

## Arbeitswirtschaftliche Kennzahlen zum Getreideanbau

### Von der Bodenbearbeitung bis zum Management

Matthias Schick und Ruedi Stark, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), CH-8356 Ettenhausen

Der Getreideanbau in der Schweiz ist durch relativ kleine Strukturen und den Einsatz zunehmend leistungsfähiger Arbeitsverfahren gekennzeichnet. Erntetätigkeiten werden vorwiegend überbetrieblich durch Lohnunternehmer ausgeführt. Neben konventionellen Anbauverfahren mit Pflug, zapfwellengetriebenen Eggen und Sämaschinen stehen vermehrt auch Direktsaatverfahren ohne vorgängige Bodenbearbeitung zur Verfügung.

Der Arbeitszeitbedarf für den Getreideanbau variiert in Abhängigkeit von verschiedensten Einflussgrößen zwischen 12 und 27 Arbeitskraftstunden (AKh) je ha und Jahr. Die wichtigsten Einflussgrößen sind dabei die Parzellengröße, die Arbeitsbreiten der jeweiligen Mechanisierungsverfahren und die Anbautechnik. Auch die Anbauintensität spielt eine wesentliche Rolle. Mit jedem eingesparten Durchgang beim Düngen oder beim Pflanzenschutz wird gleichzeitig auch Arbeitszeit

reduziert. Neben dem Rückgang des Arbeitszeitbedarfes für die direkt produktionsbezogenen Tätigkeiten ist aber gleichzeitig ein Anstieg bei den Managementtätigkeiten (Planung, Ein- und Verkauf, Aufzeichnungen und Kontrollen) zu beobachten. Der Arbeitszeitbedarf hierfür unterliegt betriebsindividuell grossen Schwankungen und beträgt zwischen 5 und 25 AKh je ha und Jahr.

#### Problemstellung, Zielsetzung und methodisches Vorgehen

Die Angaben über den Arbeitszeitbedarf der verschiedenen Anbauverfahren für Getreide unter schweizerischen Bedingungen sind zum grossen Teil nicht mehr zeitgemäss. Für neuere, schlagkräftigere Verfahren fehlen teilweise aktuelle Datengrundlagen. Ziel dieser Untersu-

Inhalt	Seite
Problemstellung, Zielsetzung und methodisches Vorgehen	1
Arbeitsabläufe bei Getreideanbauverfahren	2
Grundlagen für die Berechnung des Arbeitsbedarfes	2
Bodenbearbeitung	3
Saatbeetbereitung und Saat	4
Düngung und Pflege	5
Körnerernte und -transport	5
Strohernte und -transport	6
Management	8
Vergleich der Verfahren	8
Schlussfolgerungen	11
Literatur	11



Abb. 1: Mit unterschiedlichen Verfahren zur Bodenbearbeitung und Saat (Pflug, Bestellkombination, Direktsaat) kann durch verzicht auf Bearbeitungsgänge Arbeitszeit eingespart werden.

chung ist es, das vorhandene arbeitswirtschaftliche Datenmaterial zum Getreideanbau zu aktualisieren und insbesondere auch arbeitswirtschaftliche Kennzahlen für leistungsfähige und überbetriebliche Verfahren bereitzustellen.

Die Erfassung der arbeitswirtschaftlichen Kennzahlen zu den verschiedensten Verfahren erfolgt in Form von Arbeitszeitmessungen auf der Elementstufe. Zur Erfassung der wesentlichen Einflussgrößen «Parzellengröße», «Feld-Hof-Entfernung» und «Fahrtgeschwindigkeiten» werden DGPS-Geräte (MultiNav 3000; Garmin) eingesetzt. Das statistisch ausgewertete Datenmaterial wird in Form von abgesicherten Planzeiten abgelegt und für Modellkalkulationen in Einzelmodulen bereitgestellt. Für jedes interessierende Arbeitsverfahren (zum Beispiel «Pflügen», «Säen», usw.) zum Getreideanbau wurden arbeitswirtschaftliche Modelle auf der Grundlage eines Modellkalkulationssystems erstellt. Darin sind die Planzeiten für jedes Arbeitsverfahren mit den darauf einwirkenden variablen Einflussgrößen verknüpft, um Aussagen über Arbeitszeitbedarf, Arbeitsleistungen und Verfahrensleistungen bei unterschiedlichen Bedingungen zu erhalten. Im Anschluss an die Modellkalkulation auf der Ebene der Arbeitsverfahren erfolgt eine Kombination der verschiedenen Arbeitsverfahren zu interessierenden Produktionsverfahren im Getreideanbau. Darin sind zum Beispiel verschiedene Anbauintensitäten oder auch verschiedene Mechanisierungsstufen enthalten.

### Arbeitsabläufe bei Getreideanbauverfahren

Beim Getreideanbau werden grundsätzlich folgende Arbeitsabläufe unterschieden: Bodenbearbeitung, Saatbeetbereitung und Saat, Düngung und Pflege, Ernte sowie Management. Dabei sind verschiedene Arbeitsabläufe kombinierbar oder können entfallen (Abb. 1). Ziel aller Arbeitsabläufe ist immer ein rationeller und verlustarmer Verfahrensablauf von der Grundbodenbearbeitung bis zum Getreidetransport.

Zur Abklärung des Gesamtarbeitszeitbedarfes für verschiedene Getreideanbauverfahren sind neben den direkt produktionsbezogenen Tätigkeiten auch die Managementtätigkeiten zu berücksichtigen. Diese Tätigkeiten setzen sich wiederum aus der Planung, Kontrolle, Aufzeichnung sowie im Einkauf und Verkauf zusammen.

### Grundlagen für die Berechnung des Arbeitszeitbedarfes

Der Arbeitszeitbedarf für alle nachfolgend beschriebenen Arbeitsverfahren wird in einzelne Zeitanteile unterteilt. Dies sind «Hauptzeiten», «Nebenzeiten», «Rüstzeiten», «Wegzeiten» und «Stör- bzw. Verlustzeiten». Die Summe aller Zeitanteile ergibt die Gesamtarbeitszeit für ein Verfahren. Die Hauptzeit ist dabei der Zeitanteil für die eigentliche Arbeitserledigung. Beim Pflügen ist dies zum Beispiel ausschliesslich der Pflugvorgang ohne die Wendevorgänge an den Vorgewenden. Diese sind in der Nebenzeit enthalten. Die Rüstzeiten sind aufgeteilt in Rüstzeiten auf dem Hof (zum Beispiel Anhängen, Abhängen) und auf dem Feld (zum Beispiel Anbaupflug einstellen). Die Wegzeiten beschreiben die

Tab. 1: Einfluss von Entfernung und Fahrtgeschwindigkeit auf die Fahrtzeit

Entfernung [m]	Mittlere Geschwindigkeit [km/h]	Fahrtzeit [AKmin]
500	15	2.0
500	18	1.7
500	22	1.4
500	25	1.2
500	30	1.0
1000	15	4.0
1000	18	3.3
1000	22	2.7
1000	25	2.4
1000	30	2.0
2000	15	8.0
2000	18	6.7
2000	22	5.5
2000	25	4.8
2000	30	4.0
5000	15	20.0
5000	18	16.7
5000	22	13.6
5000	25	12.0
5000	30	10.0
7000	15	28.0
7000	18	23.3
7000	22	19.1
7000	25	16.8
7000	30	14.0
10000	15	40.0
10000	18	33.3
10000	22	27.3
10000	25	24.0
10000	30	20.0

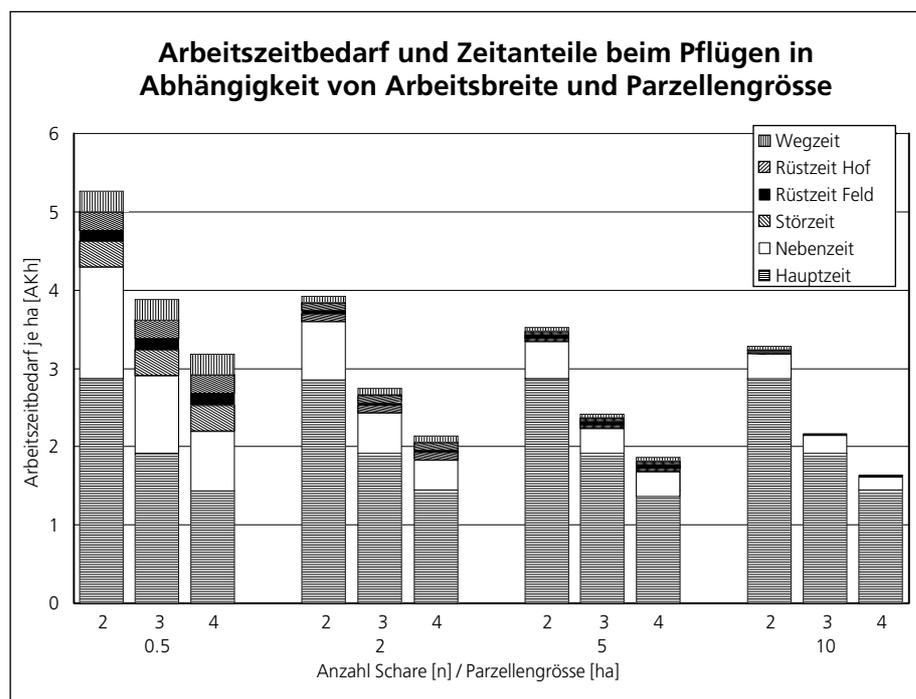


Abb. 2: Die Zeitanteile beim Pflügen verdeutlichen den Einfluss der Parzellengröße und der Arbeitsbreite bei den verschiedenen Pflugverfahren. Mit zunehmender Parzellengröße kann der Anteil der Hauptzeit erhöht werden.

**Bodenbearbeitung**

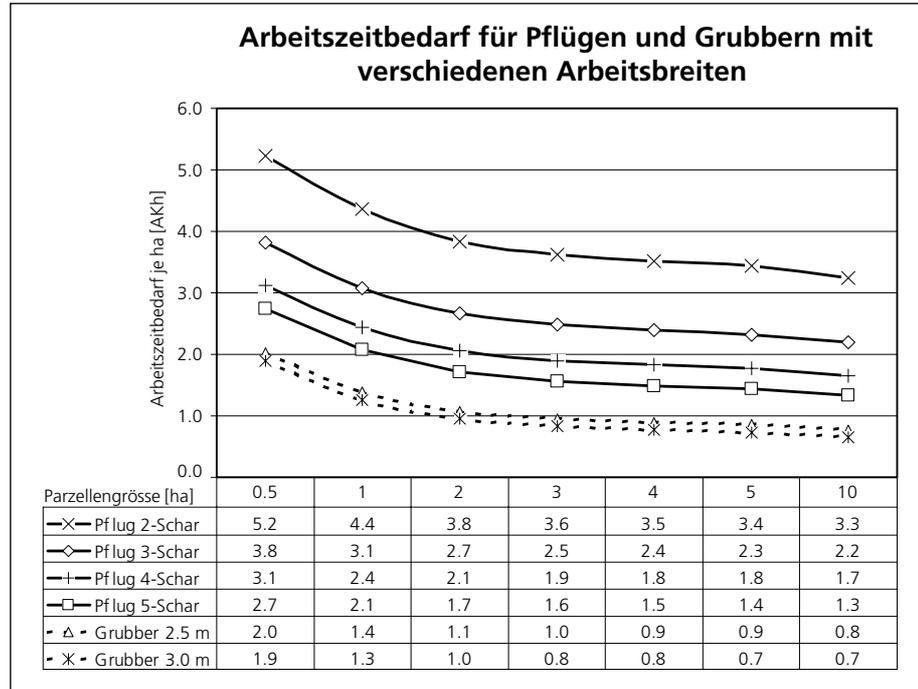


Abb. 3: Die Arbeitsbreite und die Parzellengröße beeinflussen den Arbeitszeitbedarf für die Grundbodenbearbeitung mit Pflug oder Grubber am stärksten (Arbeitsbreite je Pflugschar = 0.35 m).

Arbeitszeiten für Fahrten bis zum Feld und zurück. Darin sind auch Fahrten auf dem Hofgelände sowie über Feldwege enthalten. Bei den weiteren Berechnungen wird von einer einfachen Feld-Hof-Entfernung von 1000m ausgegangen. Darin sind durchschnittlich 30m Fahrt auf unbefestigten Strassen enthalten. Die durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit ohne Last beträgt 18km/h auf Teerstrassen und 10km/h auf unbefestigten Strassen. Mit Last wird von einer durchschnittlichen Fahrgeschwindigkeit auf Teerstrassen von 15 km/h ausgegangen. Stör- und Verlustzeiten treten nahezu bei jedem Arbeitsverfahren auf und beinhalten das Beheben kleiner und mittlerer Störungen auf dem Feld (zum Beispiel Steinsicherung beim Grubber ersetzen, verstopfte Düse reinigen). Verlustzeiten treten zum Beispiel auf, wenn der Mähdrescher beim Abtanken auf einen Transportanhänger warten muss. Der Arbeitszeitbedarf wird für alle Verfahren in Arbeitskraftstunden je Hektar (AKh/ha) ausgegeben. Am Beispiel des Arbeitsverfahrens Pflügen wird der Einfluss der einzelnen Zeitanteile bei variablen Arbeitsbreiten und Parzellengrößen aufgezeigt (Abb. 2).

Die Arbeitsverfahren zur Bodenbearbeitung lassen sich in die Primär- und Sekundärbodenbearbeitung aufteilen. Zur Primärbodenbearbeitung stehen die Arbeitsverfahren «Pflügen» und «Grubbern» zur Verfügung. Als wesentliche Einflussgrößen wirken dabei die effektive Arbeitsbreite und die Fahrgeschwindigkeit. Im Idealfall ist die effektive Arbeitsbreite beim Pflügen gleichbedeutend mit der theoretischen Arbeitsbreite. Beim Grubbern ist dagegen die effektive Arbeitsbreite um 10 % geringer, da ein genaues Anschlussfahren nicht einfach zu gewährleisten ist. Die Fahrgeschwindigkeiten bei der Bodenbearbeitung hängen wesentlich von der Bodenart ab. Bei leichten Böden wird von einem Vorgabewert von 6,3 km/h beim Pflügen und 8 km/h beim Grubbern ausgegangen. Für schwere Böden reduzieren sich die Fahrgeschwindigkeiten auf 5 bzw. 7 km/h. Dementsprechend erhöht sich der Arbeitszeitbedarf beim Pflügen einer 1 ha-Parzelle mit einem Dreischarpflug durch die geringere Arbeitsgeschwindigkeit von 5 km/h beispielsweise um 13 %. Der Arbeitszeitbedarf für Pflügen und Grubbern bei verschiedenen Arbeitsbreiten und verschiedenen Parzellengrößen

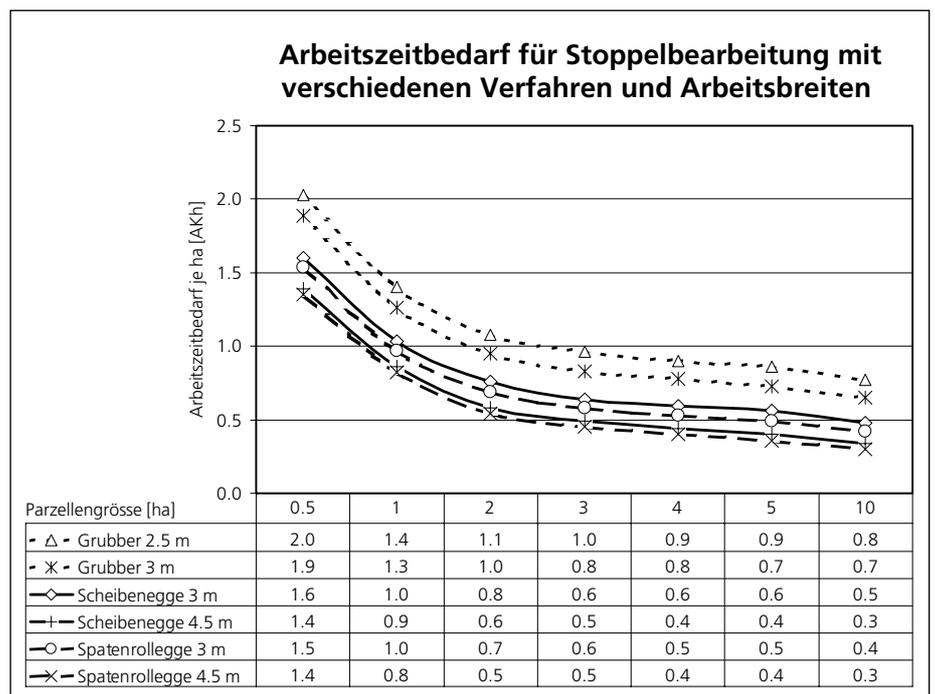


Abb. 4: Die Stoppelbearbeitung wird in einem oder mehreren Durchgängen erledigt. Als wesentliche Einflussgrößen auf den Arbeitszeitbedarf sind neben der Parzellengröße die Arbeitsbreite und die Fahrgeschwindigkeit anzusehen (Angaben je Durchgang).

ist in Abbildung 3 dargestellt. Es wird ersichtlich, dass die wesentlichen Degressionseffekte für drei- und vierscharige Pflüge sowie für Grubber mit Arbeitsbreiten von 3 m bei Parzellengrößen von zirka 3 ha erreicht sind. Bei grösseren Parzellen sind keine weiteren wesentlichen Einsparungspotenziale mehr vorhanden. Der Grubber kann sowohl zur Primärbodenbearbeitung als auch zur Stoppelbearbeitung eingesetzt werden. Neben dem Grubber stehen hierzu auch noch andere Verfahrenstechniken zur Auswahl. Der Unterschied im Arbeitszeitbedarf ergibt sich hier im Wesentlichen durch andere Fahrgeschwindigkeiten (zum Beispiel Scheibenegge 10 km/h, Spatenrolle 12 km/h) bei der Arbeitserledigung (Abb. 4).

### Saatbeetbereitung und Saat

Zur Saatbeetbereitung stehen im Rahmen der Sekundärbodenbearbeitung gezogene Gerätekombinationen (zum Beispiel Zinkeneggen, Wälzeggen) und zapfwellengetriebene Verfahren (zum Beispiel Kreiseleggen, Bodenfräsen, Rütteleger) zur Auswahl. Aus arbeitswirtschaftlicher Sicht unterscheiden sich die verschiedenen Verfahren durch unterschiedliche Rüstzeiten, Arbeitsbreiten

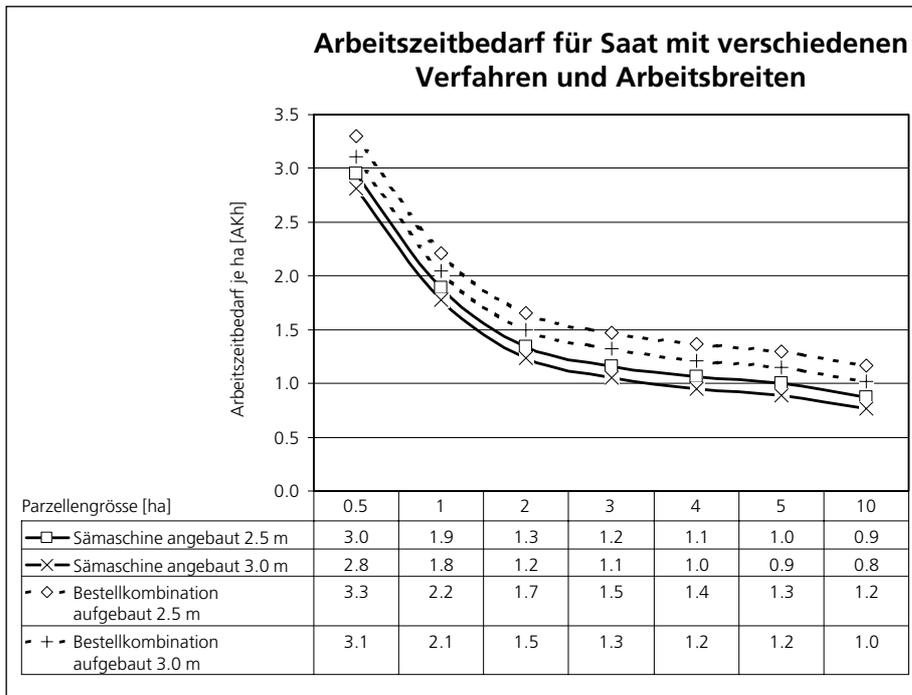


Abb. 6: Durch den Einsatz von Bestellkombinationen wird zwar bei der Aussaat etwas mehr Zeit aufgewendet. Durch die reduzierte Saatbettbereitung kann aber insgesamt dennoch Arbeitszeit eingespart werden.

und Arbeitsgeschwindigkeiten. Insbesondere die gezogenen Verfahren zeichnen sich verstärkt durch grosse Arbeitsbreiten mit bis zu 10m und hohe Fahrgeschwindigkeiten von 10–12 km/h bei der Arbeitserledigung aus. Im Bereich der zapfwellengetriebenen Geräte sind

dagegen Arbeitsbreiten im Bereich von 3 m vorherrschend. Grössere Arbeitsbreiten mit hydraulisch klappbaren Arbeitsgeräten setzen sich erst ganz langsam durch. Die Arbeitsgeschwindigkeiten liegen zwischen 5 und 7 km/h. Der Arbeitszeitbedarf für Arbeitsverfahren zur Saatbeetbereitung ist in Abbildung 5 dargestellt.

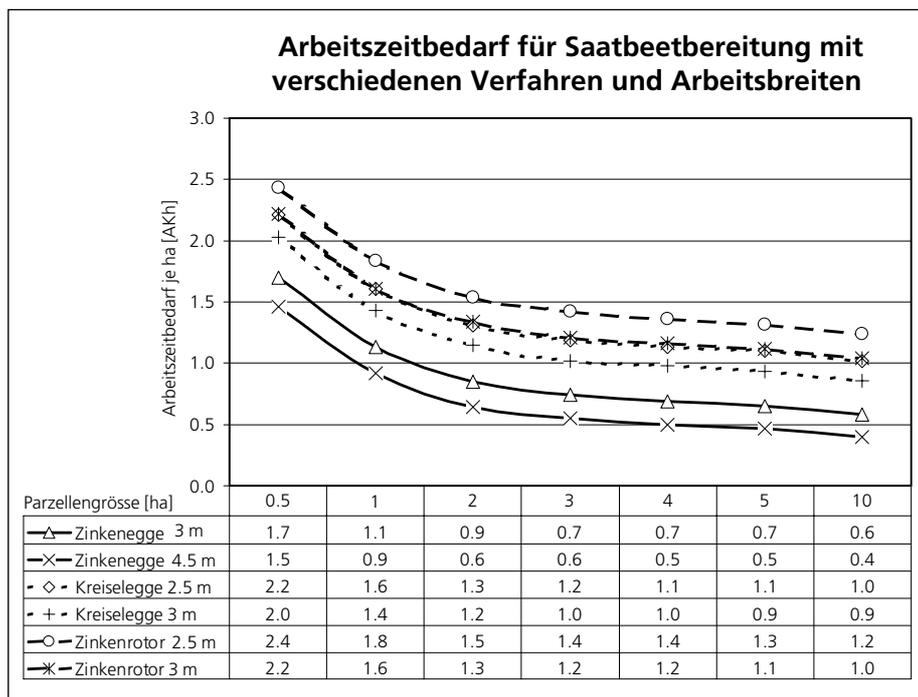


Abb. 5: Der Arbeitszeitbedarf für gezogene Eggen ist je Bearbeitungsdurchgang geringer als jener für zapfwellengetriebene Eggen. Häufig müssen aber mehrere Durchgänge zur optimalen Saatbeetbereitung vorgenommen werden.

Zur Saat von Getreide stehen Anbau-, Aufbau- und Anhängesämaschinen zur Verfügung. Häufig werden die Sämaschinen mit einem zapfwellengetriebenen Bodenbearbeitungsgerät (zum Beispiel Kreiselegge) kombiniert. Neben diesen konventionellen Aussaatverfahren stehen auch noch Verfahren zur Direktsaat von Getreide zur Verfügung. Hierbei wird auf eine vorgängige Bodenbearbeitung verzichtet.

Der Arbeitszeitbedarf für die Saat von Getreide hängt von der Arbeitsbreite, der Fahrgeschwindigkeit beim Säen, der Aussaatmenge und dem Fassungsvermögen des Saatgutbehälters ab. Zum Erreichen einer optimalen Arbeitsqualität sind Fahrgeschwindigkeiten beim Säen von mehr als 10 km/h nicht empfehlenswert. Um den Arbeitszeitbedarf für die Säarbeiten zu reduzieren, empfiehlt sich daher einerseits die Kombination von Saatbettbereitung und Saat (Abb. 6). Andererseits ist auch das Umsteigen von Sackware auf die Lose-Korn-Kette beim Befüllen des

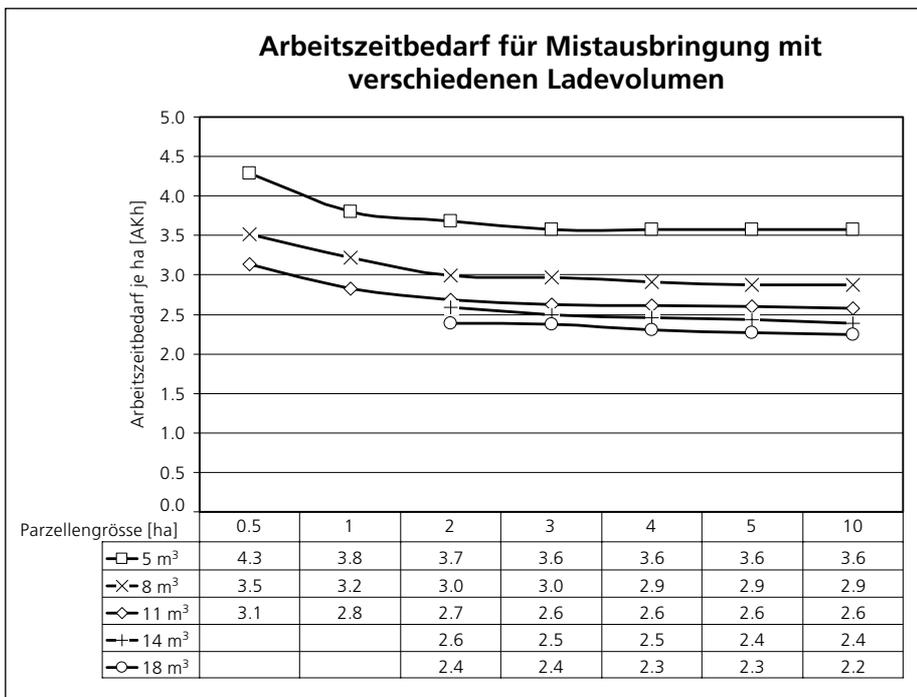


Abb. 7: Das Ausbringen von Mist zu Getreide erfolgt meist als Grunddüngung auf die Stoppeln. Zum Beladen der leistungsfähigen Miststreuer setzt sich mehr und mehr der Frontlader durch.

Saatgutbehälters bei sehr grossen Parzellen als vorteilhaft anzusehen.

### Düngung und Pflege

Die Düngung teilt sich in die Arbeitsverfahren zur Ausbringung von festen und flüssigen Hof- (zum Beispiel Festmist und Gülle) sowie Mineraldüngern auf. Der Arbeitszeitbedarf für die Hofdüngerausbringung wird wesentlich durch die Einsatzbedingungen, die Ausbringmengen und das Befüllvolumen beeinflusst. Ausserdem ist noch, insbesondere bei der Festmistausbringung, die Art des Befüllvorganges von Bedeutung (Abb. 7).

Für die Ausbringung von festen Mineraldüngern stehen Schleuder-, Pneumatik- und Schneckenstreuer als Streuverfahren zur Auswahl. Alle Verfahren können sowohl als Anbaustreuer als auch als Anhängestreuer eingesetzt werden. Als wesentliche Einflussgrössen auf den Arbeitszeitbedarf wirken das Befüllvolumen des Streuers, die Ausbringmenge und die Arbeitsbreite des Gerätes. Ausserdem hat die Befüllart (Sackware oder Losedünger) noch einen Einfluss auf den Arbeitszeitbedarf (Abb. 8).

Der Pflanzenschutz als Pflegemassnahme wird unterteilt in mechanische (zum Beispiel Striegel), chemische (zum Beispiel Feldspritzgerät), biotechnische (zum Bei-

spiel Nützlingseinsatz) und thermische Verfahren (zum Beispiel Abflammen). Der Einsatz mechanischer Unkrautbekämpfungsmassnahmen (zum Beispiel Federzinkenstriegel, Hackbürsten, usw.) gewinnt hierbei zunehmend an Bedeutung.

Auf den Arbeitszeitbedarf wirken die Einflussgrössen Arbeitsbreite und Arbeitsgeschwindigkeit ein (Abb.9). Feldspritzgeräte werden nach ihrer Bauform unterteilt in Anbau-, Aufbau- und Anhängespritzen sowie selbstfahrende Spritzen. Als wesentliche Einflussgrössen auf den Arbeitszeitbedarf wirken neben dem Behältervolumen die Arbeitsbreite, die Ausbringmenge und die Befüllart des Wasserbehälters (Abb. 10). Zur Erleichterung der Mittelzugabe sind Einspülschleusen, Entnahme-, Dosier- und Messeinrichtungen vorteilhaft, welche die direkte Mitteleinspeisung aus dem Originalbehälter ermöglichen

### Körnerernte und -transport

Zur Ernte von Getreide ist der selbstfahrende Mähdrescher als Standardverfahren anzusehen. Auf den Arbeitszeitbedarf wirken hierbei die Einflussgrössen effektive Arbeitsbreite, Korntankgrösse, Abtankverfahren und Arbeitsgeschwindigkeit beim Dreschen (Abb.11). Die Arbeitsgeschwindigkeit variiert in einem kleinen Bereich zwischen 4 und 6km/h und hängt wiederum ab von Anteil Lagergetreide, Kornertrag, Strohertrag, Gutfeuchte, Schnitthöhe und anzustrebender Kornverlustquote (Abb. 12). Zur

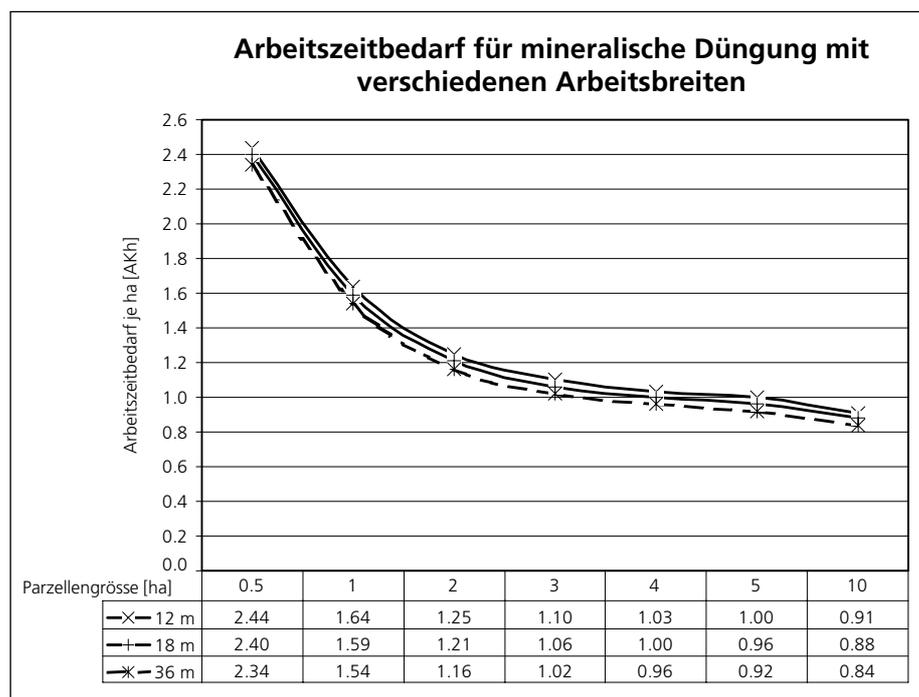


Abb. 8: Bei der Mineraldüngerausbringung ist bei allen Arbeitsbreiten ein deutliches Einsparungspotenzial bis zur Parzellengrösse von 3 ha ersichtlich. Darüber hinaus sind keine wesentlichen Effekte mehr zu erwarten.

Reduktion des Arbeitszeitbedarfes besteht die Möglichkeit, das Abtankverfahren vom stehenden Wagen am Feldrand auf einen nebenherfahrenden Wagen zu verändern. Hierdurch können die Leerfahrten auf dem Feld für den Mähdrescher erheblich eingeschränkt werden. Damit verbunden ist eine Steigerung der Arbeitsleistung um bis zu 20 % bzw. eine Senkung des Arbeitszeitbedarfes für den Mähdrescher um 12–15 %. Allerdings steigt mit dieser arbeitsorganisatorischen Massnahme der Gesamtarbeitszeitbedarf für das Getreideernteverfahren um bis zu 50 %, da während der gesamten Dreschzeit eine zusätzliche Arbeitskraft für das Überladefahrzeug zur Verfügung stehen muss (Abb. 13, 14). Ausserdem besteht die Gefahr einer unerwünschten zusätzlichen Bodenbelastung durch das Überladefahrzeug.

Für den Getreidetransport werden hauptsächlich ein- oder zweiachsige landwirtschaftliche Transportanhänger mit einem zulässigen Gesamtgewicht zwischen 6 und 18 t eingesetzt. Die mittleren Transportdistanzen zu den Getreidesammelstellen betragen in der Schweiz ungefähr 7 km. Als Einflussgrössen auf den Arbeitszeitbedarf wirken die Transportkapazität, die Transportdistanz sowie die Fahrgeschwindigkeit im beladenen und im unbeladenen Zustand. Auch das Entladeverfahren beeinflusst den Arbeits-

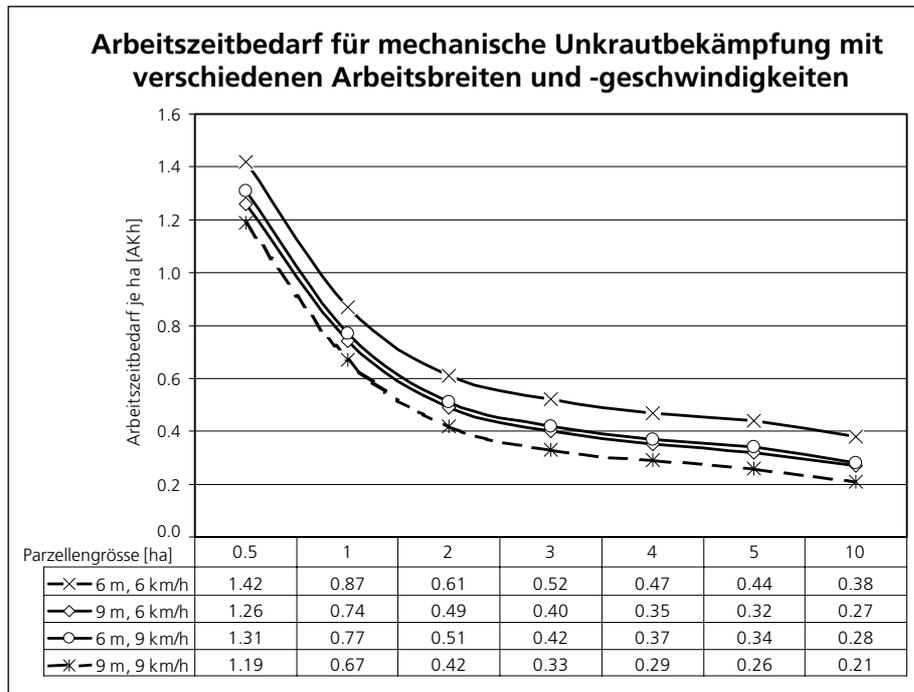


Abb. 9: Je nach Bearbeitungsintensität, Pflanzenzustand und Bodenfeuchte wird beim Striegeleinsatz mit unterschiedlichen Arbeitsgeschwindigkeiten gefahren.

zeitbedarf beim Getreidetransport (Abb. 15). Bei der Entleerung der Transportanhänger wird zwischen der Schnellentleerung an einer Getreidesammelstelle in einen Kornsumpf und der Zuteilentleerung in ein Gebläse oder einen Schneckenförderer unterschieden. Bei

der Zuteilentleerung fallen zwangsläufig Wartezeiten an, so dass die Arbeitsproduktivität bei der Kornabfuhr verringert wird und mehr Transportanhänger zur Verfügung stehen müssen, damit eine reibungslose Ernte erfolgen kann.

### Strohernte und -transport

Bei den Verfahren zur Strohernte stehen die Ballenernteverfahren mit Rund- und Quaderballenpressen sowie mit Kleinballenhochdruckpressen im Vordergrund (Abb. 16). Teilweise wird auch auf die Strohernte verzichtet und das Stroh mit Anbaustrohhackslern am Mähdrescher oder auch am Traktor zerkleinert und anschliessend in den Boden eingearbeitet. Der Arbeitszeitbedarf bei der Strohernte ist abhängig von Strohertrag, Schwadabstand und dem angestrebtem Ballengewicht. Bei den Rundballenpressen wird der Arbeitszeitbedarf zusätzlich noch durch das Bindeverfahren (Schnur- oder Netzbindung) beeinflusst. Insbesondere durch die mit dem Bindevorgang verbundene Wartezeit sind Rundballenpressen aus arbeitswirtschaftlicher Sichtweise gegenüber den anderen Pressverfahren benachteiligt. Quaderförmige Grossballen haben gegenüber Rundballen den weiteren Vorteil, dass sie beim Transport und bei der Lagerung eine sehr gute Raumausnutzung gewährleisten.

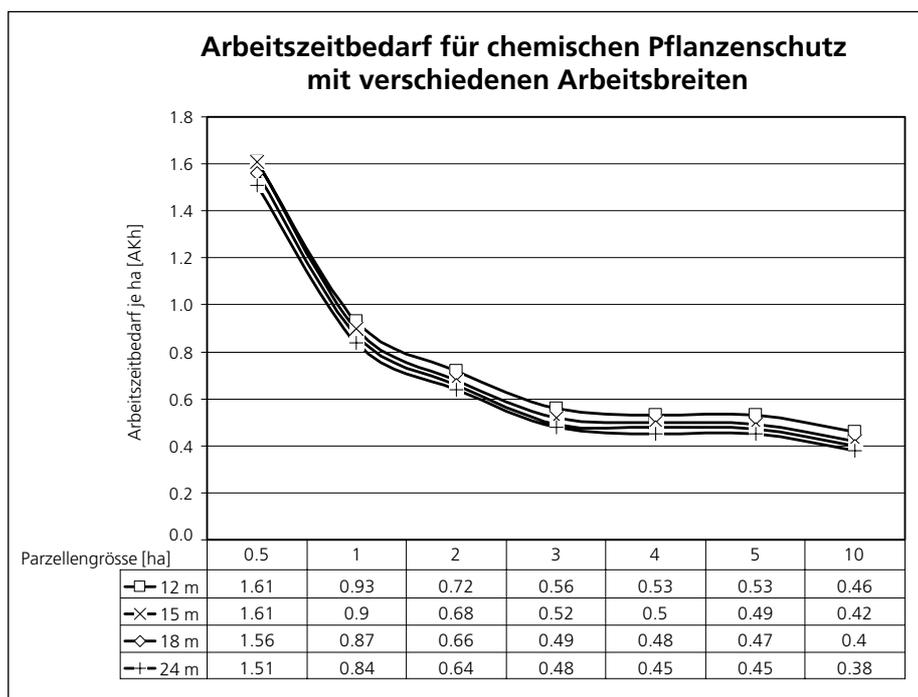


Abb. 10: Beim chemischen Pflanzenschutz kann über die Vergrösserung der Arbeitsbreite Arbeitszeit reduziert werden. Entscheidender ist aber in jedem Fall die Parzellengrösse.

Kleinballen haben gegenüber den Grossballen den Vorteil der leichteren Handhabbarkeit. Der Arbeitszeitbedarf für das Pressen mit Kleinballenpressen ist noch vergleichbar mit jenem für Rundballen. Allerdings werden die Nachteile beim Laden und beim weiteren Umschlag schnell ersichtlich, da zumindest beim Einlagern und Aufstapeln von Kleinballen Handarbeit notwendig ist, wogegen sich alle Grossballenverfahren vollständig mechanisieren lassen (Abb. 17).

Der Strohtransport erfolgt einerseits mit den verfügbaren Anhängern für die Getreideernte. Andererseits stehen aber auch Spezialanhänger sowohl für Kleinballen als auch für Grossballen zur Verfügung. Damit können Laden, Transport und teilweise auch das Einlagern erleich-



Abb. 12: Beim Mähdrusch von Lagergetreide kann nur mit geringer Arbeitsgeschwindigkeit gefahren werden. Dies erhöht den Zeitbedarf beträchtlich.

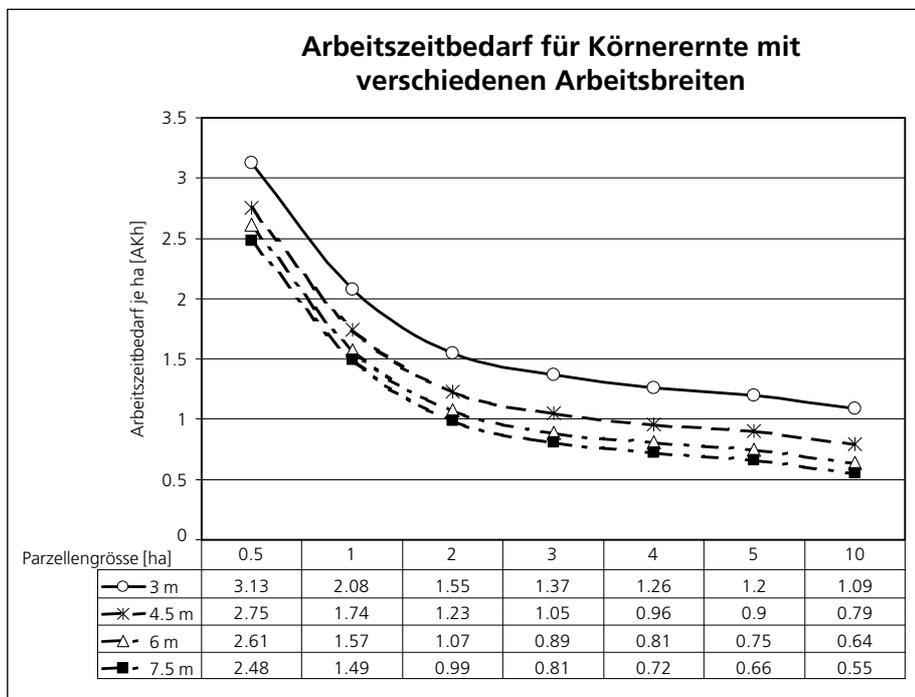


Abb. 11: Bei der Körnerernte hat die effektive Arbeitsbreite neben der Parzellengrösse einen sehr grossen Einfluss auf den Arbeitszeitbedarf.

tert werden (Abb. 18). Bei sehr kurzen Feldentfernungen kann der Strohtransport bei Grossballen auch über Frontlader und/oder Heckspitz erfolgen. Schon bei Entfernungen von 300m ist dies allerdings arbeitswirtschaftlich nicht mehr sinnvoll. Die Arbeitsverfahren Pressen und Laden sind teilweise auch kombinierbar, um den Zeitbedarf für das gesamte Strohernteverfahren zu reduzieren. Als interessanter Kompromiss sind hier auch die an Ballenpressen angehängten Sammelwagen zu sehen, die den Zeitbedarf für das Laden und Transportieren verringern.



Abb. 13: Das Abtanken auf einen Standwagen ist bei kleineren Parzellen und feuchten Bodenverhältnissen zu empfehlen. Das Abtanken auf einen nebenherfahrenden Überladewagen erhöht die Arbeitsleistung des Mähdruschers.

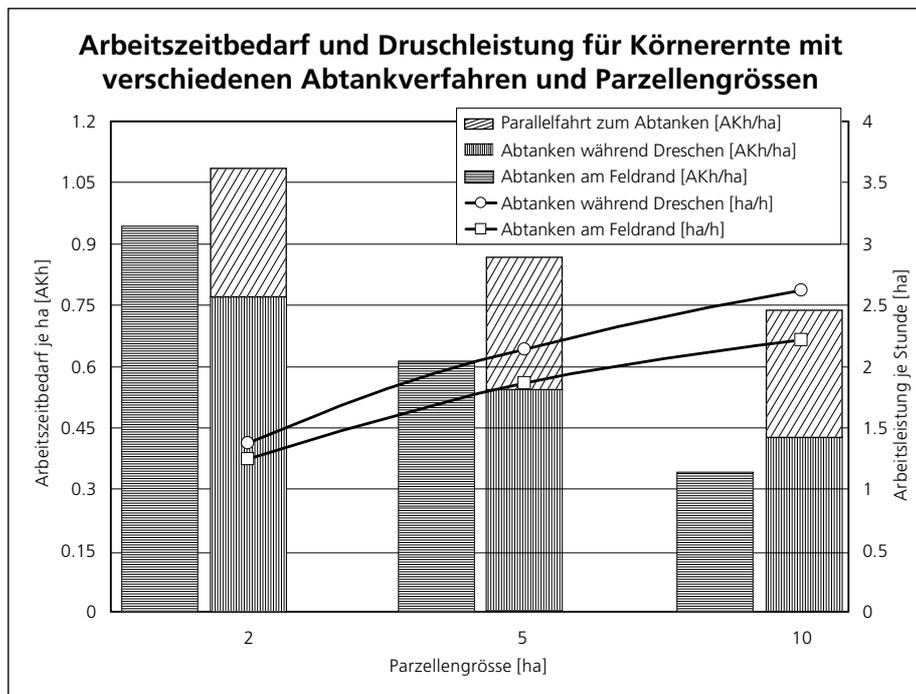


Abb. 14: Durch das Abtanken während des Dreschens lässt sich insbesondere bei größeren Parzellen Arbeitszeit einsparen (Arbeitsbreite Mähdrescher: 7,5 m).

Verkaufstätigkeiten bestehen aus dem Einkauf von Betriebsmitteln (Saatgut, Dünger, Pflanzenschutzmittel) sowie den Verkaufsgesprächen und dem Verkauf von Getreide und Stroh. In Abbildung 19 ist der Arbeitszeitbedarf für die zuteilbaren Managementtätigkeiten am Beispiel Winterweizenanbau dargestellt. Es wird ersichtlich, dass der Managementaufwand einen erheblichen Zeitbedarf beansprucht. Durch höhere produktionsbedingte Anforderungen und Auflagen ist von einer weiteren Steigerung beim Zeitbedarf für die Managementtätigkeiten auszugehen.

### Vergleich der Verfahren

Der arbeitswirtschaftliche Vergleich zwischen den einzelnen Verfahren zum Getreideanbau soll Vor- und Nachteile der untersuchten Arbeitsverfahren aufzeigen und Hinweise zur optimalen Arbeitsorganisation liefern.

### Management

Neben den direkt produktionsbezogenen Arbeitsverfahren erhalten die zuteilbaren Managementtätigkeiten im Getreideanbau aus arbeitswirtschaftlicher Sichtweise eine zunehmende Bedeutung. Erst unter Einbezug dieser Kennzahlen ist eine Aussage über den Gesamtarbeitszeitbedarf für ein Produktionsverfahren möglich. Das zuteilbare Management setzt sich zusammen aus Planungs-, Kontroll-, Aufzeichnungs- sowie den anfallenden Einkaufs- und Verkaufstätigkeiten. Hinzu kommen die Buchführung, der Zahlungsverkehr und die Weiterbildung. Diese sind aber nicht mehr direkt dem Produktionsverfahren zuteilbar und gehen daher zulasten des gesamtbetrieblichen Managements. Auch die Reparatur- bzw. Unterhaltstätigkeiten an allgemein genutzten betrieblichen Bauten, Anlagen und Maschinen werden in das gesamtbetriebliche Management einbezogen.

Zu den Planungstätigkeiten gehören Anbau-, Düngungs- und Pflanzenschutzplanung, aber auch Lohnunternehmerinstruktionen sowie Grenzsteinfreilegungen. Die Kontrolltätigkeiten, die sich im Zusammenhang mit dem Anbauverfahren ergeben, beinhalten Kontrollen der Bodenbefahrbarkeit, des Unkrautbesatzes, des Pflanzenzustandes (Schädlinge

und Krankheiten), sowie des Reifezustandes. Auch gehören dazu noch die Betriebskontrollen durch externe Kontrolleure. Einen zunehmenden Anteil am Management beanspruchen die Aufzeichnungstätigkeiten. Diese bestehen aus dem Ausfüllen der verschiedensten Formulare (Flächenbeiträge, Schlagkarteiführung, usw.). Die Einkaufs- un-

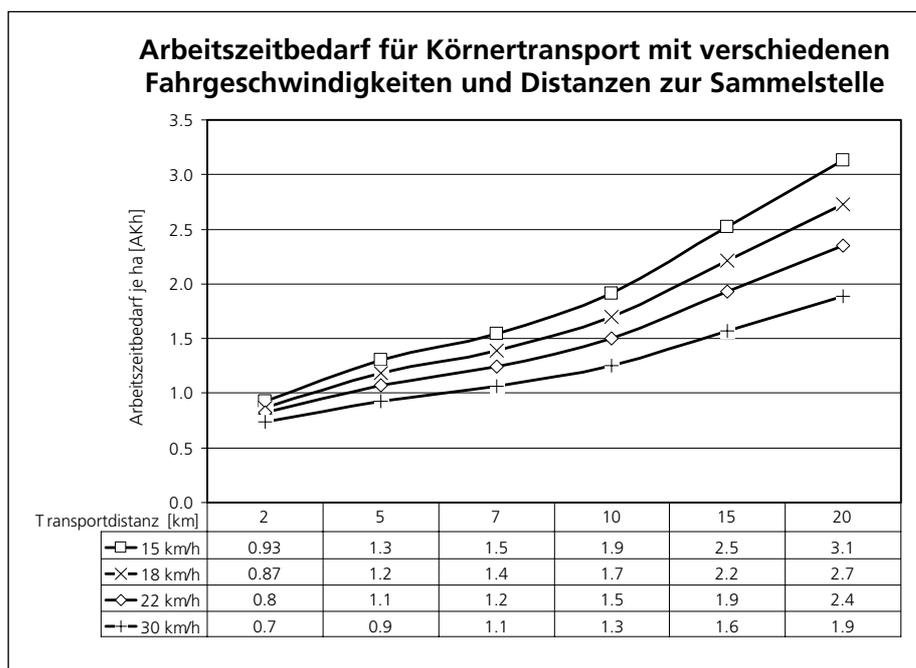


Abb. 15: Mit steigenden Transportdistanzen nimmt die relative Vorzüglichkeit von hohen mittleren Fahrgeschwindigkeiten zu. Neben dem Fahrzeitenanteil auf Teerstrassen ist auch immer ein Anteil an Fahrten auf unbefestigten Strassen (Annahme: 30 m) einzubeziehen.



Abb. 16: Quaderballenpressen sind als sehr leistungsfähige Ernteverfahren anzusehen. Sie bilden durch die hervorragende Stapelbarkeit und Raumausnutzung der Ballen die Grundlage für rationelle Transportverfahren.

### Einfluss der Intensität der Bodenbearbeitung

Grundsätzlich lassen sich die Verfahren nach der Intensität der Bodenbearbeitung unterscheiden. Als Vergleichsvariante kann hier das Standardverfahren mit Grubber, Pflug sowie zapfwellengetriebener Egge in Kombination mit einer Sämaschine angesehen werden (Abb. 1). Der Arbeitszeitbedarf hierfür ist in Abbildung 20 am Beispiel des Produktionsverfahrens Winterweizen mit einem Ertragsniveau von 60 dt/ha aufgezeigt. Vergleicht man diese Standardvariante einerseits mit einer nicht wendenden, aber dennoch intensiven Bodenbearbeitung durch einen Grubber mit Nachläufer und konventioneller Aussaattechnik sowie andererseits dem Direktsaatverfahren, so werden die arbeitswirtschaftlichen Auswirkungen schnell ersichtlich. Mit dem Direktsaatverfahren lassen sich bei vergleichbarer Parzellengröße von 2 ha zirka 23 % an Arbeitszeit gegenüber der Pflugvariante und immer noch zirka 12 % gegenüber der Grubbervariante einsparen.

### Einfluss von Hof-Feld-Entfernung und Fahrgeschwindigkeit

Die mittlere Hof-Feld-Entfernung beträgt in den vorliegenden Modellkalkulationen 1000 m. Bei einer Fahrgeschwindigkeit von durchschnittlich 18 km/h fallen für Hin- und Rückfahrt zum Feld jeweils 3,3 Minuten an (Tab. 1). Durch Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit auf 25 km/h redu-

ziert sich der Fahrzeitenanteil auf jeweils 2,4 Minuten. Die Einsparung beträgt also 0,7 Minuten je Fahrt bzw. insgesamt 1,4 Minuten. Setzt man diese Einsparung ins Verhältnis zum Arbeitszeitbedarf für ein gesamtes Arbeitsverfahren (zum Beispiel Pflügen mit Dreischarpflug, Parzellengröße 1 ha) mit einer Gesamtarbeitszeit von 3,08 AKh bei 18 km/h und 3,05 AKh/ha bei 25 km/h, so ergibt sich daraus ein Einsparungspotenzial von lediglich 1%. Auf das gesamte Produkti-

onsverfahren (zum Beispiel Weizenanbau) bezogen ergibt sich durch die Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit eine Reduktion von 26,9 auf 26,0 AKh bzw. eine Einsparung von ungefähr 3 %. Demzufolge ist die Erhöhung der mittleren Fahrgeschwindigkeit des Traktors zur Verringerung des Arbeitszeitbedarfes im Getreideanbau nur bedingt erfolgreich. Erst bei sehr weiten Hof-Feld-Entfernungen wird der Einsparungseffekt besser sichtbar. So beträgt die Einsparung bei einer mittleren Entfernung von 5 km schon zirka 10 %, bezogen auf das gesamte Produktionsverfahren.

### Einfluss von Parzellengröße und -form

Die etwa 31 000 Getreidebaubetriebe in der Schweiz bewirtschaften derzeit 5,8 ha Getreide je Betrieb, bei einer mittleren Parzellengröße von 1,6 ha. In dieser Untersuchung wird die Parzellenform zur besseren Vergleichbarkeit als rechteckig vorgegeben. Die Parzellenlänge wird durch die folgende Schätzggleichung mit einem Bestimmtheitsmass B von 99,7 % beschrieben:

$$y = 15.342 + 131.9 \cdot \sqrt{x \cdot 10000}$$

y = Parzellenlänge [m]  
x = Parzellengröße [ha]

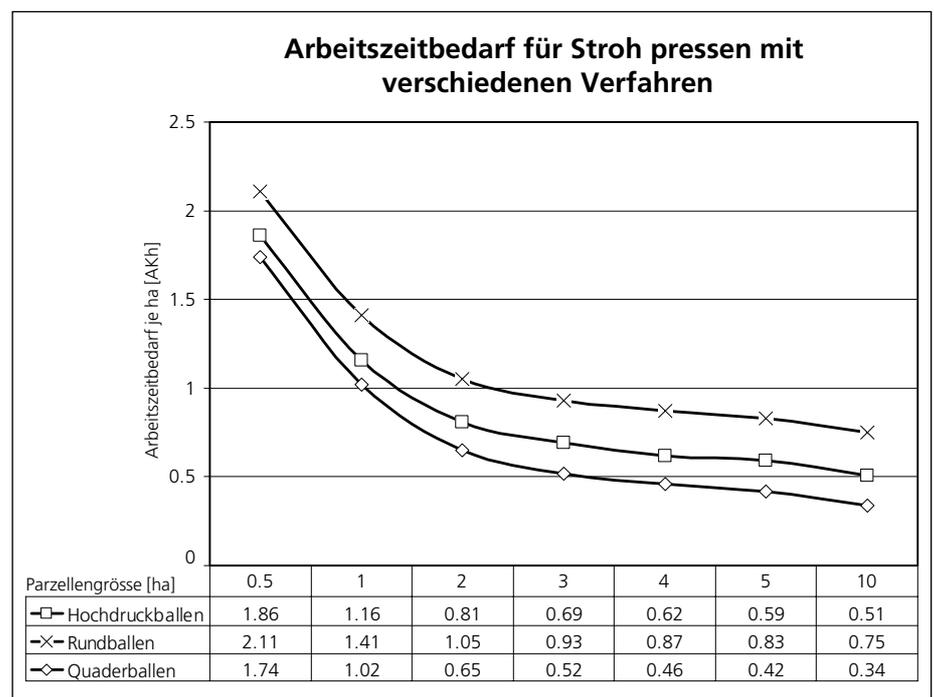


Abb. 17: Beim Pressen von Stroh werden mit Quaderballenpressen die geringsten Arbeitszeitbedarfswerte erreicht. Allerdings sind hohe Schwadstärken von mehr als 6 m zu gewährleisten, um hohe Arbeitsleistungen zu erreichen.

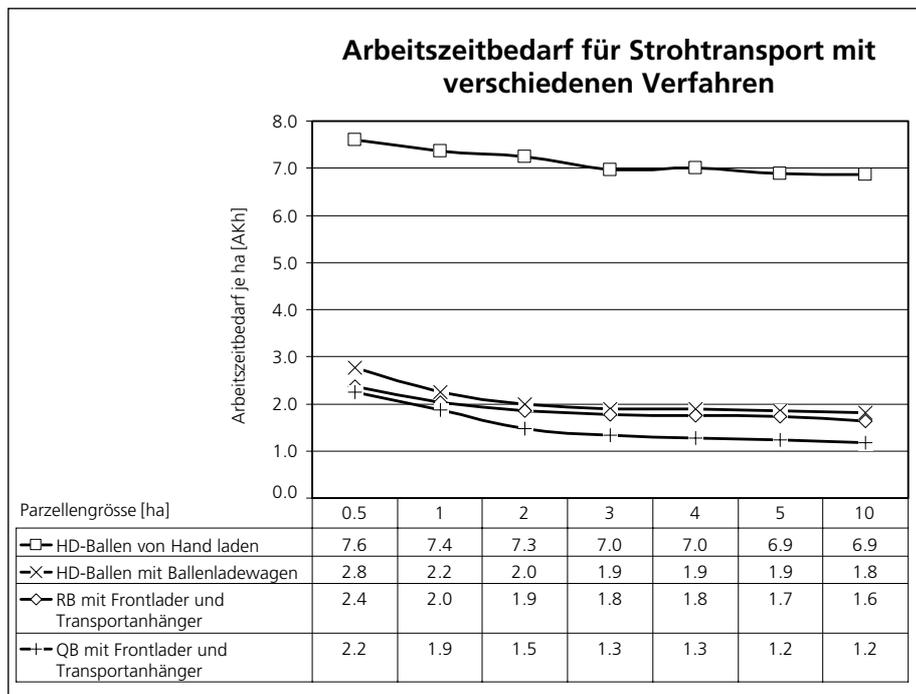


Abb. 18: Zum Transportieren und Einlagern von Stroh sind Handarbeitsverfahren nicht mehr konkurrenzfähig. Bei voll mechanisierten Verfahren ist die Kleinballenkette mit Ballenladewagen oder Ballenschleuder unter der Voraussetzung kurzer Transportwege noch konkurrenzfähig. Darüber hinaus sind nur noch Grossballenverfahren mit Rund- oder Quaderballen empfehlenswert.

Ausgehend davon berechnet sich die Parzellenbreite als Quotient aus Parzellenlänge und -grösse. Näherungsweise kann standardmässig bei Parzellengrössen von 1 ha eine Parzellenlänge von 150m und bei 2 ha eine Parzellenlänge von 200 m angenommen werden. Aus den Parzellenlängen und -breiten errechnen sich dann die zurückzulegenden Fahrstrecken auf dem Acker in Abhängigkeit von der jeweiligen effektiven Arbeitsbreite. Dabei müssen jeweils auch die Fahrten zur Bearbeitung des Vorgewendes berücksichtigt werden. Die Gleichung zur Berechnung der Fahrstrecke lautet dementsprechend:

$$S_F = P_B \cdot V_F \cdot 2 + (P_L - A_{B_{eff}} \cdot V_F \cdot 2) \cdot \left( \frac{P_B}{A_{B_{eff}}} \right)$$

- S<sub>F</sub> = Fahrstrecke [m]
- P<sub>B</sub> = Parzellenbreite [m]
- P<sub>L</sub> = Parzellenlänge [m]
- V<sub>F</sub> = Fahrten Vorgewende [m]
- A<sub>B<sub>eff</sub></sub> = Effektive Arbeitsbreite [m]

Der Quotient aus Parzellenbreite und effektiver Arbeitsbreite ist in der Formel immer aufzurunden. Die Fahrstrecke hat über die Arbeitsgeschwindigkeit einen direkten Einfluss auf den Arbeitszeitbedarf des Arbeitsverfahrens. Es wird damit

die sogenannte Hauptzeit zur Arbeitserledigung beschrieben. Die Parzellengrösse hat neben dem Einfluss auf die Fahrstrecke über die Parzellenform ebenfalls einen grossen Einfluss auf die Anzahl der

Wendevorgänge bei der Arbeitserledigung. Die Anzahl der Wendevorgänge ergibt sich aus dem Verhältnis von Parzellenbreite und effektiver Arbeitsbreite. Die Fahrten zur Bearbeitung des Vorgewendes sind hierbei ebenfalls wieder zu berücksichtigen. Bei nicht rechteckigen Parzellen steigt der Anteil der Wendevorgänge an. Näherungsweise kann für dreieckige Parzellen von 65 % mehr Wendevorgängen ausgegangen werden als bei den Standard-Rechteckparzellen mit einem Längen-Breitenverhältnis von näherungsweise 2 : 1. Bei Vielecken liegt der Anteil der zusätzlichen Wendevorgänge, je nach günstiger oder ungünstiger Parzellenform, zwischen 30 und 80 %.

Durch die Vergrösserung der zu bewirtschaftenden Parzellen ist eine deutliche Arbeitszeitreduktion je Bewirtschaftungseinheit bis zu Parzellengrössen von 3 ha sehr gut realisierbar. Darüber hinaus muss die Mechanisierung angepasst werden, um noch weitere Arbeitszeitreduktionen zu erreichen. Sind viele kleinere Parzellen zu bewirtschaften lohnt es sich eher, die Rüstzeitenanteile auf dem Feld zu verringern. Dies kann zum Beispiel über hydraulisch einklappbare Geräte (zum Beispiel Spritzgestänge bei der Pflanzenschutzspritze oder Schneidwerke beim Mähdrescher) erfolgen (Abb. 21).

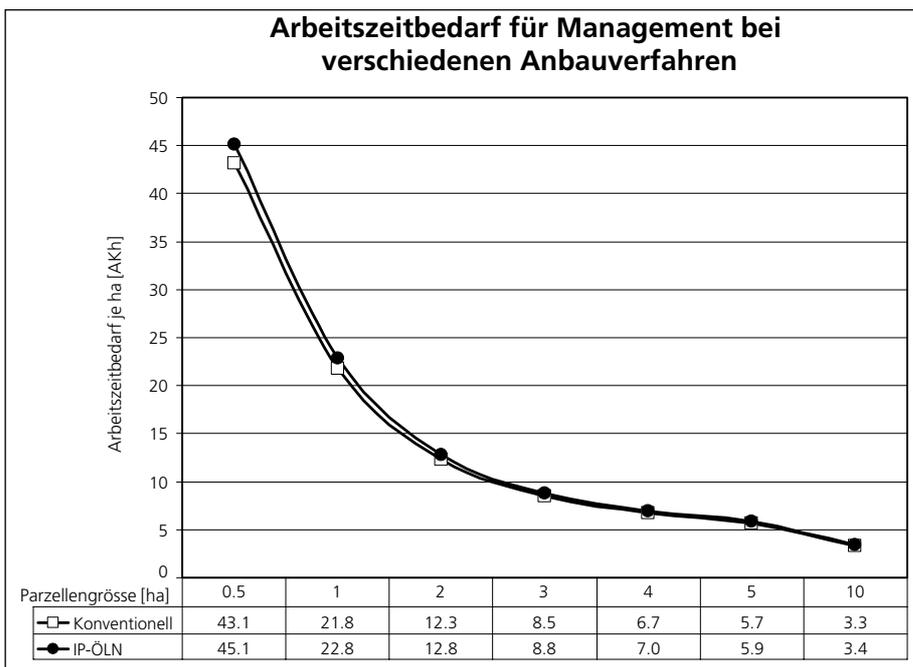


Abb. 19: Der Zeitbedarf für Managementtätigkeiten hängt vom Anbauverfahren und seiner Intensität ab. Es ist zukünftig von einem zunehmenden Anteil am Arbeitszeitbedarf des gesamten Produktionsverfahren auszugehen.

**Schlussfolgerungen**

Für den Getreideanbau stehen sehr viele leistungsfähige und auch überbetrieblich nutzbare Verfahren von der Grundbodenbearbeitung bis zur Ernte zur Auswahl. Die einzelbetrieblich eingesetzten Verfahren haben den Vorteil der ständigen Verfügbarkeit der Geräte, aber meist den Nachteil der schlechten Auslastung. Überbetrieblich genutzte Verfahren gewährleisten dagegen meist eine höhere Schlagkraft und eine bessere Geräteauslastung. Der Nachteil besteht teilweise allerdings in der nicht ständigen Verfügbarkeit der Geräte. Durch den Einbezug von Lohnunternehmern und/oder Maschinenringen sowie Maschinengemeinschaften kann die überbetriebliche Arbeiterledigung durch Spezialisten erfolgen. Hierdurch können Arbeitszeiten verringert und Arbeitsleistungen erhöht werden. Allerdings fallen auch beim Lohnunternehmereinsatz immer noch Arbeiten für den Landwirt selber an, indem eine Einsatzplanung vorzunehmen ist, aber auch allfällige Hindernisse auf dem Acker zu markieren bzw. auszumähen sind. Weiterhin ist davon aus-



Abb. 21: Durch das hydraulisch einklappbare Schneidwerk beim Mähdrescher lässt sich insbesondere bei kleineren Parzellen der Rüstzeitenanteil reduzieren.

zugehen, dass je weniger direkt produktionsbezogene Tätigkeiten vom Landwirt selber auf dem Acker ausgeführt werden, umso mehr separate Kontrollen in den Bereichen Boden, Pflanzenschutz und Düngung vorzunehmen sind. Eine diesbezügliche Verlagerung im Gesamtarbeitszeitbedarf für Getreideanbauverfahren in den Bereich der Management-tätigkeiten ist deshalb nachvollziehbar.

**Literatur**

Doluschitz, R. (2002): Perspektiven im deutschen Ackerbau. Berichte über Landwirtschaft, Band 80 (2), S. 166–184.

Eichhorn, H. (1999): Landtechnik, 7. Auflage, Verlag E. Ulmer.

Herrmann, A. (1999): Modellierung verfahrenstechnischer Bewertungskriterien bei unterschiedlicher Verknüpfung von Ernte- und Transportarbeitsgängen. Forschungsbericht Agrartechnik des VDI-MEG Nr. 335, Selbstverlag, Habilitation Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Agrartechnik und Landeskultur.

Jäger, P. (1979): Betriebswirtschaftliche Optimierung von Flurstücken. KTBL-Arbeitsblatt Nr. 3057: Planung im ländlichen Raum. Münster-Hiltrup.

Jäger, P. (1991): Zeitbedarf von Feldarbeiten. Teil 1 Landtechnik Nr. 1/2, 46. Jahrgang, S. 69 – 71.

Schick, M. (2001): Modellierung von Arbeitszeitbedarf und Arbeitsleistung am Beispiel eines Verfahrens zur Grundbodenbearbeitung. VDI-MEG Tagung Landtechnik 2001 Hannover, S. 177–182

Schweiz. Bauernverband, Abteilung Statistik und Dokumentation, (2001): Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung, 2001, (78. Jahresheft).

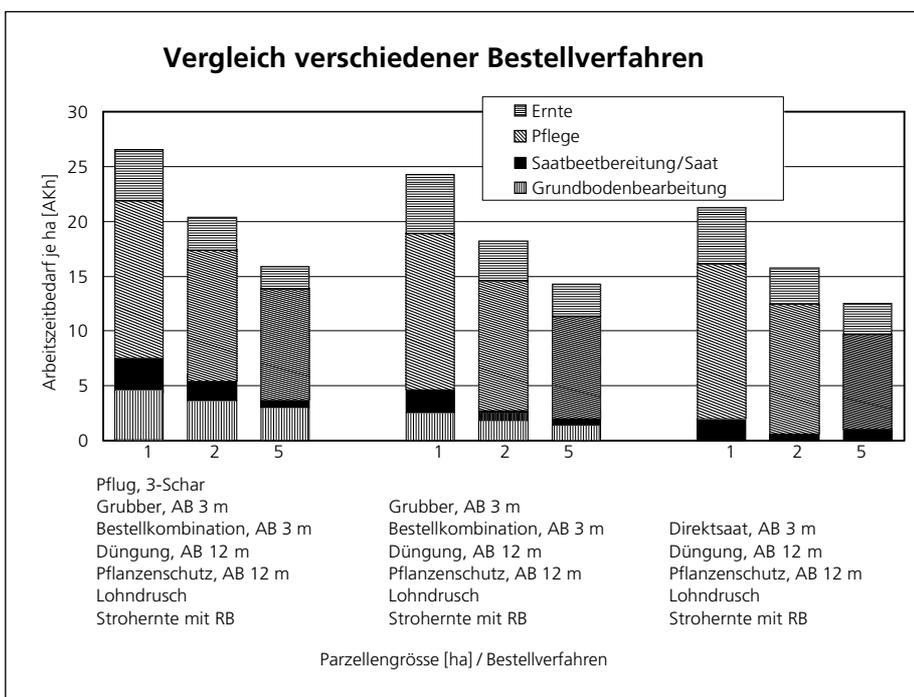


Abb. 20: Mit abnehmender Intensität der Bodenbearbeitung kann sehr deutlich Arbeitszeit eingespart werden. Allerdings erfordert dies eine Umstellung in der einzelbetrieblichen Arbeitsorganisation.

Anfragen über das behandelte Thema und über andere landtechnische Probleme sind an die unten aufgeführten Berater für Landtechnik zu richten. Weitere Publikationen und Prüfberichte können direkt bei der FAT (CH-8356 Tänikon) angefordert werden. (Tel. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90).

E-Mail: [doku@fat.admin.ch](mailto:doku@fat.admin.ch), Internet: <http://www.fat.ch>

- ZH** Merk Konrad, Strickhof,  
8315 Lindau, Telefon 052 354 99 60  
Blum Walter, Strickhof,  
8315 Lindau, Telefon 052 354 99 60
- BE** Jutzeler Martin, Inforama Berner Oberland,  
3702 Hondrich, Telefon 033 654 95 45  
Marti Fritz, Inforama Rütli und Waldhof,  
3052 Zollikofen, Telefon 031 910 52 10  
Hofmann Hans Ueli, Inforama Schwand,  
3110 Münsingen, Telefon 031 720 11 21
- LU** Moser Anton, LBBZ Schüpfheim,  
6170 Schüpfheim, Telefon 041 485 88 00  
Hodel René, LBBZ, Centralstr. 21,  
6210 Sursee, Telefon 041 925 74 74  
Widmer Norbert, LMS,  
6276 Hohenrain, Telefon 041 910 26 02
- UR** Landw. Beratungsdienst, Aprostr. 44,  
6462 Seedorf, Telefon 041 871 05 66
- SZ** Landolt Hugo, Landw. Schule Pfäffikon,  
8808 Pfäffikon, Telefon 055 415 79 22
- OW** Müller Erwin, BWZ Obwalden,  
6074 Giswil, Telefon 041 675 16 16  
Landwirtschaftsamt, St. Antonistr. 4,  
6061 Sarnen, Telefon 041 666 63 58
- NW** Wolf Franz, Landwirtschaftsamt,  
Kreuzstr. 2, 6371 Stans,  
Telefon 041 618 40 07
- GL** Amt für Landwirtschaft, Postgasse 29,  
8750 Glarus, Telefon 055 646 67 00
- ZG** Gut Willy, LBBZ Schluechthof,  
6330 Cham, Telefon 041 784 50 50  
Furrer Jules, LBBZ Schluechthof,  
6330 Cham, Telefon 041 784 50 50
- FR** Kilchherr Hansruedi, Landw. Schule Grangeneuve  
1725 Posieux, Telefon 026 305 58 50
- SO** Wyss Stefan, Landw. Bildungszentrum Wallierhof,  
4533 Riedholz, Telefon 032 627 09 62
- BL** Ziörjen Fritz, Landw. Zentrum Ebenrain,  
4450 Sissach, Telefon 061 976 21 21
- SH** Landw. Beratungszentrum Charlottenfels,  
8212 Neuhausen, Telefon 052 674 05 20
- AI** Inauen Bruno, Gaiserstrasse 8,  
9050 Appenzell, Telefon 071 788 95 76
- AR** Vuilleumier Marc, Landwirtschaftsamt AR,  
9102 Herisau, Telefon 071 353 67 56
- SG** Lehmann Ueli, LBBZ Rheinhof,  
9465 Salez, Telefon 081 758 13 19  
Steiner Gallus, Landw. Schule Flawil,  
9230 Flawil, Telefon 071 394 53 53
- GR** Föhn Josef, Landw. Schule Plantahof,  
7302 Landquart, Telefon 081 307 45 25
- AG** Müri Paul, LBBZ Liebegg,  
5722 Gränichen, Telefon 062 855 86 27
- TG** Baumgartner Christof, Fachstelle  
Beratung und Landtechnik, Amriswilerstr. 50,  
8570 Weinfelden, Telefon 071 622 10 23
- TI** Müller Antonio, Ufficio consulenza agricola,  
6501 Bellinzona, Telefon 091 814 35 53

Landwirtschaftliche Beratungszentrale, Abt. Landtechnik, 8315 Lindau, Telefon 052 354 97 58

Die FAT-Berichte erscheinen in zirka 20 Nummern pro Jahr. – Jahresabonnement Fr. 50.–. Bestellung von Abonnements und Einzelnummern: FAT, CH-8356 Tänikon. Tel. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90.

E-Mail: [doku@fat.admin.ch](mailto:doku@fat.admin.ch) – Internet: <http://www.fat.ch> – Die FAT-Berichte sind auch in französischer Sprache als «Rapports FAT» erhältlich. – ISSN 1018-502X.