

VERMEHRTE STOFFLICHE UND ENERGETISCHE NUTZUNG DER BIOMASSE AUS DEM UNTERHALT VON STRASSENRÄNDERN

SITUATION UND ANSATZPUNKTE IM KANTON BERN

NADINE MEIER, IRMI SEIDL

Das Stimmvolk hat am 21. Mai 2017 einen grossen Umbau des Energiesystems beschlossen. Unter anderem soll die Nutzung von Biomasse steigen. Dazu zählt auch Grünschnitt. Dieser fällt u.a. beim Unterhalt von Naturschutzflächen, Strassenrändern sowie öffentlichen Grünflächen an.

Das theoretische Potenzial Schweizer Biomasse schätzen Thees et al. (2017) auf total 209 PJ¹ Primärenergie pro Jahr, wovon etwa zwei Prozent (4.3 PJ) aus Grüngut von Haushalten und Landschaft stammt (diese Kategorie umfasst auch Strassenschnittgut).

Energiepotential von Strassenbegleitgrün

Zum Strassenschnittgut gibt es unseres Wissens nur die Studie von Müller et al. (2016) zu Menge und Energiepotential des Begleitgrüns entlang der Zürcher Kan-

tonsstrassen. Demnach fallen dort 3'835 Tonnen Frischmaterial an (entspricht rund 8'800 GJ/a Energie). Die Autoren schätzen den Methangehalt von Strassenbegleitgrün auf rund 60 Prozent und gehen folglich von Biogaserträgen von über 150 Nm³/t Frischmaterial aus.

Energetische Nutzung von Strassenbegleitgrün und Naturschutz

Das Schnittgut der Strassenränder stofflich und energetisch zu verwerten, ist aus naturschutzfachlicher Sicht sinnvoll. Einen naturnahen Unterhalt von Strassenrändern hat ein gemeinsames Projekt von Pro Natura Bern und dem Tiefbauamt des Kantons Bern zum Ziel (siehe Känzig (2017) sowie Gnägi (2015/2016; 2017)). Eine Empfehlung ist das Abführen des Schnittguts von den Flächen, um eine „Verfettung“ der mageren Standorte zu verhindern bzw. fette Standorte langfristig auszumagern. Dies senkt auch die Kosten, weil weniger Schnittgut nötig werden (Gnägi 2015/2016).

Zusätzliche Informationen für dieses Projekt erarbeitete eine Masterarbeit (Meier, 2017), auf der der vorliegende Beitrag basiert. Ziel war, die bisherige Unterhalts- und Entsorgungspraxis der Berner Strasseninspektoren zu erheben sowie Potentiale für Optimierungen und Anreize zu identifizieren, damit mehr Strassenbegleitgrün energetisch oder stofflich verwertet wird, anstatt es zu mulchen.

Datenerhebung

Die Berner Strasseninspektoren (11) – unter anderem zuständig für die Strassenrand- und Böschungspflege der Kantonsstrassen – wurden befragt: Neun der zehn adressierten Strasseninspektoren beantworteten den Fragebogen, vier Strasseninspektoren wurden zusätzlich interviewt.

Kantonstrassen und Böschungen im Kanton Bern

Die Berner Kantonstrassen erstrecken sich über 2'100 km (Tiefbauamt des

VALORISATION MATÉRIELLE ET ÉNERGÉTIQUE DE LA BIOMASSE ISSUE DE L'ENTRETIEN DES DÉPENDANCES VERTES

ÉTAT DES LIEUX ET POSSIBILITÉS D'AMÉLIORATION DANS LE CANTON DE BERNE

NADINE MEIER, IRMI SEIDL

La valorisation accrue de la biomasse est l'un des axes de la nouvelle stratégie énergétique approuvée par les Suisses le 21 mai 2017. Elle concerne notamment les déchets de fauche, qui résultent principalement de l'entretien des surfaces naturelles protégées, des bords de route et des espaces verts publics.

Thees et al. (2017) chiffrent le potentiel théorique de la biomasse suisse à 209 PJ¹ d'énergie primaire par an, la part des déchets verts des ménages et de l'agriculture s'établissant à quelque 2 % (4,3 PJ). Les résidus de fauche provenant des talus routiers sont compris dans cette catégorie.

Potentiel énergétique des déchets verts provenant des dépendances routières

À notre connaissance, la question des déchets issus de l'entretien des dépendances routières n'est abordée que dans l'étude

de Müller et al. (2016) relative au volume et au potentiel énergétique des dépendances vertes des routes cantonales zurichoises. Selon cette étude, l'entretien de ces surfaces génère 3835 t de matière fraîche, soit 8800 GJ d'énergie par an. Les auteurs estiment la teneur en méthane des déchets à quelque 60 % et tablent sur des rendements en biogaz de plus de 150 Nm³ par tonne de matière fraîche.

Exploitation énergétique des déchets verts provenant des dépendances routières et protection de la nature

La valorisation matérielle et énergétique des déchets verts provenant des dépendances routières prend tout son sens au regard de la protection de la nature. Pro Natura Berne et l'Office des ponts et chaussées du canton ont réfléchi aux modalités d'une gestion écologique des dépendances vertes dans le cadre d'un projet commun (Känzig 2017 et Gnägi 2015/2016; 2017). Ils recommandent

d'évacuer les déchets de coupe pour éviter d'enrichir les sols maigres et pour appauvrir durablement les prairies grasses. Cette pratique est également moins coûteuse dans la mesure où elle requiert des coupes moins fréquentes (Gnägi 2015/2016).

Un travail de master (Meier 2017), qui a servi de base au présent article, avait pour objectif d'inventorier les pratiques d'entretien et de ramassage des déchets de coupe des Inspections des routes bernoises, et d'identifier des potentiels d'amélioration et des incitations afin de favoriser la valorisation matière ou énergie à la place du mulching.

Récolte des données

Nous avons mené une enquête auprès des onze inspecteurs des routes du canton de Berne, qui sont notamment responsables de l'entretien des dépendances vertes des routes cantonales. Sur les dix inspecteurs contactés, neuf ont répondu

Kantons Bern, 2010; vgl. Karte 1). Unterhalt findet an etwa 20 Prozent der Strassenböschungen statt. Konkret sind im Berner Mittelland nach Schätzungen von Gnägi (2017) rund 30 Prozent der Strassenböschungen durch Infrastrukturbauten besetzt und 50 Prozent werden durch die angrenzenden Landwirte genutzt. Wegen der Fragmentierung der zu unterhaltenden Flächen ist das Strassenbegleitgrün grossräumig zerstreut und fällt in je relativ kleinen Mengen an.

Zusammensetzung der Flächentypen

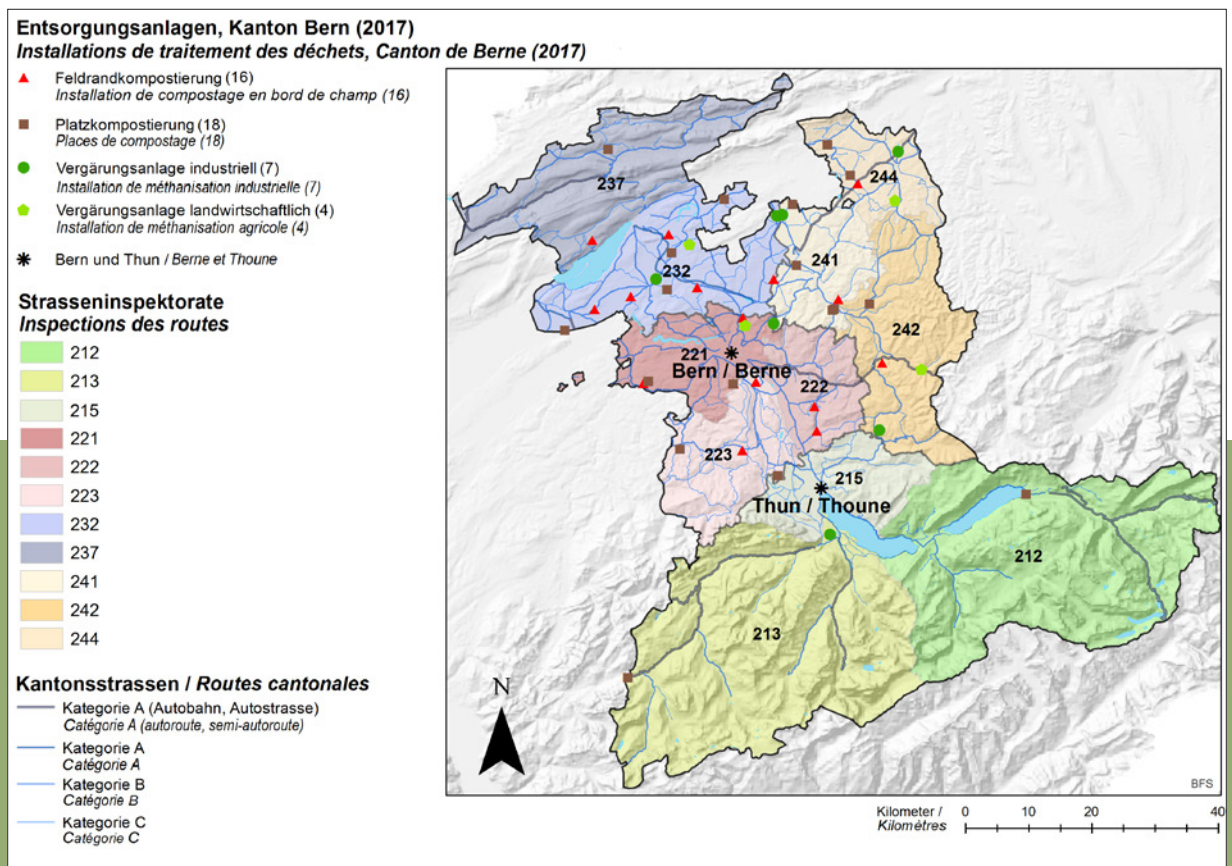
Die Strasseninspektorate schätzen, dass Fettwiesen die Hälfte der zu unterhaltenden Fläche ausmachen, Büsche und Gehölzstreifen ein Viertel, und Magerwiesen, Ruderalflächen sowie Feucht- und Nasswiesen ein weiteres Viertel.

Unterhaltspraxis

Fettwiesen werden in den meisten Strasseninspektoraten zweimal pro Jahr (Mai bis Oktober) geschnitten, Magerwiesen meist nur einmal (Juli bis Oktober). Der

Mähzeitpunkt ist naturschutzfachlich wie auch bezüglich Energieausbeute bei Vergärung relevant (Weiteres dazu unten). Strassenbankette (Intensivbereich; direkt neben der Strasse) werden in der Regel zweimal pro Jahr geschnitten und überwiegend gemulcht (im Schnitt 61 Prozent der Flächen). Die Strassenböschungen (jenseits des Intensivbereichs) werden meist einmal pro Jahr geschnitten und ebenso weitgehend gemulcht.

Karte 1: Die Verwertungsanlagen von Grünschnitt und das Kantonsstrassennetz, Kanton Bern.



Carte 1: La valorisation des déchets de fauche et le réseau des routes cantonales du canton de Berne.

au questionnaire. Quatre ont également participé à un entretien.

Routes cantonales et dépendances vertes dans le canton de Berne

Les routes cantonales bernoises s'étendent sur plus de 2100 km (Office des ponts et chaussées du canton de Berne 2010; cf. carte 1). L'entretien concerne 20 % environ des talus. D'après les estimations de Gnägi (2017) relatives au Plateau bernois, 30 % des talus sont occupés par des infrastructures et 50 % sont utilisés par les exploitations agricoles attenantes. Du fait de la fragmenta-

tion des surfaces à entretenir, les déchets de coupe sont dispersés sur un vaste territoire et assez peu abondants.

Types de surface

Selon les Inspections des routes, les prairies grasses représentent la moitié des surfaces à entretenir, les buissons et bosquets un quart, et les prairies maigres, zones rudérales, prairies humides et zones marécageuses un autre quart.

Pratiques d'entretien

Dans la plupart des Inspections des routes, les prairies grasses sont fauchées

deux fois par an (entre mai et octobre), les prairies maigres une fois (entre juillet et octobre). Le moment de la coupe est un paramètre important pour la protection des espèces et le rendement énergétique de la méthanisation (détails ci-après). Les accotements (zone intensive adjacente à la chaussée) sont le plus souvent tondu deux fois par an, et les déchets habituellement laissés sur place (61 % des surfaces). Les talus (au-delà des accotements) sont tondu en général une fois par an, et le mulching est là aussi prédominant.

Entsorgungspraxis und potentielle Energieerträge

Im Kanton Bern fallen 2'455 Tonnen Schnittgut an, so die in der Befragung genannten Schätzungen und Zahlen: rund 732 Tonnen nicht verholzte Biomasse wie Gras, Blumen, Unkraut und Blätter, rund 373 Tonnen verholzte Biomasse und schliesslich weitere 1'350 Tonnen, die gemulcht werden.

Das gemulchte Schnittgut macht somit 55 Prozent des gesamten Schnittguts aus. Die verbleibenden 45 Prozent werden folgend verwertet: 13 Prozent werden kompostiert und 7 Prozent in Biogasanlagen vergärt. Die verholzte Biomasse wird gehäckselt und in

einer Schnitzelfeuerung verbrannt (13 Prozent) oder im Gartenbau verwendet (1 Prozent). Wenig verschmutztes Schnittgut (5 Prozent) verfüttern Landwirte an ihre Tiere. Stark verschmutztes Schnittgut, vor allem Strassenwischgut, wird in einer KVA verbrannt (4 Prozent). 2 Prozent des Schnittguts werden deponiert.

Der potentielle Energieertrag des gemulchten Schnittguts (1'350 Tonnen) beträgt 3'200 GJ bzw. 862 MWh Strom² (ohne Verluste) (bei Verwertung in einer Biogasanlage). Die bisher verwertete oder entsorgte Biomasse (732 Tonnen) würde einen Energieertrag von 1'680 GJ liefern bzw. liefert einen Teil davon, was 467 MWh

Strom entspricht. Mit der gesamten Energiemenge von 1'329 MWh können rund 330 Einfamilienhäuser ein Jahr lang mit Strom versorgt werden (bei mittlerem Verbrauch, 2 Personen, gemäss Elektrizitätswerke Zürich, 2017).

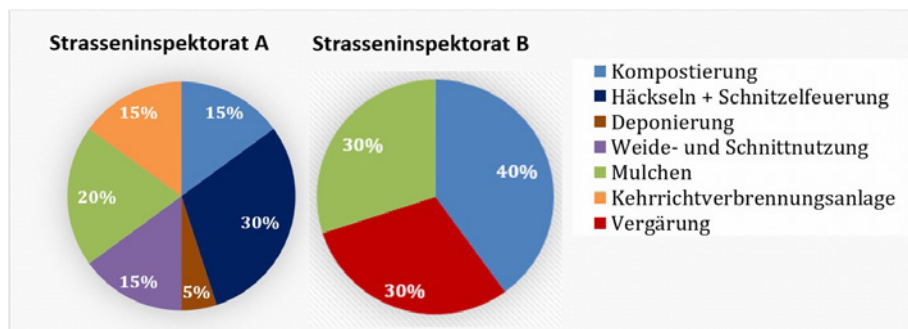
Die Verwertungsprofile der einzelnen Strasseninspektorate unterscheiden sich teilweise erheblich (beispielhaft siehe Graphik 1).

Für das Mulchen der oben genannten 1'350 Tonnen spricht, dass so der logistische, zeitliche und personelle Aufwand, das Schnittgut aufzusammeln, entfällt. Schnittgut der energetischen und/oder stofflichen Verwertung zuzuführen bedeutet höhere Kosten.

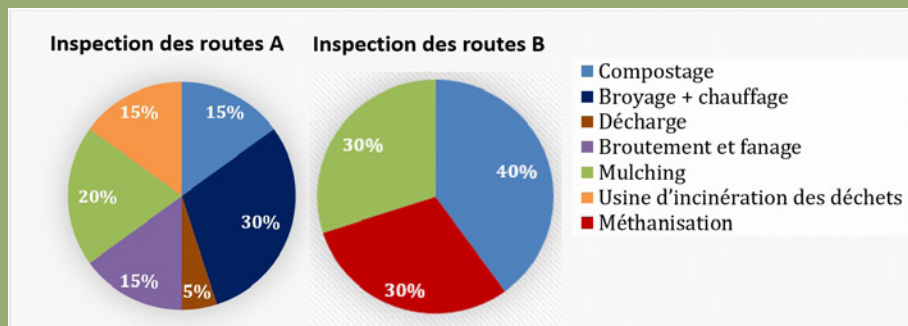
Finanzielle Aspekte der bisherigen Entsorgungspraxis

Die Kosten der Pflege der Berner Kantonsstrassenränder und -böschungen betragen im Jahre 2009 rund 3'000 Franken pro Kilometer. Im Vergleich dazu kosten Unterhalt und Reinigung der Kantonsstrassen rund 8'000 Franken/km und der Winterdienst rund 12'000 Franken/km (Tiefbauamt des Kantons Bern, 2010).

Gemäss Strasseninspektorate stellen das



Graphik 1: Beispiel für unterschiedliche Verwertung des Grünschnitts.



Graphique 1: Différents exemples de valorisation des déchets de fauche.

Pratiques d'élimination et rendements énergétiques potentiels

Selon les chiffres et estimations recueillis dans l'enquête, le canton de Berne produit chaque année 2455 t de déchets de coupe qui se répartissent comme suit: 732 t de biomasse non ligneuse telle que gazon, fleurs, mauvaises herbes et feuilles, 373 t de biomasse ligneuse et 1350 t de résidu mulchés.

La matière mulchée représente ainsi 55 % du total. Sur les 45 % restants, 13 % sont compostés et 7 % traités par biométhanisation. La biomasse ligneuse est déchiquetée puis réutilisée dans le chauffage (13 %) ou l'horticulture (1 %). Les déchets de tonte peu pollués (5 %) servent de

fourrage dans les exploitations agricoles, tandis que les résidus très pollués, notamment les balayures, sont incinérés en usine (4 %). Enfin, 2 % des déchets finissent à la décharge.

Le rendement énergétique potentiel des 1350 t de résidu mulchés s'élève à 3200 GJ ou 862 MWh de courant² (sans pertes) (après biométhanisation). Les 732 t de biomasse collectés pour valorisation ou élimination ont un rendement théorique de 1680 GJ (dont une partie est effectivement dégagée par la biomasse valorisée), soit 467 MWh d'électricité. L'ensemble de l'énergie récupérable, soit 1329 MWh, couvrirait les besoins en électricité de 330 maisons individuelles pendant un an

(foyers de deux personnes, consommation moyenne) (Elektrizitätswerke Zürich 2017). Les pratiques de valorisation des Inspections des routes présentent parfois des différences considérables (exemple graphique 1).

Le mulching des 1350 t a l'avantage d'économiser les moyens logistiques, temporels et humains mobilisés par le ramassage. Le transport des déchets vers des installations de valorisation entraîne des coûts plus élevés.

Aspects financiers de la pratique d'élimination actuelle

Les frais d'entretien des dépendances vertes des routes cantonales bernoises se sont chiffrés en 2009 à quelque 3000 francs/km. À titre de comparaison, l'entretien et le nettoyage des routes cantonales reviennent à 8000 francs/km et le service d'hiver à 12 000 francs/km environ (Office des ponts et chaussées du canton de Berne 2010).

Selon les indications des Inspections des routes, les deux principaux postes de charges sont le personnel et les machines. Les frais de personnel représentent 35 à 84 % des coûts totaux, les frais de machines 13 à 60 %, le transport

Personal und die Maschinen den grössten Kostenblock dar. Die Personalkosten belaufen sich auf 35 bis 84 Prozent der Gesamtkosten, die Maschinenkosten auf 13 bis 60 Prozent. Die Transportkosten betragen 0 bis 15 Prozent der Gesamtkosten und die Entsorgungskosten 0 bis 10 Prozent. Die letzten zwei Kostenkategorien sind deshalb vergleichsweise niedrig, weil bisher nur gut ein Viertel des Schnittgutes energetisch und/oder stofflich verwertet wird (s.o.).

Dass zurzeit nicht mehr Schnittgut energetisch oder stofflich verwertet wird, liegt wesentlich an den als zu hoch wahrgenommenen Entsorgungsgebühren: Eine Tonne Schnittgut zu kompostieren kostet 120 bis 140 Franken, sie zu vergären 135 bis 140 Franken. Bei geringeren Entsorgungsgebühren würden die Strasseninspektoren, so ihre Aussagen, mehr Schnittgut energetisch und/oder stofflich verwerten lassen.

Ansatzpunkte für veränderten Umgang mit Strassenbegleitgrün

Im Folgenden werden Ansatzpunkte vorgeschlagen, wie Strassenrand- und Böschungspflege naturschutzfachlich ver-

bessert und das Schnittgut stofflich und/oder energetisch vermehrt genutzt werden kann. Die Ansatzpunkte betreffen Finanzen/Kosten, Strassenrandpflege sowie Anlagen/Anlagenstandorte.

Finanzen/Kosten

Die Berner Strasseninspektoraten spüren einen grossen Kostendruck, so dass sie ökologische Anliegen nicht in ausreichendem Masse berücksichtigen können. Da bei Personalkosten und Maschinen Effizienzverbesserungen ausgereizt sind, können Kosten ihres Erachtens noch am ehesten im Transport und in der Entsorgung von Schnittgut gesenkt werden.

Die Transportkosten sind für einzelne Strasseninspektorate wegen langer Anfahrtswege zu den Kompostier- und Vergärungsanlagen hoch (für die Verwertungsanlagen [45] siehe Karte 1). Ein dichteres Netz an solchen Anlagen würde es den Strasseninspektoraten erleichtern, so ihre Aussagen in den Interviews, mehr Schnittgut diesen Verwertungen zuzuführen (weiteres dazu im Absatz zu Anlagen/Anlagenstandorte).

Entsorgungsgebühren könnten vielleicht verhandelt werden, wenn die Strassenins-

pektorate den Biogas- und Kompostieranlagen Gärreste/Kompost abnehmen. Oftmals fehlen den Anlagen Absatzmöglichkeiten für einen Teil ihrer Gärreste/Kompost (mündliche Information von Livnat Goldberg, laufende Masterarbeit Uni Zürich).

Die Kosten für einen naturschutzfachlich angemessenen Strassenrand- und Böschungsunterhalt müss(t)en gemäss Verursacherprinzip die StrassennutzerInnen tragen. Doch gemäss einer Studie des Büros Interface sind die Kosten der Berner Kantons- und Gemeindestrassen ohnehin nicht vollständig gedeckt (Matti/Gärtner 2013; Schäfer 2014). Die Lücke betrug 2010 knapp 300 Millionen Franken. Würden die externen Kosten des Verkehrs wie Umwelt-, Gesundheits- und Unfallkosten miteinberechnet, läge das Defizit bei 1'300 Millionen Franken (Schäfer 2014). Dabei sind die ökologischen Qualitätsverluste durch das Liegenlassen von Schnittgut auf den Strassenrändern nicht einberechnet.

Am unzureichenden Entschädigen der Strassennutzung leiden also auch die Strasseninspektorate. Ein Ansatzpunkt ist folglich, von der Verkehrspolitik einzufordern, dass die NutzerInnen der Strassen

0 à 15 % et l'élimination 0 à 10 %. Ces deux dernières catégories pèsent relativement peu car la valorisation matière et/ou énergie ne concerne encore qu'un peu plus d'un quart des déchets de coupe (cf. supra).

Si la valorisation matière et/ou énergie des déchets de coupe est aujourd'hui limitée, c'est essentiellement en raison des taxes d'élimination, considérées comme excessives: le compostage d'une tonne de déchets verts coûte entre 120 et 140 francs, la méthanisation entre 135 et 140 francs. Dans l'hypothèse où ces taxes viendraient à baisser, les inspecteurs des routes se sont dits prêts à diriger davantage de déchets vers les filières de valorisation matière et énergie.

Optimisation de la gestion des déchets verts provenant des dépendances routières

Les paragraphes qui suivent proposent différentes possibilités pour améliorer l'entretien des dépendances routières au regard de la protection de la nature et pour augmenter la proportion de déchets verts valorisés. Les aspects considérés sont le financement et les coûts, l'entretien des espaces, ainsi que le type et l'em-

placement des installations de valorisation (matière et/ou énergie).

Financement/coûts

Les Inspections des routes font état d'une forte pression sur les coûts qui les empêche de tenir suffisamment compte des exigences écologiques. Les gisements d'efficience étant épuisés dans les domaines du personnel et des machines, les inspecteurs identifient les meilleures possibilités de réduction des coûts dans le transport et l'élimination des déchets de fauche.

Pour quelques Inspections, les coûts de transport élevés sont dus à la longueur des trajets menant aux unités de compostage et de méthanisation (45 sites, cf. carte 1). D'après les déclarations des inspecteurs, un réseau d'installations plus dense inciterait à diriger davantage de déchets de coupe vers ces filières de valorisation (détails sous «Type et emplacement des installations»).

Les taxes d'élimination pourraient éventuellement être négociées en échange d'une reprise du digestat ou du compost par les Inspections des routes. En effet, les installations manquent souvent de débouchés pour une partie de ces ex-

trants (information communiquée oralement par Livnat Goldberg, travail de master en cours à l'Université de Zurich).

Le coût d'un entretien conforme aux prescriptions de la protection de la nature devrait être supporté par les usagers de la route en vertu du principe de causalité. Mais les coûts des routes cantonales et communales bernoises ne sont déjà pas couverts dans leur intégralité, comme il ressort d'une étude du bureau Interface (Matti/Gärtner 2013; Schäfer 2014). En 2010, le déficit approchait les 300 millions de francs. Il s'établirait à 1,3 milliard de francs si l'on prenait en compte les coûts externes de la route, parmi lesquels l'environnement, la santé et les accidents (Schäfer 2014). Ce calcul n'inclut pas la perte de qualité écologique causée par l'absence d'exportation des déchets de fauche.

L'indemnisation insuffisante de l'utilisation de la route pénalise donc les inspections des routes. Une option serait d'exiger de la politique des transports qu'elle mette davantage les usagers à contribution ou que les ressources du routier 2010 soient allouées de manière à favoriser un entretien des dépendances vertes adapté aux exigences écologiques.

stärker finanziell belastet oder die Mittel aus dem Strassenfonds 2010 so verteilt werden, dass ein naturschutzfachlich angemessener Strassenunterhalt stattfinden kann.

Strassenrand- und Böschungspflege

Wenn Schnittgut vermehrt energetisch oder stofflich verwertet werden soll, muss die Verwendung des Schlegelmulchers überdacht werden, denn den resultierenden Mulch zu entfernen ist aufwändig und somit teuer. Überdies entstehen durch den Schlegelmulcher Verletzungen der Bodennarbe und damit bevorzugte Keimherde für Unkräuter und invasive Neophyten (Gnägi, 2015/2016).

Bei energetischer Verwertung empfiehlt sich ein Schnitt früh im Jahresverlauf, d.h. bei beginnender Blüte oder nach Ende der Blüte, denn der Erntezeitpunkt bestimmt den Gasertrag. Mit zunehmender Vegetationsdauer nimmt der Anteil an lignifiziertem Kohlenstoff zu bzw. der Gasertrag ab. Allerdings ist ein früher Schnitt nur für ökologisch minderwertige Strassenränder zu empfehlen. Ökologisch wertvolle Strassenböschungen sollten Ende Oktober geschnitten werden, denn bis dahin sind bei-

spielsweise Bienen auf die dortigen Pflanzen angewiesen (Gnägi, 2015/2016).

Anlagen/Anlagenstandorte

Zunächst könnte die geographische Dichte von Feldrand- und Platzkompostieranlagen ausgebaut werden, um das Schnittgut vermehrt ortsnah zu verwerten und somit Transportkosten zu senken. Bei Feldrandkompostieranlagen sind die Gebühren oft etwas günstiger als bei Platzanlagen.

Weiter könnten die langen Transportwege für das Schnittgut durch werkhofeigene Kleinbiogasanlagen nahe der kantonalen Werkhöfe verkürzt werden. Das produzierte Biogas könnte verstromt, Gärreste verkauft werden, vorausgesetzt, die Verunreinigungen bleiben begrenzt. Abwärme könnte die Vergärungsprozesse beschleunigen und/oder in allenfalls Wärmenetze eingespeist werden. Eine weitere Einnahmequelle können CO²-Kompensationszahlungen sein, wenn z.B. das BAFU Emissionsreduktionen bescheinigt.³

Solche Kleinbiogasanlagen vergären Mengen ab 1'000 Tonnen pro Jahr. Doch angesichts der begrenzten Schnittgutmengen von Kantonsstrassen (gemulchte Biomasse rund 1'350 Tonnen, s.o.) bräuchte es

zusätzliche Biomasse, beispielsweise Strassenbegleitgrün und Grünabfälle aus benachbarten Gemeinden oder Produktionsrückstände aus gewerblich-industriellen Betrieben. Dass in Gemeinden durch grössere Mengen Grünschnitt anfallen können, berichtet der Präsident einer Solothurner Gemeinde (rund 3'500 EW): Demnach zahlt die Gemeinde jährlich 100'000 Franken für die thermische Entsorgung von Grünschnitt (mündliche Aussage).

Schluss

Die Strassenrand- und Böschungspflege ist verstärkt an naturschutzfachlichen Kriterien auszurichten. Zentral hierzu ist das Abführen des Schnittguts. Dies findet bisher wegen des engen finanziellen Korsetts der Strasseninspektorate zu wenig statt. Massnahmen wie Aufbau eines dichteren Netzes an Kompostieranlagen oder kleiner standortnaher Biogasanlagen würden Transport- und Entsorgungskosten senken. Ausserdem müssten mehr Mittel aus der Strassenrechnung in einen adäquaten Strassenrand- und Böschungsunterhalt fliessen. Insgesamt gibt es also durchaus Ansatzpunkte, die zu verfolgen eine

Entretien des dépendances vertes

Dans l'optique d'une valorisation accrue des déchets verts, il y a lieu de reconsidérer l'utilisation du mulcheur à fléaux, car le ramassage des chutes d'herbe prend du temps et est par conséquent onéreux. De plus, ces machines entaillent la surface du sol, ce qui crée des foyers de prolifération des mauvaises herbes et des néophytes envahissantes (Gnägi 2015/2016).

En vue d'une valorisation énergétique, la fauche devrait être effectuée tôt dans l'année, au début ou au terme de la floraison, car le moment de la coupe détermine le rendement en biogaz. Plus la période de végétation est longue, plus le taux de carbone lignifié augmente, et donc plus le rendement en biogaz diminue. Cependant, la fauche précoce n'est recommandée que pour les bords de route qui présentent un intérêt écologique restreint. Les talus d'importance écologique certaine doivent être fauchés à la fin octobre car les plantes qui y prospèrent sont indispensables aux abeilles et autres animaux (Gnägi 2015/2016).

Type et emplacement des installations de valorisation

D'abord, la création de nouvelles unités de compostage en bord de champ et de places de compostage autoriserait un traitement de proximité et ainsi une réduction des frais de transport. La taxe prélevée par les installations en bord de champ est souvent inférieure à celle appliquée par les places de compostage.

Ensuite, les trajets pourraient être raccourcis avec l'implantation de petites unités de biométhanisation de proximité rattachées aux centres d'entretien cantonaux. Le biogaz produit pourrait être converti en électricité et le digestat vendu (sous réserve d'un faible taux d'impuretés). La chaleur émise pourrait accélérer les processus de fermentation ou, mieux encore, être injectée dans des réseaux de chaleur. Les paiements de compensation carbone, dans le cas de réduction d'émissions certifiées par l'OFEV p. ex., pourraient constituer une autre source de revenus³.

Les petites installations de biogaz ont une capacité de traitement d'au moins 1000 t par an. Mais compte tenu des quantités limitées de résidus de fauche issus des

dépendances routières cantonales (1350 t de biomasse mulchée, cf. supra), il serait nécessaire d'apporter un complément de biomasse, tel que les déchets verts et les biodéchets de communes voisines ou les déchets de production d'entreprises artisanales et industrielles. Il arrive effectivement que les communes produisent une importante quantité de déchets verts. C'est ce qu'a laissé entendre le président d'une petite ville soleuroise de 3500 habitants, selon lequel l'élimination thermique des déchets de fauche coûtait 100 000 francs par année à sa commune (déclaration orale).

Conclusion

L'entretien des dépendances vertes doit accorder une plus grande place à la protection de la nature. L'élément clé à mettre en œuvre est l'évacuation des résidus de tonte, encore trop rare en raison du corset budgétaire imposé aux Inspections des routes. Des mesures telles que l'élargissement du réseau d'unités de compostage et de stations de méthanisation de proximité auraient pour effet de réduire les coûts liés au transport et à l'élimination. Par ailleurs, l'entretien

Verbesserung hinsichtlich Naturschutz und Nutzung einer erneuerbaren Energiequelle verspricht.

Literaturverzeichnis

- Elektrizitätswerke des Kantons Zürich [2017]. Stromverbrauch vergleichen. Abgerufen am 1. Februar 2018 von <https://www.ekz.ch/de/private/kontaktieren/stromverbrauch.html>.
- Gnägi, C. (2015/2016). Biodiversitätsförderung an Kantonsstrassen durch optimierte Pflege [unveröffentlichter Bericht]. Bericht Pilotprojekt Strasseninspektorat Oberaargau 2015 zuhänden von Roger Schibler, 20. Oktober 2015/Bericht Kartierung SI Oberaargau und Burgdorf 2016 zuhänden von Roger Schibler, 8. Juli 2016.
- Gnägi, C. (21. Juni 2017). Ökologische Grünpflege [Vortrag]. Strassenböschungen effizient pflegen und ihr ökologisches Potenzial nutzen. Praxiskurs an der ZAR in Aarwangen.
- Känzig, U. (2017). Naturgerechte Pflege von Verkehrsbegleitflächen: Es tut sich was... N+L Inside 4/17, S. 37-39.
- Matti D., Gärtner, S. (2013). Strassenrechnung Kanton Bern. Bericht zuhänden Michel Seiler (Mitglied Grosser Rat, Kanton Bern) (unveröffentlicht).
- Meier, N. (2017). Anreize für eine energetische und/oder stoffliche Verwertung von Biomasse aus

- der Strassenrand- und Böschungspflege im Kanton Bern. Masterarbeit an der ETH Zürich.
- Müller, G., Holderegger, R. & Bürgi, M. (2016). Energie aus Landschaftspflegegrün. WSL Berichte, 38, 56 S.
- Schäfer, F. (2014). Ein Loch in der Berner Strassenrechnung. Berner Zeitung Online (26. Februar 2014).
- Thees, O., Burg, V., Erni, M., Bowman, G. & Lemm, R. (2017). Biomassepotenziale der Schweiz für die energetische Nutzung. Ergebnisse des Schweizerischen Energiekompetenzzentrums SCCER BIOSWEET. WSL Berichte, 57, 299 S.
- Tiefbauamt des Kantons Bern (2010). Bericht 2010 – Tiefbauamt des Kantons Bern.

Fusszeile

- ¹ PJ = Petajoule (10^{15} J), GJ = Gigajoule (10^9 J), MJ = Megajoule (10^6 J)
- ² Umrechnungsfaktoren: Hier wird gemäss Müller et al. (2016) mit einem minimalen Biogasertrag von 128 Nm³/t FM gerechnet (Nm³ = Normkubikmeter; FM = Feuchtmasse), mit einem Methangehalt von 50% sowie mit einem Heizwert von Methan von 35.89 MJ/Nm³. Weiter: 1 MJ = 0.278 kWh

- ³ Auf folgender Web-Adresse sind die Anlagen aufgelistet, deren Emissionsreduktionen vom Bafu bestätigt sind: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/klimapolitik/kompensation-von-co2-emissionen/liste-registrierte-kompensationsprojekte/6-2-methanvermeidung-aus-biogenen-abfaellen.html> (1.2.18)

Kontakt

IRMI SEIDL

Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL

Forschungseinheit: Wirtschafts- und Sozialwissenschaften

Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

Tel. 044 739 23 24, Email irmi.seidl@wsl.ch

écologique devrait être financé davantage par le biais du compte routier. Les possibilités ne manquent donc pas pour améliorer la protection de la nature et développer l'exploitation d'une source d'énergie renouvelable.

Bibliographie

- Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (2017). Stromverbrauch vergleichen. <https://www.ekz.ch/de/private/kontaktieren/stromverbrauch.html> (consulté le 1.2.2018).
- Gnägi, C. (2015/2016). Biodiversitätsförderung an Kantonsstrassen durch optimierte Pflege [rapport non paru]. Bericht Pilotprojekt Strasseninspektorat Oberaargau 2015 zuhänden von Roger Schibler, 20.10.2015/Bericht Kartierung SI Oberaargau und Burgdorf 2016 zuhänden von Roger Schibler, 8.7.2016.
- Gnägi, C. (21.6.2017). Ökologische Grünpflege [conférence]. Strassenböschungen effizient pflegen und ihr ökologisches Potenzial nutzen. Praxiskurs an der ZAR in Aarwangen.
- Känzig, U. (2017). Entretien écologique des espaces verts des infrastructures de transport: une initiative prometteuse. N+P Inside 4/17, pp. 37-39.
- Matti D., Gärtner, S. (2013). Strassenrechnung Kanton Bern. Bericht zuhänden Michel Seiler

- (Mitglied Grosser Rat, Kanton Bern) [non paru].
- Meier, N. (2017). Anreize für eine energetische und/oder stoffliche Verwertung von Biomasse aus der Strassenrand- und Böschungspflege im Kanton Bern. Travail de master à l'EPF Zurich.
- Müller, G., Holderegger, R. & Bürgi, M. (2016). Energie aus Landschaftspflegegrün. WSL Berichte, 38, 56 p.
- Schäfer, F. (2014). Ein Loch in der Berner Strassenrechnung. Berner Zeitung Online (26.2.2014).
- Thees, O., Burg, V., Erni, M., Bowman, G. & Lemm, R. (2017). Biomassepotenziale der Schweiz für die energetische Nutzung. Ergebnisse des Schweizerischen Energiekompetenzzentrums SCCER BIOSWEET. WSL Berichte, 57, 299 p.
- Office des ponts et chaussées du canton de Berne (2010). Rapport 2010 – Office des ponts et chaussées du canton de Berne.

Notes

- ¹ PJ = pétajoule (10¹⁵ J), GJ = gigajoule (10⁹ J), MJ = mégajoule (10⁶ J)
- ² Facteurs de conversion: nous repreneons ici les valeurs avancées par Müller et al. (2016), à savoir un rendement minimal en biogaz de 128 Nm³/t MH [Nm³ = normo mètre cube, MH =

masse humide], une teneur en méthane de 50 % et un pouvoir calorifique du méthane de 35,89 MJ/Nm³. Pour mémoire, 1 MJ = 0,278 kWh.

- ³ Liste des installations dont les projets de réduction des émissions ont été vérifiés par l'OFEV : <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/climat/info-specialistes/politique-climatique/compensation-des-emissions-de-co2/liste-des-projets-de-compensation-enregistres/6-2-evitement-des-emissions-de-methane-provenant-de-biodechets.html> (consulté le 1.2.2018)

Interlocutrice

IRMI SEIDL

Institut fédéral de recherches WSL

Unité de recherche: Sciences économiques et sociales

Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

tél. 044 739 23 24, courriel irmi.seidl@wsl.ch