

Arbeitszeitbedarf für die Bewirtschaftung naturnaher Lebensräume

Thomas Stehle, Matthias Schick, Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8356 Ettenhausen,
thomas.stehle@art.admin.ch

Zusammenfassung

In der Schweiz, mit ihrer topografisch vielfältigen Struktur sind viele verschiedenartige Landschaftselemente und spezifische ökologische Lebensräume anzutreffen. Über den Erhalt dieser vielseitigen und stark unterschiedlichen Lebensräume besteht ein breiter politischer und gesamtgesellschaftlicher Konsens.

Bei einigen schützenswerten Flächen stehen Aufwand und Ertrag in keinem wirtschaftlichen Verhältnis. Solche Flächen fallen in vielen Fällen aus der Bewirtschaftung des Betriebes. Aus diesem Grund wurden verschiedene Schutz- und Förderinstrumente geschaffen. Eines dieser Instrumente sind Ausgleichszahlungen (Ökologischer Ausgleich (ÖA)) mit der die Bewirtschafter für Mehraufwand und Mindererträge entschädigt werden.

Es werden arbeitswirtschaftliche Daten benötigt anhand derer einerseits die Höhe der ÖA ausgerichtet werden kann. Andererseits stellen die arbeitswirtschaftliche Daten sowohl für die landwirtschaftliche Beratung als auch für die Landwirte eine Möglichkeit dar, Optimierungspotentiale zu erkennen und umzusetzen. Die Erhebung dieser Daten unter Praxisbedingungen erweist sich allerdings oft als schwierig. Hier werden die Parameter und die Probleme bei der Erhebung aufgezeigt.

Anhand von vier ausgewählten Arbeitsverfahren (Mähen, Bearbeiten, Schwaden und Bergen) werden die Unterschiede zwischen den verschiedenen Mechanisierungen aufgezeigt. Ausserdem werden Vorschläge zur Optimierung der Datenerhebung dargestellt.

Ausgangslage und Problemstellung

In der topografisch vielfältig strukturierten Schweiz gibt es viele verschiedenartige Landschaftselemente mit jeweils spezifischen ökologischen Eigenheiten. Hinter dieser Vielzahl an ökologischen Landschaftselementen stehen verschiedene Lebensraumtypen und Lebensräume. Mit einer Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion und dem Rückzug der Landwirtschaft von Flächen, auf denen nicht rentabel produziert werden kann, sind diese als Lebensräume gefährdet. Typische Pflanzen- und Tierarten werden dadurch in ihrer Existenz bedroht. Dies kann auch zu einer nachhaltigen Veränderung des Landschaftsbildes führen und somit die Attraktivität der von Touristen frequentierten Gebiete massiv beeinträchtigen.

Gesamtgesellschaftlich besteht der Konsens, solche Lebensräume und Landschaftstypen zu erhalten. Dies äussert sich in Form verschiedener Programme. In der Schweiz gibt es unter anderem Ausgleichszahlungen (Ökologischer Ausgleich (ÖA)) für Ausgleichsflächen (ÖAF) nach der Öko-Qualitätsverordnung (ÖQV). Mit den Geldern aus dem ÖA sollen Mehraufwand und Mindererträge abgegolten werden.

Es werden arbeitswirtschaftliche Daten benötigt anhand derer einerseits die Höhe der ÖA ausgerichtet werden kann. Andererseits stellen die arbeitswirtschaftliche Daten sowohl für die landwirtschaftliche Beratung als auch für die Landwirte eine Möglichkeit dar, Optimierungspotentiale zu erkennen und umzusetzen.

Eine exakte Erfassung der Zeiten und der verschiedenen Einflussgrößen vor Ort ist eine Grundvoraussetzung für eine korrekte Auswertung und Berechnung der arbeitswirtschaftlichen Kennzahlen bzw. der Erstellung eines Arbeitsvoranschlags. Dies gestaltet sich bei qualitativen Einflussgrößen als besonders schwierig. Die Signifikanz der erfassten Einflussgrößen wird über eine mehrfache abbauende Regressionsrechnung ermittelt.

Einflussgrößen

Hangneigung

Die Hangneigung stellt eine der wichtigsten Einflussgrößen dar. Von der Hangneigung ist unter anderem abhängig, welche Maschinen zur Bewirtschaftung einer Fläche eingesetzt werden können. Die Unterschiede sind in der Schweiz sehr deutlich zu erkennen. In grossen Teilen des Talgebietes werden hauptsächlich Traktoren mit ihren Anbaugeräten in der Bewirtschaftung des Graslandes eingesetzt. In der Hügelzone und dem Berggebiet kommen hauptsächlich Zweiachsmäher (ZA), Transporter und Motormäher zum Einsatz. Bis zu welcher Hangneigung eine Maschine eingesetzt wird, ist von Betrieb zu Betrieb unterschiedlich. Die durchgeführten Messungen ergeben, dass in den meisten Fällen Schlepper bis zu einer Hangneigung von ca. 35 % eingesetzt werden. In Hanglagen zwischen 35 % und 60 % wird hauptsächlich mit dem ZA gearbeitet. Bei Flächen über 60 % Hangneigung wird überwiegend mit dem Motormäher oder der Sense gearbeitet. Eine genaue Einteilung gestaltet sich schwierig, da auf einigen Flächen aufgrund der unterschiedlichen Hangneigungen zwei verschiedene Systeme zur Anwendung kommen.

Die Hangneigung wirkt sich auch erheblich auf die (effektive) Arbeitsbreite aus. Dies geschieht einerseits durch bauartbedingte geringere theoretische Arbeitsbreiten. Hinzu kommt die verringerte Arbeitsgeschwindigkeit in Hanglagen. Beim Einsatz des Motormähers und bei Sensearbeiten ist die Arbeitssicherheit zu beachten.

Hindernisse

Hindernisse wirken sich ebenfalls sehr auf die benötigte Arbeitszeit aus. Hier gibt es zwei Einflussgrößen, welche eine massgebliche Rolle spielen. Das Umfahren oder eventuell zusätzliche Rangieren erhöht den Arbeitszeitbedarf einer Fläche. Zudem kann ein zusätzlicher Einsatz von Handarbeit den Arbeitszeitbedarf erhöhen.

Grösse und Form der Parzelle

Die Fläche und die Form der Parzelle spielt eine wesentliche Rolle. Die Gesamtfläche der Parzelle ist relativ einfach zu erfassen. Die korrekte Erfassung der Form einer Parzelle stellt hier ein wesentlich grösseres Problem dar. Diesem Problem wird in der hier zu Grunde liegenden Erfassung mit der Aufnahme der nötigen Wendemanöver Rechnung getragen. Hier wurde die Zeit für das Wendemanöver und die Art des Wendemanövers erfasst. Die Wendemanöver werden in Wenden 90°, Wenden 180° und Rangieren unterschieden. Zusätzlich wurde eine Skizze der Fläche angefertigt.

Art und Häufigkeit der Nutzung

Die Art und Häufigkeit der Pflegemassnahmen sind wesentlich. So hat jeder Wiesentyp sowie jeder Landschaftstyp traditionell eine angepasste Nutzung. Über- und Unternutzungen führen zu einer Veränderung des Artenspektrums (Artenverarmung) und somit auch zur Veränderung der Biodiversität.

Diese angepasste Nutzung wirkt sich auf die Arbeitserledigung aus. In der Betrachtung eines Jahres ist es nicht unerheblich, ob eine Fläche beispielsweise ein oder zwei Mal genutzt wird. Des Weiteren spielt die Art der Nutzung eine Rolle. Artenarme Fettwiesen mit

hohem Ertrag werden oft mit rotierenden Geräten (Kreiselmäherwerk) mit hoher Schlagkraft bewirtschaftet. Magerwiesen mit hohem ökologischem Potential werden meist mit exakt schneidenden Geräten (Messerbalken und Doppelmesserbalken) bewirtschaftet.

Methode, Vorgehensweise und Datenerfassung

Ausgangspunkt der hier vorliegenden Arbeit war eine grundlegende Sichtung der bestehenden Literatur. Auffällig war, dass etliches zu Bergmechanisierung und Betriebsorganisation in Bergebiet, aber kaum arbeitswirtschaftliche Kennzahlen zu finden waren. Die hier zugrunde liegenden Ergebnisse wurden nach dem Schema von Schick M. verändert nach Auernhammer H. (siehe Abbildung 1) gewonnen.



Abbildung 1: Vorgehensweise bei der Erstellung von Arbeitszeitstudien (Quelle: Schick, M. (2006))

Die Untersuchungsbetriebe (n = 14) wurden zufällig ausgewählt. Die in Frage kommenden Arbeitsverfahren leiten sich aus den pflegefähigen Landschaftselementen ab. Diese wurden wie folgt festgelegt: Mähen, Bearbeiten, Schwaden und Bergen. Die dieser Arbeit zu Grunde liegenden Daten wurden mit einer kausalen Methode erfasst und entsprechen so einer „Kausalen Gliederung der Arbeitszeit“. D.h. die Arbeitsverfahren wurden konsequent in Arbeitselemente unterteilt und die Zeiten erfasst. Die Einteilung ist Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1: Einteilung der Arbeitsablaufabschnitte von Schick M. verändert nach REFA

Kürzel	Zeitart
t _H	Hauptzeit (z.B. Ausführungszeit Mähen)
t _N	Nebenzeit (z.B. Befüllen)
t _S	Störzeit/Verlustzeit (z.B. Störungen beheben)
t _{RF}	Rüstzeit Feld (z.B. auf Arbeit vorbereiten/nachbereiten, Einstellen)
t _{RH}	Rüstzeit Hof (z.B. Anhängen, Abhängen)
t _W	Wegzeit (z.B. Transport)

So wurde beispielsweise das Arbeitsverfahren Mähen in verschiedene Arbeitsablaufabschnitte wie „Mähen von Gras mit Motormäher“, „Wenden mit Motormäher“, „Motormäher vorbereiten“, „Motormäher starten“, „Motormäher periodisch gründlich reinigen“ usw. unterteilt. Ebenfalls erfasst wurden Verlustzeiten wie „Telefonat“ bzw. „Privatgespräch“, „Maschinenstörung“ oder „Pausen“. Arbeitsunterbrechungen die nicht im Zusammenhang mit der zu erledigenden Arbeit standen wie beispielsweise Privatgespräche wurden in den später folgenden Berechnungen nicht berücksichtigt. Nach der REFA-Methode ist der Mensch und seine Arbeit begrenzender Faktor. Deshalb steht dieser im Mittelpunkt der Gliederung der Arbeitsablaufabschnitte in Zeitarten (siehe Tabelle 1). Die Arbeitszeit für ein

Arbeitsverfahren ist die Summe aller Zeiten der Arbeitsablaufabschnitte und errechnet sich daher mit der Formel:

$$\text{Arbeitszeit (t)} = t_H + t_N + t_S + t_{RF} + t_{RH} + t_W$$

Die Datenerhebung erfolgte in Form einer Arbeitsbeobachtung. Die Ist-Zeiten jedes Arbeitselements wurden mittels Pocket-PC (Dell Axim X50) erfasst. Es enthält ein Mikrofon welches es ermöglicht das Gerät als Diktiergerät zu verwenden um so kurze Situationsbeschreibungen in gesprochener Form als Audiodatei zu sichern. Als Betriebssystem dient Microsoft Windows Mobil™ Version 5. Zur Aufnahme der Daten diente die Software „ORTIM b3“ Version 1.05. Mit dieser Software ist es möglich, Zeiten zu erfassen und sie direkt dem entsprechenden Arbeitsablaufabschnitt zuzuordnen. Zudem ist es möglich, Arbeitsablaufschritte als zyklisch oder nicht-zyklisch zu definieren.

Strecken wurden, je nach Art, auf unterschiedliche Weise während oder nach der Arbeitsbeobachtung erfasst. Bei Weg- und Fahrstrecken wurde ein mechanisches Laufrad mit einer Messgenauigkeit von 10 cm eingesetzt. Die Parzellenlänge und –breite wurde bei annähernd rechteckiger oder quadratischer Form bzw. dem entsprechend unterteilten Teilflächen gemessen.

Zudem kam das GPS-Gerät Garmin Gpsmap 60 CS zum Einsatz. Es weist ohne Korrektursignal eine Genauigkeit von 5 - 7 m auf und beinhaltet eine Funktion zur Berechnung von Flächen. Dieses Gerät kam auf Grund der relativ hohen Ungenauigkeit nur teilweise bei der Erfassung grösserer Flächen und bei längeren Fusswegen zum Einsatz.

Die Hangneigung wurde mit einem „Suunto Taschengefällsmesser PM-5/360 PC“ erfasst. Es handelt sich hier um ein manuelles Messinstrument welches nur mit einer Hand zu bedienen ist. Es weist einen skalierten Messbereich von 0 bis +/- 90° Steigungswinkel und 0 bis +/- 150 % Hangneigung auf.

Weiterhin kam das Gerät „MDL LaserAce 300“, ein Trigonometrischer Laser, zum Einsatz. Mit Hilfe des MDL LaserAce 300 ist es unter anderem möglich Entfernungen, Flächen und Neigungswinkel zu bestimmen. Er hat einen Arbeitsbereich von 300 m (mit Reflektor 5 km), eine Genauigkeit von 10 cm und eine Auflösung von 1 cm. Dieses Gerät kam zur Bestimmung von Flächen und direkten Entfernungen zum Einsatz.

Die Erfassung der Daten wird durch Ungenauigkeiten beeinflusst. Dabei gibt es zwei unterschiedliche Ursachen. Ein Faktor ist einerseits die Messperson, die die Daten erfasst. Andererseits gibt es technische Fehlerquellen. Viele Daten lassen sich nicht oder nur sehr schwer automatisch erfassen. Letztendlich muss eine Person immer ein Gerät bedienen, einstellen, ablesen usw. Hier können, wie in anderen Bereichen auch, Fehler durch Ermüdung, Konzentrationsschwäche, Ablenkung oder Ähnliches auftreten. Vor allem bei monotonen, sich immer wieder wiederholenden Vorgängen, verringern sich die Reaktionszeiten. Dies kann sich bei Zeitmessungen unter Umständen auf das Ergebnis auswirken.

Der Einsatz elektronischer Hilfsmittel kann zu einer Minderung der Fehler führen. Die Abschattung der Satelliten durch Bäume, Sträucher, Berge etc. stellt hier ein Problem dar. Auch klimatisch bedingte unterschiedliche Signallaufzeiten können die Positionsbestimmung beeinträchtigen.

Im Falle einer mechanischen Flächenerfassung mit Hilfe eines mechanischen Laufrades, kann die exakte Fläche nur bedingt gemessen werden. Hier fließen Bodenunebenheiten mit in die Strecke ein und die Geometrie der Flächen entspricht nur selten gebräuchlichen Vielecken. Ausserdem wirkt sich der Schlupf auf die gemessene Strecke aus. Im Vergleich

der Veränderung durch Schlupf und Bodenunebenheiten ist die Beeinflussung durch den Schlupf so gering, dass dieser zu vernachlässigen ist.

Der Einsatz eines Trigonometrischer Laser birgt ebenfalls Potential für Ungenauigkeiten. Das optimale Messergebnis ist mit einem Einfallswinkel von 90° am Messpunkt zu erzielen. Dies ist ohne Reflektor im Gelände nur selten zu realisieren.

Die Auswertung der Daten erfolgte mit der Software „ORTIMzeit“ Version 4. Das Programm ermöglicht eine detaillierte Zusammenfassung der einzelnen Arbeitsablaufabschnitte. Unter anderem wird die durchschnittliche Arbeitszeit aller erfassten Messpunkte des Arbeitsablaufabschnitts pro Bezugsmenge oder Zyklus ausgegeben. Mit den Ergebnissen der verschiedenen Messungen wurden Planzeiten erstellt. Sie dienen innerhalb eines Berechnungsmodells zur Kalkulation des Arbeitszeitbedarfes. Um die Gefahr einer Verfälschung durch Ausreisser bei der Berechnung der Planzeiten zu vermeiden, wurden die erfassten Ist-Zeiten statistisch untersucht. Dies wurde mit Hilfe des Tabellenkalkulationsprogramms Excel durchgeführt. Untersucht wurden arithmetisches Mittel, Median/Zentralwert, der Min-/Maximalwert, Standardabweichung, Varianz und Variationskoeffizient. Der Mittelwert der Erfassten Ist-Zeiten eines Arbeitsablaufabschnitts ergibt die Planzeit.

Um die gewonnen Daten bzw. Planzeiten für die Berechnung des Arbeitszeitbedarfes nutzen zu können, benötigt man ein Modell, das die einzelnen Arbeitsablaufschritte logisch verknüpft. Für diese Arbeit wird das Modellkalkulationssystem PROOF verwendet. Dieses wird in der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon entwickelt. Mit diesem ist es möglich, unabhängig von einem landwirtschaftlichen Betrieb bzw. eines Produktionsverfahrens den zu erwartenden Zeitbedarf des eingesetzten Arbeitsverfahrens zu ermitteln.

Ergebnisse

Mähen

Die einzelnen Mähverfahren weisen starke Unterschiede im Bezug auf den Arbeitszeitbedarf (AKh/ha) auf.

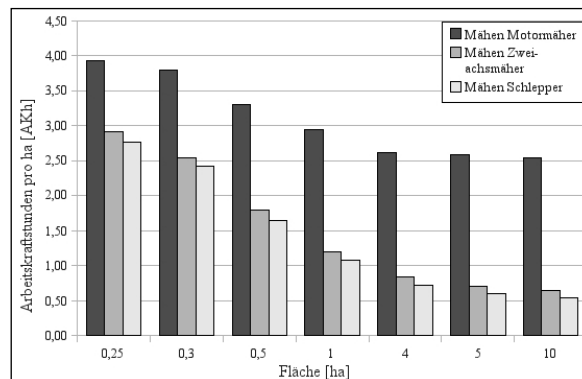


Abbildung 2: Vergleich der Arbeitskraftstunden zwischen den Verfahren Motormäher, Zweiachsmäher und Schlepper

Abbildung 2 zeigt die Entwicklung des Arbeitszeitbedarfes je Hektar (AKh/ha) bei steigender Bewirtschaftungsfläche und in Abhängigkeit der eingesetzten Mähetechnik. Das Mähen mit dem Motormäher (Arbeitsbreite: 1,8 m) benötigt bei einer Fläche von 0,25 ha 3,94 AKh im Gegensatz zu 2,91 AKh zum Mähen mit dem ZA (Arbeitsbreite: 2,2 m) und 2,77 AKh zum Mähen mit dem Schlepper (Arbeitsbreite: 2,7 m). Die Fahrgeschwindigkeit betrug beim Motormäher 3,2 km/h und beim ZA und Traktor jeweils 9,5 km/h. Mit steigender Bewirtschaftungsfläche sinkt der Arbeitszeitbedarf je Hektar mit allen Mechanisierungen.

Bearbeiten

Die drei Verfahren für die Bearbeitung des Mähgutes weisen unterschiedliche Arbeitszeitbedarfswerte auf (siehe Abbildung 3).

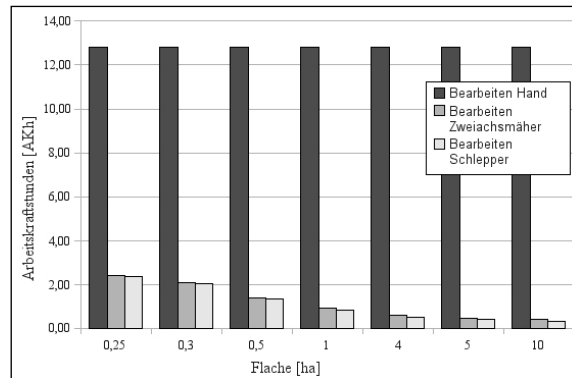


Abbildung 3: Arbeitszeitbedarf je Hektar der einzelnen Bearbeitungsverfahren (Arbeitsbreite: ZA = 5 m, Schlepper 6,5 m)

In Abbildung 3 ist die Entwicklung des Arbeitszeitbedarfes in AKh/ha bei zunehmender Bewirtschaftungsfläche nach Art der Bearbeitung dargestellt. Der Arbeitszeitbedarf je ha bei der Bearbeitung von Hand ist mit 12,83 AKh/ha konstant und verläuft somit parallel zur Abszisse. Bei der Bearbeitung mit dem ZA (Arbeitsbreite: 5 m) beträgt der Arbeitszeitbedarf pro ha 2,42 AKh/ha bei einer Fläche von 0,25 ha. Der Arbeitszeitbedarfes des mit der Schleppermechanisierung (Arbeitsbreite: 6,5 m) beträgt bei 0,25 ha 2,33 AKh/ha. Die Fahrgeschwindigkeit betrug bei ZA und Schlepper 6,5 km/h.

Schwaden

Abbildung 4 zeigt die Entwicklung des Arbeitszeitbedarfes in AKh/ha bei steigender Bewirtschaftungsfläche für das Schwaden mit dem ZA und dem Schlepper. Beim Schwaden mit dem ZA beträgt der Arbeitszeitbedarf 2,49 AKh/ha bei einer Fläche von 0,25 ha.

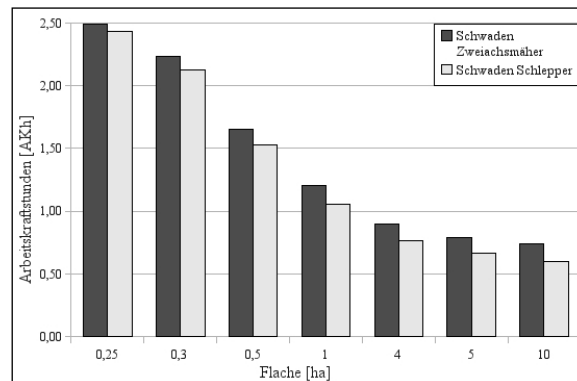


Abbildung 4: Arbeitszeitbedarf je Hektar der einzelnen Varianten Schwaden

Der Arbeitszeitbedarf des Schlepper beträgt 2,43 AKh/ha bei 0,25 ha. Die Fahrgeschwindigkeit betrug wie beim Bearbeiten 6,5 km/h. Der Arbeitszeitbedarf je ha bei der Bearbeitung von Hand ist mit 32,5 AKh/ha konstant und verläuft somit parallel zur Abszisse und wurde nicht in die Abbildung 4 aufgenommen.

Bergen

Das Bergen beinhaltet, zusätzlich zu der gängigen Definition, auch den Strassentransport von Feld zum Hof, allerdings ohne Einlagern.

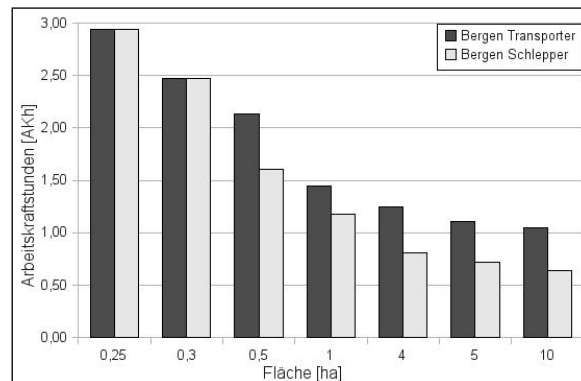


Abbildung 5: Erforderlicher Arbeitszeitbedarf pro Hektar (in AKh/ha) der Varianten des Bergen

Abbildung 5 zeigt die Entwicklung Arbeitszeitbedarfs bei steigender Bewirtschaftungsfläche nach Art der Bergetechnik. Auf der Abszisse ist die Flächengröße in ha abgebildet und auf der Ordinate die benötigten Arbeitszeitbedarfswerte. Auffällig ist, dass beide Bergeverfahren bei kleinen Einsatzflächen denselben Arbeitszeitbedarf pro Fläche ergeben. Erst ab einer Fläche von 0,5 ha wird der Unterschied deutlich. Beide Bergeverfahren benötigen für 0,25 ha 2,94 AKh/ha und für 0,3 ha 2,48 AKh/ha. Für das Bergen mit dem Transporter wird für 0,5 ha 2,14 AKh/ha benötigt. Für das Bergen mit dem Schlepper werden bei 0,5 ha 1,6 AKh/ha benötigt. Das Ladevolumen des Transporters mit Aufbau-ladegerät betrug 13 m^3 und des Ladewagens 25 m^3 .

Schlussfolgerungen

Die Bewirtschaftung von ÖAF wird auch in Zukunft unterschiedliche Mechanisierungen und zusätzliche Arbeitsverfahren erfordern. Um arbeitswirtschaftliche Daten zu erheben ist die Arbeitsbeobachtung eine geeignete Methode. Um potentielle Fehler bzw. Ungenauigkeiten auszuschliessen bzw. weiter zu reduzieren erscheint der Einsatz von zusätzlicher Technik sinnvoll. So wäre der Einsatz der von DGPS bzw. eines Zweifrequenz DGPS mit einer Verbesserung der Genauigkeit auf 1 - 2 m bzw. 0,1 - 0,5 m eine sinnvolle Optimierung. Mit dem Einsatz dieser Technik direkt am Arbeitsgerät können Wegstrecken genau und in Echtzeit erfasst werden.

Der Einsatz einer (Hochgeschwindigkeits-) Kamera mit entsprechender Software für Analysen und Auswertungen erscheint ebenfalls wünschenswert. Diese kann im Nachhinein zur Klärung des einen oder anderen Messpunktes beitragen und so die Zahl der nicht verwendbaren Messpunkte deutlich verringern helfen. Zudem liesse sich, in Kombination mit der DGPS-Technik am Arbeitsgerät, Position, Arbeitselement und Situation einwandfrei klären.

Der Einsatz moderner Techniken kann die Verwendung manueller Messinstrumente wie mechanisches Laufrad, Gefällsmesser oder Stoppuhr nicht ersetzen, da diese für die Gegenprüfung unabdingbar sind. Allerdings ermöglichen sie eine höhere Präzision und weitere Analysen.

Literatur

Schick, M. (2006): Dynamische Modellierung landwirtschaftlicher Arbeit unter besonderer Berücksichtigung der Arbeitsplanung. Habilitationsschrift. Universität Hohenheim.

Stehle, T. (2009): Arbeitszeitbedarf von Öko-Ausgleichsflächen. Diplomarbeit. Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen.

REFA (1973): Methodenlehre des Arbeitsstudiums Teil 1, Grundlagen. Methodenlehre des Arbeitsstudiums. Carl Hanser Verlag, München.

Schmid W., Bolzern H., und Guyer C. (2007): Mähwiesen – Ökologie und Bewirtschaftung: Flora, Fauna und Bewirtschaftung am Beispiel von elf Luzerner Mähwiesen. Lehrmittelverlag des Kantons Luzern, Littau.

Hüter J., Klopfer F. und Klöble U. (2005): Elektronik, Satelliten und Co. KTBL-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag, Münster.