

nicht auslösen kann, dann muß ja das freiliegende Stück des Scharbes abbrechen, gleichgültig, ob es sich um ein Flachschare oder ein Winkelschare handelt (Bild 2 und 3). Während der Überholungsarbeiten im Winter sollten deshalb alle Pflugkörper geprüft und entsprechend der Kundendienstmitteilung Nr. 75 von VEB BBG instand gesetzt werden (Bild 4). In den stark steinigen Böden Mecklenburgs arbeiteten 1964 und 1965 die ersten Pflüge B 203. An ihnen ist jeder Körper mit Flachscharen versehen und durch automatische Überlastsicherung einzeln abgesichert. Es traten keine Scharverluste auf. Zukünftig sollten in den steinigen Gebieten die alten Pflüge, die den Anforderungen nicht mehr genügen können, durch neue, mit der automatischen Überlastsicherung ausgerüstete Pflüge ersetzt werden.

Vor einigen Jahren war es möglich, die erhöhte Beanspruchung der Pflugschare durch Verwendung besseren Stahls auszugleichen. Der Stahl 45 MnSi 5 ersetzte den unlegierten C-Stahl der Nachkriegsjahre. Seit 1960 werden alle Schare aus dem Stahl 45 SiMn 5 hergestellt. Masseverlust und Schneidenrückgang blieben bei werkneuen Scharen in normalen Grenzen. Aber auch bei der Aufarbeitung verlangt der hochwertige Scharstahl eine exakte Wärmebehandlung, die nur in Spezialwerkstätten eingehalten werden kann. Die Schärfe eines handwerklich geschärften Scharbes erreicht etwa nur die Hälfte der Standzeit eines werkneuen oder industriell aufgearbeiteten Scharbes.

Das Ziel bei der Weiterentwicklung und auch bei der Aufarbeitung von Pflugscharen ist immer, die Nutzungsdauer zu erhöhen. Es zeichnen sich hierfür vier Wege ab:

1. Verstärken der Schare und Ausrüsten mit einer möglichst großen Materialreserve für mehrere Aufarbeitungen.

Vorteil: Relativ lange Nutzungsdauer.

Nachteil: Aus dem einfachen Verschleißteil wird ein aufwendiges, teureres Bauteil. Es werden Arbeitskräfte, Werkstätten und Transportkapazität für die Aufarbeitung gebraucht.

Dieser Weg ist nur bedingt gangbar.

2. Auftragschweißen zur Standzeiterhöhung der Schare.

Sormait aus der Sowjetunion steht uns leider nicht zur Verfügung. Die Auftraglegierungen aus den VEB Elektrochemisches Kombinat Bitterfeld und VEB Hartmetallwerke Immelborn haben jedoch einen großen Verschleißwiderstand und bei der gegenwärtigen Scharform kann das Auftragschweißen im Rahmen der Aufarbeitung bereits eine bedeutende Steigerung der Nutzungsdauer bringen sowie eine Selbstschärfung erreichen.

Vorteil: Kritische Verschleißstellen erhalten einen dünnen, widerstandsfähigen Belag mit einer Härte von 58 bis 61 HRC, ohne daß eine

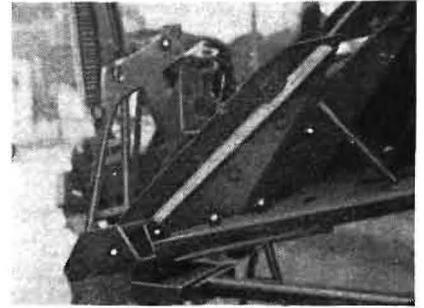


Bild 5. Ein englischer Pflug mit dreiteiligen Scharen

zusätzliche Härteanlage gebaut werden muß. Es genügt die in den Betriebswerkstätten vorhandene Gasschweißanlage.

Nachteil: Das Auftragschweißen bei Pflugscharen muß gegenwärtig nach manuell erfolgen.

3. Wegen der unterschiedlichen Abnutzung werden die Schare geteilt (Bild 5). Für harte Böden ist ein nachstellbarer Meißel vorgesehen. Eine Sonderform sind Anschweißschneiden (Varschuhstücke).

Vorteile: Einfache, zuschnittverlustfreie Fertigung der Scharteile, es können gegassene Scharspitzen verwendet werden.

Nachteile: Geteilte Schare sind in steinigen Böden an Pflügen ohne Überlastsicherung stark bruchgefährdet.

4. Verwendung von Scharklängen als Einwegschar.

Diese Klängen müssen die mehrfache Standzeit der Schärfe eines Normalscharbes aufweisen, sie werden nach Erreichen der Aussonderungsgrenze verschrottet. Bei gleichen Scharkosten K würde auch der höhere Materialaufwand gerechtfertigt sein, weil die gesamte Aufarbeitungskapazität für herkömmliche Schare eingespart wird. Die Vorteile der einfachen Fertigung aus entsprechendem Profilstahl bringen einen weiteren volkswirtschaftlichen Gewinn. Bisher beschränkt sich die Anwendung der Klängen noch auf geeignete steinfreie Böden.

Zusammenfassung

Es werden die wichtigsten und auch zahlenmäßig meistgebräuchlichen Pflugschare in bezug auf ihren Verschleiß und den Aufwand betrachtet und Wege für eine mögliche Erhöhung der Nutzungsdauer erörtert.

Literatur

RABINOWITSCH, A. S.: Selbstschärfende Pflugschare und andere Bodenbearbeitungswerkzeuge A 6323

Einige Überlegungen zum Selbstschärfeffekt bei Pflugscharen

Die Verbesserung des Abnutzungsverhaltens der bodenschneidenden Werkzeuge mit ökonomisch vertretbarem Aufwand ist seit längerem ein Problem der Landtechnik. In der Entwicklung zeichnen sich dabei zwei Richtungen ab:

- a) Es wird versucht, die Verbesserung des Abnutzungsverhaltens durch eine Materialverbesserung zu erreichen. Insbesondere werden Härte, Zähigkeit und Elastizität erhöht.
- b) Es wird versucht, die Werkzeuge durch Schichtung verschiedener Werkstoffe herzustellen. Der dadurch bedingte unterschiedliche Verschleißverlauf soll durch Abstimmung der Werkstoffeigenschaften so gesteuert werden, daß durch das schnellere Abnutzen weicher Schichten die verschleißfestere Schicht ständig als scharfe Schneidkante freigeschliffen wird. Dieser Vorgang ist als Selbstschärf-effekt bekannt geworden. Die Schichtung des Materials kann dabei durch Zusammenwalzen oder durch Auftragen – meist Aufschweißen – auf das Grundmaterial erfolgen, sowohl auf die Unterseite wie auch auf die Oberseite des Werkzeuges.

Nach der vorliegenden Literatur waren die sowjetischen Entwicklungen [1] in Form der sormait-geschweißten Schare

Dipl.-Ing. J. KREMP, KDT*

am erfolgreichsten. Bei diesen Scharen wird auf die Unterseite der Scharsschneide eine 1,5 bis 12 mm starke keilförmige Sormait-Schicht aufgeschweißt. Sormait ist eine Stahllegierung mit 30 % Cr, 3 % Ni, 3,5 % C, 3,1 % Si und 1,5 % Mn. Da die Abriebfestigkeit im Boden bei dieser Sormaitsschicht etwa sechsmal höher ist als beim Schargrundmaterial, wird der Grundwerkstoff auf der Scharoberseite wesentlich schneller abgetragen, und die keilförmige Sormaitsschicht bleibt als scharfe Schneide erhalten. Der Literatur zufolge werden 40 bis 60 ha mit einem Schar gepflügt, ein Nachschleifen ist ein- bis zweimal möglich. Diese Schare können aber nur auf bindigen Böden arbeiten, auf Sandböden bräuchte ihr Einsatz nicht die gewünschten Ergebnisse.

Die aus der Literatur bekannten Ergebnisse konnten durch Einzelversuche des WZ Krakow am See im wesentlichen

* Wissenschaftlicher Aspirant am Institut für Landmaschinentechnik der TU Dresden (Direktor: Prof. Dr.-Ing. W. GRÜNER)

bestätigt werden. Auf den Böden des Hallenser Gebietes wurden mit normaltgeschweißten Scharen ähnliche Flächenleistungen wie in der UdSSR erzielt, während die Schare auf den Sandböden Mecklenburgs keine wesentlichen Verbesserungen gegenüber gebräuchlichen Scharen brachten, d. h., der Selbstschärfeffekt blieb aus.

1. Mögliche Ursachen des Selbstschärfeffektes

1.1. Der Vorgang der Bodenverformung

Um die Ursachen des Selbstschärfeffektes zu finden, insbesondere die Ursachen für das Ausbleiben auf wenig bindigen Böden, scheint es notwendig, sich zunächst den Verformungsvorgang des Bodens am eindringenden Keil zu vergegenwärtigen. Nach der Theorie von GORJATSCIKIN in der Darstellung von KRUTIKOW [2] unterscheidet sich der Vorgang der Bodenverformung bei konstantem Schnittwinkel und konstanter Geschwindigkeit in Abhängigkeit von Bodenart, -feuchtigkeit und -zustand. Die verschiedenen Formen sind in Bild 1 dargestellt. Dieser Verformungsablauf wurde auch in unabhängigen Untersuchungen von SÖHNE [3] gefunden.

Auf bindigen Böden wird, wie bereits angedeutet, der Selbstschärfeffekt dadurch erzielt, daß die obere, weichere Materialschicht abgetragen wird und die unterschweißte verschleißfeste Schicht als scharfe Schneidkante erhalten bleibt. Es liegt zunächst nahe, diesen Effekt aus der in Bild 1 unter e) dargestellten Form des Bodenbalkenverlaufs zu erklären. Die vordere Schneidkante wird kaum beansprucht, da der Bodenbalken durch den Keil bereits vorher abgespalten wird.

Läßt man diese Erklärung allein gelten, so wird der Selbstschärfeffekt ausschließlich auf eine Abhängigkeit vom Boden zurückgeführt, da eine Änderung des Keilwinkels nur in engen Grenzen erfolgen kann. Mit der Anerkennung dieser Ursache würde der Einsatz selbstschärfender Schare und

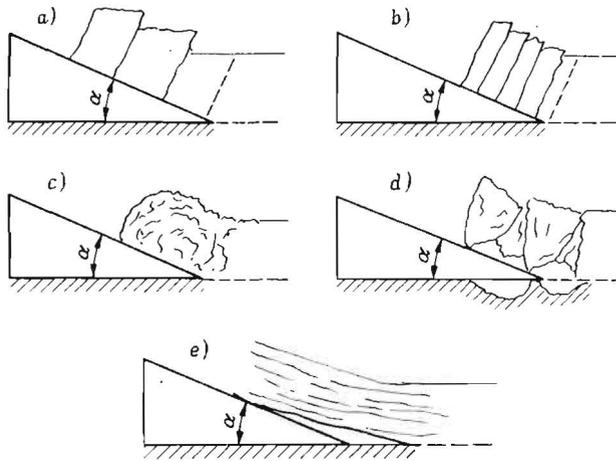


Bild 1. Schematische Darstellung der Bodenverformung in Abhängigkeit von den mechanischen Eigenschaften und vom Zustand des Bodens nach KRUTIKOW [2]. a) Boden mit mittleren mechanischen Eigenschaften und mittlerer Feuchtigkeit. b) Boden wie unter a) bei geringerer Tiefe. c) Boden mit hohem Sandanteil. d) Boden mit hohem Gehalt an feinen Lehmteilen. e) bindiger und feuchter, bewachsener Boden

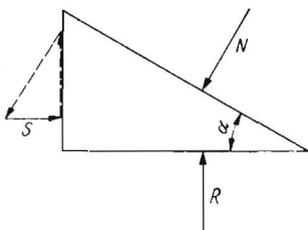


Bild 2. Schematische Darstellung der Kräfte am bodenschneidenden Keil (nach KRUTIKOW [4])

anderer bodenschneidender Werkzeuge auf stark bindige Böden (Halle, Oderbruch) bei genügend großer Feuchtigkeit und auf stark durchwurzelte Böden (Wiesen- und Weidenumbuch) beschränkt bleiben.

Es deuten sich jedoch noch weitere Ursachen an.

1.2. Die Beziehungen der Kräfte am bodenschneidenden Keil

Der unterschiedliche Ablauf der Bodenverformung am bodenschneidenden Keil zieht auch eine unterschiedliche Kräfteverteilung am Keil nach sich.

KRUTIKOW [4] findet zwischen den Kräften am Keil (Bild 2) folgende Zusammenhänge:

$$S = \frac{N}{\cos \varrho} \sin (\alpha + \varrho) + \frac{R}{\cos \varrho_1} \sin \varrho_1 \quad (1)$$

und

$$R = \frac{N}{\cos \varrho} \cos (\alpha + \varrho) \quad (2)$$

Setzt man diesen Wert R in Gleichung (1) ein, so ergibt sich letztlich

$$S = \frac{N \cdot \sin (\alpha + \varrho + \varrho_1)}{\cos \varrho \cos \varrho_1} \quad (3)$$

Die Werte ϱ und ϱ_1 sind die Reibungswinkel an der Ober- und Unterseite. Da im praktischen Fall die Reibungsbedingungen an Ober- und Unterseite annähernd gleich sein werden, kann $\varrho_1 = \varrho$ gesetzt werden. Somit ergibt sich

$$S = \frac{N \cdot \sin (\alpha + 2\varrho)}{\cos^2 \varrho} \quad (4)$$

Da S auch aus anderen Rechengängen bestimmt werden kann, wird nach N aufgelöst:

$$N = \frac{S \cdot \cos^2 \varrho}{\sin (\alpha + 2\varrho)} \quad (5)$$

S kann annähernd aus dem Widerstand des Bodens gegen das Schneiden nach dem 2. Summanden der Zugwiderstandsformel nach GORJATSCIKIN errechnet werden [5].

$$S = k \cdot t \cdot b \quad (6)$$

worin k der spezifische Widerstand des Bodens in kp/cm^2 , t die Furchentiefe in cm und b die Furchenbreite in cm bedeuten. Für das Rechenbeispiel soll von einem Furchenquerschnitt $25 \times 30 \text{ cm}$ ausgegangen werden, so daß

$$S = 750 \cdot k \quad [\text{kp}] \quad \text{wird.} \quad (6a)$$

Der k -Wert beträgt für leichte Sandböden $0,2 \text{ kp}/\text{cm}^2$, für mittlere Böden etwa $0,4 \text{ kp}/\text{cm}^2$, für schwere Böden $0,6 \text{ kp}/\text{cm}^2$ und für sehr schwere Böden bis $1,0 \text{ kp}/\text{cm}^2$.

Setzt man diese Werte in die Gleichung (6a) ein, so erhält man für die Kraft S entsprechend der Bodenarten folgende Werte:

$$S_l = 150 \text{ kp}; \quad S_m = 300 \text{ kp}; \quad S_s = 450 \text{ kp}; \\ S_{SS} = 750 \text{ kp.}$$

Die so erhaltenen Werte für S können nun nach Gleichung (5) für die Berechnung der Normalkraft auf der Oberseite des Keils benutzt werden. Für den Winkel α , dem Schnittwinkel oder auch Schareinstellwinkel gegenüber der Furchensohle, soll dabei ein Wert von 25° angenommen werden. Er beträgt bei den Pflügen verschiedener Konstruktion zwischen 20° und 30° .

Über den Reibungsbeiwert $\mu = \tan \varrho$ gibt es unterschiedliche Angaben. KRUTIKOW [6] gibt an: Sand $0,26$ bis $0,31$; Schwarzerde $0,40$; Lehmboden $0,45$ bis $0,55$; sehr bindiger, mitteltoniger Boden bis $0,70$.

WICHA [7] macht folgende Angaben: Sand $0,377$; Humus $0,421$; Mergelboden $0,47$; Lehm $0,524$; Ton $0,578$.

Im vorliegenden Beispiel soll mit folgenden Werten gerechnet werden:

Sand	$\mu_l = 0,3$	$\varrho_l = 16,7^\circ$
Mittlerer Boden	$\mu_m = 0,4$	$\varrho_m = 21,8^\circ$
Lehm	$\mu_s = 0,5$	$\varrho_s = 26,5^\circ$
Ton	$\mu_{SS} = 0,6$	$\varrho_{SS} = 31^\circ$

Errechnet man mit den Werten für S , α und ρ die Normalkraft N , so erhält man für die einzelnen Bodenarten:

$$N_l = 162 \text{ kp}; \quad N_m = 278 \text{ kp}; \quad N_s = 368 \text{ kp}; \\ N_{SS} = 552 \text{ kp}.$$

Nach der Gleichung (2) kann aus der Normalkraft auch der Reibungsdruck an der Keilunterseite errechnet werden, bzw. der Anteil des Reibungsdruckes, der von der Schubkraft S herrührt.

Bevor aber die Werte in Gleichung (2) eingesetzt werden, läßt sich die Gleichung vereinfachen. Es wird gesetzt

$$\cos(\alpha + \rho) = \cos \alpha \cos \rho - \sin \alpha \sin \rho \quad (7)$$

Danach ergibt sich, da $\tan \rho = \mu$:

$$R = N (\cos \alpha - \mu \sin \alpha) \quad (8)$$

Setzt man in diese Gleichung die Werte für N , α und μ ein, so erhält man für R entsprechend den Bodenarten:

$$R_l = 126 \text{ kp}; \quad R_m = 205 \text{ kp}; \quad R_s = 256 \text{ kp}; \\ R_{SS} = 360 \text{ kp}.$$

Vergleicht man die so erhaltenen Rechenwerte, so muß man feststellen, daß die Differenz zwischen N und R mit steigendem Bodenwiderstand und damit steigendem Reibungskoeffizienten annähernd proportional ansteigt. Diese steigende Differenz zeigt sich auch bei Untersuchungen von GETZLAFF [8].

Die absolute Größe der Differenz zwischen N und R ist deshalb von besonderer Bedeutung, weil in der bisherigen Rechnung die Masse des Pfluges und seine Verteilung auf die Auflagepunkte bei eingesetztem Pflug völlig außer acht gelassen wurde. Während über die Massenverteilung bei ausgesetztem Pflug Werte vorliegen, sind Untersuchungen über die Massenverteilung bei eingesetztem Pflug nicht bekannt.

Die Massen der Pflüge der z. Z. eingesetzten Konstruktionen bewegen sich, bezogen auf den maximalen Bearbeitungsquerschnitt bei Anhängerpflügen, zwischen 20 bis 34 kg/dm², bei Sattelpflügen zwischen 14 bis 17 kg/dm² und bei Anbaupflügen zwischen 12 bis 15 kg/dm². Bei einem Querschnitt von 7,5 dm² würde die Masse je Schar etwa 150 bis 250 kg beim Anhängerpflug, 110 bis 130 kg beim Sattelpflug und 90 bis 115 kg beim Anbaupflug betragen.

Von Interesse für die Betrachtung ist, das bei leichten und mittleren Böden die Differenz zwischen N und R erheblich kleiner ist als die Masse je Schar, bei schweren und schwersten Böden aber größer als die Masse je Schar.

Es besteht also die Möglichkeit, daß bei leichten Böden die Summe der beiden Komponenten aus Zugkraft und Masse des Pfluges auf der Unterseite des Schares in gleiche Größenordnung steigt wie die Normalkraft an der Oberseite des Schares.

Pflugweltmeisterschaft 1965 in Norwegen

Nachdem 1964 bei der Weltmeisterschaft in Wien nur eine DDR-Beobachterdelegation anwesend war, konnten wir 1965 das erste Mal als gleichberechtigter Staat selbst aktiv am Wettkampf teilnehmen, der in diesem Jahr am 8. und 9. Oktober in Honefoss bei Oslo durchgeführt wurde (Titelbild). Aus 22 Ländern bewarben sich 42 Pflüger. Nach den Bestimmungen der Weltpflügerorganisation (WPO) müssen die Teilnehmer aus einem Landesauscheid als Sieger hervorgegangen sein. Da die Anmeldung bereits im Mai abgegeben werden mußte, wurden die beiden Sieger (nach Qualität) der Alters- und Jugendklasse aus dem DDR-Entscheid 1964 nominiert und zwar die Kollegen ALFRED LEHMANN, Stremmen, Kr. Beeskow, und WILFRIED DOMKE, Gera-Roschütz.

Zusätzlich ist zu berücksichtigen die unterschiedliche Größe der Flächen, auf die sich die Kräfte verteilen.

2. Zur weiteren Entwicklung

Aus der bekannten Literatur und den eigenen Erfahrungen in der DDR läßt sich zunächst ableiten, daß es nötig ist, die Entwicklung der bodenschneidenden Werkzeuge in zwei Richtungen zu betreiben:

- a) Für bindige Böden ist ein Schar aus mehreren Materialschichten zu entwickeln, nach dem Vorbild der sormaitgeschweißten Schare. Eine Erhöhung der Flächenleistung je Schar auf das 10- bis 20fache der gegenwärtigen Werte liegt im Bereich des Möglichen. Es sollte jedoch versucht werden, anstelle des hochlegierten Sormait mit 30 % Chromgehalt andere Werkstoffe mit gleicher Härte, Elastizität und Kerbschlagzähigkeit einzusetzen. Möglicherweise zeigt kupferlegiertes Ferrosilizium, wie es die Bunawerke seit Jahren als Aufschweißlegierung verwenden, einen Weg.
- b) Für Sandböden erscheint im gegenwärtigen Zeitpunkt nur eine Erhöhung der Verschleißfestigkeit der Scharoberseite nutzbringend. Über Versuche mit Bidur-Elektroden wurde bereits von SCHAARSCHUCH [9] berichtet. Aus der Sowjetunion sind Aufschweißungen mit alten Kolbenringen bekannt [10]. Eine Erhöhung der Scharleistung zwischen zwei Schärfungen liegt aber hierbei nur beim 2- bis 4fachen der z. Z. eingesetzten Schare.

Um den Selbstschärfeffekt weiter ausdehnen zu können, erscheint es nötig, exakte Untersuchungen über den Verformungsvorgang anzustellen und die tatsächliche Kräfteverteilung am Schar bei verschiedenen konstruktiven Varianten, Geschwindigkeiten und Massenverteilungen zu untersuchen. Desgleichen erscheinen Untersuchungen über Härte, Elastizität und Kerbschlagzähigkeit des aufgetragenen Materials im Verhältnis zum Grundwerkstoff notwendig.

Literatur

- [1] RABINOWITSCH, A. Sch.: Das Selbstschärfen schneidender Teile der Arbeitsorgane landwirtschaftlicher Maschinen und Geräte. Protokoll des RGW-Seminars „Organisation und Technologie der Instandhaltung in der Landwirtschaft“, Verlag Gosniti, Moskau, 1963, S. 300 (russ.)
- [2] KRUTIKOW, N. P.: Theorie, Berechnung und Konstruktion der Landmaschinen. Bd. I. VEB Verlag Technik, Berlin, 1955, S. 111
- [3] SOHNE, W.: Das mechanische Verhalten des Ackerbodens bei Belastungen, unter rollenden Rädern sowie bei der Bodenbearbeitung. Grundlagen der Landtechnik, VDI Verlag Düsseldorf, 1951, H. 1, S. 87 bis 94
- [4] KRUTIKOW, N. P.: s. o. S. 115
- [5] Kompendium der sowjetischen Landmaschinentechnik. VEB Verlag Technik, Berlin, 1954, S. 53
- [6] KRUTIKOW, N. P.: s. o. S. 117
- [7] WICHA, A.: Maschinen und Geräte für die Bodenbearbeitung. Fachbuchverlag Leipzig, 1957, S. 11
- [8] GETZLAFF, G.: Über Bodenkräfte beim Pflügen bei verschiedenen Körperformen und Bodenarten. Grundlagen der Landtechnik, VDI Verlag Düsseldorf, H. 3, 1952, S. 60 bis 70
- [9] SCHAARSCHUCH, H.: Panzerung der Pflugschare durch elektrische Auftragsschweißung. Dt. Agrartechnik (1956), H. 4, S. 180
- [10] DULENKO, K.: Die Erhöhung der Nutzungsdauer der Pflugschare auf Sandböden. Technische Ratschläge für die MTS, Moskau 1957, H. 18, S. 11 (russ.)

M. DOMSCH, KDT*

Um den dabei gestellten Anforderungen auf Pflugbild usw. nachkommen zu können, erschien nach den in Wien gesammelten Erfahrungen ein rechtzeitiges intensives Training mit einer für einen solchen Wettkampf besonders geeigneten Technik unerlässlich.

Die für das Training vorgesehenen Kvernelands-Pflüge kamen leider erst sehr spät an, wodurch zwangsläufig die Zeit zu kurz war, um sich mit der Technik und dem bei der Weltmeisterschaft geforderten Pflugstil voll vertraut zu machen. Vergleichsweise haben andere Teilnehmer entweder ein mehrwöchiges Trainingslager absolviert oder sonst täglich eine Übungsmöglichkeit nutzen können.

* Institut für Acker- und Pflanzenbau Müncheberg (Direktor: Prof. Dr. RÜBENSAM)