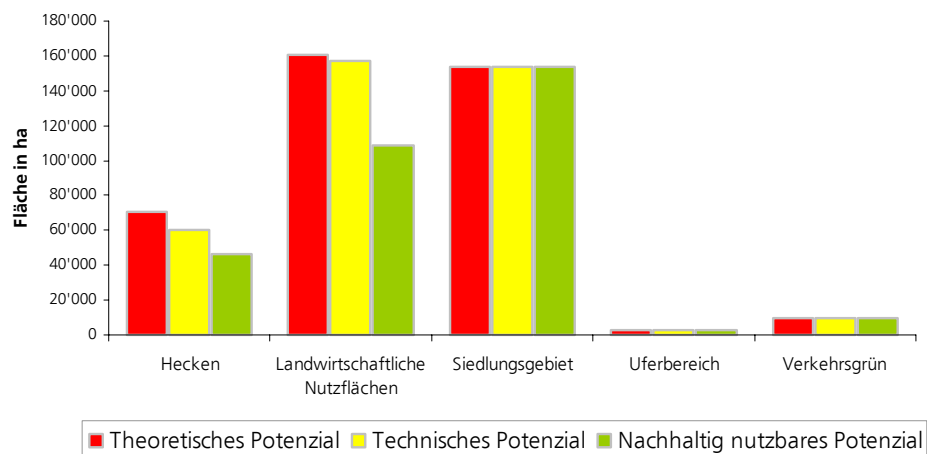
entfernt sind. Flächen, die diese Kriterien nicht erfüllen, werden von der Nutzung ausgeschlossen und sind nicht Bestandteil des nachhaltig nutzbaren Flächenpotenzials (vgl. Kapitel 3.4).

Flächenpotenziale nach  
Flurgehölzgruppen

Die Aufteilung der Flächenpotenziale auf die fünf betrachteten Flurgehölzgruppen ist in Abbildung 7 dargestellt und zeigt die folgenden Resultate:

- Die grössten Flächenpotenziale befinden sich im **Siedlungsgebiet** und auf **landwirtschaftlichen Nutzflächen**. Im Siedlungsgebiet fällt Flurholz auf rund 153'000 ha an. Bei den landwirtschaftlichen Nutzflächen besteht ein theoretisches Flächenpotenzial von 160'000 ha. Unter Berücksichtigung der Restriktionen besteht ein nachhaltig nutzbares Flächenpotenzial von rund 108'000 ha.
- Nur auf rund 9'300 ha **Verkehrsrgrün** fällt Flurholz an. Noch geringer ist das Flächenpotenzial im **Uferbereich** mit rund 2'700 ha.
- Nicht zu unterschätzen sind die Flächenpotenziale bei den **Hecken**: Das theoretische Flächenpotenzial umfasst ca. 71'000 ha, das nachhaltig nutzbare Flächenpotenzial ca. 46'000 ha.

Abbildung 7: Flächenpotenzial  
der Flurgehölzgruppen (ha)



Für das nachhaltig nutzbare Flächenpotenzial werden nachfolgend die Anteile der fünf Flurgehölzgruppen und die Verteilung auf die Produktionsregionen im Detail dargestellt.

#### 4.1.2 Anteile der Flurgehölzgruppen

Die Darstellung der prozentualen Anteile der Flurgehölzgruppen am nachhaltigen Flächenpotenzial (siehe Abbildung 8) zeigt die folgenden zentralen Ergebnisse:

- Fast die Hälfte (48 %) der Flurgehölzflächen liegt im **Siedlungsgebiet**.
- Rund ein Drittel der Flurgehölzflächen gehören zur Gruppe der **landwirtschaftlichen Nutzflächen**.
- Der Anteil des **Verkehrsgrüns** und des **Uferbereichs** ist mit insgesamt 4 % marginal.

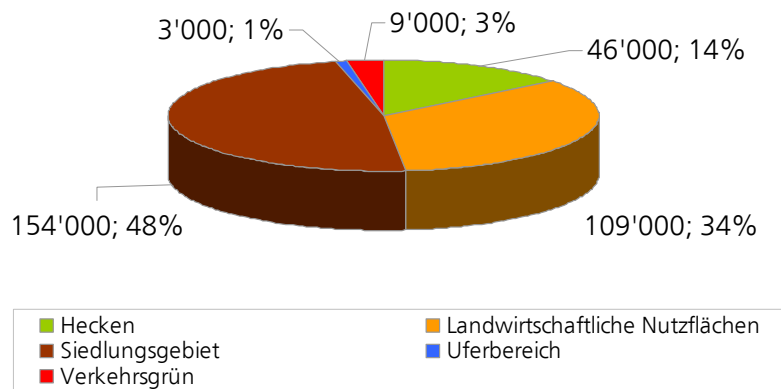


Abbildung 8: Anteil der Flurgehölzgruppen am nachhaltigen Flächenpotenzial (ha; Prozentsatz)

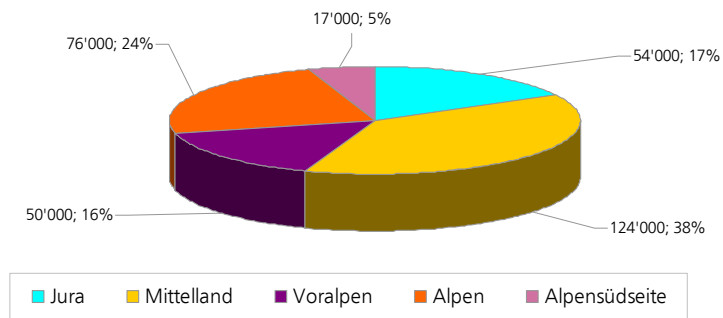
#### 4.1.3 Räumliche Verteilung

Die räumliche Verteilung des nachhaltig nutzbaren Flächenpotenzials auf die fünf Produktionsregionen ist in Abbildung 9 dargestellt:

- Im **Mittelland** liegen rund 124'000 ha Flurgehölzflächen, dies entspricht 38 % des Flächenpotenzials.
- Grosse Flächenpotenziale befinden sich mit einem Anteil von 24 % auch in den **Alpen**: Dort fällt auf rund 76'000 ha Flurholz an.
- Im **Jura** und in den **Voralpen** liegen je 16 bis 17 % der Flurgehölzflächen, dies entspricht rund 50'000 ha, respektive 54'000 ha.
- Nur 5 % der Flächenpotenziale, d. h. rund 17'000 ha befinden sich auf der **Alpensüdseite**.

Verteilung der Flurgehölzflächen auf die fünf Produktionsregionen

Abbildung 9: Nachhaltiges Flächenpotenzial nach Produktionsregion (ha; Prozentsatz)

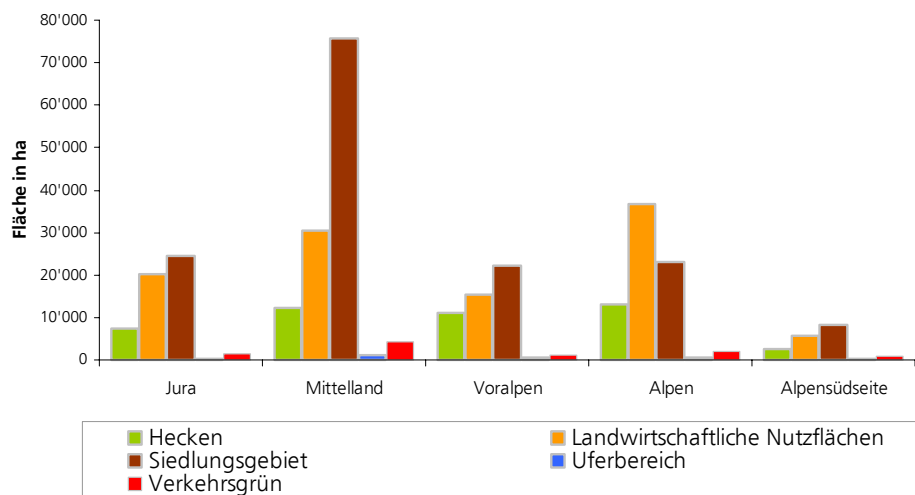


Verteilung nach Region und Flurgehölzgruppe

Die Abbildung 10 zeigt den Flächenanteil der fünf betrachteten Flurgehölzgruppen in den Produktionsregionen. Folgende Erkenntnisse sind zentral:

- Mit Flurgehölzen bestockte Flächen im Siedlungsgebiet und landwirtschaftlichen Nutzflächen dominieren in allen Produktionsregionen. Im **Mittelland** sind vor allem Grünflächen im Siedlungsgebiet mit rund 76'000 ha von Bedeutung. In den schwach besiedelten Gebieten der **Alpen** überwiegen die landwirtschaftlichen Nutzflächen (rund 37'000 ha).
- In den **Voralpen** und **Alpen** sind neben den landwirtschaftlichen Nutzflächen auch die Hecken von Bedeutung. Die nachhaltig nutzbaren Flächenpotenziale sind beschränkt, da zahlreiche Flächen an steilen Standorten und schlecht erschlossen sind.
- In allen Produktionsregionen sind die Flächenpotenziale für das Verkehrsgrün und den Uferbereich gering. Der grösste Anteil der Flächenpotenziale entlang von Verkehrswegen liegt im Mittelland.

Abbildung 10: Nachhaltiges Flächenpotenzial nach Produktionsregion und Flurgehölzgruppe (ha)



## 4.2 Potenzielle Flurholzmengen

### 4.2.1 Ertragspotenziale

Das theoretische Flurholzpotenzial beträgt rund **548'000 t TS** pro Jahr. Diese Holzmenge wächst in der Schweiz ausserhalb des Waldes jährlich nach. Unter Berücksichtigung von Restriktionen bezüglich Hangneigung und Erschliessung liegt das nachhaltig nutzbare Potenzial bei rund **420'000 t TS** pro Jahr.

Nachhaltig nutzbares Potenzial von 420'000 t TS Flurholz pro Jahr

Die Aufteilung der jährlichen Ertragspotenziale auf die fünf Produktionsregionen ist in Tabelle 16 dargestellt.<sup>11)</sup>

| Produktionsregionen  | Theoretisches Potenzial<br>t TS/a<br>(m <sup>3</sup> ) | Technisches Potenzial<br>t TS/a<br>(m <sup>3</sup> ) | Nachhaltig nutzbares Potenzial<br>t TS/a<br>(m <sup>3</sup> ) |
|----------------------|--|--|---|
| <b>Jura</b>          | 80'000<br>(133'000)                                    | 80'000<br>(133'000)                                  | 69'000<br>(115'000)   |
| <b>Mittelland</b>    | 175'000<br>(292'000)                                   | 175'000<br>(292'000)                                 | 169'000<br>(282'000)  |
| <b>Voralpen</b>      | 86'000<br>(143'000)                                    | 86'000<br>(143'000)                                  | 67'000<br>(112'000)   |
| <b>Alpen</b>         | 165'000<br>(275'000)                                   | 151'000<br>(252'000)                                 | 93'000<br>(155'000)   |
| <b>Alpensüdseite</b> | 43'000<br>(72'000)                                     | 36'000<br>(60'000)                                   | 20'000<br>(33'000)  |
| <b>TOTAL</b>         | <b>548'000</b><br>(915'000)                            | <b>527'000</b><br>(880'000)                          | <b>420'000</b><br>(697'000)                                   |

Tabelle 16: Flurholzpotenziale für die Produktionsregionen (t TS/a und m<sup>3</sup>/a)

Die Unterschiede zwischen dem theoretischen und dem nachhaltig nutzbaren Potenzial sind nicht in allen Regionen gleich gross. Insbesondere im Mittelland zeigen sich kaum Unterschiede. Aus Sicherheitsgründen werden Flächen entlang von Verkehrswegen und im Siedlungsgebiet unabhängig der Lage und Kosten bewirtschaftet. Deshalb sind bei diesen beiden Gruppen der Flurgehölzflächen das theoretische und das nachhaltig nutzbare Potenzial gleich gross.

Geringe Unterschiede zwischen theoretischen und nachhaltig nutzbaren Potenzialen

Dies zeigt sich auch in der Darstellung des theoretischen, technischen und nachhaltig nutzbaren Potenzials für die fünf Flurgehölzgruppen in Abbildung 11:

Unterschiede bei Hecken und landwirtschaftlichen Nutzflächen

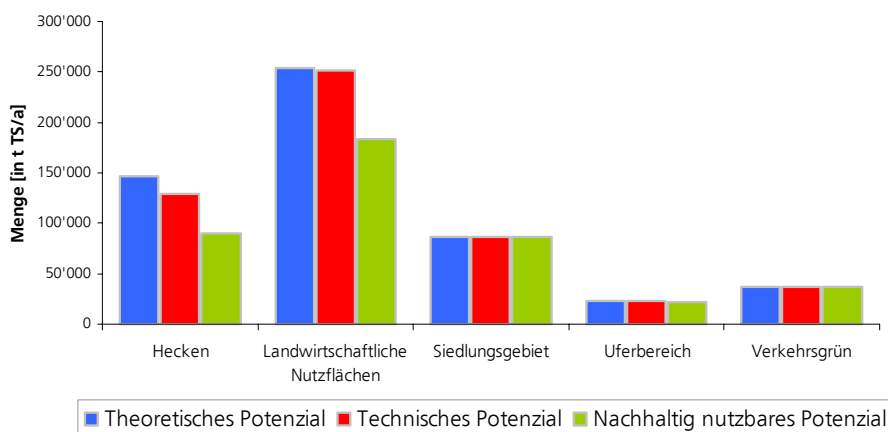
- Die landwirtschaftlichen Nutzflächen sind stark von den Einschränkungen bezüglich Hangneigung und Erschliessung betroffen. Das theoretische

11) Umrechnungsfaktor: 1 m<sup>3</sup> = 0.6 t TS (vgl. Anhang A1)

sche Potenzial wird um knapp 30 % reduziert. Trotzdem liegt auf diesen Flächen das grösste nachhaltig nutzbare Potenzial von rund 184'000 t TS pro Jahr.

- Das zweitgrösste theoretische Potenzial liegt bei den Hecken. Durch die Einschränkungen reduziert sich dieses um fast 40 %. Damit liegt das nachhaltig nutzbare Potenzial von jährlich rund 90'000 t TS in der gleichen Grössenordnung wie im Siedlungsgebiet.
- Im Uferbereich und auf dem Verkehrsgrün gibt es nur geringe bzw. gar keine Unterschiede zwischen dem theoretischen und dem nachhaltig nutzbaren Potenzial, das bei rund 22'000 t TS/a, respektive 37'000 t TS/a liegt.

Abbildung 11: Flurholzmengen der Flurgehölzgruppen (t TS/a)



Die Verteilung des nachhaltig nutzbaren Potenzials auf die verschiedenen Flurgehölzgruppen und Regionen wird in den folgenden Abschnitten weiter ausgeführt.

#### 4.2.2 Anteil der Flurgehölzgruppen

Über 40% des nachhaltig nutzbaren Flurholzpotenzials auf landwirtschaftlichen Nutzflächen

Die Verteilung des nachhaltig nutzbaren Flurholzpotenzials auf die verschiedenen Flurgehölzgruppen (siehe Abbildung 12) zeigt die folgenden zentralen Erkenntnisse:

- **Landwirtschaftliche Nutzflächen** sind von grosser Bedeutung. Rund 44 % des nachhaltig nutzbaren Ertragspotenzials fällt auf Flächen an, die landwirtschaftlich genutzt werden.
- Je 21 % der Flurholzpotenziale liegen bei den **Hecken** und in **Siedlungsgebieten**.
- Das Flurholzpotenzial auf **Verkehrsgrün** und im **Uferbereich** entspricht insgesamt 14 % der gesamten Menge.



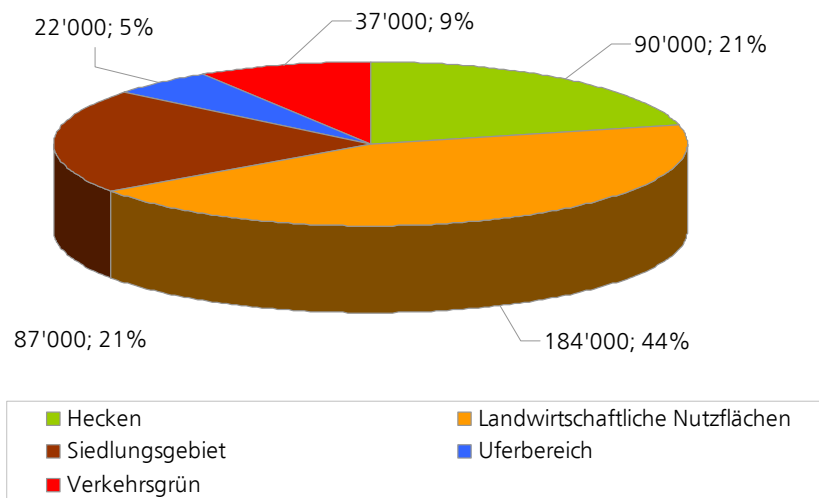


Abbildung 12: Nachhaltig nutzbares Potenzial nach Flurgehölzgruppe (t TS/a; Prozentsatz)

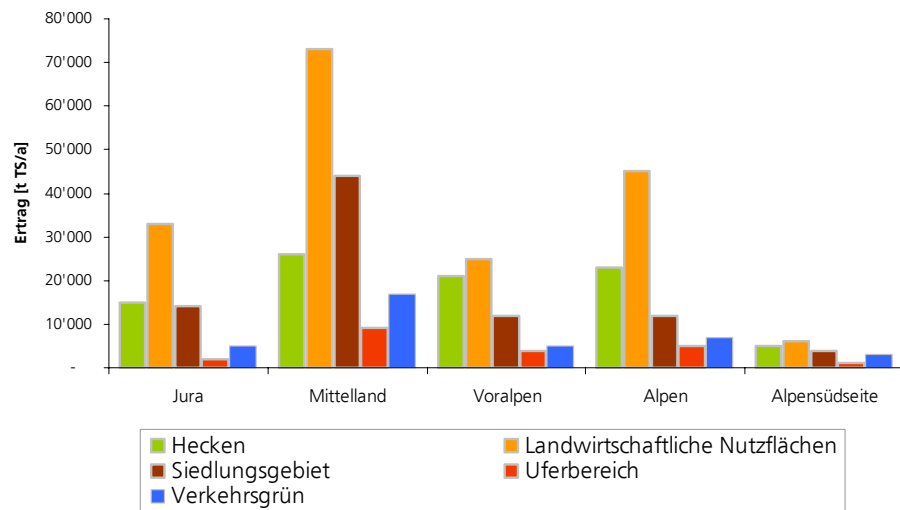
### 4.2.3 Räumliche Verteilung

Die Aufteilung des nachhaltig nutzbaren Flurholzpotenzial nach Produktionsregionen und Flurgehölzgruppen (siehe Abbildung 13) zeigt folgende Resultate:

Mittelland und Alpen mit den grössten nachhaltig nutzbaren Flurholzpotenzialen

- In allen fünf Produktionsregionen fallen die grössten Flurholzmengen auf den landwirtschaftlichen Nutzflächen an. Im **Mittelland** betragen die jährlich nachhaltig nutzbaren Flurholzmengen rund 73'000 t TS, in den **Alpen** rund 45'000 t TS.
- Im **Mittelland** betragen die nachhaltig nutzbaren Flurholzpotenziale im Siedlungsgebiet rund 44'000 t TS/a. Dies ist verhältnismässig viel, was auf die grossen Flächenpotenziale zurückzuführen ist.
- Auffallend sind die grossen Flurholzmengen, die bei der Pflege und der Bewirtschaftung von Hecken anfallen. Sie spielen in allen Produktionsregionen eine wichtige Rolle.

Abbildung 13: Nachhaltig nutzbares Potenzial nach Produktionsregion und Flurgeholzgruppen (t TS/a)



### 4.3 Validierung der Ergebnisse

Mit der GIS-Modellierung wurden die Flurholzpotenziale für die Schweiz ermittelt. Um die Ergebnisse in der Praxis zu prüfen, wurden für drei ausgewählte Regionen im Einzugsgebiet des Holzheizkraftwerk Aubrugg die Flurholzpotenziale im GIS berechnet. Die Ergebnisse wurden mit Experten vor Ort geprüft. Im folgenden Abschnitt wird dieses Vorgehen erläutert.

#### Holzheizkraftwerk Aubrugg als Beispiel

Produktion von Wärme und Strom ab 2011

In Aubrugg im Kanton Zürich ist ein zentrales Holzheizkraftwerk für die Produktion von Wärme und Strom geplant. In dieser Anlage soll ab 2011 Wärme für 10'000 Wohnungen und Strom für 5'000 Personen erzeugt werden. Die Trägerschaft vom Holzheizkraftwerk Aubrugg sind die Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ), die Entsorgung + Recycling der Stadt Zürich (ERZ) sowie ZürichHolz AG.

Jährlicher Holzbedarf von rund 70'000 t TS

Jährlich sollen bis zu 70'000 t TS holzartige Biomasse verwertet werden. Der dafür verwendete Rohstoff soll primär im Kanton Zürich beschafft werden. Waldenergieholz und Holz aus der Landschaftspflege (= Flurholz) sind die beiden Sortimenten, die für die energetische Nutzung eingesetzt werden. Das im Kanton Zürich geschätzte Flurholzpotenzial, das nachhaltig genutzt werden kann, wurde bisher auf rund 60'000 t TS<sup>12)</sup> geschätzt.<sup>13)</sup>

12) Annahme: 1 m<sup>3</sup> entspricht 600 kg fester Holzmasse.

13) Alain, Morier (2009): Haben wir noch genügend Holz aus dem Zürcher Wald? In: Zürcher Wald. Schwerpunkt Holzenergie. Nr. 6/08.

## Betrachtetes Einzugsgebiet

Für die Validierung der Ergebnisse der GIS-Modellierung wurden drei ausgewählte Perimeter betrachtet (siehe Abbildung 14): Der gesamte Kanton Zürich und Einzugsgebiete im Umkreis von 50 km bzw. 70 km um das Holzheizkraftwerk Aubrugg.

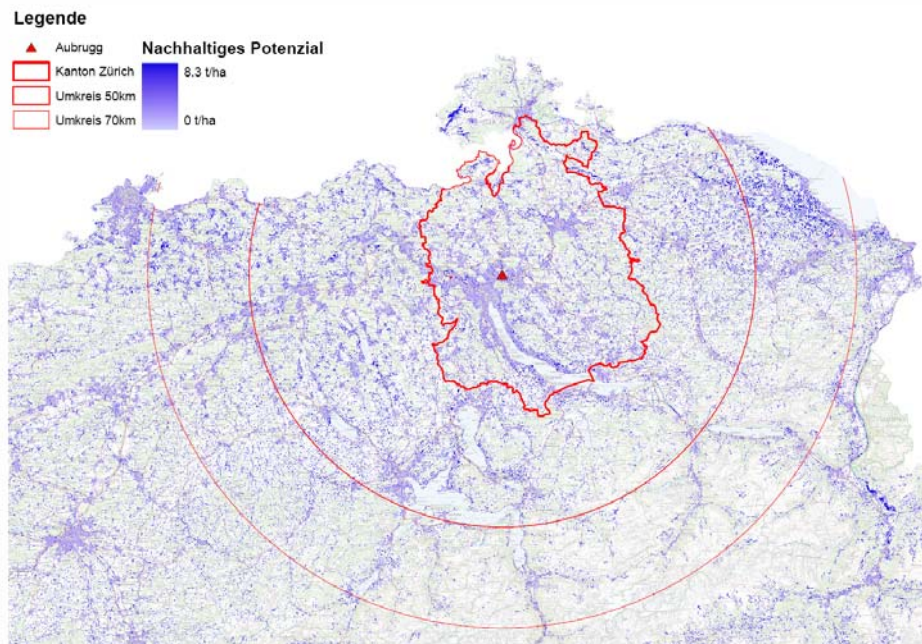


Abbildung 14: Die drei betrachteten Einzugsgebiete für die Validierung der Ergebnisse

## Ergebnisse

Gemäss der Modellierung liegt das jährliche nachhaltig nutzbare Flurholzpotenzial im Kanton Zürich bei rund 33'000 t TS Flurholz, in einem Einzugsgebiet von 50 km bei rund 115'000 t TS und in einem Einzugsgebiet von 70 km bei rund 172'000 t TS.

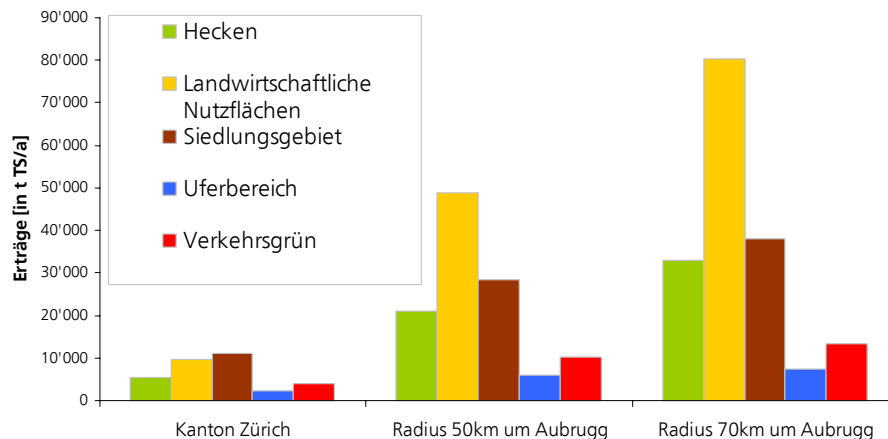
| Perimeter               | Flurholzpotenzial in t TS/a |
|-------------------------|-----------------------------|
| Kanton Zürich           | 33'000                      |
| Radius 50 km um Aubrugg | 115'000                     |
| Radius 70 km um Aubrugg | 172'000                     |

Tabelle 17: Nachhaltig nutzbares Flurholzpotenzial in der Umgebung vom Holzheizkraftwerk Aubrugg (t TS/a)

Wird das nachhaltige Ertragspotenzial nach den fünf Gruppen von Flurgehölzflächen aufgegliedert (siehe Abbildung 15), zeigt sich Folgendes:

- Im Siedlungsgebiet liegt im Kanton Zürich das grösste Flurholzpotenzial.
- In den beiden anderen Gebieten ( $r = 50$  km, respektive  $r = 70$  km) dominiert das auf den landwirtschaftlichen Flächen anfallende Flurholz.
- In Hecken fallen grössere Flurholzmengen an als auf Verkehrsgrün und im Uferbereich.

Abbildung 15: Nachhaltiges Flurholzpotenzial im Kanton Zürich und im Einzugsgebiet des künftigen Kraftwerkes Aubrugg (t TS/a)



## Diskussion

GIS – Modellierung stimmt weitgehend mit Expertenwissen überein

Die Ergebnisse der GIS-Modellierung wurden mit Beat Riget, Zürich Holz AG<sup>14)</sup> und Rolf Erb, Geschäftsführer N.U.P.<sup>15)</sup> diskutiert und auf die Plausibilität hin geprüft. Die modellierten Ertragspotenziale für das ausgewählte Fallbeispiel stimmen weitgehend überein mit dem Fachwissen der Experten. Einzig im Siedlungsgebiet und Uferbereich zeigten sich in der Praxis höhere Potenziale. Die Annahmen der GIS-Modellierung wurden entsprechend angepasst.

## 4.4 Heute anfallende und genutzte Flurholzmen- gen

### 4.4.1 Anfallende Flurholzmen- gen

Rund 350'000 t TS Flurholz fällt bei der Pflege und Bewirtschaftung an

Die bei der heutigen Pflege und Bewirtschaftung von Flurgehölzen anfallende Holzmenge wurde anhand von Erfahrungswerten aus der Praxis grob abgeschätzt (vgl. Kapitel 3.5). Die Resultate nach Produktionsregion und Flurgehölzfläche (siehe Tabelle 18) zeigen die folgenden Erkenntnisse:

- Insgesamt fallen gegenwärtig fast 350'000 t TS Flurholz an. Am meisten Flurholz fällt auf landwirtschaftlichen Flächen (ca. 142'500 t TS) und im Siedlungsgebiet an (ca. 87'000 t TS).

14) Die Zürich Holz AG ist verantwortlich für die Rohstoffbeschaffung des Holzheizkraftwerkes Aubrugg.

15) Rolf Erb bietet seit 1995 Dienstleistungen für die Pflege und Unterhalt von Strassenböschungen, Grünflächen und Hecken an und ist verantwortlich für die Bewirtschaftung von zahlreichen Grünflächen im Kanton Zürich und auch in anderen Regionen.

- Im Mittelland fällt am meisten Flurholz an (rund 169'000 t TS), auf der Alpensüdseite und Alpen am wenigsten (rund 10'600 t TS, respektive 48'200 t TS).

| Produktionsregionen | Hecken<br>t TS/a<br>(m <sup>3</sup> ) | Lw. Nutzflächen<br>t TS/a<br>(m <sup>3</sup> ) | Siedlungsgebiet<br>t TS/a<br>(m <sup>3</sup> ) | Uferbereich<br>t TS/a<br>(m <sup>3</sup> ) | Verkehrsgrün<br>t TS/a<br>(m <sup>3</sup> ) | TOTAL<br>(m <sup>3</sup> )  |
|---------------------|---------------------------------------|--|--|--|---|-----------------------------|
| Jura                | 13'500<br>(22'500)                    | 29'700<br>(49'600)                             | 14'000<br>(23'400)                             | 1'800<br>(3'000)                           | 5'000<br>(8'400)                            | <b>64'000</b><br>(106'900)  |
| Mittelland          | 26'000<br>(43'400)                    | 73'000<br>(122'000)                            | 45'000<br>(75'200)                             | 9'000<br>(15'000)                          | 17'000<br>(28'400)                          | <b>169'000</b><br>(282'200) |
| Voralpen            | 16'800<br>(28'100)                    | 20'000<br>(33'400)                             | 12'000<br>(20'000)                             | 3'200<br>(5'300)                           | 5'000<br>(8'400)                            | <b>57'000</b><br>(95'200)   |
| Alpen               | 9'200<br>(15'400)                     | 18'000<br>(30'100)                             | 12'000<br>(20'000)                             | 2'000<br>(3'300)                           | 7'000<br>(11'700)                           | <b>48'200</b><br>(80'500)   |
| Alpensüdseite       | 1'500<br>(2'500)                      | 1'800<br>(3'000)                               | 4'000<br>(6'700)                               | 300<br>(500)                               | 3'000<br>(5'000)                            | <b>10'600</b><br>(17'700)   |
| <b>TOTAL</b>        | <b>67'000</b><br>(111'900)            | <b>142'500</b><br>(238'000)                    | <b>87'000</b><br>(145'300)                     | <b>16'300</b><br>(27'200)                  | <b>37'000</b><br>(62'000)                   | <b>348'800</b><br>(582'500) |

Tabelle 18: Bei heutiger Pflege und Bewirtschaftung anfallendes Flurholz für die Produktionsregionen und Flurgeholzgruppen (t TS/a und m<sup>3</sup>/a)

#### 4.4.2 Heute genutzte Flurholzmengen

Gemäss den obigen Schätzungen fallen bei der heutigen Pflege und Bewirtschaftung von Flurgehölzen in der Schweiz jährlich rund 350'000 t TS Holz an. Ein Teil davon wird auf den Flächen belassen. Ob und wie das Holz genutzt wird, ist von zahlreichen Faktoren abhängig. Eine wichtige Rolle spielen die Zuständigkeiten für die Bewirtschaftung der Flächen und die regionale Nachfrage für die energetische Verwertung.

Nur ein Teil der anfallenden Menge von 350'000 t TS/a wird verwertet

Die Anteile der verschiedenen Nutzungen wurden anhand der Informationen aus den Interviews abgeschätzt. Durch die Vielfalt von Flurgehölzen sowie von Eigentümer- und Organisationsstrukturen lassen sich diese Informationen nur beschränkt verallgemeinern. Zudem handelt es sich um eine Momentaufnahme, die sich je nach Marktsituation verändern kann. Die für die fünf Produktionsregionen hochgerechneten Mengen stellen deshalb eine grobe Abschätzung dar, die mit Vorsicht zu interpretieren ist.

Grobe Hochrechnung der Mengen nach Verwertungsart

Die Tabelle 19 zeigt die heute verwerteten Flurholzmengen nach Produktionsregionen. Es kann folgendes festgestellt werden:

- Rund 40% des anfallenden Flurholzes wird auf der Fläche liegen gelassen, rund 60% wird energetisch oder stofflich genutzt.
- Nur ein kleiner Anteil des anfallenden Flurholzes wird stofflich genutzt.

Tabelle 19: Heute verwertete  
Flurholzmengen für die  
Produktionsregionen (t TS/a und  
m<sup>3</sup>/a)

| Angaben in<br>t TS/a<br>(m <sup>3</sup> ) | Jura                       | Mittelland                  | Voralpen                  | Alpen                     | Alpen-<br>südseite        | Heutige<br>Verwertung       | %<br>Anteil |
|---|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------|
| <b>Energetische<br/>Nutzung</b>           | 33'000<br>(55'110)         | 93'000<br>(155'300)         | 29'000<br>(48'400)        | 26'000<br>(43'400)        | 7'000<br>(11'700)         | <b>188'000</b><br>(314'000) | <b>54</b>   |
| <b>Stoffliche<br/>Nutzung</b>             | 5'000<br>(8'400)           | 13'000<br>(21'700)          | 4'000<br>(6'700)          | 3'000<br>(5'000)          | 1'000<br>(1'700)          | <b>26'000</b><br>(43'400)   | <b>7</b>    |
| <b>Auf der<br/>Fläche<br/>belassen</b>    | 26'000<br>(43'400)         | 63'000<br>(105'200)         | 24'000<br>(40'100)        | 19'000<br>(31'700)        | 3'000<br>(5'000)          | <b>135'000</b><br>(225'500) | <b>39</b>   |
| <b>TOTAL</b>                              | <b>64'000</b><br>(106'900) | <b>169'000</b><br>(282'200) | <b>57'000</b><br>(95'200) | <b>48'000</b><br>(80'200) | <b>11'000</b><br>(18'400) | <b>349'000</b><br>(582'800) | <b>100</b>  |

## 5 Bewirtschaftung

Ein wichtiges Merkmal der meisten Flurgehölzgruppen ist, dass sie vor allem aus gesellschaftspolitischen Gründen regelmässig bewirtschaftet werden. Die Häufigkeit und Intensität der Bewirtschaftung werden einerseits durch diese gesellschaftspolitischen Anforderungen bestimmt. Andererseits haben aber auch die unterschiedlichen Zuständigkeiten einen Einfluss darauf, wie die Flächen bewirtschaftet werden und wie das Flurholz verwertet wird.

Gesellschaftspolitische Anforderungen und Zuständigkeiten beeinflussen Bewirtschaftung

### 5.1 Gründe der Unterhaltsarbeiten und Pflegeeingriffe

Die meisten Gruppen von Flurgehölzflächen werden regelmässig bewirtschaftet. Ausschlaggebend sind dabei in erster Linie Sicherheitsaspekte, Eindämmung der Verbuschung, Erhalt der Bäume und Sträucher, Förderung der Biodiversität und ästhetische Bedürfnisse. Die Nutzung von Biomasse steht meistens nicht im Vordergrund der Bewirtschaftung. Abbildung 16 zeigt einen Überblick der Beweggründe. Sie stammen aus den Interviews mit den Bewirtschaftern von Flurgehölzflächen. Die Einnahmen aus dem Verkauf von Flurholz werden nicht als ausschlaggebender Grund für die Bewirtschaftung angegeben.

Nutzung des anfallenden Holzes nicht ausschlaggebend für die Bewirtschaftung

|  | Sicherheit, Schutz | Verfügbarkeit der Anlagen | Eindämmen der Verbuschung | Erhalt der Bäume und Sträucher | Förderung der Biodiversität | Ästhetik | Optimierung der Produktion |
|--|--------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|-----------------------------|----------|----------------------------|
| Verkehrsrün                            | ++                 | ++                        | +                         | (+)                            | (+)                         | (+)      | o                          |
| Uferbereich                            | ++                 | (+)                       | +                         | +                              | +                           | (+)      | o                          |
| Siedlungsgebiet                        | ++                 | +                         | +                         | +                              | (+)                         | ++       | o                          |
| Hecken                                 | o                  | o                         | ++                        | ++                             | ++                          | (+)      | o                          |
| Landw. Nutzflächen: Obstanlagen, Reben | o                  | o                         | o                         | ++                             | o                           | o        | ++                         |
| Landw. Nutzflächen: verbuschte Flächen | o                  | o                         | ++                        | (+)                            | +                           | o        | o                          |

Abbildung 16: Gründe und Bedeutung der Bewirtschaftung von Gruppen von Flurgehölzflächen

Legende: ++ = grosse Bedeutung, + = mittlere Bedeutung, (+) = in einzelnen Regionen von Bedeutung, o = keine Bedeutung

Unterschiedliche  
Bewirtschaftungskonzepte für  
die Flurgehölzgruppen

Nachfolgend werden unterschiedliche Gründe der Bewirtschaftung für die fünf Gruppen von Flurgehölzflächen beschrieben. Es werden generelle Tendenzen und häufige Aussagen aus den Interviews dargestellt. Je nach Region und Kanton werden die Gründe unterschiedlich stark gewichtet. Wie in einer Situationsanalyse der Kantone am Beispiel des Gewässerunterhalts aufgezeigt wurde, bestehen oft keine umfassenden Unterhaltskonzepte, in denen die Grundsätze der Bewirtschaftung festgehalten sind (BWG 2004).

### Verkehrsgrün

Verkehrssicherheit und  
Gewährleistung des Betriebs sind  
zentral

Der Unterhalt entlang des Strassen- und Bahnnetzes dient in erster Linie der Verkehrssicherheit, bzw. der Gewährleistung des Betriebs der Anlagen. Die bestockten Verkehrsböschungen werden regelmässig geräumt, um das Lichtraumprofil einer Strasse oder Bahnlinie zu optimieren und so die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer zu verbessern. An Standorten mit Erosionsgefahr wird die vorhandene Bestockung gepflegt, um den Schutz für Mensch, Tier und Objekt zu garantieren.

Ökologie und Ästhetik von  
untergeordneter Bedeutung

Ästhetische und ökologische Gründe spielen für die Pflege und die Bewirtschaftung von Verkehrsböschungen eine untergeordnete Rolle. Teilweise werden auch diese Aspekte in den Bewirtschaftungskonzepten berücksichtigt, beispielsweise durch die Förderung von durchmischten Bepflanzungen.

Praxisbeispiel: Pflegekonzept  
Verkehrsgrün

#### Grünflächenpflege entlang von Strassen im Kanton Aargau

Bei der Bewirtschaftung der Grünflächen entlang der Kantonsstrassen im Kanton Aargau werden auch ästhetische und ökologische Aspekte berücksichtigt. Gemäss dem Pflegekonzept des zuständigen Tiefbauamtes werden die Flächen in Abschnitte von je 20 Metern aufgeteilt. Jeder Abschnitt wird alle 6 Jahre intensiv genutzt. Zudem erfolgt der Eingriff jeweils nur auf einer Strassenseite. Dadurch ergibt sich folgendes Muster über 6 Jahre:

|                             |                |                |                |
|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|
| <i>Linke Strassenseite:</i> | <i>1. Jahr</i> | <i>3. Jahr</i> | <i>5. Jahr</i> |
|                             | 20 m           | 20 m           | 20 m           |
| <i>Rechte Strassenseite</i> | <i>2. Jahr</i> | <i>4. Jahr</i> | <i>6. Jahr</i> |

Auf diesen begrenzten Flächen wird jeweils intensiv eingegriffen. Dem Nachteil von intensiven Eingriffen aus ästhetischer und ökologischer Sicht kann durch die räumliche Begrenzung entgegnet werden.



## Uferbereich

Die im Uferbereich von Gewässern wachsenden Bäume und Sträucher werden in vielen Regionen periodisch gepflegt. Dabei werden Einzelbäume entfernt, um das Risiko von Verklausungen bei Hochwasser und Murgängen zu reduzieren. Die forstlichen Eingriffe sollen den ungehinderten Durchfluss bei Hochwasser sicherstellen. Zudem gewährleisten sie die Verfügbarkeit von Bauten und Anlagen (z. B. Dämme, Geschiebesammler, Kraftwerke).

Hochwasserschutz steht an erster Stelle

Als wichtiger Grund für die Pflege des Uferbereichs wird auch der Erhalt von ökologisch wertvollen Lebensräumen für Pflanzen und Tiere genannt. Gemäss Handlungsempfehlungen für einen ökologischen Gewässerunterhalt ist die Bewirtschaftung von Flurgehölzen nur bedingt förderlich. So sind beispielsweise umgestürzte Bäume im Fluss zu belassen. Sie wirken als Fischunterstand und eine Beschattung durch Bäume und Sträucher im Uferbereich verhindert eine zu starke Erhöhung der Wassertemperatur. Dies ist für das Überleben von verschiedenen Fischarten (z. B. Forellen und Äschen) wichtig.

Unterhalt aus ökologischen Gründen

Bei Gewässern in Siedlungs- und Erholungsräumen spielen zudem Aspekte der Sicherheit sowie des Landschaftsbildes eine Rolle.

## Siedlungsgebiet

Beim Unterhalt von Grünflächen, Alleen und Einzelbäumen im Siedlungsgebiet steht der Sicherheitsaspekt im Vordergrund. Eng miteinander verknüpft sind ästhetische Gründe und das Anliegen, die Bäume und Sträucher so zu pflegen, dass sie auch unter beeinträchtigten Wuchsbedingungen (z. B. entlang von Strassen) stabil bleiben und erhalten werden können.

Sicherheit von Mensch und Objekt sowie Erhalt von Bäumen und Sträuchern

## Hecken

Als Element der Landschaftsgestaltung und wertvoller Lebensraum für Tier- und Pflanzenarten werden Hecken regelmässig gepflegt. Die Pflegeeingriffe führen zu einer Verjüngung der Sträucher und Bäume und verbessern den Arten- und Strukturreichtum. Die Hecken werden auch zurückgeschnitten, um den Schattenwurf auf angrenzendes Landwirtschaftsland sowie dessen Verbuschung zu vermeiden.

Wertvolle Lebensräume und Eindämmung der Verbuschung

## Landwirtschaftliche Nutzflächen

Zur Produktion von Früchten angepflanzte Bäume und Sträucher (z. B. in Obstgärten) werden in erster Linie im Hinblick auf eine Optimierung der Fruchtproduktion gepflegt. Für den Erhalt der Nutzpflanzen und zur Optimierung der Wuchsleistung werden regelmässige, oft jährliche Schnitte vorgenommen. Später müssen die Bäume und Sträucher z. B. wegen zu

Optimierung der Produktion

hohem Alter, Krankheiten oder Sturmschäden gefällt werden und ältere Obstanlagen werden vollständig geräumt.

Offenhaltung der  
Kulturlandschaft

Bei Landwirtschaftsflächen in Grenzertragsgebieten ist die Eindämmung der Verbuschung ein wichtiger Bewirtschaftungsgrund. Unbewirtschaftete Wiesen und Weiden wachsen langsam ein und werden zu Wald. Soll der Wandel dieser Flächen von Kulturland zu Wald verhindert werden, sind die einwachsenden Bäume und Sträucher zu fällen, bevor die Fläche gemäss den gesetzlich festgelegten Kriterien als Wald gilt.

## 5.2 Zuständigkeiten

Zuständigkeiten beeinflussen  
Bewirtschaftung und  
Verwertung

Die für die Planung und Ausführung der Pflege- und Unterhaltsarbeiten verantwortlichen Akteure bestimmen nicht nur die Häufigkeit und Intensität der Bewirtschaftung, sondern auch die Entscheide zur Verwertung des anfallenden Holzes.

Die Zuständigkeiten unterscheiden sich nach den Gruppen von Flurgehölzflächen. Innerhalb derselben Gruppe von Flurgehölzflächen sind grosse Unterschiede zwischen den Kantonen auszumachen. Die Tabelle 20 gibt einen Überblick zu den wichtigsten Akteuren bezüglich Verantwortung für Flurgehölzflächen (Unterhaltsplanung) und Ausführung der Arbeiten.

| Gruppen                                   | Verantwortung   | Ausführung  |
|---|---|---|
| Verkehrsrün:<br>Strassen                  | Nationalstrassen: ASTRA<br>(Gebietseinheiten)<br>Kantonsstrassen: Tiefbau-<br>amt / Strasseninspektorat<br>Gemeinden                                | Unterhaltsgruppen der Gemeinden<br>und Kantonen (z. B. Kommunale<br>Werkbetriebe, Forstbetriebe)<br>Externe Auftragnehmer (z. B.<br>Forstunternehmungen, Landwirte)         |
| Verkehrsrün:<br>Eisenbahnen               | SBB<br>Privatbahnen   | Unterhaltsgruppen der Bahnen<br>Externe Auftragnehmer (z. B.<br>Forstunternehmungen, Landwirte)   |
| Uferbereich                               | Kantonale Ämter<br>Gemeinden<br>Kommunale Verbände<br>Zweckverbände (z. B.<br>Schwellenkorporationen)<br>Eigentümer der anstossen-<br>den Parzellen | Unterhaltsgruppen der Kantone<br>und kommunale Werkbetriebe<br>Naturschutzorganisationen,<br>Freiwillige<br>Externe Auftragnehmer (z. B.<br>Forstunternehmungen, Landwirte) |
| Siedlungsgebiet                           | Stadtgärtnerei / "Grünamt"<br>Immobilienbesitzer (Privat-<br>personen und Unterneh-<br>men)   | Stadtgärtnereien, kommunale<br>Werkbetriebe, Forstbetriebe<br>Private Forst- und Gartenbauun-<br>ternehmen  |
| Hecken                                    | Landwirte<br>Naturschutzorganisationen<br>Gemeinden   | Landwirte<br>Naturschutzorganisationen,<br>Freiwillige<br>Forstbetriebe und Forstunterneh-<br>mungen  |
| Landw. Nutzflächen:<br>Obstanlagen, Reben | Landwirte, Weinbauern   | Landwirte, Weinbauern   |
| Landw. Nutzflächen:<br>verbuschte Flächen | Landwirte, Korporationen,<br>Gemeinden  | Landwirte, Forstbetriebe  |

Tabelle 20: Zuständigkeiten bei  
der Bewirtschaftung von  
Flurgehölzflächen

Aufgrund der unterschiedlichen Strukturen in den öffentlichen Verwaltungen der Kantone und Gemeinden sowie sehr verschiedenartiger Flächentypen können hier nicht alle regionalen Eigenheiten dargestellt werden. Generell zeigen sich jedoch die folgenden Muster:

Generelle Muster bezüglich  
Zuständigkeiten

- Die **Verantwortung** für den Unterhalt von Flurgehölzflächen entlang von Strassen und Bahnen sowie im Siedlungsgebiet liegt bei öffentlichen Institutionen. Der Unterhalt wird zentral geregelt. Dies gilt auch für den Uferbereich entlang von grösseren Flüssen.  
Bei Hecken, landwirtschaftlichen Nutzflächen und Uferbereichen entlang von kleineren Gewässern ist die Verantwortung auf die Eigentümer oder Pächter der Flurgehölzflächen verteilt.
- Für die **Ausführung** der Arbeiten haben einzelne Kantone eigene Unterhaltsgruppen, die auf die Bewirtschaftung von Flurgehölzflächen spezialisiert und für grössere Gebiete zuständig sind. Beispielsweise

wird im Kanton Zürich der Gewässerunterhalt durch das AWEL (Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft) geregelt. Häufig wird der Unterhalt von Flurgehölzflächen von den regionalen Forstbetrieben ausgeführt.

Ein grosser Teil der Arbeiten wird an private Auftragnehmer vergeben. Diese kümmern sich um unterschiedliche Gruppen von Flurgehölzflächen, bewirtschaften aber oft nur kleinere Flächen.

- Die **Finanzierung** spielt bei der Bewirtschaftung von Flurgehölzflächen eine zentrale Rolle. Der Erlös des genutzten Flurholzes deckt oft nicht den Aufwand der Bewirtschaftung. Deshalb werden beispielsweise zur Förderung von Natur und Landschaft für die Pflege von Strukturelementen in der Landwirtschaft Beiträge an die Bewirtschafter entrichtet (vgl. Kapitel 6).

Praxisbeispiel:  
Wasserbauunternehmen im  
Kanton Freiburg

#### **Wasserbauunternehmen als Zweckverband von Gemeinden und privaten Anstössern im Kanton Freiburg**

Gemäss dem kantonalen Gesetz über den Wasserbau sind im Kanton Freiburg sogenannte Wasserbauunternehmen für den Unterhalt von nicht ausgebauten Wasserläufen zuständig. Sie kommen dann zum Einsatz, wenn die Kosten dieser Arbeiten die finanziellen Möglichkeiten der Anstösser übersteigen oder wenn dies eine rationellere und wirtschaftlichere Ausführung der Arbeiten ermöglicht. Das Wasserbauunternehmen wird gegen aussen von der ausführenden Kommission vertreten, die sich aus Vertretern der betroffenen Gemeinden zusammensetzt.

Die Wasserbauunternehmen sind für einen abgegrenzten Gewässerabschnitt für die Aufsicht der Wasserläufe und für die Organisation der Unterhaltsarbeiten zuständig. Ausgeführt werden die Arbeiten häufig von Landwirten, deren Land an das Gewässer anstösst oder von Lohnunternehmen.

## 6 Verwertungsarten und -pfade

Flurholz kann energetisch oder stofflich verwertet werden. Ob und auf welche Art das Holz genutzt wird, ist unter anderem von Qualitätskriterien und Marktpreisen abhängig. Im Folgenden werden diese Kriterien und verschiedene Verwertungsarten beschrieben sowie die heute verwerteten Flurholzmengen grob abgeschätzt.

### 6.1 Qualität

Die Sortimenten von Flurholz unterscheiden sich vom Waldholz. Das qualitativ minderwertigere Flurholz wird in erster Linie als Energieholz genutzt und häufig in Form von Hackschnitzeln aufbereitet. Diese kann dann in Holzfeuerungsanlagen verbrannt oder einer stofflichen Verwertung zugeführt werden.

Holzsortimente

Die Qualität von Holz hackschnitzeln wird durch folgende Kriterien bestimmt:

Qualitätskriterien für Hackschnitzel

- *Holzanteil:* Auf Flurgehölzflächen fallen häufig halm- und holzartige Biomasse gemeinsam an. Der Anteil der halmartigen Biomasse (beispielsweise Gräser, Blätter und Nadeln) beeinträchtigt die Qualität des Brennstoffes für die energetische Nutzung und verunmöglicht eine stoffliche Nutzung (Spanplattenproduktion). Bei der Kompostierung spielt dieses Kriterium eine untergeordnete Rolle. Die Holzarten haben unterschiedliche Brennwerte. Dies ist bei der Bewirtschaftung zu berücksichtigen (siehe Anhang 7).
- *Holzzustand:* Mit Pilzen oder Schädlingen befallenes oder gar totes Holz ist minderwertig und verrottet bei der Lagerung schneller. Dadurch wird der Brennwert reduziert.
- *Stückigkeit und Wassergehalt:* Das Holz weist je nach Baumart und Zeitpunkt der Nutzung einen unterschiedlichen Wassergehalt auf. Je tiefer der Wassergehalt, desto besser für eine energetische Nutzung.
- *Verunreinigungen:* Fremdstoffe wie Plastik müssen bei den meisten Verwertungsarten aussortiert werden. Baumstrünke sind häufig mit Erde und Steinen bedeckt.

Die Zusammensetzung von Hackschnitzeln aus Flurholz ist sowohl bezüglich der Holzart (Weich- und Hartholz) als auch bezüglich der Stückgröße und des Holzzustandes heterogen. Auf Flurgehölzflächen fällt viel Stau-

Beschaffenheit von Flurholz

|  |   |
|--|---|
|  | denmaterial an, d. h. die Äste sind dünn. Je nach Jahreszeit der Pflegeeingriffe enthält das anfallende Material einen grossen Laubanteil. Dies erhöht die durchschnittliche Feuchtigkeit der Biomasse und den mittleren Holzanteil und hat daher einen negativen Einfluss auf den Brennwert.   |
| Landwirtschaftliche Flächen mit qualitativ hochwertigem Flurholz | Diese Regeln gelten nicht für alle Arten von Flurgehölzflächen im gleichen Ausmass: Werden beispielsweise landwirtschaftliche Flächen im Berggebiet über viele Jahre nicht mehr bewirtschaftet, wachsen auf diese Flächen Bäume und Sträucher. Das auf diesen Flächen anfallende Holz hat gute Qualitäten und kann teilweise als Industrieholz oder erstklassiges Energieholz verkauft werden.  |
| Minderwertige Qualität   | Neben dem Material aus Pflegeschnitten von Bäumen, Sträuchern und Kulturpflanzen (Obstbäume und Reben) fällt Holz beim Fällen von Einzelbäumen an. Dabei handelt es sich häufig um alte oder kranke Bäume. Auch deshalb ist die Qualität von Hackschnitzeln aus Flurholz im Vergleich mit Waldholz tendenziell minderwertig und es werden für dieses Sortiment tiefere Preise bezahlt als für Hackschnitzel aus Waldholz. <sup>16)</sup>  |
| Verunreinigungen im Flurholz                                     | Der Wert von Hackschnitzeln aus Flurholz wird auch durch die Verschmutzung mit Erde, Sand und Steinen reduziert. Diese führen zu einem tieferen Ascheschmelzpunkt und zu Schlackebildung. Verunreinigungen mit Fremdstoffen wie Plastik oder Papier können im Material aus dem Siedlungsgebiet oder von Verkehrsböschungen auftreten.   |
| Belastung von Flurholz mit Schadstoffen                          | Hinweise auf die Qualität von Flurholz liefern chemische Analysen von Holzasche aus Holz unterschiedlicher Herkunft (Vock 2003). Die Resultate weisen darauf hin, dass der Kupfergehalt in der Asche bei der Verbrennung von Hackschnitzeln aus Gärtnereien überdurchschnittlich hoch ist. <sup>17)</sup> Bei den anderen Schadstoffen sind in dieser Studie keine Auffälligkeiten auszumachen. Bei Holz von Strassenböschungen besteht ebenfalls das Risiko von Belastungen. Beispielsweise kann durch Streusalz-Ablagerungen ein erhöhter Chlorgehalt auftreten. Die Expertengespräche bestätigen diese Angaben nicht. Die Bewirtschafter und Betreiber von Verwertungsanlagen äussern keine Bedenken bezüglich Schadstoffbelastungen von Flurholz. Gemäss den Auskünften von Bewirtschaftern von Strassengrün zeigen Untersuchungen, dass Flurholz nicht mit Schwermetallen belastet ist und Messungen in Verbrennungsanlagen zeigen Schadstoffwerte, die weit unter den Grenzwerten liegen. Diese Angaben sind jedoch empirisch zu wenig abgesichert. |

16) Zum Beispiel Tegra (Preisliste gültig ab 1. April 2009):  
 Hackschnitzel aus Staudenmaterial oder aus Landschaftspflegeholz: 90 CHF/t<sub>atro</sub>,  
 saubere Hackschnitzel ohne Laub- und Nadelanteil: 130 CHF/t<sub>atro</sub>

17) Mögliche Erklärungen dafür sind der Einsatz von Kupfer als Pflanzenschutzmittel oder eine erhöhte Belastung von Holz mit geringem Durchmesser, da sich Schwermetalle v. a. in der Rinde ablagern.

Zur Aufwertung der Qualität werden Hackschnitzel aus Flurholz wenn möglich mit hochwertigeren Waldhackschnitzeln vermischt. Dadurch können ungünstige Eigenschaften wie beispielsweise eine höhere Feuchtigkeit vermindert und bessere Qualitäten erreicht werden. Wie Verbrennungsversuche zeigten, kann auch schwierig zu verbrennende Biomasse als Zusatzbrennstoff in Holzfeuerungen eingesetzt werden, wenn der Holzanteil noch mindestens drei Viertel beträgt (Bühler et al. 2006).

Aufwertung durch Mischen von Sortimenten

## 6.2 Verwertungsarten

Die nachfolgenden Ausführungen geben einen Überblick über verschiedene Verwertungsarten und Produkte sowie die verwertbaren Holzsortimente. Die unterschiedlichen Verwertungsarten des Flurholzes lassen sich in drei Gruppen zusammenfassen:

Überblick der Verwertungsarten

- *Energetische Nutzung*: Produktion von Wärme und Strom
- *Stoffliche Nutzung*: Kompostierung, Bodenabdeckungen, Holzprodukte
- *Auf der Fläche liegen gelassenes Flurholz*: Asthaufen, gehäckselt oder gemulcht auf die Fläche zurück verteilen

Die Einschätzungen zur Eignung von Flurholz für die verschiedenen Verwertungsarten stützen sich in erster Linie auf die Informationen aus den Interviews mit den Betreibern von Verwertungsanlagen.

### 6.2.1 Energetische Nutzung

Bei der energetischen Verwertung von Flurholz wird Wärme und Strom produziert. Die in dezentralen Anlagen oder Grossfeuerungen verwerteten Sortimente sind in Tabelle 21 dargestellt.<sup>18)</sup>

Flurholz für die energetische Nutzung

---

18) Anlagenkategorien gemäss Holzenergiestatistik (BFE 2008)

Tabelle 21: Energetische Nutzung von Flurholz

| Anlagen und Produkte   | Sortimente  |
|--|---|
| <b>Einzelraum- und Gebäudeheizungen (ca. bis 150 kW Leistung):</b> Wärme | Unbelastetes Stückholz aus Wald und Landschaft; standardisierte Hackschnitzelsortimente (sauber, trocken, geringer Feinanteil, homogen); Pellets aus Restholz (Säge- und Holzspäne) oder aus Waldfrischholz |
| <b>Automatische Holzfeuerungen (ab 160 kW Leistung):</b> Wärme           | Hackschnitzel aus Waldrestholz und Holz aus der Landschaftspflege   |
| <b>Holzheizkraftwerke:</b> Wärme und Strom                               | Holzchnitzel aus Waldrestholz und Holz aus der Landschaftspflege, Industrie- und Restholz, Altholz  |
| <b>Kehrichtverbrennungsanlagen:</b> Wärme und Strom                      | Alt- und Schwemmholz, Holz aus der Landschaftspflege  |

Eignung von Flurholz für die Energienutzung

Flurholz eignet sich gut zur Energieerzeugung, wobei je nach Anlagentyp und -grösse unterschiedliche Qualitätsanforderungen an den Brennstoff bestehen:

- *Einzelraum- und Gebäudeheizungen:* Für Einzelraum- und Gebäudeheizungen ist Flurholz eher weniger geeignet, da standardisierte Sortimente eingesetzt werden. Für eigene Anlagen der Bewirtschafter von Flurgehölzen (Landwirte, Gemeinden) werden häufig auch Stückholz und Hackschnitzel aus der Landschaftspflege eingesetzt.
- *Automatische Holzfeuerungen:* In automatischen Holzfeuerungen können auch minderwertige Hackschnitzelsortimente verwertet werden. Der Wassergehalt des Brennstoffes kann in diesen Anlagen bis zu 60 % betragen. Verschmutztes Material führt zu einer höheren Abnutzung der Anlage und zu einem höheren Wartungsaufwand. Diese Nachteile überwiegen gegenüber dem Vorteil tieferer Preise bei Anlagen bis ca. 1'000 kW thermischer Leistung.
- *Holzheizkraftwerke:* Holzheizkraftwerke haben bezüglich der Qualitätsanforderungen an die Brennstoffe folgende Vorteile:
  - *Anforderungen an Brennstoffqualität:* In modernen Holzheizkraftwerken zur Wärme- und Stromproduktion können sowohl grobstückige Sortimente mit hohem Wassergehalt als auch Brennmaterial mit einem hohen Feinanteil eingesetzt werden.<sup>19)</sup> In Rostfeuerungen kann der Verbrennungsprozess über die Luftzufuhr besser an heterogene Holzsortimente angepasst werden als in Wirbelschichtfeuerungen (Franz 2009). Die Verbrennung von minderwertigen

19) So liegt beispielsweise die maximale Stückgrösse für die Feuerung im Biomassekraftwerk der tegra AG bei 25 cm. Übliche Schnitzelgrössen für Rostfeuerungen liegen im Bereich von 3 cm bis 30 cm (Franz 2009).



Brennstoffen ist besser, wenn die Anlagen dauernd in Betrieb sind. Dies ist bei Grossfeuerungen der Fall.

- *Diversifikation der Brennstoffe:* Ein weiterer Vorteil von Grossanlagen in Bezug auf die Nutzung von Flurholz ist, dass angesichts des grossen Brennstoffbedarfs die Möglichkeit besteht, verschiedene Sortimente zu mischen.
- *Einsatz von Filter- und Rauchgasreinigungssystemen:* Moderne Holzheizkraftwerke sind mit Filter- und Rauchgasreinigungsanlagen ausgestattet, um die Staub- und Kohlenmonoxid-Grenzwerte der Luftreinhalteverordnung (LRV) einzuhalten. Diese Filtersysteme erlauben auch den Einsatz von mit Schadstoffen belastetem Brennmaterial.
- *Kehrichtverbrennungsanlagen:* In Kehrichtverbrennungsanlagen kann auch stark verunreinigtes Holz verbrannt werden, das von Betreibern von Holzfeuerungen nicht angenommen wird. Dies gilt beispielsweise für Wurzelstöcke mit hohem Anteil mineralischer Materialien (Steine und Erde).

## 6.2.2 Stoffliche Nutzung

Zur stofflichen Verwertung gehört die Herstellung von Holzprodukten. Diese ist allerdings beim Flurholz kaum von Bedeutung, im Vordergrund steht die Verwendung in Kompostanlagen oder als Abdeckmaterial.

Flurholz für die stoffliche Nutzung

| Anlagen und Produkte  | Sortimente  |
|---|---|
| <b>Sägereien:</b> Schnittholz: Bretter, Kantholz, Balken, Furniere  | Qualitativ hochwertiges Stammholz   |
| <b>Papier- und Zellstoffindustrie, Spanplattenindustrie:</b> Papier, Span- und Faserplatten, Zellulose für Lebensmittelindustrie, Holzwolle | Industrie- und Restholz, saubere Hackschnitzel ohne Laub- und Nadelanteil   |
| <b>Kompostanlagen:</b> Kompost, Hackschnitzel   | Feines Holz (ca. bis 1.5 cm Durchmesser), gehäckselt oder gehackt, auch mit Laub, Wurzeln, Erde; Fremdstoffe (z. B. Plastik) werden aussortiert |
| <b>Landwirtschaft, Gartenbetriebe:</b> Abdeckmaterial für Kulturen  | Hackschnitzel aus Waldrestholz und Holz aus der Landschaftspflege   |
| <b>Gemeinden und Private:</b> Abdeckmaterial für Wege, Spielplätze, Reitplätze, etc.  | Hackschnitzel aus Waldrestholz und Holz aus der Landschaftspflege   |

Tabelle 22: Stoffliche Nutzung von Flurholz

Flurholz ist tendenziell qualitativ minderwertiges Holz. Dies ist aber nicht immer der Fall. Beispielsweise kann ein Obstbaumstamm genutzt und in einer Sägerei als qualitativ hochwertiges Rundholz verarbeitet werden. Dies sind aber Einzelfälle. Generell lassen sich folgende Aussagen machen:

Obstbäume als qualitativ hochwertiges Flurholz

- Flurholz wird in Einzelfällen in Sägereien zu Schnittholz oder Furnierwerken zu Furnier verarbeitet.
- Auch für industrielle Verwertungen in Zellstoff-, Papier- oder Plattenwerken ist hochwertiges Material gefragt und Flurholz eher schlecht geeignet.
- Für Kompostieranlagen ist das Material aus der Landschaftspflege gut geeignet. Gehacktes oder gehäckselt Holz wird als Strukturmaterial bis zu einem Anteil von rund 30% beigemischt. Flurholz eignet sich besonders gut, da es generell eher fein ist. Zudem wird die holzartige Biomasse mit feuchter Biomasse vermischt. Verunreinigungen mit Blättern oder Erde spielen keine Rolle. Fremdstoffe wie Papier und Plastik müssen hingegen aussortiert werden. Nach der Kompostierung wird der verbleibende holzartige Anteil von 10 bis 30 % des Volumens heraus gesiebt. Dieses Material wird in der Landwirtschaft verwendet oder auch je nach Verschmutzungsgrad in KVAs oder Grossfeuerungen verbrannt.
- Hackschnitzel aus Flurholz werden auch als Abdeckmaterial für Wege, Plätze oder in Gärten und Feldkulturen genutzt. Diese Verwertungsart wird vor allem für das Material gewählt, das bei der Pflege von Flurgehölzflächen durch kommunale Unterhalts- oder Forstdienste anfällt.

### 6.2.3 Auf der Fläche liegendes Flurholz

Gründe für das  
Liegenlassen von Flurholz

Das beim Unterhalt von Flurgehölzflächen anfallende Material wird nicht vollumfänglich einer energetischen oder stofflichen Verwertung zugeführt. Aus verschiedenen Gründen wird Flurholz entweder in gehackter Form oder ganzer Äste auf den Flächen belassen.

- *Kosten:* Wenn die Aufwendungen für die Logistik (Aufbereitung und Transport) im Verhältnis zu den Preisen für Flurholz zu hoch sind, wird dieses – wenn möglich – auf der Fläche belassen.
- *Ökologie, Biodiversität:* Insbesondere auf Naturschutzflächen werden Asthaufen als Lebensräume für unterschiedliche Tiere liegengelassen.
- *Gewohnheiten, fehlende Anreize:* Die Verwertung von Flurholz ist erst im Zuge der steigenden Energie- und Holzpreise wieder interessant geworden und die dafür bezahlten Preise sind von der regionalen Nachfrage abhängig. Insbesondere bei öffentlichen Bewirtschaftern von Flurgehölzflächen steht weiterhin der Unterhalt der Flächen im Vordergrund und die Anreize für Änderungen der Bewirtschaftungs- und Verwertungskonzepte sind nicht überall vorhanden.

Gründe für die Räumung von  
Flurholz

Allerdings gibt es auch Orte und Flächentypen, auf denen das Holz nicht liegengelassen werden kann. Ganze Äste können beispielsweise nicht entlang von Verkehrswegen oder Fließgewässern aus Sicherheitsgründen

bleiben. Das Hack- und Schnittgut entlang der Gleisanlagen der SBB wird aus der unmittelbaren Nähe der Gleise entfernt und auf die Flächen geblasen. Im Siedlungsgebiet spielt neben der Sicherheit die Ästhetik eine Rolle. Im Uferbereich von Gewässern kann Hackgut nicht liegen gelassen werden, da diese bei Regen in die Gewässer eingeschwemmt werden und zu Verunreinigungen führen können.

## 7 Kosten und Preise

Wenig Informationen zu Kosten und Preisen verfügbar

Über die wirtschaftlichen Aspekte der Bewirtschaftung von Flurgehölzflächen und der Verwertung von Flurholz liegen nur wenige Informationen vor. Dies ist auf folgende Gründe zurückzuführen:

- *Wirtschaftliche Aspekte stehen nicht im Vordergrund:* Wirtschaftliche Aspekte spielen bisher für die Bewirtschafter von Flurgehölzflächen eine untergeordnete Rolle (vgl. Kapitel 5). Beispielsweise werden die Verkehrsflächen aus Gründen der Sicherheit bewirtschaftet, ziemlich unabhängig der für die Pflege und den Unterhalt anfallenden Kosten. Die Kosten und Preise werden deshalb nicht explizit erfasst und ausgewiesen<sup>20)</sup>.
- *Bisher beschränkte Nachfrage nach Flurholz:* Die aus dem Wald als Energieholz anfallenden Mengen haben bisher für die energetische Nutzung in den Holzfeuerungsanlagen gereicht. Die Nachfrage nach Energieholz steigt aber rasant an, der Rohstoff Holz wird knapp. Die neu in Betrieb genommenen Holzheizkraftwerke verarbeiten grosse Mengen an Energieholz. Sie sind auf eine kostengünstige, sichere und kontinuierliche Rohstoffversorgung angewiesen und verarbeiten auch qualitativ minderwertiges Holz. Damit steigt auch das Interesse nach Flurholz.
- *Fehlende Transparenz:* Flurholz fällt auf zahlreichen Flächentypen an und wird von verschiedenen Akteuren unterschiedlich bewirtschaftet. Kosten und Preise hängen daher von verschiedenen Einflussfaktoren ab. Ein intensiver Austausch zwischen den Akteuren fehlt bislang.
- *Im Vergleich zum Waldholz geringe Menge:* In der Vergangenheit sind im Vergleich zum Waldholz, dem Restholz aus der Holzverarbeitung und dem Altholz, relativ geringe Mengen von Flurholz vermarktet worden.

Einflussfaktoren und Zusammenhänge

In den nachfolgenden Analysen zu Kosten, Finanzierung und Preisen werden generelle Muster und Einflussfaktoren identifiziert. Im Kapitel Kosten wird aufgezeigt, welche Einflussfaktoren auf den einzelnen Flurgehölzflächen die Kosten beeinflussen. Es wird ein Überblick der Finanzierungsquellen für die Bewirtschaftung verschafft. Zudem wird dargestellt, welche Preise gegenwärtig auf dem Markt für Flurholz bezahlt werden.

20) In der Bewirtschaftung einzelner Flurgehölzgruppen besteht bisher noch kein Markt. Je nach Abnehmer und Region werden nur geringe Erträge aus dem Verkauf des Flurholzes erzielt. Gerade deshalb sollte die Kosteneffizienz eine Rolle spielen..

## 7.1 Bewirtschaftungskosten

In den folgenden Ausführungen zu den Kosten für die Bewirtschaftung von Flurgehölzflächen wird zuerst dargestellt, wie sich die Kosten zusammensetzen. Anschliessend werden für die Gruppen von Flurgehölzflächen Einflussfaktoren und die Kosten aufgezeigt.

### 7.1.1 Wertschöpfungskette Flurholz

Die Gesamtkosten vom Unterhalt der Flurgehölzflächen bis zur Ablieferung des Holzes zur Verwertung lassen sich in eine direkte und eine indirekte Versorgungskette darstellen (siehe Abbildung 17). Der Unterschied besteht darin, dass in der indirekten Versorgungskette die Hackschnitzel in einem Zwischenlager für die Verwertung aufbewahrt werden.

Übersicht der  
Wertschöpfungskette

#### Direkte Versorgungskette



#### Indirekte Versorgungskette



Abbildung 17: Direkte und  
indirekte Wertschöpfungskette

In allen Arbeitsschritten fallen Kosten an. Dabei ist Folgendes zu berücksichtigen:

- **Arbeiten im Gelände:** Neben den Holzereiarbeiten sind je nach Lage und Art der Fläche Sicherheitsvorkehrungen zu treffen oder es fallen Aufräumarbeiten an.
- **Aufbereitung:** Flurholz wird häufig direkt vor Ort gehäckselt, unabhängig davon, ob es einer Verwertung zugeführt wird oder auf die Fläche zurück verteilt wird.
- **Logistik und Transport:** Kosten entstehen beim Transport des Flurholzes zur Verwertungsanlage oder zu einem zentralen Lagerplatz. Bei der indirekten Versorgungskette mit einer Lagerung zwischen Herkunfts- und Verwertungsort fallen zusätzliche Lager- und Logistikkosten an.

## 7.1.2 Einflussgrössen

Einflussgrössen  
für die Kosten

Die Höhe der Kosten ist von zahlreichen Einflussgrössen abhängig, wobei sowohl naturräumliche Faktoren als auch gesellschaftspolitische Anforderungen eine Rolle spielen. Die Abbildung 18 zeigt eine Einschätzung zur Bedeutung einzelner Kostentreiber für die verschiedenen Flurgehölzflächen.

Abbildung 18: Bedeutung von Einflussgrössen auf die Bewirtschaftungskosten für verschiedene Flurgehölzflächen

|  | Erschliessung | Topographie, Befahrbarkeit | Selektive Eingriffe | Sicherheit der Bewirtschaftler | Sicherheit der Passanten | Rücksicht auf Anlagen und deren Betrieb | Einsatz von Spezialmaschinen |
|--|---------------|----------------------------|---------------------|--------------------------------|--------------------------|---|------------------------------|
| Verkehrsgrün                           | o             | (+)                        | o                   | ++                             | ++                       | ++                                      | ++                           |
| Uferbereich                            | +             | +                          | +                   | +                              | (+)                      | o                                       | ++                           |
| Siedlungsgebiet                        | o             | o                          | ++                  | +                              | ++                       | ++                                      | +                            |
| Hecken                                 | (+)           | (+)                        | +                   | o                              | (+)                      | o                                       | (+)                          |
| Landw. Nutzflächen: Obstanlagen, Reben | o             | o                          | ++                  | o                              | o                        | o                                       | o                            |
| Landw. Nutzflächen: verbuschte Flächen | ++            | ++                         | o                   | o                              | o                        | o                                       | +                            |

Legende: ++ = grosse Bedeutung, + = mittlere Bedeutung, (+) = in einzelnen Regionen von Bedeutung, o = keine Bedeutung

- Verkehrsgrün:** Für den Unterhalt von Grünflächen entlang von Verkehrsachsen gelten erschwerte Bedingungen: Einerseits ist die *Sicherheit der Arbeiter* zu gewährleisten. Andererseits muss darauf geachtet werden, den Verkehr auf den Strassen und Schienen möglichst wenig zu beeinträchtigen. Häufig sind Spezialmaschinen im Einsatz, was die Kosten stark erhöht. Eine gute Erschliessung der Strassenböschungen und im Vergleich zu anderen Flurgehölzgruppen grössere zusammenhängende Flächen haben positive Auswirkungen auf die Kosten. Durchforstungen werden periodisch vorgenommen, je nach Zuständigkeiten und Pflegeplänen ungefähr alle 7 bis 15 Jahre oder nach Bedarf.
- Uferbereich:** Eine schlechte Erschliessung und schwierige topographische Bedingungen können zu erhöhten Kosten bei der Bewirtschaftung des Uferbereichs führen, u. a. durch den Einsatz von Spezialmaschinen. Oft werden aus ökologischen Gründen selektive Eingriffe durchgeführt und einzelne Baumarten gefördert. Neben der periodischen Bewirtschaftung alle 4 bis 8 Jahre werden bei Bedarf gezielte Eingriffe vorgenommen.

- **Siedlungsgebiet:** Eine besondere Anforderung bei Arbeiten im Siedlungsgebiet ist die Sicherheit der Passanten. Ein Mehraufwand entsteht zudem durch die Rücksichtnahme auf umliegende Infrastruktureinrichtungen wie beispielsweise Stromleitungen oder Beleuchtungsanlagen. Die Pflegeeingriffe werden bei Bedarf selektiv ausgeführt. Dies bedeutet: Regelmässige Eingriffe sind notwendig und bei den einzelnen Eingriffen fällt vergleichsweise wenig Material an.
- **Hecken:** Je nach Standort der Hecke kann der Aufwand für Pflegeeingriffe durch eine schlechte Erschliessung, schwierige topographische Verhältnisse oder Sicherheitsanforderungen erhöht sein. Zur Erhaltung der Struktur- und Artenvielfalt sind selektive Eingriffe vorzunehmen, bei denen oft stark eingegriffen wird und grössere Mengen Flurholz von den Flächen entnommen werden.
- **Landwirtschaftliche Nutzflächen, Obst- und Rebanlagen:** Bei den wiederkehrenden Pflegeeingriffen werden die Kulturpflanzen gezielt geschnitten. Dies erfordert viel Handarbeit und die Kosten sind im Verhältnis zur anfallenden Holzmenge sehr hoch. Andererseits sind die Flächen generell gut erschlossen und befahrbar und es bestehen keine besonderen Sicherheitsanforderungen.
- **Landwirtschaftliche Nutzflächen, verbuschte Flächen:** Wichtige Gründe für das Einwachsen von Gehölz auf landwirtschaftlichen Flächen sind hohe Bewirtschaftungskosten aufgrund von schlechter Erreichbarkeit und schwierigen topografischen Verhältnissen. Hingegen hat die Möglichkeit, flächige Eingriffe vorzunehmen, und die Tatsache, dass keine besonderen Anforderungen bezüglich der Sicherung von Menschen und Anlagen bestehen positive Auswirkungen auf die Kosten haben.

### 7.1.3 Kostenfaktoren

Für die Bereitstellung von Hackschnitzeln aus Waldholz werden die Kosten bei der direkten Versorgungskette auf 32 bis 53 CHF/Sm<sup>3</sup> beziffert. Bei der indirekten Versorgungskette erhöht sich der Aufwand auf 42 bis 79 CHF/Sm<sup>3</sup>.<sup>21)</sup> Die Kosten für die Bereitstellung von Waldholz können nicht direkt auf das Flurholz übertragen werden, da die Bewirtschaftungsbedingungen unterschiedlich sind.

Vergleich: Kosten für  
Bereitstellung von  
Hackschnitzeln aus Waldholz

21) Holzenergie Schweiz: Schnitzelkette Waldholz, <http://www.holzenergie.ch/index.php?id=198&0=11.6.2009>

|  |   |
|--|---|
| <p>Kosten für Energieholzaufbereitung an Böschungen</p>              | <p>Gemäss der Untersuchung zur Energieholzaufbereitung an Böschungen von Hässig (2005) liegen die Kosten für das Fällen, Vorrücken, Hacken und Abtransportieren bei verschiedenen Verfahren<sup>22)</sup> zwischen 25 und 60 CHF/Sm<sup>3</sup>. Neben dem Ernteverfahren ist die anfallende Holzmenge von zentraler Bedeutung: Mit steigender Menge sinken die Kosten pro Sm<sup>3</sup>.</p>  |
| <p>Kostenfaktoren: Arbeits- und Maschineneinsatz</p>                 | <p>Die zentralen Kostenfaktoren sind der Arbeitsaufwand sowie der Einsatz von Geräten und Maschinen. Für die einzelnen Arbeitsschritte gelten die folgenden Richtwerte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Aufwand für das <b>Hacken</b> liegt gemäss den Interviews mit Bewirtschaftern von Flurgehölzflächen bei 12 bis 15 CHF/Sm<sup>3</sup>. Diese Angaben sind sehr sensitiv bezüglich der Auslastung der Maschinen. Diese ist oft schlecht. Es gibt Betriebe, die Mangels Auslastung der Hacker Kosten von über 400 CHF/Sm<sup>3</sup> ausweisen.</li> <li>• Für den <b>Transport</b> werden rund 5 CHF pro Sm<sup>3</sup> und Transportkilometer verrechnet (Hässig 2005). Dieser Wert hängt stark von Transportdistanz und -mittel ab. Je länger der Transportweg, desto weniger fallen die hohen Kosten für Laden/Entladen ins Gewicht.</li> </ul> |
| <p>Schwierigkeiten bei der Ermittlung von Bewirtschaftungskosten</p> | <p>Zur Höhe der Kosten konnten die Interviewten nur vereinzelt konkrete Angaben machen. Die Kosten sind Teil eines Gesamtbudgets der jeweiligen Bewirtschafter und liegen nicht auf der Ebene einzelner Aufgaben vor. Allenfalls vorhandene Zahlen werden zudem nicht veröffentlicht, da befürchtet wird, dass "Äpfel mit Birnen verglichen werden": Zum einen sind die Ausgangslage im Gelände und die Anforderungen bei der Bewirtschaftung von Ort zu Ort unterschiedlich, was bei der Interpretation der Kosten zu berücksichtigen ist. Zum anderen ist bei Vergleichen klar darzulegen, ob es sich um eine Vollkostenrechnung handelt und welche Arbeitsschritte vom Unterhalt der Flächen bis zur Ablieferung des Holzes in den Kosten enthalten sind.</p>  |
| <p>Angaben zu Bewirtschaftungskosten aus den Interviews</p>          | <p>Tabelle 23 zeigt einen Überblick der in den Interviews ermittelten Richtwerte zu den Kosten für die Pflege von Flurgehölzflächen bzw. die Aufbereitung und den Transport des anfallenden Materials. Die Angaben aus unterschiedlichen Quellen zeigen eine Bandbreite der Kosten für einzelne Gruppen von Flurgehölzflächen.</p>  |

---

22) Untersuchte Verfahren: motormanuelles Fällen und Rücken mit einem Schlepper, Harvester- und Fäller-Sammlereinsatz.



| Gruppe der Flurgehölzflächen    | Kosten   |
|---------------------------------|--|
| Verkehrsrün: Strassen           | Grünflächenunterhalt inkl. Mäharbeiten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 bis 3.5 CHF/Laufmeter. Breite: von Strasse aus mit Maschine erreichbar</li> <li>• 7'000 bis 10'000 CHF/ha und Jahr</li> </ul>   |
| Verkehrsrün: Bahnen             | Einfache Niederhalte-Streifen 7'000-8'000 CHF/ha und Jahr<br>Erschwerte Streifen: 10'000-12'000 CHF/ha und Jahr<br>Felsige, alpine Streifen: grösser 12'000 CHF/ha und Jahr  |
| Uferbereich                     | Gehölzpflege entlang von grossen Fliessgewässern <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1'500 CHF/ha und Jahr (ca. 30-40 CHF/Sm<sup>3</sup>)</li> <li>• 370 CHF/Jahr und Laufmeter, Breite ca. 10 m</li> </ul>   |
| Siedlungsgebiet                 | Aufbereitung und Transport: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 110 CHF/Tonne (ca. 30 CHF/Sm<sup>3</sup>) mit kurzen Transportdistanzen</li> </ul> Transport: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 CHF/Sm<sup>3</sup>, kurze Transportdistanz</li> </ul> |
| Hecken                          | <i>Keine Angaben</i>   |
| Landwirtschaftliche Nutzflächen | <i>Keine Angaben</i>   |

Tabelle 23: Kosten für die Pflege von Flurgehölzflächen

- Eine wichtige Grösse für den Vergleich der Durchschnittswerte ist, wie regelmässig die Flächen gepflegt werden müssen. Im Fall von Strassenböschungen werden teilweise Flächen jährlich gemäht und geholt. Demgegenüber wird in Hecken nur alle paar Jahre eingegriffen. Damit lassen sich die hohen Hektarwerte bei den Strassen und Bahnen begründen (nebst der Komplexität der Eingriffe im Vergleich z. B. zu Landwirtschaftsflächen). Zudem handelt es sich hier um die Vollkosten für den Grünflächenunterhalt und nicht nur um die Kosten der Gehölzpflege wie beim Beispiel für den Uferbereich.
- Die Auslastung der Maschinen ist von grosser Relevanz. Die Frage ist, wie jene über das Jahr (Sommer/Winter) sinnvoll ausgelastet werden können. Rechnet man die Abschreibungen konsequent ein, ergeben sich erhebliche Unterschiede zu den von Herstellern genannten Standardwerten pro Hektare oder Schnitzelkubikmeter.
- Zum Grünflächenunterhalt entlang von Strassen und Bahnen wurden konkrete Zahlen genannt, die auf spezifische Kosten pro Laufmeter bzw. pro Quadratmeter umgerechnet werden konnten. Die Angaben zu den Unterhaltskosten für Bahnböschungen entsprechen den von den SBB ermittelten Durchschnittswerten. Grosse regionale Unterschiede gibt es jedoch auch hier, einerseits durch unterschiedliche topographische Bedingungen und andererseits durch die regionalen Marktbedingungen (z. B. Stundenansätze, Anzahl Anbieter auf dem Markt).

- Für die Siedlungsflächen werden Kosten für die Aufbereitung und den Transport pro Tonne Grüngut ermittelt, jedoch keine flächenbezogenen Unterhaltskosten. Die Verarbeitungs- und Transportkosten entsprechen den Kosten bei der Vergabe an externe Auftragnehmer.
- Zu den Bewirtschaftungskosten der anderen Flächen konnten die Interviewpartner keine Angaben machen.

Studie zu Pflegekosten für  
Naturschutzflächen

Ergänzende Informationen zu Bewirtschaftungskosten von Flurgehölzflächen können aus einer aktuellen Studie zu den Kosten für die Pflege von Naturschutzflächen entnommen werden (Ismail et al. 2009). Von den dort betrachteten Unterhalts- und Pflegearbeiten ist die Entbuschung von Trockenwiesen und -weiden am besten vergleichbar mit der Bewirtschaftung von Flurgehölzflächen. Die Kosten für Entbuschungsarbeiten werden auf 1'250 bis 1'950 CHF/ha beziffert. Darin inbegriffen sind jedoch nur die Arbeiten im Gelände.

## 7.2 Finanzierung der Bewirtschaftung

Die Bewirtschaftung von Flurgehölzflächen wird von unterschiedlichen Akteuren finanziert. Im Überblick der verschiedenen Finanzierungsquellen wird insbesondere auf die Zuständigkeiten der öffentlichen Hand eingegangen. Anschliessend wird ein Überblick der Beiträge für verschiedene Flächentypen gegeben.

### 7.2.1 Finanzierungsquellen

Aufteilung der Kosten zwischen  
Bewirtschaftung und  
Verwertung

Die Kosten, die von der Bewirtschaftung der Flurgehölzflächen bis zur Ablieferung des Holzes am Ort der Verwertung anfallen, werden anteilmässig von Akteuren auf Seite der Bewirtschaftung sowie der Verwertung getragen. Je nachdem, ob und in welcher Form das Holz auf der Fläche belassen werden kann, beteiligt sich die zuständige Stelle mehr oder weniger stark an den Kosten für die Aufbereitung und den Transport.

Öffentliche Hand  
als wichtigster Geldgeber

Die Kosten der Bewirtschaftung von Flurgehölzflächen werden häufig von der öffentlichen Hand getragen. Dies ist damit zu begründen, dass der Hauptgrund für die Eingriffe in der Regel nicht die Holzernte ist, sondern verschiedene gesellschaftspolitisch gewünschte Ziele verfolgt werden.

Varianten bei der Finanzierung  
aus Steuermitteln

Bei der Finanzierung durch die öffentliche Hand sind folgende Varianten auszumachen:

- Die Personal- und Sachaufwendungen für die Bewirtschaftung von Flurgehölzflächen durch öffentliche Betriebe werden über das Budget

der zuständigen kantonalen Amtsstellen finanziert (z. B. Gewässerunterhalt durch das AWEL im Kanton Zürich).

- Die Unterhaltsarbeiten werden an externe Auftragnehmer vergeben, die für klar definierte Arbeiten und Aufträge von Kantonen oder dem Bund bezahlt werden.
- Für die Pflege von Flurgehölzflächen werden feste Beiträge an die Besitzer oder deren Bewirtschafter gewährt (z. B. Beiträge für Heckenpflege).

Darüber hinaus werden von Privatpersonen auch Arbeiten geleistet, die nicht über die öffentliche Hand abgegolten werden. Dies gilt insbesondere für Flächen, die in privatem Eigentum sind, wie beispielsweise Gärten. Ein weiteres Beispiel ist die Biotoppflege durch Naturschutzorganisationen, bei der Freiwillige Arbeitseinsätze leisten. Es kommt praktisch nicht vor, dass private Institutionen aus wirtschaftlichen Gründen in grösserem Ausmass Flurgehölze pflegen. Dies lohnt sich nicht und die Pflegeeingriffe werden aus ökologischen Gründen vorgenommen (z. B. Natur- und Kulturlandschaftspflege, Biotopunterhalt).

Finanzierung durch Privatpersonen

Die Kosten für die einzelnen Arbeitsschritte werden häufig zwischen verschiedenen Akteuren aufgeteilt. Die Kosten für Arbeiten im Gelände und allenfalls auch für die Aufbereitung werden tendenziell eher von der öffentlichen Hand getragen. Die Transportkosten hingegen gehen auf die Rechnung der privaten Auftragnehmer und werden über die Erlöse aus dem Holzverkauf gedeckt.

Gemischte Finanzierung

#### **Privat-öffentliche Finanzierung in Schwellenkorporationen**

Im Kanton Bern werden Aufgaben im Wasserbau und Gewässerunterhalt von kommunalen Schwellenkorporationen wahrgenommen. Diese öffentlich-rechtlichen Körperschaften sind für die Ausführung der Unterhalts- und Verbauungsarbeiten gemäss Wasserbaugesetz innerhalb eines bestimmten Gebietes zuständig.

Zur Finanzierung dieser Aufgaben haben Grundeigentümerinnen und -eigentümer eine jährliche Abgabe zu leisten, die sogenannte Schwellentelle. Zusätzliche Zahlungen werden von Bund und Kanton geleistet.

Praxisbeispiel: Gemischte Finanzierung in Schwellenkorporationen

Für die verschiedenen Gruppen von Flurgehölzflächen zeigen sich die folgenden Muster bezüglich der Finanzierung von Bewirtschaftung und Logistik:

Finanzierungsmuster für verschiedene Flurgehölzflächen

- Das im **Siedlungsgebiet** anfallende Flurholz kann nicht auf den Flächen liegen gelassen werden. Deshalb tragen die zuständigen Stellen (Gemeinden, private Eigentümer) oft die gesamten Kosten von den

Holzereiarbeiten im Gelände bis zum Transport zur Verwertungsanlage. Die Arbeiten werden entweder von eigenen Unterhaltsdiensten oder durch externe Auftragnehmer durchgeführt. Das Holz geht zu unterschiedlichen Zeitpunkten in der Wertschöpfungskette in den Besitz des Verwerters über. Dies bestimmt massgeblich die Verkaufspreise des Flurholzes. Je später dies geschieht, desto höher der Verkaufspreis des Flurholzes, da in diesem Falle der Bewirtschafter und evtl. separate Logistiker die Kosten tragen. Das Gegenbeispiel wäre, wenn der Bewirtschafter die Asthaufen kauft und selbst die Kosten für Aufbereitung, Transport und Lagerung trägt.

- Auf den als **Verkehrsgrün** bezeichneten Flächen entlang von Strassen und Schienen kann das anfallende Holz liegengelassen werden. Es muss jedoch aus der direkten Nähe der Verkehrswege entfernt werden. Das nicht abgeführte Holz wird deshalb vor Ort zerkleinert und auf die Fläche zurückgeblasen. Da nur beschränkte Mengen Hackholz auf den Flächen verteilt werden können, wird ein Teil davon abgeführt. Diese Arbeiten werden je nach Zuständigkeit für die jeweiligen Flächen von den Gemeinden, Kantonen, dem Bund oder dem Bahnunternehmen finanziert.

Wird das Holz einer Verwertung zugeführt, werden sowohl die Aufbereitung als auch der Transport häufig von privaten (Forst-)unternehmen durchgeführt. Mit den aktuellen Preisen können die Arbeiten oft nur kostendeckend vorgenommen werden, wenn sie von der verantwortlichen Stelle (z. B. Kanton) mitfinanziert werden. Die Transportkosten werden teilweise auch über den Verkauf der Hackschnitzel gedeckt (hängt stark von den Transportdistanzen ab).

- Die Arbeiten für die Pflege von Flurgehölzen im **Uferbereich** werden im Rahmen der Budgets für den Gewässerunterhalt finanziert. Dazu gehört auch der Abtransport des Holzes, wenn dieses nicht auf der Fläche belassen werden kann.<sup>23)</sup> Die Gelder stammen aus den Budgets der zuständigen Stellen, wenn die Arbeiten durch die kantonalen oder kommunalen Unterhaltsdienste durchgeführt werden. Sind Private für den Unterhalt verantwortlich, werden kantonale Subventionen gewährt, wobei die Bedingungen in den Kantonen variieren.
- **Hecken** werden häufig von Landwirten oder von den Forstdiensten bewirtschaftet. Für die Pflegeeingriffe erhalten sie Beiträge der öffentlichen Hand und tragen somit je nach Beitragshöhe keine oder nur einen Anteil der Kosten selbst.<sup>24)</sup> Werden die Pflegeeingriffe von Naturschutzorganisationen durchgeführt, tragen diese die Kosten oft selbst

---

23) Dies wurde in den Interviews dadurch begründet, dass Astmaterial ein Risiko für den Hochwasserschutz darstellt und Hackschnitzel schlecht sind für die Bodenvegetation.

24) Beispiel: kantonale Beiträge für Gehölzpflege (Graubünden) und Landwirtschaftliche Direktzahlungen für ökologische Ausgleichsflächen  
[http://www.anl.gr.ch/Natur\\_u\\_Landschaft/Lebensraeume/hecken\\_beitraege.htm](http://www.anl.gr.ch/Natur_u_Landschaft/Lebensraeume/hecken_beitraege.htm).

(Freiwilligenarbeit). Auch hier werden teilweise Beiträge der öffentlichen Hand gewährt, beispielsweise im Rahmen von Vernetzungsprojekten oder Artenförderprogrammen.

- In der Gruppe **landwirtschaftliche Nutzflächen** zusammengefasste Flächentypen werden in erster Linie von den Landwirten bewirtschaftet. Diese erhalten dafür je nach Art der Kultur Abgeltungen im Rahmen der landwirtschaftlichen Direktzahlungen. Die Finanzierung erfolgt also über den Bund.

#### Finanzierung der Heckenpflege in Holland

Das bei der Pflege von Hecken gewonnene Holz wird im Ausland vereinzelt bereits energetisch genutzt. Beispielsweise werden in Holland die sog. Houtwallen (Hecken neben landwirtschaftlichen Flächen) von den Eigentümern gepflegt. Die Kosten mussten bisher die Eigentümer selber übernehmen. Ein Holzheizkraftwerk in Beetsterzwaag mit einer Leistung von 1 MW und einem Brennstoffbedarf von 4'100 m<sup>3</sup> Hackschnitzel wird alleine mit Holz aus der Landschaftspflege betrieben. Das Holz wird direkt nach dem Schnitt zum Heizwerk transportiert. Insgesamt werden 300 km Houtwallen bewirtschaftet. Für die Bewirtschaftung werden Lohnunternehmer angestellt. Mit dem Ertrag aus dem Biomasseheizwerk soll in Zukunft die Heckenpflege finanziert werden.

Praxisbeispiel: Finanzierung der Heckenpflege in Holland

### 7.2.2 Beiträge für die Bewirtschaftung

Eine Variante der Finanzierung durch die öffentliche Hand ist die Abgeltung von Kosten für Eingriffe, die in erster Linie aus gesellschaftspolitischen Gründen vorgenommen werden. Im Vordergrund stehen dabei ökologische Leistungen, bei der Pflege von Uferböschungen spielen jedoch auch Sicherheitsaspekte eine wichtige Rolle.

Beiträge für gesellschaftlich nachgefragte Leistungen

Die in Tabelle 24 aufgeführten Beiträge sind jeweils an bestimmte Bedingungen geknüpft, wie die Flächen zu bewirtschaften sind. Die Zahlen stammen aus den Interviews und aus der Übersicht über die Direktzahlungen an die Landwirtschaft (BLW 2009). Es besteht eine grosse Heterogenität bezüglich Ausmass und Art der Beiträge.

Beispiele von Beiträgen

Tabelle 24: Beiträge für die Bewirtschaftung der 5 Gruppen von Flurgehölzflächen

| Gruppe der Flurgehölzflächen    | Beiträge  |
|---------------------------------|---|
| Verkehrsrün: Strassen           | <i>Keine festen Beiträge</i>  |
| Verkehrsrün: Bahnen             | <i>Keine festen Beiträge</i>  |
| Uferbereich                     | Ökobeiträge im Rahmen der landw. Direktzahlungen: vgl. "Hecken"<br>Pflegebeiträge (finanziert durch Kantone/Gemeinden): <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5-10 CHF/m</li> <li>• ca. 3'000 – 6'000 CHF/ha</li> </ul> Pflegebeiträge für Riedflächen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1'000 – 1'200 CHF/ha</li> </ul>   |
| Siedlungsgebiet                 | <i>Keine festen Beiträge</i>  |
| Hecken                          | Ökobeiträge im Rahmen der landw. Direktzahlungen für extensiv genutzte Wiesen, Streuflächen, Hecken, Feld- und Ufergehölze: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Talzone 1'500 CHF/ha</li> <li>• Hügelzone 1'200 CHF/ha</li> <li>• Bergzonen I und II 700 CHF/ha</li> <li>• Bergzonen III und IV 450 CHF/ha</li> </ul> Neue Beiträge ab 1. Januar 2010 <sup>25)</sup> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tal- und Hügelzone 2'500 CHF/ha</li> <li>• Bergzonen I und II 2'100 CHF/ha</li> <li>• Bergzonen III und IV 1'900 CHF/ha</li> </ul> |
| Landwirtschaftliche Nutzflächen | Landwirtschaftliche Direktzahlungen, deren Höhe je nach Kultur schwankt.  |

#### Einmalige Beiträge

Neben den jährlich ausbezahlten Beiträgen für wiederkehrende Unterhaltsarbeiten werden auch einmalige Beiträge für bestimmte Pflegeeingriffe gewährt, die im Rahmen von Projekten oder Programmen durchgeführt werden. Beispiele dazu sind Projekte des Fonds Landschaftsschutz Schweiz zur Pflege von Kulturlandschaften oder kantonale Beiträge für die Räumung eingewachsener Gehölze.

Praxisbeispiel: Wiesen- und Weideräumung im Kanton Graubünden

#### Beiträge für die Räumung einwachsender Wiesen und Weiden

Im Kanton Graubünden wächst die Waldfläche jährlich um mehr als 750 Hektaren zugunsten von Wiesen und Weideland. Um dieser Entwicklung entgegenzuwirken, unterstützt der Kanton die Räumung von einwachsenden Gehölzen. Voraussetzung ist jedoch, dass die Fläche anschliessend als Wiese oder Weide genutzt und gepflegt wird und während mindestens zehn Jahren offen gehalten wird.

25) Verordnung über die Direktzahlungen an die Landwirtschaft, Änderung vom 6. Mai 2009. AS 2009 2575

Die Räumungsarbeiten von Eigentümern, Bewirtschaftern, Gemeinden und Organisationen werden mit einem Beitrag von 16.50 Franken pro Stunde oder 3'000 Franken pro Hektare unterstützt. Welche Beitragsvariante zum Zuge kommt, wird vom zuständigen Amt fallweise entschieden.

### 7.3 Preise für Flurholz

In Abhängigkeit der Qualität des Materials und der Marktsituation zeigt sich eine grosse Bandbreite der Preise bzw. Entsorgungsgebühren. Die in Abbildung 19 dargestellten Grössenordnungen basieren auf den Anfang 2009 geführten Interviews sowie auf einigen wenigen öffentlich zugänglichen Preislisten.<sup>26)</sup>

Preise und Entsorgungsgebühren von Qualität abhängig

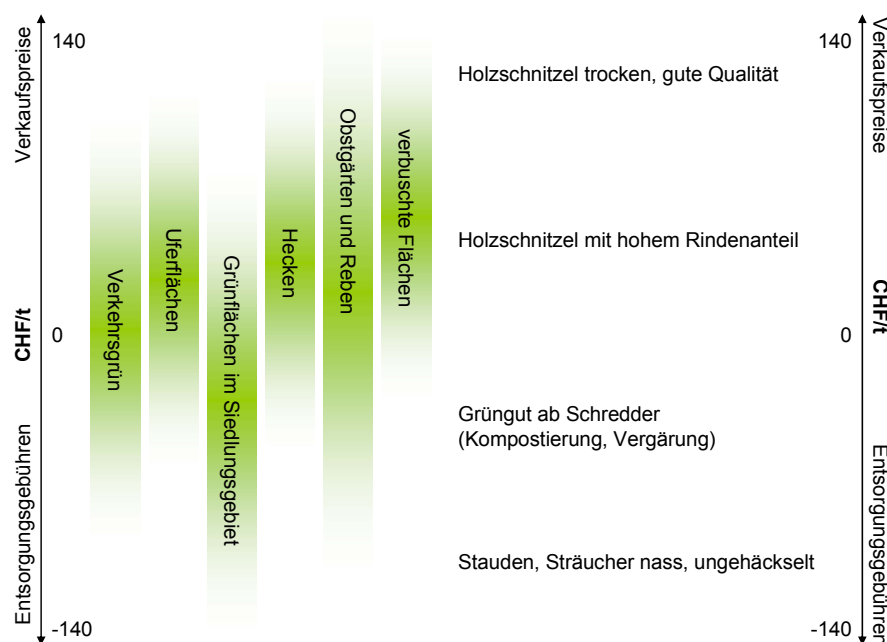


Abbildung 19: Bandbreite der Preise bzw. Entsorgungsgebühren

Zu welchen Preisen das bei der Flurgehölzpflege anfallende Material verkauft werden kann, bzw. welche Entsorgungsgebühren dafür bezahlt werden müssen, ist von verschiedenen Faktoren abhängig:

Einflussfaktoren auf Marktpreise

- **Anteil der holzartigen Biomasse:** Holzartige Biomasse kann zu einem grossen Teil verkauft werden, während für halmartige Biomasse Entsorgungsgebühren bezahlt werden müssen.

26) Beispiele:

<http://www.tegra-holz.ch/Dateien/Preisliste%20Waldholz%20Januar%202009.pdf>

<http://www.forstbetrieb-sonnenberge.ch/holzsch.html>

[http://www.regiholz.ch/shop/shop\\_mall.php](http://www.regiholz.ch/shop/shop_mall.php)

- **Qualität:** Hackschnitzel aus Flurholz sind im Vergleich zu Waldholz von minderwertiger Qualität. Beispielsweise hat Flurholz einen höheren Rindenanteil und dadurch einen tieferen Brennwert. Auf Flächen, die nur in grösseren Zeitabständen gepflegt werden und auch mit Bäumen bestockt sind, ist die Qualität höher. Dies gilt tendenziell für verbuschte Flächen, Gehölz im Uferbereich und für Baumhecken.
- **Nachfrage:** Regional bestehen grosse Unterschiede in der Nachfrage nach Hackschnitzeln. Die Höhe der Transportkosten sorgt für eine geografische Differenzierung der Märkte, wobei die Ausdehnung vom Verhältnis zwischen Preisen und Transportkosten abhängig ist und sich deshalb verändern kann.
- **Organisationsstruktur:** Je nachdem, wer für den Absatz des Materials zuständig ist, bestehen unterschiedliche Anreize. Für private Bewirtschafter ist ein möglichst gewinnbringender (oder zumindest kostendeckender) Verkauf wichtig. Bei den von der öffentlichen Hand bewirtschafteten Flächen spielen wirtschaftliche Argumente meist eine untergeordnete Rolle. Neben der Gewährleistung von Sicherheit oder der Sicherstellung des Betriebs der Verkehrsinfrastruktur sind die Auslastung der eigenen Entsorgungs- und Verwertungsanlagen oder des Personals wichtige Faktoren. Dies gilt beispielsweise für die Arbeiten im Unterhalt von Verkehrsgrün, die auch als Ausgleich zu saisonalen Schwankungen durch den Winterdienst ausgeführt werden.

## 7.4 Trends und Entwicklungen

Steigende Nachfrage nach  
Energieholz

Auf dem Holzmarkt wird nicht zwischen Wald- und Flurholz unterschieden, sondern nach Sortimenten, die unterschiedliche Qualitätsanforderungen zu erfüllen haben. Flurholz wird in erster Linie in Form von Hackschnitzeln für energetische und stoffliche Zwecke genutzt. Im Zug der generell steigenden Energie- und Rohstoffpreise in den vergangenen Jahren ist die Nachfrage nach Energieholz gestiegen. Mit stark schwankenden Erdöl- und Strompreisen ist auch im Energieholzbereich eine hohe Volatilität zu beobachten.

Die Marktsituation für Hackschnitzel zeichnet sich durch verschiedene Faktoren aus:

Regionale Unterschiede

Die Marktdynamik und die Preise sind von der Nachfrage nach Hackschnitzeln für energetische Nutzungen abhängig. Die regionalen Absatzmärkte sind geprägt durch die bestehenden und geplanten Anlagen. In Regionen wie beispielsweise im Münstertal, wo seit Jahren gute Absatzmöglichkeiten



für Holzschnitzel an die Betreiber von Holzfeuerungen bestehen, hat sich ein stabiles Gleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage eingependelt.

Das Angebot an Hackschnitzeln war lange Zeit grösser als die Nachfrage. Die Bewirtschaftungs- und Verwertungskonzepte sind deshalb oft noch auf eine Situation mit grossem Angebot und geringer Nachfrage ausgerichtet. Die kostenlose Abgabe des Holzes ist teilweise auch vertraglich festgelegt.

Verhaltensmuster aus einem "Käufermarkt"

Ein grosser Teil der Bewirtschafter von Flurgehölzflächen sind nur unvollständig über die Absatzmöglichkeiten für Flurholz informiert. So besteht teilweise immer noch die Bereitschaft, für die Entsorgung des Materials Gebühren zu bezahlen, obwohl dafür meist eine Zahlungsbereitschaft seitens der Verwerter besteht.

Informationsdefizite seitens der Anbieter

Eine grosse Dynamik aber auch Unsicherheit wird durch Grossanlagen ausgelöst, die bedeutende Anteile des Energieholzpotenzials einer Region nutzen. Grosse Nachfrager haben eine starke Marktposition und es bestehen Befürchtungen, dass kleinere dezentrale Anlagen unter einer Verknappung des Brennstoffs oder steigenden Preisen zu leiden haben. Wie viele grössere Holzheizkraftwerke realisiert werden, ist auch von den Förderbedingungen für Strom aus erneuerbaren Energien und allfälligen Anpassungen der kostendeckenden Einspeisevergütung abhängig.

Grosse Holzheizkraftwerke

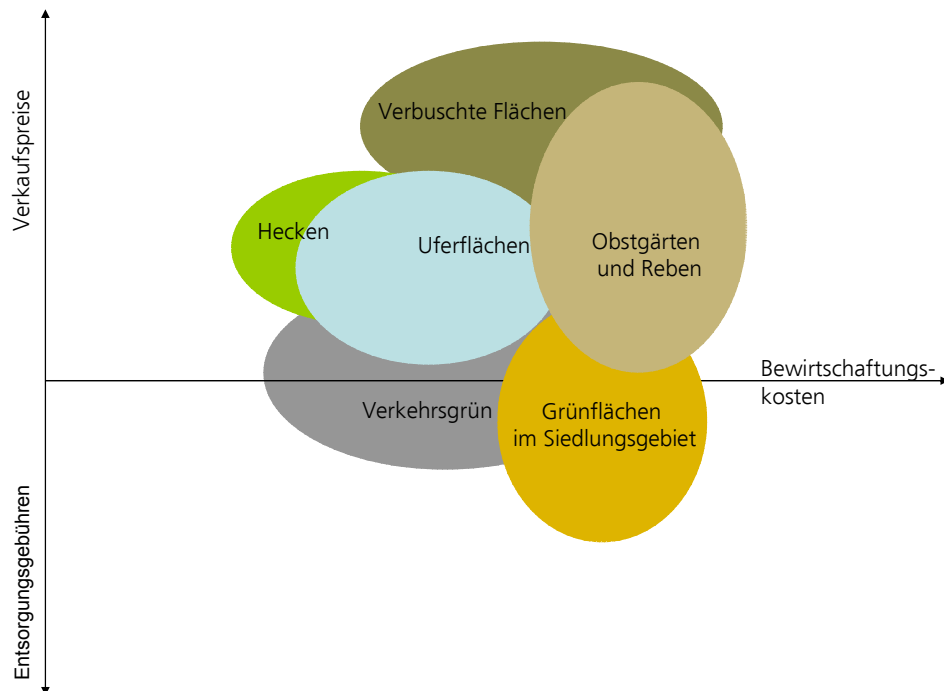
Auf der Seite der Bewirtschafter von Flurgehölzflächen ist ein wachsendes Bewusstsein dafür vorhanden, dass das anfallende Material von verschiedenen Verwertern nachgefragt wird. Mit einer steigenden Nachfrage wird immer weniger Flurholz einer kostenpflichtigen Entsorgung zugeführt und stattdessen verkauft werden.

Ausblick

## 7.5 Fazit

Wie die obigen Ausführungen zeigen, sind die Preise und die Bewirtschaftungskosten von zahlreichen Einflussgrössen abhängig. Deshalb gibt es auch innerhalb der verschiedenen Flurgehölzgruppen grosse Unterschiede. Aus den wichtigsten Einflüssen abgeleitet können jedoch generelle Tendenzen aufgezeigt werden (siehe Abbildung 20).

Abbildung 20: Verhältnis Preise und Kosten für verschiedene Flurgehölzgruppen



Verhältnis zwischen Kosten und Preisen ausschlaggebend

Die Kosten für die Bewirtschaftung der Flurgehölzflächen liegen im Allgemeinen über dem Erlös, der mit dem Verkauf des anfallenden Holzes erzielt werden kann. Da mit der Bewirtschaftung verschiedene gesellschaftliche Ansprüche erfüllt werden, wird mindestens ein Teil der Kosten durch die öffentliche Hand finanziert. Für die verschiedenen Flurgehölzgruppen können die folgenden Tendenzen festgestellt werden:

- **Verbuschtes Landwirtschaftsland:** Die Kosten für die Bewirtschaftung der Flächen sind tendenziell hoch. In der Regel wird die landwirtschaftliche Nutzung von Flächen aufgegeben, die schlecht erschlossen und von den topographischen Bedingungen her schwierig zu bewirtschaften sind. Werden die Flächen jedoch über viele Jahre nicht bewirtschaftet, wachsen Bäume und Sträucher nach, die zu Hackschnitzeln von relativ guter Qualität verarbeitet werden können. Deshalb kann sich die Bewirtschaftung trotz relativ hohen Kosten lohnen. Die gesamten Kosten können jedoch mit den aktuellen Preisen nicht gedeckt werden. Deshalb sind Beiträge der Kantone oder des Bundes für die Offenhaltung der Kulturlandschaft von grosser Bedeutung.
- **Hecken:** An gut erschlossenen Lagen ist der Aufwand für die Heckenpflege im Vergleich mit anderen Flurgehölzflächen relativ gering. Sowohl die Bewirtschaftungskosten als auch die Qualität des anfallenden Materials sind jedoch von der Art der Hecke (Nieder-, Hoch- oder Baumhecke) und dem Standort abhängig. Dadurch wird beispielsweise bestimmt, wie oft die Hecke gepflegt wird. Bei grossen Abständen zwischen den einzelnen Eingriffen hat das anfallende Holz einen guten Brennwert. Mit dem Erlös aus dem Holzverkauf kann ein Teil der Bewirtschaftungskosten gedeckt werden. Ein wichtiger Anreiz für die Be-

wirtschaftung ist durch die Beiträge im Rahmen der landwirtschaftlichen Direktzahlungen gegeben. Durch die Erhöhung der Beiträge ab Januar 2010 werden die Anreize für den Erhalt und Unterhalt von Hecken im Landwirtschaftsgebiet verstärkt.

- **Uferbereich:** Die Kosten für die Bewirtschaftung von Ufergehölzen sind von der Topographie und Erschliessung abhängig und insbesondere dann hoch, wenn der Einsatz von Spezialmaschinen notwendig ist. Die Qualität des anfallenden Holzes wird durch die guten Wuchsbedingungen positiv beeinflusst, d. h. es ist nicht zu fein.
- Einen positiven Einfluss auf die Kosten für den Unterhalt von **Grünflächen im Siedlungsgebiet** und **Verkehrsgrün** hat die gute Erschliessung dieser Flächen. Aus folgenden Gründen sind jedoch die Kosten insbesondere im Siedlungsgebiet vergleichsweise hoch: Sicherheitsanforderungen, häufige Eingriffe und punktuelle Eingriffe im Bedarfsfall. Da die Flächen jedoch aus gesellschaftspolitischen Gründen sowieso gepflegt werden müssen, ist es sinnvoll, die anfallende Biomasse einer Verwertung zuzuführen und damit zumindest einen Teil der Bewirtschaftungskosten zu decken. Dies aber nur, falls die Mehrkosten für die Abführung und Aufbereitung des Materials geringer sind als der Erlös für das Produkt.
- **Obstgärten und Reben:** Die Bewirtschaftungskosten sind vergleichsweise hoch, da die Pflanzen gezielt und einzeln geschnitten werden. Ausser bei einmaligen Fällungsaktionen fällt eher feines Material an. Auch die anfallenden Mengen sind eher bescheiden und wenn das Material nicht für den Eigenverbrauch genutzt werden kann, ist der Aufwand für die Verwertung meistens zu hoch. Dies, obwohl es sich um halmloses, oft hochwertiges Holz handelt. Gründe sind meist die schlechte Zugänglichkeit mit Maschinen und der grosse Aufwand für das Einsammeln einzelner Äste. Deshalb wird das Material wenn möglich vor Ort belassen oder unbearbeitet lokal verarbeitet. Bei der Räumung ganzer Obstanlagen oder Einzelbäume kann allerdings auch qualitativ hochwertiges Holz anfallen, das zu guten Preisen abgesetzt werden kann.

Viele Flurgehölzflächen werden unabhängig davon bewirtschaftet, ob das anfallende Material verkauft werden kann. Das Flurholz ist ein Nebenprodukt eines übergeordneten Prozesses. Ob das Flurholz verwertet wird, ist deshalb nicht allein von den Bewirtschaftungskosten und den Preisen abhängig. Ausschlaggebend ist auch, ob die Bewirtschaftungskosten von der öffentlichen Hand (teil-)finanziert werden, da mit der Bewirtschaftung gesellschaftliche Ansprüche erfüllt werden.

Finanzierung der  
Bewirtschaftungskosten  
entscheidend

## 8 Methode zur periodischen Erfassung

### 8.1 Einleitende Bemerkungen

Mengenmässig untergeordnete Bedeutung

Im Gegensatz zu Waldholz, Restholz aus den Sägereien sowie zu Industrieholz in der Zellstoff-, Papier- und Plattenindustrie wird die Herkunft und Verwendung von Flurholz nicht systematisch erfasst.

Flurholzmenge im Vergleich zu anderen Sortimenten

Die bei der heutigen Bewirtschaftung anfallende Flurholzmenge wird in Tabelle 25 den Mengen anderer energetisch verwertbarer Holzsortimente gegenübergestellt. Die in verschiedenen Statistiken ausgewiesenen Mengen zeigen, dass Flurholz im Vergleich zu anderen Sortimenten, die je nach Verwendungszweck Substitute sind, von untergeordneter Bedeutung ist.

Tabelle 25: Energetisch verwertbare Holzsortimente (t TS/a und m<sup>3</sup>/a)

| Sortimente   | Menge <sup>27)</sup> |         | Quelle und Jahr                    |
|--|----------------------|---------|------------------------------------|
|  | m <sup>3</sup> /a    | t TS/a  |                                    |
| Flurholz   | 314'000              | 188'000 | Eigene Berechnungen <sup>28)</sup> |
| Restholz (Energieholz im eigenen Betrieb und Energieholz an Dritte) <sup>29)</sup> | 281'560              | 168'000 | BAFU (2009) <sup>30)</sup>         |
| Waldenergieholz  | 1'330'000            | 798'000 | BAFU (2009) <sup>31)</sup>         |
| Altholz <sup>32)</sup>   | 778'430              | 467'000 | BAFU (2009) <sup>33)</sup>         |

Heute anfallende Flurholzmenge entspricht rund 15 % des in Holzfeuerungen genutzten Holzes

Das bei der heutigen Bewirtschaftung anfallende Flurholz könnte theoretisch rund 15 % des gesamten Energieholzverbrauchs decken. Im Jahr 2007 wurden in der Schweiz rund 3.8 Mio. m<sup>3</sup> (2'280'000 t TS) Energieholz verbraucht (BFE 2008). Allerdings eignet sich Flurholz aufgrund der minderwertigen Qualität nicht für alle Feuerungstypen und kann auch aus diesem Grund nur einen Teil der Energieholznachfrage decken.

Informationsbedürfnisse des Marktes und der öffentlichen Hand

Flurholz ist im gesamten Energieholzmarkt im Vergleich zu anderen Sortimenten zwar von untergeordneter Bedeutung. Da nicht alle Flurgehölzflächen bewirtschaftet werden und zudem nur ein Teil des anfallenden Holzes genutzt wird, gibt es aber noch vergleichsweise hohe ungenutzte Potenziale. Deshalb besteht sowohl auf dem Markt als auch seitens der öffentlichen

27) Umrechnung: 1 m<sup>3</sup> entspricht im Durchschnitt 600 kg Trockensubstanz.

28) Bei Pflege und Bewirtschaftung anfallende Menge, eigene Berechnungen Jahr 2009.

29) Exkl. Pelletverarbeitung.

30) Angaben aus dem Jahr 2007.

31) Angaben aus dem Jahr 2007.

32) Energieholzverbrauch nach Anlagentypen 1990-2007. Spezialfeuerungen Kat. 19 und 20.

33) Angaben aus dem Jahr 2007.

Hand (als Förderin erneuerbarer Energien und als Investorin in Biomasse-Kraftwerke) Bedarf nach fundierten, nachvollziehbaren Informationen über die Herkunft und Verwendung von Flurholz.

Wie die Informations- und Datenerfassung für die vorliegende Studie gezeigt hat, bestehen im Gegensatz zu anderen Holzsortimenten mehrere Herausforderungen bei der Erfassung von Daten zu Flurholz:

Herausforderungen bei der Datenbeschaffung

- *Heterogene Flurgehölzflächen und Ansprechpartner:* Eigentümer der Flurgehölzflächen und Bewirtschafter von Flurgehölzen sind sehr heterogen (z. B. Privatpersonen, Staats- oder Privatbahnen, Gärtnereien der öffentlichen Hand, Forstbetriebe und -unternehmen). Zur Heterogenität kommt die sehr grosse Zahl von Akteuren. Nur schon bei den Eigentümern sind alle Landwirte und Eigenheimbesitzer potenzielle Produzenten von Flurholz.
- *Unterschiedlicher Organisationsgrad:* Der Organisationsgrad der Akteure ist sehr unterschiedlich. Er reicht von nationalen Unternehmen mit dezentralen Organisationseinheiten wie der SBB bis zur Privatperson, die in der Freizeit einen Rebberg bebaut.
- *Informationsdefizite:* Bei einem grossen Teil der Eigentümer und Bewirtschafter von Flurgehölzen bestehen Informationsdefizite bezüglich Menge, Qualität und Nutzungskosten von Flurholz.

## 8.2 Methoden

Grundsätzlich stehen die drei folgenden methodischen Ansätze zur Erfassung des anfallenden und verwerteten Flurholzes zur Verfügung:

- *Inventur:* Mittels einer Inventur in einer Stichprobe von Flurgehölzflächen werden Informationen zu Flurholzpotenzialen erhoben.
- *Befragung:* Eigentümer und Bewirtschafter von Flurgehölzen sowie Verwerter von Flurholz werden mündlich oder schriftlich befragt. Mit der Befragung können Angaben zu den Potenzialen und zur Verwertung von Flurholz erhoben werden.
- *GIS-Modellierung:* Wie in der vorliegenden Untersuchung, können auch mit einer Modellierung auf der Basis eines geographischen Informationssystems (GIS) Daten zum Flurholz generiert werden. Zusätzlich zu den Flächendaten der Arealstatistik werden dabei Standardwerte zum Zuwachs in unterschiedlichen Höhenlagen und Klimatypen verwendet.

Alle diese Vorgehen weisen spezifische Vor- und Nachteile auf. Diese werden in Anhang A6 anhand von ausgewählten Kriterien im Detail darge-

Beurteilung der drei Methoden

stellt. Zentrale Vor- und Nachteile werden hier zusammengefasst und ein Fazit daraus gezogen:

- **Inventur:** Mit einer Inventur können statistisch repräsentative Aussagen über die Flurholzpotenziale gemacht werden. Die Genauigkeit der Daten ist aber abhängig der Anzahl Stichprobenpunkte. Es können keine Angaben über die Kosten und Preise von Flurholz ermittelt werden. Die Datenaufnahme müsste von Experten durchgeführt werden. Dies ist mit hohen Kosten verbunden, was der grösste Nachteil dieser Art der Datenbeschaffung ist.

**Fazit:** Die Inventur ist insbesondere aufgrund der hohen Kosten keine geeignete Methode für periodische Erhebungen.

- **Befragung:** Befragungen sind flexibel bezüglich Art, Inhalt und Form sowie der zeitlichen Durchführung, können mit geringen Kosten durchgeführt werden und erste Erfahrungen bestehen bereits. Wichtig sind die Gespräche mit Akteuren aus der Praxis: Diese kennen Trends und Entwicklungen am besten. Bezüglich Qualität, Genauigkeit und Repräsentativität der Daten zeigt diese Methode jedoch Nachteile.

**Fazit:** Mit ausgewählten Akteuren durchgeführte Befragungen liefern wertvolle qualitative Informationen und Grundlagen für die Hochrechnung von Flurholzmengen.

- **GIS-Modellierung:** Die Modellierung beruht auf vielen Annahmen bezüglich Flächen und Flurholzmengen. Die Ergebnisse sind abhängig von der Qualität und Verfügbarkeit von guten Grundlagen, welche die Bedingungen vor Ort auf den verschiedenen Flurgeholzflächen möglichst gut abbilden. Die GIS-Modellierung ist technisch einfach anwendbar, kann beim BAFU oder extern ausgeführt werden und ist mit wenig Kosten verbunden.

**Fazit:** Aus technischen und wirtschaftlichen Gründen eignet sich die GIS-Modellierung als unterstützendes Instrument.

Kombination von Befragungen  
und GIS-Modell

Der Bund strebt eine möglichst effiziente (Kosten-Nutzen) und effektive (Datenqualität, viele Merkmale) Erhebung zu den anfallenden Mengen und zur Verwertung von Flurholz an. Aufgrund der Erfahrungen dieses Projektes kann das Ziel am besten mit der Kombination einer regelmässigen Befragung und einer sporadischen Verifizierung mittels eines GIS-Modells erreicht werden. Ein Vorgehensvorschlag, der diese beiden Elemente umfasst, wird nachfolgend erläutert.

## 8.3 Vorgehen

Das vorgeschlagene Vorgehen zur periodischen Erfassung des anfallenden und verwerteten Flurholzes stützt sich auf zwei methodische Ansätze.

Kombination von zwei Methoden

Erstens wird ein fester Kreis von Eigentümern und Bewirtschaftern von Flurgehölzen sowie Verwertern von Flurholz jährlich befragt. Mittels eines standardisierten Fragebogens werden zentrale Kenngrößen zur Nutzung und Verwertung von Flurholz erhoben. Auf der Basis dieser Daten wird das Total des genutzten und verwerteten Flurholzes nach Herkunft und Verwertungszweck hochgerechnet.

Standardisierte jährliche Befragung

Zweitens werden die Befragung und die Hochrechnung in sporadischen Abständen verifiziert. Dazu wird einerseits eine breit angelegte Umfrage durchgeführt, die Aufschluss über die Relevanz der jährlich befragten Akteure gibt. Andererseits wird das in diesem Projekt erarbeitete GIS-Modell mit aktualisierten Daten zu den Flurgehölzflächen (Arealstatistik) und zum Zuwachs (Literatur und Expertenwissen) neu gerechnet.

Sporadische Vertiefung und Validierung

### 8.3.1 Befragung

Bei der Befragung werden zwei Akteurguppen einbezogen. Im Vordergrund stehen die Eigentümer und Bewirtschafter von Flurgehölzen. Diese werden angefragt, mittels Fragebogen Daten zur Menge und Qualität des anfallenden und verwerteten Flurholzes zu liefern. Für die Auswahl der Befragten bieten sich zwei Ansätze an: Der erste besteht darin, zu den wichtigsten Kategorien von Flurgehölzen Bewirtschafter in jeder Produktionsregion anzuschreiben. Als Alternative kann nur eine beschränkte Zahl Akteure befragt werden, wobei primär Bewirtschafter von grossen Flächen bzw. mit grossen Flurholzpotenzialen ausgewählt werden.

Befragung von Bewirtschaftern

Weitere Informationen zur Nutzung und Qualität von Flurholz können in der Befragung von Verwertern ermittelt werden. Auch hier bestehen zwei Ansätze zur Auswahl der Befragten: Einerseits können Akteure befragt werden, die alle Verwertungskategorien und Regionen abdecken, oder andererseits eine Auswahl von Verwertern mit den grössten Flurholzmen-gen.

Befragung von Verwertern

Grundsätzlich ist darauf zu achten, sowohl auf der Bewirtschaftungs- wie auch auf der Verwertungsseite möglichst alle Kategorien bezüglich Herkunft und Verwertungsart abzudecken. Über umfassende Informationen zu verschiedenen Flächen und Verwertungswegen verfügen Unternehmer, die mit der Pflege und Bewirtschaftung von unterschiedlichen Flurgehölzflächen beauftragt sind.

Vollständigkeit bezüglich Flurgehölzgruppen und Verwertungsarten

Standardisierte Befragung  
per E-Mail

Um den Aufwand bei den Befragten möglichst klein und damit die Rücklaufquote der Fragebögen hoch zu halten, soll die Anzahl der Fragen möglichst gering gehalten werden. Die Erfahrung aus der Industrieholzerhebung beim BAFU zeigt, dass eine schriftliche Befragung per E-Mail mit einem standardisierten Fragebogen basierend auf einem Microsoft-Excel-Tabellenblatt bei den Befragten und den Befragern einen verhältnismässig kleinen zeitlichen Aufwand und keine zusätzlichen Kosten (z. B. Versand) verursacht.

Hochrechnung basierend auf  
Befragung und Potenzialen

Die mengenmässige Bedeutung von Flurholz ist bescheiden und der Aufwand für die Erstellung einer Flurholz-Statistik soll möglichst gering gehalten werden. Deshalb wird vorgeschlagen, eine grobe Hochrechnung vorzunehmen. Basierend auf den Angaben aus den Interviews und den im GIS-Modell ermittelten Potenzialen werden die bei der Bewirtschaftung anfallenden und verschiedenen Verwertungen zugeführte Mengen berechnet.

### 8.3.2 Verifizierung

Periodische Verifizierung von  
Methode und Grundlagen

Angesichts der gegenwärtigen dynamischen Entwicklung des Energiesektors im Bereich der erneuerbaren Energien erscheint es als angebracht, in spätestens fünf Jahren eine Verifizierung der skizzierten Methodik und deren Grundlagen vorzunehmen. Die Verifizierung enthält folgende Elemente:

- *Überprüfung der Akteure:* In einer Umfrage ist zu überprüfen, wer die mengenmässig bedeutenden Akteure sind und welche Menge Flurholz diese umsetzen. Aufgrund der Erkenntnisse dieser Umfrage ist der Kreis der jährlich befragten Akteure neu zu bestimmen.
- *Anpassung der Hochrechnung:* Auf der Basis der in der Umfrage neu bestimmten Menge Flurholz ist das Materialflussmodell des Flurholzes zu aktualisieren und die Hochrechnung anzupassen.
- *Validierung (top-down):* Weiter empfiehlt sich eine Top-down-Berechnung der Flurholzmenge gemäss dem in dieser Studie angewendeten methodischen Ansatz mittels eines GIS-Modells. Dabei sind die jeweils aktualisierten Datengrundlagen aus der Arealstatistik und zu Modellparametern wie beispielsweise dem Zuwachs zu verwenden.



## 9 Synthese

Die vorliegende Untersuchung zeigt auf, wie viel Holz in der Schweiz ausserhalb des Waldes nachwächst und wie dieses Flurholz heute verwertet wird. Neben der statischen quantitativen Erfassung der heutigen Potenziale und Verwertung werden qualitative Aspekte dargestellt, die sich auf die Entwicklungen in der Bewirtschaftung von Flurgehölzen und in der Verwertung von Flurholz auswirken. Die Ausführungen zu organisatorischen und wirtschaftlichen Fragen weisen auf Einflussfaktoren und Zusammenhänge hin.

Quantitative und qualitative  
Resultate der Untersuchung

Die aus diesen Analysen resultierenden zentralen Erkenntnisse werden im Fazit hervorgehoben. Anschliessend werden Ziele formuliert, die mit einer optimierten Bewirtschaftung von Flurgehölzen und Nutzung von Flurholz angestrebt werden. Aus den Erkenntnissen der Studie werden Hürden und Schwierigkeiten bei der Umsetzung dieser Ziele beschrieben und Empfehlungen abgeleitet. Diese richten sich an den Auftraggeber sowie an Verantwortliche für die Bewirtschaftung von Flurgehölzflächen und an weitere öffentliche Institutionen.

Aufbau Synthese

### 9.1 Zentrale Ergebnisse

#### Grosse Flächenpotenziale mit Flurholz

Insgesamt fällt in der Schweiz auf rund 400'000 Hektaren Flurholz an. Dies entspricht etwa 10 Prozent der Fläche der Schweiz. Der grösste Anteil der Flurgehölzflächen liegt im Mittelland und in den Alpen. Wird nur das nachhaltig nutzbare Potenzial berücksichtigt, reduziert sich die Fläche auf rund 321'000 ha.

Auf 10% der Flächen in der  
Schweiz fällt Flurholz an

#### Flurholzpotenziale und heutige Nutzungen

Das nachhaltig nutzbare Flurholzpotenzial in der Schweiz liegt bei rund 420'000 t TS pro Jahr. Dies entspricht rund einem Fünftel des gesamten jährlichen Energieholzverbrauchs in der Schweiz. Die in der vorliegenden Studie vorgenommenen Berechnungen basieren auf dem Gewicht des Flurholzes in Tonnen Trockensubstanz (t TS). Umgerechnet mit einem durchschnittlichen Gewicht von 0.6 t TS pro m<sup>3</sup> liegt das nachhaltig nutzbare Flurholzpotenzial bei rund 700'000 m<sup>3</sup> pro Jahr (siehe Tabelle 26).

Nachhaltig nutzbares Potenzial  
beträgt rund 420'000 t TS pro  
Jahr

Tabelle 26: Potenziale sowie heute anfallendes und energetisch genutztes Flurholz (t TS/a und m<sup>3</sup>/a)

|  | t TS/a  | m <sup>3</sup> /a |
|--|---------|-------------------|
| Theoretisches Potenzial                  | 550'000 | 920'000           |
| Technisches Potenzial                    | 530'000 | 880'000           |
| Nachhaltig nutzbares Potenzial           | 420'000 | 700'000           |
| Bei Bewirtschaftung anfallendes Flurholz | 350'000 | 580'000           |
| Energetisch genutztes Flurholz           | 190'000 | 310'000           |

Bei heutiger Bewirtschaftung fallen rund 350'000 t TS Flurholz pro Jahr an

Bei der heutigen Pflege und Bewirtschaftung fallen rund 350'000 t TS Flurholz an. Das entspricht gut 80 % des nachhaltig nutzbaren Potenzials. Fast die Hälfte davon fällt im Mittelland an.

Rund 190'000 t TS Flurholz werden energetisch genutzt

Das bei heutiger Pflege und Bewirtschaftung anfallende Flurholz wird nur zum Teil genutzt. Rund 190'000 t TS Flurholz werden energetisch verwertet. Dies entspricht 54% des heute bei der Pflege und Bewirtschaftung anfallenden Flurholzes. Ein grosser Teil wird auf der Fläche liegengelassen (39%), ein kleinerer Anteil wird stofflich genutzt (7%).

Mehr als 40 % der Flurholzmengen auf landwirtschaftlichen Nutzflächen

### Landwirtschaftliche Nutzflächen als Hauptquelle von Flurholz

Unter den fünf Gruppen von Flurgehölzflächen machen die landwirtschaftlichen Flächen einen Drittel aus. In Bezug auf das nachhaltig nutzbare Ertragspotenzial stehen die landwirtschaftlichen Flächen an erster Stelle: Rund 44 % des Flurholzpotenzials stammt aus dieser Gruppe. Darin zusammengefasst sind Obst- und Rebanlagen, verbuschte Wies- und Ackerlandflächen sowie alpwirtschaftliche Nutzflächen. Mit einem nachhaltig nutzbaren Potenzial von über 180'000 t TS pro Jahr sind diese Flächen von besonderer Bedeutung.

### Grosse Unterschiede nach Produktionsregionen

Mittelland und Alpen mit den grössten Flurholzmengen

Im Mittelland fallen die grössten Mengen an Flurholz an: Das nachhaltig nutzbare Potenzial liegt bei 173'000 t TS/a. Die Flurholzmengen sind damit doppelt so hoch wie in den Alpen (ca. 93'000 t TS/a). Im Jura und in den Voralpen beträgt das nachhaltig nutzbare Flurholzpotenzial nur rund 69'000 t TS, respektive 67'000 t TS. Dies hat damit zu tun, dass einerseits wenige Flächen einwachsen (weniger steile und abgelegene Hanglagen als in den Alpen) und andererseits kaum Siedlungsflächen bestehen, die gepflegt werden müssen.

### Sicherheit und Landschaftsgestaltung als zentrale Gründe für die Bewirtschaftung

Bewirtschaftungsgründe für die öffentliche Hand

Ein wichtiger Grund für den Unterhalt von Flurgehölzflächen ist die Sicherheit von Personen und Sachwerten. Dies gilt sowohl für Grünflächen im Siedlungsgebiet als auch entlang von Verkehrsachsen. Neben dem Sicher-

heitsaspekt ist die Bereitstellung weiterer gemeinwirtschaftlicher Leistungen der Hauptgrund für die Bewirtschaftung von Flächen, die im Zuständigkeitsgebiet der öffentlichen Hand liegen.

Auch Privatpersonen erbringen bei der Bewirtschaftung von Flurgehölzflächen Leistungen für die Allgemeinheit. Dabei handelt es sich vor allem um die Pflege von Landschaftselementen wie Hecken oder Obstkulturen, die einen wichtigen Beitrag zur landschaftlichen Vielfalt leisten. Diese Leistungen werden teilweise mit Beiträgen abgegolten. Aus der Sicht von privaten Bewirtschaftern ist relevant, ob die Aufwendungen für die Bewirtschaftung durch die Einnahmen gedeckt werden. Diese stammen entweder aus dem Verkauf des Flurholzes oder aus Bewirtschaftungsbeiträgen. Da die Aufwendungen in den meisten Fällen mit den aktuellen Marktpreisen nicht gedeckt werden können, sind die öffentlichen Beiträge ausschlaggebend, ob eine Bewirtschaftung stattfindet oder nicht.

Bewirtschaftungsgründe für Privatpersonen

## 9.2 Ziele

Mit einer optimierten Bewirtschaftung von Flurgehölzflächen und Verwertung von Flurholz werden verschiedene Ziele angestrebt. Folgende stehen dabei im Vordergrund:

Ziele einer optimierten Bewirtschaftung und Verwertung

- *Mobilisierung des nachhaltig nutzbaren Flurholzpotenzials für die energetischen Verwertung:* Die Nutzung von Biomasse als erneuerbarer Energieträger trägt dazu bei, energie- und klimapolitische Ziele zu erreichen. Die bisher ungenutzten Flurholzpotenziale sollen vermehrt für die energetische Nutzung eingesetzt werden.
- *Reduktion des Waldeinwuchses auf Grenzertragsflächen der Landwirtschaft:* In den Voralpen und Alpen wachsen landwirtschaftliche Flächen ein. Mit gezielten Nutzungskonzepten kann das dort anfallende Flurholz in periodischen Abständen genutzt werden und die Flächen behalten den Status als Landwirtschaftsland.
- *Förderung der ökologischen Qualität von Flurgehölzflächen:* Die Bewirtschaftung und Pflege von Flurgehölzen nach ökologischen Grundsätzen trägt dazu bei, Lebensräume für Tiere und Pflanzen zu erhalten. Mit verbesserten Nutzungsmöglichkeiten steigt die Akzeptanz der Eigentümer und es wird attraktiv, bestehende Flurgehölze zu pflegen oder auch neue zu pflanzen, wo dies aus ökologischen Gründen wünschenswert ist (z. B. Hecken).
- *Sicherung von Qualitätsstandards bei Flurholz:* Auf Flurholzflächen fällt häufig sowohl holz- als auch halmartige Biomasse an. Mit dem Angebot von Produkten mit festgelegten Qualitätsstandards wird Transpa-

renz für die Verwerter geschaffen und es können bessere Preise erzielt werden.

- *Steigerung der Kosteneffizienz der Bewirtschaftung:* Durch die Optimierung der Bewirtschaftung und der Verwertung werden die ungedeckten Kosten für die Pflege von Flurgehölzflächen minimiert.

### 9.3 Stolpersteine und Hindernisse

Verschiedene Besonderheiten bei der Bewirtschaftung von Flurgehölzen und der Verwertung von Flurholz sind dafür verantwortlich, dass die heutige Situation oft nicht optimal ist. Die nachfolgenden Stolpersteine sind zu berücksichtigen, wenn Massnahmen zur Erreichung der oben genannten Ziele umgesetzt werden.

#### **Hohe Diversität und Komplexität der Organisationsstrukturen**

Unterschiede bei der  
Bewirtschaftung

Die Flurgehölzflächen werden in der vorliegenden Untersuchung in fünf Gruppen zusammengefasst. Dabei handelt es sich jedoch um eine Vielfalt von vielen kleinen Flächeneinheiten. Entsprechend der Diversität der Flächen sind für die Bewirtschaftung unterschiedliche Gründe ausschlaggebend und viele verschiedene Akteure zuständig. Weiter unterscheiden sich die Zuständigkeiten und Organisationsstrukturen je nach Kanton oder Gemeinde.

#### **Unterschiedliche Qualität von Flurholz**

Unterschiede bei der  
Verwertung

Beim Flurholz handelt es sich um heterogenes Material, das in unterschiedlichen Qualitäten anfällt und sich deshalb je nach Herkunft für verschiedene Verwertungen eignet. Die dafür bezahlten Preise bzw. zu bezahlenden Entsorgungsgebühren variieren einerseits in Abhängigkeit der Qualität, andererseits aber auch je nach regionaler Nachfrage.

#### **Fehlende Transparenz auf dem Markt**

Umfassender Blick auf  
Verwertungskette fehlt

Durch die kleinräumigen Strukturen und unterschiedlichen Zuständigkeiten sind die Kenntnisse über Bewirtschaftungs- und Verwertungskonzepte auf viele einzelne Stellen verteilt. Dies führt dazu, dass den Bewirtschaftern häufig ein umfassender Blick auf die gesamte Verwertungskette und die Möglichkeiten zum Absatz der anfallenden Biomasse fehlt. Die unvollständigen Kenntnisse über Verwertungsoptionen und Preise stärkt die Marktposition der Verwerter. Diese haben deshalb wenig Interesse an einem transparenten Markt.

### **Regionale Nachfrage entscheidend für die Verwertung**

Ob das bei der Bewirtschaftung anfallende Holz einer Verwertung zugeführt wird oder auf der Fläche belassen wird, ist vor allem von der lokalen und regionalen Nachfrage nach Energieholz abhängig. Mit steigender Nachfrage nach Flurholz und den damit verbundenen höheren Preisen wird Flurholz vermehrt energetisch genutzt. Dies gilt insbesondere für gut erschlossene Flächen (z. B. Strassenböschungen). Je tiefer die Kosten für den Abtransport des Materials sind, desto eher lohnt sich die Verwertung.

Für die Nutzung sind Preise und Erschliessung ausschlaggebend

### **Hohe Kosten für die Bereitstellung von Flurholz**

Die Pflege und Bewirtschaftung von Flurgehölzflächen verursacht hohe Kosten. Diese werden meistens von der öffentlichen Hand getragen.

Öffentliche Hand bezahlt häufig die Pflege- und Bewirtschaftungskosten

### **Nicht entwickelter Markt**

Für Flurholz gibt es (noch) keinen ausgebildeten Markt und keine standardisierten Produkte. Aufgrund der eher minderwertigen Qualität von Flurholz wird es entweder mit Waldhackschnitzeln gemischt oder als minderwertiges Sortiment regional verkauft. Die Verwerter sind bei allgemein steigenden Energieholzpreisen neuerdings an Flurholz interessiert. Überschneidungen gibt es auch mit dem Markt zur Entsorgung von halmartiger Biomasse. Je höher die Entsorgungsgebühren sind, desto eher sind die Bewirtschafter daran interessiert, die holz- und halmartige Biomasse zu trennen und einen möglichst hohen Anteil als Hackschnitzel zu verkaufen.

Energieholzmarkt und Entsorgung von halmartiger Biomasse

### **Mobilisierung der Landwirte als wichtigste Bewirtschafter**

Am meisten Flurholz fällt auf landwirtschaftlichen Nutzflächen an. Insbesondere im Berggebiet fehlen Arbeitskräfte, Maschinen und Zeit, um die landwirtschaftlichen Flächen in steilen Gebieten noch zu bewirtschaften. Die Direktzahlungen bieten keine ausreichenden Anreize. Als Folge dehnt sich der Wald immer mehr auf die landwirtschaftlichen Flächen aus. Mit den aktuellen Marktbedingungen lohnt es sich nicht, diese Flurholzpotenziale zu nutzen.

Mangelnde Anreize für die Nutzung von Flurholz auf landwirtschaftlichen Flächen

## **9.4 Empfehlungen**

### **Pilotprojekte für die Nutzung einwachsender Flächen im Alpengebiet**

Mit der periodischen Nutzung von Holz auf einwachsenden Flächen in Grenzertragslagen kann die unerwünschte Ausdehnung der Waldfläche gebremst werden. Damit das Holz auf diesen Flächen genutzt werden kann, ist ein umfassendes Konzept zu erarbeiten. Dabei sind organisatori-

Instrumente zur Offenhaltung der Kulturlandschaft

sche und technische Varianten zu entwickeln und nach ökologischen und ökonomischen Aspekten zu untersuchen. Die Resultate bieten Grundlagen für die Ausgestaltung von Fördermassnahmen, wie beispielsweise die in der Weiterentwicklung des Direktzahlungssystems vorgesehenen Kulturlandschaftsbeiträge zur Offenhaltung der Kulturlandschaft.

Umsetzung von  
Leuchtturmprojekten

Mit der Umsetzung von konkreten Leuchtturmprojekten können innovative Nutzungskonzepte entwickelt und bekannt gemacht werden. Dazu ist beispielsweise eine typische Region im Berggebiet auszuwählen, in der sich der Wald stark auf die landwirtschaftlichen Flächen ausdehnt. Gemeinsam mit den verantwortlichen Förstern und Landwirten werden Flächen ausgewählt, auf denen die einwachsenden Sträucher und Bäume gefällt werden. Das dabei anfallende Flurholz steht für die regionalen Holzfeuerungsanlagen zur Verfügung. Private Unternehmungen verkaufen bereits Maschinen, die für diese speziellen Aufgaben eingesetzt werden können und äussern Interesse für die Realisierung von solchen Projekten.

### **Nutzungskonzepte für das Siedlungsgebiet**

Separierung von holz- und  
halmartiger Biomasse

Bei den für die Bewirtschaftung von Flurgehölzflächen zuständigen Stellen sind die Unterhaltskonzepte mit einem umfassenden Blick auf die Verwertung des anfallenden Materials zu überdenken. Beispielsweise sind für die Bewirtschaftung der Siedlungsflächen die heute auf die gemeinwirtschaftlichen Leistungen fokussierten Bewirtschaftungspläne zu erweitern mit Konzepten für die Separierung, Aufbereitung und Verwertung der anfallenden holz- und halmartigen Biomasse.

Nachfrage nach Flurholz steigt  
mit den Holzheizkraftwerken

Im Hinblick auf die geplanten Biomassekraftwerke besteht eine grosse Nachfrage nach holzartiger Biomasse in Stadtnähe. Dies ist eine Chance für neue Verwertungswege von Flurholz. Ebenfalls ist zu überlegen, wie die auf den Grünflächen anfallende halmartige Biomasse in den Städten in Vergärungsanlagen genutzt werden könnte.

Organisation der Arbeiten

Um Synergien optimal nutzen zu können, sind auch die Schnittstellen zwischen den Akteuren zu regeln. Bei der Bewirtschaftung von Flächen, die im Zuständigkeitsbereich der öffentlichen Hand liegen, ist zudem abzuwägen, ob die Arbeiten selbst durchgeführt oder an externe Auftragnehmer vergeben werden.

### **Erfolgsfaktoren und Hemmnisse bei der Flurholznutzung**

Fördernde und hemmende  
Faktoren in verschiedenen  
Bereichen

Die Bewirtschaftung von Flurgehölzen und die Nutzung von Flurholz stehen im Spannungsfeld von verschiedenen wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und politischen Anforderungen. Fördernde und hemmende Faktoren sind beispielsweise auf der rechtlichen Ebene, bei den Marktbedingungen sowie bei den Organisationsstrukturen und Zuständigkeiten auszumachen.

Die Ermittlung von fördernden und hemmenden Faktoren in verschiedenen Bereichen liefert Hinweise, wie die für die Flurholznutzung relevanten Bestimmungen in den verschiedenen Politikbereichen (z. B. Energie-, Umwelt- und Landwirtschaftspolitik) aufeinander abgestimmt werden können.

Koordination zwischen Politikbereichen

### **Anreize für die Bewirtschaftung**

Die Bewirtschaftung von Flurgehölzflächen wird von Bund, Kantonen und Gemeinden unterstützt. Die Anreizsysteme sind effizient und effektiv auszugestalten, sodass Synergien bei der Bewirtschaftung und Verwertung optimal genutzt werden können. Dazu ist in einem ersten Schritt ein umfassender Überblick über die heute bestehenden Fördermassnahmen und deren Wirksamkeit zu erstellen. Damit wird den privaten Bewirtschaftern von Flurgehölzflächen eine Orientierungshilfe zur Verfügung gestellt. Die öffentliche Hand erhält die notwendigen Grundlagen für eine optimale Ausgestaltung der Anreizinstrumente, wie die gesetzten Ziele am effizientesten erreicht werden können.

Förderung von gemeinwirtschaftlichen Leistungen und Holznutzung

Basierend auf der Zusammenstellung zu den heute gewährten Beiträgen sind die Anreizsysteme zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen. Die Höhe der Beiträge ist zudem auf die Flurholzmengen abzustimmen, die durch den Verkauf des Flurholzes erzielt werden können und allenfalls an bestimmte Verfahren und Qualitätsstandards in der Bewirtschaftung bzw. Pflege der Flurgehölze zu knüpfen. Mit steigenden Preisen können bisher subventionierte Leistungen durch den Holzerlös (teil-)finanziert werden. Das System sollte daher dynamisch sein, im Sinne eines Kostendeckungsbeitrages.

Überprüfung von Beiträgen und Anreizsystemen

### **Förderung der energetischen Nutzung von Flurholz über die kostendeckende Einspeisevergütung**

Zur Förderung der Produktion von Strom in Holzheizkraftwerken wird in Deutschland im Erneuerbaren Energiegesetz 2009 (EEG) ein Bonus für die Nutzung von Landschaftspflegeholz gewährt. Die Kosten für die Erschliessung der Flurholzpotenziale sind im Vergleich zu anderen Holzsortimenten deutlich höher. Diese Kosten werden über den Bonus von 4 bis 6 Cents pro kWh, je nach Leistung der Anlage, abgegolten. Es sollen Anreize geschaffen werden, das vorhandene Biomassepotenzial besser zu erschliessen. Es ist auch für die Schweiz zu überlegen, ob die energetische Nutzung von Flurholz mit einem Bonus im Rahmen der kostendeckenden Einspeisevergütung gefördert werden sollte.

Erhöhte Vergütungen über die KEV beim Einsatz von Flurholz?

### **Synergien zwischen ökologischer Aufwertung im Uferbereich und Flurholznutzung**

Nutzung von Flurholz als integrierter Bestandteil von Revitalisierungskonzepten

Die gemäss Arealstatistik als Uferböschungen ausgewiesenen Flächen in der Schweiz betragen rund 2'600 Hektaren. Nach den Angaben des BAFU fehlen heute zur Erfüllung der minimalen ökologischen Funktionen der Gewässer ca. 50'000 Hektaren. Bei der Erstellung von Revitalisierungskonzepten ist einzubeziehen, wie heute landwirtschaftlich genutzte Flächen in Zukunft zu pflegen sind. Ein Teil der Flächen im verbreiterten Gewässerbereich wird mit Sträuchern und Bäumen bestockt sein. Die für die Pflege und Bewirtschaftung anfallenden Kosten könnten teilweise über den Verkauf von Flurholz gedeckt werden.

### **Transparenz und Informationsaustausch fördern**

Erfahrungen austauschen

Die Kenntnisse über Bewirtschaftungs- und Verwertungskonzepte sind auf viele einzelne Stellen verteilt. Der Erfahrungs- und Wissensaustausch zwischen den verschiedenen Akteuren ist zu fördern und wichtige Informationen zentral bereitzustellen. Damit werden Grundlagen geschaffen, die gesamte Wertschöpfungskette von Flurholz effizient zu gestalten.

Transparenz schaffen

Inhalte und Themen für den Austausch zwischen den zuständigen Stellen sind beispielsweise Qualitätsanforderungen für verschiedene Verwertungsoptionen, Richtwerte zu Kosten und Qualität für die einzelnen Arbeitsschritte der Bewirtschaftung und Logistik oder Hinweise zur Abstimmung von Schnittstellen zwischen verschiedenen Akteuren der Wertschöpfungskette.

### **Kostensenkungen**

Effizienzsteigerungen durch betriebliche Verbesserungen

Die Bewirtschaftung der Flächen resp. die Bereitstellung von Flurholz kann effizienter erfolgen. Dafür braucht es aber Anreize vom Staat, der bisher relativ unabhängig von der Effizienz die Kosten deckt. Die Kosten könnten oft signifikant gesenkt werden. Dies kann vor allem mittels überbetrieblicher Zusammenarbeit erfolgen: Eine erhöhte Auslastung der Maschinen würde die Situation stark verbessern. Zudem tragen ein Wissenstransfer und die damit zusammenhängende Professionalisierung zur Kostensenkung bei. Eine Orientierung an den zurzeit wichtiger werdenden Holzbündelungsorganisationen im Waldgebiet wäre sinnvoll. Zudem lohnt es sich, die Bewirtschaftung wo möglich weiter zu mechanisieren.



# A1 Umrechnungsfaktoren und Brenn- werte

## Umrechnung von Energieholz

Für die Umrechnungen werden die Angaben von Holzenergie Schweiz verwendet.<sup>34)</sup> Holzenergie Schweiz rechnet für Buche mit 750 kg pro Festmeter, für Fichte mit 550 kg pro Festmeter.

| Ausgangsgrössen   | Buche                             | Fichte                            |
|---|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1 Festmeter (fm) gelagertes Holz entspricht:                    | 2.8 Sm <sup>3</sup> Hackschnitzel | 2.8 Sm <sup>3</sup> Hackschnitzel |
|   | 750 kg feste Holzmasse            | 550 kg feste Holzmasse            |
|   | 2.8 MWh                           | 2.0 MWh                           |
| 1 Schüttkubikmeter Hackschnitzel (Sm <sup>3</sup> ) entspricht: | 0.36 fm                           | 0.36 fm                           |
|   | 0.27 t TS                         | 0.2 t TS                          |
|   | 1 MWh                             | 0.7 MWh                           |

**Verwendete Umrechnungszahlen in der vorliegenden Studie:** In der vorliegenden Studie wird von einem gesamtschweizerischen Mittel von 600 kg/m<sup>3</sup> ausgegangen.

34) [www.holzenergie.ch](http://www.holzenergie.ch)

**Relative Brennwerte verschiedener Holzarten:** Die Brennwerte der verschiedenen Holzarten beziehen sich in Prozenten (%) von Buchenholz. Der Energieinhalt des Holzes, auf das Raummass bezogen, verläuft, bei gleicher Holzfeuchtigkeit, fast parallel zu seinem spezifischen Gewicht.

| <b>Laubhölzer</b>  |     |                        |    |
|--------------------|-----|------------------------|----|
| Buche              | 100 | Ahorn                  | 90 |
| Mehlbeer           | 115 | Ulme                   | 93 |
| Hopfenbuche        | 110 | Nussbaum               | 99 |
| Maulbeer           | 108 | Birke                  | 82 |
| Elsbeer            | 105 | Kirschbaum             | 86 |
| Pflaume            | 105 | Vogelbeer              | 86 |
| Zwetschge          | 105 | Edelkastanie           | 85 |
| Hagebuche          | 104 | Platane                | 83 |
| Weissdorn          | 102 | Linde                  | 70 |
| Robinie            | 99  | Erle                   | 69 |
| Eiche              | 97  | Weide im<br>Allgemeine | 56 |
| Esche              | 97  | Aspe                   | 63 |
| Birne              | 96  | Pappel                 | 59 |
| <b>Nadelhölzer</b> |     |                        |    |
| Eibe               | 110 | Gewöhnliche<br>Föhre   | 80 |
| Wacholder          | 90  | Douglasie              | 80 |
| Bergföhre          | 85  | Weisstanne             | 71 |
| Schwarzföhre       | 85  | Fichte                 | 71 |
| Lärche             | 84  | Arve                   | 67 |

**Richtwerte für Heizwert:** Der Heizwert<sub>ufeucht</sub> für Holz aus Landschaftspflege schwankt je nach Stückigkeit, Wassergehalt, Schüttdichte, Stickstoffgehalt, Nadelanteil zwischen **250** und **800 kWh** pro Sm<sup>3</sup>.<sup>35)</sup>

## A2 Begriff Landschaftspflege-Holz

### **Begriff Landschaftspflege-Holz in Deutschland<sup>36)</sup>**

Die Clearingstelle EEG hat im Rahmen der Anpassung der EEG 2009 das Landschaftspflegematerial definiert. Nach der vorgestellten Definition fallen Pflanzen oder Pflanzenbestandteile dann im Rahmen der Landschaftspflege an, wenn sie das Ergebnis von Massnahmen zur Erhaltung und Verbesserung eines bestimmten Zustands der Natur und Landschaft sind.

Der Begriff des Landschaftspflegematerials wird aktivitätsbezogen und weit ausgelegt werden. Er umfasst auch Materialien aus forst- und landwirtschaftlicher sowie gartenbaulicher Tätigkeit, sofern diese vorrangig der Landschaftspflege dient.

Wörtlich aufgeführt sind: Schnitt- und Mahdgut, das auf Flächen anfällt, auf denen vegetationstechnische Pflegemassnahmen durchgeführt werden (inkl. anfallende Strassenbegleitgrün und -holz, kommunaler Grasschnitt, Grünschnitt aus der privaten und öffentlichen Garten- und Parkpflege sowie von Golf- und Sportplätzen und von Randstreifen von Gewässern).

Die Definition des Landschaftspflegematerials umfasst sowohl halm- als auch holzartige Biomasse. Als Landschaftspflege-Holz wird das holzartige Material aus der Landschaftspflege bezeichnet. Dies entspricht weitgehend dem in der vorliegenden Studie verwendeten Flurholzbergriff. Im Unterschied zur Definition im EEG ist die Definition jedoch räumlich bezogen auf bestockte Flächen ausserhalb des Waldes und nicht aktivitätsbezogen.

Auf internationaler Ebene werden Flurgehölze unter dem Begriff "Trees outside the forest" zusammengefasst. Die untenstehende Definition nach UN-ECE / FAO<sup>37)</sup> orientiert sich in erster Linie an der Grösse der betreffenden Fläche.

---

36) Holz-Zentralblatt (2009): Clearingstelle definiert Landschaftspflege-Holz. Nr. 44. 30. Oktober 2009.

37) <http://www.unece.org/timber/fra/definit.htm>

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Other wooded land        | <p>Land either with a tree crown cover (or equivalent stocking level) of 5-10 percent of trees able to reach a height of 5 m at maturity in situ; or a crown cover (or equivalent stocking level) of more than 10 percent of trees not able to reach a height of 5 m at maturity in situ (e.g. dwarf or stunted trees) and shrub or bush cover.</p> <p><u>Excludes:</u> Areas having the tree, shrub or bush cover specified above but of less than 0.5 ha and width of 20 m, which are classed under "other land" ; Land predominantly used for agricultural practices.</p> |
| Shrubs and bushes        | Woody perennial plants, generally of more than 0.5 m and less than 5 m height, and often without a definite stem and crown.  |
| Trees outside the forest | <p><u>Includes:</u> Trees on land that meets the definitions of forest and of other wooded land except that the area is less than 0.5 ha and the width is less than 20 m; scattered trees in permanent meadows and pastures; permanent tree crops such as fruit tree orchards and coconut palm plantations; trees in parks and gardens, around buildings, in hedgerows and in lines along streets, roads, railways, rivers, streams and canals; trees in shelterbelts and wind-breaks of less than 20 m in width and 0.5 ha in area.</p>                                     |

## A3 Annahmen und Modellierung nach Flurgehölzgruppe

### 1 Flurgehölzgruppe 1: Verkehrsgrün

Unter dem Begriff Verkehrsgrün werden die Grünflächen entlang von Strassen und Bahnen verstanden.

#### 1.1 Grundkategorien der Arealstatistik

Folgende Grundkategorien der Arealstatistik werden berücksichtigt:

| Nr. | Grundkategorien | Flächen (ha) | Prozentualer Anteil an Landfläche (%) |
|-----|-----------------|--------------|---------------------------------------|
| 32  | Autobahngrün    | 1'439        | 0.03                                  |
| 68  | Strassengrün    | 3'364        | 0.08                                  |
| 67  | Bahngrün        | 2'162        | 0.05                                  |

#### 1.2 Zuwachs

Auf Verkehrsböschungen wachsen hauptsächlich Lichtbaumarten und Licht liebende Sträucher<sup>38)</sup>. Lichtbaumarten wie Esche, Erle, Ahorn, Birken, Föhren und Lärchen haben ein sehr schnelles Jugendwachstum, das frühzeitig seinen Höhepunkt erreicht (nach 15 bis 20 Jahren) und dann schnell zurückgeht. Schattenbaumarten haben dagegen in der Jugend ein langsameres Höhenwachstum, dessen Höhepunkt mit 20 bis 35 Jahren erreicht wird und nur langsam abfällt. Die Kulmination des Höhentriebs ist auch vom Standort (u. a. Nährstoff-, bzw. Wasserversorgung) abhängig<sup>39)</sup>.

Die Lichtansprüche der Baumarten stehen in enger Beziehung zum Höhenwachstum und der Biomasseproduktion. Der durchschnittliche jährliche Zuwachs beträgt für die Lichtbaumarten Erlen und Lärchen auf 20 Jahre rund 50 cm, bei der Schattenbaumart wie Buche nur 10 cm<sup>40)</sup>. Im Tessin kann das jährliche Höhenwachstum von Robinien auf produktiven Standor-

38) Mündliche Mitteilung Albert Müller (SBB)

39) [http://www.wsl.ch/forest/waldman/vorlesung/ww\\_tk531.ehtml](http://www.wsl.ch/forest/waldman/vorlesung/ww_tk531.ehtml)

40) [http://www.wsl.ch/forest/waldman/vorlesung/ww\\_tk531.ehtml](http://www.wsl.ch/forest/waldman/vorlesung/ww_tk531.ehtml)

ten bis zu 4 m betragen<sup>41)</sup>. Die Unterschiede im Wachstumsrhythmus von Licht- und Schattenbaumarten haben einen unmittelbaren Einfluss auf die jährlich anfallende Biomasse im Bestand<sup>42)</sup>. Die Biomasseproduktion liegt bei Lichtbaumarten bei gleicher Bestockungsdichte in den ersten Jahren höher als bei Schattenbaumarten.

Der flächenspezifische Anfall von Holz auf Verkehrsböschungen ist erheblichen Variationen unterworfen. Der jährliche Zuwachs auf diesen Flächen entspricht demjenigen eines Waldstandortes<sup>43)</sup>. Die nachstehende Tabelle stellt den jährlichen Zuwachs nach Höhenlage pro Hektar und Jahr dar. Diese Angaben dienen als Richtwert für die Bestimmung des jährlichen Zuwachses für Bäume und Sträucher auf Verkehrsgrün. Zu berücksichtigen ist, dass die Flächen nur teilweise bestockt sind. Mit einer durchschnittlichen Bestockung von 50 % der Flächen reduziert sich der Zuwachs von 8.3 auf 4.15 t TS pro Hektar und Jahr.

|   | <b>Angaben pro Hektar und Jahr</b> |
|---|------------------------------------|
| Zuwachs Verkehrsgrün, 100 % Bestockungsdichte                         | 8.3 t TS                           |
| Anteil der in der Arealstatistik ausgewiesenen Flächen mit Bestockung | 50 %                               |
| Effektiv berücksichtigter Zuwachs für Verkehrsgrün                    | 4.15 t TS                          |

### **1.3 Modellierung der Potenziale**

#### **Theoretisches Potenzial**

Für die oben im Abschnitt 1.1 ausgewiesenen Grundkategorien der Arealstatistik wird mit einem Zuwachs von 4.15 t TS pro Hektar und Jahr gerechnet und mit dem Zuwachs nach Höhenlage und Produktionsregion gewichtet.

#### **Technisches Potenzial**

Aus Sicherheitsgründen werden Grünflächen entlang von Verkehrswegen immer genutzt. Deshalb werden keine technischen Einschränkungen für die Modellierung berücksichtigt.

#### **Nachhaltig nutzbares Potenzial**

Es bestehen keine wirtschaftlichen Einschränkungen, weil der Sicherheitsaspekt überwiegt.

---

41) Mündliche Mitteilung Albert Müller (SBB)

42) [http://www.wsl.ch/forest/waldman/vorlesung/ww\\_tk531.ehtml](http://www.wsl.ch/forest/waldman/vorlesung/ww_tk531.ehtml)

43) Mündliche Mitteilung Albert Müller (SBB) und Anton Bürgi (WSL).

## 2 Flurgehölzgruppe 2: Uferbereich

Die Gruppe Uferbereich beinhaltet die in der Arealstatistik bezeichnete Grundkategorie Uferböschungen.

Die Grundkategorien 92 Fließgewässer, 95 Nassstandorte und 96 Ufervegetation werden in der Modellierung aufgrund folgender Gründe nicht berücksichtigt:

- Die Kategorie 92 Fließgewässer wird in der Modellierung nicht berücksichtigt. Zu den Fließgewässern zählen sichtbare, nicht von Wasser überdeckte Schotter- und Geschiebebänken in flachen Bach- oder Flussbetten, die klar durch Vegetation begrenzt sind.
- Die Kategorie 95 Nassstandorte wird ebenfalls nicht berücksichtigt. Dies sind ungenutzte Flächen mit Vegetation, welche unter dauerndem Wassereinfluss stehen. Zu den Nassstandorten zählen Röhrichte, die nicht im Uferbereich eines Gewässers liegen, extrem vernässte Weideflächen (soweit sie ausgezäunt sind und eine landwirtschaftliche Nutzung (auch Schnitt) ausgeschlossen werden kann), vernässte Flächen in Naturschutzgebieten (allfälliger Pflegeschnitt bleibt unberücksichtigt), nicht mehr genutzte Torfstiche und nicht bestockte Hochmoore.

Um Mensch und Sachobjekte vor Hochwasser zu schützen, werden die Böschungen der Wildbäche gegen Verklausungen intensiv gepflegt. Diese Flächen werden in der Arealstatistik als Waldflächen (=bestockte Flächen) ausgeschieden und sind deshalb nicht Bestandteil der Untersuchung.

### 2.1 Grundkategorien der Arealstatistik

Folgende Grundkategorie der Arealstatistik wird berücksichtigt:

| Nr. | Grundkategorien | Flächen (ha) | Prozentualer Anteil an Landfläche (%) |
|-----|-----------------|--------------|---------------------------------------|
| 69  | Uferböschungen  | 3'030        | 0.07                                  |

### 2.2 Zuwachs

Um die Abflusskapazität der Gewässer auch bei Hochwasser zu gewährleisten, werden forstliche Massnahmen zur Verhinderung des Gefahrenpotenzials bei Uferböschungen vorgenommen. Detaillierte Angaben zum Zuwachs liegen aufgrund der erheblichen Variationen infolge unterschiedlicher Bestockungsdichte, Altersstruktur, Klima- und Bodenbedingungen nicht vor.

Die feuchten, nährstoffreichen Gewässerränder haben einen positiven Einfluss auf den Biomassezuwachs. Uferbereiche grenzen häufig auch an gut gedüngte landwirtschaftliche Flächen. Deshalb gehen Experten davon aus, dass das jährliche Wachstum auf diesen Flächen höher liegt als auf den Waldstandorten<sup>44)</sup>. Als grober Richtwert wird ein mittlerer Zuwachs von rund 9 t TS pro Hektar und Jahr Frischmasse angegeben. <sup>45)</sup> Dieser Wert fließt in die Modellierung ein.

|   | <b>Pro Hektar und Jahr</b> |
|---|----------------------------|
| Zuwachs Uferbereich, 100 % Bestockungsdichte                          | 9 t TS                     |
| Anteil der in der Arealstatistik ausgewiesenen Flächen mit Bestockung | 100%                       |
| Effektiv berücksichtigter Zuwachs für Uferbereich                     | 9 t TS                     |

Für die Modellierung wird von einem maximalen Zuwachs von 9 t TS pro Hektar und Jahr ausgegangen.

## **2.3 Modellierung der Potenziale**

### **Theoretisches Potenzial**

Für die oben im Abschnitt 2.1 ausgewiesenen Grundkategorien der Arealstatistik wird mit einem durchschnittlichen Zuwachs von 9 t TS pro Hektar und Jahr gerechnet und mit dem Zuwachs nach Höhenlage und Produktionsregion gewichtet.

### **Technisches Potenzial**

Technische Einschränkungen durch die Hangneigung werden in der Modellierung mitberücksichtigt.

### **Nachhaltig nutzbares Potenzial**

Die Werte werden entsprechend der Erreichbarkeit der Flächen gewichtet.

---

44) Mündliche Mitteilung Rolf Erp (N.U.P)

45) Kaltschmitt, M. et al. (2001): Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren.



### 3 Flurgehölzgruppe 3: Siedlungsgebiet

#### 3.1 Grundkategorien der Arealstatistik

Auf folgende Grundkategorien der Arealstatistik ist holzartige Biomasse vorzufinden und werden berücksichtigt:

|    | <b>Grundkategorien</b>                     | <b>Flächen (ha)</b> | <b>Prozentualer Anteil an Landfläche (%)</b> |
|----|--|---------------------|--|
| 33 | Strassen, Wege                             | 60'939              | 1.48   |
| 41 | Industrieumschwung                         | 9'750               | 0.24   |
| 45 | Umschwung von Ein- und Zweifamilienhäusern | 28'945              | 0.70   |
| 46 | Umschwung von Reihen- und Terrassenhäusern | 821                 | 0.02   |
| 47 | Umschwung von Mehrfamilienhäusern          | 7'674               | 0.19   |
| 51 | Offene Sportanlagen                        | 5'185               | 0.13   |
| 52 | Schrebergärten                             | 1'563               | 0.04   |
| 53 | Camping, Caravan                           | 911                 | 0.02   |
| 56 | Friedhöfe                                  | 1'261               | 0.03   |
| 59 | Öffentliche Parkanlagen                    | 2'715               | 0.07   |

#### 3.2 Zuwachs

In Parks, öffentlichen Anlagen und auf Grünflächen in Siedlungsgebieten fallen holzartige Biomasse an. Die Zusammensetzung ist meistens sehr heterogen. Beispielsweise wächst in botanischen Gärten, städtischen Parkanlagen und Schlossgärten eine Vielfalt an unterschiedlichen Baumarten. Hinsichtlich der Zusammensetzung ist es schwierig, verbindliche Aussagen zu machen.

Infolge der Unterschiede bei der Bestandesdichte, Altersstruktur der Baum- und Strauchschicht und dem realisierten Pflegekonzept variieren die anfallenden Biomassemenngen. Kaltschmitt et al. (2000) schätzt, dass im Durchschnitt in öffentlichen Grünanlagen zwischen 1.8 und 7 Tonnen pro Hektar und Jahr an organischer Frischmasse (inkl. holzartiger Biomasse) anfällt. Der Anteil an holzartiger Biomasse auf diesen Grünflächen wird als gering eingeschätzt. Auf diesen Flächen wachsen häufig nur einzelne Bäume. In die Modellierung fließt ein durchschnittlicher Zuwachswert von 0.6 t TS pro Hektar unterstellt.

### 3.3 Modellierung der Potenziale

#### Theoretisches Potenzial

Für die oben im Abschnitt 3.1 ausgewiesenen Grundkategorien der Arealstatistik wird mit einem durchschnittlichen Zuwachs von 0.6 t TS pro Hektar und Jahr gerechnet und mit dem Zuwachs nach Höhenlage und Produktionsregion gewichtet.

#### Technisches Potenzial

Grünflächen, Alleen und Einzelbäume im Siedlungsgebiet werden u. a. aus Sicherheitsgründen bewirtschaftet. Deshalb bestehen keine technischen Einschränkungen.

#### Nachhaltig nutzbares Potenzial

Es bestehen keine wirtschaftlichen Einschränkungen, weil der Sicherheitsaspekt überwiegt.

## 4 Flurgehölzgruppe 4: Hecken

### 4.1 Grundkategorien der Arealstatistik

Folgende Grundkategorien der Arealstatistik werden berücksichtigt:

|    | Grundkategorien     | Flächen (ha) | Prozentualer Anteil an Landfläche (%) |
|----|---------------------|--------------|---------------------------------------|
| 17 | Feldgehölze, Hecken | 36'315       | 0.88                                  |
| 19 | Übrige Gehölze      | 38'882       | 0.94                                  |

### 4.2 Zuwachs

Aufgrund der Variationen infolge unterschiedlicher Bewuchsdichte, Altersstruktur, Klima- und Bodenbedingungen liegen keine Angaben zum Zuwachs auf den jeweiligen Flächen vor. Die nachstehende Tabelle stellt den jährlichen Zuwachs nach Höhenlage pro Hektar und Jahr dar. Diese Angaben dienen als Richtwert für die Bestimmung des jährlichen Zuwachses für Bäume und Sträucher in Hecken. Zu berücksichtigen ist, dass die Flächen nur teilweise bestockt sind.

|   | <b>Pro Hektar und Jahr</b> |
|---|----------------------------|
| Zuwachs Hecken, 100 % Bestockungsdichte   | 5 t TS                     |
| Anteil der in der Arealstatistik ausgewiesenen Flächen mit Bestockung (Hecken mit Unterbrüchen) | 50 %                       |
| Effektiv berücksichtigter Zuwachs für Hecken  | 2.5 t TS                   |

### **4.3 Modellierung der Potenziale**

#### **Theoretisches Potenzial**

Für die ausgewiesenen Grundkategorien der Arealstatistik wird mit einem durchschnittlichen Zuwachs von 2.5 t TS pro Hektar und Jahr gerechnet und mit dem Zuwachs nach Höhenlage und Produktionsregion gewichtet.

#### **Technisches Potenzial**

Technische Einschränkungen durch die Hangneigung werden in der Modellierung mitberücksichtigt.

#### **Nachhaltig nutzbares Potenzial**

Die Werte werden entsprechend der Erreichbarkeit der Flächen gewichtet.

## 5 Flurgehölzgruppe 5: Landwirtschaftliche Nutzflächen

### 5.1 Grundkategorien der Arealstatistik

Folgende Grundkategorien der Arealstatistik werden für die Modellierung berücksichtigt:

|    | Grundkategorien                                       | Flächen (ha) | Prozentualer Anteil an Landfläche (%) |
|----|---|--------------|---------------------------------------|
|    | <b>Untergruppe a: Gehölze</b>                         |              |                                       |
| 13 | Aufgelöster Wald auf Landwirtschaftsflächen           |              |                                       |
| 18 | Baumgruppen auf Landwirtschaftsflächen                | 37'927       | 0.92                                  |
|    | <b>Untergruppe b: Obst-, Reb- und Gartenbau</b>       |              |                                       |
| 71 | Rebanlagen  | 14'283       | 0.35                                  |
| 72 | Pergolareben  | 110          | 0.003                                 |
| 75 | Obstanlagen   | 8'386        | 0.20                                  |
| 76 | Geordnete Obstbaumbestände                            | 3'324        | 0.08                                  |
| 77 | Streuobst   | 41'912       | 1.02                                  |
|    | <b>Untergruppe c: Wies- und Ackerland, Heimweiden</b> |              |                                       |
| 84 | Verbuschte Wiesen und Heimweiden                      | 1'874        | 0.05                                  |
|    | <b>Untergruppe d: Alpwirtschaftliche Nutzflächen</b>  |              |                                       |
| 86 | Verbuschte Alp- und Juraweiden                        | k.A.         | k.A.                                  |

### 5.2 Zuwachs

Der flächenspezifische Anfall von Holz aus der Landwirtschaft ist aufgrund der grossen Variabilität schwierig zu bestimmen. Herleitung und Angaben zur Fläche und Zuwachsraten werden in der obigen Tabelle dargestellt. Auf der Basis der Arealstatistik fallen auf neun Grundkategorien holzartige Biomasse an. Folgende Überlegungen werden für die Herleitung des Zuwachses pro Grundkategorie gemacht:

- *Aufgelöster Wald auf Landwirtschaftsflächen:* Darunter werden landwirtschaftliche Flächen verstanden, die infolge landwirtschaftlicher Nutzung (Beweidung, Schnitt- und Streunutzung) nur teilweise bestockt sind: Deckungsgrad liegt zwischen 20 bis 60 %, die Bestockung hat eine Oberhöhe von mehr als 3 m und eine Mindestbreite von 50 m<sup>46)</sup>. Sie kommt häufig im Übergang zu Alp- und Juraweiden vor und erfasst nur einen Teil der landwirtschaftlich genutzten Wälder. Deckungsgrad, Oberhöhe und Mindestbreite geben einen Hinweis auf

46) <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infothek/nomenklaturen/blank/blank/arealstatistik/01.html>

den möglichen Biomasseanfall. Der jährliche Zuwachs auf diesen Flächen wird ähnlich eingeschätzt wie auf den Waldstandorten<sup>47)</sup>. Gemäss LFI 2 liegt der Zuwachs pro Hektar und Jahr im Mittelland bei 8.3 t TS. Bei einer Bestockung von 25 % wird für die Modellierung mit einem maximalen Zuwachs von 2.1 t TS pro Hektar gerechnet.

- *Baumgruppen auf Landwirtschaftsflächen:* Dies sind nicht lineare Bestockungen mit landwirtschaftlicher Unternutzung. Die Flächen bestehen aus mindestens drei Bäumen im Abstand von weniger als 25 m, mit Deckungsgrad <20 % und beliebiger Breite oder Deckungsgrad <60% und Breite 25 bis 50 m oder beliebigem Deckungsgrad und Breite <25 m. Diese Spezialkategorie ist häufiger im Bereich der alpwirtschaftlichen Nutzflächen, seltener im Talgebiet anzutreffen. Sie stellt eine überlagerte Nutzung mit dem Hauptbereich Landwirtschaftliche Nutzflächen dar. Dieser Flächentyp hat nur vereinzelt Bäume und einen geringeren Deckungsgrad. Bei einer Bestockung von 10 % wird für die Modellierung mit einem maximalen Zuwachs von 0.8 t TS pro Hektar gerechnet.
- *Rebanlagen:* In den Weinbergen fällt holzartige Biomasse beim jährlichen Schnitt und bei der Remontierung von Rebanlagen an. Alle 30 Jahre fallen gemäss Kaltschmitt et al. (2000) rund 100 t pro Hektar, bzw. im Mittel 3 t pro Hektar und Jahr an<sup>48)</sup>. Amman (2008) geht davon aus, dass nur rund 1 t pro Hektar anfällt. Dieses Holz muss aus der Fläche abgeräumt werden. Für die Modellierung wird mit einem maximalen Zuwachs von 1 t TS pro Hektar gerechnet.
- *Pergolareben:* In den Pergolareben fällt holzartige Biomasse beim jährlichen Schnitt und bei der Remontierung an. Für die Modellierung wird mit einem maximalen Zuwachs von 1 t TS pro Hektar gerechnet.
- *Obstanlagen:* Die Zusammensetzung des Holzaufkommens ist in der Regel sehr heterogen. Bei modernen Obstanlagen (Niederstämme) mit 5000 bis 10'000 Bäumen pro Hektar ergeben sich Schnittholzmengen von 4 bis 12 t pro Hektar und Jahr. In älteren Anlagen mit ca. 580 Bäumen pro Hektar ist das Holzaufkommen mit rund 4.2 t pro Hektar und Jahr entsprechend geringer<sup>49)</sup>. In der Arealstatistik wird hingewiesen, dass auf diesen Flächen mindestens 300 Bäume pro Hektar wachsen. Weiteres Restholz fällt bei der Räumung der Obstbauplantagen an, hier wurden Holzmengen zwischen 80 t pro Hektar bei älteren Anlagen mit Räumung im Alter von ca. 30 Jahren und 60 t pro Hektar bei modernen Anlagen mit Räumung nach 10 bis 15 Jahre ermittelt. Bei Obstplantagen wird zum Teil auch der Stubben und ein Teil der Wurzeln genutzt<sup>50)</sup>.
- *Geordnete Obstbaumbestände:* Im Gegensatz zu den Obstanlagen wachsen auf diesen Flächen weniger als 300 Obstbäume. Dementsprechend ist auch der Zuwachs pro Hektar und Jahr kleiner als auf Obstanlagen. Für die Modellierung wird mit einem maximalen Zuwachs von 3 t TS pro Hektar gerechnet.

47) Mündliche Mitteilung Albert Müller (SBB) und Anton Bürgi (WSL).

48) Kaltschmitt, M. et al. (2001): Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren.

49) Kaltschmitt, M. et al. (2001): Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren.

50) Kaltschmitt, M. et al. (2001): Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren.

- *Streuobst*: Für Streuobstwiesen ist eine Abschätzung des anfallenden Holzes schwieriger als für Obstanlagen, da in der Regel kein regelmässiger Schnitt und keine flächige Räumung durchgeführt wurden. Näherungsweise dürfte sich der Holzanfall an dem älterer Obstanlagen orientieren. In Streuobstwiesen liegt die Anzahl der Bäume mit ca. 300 Bäumen pro Hektar etwas unterhalb der von älteren Obstanlagen. Es handelt sich meist aber um hochstämmige Bäume. Es kann von einem Aufkommen von rund 3 t/ha pro Jahr ausgegangen werden<sup>51)</sup>.
- *Verbuschte Wiesen und Heimweiden*: Dies sind häufig Wies- und Weideland der Dauersiedlungszone, welches mit Gebüsch und Sträuchern überwachsen ist. Gemäss den Angaben der Arealstatistik sind 50 bis 80 % der Fläche mit Gebüsch und Sträuchern bedeckt. Oft handelt es sich um brachliegende Flächen, welche verbuscht werden und langsam in Wald übergehen. Der jährliche Zuwachs auf diesen Flächen wird ähnlich eingeschätzt wie auf den Waldstandorten<sup>52)</sup>. Gemäss LFI 2 liegt der Zuwachs pro Hektar und Jahr im Mittelland bei 8.3 t TS. Bei einer Bestockung von 50 % wird für die Modellierung mit einem maximalen Zuwachs von 4.15 t TS pro Hektar gerechnet.
- *Verbuschte Alp- und Juraweiden*: Weideflächen, die mit Gebüsch und Strauchvegetation bedeckt sind. Gemäss den Angaben der Arealstatistik sind 50 bis 80% der Fläche mit Gebüsch und Strauchvegetation bedeckt. Auf diesen Flächen ist die landwirtschaftliche Nutzung auf weniger als 50% der Fläche. Der jährliche Zuwachs auf diesen Flächen ist aufgrund der Strauchvegetation kleiner als auf den Waldstandorten. Es wird von einer Bestockung von 40% und einem maximalen Zuwachs von 6 t TS ausgegangen. Für die Modellierung wird von 2.4 t TS pro Hektar und Jahr gerechnet.

|   |          |
|---|----------|
| <b>Untergruppe a: Gehölze</b>   |          |
| <b>Aufgelöster Wald auf Landwirtschaftsflächen</b>                    |          |
| Zuwachs, 100 % Bestockungsdichte                                      | 8.3 t TS |
| Anteil der in der Arealstatistik ausgewiesenen Flächen mit Bestockung | 25 %     |
| Effektiv berücksichtigter Zuwachs                                     | 2.1 t TS |
| <b>Baumgruppen auf Landwirtschaftsflächen</b>                         |          |
| Zuwachs, 100 % Bestockungsdichte                                      | 8.3 t TS |
| Anteil der in der Arealstatistik ausgewiesenen Flächen mit Bestockung | 10 %     |
| Effektiv berücksichtigter Zuwachs                                     | 0.8 t TS |

|  |        |
|--|--------|
| <b>Untergruppe b: Obst-, Reb- und Gartenbau</b>                  |        |
| <b>Rebanlagen</b>  |        |
| Zuwachs, 100 % Bestockungsdichte                                 | 1 t TS |
| % der in der Arealstatistik ausgewiesenen Flächen mit Bestockung | 100 %  |
| Effektiv berücksichtigter Zuwachs                                | 1 t TS |
| <b>Pergolareben</b>  |        |

51) Kaltschmitt, M. et al. (2001): Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren.

52) Mündliche Mitteilung Albert Müller (SBB) und Anton Bürgi (WSL).

|  |           |
|--|-----------|
| Zuwachs, 100 % Bestockungsdichte                                 | 0.1 t TS  |
| % der in der Arealstatistik ausgewiesenen Flächen mit Bestockung | 100 %     |
| Effektiv berücksichtigter Zuwachs                                | 0.1 t TS  |
| <b>Obstanlagen</b>   |           |
| Zuwachs, 100 % Bestockungsdichte                                 | 4.2 t TS  |
| % der in der Arealstatistik ausgewiesenen Flächen mit Bestockung | 100 %     |
| Effektiv berücksichtigter Zuwachs                                | 4.2 t TS  |
| <b>Geordnete Obstbaumbestände</b>                                |           |
| Zuwachs, 100 % Bestockungsdichte                                 | 3 t TS    |
| % der in der Arealstatistik ausgewiesenen Flächen mit Bestockung | 25 %      |
| Effektiv berücksichtigter Zuwachs                                | 0.75 t TS |
| <b>Streuobst</b>   |           |
| Zuwachs, 100 % Bestockungsdichte                                 | 3 t TS    |
| % der in der Arealstatistik ausgewiesenen Flächen mit Bestockung | 100 %     |
| Effektiv berücksichtigter Zuwachs                                | 3 t TS    |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Untergruppe c: Wies- und Ackerland, Heimweiden</b>            |           |
| <b>Verbuschte Wiesen und Heimweiden</b>                          |           |
| Zuwachs, 100 % Bestockungsdichte                                 | 8.3 t TS  |
| % der in der Arealstatistik ausgewiesenen Flächen mit Bestockung | 50 %      |
| Effektiv berücksichtigter Zuwachs                                | 4.15 t TS |

|  |          |
|--|----------|
| <b>Untergruppe d: Alpwirtschaftliche Nutzflächen</b>             |          |
| <b>Verbuschte Alp- und Juraweiden</b>                            |          |
| Zuwachs, 100 % Bestockungsdichte                                 | 6 t TS   |
| % der in der Arealstatistik ausgewiesenen Flächen mit Bestockung | 40 %     |
| Effektiv berücksichtigter Zuwachs                                | 2.4 t TS |

### 5.3 Modellierung der Potenziale

#### Theoretisches Potenzial

Für die oben im Abschnitt 5.1 ausgewiesenen Grundkategorien der Arealstatistik wird mit einem durchschnittlichen Zuwachs von 2.3 t TS pro Hektar und Jahr hochgerechnet und mit dem Zuwachs nach Höhenlage und Produktionsregion gewichtet.

#### Technisches Potenzial

Technische Einschränkungen wie die Hangneigung werden in der Modellierung mitberücksichtigt.

### **Nachhaltig nutzbares Potenzial**

*Obst-, Reb- und Gartenbau:* Um die landwirtschaftliche Produktion zu optimieren, werden diese Flächen immer bewirtschaftet. Es bestehen keine wirtschaftlichen Einschränkungen.

*Gehölz, Wies- und Ackerland, Heimweiden und Alpwirtschaftliche Nutzflächen:* Die Werte werden entsprechend der Erreichbarkeit der Flächen gewichtet.



## A4 Liste der Interviewpartner

| Amt, Firma   | Name                              | Region |            |          |       |          |
|--|-----------------------------------|--------|------------|----------|-------|----------|
|  |                                   | Jura   | Mittelland | Voralpen | Alpen | Südalpen |
| <b>Kantonale Ämter</b>                                   |                                   |        |            |          |       |          |
| Kanton Aargau, Tiefbauamt                                | Fridolin Vögeli                   |        | x          |          |       |          |
| Kanton Aargau, Sektion Wasserbau                         | Hanspeter Lüem                    |        | x          |          |       |          |
| Kanton Fribourg, Amt für Natur- und Landschaftsschutz    | Rolf Studer                       |        | x          | x        |       |          |
| Kanton Fribourg, Gewässerunterhalt                       | Jean-Claude Raemy                 |        | x          | x        |       |          |
| Kanton Graubünden, Amt für Wald, Region Mittelbünden     | Lukas Kobler                      |        |            |          | x     |          |
| Kanton Graubünden, Amt für Wald, Region Südbünden        | Hansjörg Weber                    |        |            |          | x     |          |
| Kanton Thurgau, Abteilung Wasserbau                      | Marco Baumann, Marcel Tanner      |        | x          |          |       |          |
| Kanton Thurgau, Tiefbauamt                               | Kurt Bitzer                       |        | x          |          |       |          |
| Kanton Waadt, Service des Routes                         | Erwin Egger                       | x      | x          | x        |       |          |
| Kanton Zürich, AWEL                                      | Christian Hosig                   |        | x          |          |       |          |
| Kanton Zürich, Amt für Landschaft und Natur              | Niklaus Gysel                     |        | x          |          |       |          |
| Kanton Zürich, Strasseninspektorat, Unterhaltsregion III | Kurt Rohner                       |        | x          |          |       |          |
| <b>Stadtgärtnereien, städtische Ämter</b>                |                                   |        |            |          |       |          |
| Grün Stadt Zürich  | Hans-Jürg Bosshard                |        | x          |          |       |          |
| Basel, Stadtgärtnerei                                    | Yvonne Aellen, Martin Sonderegger | x      |            |          |       |          |
| Winterthur, Stadtgärtnerei                               | Hannes Schneider                  |        | x          |          |       |          |
| <b>Bahnen</b>  |                                   |        |            |          |       |          |
| SBB  | Laurence von Fellenberg           | x      | x          | x        | x     | x        |
| SBB  | Albert Müller                     | x      | x          | x        | x     | x        |
| <b>Forst- und Spezialunternehmen</b>                     |                                   |        |            |          |       |          |
| Amman Martin   | Martin Ammann                     |        | x          | x        |       |          |
| Amstutz Holzenergie                                      | Albert Amstutz                    | x      | x          | x        | x     |          |
| Aschmann Peter   | Peter Aschmann                    |        | x          |          |       |          |
| Azienda forestale Avegno                                 | Mauro Gobbi                       |        |            |          |       | x        |
| Hirter + Tschanz AG                                      | Fritz Hirter                      |        | x          | x        |       |          |
| N.U.P. Umweltpflegetechnik GmbH                          | Rolf Erb                          |        | x          | x        |       |          |
| Ofima Kraftwerk  | Dennis Tafinato                   |        |            |          |       | x        |
| Thermobois   | Marcel Godinat                    | x      |            |          |       |          |
| Zentras Luzern   | Roger Flori                       |        | x          | x        |       |          |
| <b>Naturschutzorganisationen</b>                         |                                   |        |            |          |       |          |
| Landschaftsschutzverband Hallwilersee                    | Benno Affolter                    |        | x          |          |       |          |
| Pro Natura Schaffhausen                                  | Bernhard Egli                     | x      |            |          |       |          |
| Pro Natura Zug   | Peter Staubli                     |        | x          |          |       |          |
| <b>Zweckverbände</b>                                     |                                   |        |            |          |       |          |
| Wasserbauunternehmen Bibera (FR)                         | Ueli Minder                       |        | x          |          |       |          |
| <b>Verwerter</b>   |                                   |        |            |          |       |          |
| Ecomac   | Matteo Capretti                   |        |            |          |       | x        |
| R.O.M. AG  | Christoph Peter                   |        | x          |          |       |          |
| Energie Wasser Bern                                      | Peter Magnaguagno                 | x      | x          | x        |       |          |
| IG Nordwestschweiz                                       | Jenni Andres, Geschäftsführer     | x      | x          |          |       |          |
| Tegra Holz & Energie AG                                  | Klaus Aulbach                     |        | x          | x        | x     | x        |
| Zürich Holz AG   |                                   |        |            |          |       |          |
| <b>Hersteller von Schnitzelheizungen</b>                 |                                   |        |            |          |       |          |
| Schmid AG  | Guido Sutter                      |        |            |          |       |          |



## A5 Leitfaden für Interviews mit Bewirtschaftern

### Herkunft, Mengen und Qualität

1. Für welche **Art von Flurgehölzflächen** sind Sie zuständig?
2. Für welches **Gebiet** (bspw. Kantonsgebiet) sind Sie für die Pflege und den Unterhalt der Flächen verantwortlich?  
**Wer ist** für die Pflege und Bewirtschaftung anderer Flurgehölzflächen und Regionen **zuständig** (Name, Telefon)?
3. Wie gross sind die zu bewirtschafteten **Flächen** (ha, Laufmeter)?
4. Wie sieht die **Bestockung** dieser Flächen aus?  
Wie hoch ist der holzartige Anteil? Welche Baum- und Straucharten kommen vor? **Zuwachs**?
5. Was für **Material** fällt bei den Eingriffen an? In welcher **Qualität** (holz- und halmartige Biomasse, Verunreinigungen, ...)?
6. Welche **Mengen** an Flurholz fallen auf den oben genannten Flächen an? ( $\text{Sm}^3$ ,  $t_{\text{luro}}$ )  
Wird der gesamte Zuwachs geerntet?  
Wie gross ist der **Anteil des genutzten Holzes** auf den verschiedenen Flächen, für die Sie zuständig sind? (%)

### Unterhaltsarbeiten, Pflegeeingriffe

7. Aus welchen **Gründen** werden die Eingriffe durchgeführt?
8. Wie häufig und in welchem **Zeitraum** werden diese Pflegeeingriffe vorgenommen?
9. Welche **Kosten** entstehen bei der Pflege und dem Unterhalt der Flurgehölzflächen?  
Wer bezahlt dies?

### Verwertung

10. Wer ist der **Abnehmer** des Flurholzes? Wem liefern Sie welche Mengen bzw. Anteile?
11. Wie wird das Flurholz **verwendet**? Welche Anteile (%)?
  - Liegen lassen
  - Stoffliche Nutzung: Kompost, ...
  - Energetische Nutzung: Hackschnitzel, ...
12. Entstehen **zusätzliche Kosten** dadurch, dass das Flurholz einer Verwertung zugeführt und nicht einfach liegen gelassen wird?
13. Mit welchem **Preis** wird das Flurholz verkauft? Müssen **Entsorgungsgebühren** bezahlt werden?

### **Abschluss**

- Haben Sie **Interesse an den Resultaten**?
  - Ja -> E-Mail-Adresse: .....
  - Nein
- Haben Sie noch **Fragen oder Bemerkungen**? Haben wir Themen oder Aspekte vergessen?
- Offene Fragen, zusätzliche Abklärungen: Dürfen wir Sie noch einmal anrufen (Termin fixieren) oder Sie bitten, die Antworten per E-Mail nachzuliefern (E-Mail-Adresse notieren).

## A6 Leitfaden für Interviews mit Verwertern

### Herkunft und Mengen

1. Verwerten Sie in Ihrer Anlage **Flurholz**?
  - Ja
  - Nein -> Wissen Sie, von wem das Flurholz in Ihrer Gegend verwertet wird?
2. **Von wem** beziehen Sie das Flurholz?
  - Kantone: .....
  - Gemeinden: .....
  - Unternehmer, Händler: .....
  - Andere: .....
3. **Woher** stammt das Holz (welche Flächen)?
  - Strassen- und Bahnböschungen
  - Uferböschungen
  - Grünflächen (Pärke, Allen) und Siedlungsgebiete
  - Landwirtschaft, Obst- und Rebbau
  - Gartenabraum
4. Welche **Mengen** an Flurholz beziehen Sie ( $\text{Sm}^3$ ,  $t_{\text{lutro}}$ )?  
Wenn unterschiedliche Herkunft: Können Sie sagen, wie viel von den jeweiligen Flächen stammt?
5. Müssen Sie für das Flurholz **bezahlen**? Werden Sie für die Verwertung **entschädigt**?
6. Wie hoch sind die **Preise** bzw. Entsorgungsgebühren?  
In welchen Masseinheiten werden die Preise berechnet ( $\text{Sm}^3$ ,  $t_{\text{lutro}}$ ,  $t_{\text{atro}}$ )?

### Verwertung

7. Was ist für Sie gutes Flurholz - **Qualitätsmerkmale**? Sind Sie mit der Qualität des Flurholzes **zufrieden**? Gibt es Probleme mit Verunreinigungen?
8. **Was wird** mit dem Flurholz **gemacht**?
  - Stoffliche Nutzung: Kompost, ...
  - Energetische Nutzung: Hackschnitzel, ...
9. Welche Qualitätsmerkmale entscheiden darüber, ob das Holz stofflich oder energetisch genutzt wird?
10. Welche **Produkte** (Strom, Wärme,...) und **Reststoffe** (Asche, ...) entstehen aus dem Flurholz?

Abschluss

- Haben Sie **Interesse an den Resultaten**?
  - Ja -> E-Mail-Adresse: .....
  - Nein
- Haben Sie noch **Fragen oder Bemerkungen**? Haben wir Themen oder Aspekte vergessen?
- **Offene Fragen, zusätzliche Abklärungen**: Dürfen wir Sie noch einmal anrufen (Termin fixieren) oder Sie bitten, die Antworten per E-Mail nachzuliefern (E-Mail-Adresse notieren).

# A7 Methode zur periodischen Erfassung

## Beschreibung und Beurteilung der Methoden

| Kriterien                                 | Inventur   | Befragung  | GIS-Modellierung   |
|---|--|--|--|
| Beschreibung                              | Definition der Flurgehölzflächen auf der Basis der Arealstatistik<br>Festlegen einer Stichprobenmethode (Zahl Stichprobenpunkte, Erfassungsmerkmale, Periodizität usw.)<br>Periodische Erhebung                                      | Entwicklung eines Fragebogens (Adaption des hier verwendeten Fragebogens)<br>Festlegen des Befragtenkreises<br>Regelmässige Befragung und Hochrechnung   | Entwicklung eines GIS-Modells (Adaption des hier verwendeten Modells)<br>Regelmässige Überprüfung und Anpassung der Modellparameter<br>Regelmässige Modellrechnung |
| Methodik                                  | + hohe statistische Repräsentativität (Produktionsregionen, Herkunftsflächen)<br>+ Übernahme der Aufnahmemethode aus dem LFI<br>- offene Fragen bezüglich Stichprobe (Anzahl Stichprobenpunkte, Aufnahmemethodik, Hochrechnung usw.) | + Methodik und Erfahrung aus diesem Projekt können übernommen werden<br>+/- Flexibilität, aber auch Notwendigkeit zur Anpassung bezüglich Fragebogen (Merkmale) und Befragten (Änderungen im Akteurfeld) | - reiner Modellansatz<br>- grosse Abhängigkeit von diversen Parametern<br>+ Methodik und Erfahrung aus diesem Projekt können übernommen werden                     |
| Erfassbare Merkmale                       | + stehendes und genutztes Flurholz (Holzart, Menge)<br>+/- bewirtschaftete Flurgehölzfläche<br>- keine direkte Erfassung zur Verwertung sowie Kosten und Preisen möglich   | + grundsätzlich können alle Merkmale abgefragt werden<br>- Abhängigkeit von Qualität und Verfügbarkeit der Daten bei den Befragten   | - über Parameterschätzungen alle Merkmale berechenbar<br>-abhängig von der Qualität und Verfügbarkeit von Grundlagen zur Parameterschätzung                        |
| Anforderungen an Produktion der Statistik | - periodische Aufnahme im Feld<br>- grosse Zahl von Stichprobenpunkten für statistische Repräsentativität<br>- statistische Auswertung (Stichprobenmethodik)   | + regelmässige Befragung<br>- Beobachtung des Akteurfeldes<br>+/- regelmässige Validierung der Hochrechnung über eine Vollerhebung oder ein Modell (siehe rechts)  | +/- mit der entsprechenden technischen Ausstattung kann die entwickelte Methodik übernommen werden   |

|  |  |   |   |
|--|--|---|---|
| Genauigkeit und Repräsentativität              | +/- abhängig von der Zahl der Stichprobepunkte und der Periodizität                  | - unbekannte Grundgesamtheit (siehe oben)<br>- keine repräsentative Befragung möglich; Hochrechnung nur über Abschätzung  | - abhängig von der Qualität der Grundlagen für die Parameterabschätzung   |
| Aufwand für Erhebung und Auswertung            | - sehr grosser Aufwand für Datenerhebung<br>+/- mittlerer Aufwand für die Auswertung | + kleiner Aufwand für Erhebung (Versand, Erfassung) und Auswertung (Verifizierung, Hochrechnung)  | + kleiner Aufwand, wenn nur Merkmale modelliert werden, zu welchen Grundlagen zur Parameterschätzung vorhanden sind   |
| Möglichkeit Eigenproduktion BAFU <sup>53</sup> | - nur über externe Auftragnehmer für Feldaufnahmen möglich                           | + geringer Aufwand bei standardisiertem Fragebogen<br>+/- sporadische Verifizierung (breitere Befragung, Validierung Hochrechnung) durch externen Auftragnehmer | + geringer Aufwand bei Vorhandensein der technischen Ausstattung<br>+/- sporadische Verifizierung (Anpassung Basisdaten und Parameter) durch externen Auftragnehmer |

---

<sup>53</sup> Grundsätzlich besteht für das BAFU und das BFS die Möglichkeit die ganze Produktion der Statistik an das Bundesamt für Statistik BFS (siehe Statistikverordnung) oder an Dritte auszulagern.



## A8 Literatur

- Ammann, M. (2008): Anfall und energetische Nutzung von Schlagabraum aus der Wald- und Landwirtschaft im Kanton Schwyz. Unveröffentlicht.
- BAFU (2008): Holz-Nutzungspotenziale im Schweizer Wald auf Basis LFI 3. Bericht.
- BAFU (Hrsg.) 2009: Jahrbuch Wald und Holz 2008. Umwelt-Wissen Nr. 0904. Bundesamt für Umwelt, Bern. 202 S.
- BFE (2006): Potenzialbegriffe. Definitionen von M. Piot, Exkurs Nr. 5 zu den Energieperspektiven 2035.
- BFE (2008): Schweizerische Holzenergiestatistik. Erhebung für das Jahr 2007.
- BLW (2009): Direktzahlungen an die Landwirtschaft im Überblick, Stand Februar 2009.
- Brassel, P.; Brändli, U.-B. (Red.) (1999): Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der Zweitaufnahme 1993-1995. Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft. Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. Bern, Stuttgart, Wien, Haupt.
- Bühler, R., Hersener, J.-L., Jenni, A. und Klippel, N. (2006): Thermische Nutzung von anspruchsvollen Biomassebrennstoffen. Versuche Herbst 2006, im Auftrag des Bundesamtes für Energie.
- BWG (2004): Gewässerunterhalt in der Schweiz. Situationsanalyse der Kantone.
- Franz, M. (2009): Gegenüberstellung von Rostfeuerung und Wirbelschichtfeuerung, Tegra Concept.
- Hässig, J. (2005): Energieholzaufbereitung an Böschungen: Vorgehen und Kosten.
- Holzenergie Schweiz (2008): Klassieren von Energieholz.
- Ismail, S., Schwab, F., Tester, U., Kienast, F., Martinoli, D. und Seidl, I. (2009): Kosten eines gesetzeskonformen Schutzes der Biotope von nationaler Bedeutung. Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Forum Biodiversität, Pro Natura.
- Kaltschmitt, M. et al. (2001): Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren.
- Vock, W. (2003): Entsorgung von Asche aus Grossfeuerungen für naturbelassenes Holz. Bericht im Auftrag des BUWAL.