

Feuchtigkeitsmessgeräte im LANDWIRT Praxistest

Praxistest

Von Johannes DEINHOFER, Philipp PRIRSCHL und Franz HANDLER

Schnell die Feuchtigkeit von Getreide bestimmen – das wird bei kürzeren Erntezeiträumen immer wichtiger. Im LANDWIRT Praxistest haben wir elf Feuchtigkeitsmessgeräte getestet. Der größte Unterschied zwischen den Geräten zeigte sich bei feuchtem Mais und Raps.

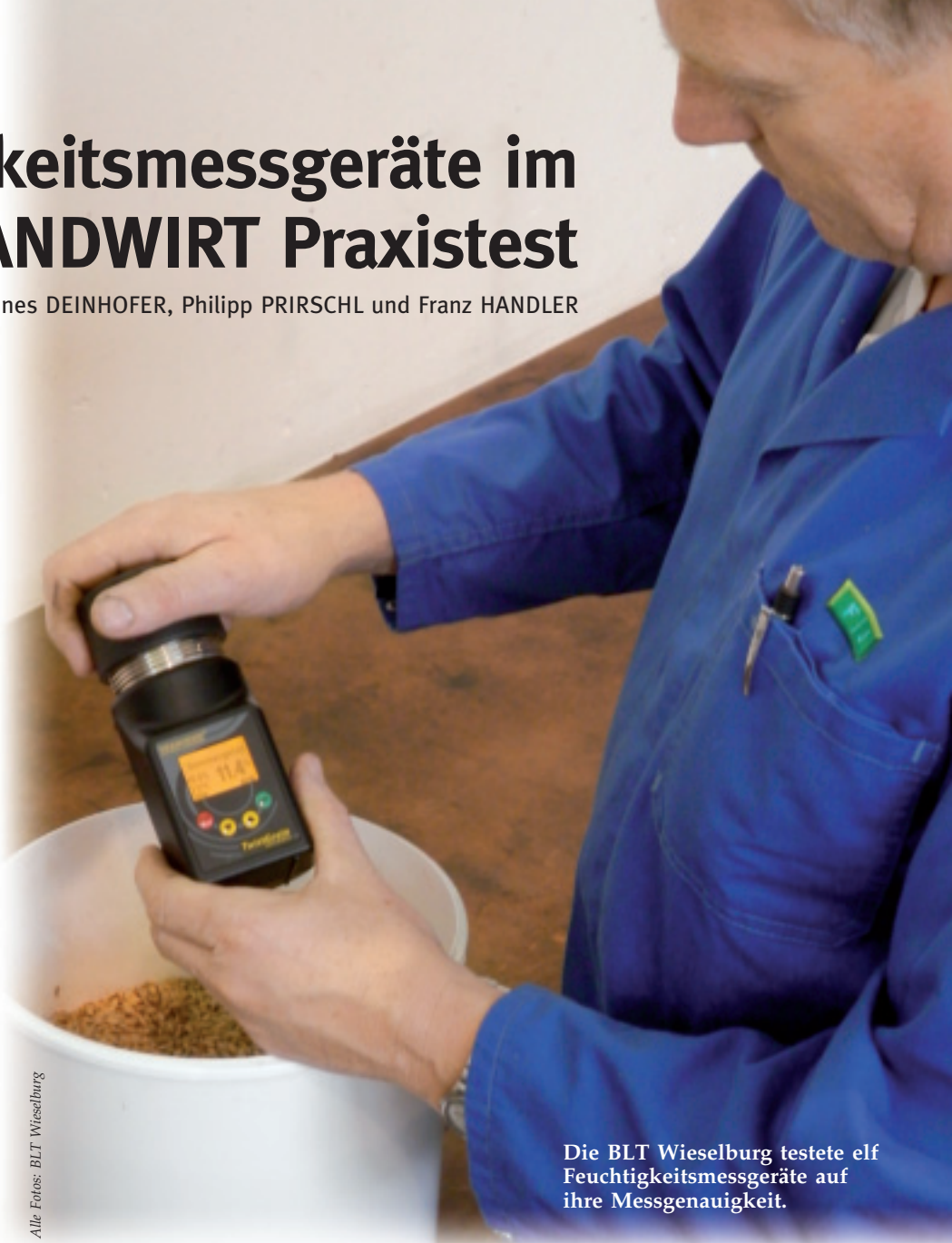
Der Feuchtegehalt von Mais, Getreide oder anderen Körnerfrüchten bestimmt, wie gut sie lagerfähig sind. Der Landwirt entscheidet aufgrund der Feuchte, wann die Ernte beginnen soll und ob die Frucht getrocknet werden muss. Die Feuchtemessung muss also rasch, billig und möglichst genau am Feld oder am Betrieb möglich sein.

Es gibt zwei Gruppen von Feuchtigkeitsmessgeräten: Bei der ersten werden die Körner vor der Messung zerkleinert und gepresst. Bei der zweiten Gruppe werden die Körner nicht zerkleinert. Das Messergebnis wird von der Temperatur der Probe beeinflusst. Deshalb verfügen alle Geräte über eine integrierte Temperaturkorrektur.

Korrekturwert zuordnen

Landesprodukthändler haben geeignete Messgeräte. Stellt der Landwirt Abweichungen seines eigenen Messgeräts zu den Werten des Landesprodukthändlers fest, kann bei den meisten Geräten der jeweiligen Kultur ein konstanter Wert zugeordnet werden, der diese Abweichung korrigiert (Tab. 1).

Liegt das Messergebnis außerhalb des zulässigen Messbereiches, d.h. ist die Probe zu feucht oder zu trocken, wird dies bei allen Geräten am Display angezeigt. Fällt die Batteriespannung unter einen kritischen Wert, kommt es zu Messfehlern. Deshalb ist es wichtig, dass der Bedienperson dies angezeigt wird.



Alle Fotos: BLT Wieselburg

Die BLT Wieselburg testete elf Feuchtigkeitsmessgeräte auf ihre Messgenauigkeit.

Tab. 1: Beschreibung der elf Geräte

	agreto GFm+	agreto Unimeter Digital	DICKEY-john mini GAC	DRAMINSKI GRAIN MASTER	DRAMINSKI TwistGrain	FARMPRO Moisture Analyzer	Ökoprofi Unimeter Super Digital XL	Pfeuffer HE lite	Pfeuffer HE 50	Schaller humimeter FS1.1	Schaller humimeter FS2
Betriebsanleitung enthält Übersicht mit messbaren Kulturen inkl. Feuchtegrenzwerte	ja	ja	nein	ja	ja	nein	ja	ja	nein	ja	ja
Korrektur der Kalibrierung bei Abweichung der Messergebnisse von Referenzwerten möglich			durch	additiven	Faktor			durch additiven Faktor und Steigung	nein	nein	nein
Anzeige der Korrektur neben dem Ergebnis am Display	ja	ja	nein	ja	ja	ja	ja	ja	-	-	-
Zusätzliche Kulturen selbst definier- und kalibrierbar	nein	nein	nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein*	nein*
Anzeige, wenn Batteriespannung unter einen kritischen Wert fällt	ja, im Unter- menü	Gerät schaltet ab	ja	ja	ja, beim Ein- schalten	ja	Gerät schaltet ab	Gerät schaltet ab	ja	ja	ja
Preis in € inkl. MwSt.	396	468	490	563	419	503	399	575	719	348	948

* auf Anfrage beim Hersteller erhältlich

agreto GFM+

Vor dem Einschalten muss die Messkappe abgeschraubt und überprüft werden, ob die Messzelle leer ist. Die zuletzt gemessene Kultur wird am Display angezeigt. Soll eine andere Kultur gemessen werden, kann über Pfeiltasten gewechselt werden.

Danach wird die Messzelle bis zum Rand befüllt (ca. 80 ml) und die Messkappe aufgeschraubt bis der Druckindikator mit der Messkappe eine Ebene bildet. Nach dem Betätigen der Eingabetaste misst das Gerät. Am Display werden der aktuelle Messwert, die Kultur, der Mittelwert über drei, sechs oder neun Messungen und die Temperatur angezeigt.

agreto Unimeter Digital

Nach dem Einschalten des Gerätes werden die ausgewählte Kultur und die erforderliche Probenmenge am Display angezeigt. Soll eine andere Kultur gemessen werden, kann über Pfeiltasten gewechselt werden. Im abschraubbaren Messzellenoberteil sind zwei Messbehälter (9 bzw. 11 ml) für die Probendosierung integriert. Die in den Messbehälter gefüllten Körner werden gleichmäßig in der Messzelle verteilt und anschließend wird der Messzellenoberteil in den Messzellenunterteil bis zu einem Anschlag eingeschraubt. Dadurch werden die Körner zwischen dem aus einer geriffelten Stahlplatte bestehenden Messzellenboden und der federbelasteten geriffelten Stahlplatte des Oberteils zerkleinert und gepresst. Nach dem Betätigen der Taste „Test“ misst das Gerät, und der aktuelle Messwert, die Kultur sowie der Durchschnittswert der letzten vier Messungen werden am Display angezeigt.

DICKEY-john mini GAC

Nach dem Einschalten wird die zuletzt gemessene Kultur am Display angezeigt. Mittels Pfeiltasten kann eine andere gewählt werden.

Im Anschluss führt das Gerät eine Selbstkalibrierung durch. Nach dem Befüllen der Messzelle mit dem mitgelieferten Ladebecher (ca. 0,5 l) wird die Messung durch Betätigen der Eingabetaste gestartet. Am Display werden der aktuelle Messwert, die Kultur und die Temperatur angezeigt. Wird die Eingabetaste nochmals betätigt, wird der Messwert abgespeichert. Bis zu zehn Werte einer Kultur sind im Gerät gespeichert und werden in die Mittelwertbildung einbezogen. Die Anzeige erfolgt nach Auswahl im Menü. Es können bis zu 20 Kulturen gespeichert werden.

DRAMÍNSKI GRAIN MASTER

Nach dem Einschalten wird die zuletzt gemessene Kultur am Display angezeigt. Mittels Pfeiltasten kann eine andere Kultur ausgewählt werden. Zum Auf- und Abschrauben des Messzellenoberteils steht ein Steckschlüssel zur Verfügung, der auch als Messbehälter für die Probendosierung dient. Die in den Messbehälter gefüllten Körner (ca. 12 ml) werden gleichmäßig in der Messzelle verteilt. Die Probenmenge (Anzahl der Messbehälter) wird am Display angezeigt. Anschließend muss der Messzellenoberteil in den Messzellenunterteil bis zu einem Anschlag eingeschraubt werden. Durch das Drücken der OK-Taste startet die Messung. Der Feuchtegehalt, die Temperatur und die Kultur werden am Display angezeigt. Durch Betätigen der Pfeiltaste wird der Mittelwert der letzten drei Messungen angezeigt.

DRAMÍNSKI TwistGrain

Nach dem Einschalten wird die zuletzt gemessene Kultur am Display angezeigt. Mittels Pfeiltasten kann eine andere ausgewählt werden. Danach wird die Messzelle bis zum Rand befüllt (ca. 60 ml) und die Messkappe aufgeschraubt bis ein Pfeifton ertönt. Mit dem Drücken der OK-Taste startet die Messung. Der aktuelle Messwert, die Temperatur, die Kultur und der Mittelwert der letzten drei Messungen werden angezeigt.

Wird die Eingabetaste nochmals betätigt, wird der Messwert abgespeichert. Bis zu zehn Werte einer Kultur sind im Gerät gespeichert und werden in die Mittelwertbildung einbezogen. Die Anzeige erfolgt nach Auswahl im Menü. Es können bis zu 20 Kulturen gespeichert werden.

FARMPRO Moisture Analyzer

Nach dem Einschalten des Gerätes kann mittels Pfeiltasten die zu messende Kultur ausgewählt werden. Die erforderliche Probenmenge wird am Display angezeigt. Im abschraubbaren Messzellenoberteil sind zwei Messbehälter (9 bzw. 11 ml) für die Probendosierung integriert. Die in den Messbehälter gefüllten Körner werden gleichmäßig in der Messzelle verteilt. Anschließend wird der Messzellenoberteil in den Messzellenunterteil bis zu einem Anschlag eingeschraubt. Nach dem Betätigen der Taste „ON/Test“ startet die Messung. Der aktuelle Messwert sowie der Durchschnittswert der letzten vier Messungen werden am Display angezeigt.

Ökoprofi Unimeter Super Digital XL

Nach dem Einschalten des Gerätes werden die zuletzt ausgewählte Kultur und die erforderliche Probenmenge am

Display angezeigt. Im abschraubbaren Messzellenoberteil sind zwei Messbehälter (9 bzw. 11 ml) für die Probendosierung integriert. Die in den Messbehälter gefüllten Körner werden gleichmäßig in der Messzelle verteilt. Anschließend wird der Messzellenoberteil in den Messzellenunterteil bis zu einem Anschlag eingeschraubt. Nach dem Betätigen der Taste „Test“ startet die Messung. Der aktuelle Messwert, die Kultur sowie der Durchschnittswert der letzten vier Messungen werden am Display angezeigt.

Pfeuffer HE lite



Im Messzellenoberteil ist der Messbehälter für die Probendosierung integriert. Die in den Messbehälter gefüllten Körner (11 ml) werden gleichmäßig in der Messzelle verteilt.

Anschließend wird der Messzellenoberteil in den Messzellenunterteil bis zu einem Anschlag eingeschraubt. Danach wird das Gerät eingeschaltet und mittels Pfeiltaste die Kultur ausgewählt. Durch Drücken der Messtaste startet die Messung. Der aktuelle Feuchtegehalt, die Kultur und der Mittelwert der letzten zwei bis sechs Messungen werden am Display angezeigt.

Pfeuffer HE 50



Die Messzelle kann zum Befüllen und Entleeren vom Grundgerät abgenommen werden. Die Probendosierung erfolgt mit dem mitgelieferten Dosierbehälter (11 ml). Nach dem gleichmäßigen Verteilen der Probe in der Messzelle wird der Messzellenoberteil mittels des mitgelieferten Steckschlüssels in den Messzellenunterteil bis zu einem Anschlag eingeschraubt. Danach wird die Messzelle auf das Grundgerät gesteckt, mittels

Drehschalter die Kultur eingestellt und durch Drücken der Messtaste die Messung gestartet. Die Kultur und der Messwert werden am Display angezeigt. Eine Mittelwertfunktion ist nicht beschrieben.

Zum Reinigen des Gewindes der Messzelle wird eine Reinigungsschraube mitgeliefert. Das Gerät kann in Kombination mit speziellen Fühlern auch zum Messen der Temperatur in Getreide- und Heulagern verwendet werden.

Schaller humimeter FS1.1



Nach dem Einschalten kalibriert sich das Gerät selbst. Die ausgewählte Kultur und die erforderliche Probenmasse werden am Display angezeigt. Je nach

Kultur beträgt die Probenmasse 30–60 g, wobei eine Abweichung von $\pm 0,5$ g zulässig ist. Nach dem Einwiegen der Probe mit der mitgelieferten Waage und dem mitgelieferten Messbecher muss sie langsam und gleichmäßig in die Messzelle geschüttet werden. Danach erscheinen der Messwert, die Temperatur und die Kultur auf dem Display. Eine Mittelwertfunktion ist nicht beschrieben.

Schaller humimeter FS2



Nach dem Einschalten kalibriert sich das Gerät selbst. Die ausgewählte Kultur und die erforderliche Probenmasse werden am Display ange-

zeigt. Je nach Kultur beträgt die Probenmasse 180–300 g, wobei eine Abweichung von ± 1 g zulässig ist. Nach dem Einwiegen der Probe mit der mitgelieferten Waage und dem mitgelieferten Messbecher muss sie langsam und gleichmäßig in die Messzelle geschüttet werden. Danach erscheint der Messwert auf dem Display, der bei Bedarf gespeichert werden kann. Daneben werden auch die Kultur und die Temperatur angezeigt.

Messzelle reinigen

Der Landwirt muss die Messzelle des Geräts vollständig leeren, um Messfehler zu vermeiden. Bei Geräten, welche die Probe nicht zerkleinern, reicht es in der Regel, die Probe auszuschütten. Probleme können bei feuchten Proben auftreten, wenn Feuchtigkeit an der Wand der Messzelle zurückbleibt. In diesem Fall muss der Landwirt mit der nächsten Messung warten, bis die Messzelle ausgetrocknet ist.

Bei den Geräten, welche die Probe zerkleinern, ist die vollständige Reinigung der geriffelten Stahlplatten in der Messzelle aufwändiger. Es werden für diesen Zweck spezielle Bürsten bzw. Pinsel mitgeliefert. Nach feuchten und öligen Proben kann es zweckmäßig sein, die Messzelle wie für eine Messung mit trockenem Getreide zu befüllen und erst anschließend mit der Bürste zu reinigen.

So wurden die Geräte bewertet

Untersucht wurde die Genauigkeit der Geräte bei Mais, Winterweizen, Gerste, Roggen, Raps und Sonnenblume. Die Grundeinstellungen der Geräte wurden nicht verändert. Die Proben wurden vor oder bei der Ernte bzw. aus dem Lager gezogen und waren frei von Verunreinigungen und Bruchkörnern. Im Trockenschrank wurde die Referenzfeuchte nach EN ISO 712, EN ISO 6540 bzw. EN ISO 665 bestimmt. Jede Messung im Trockenschrank und mit jedem Gerät erfolgte mit zehnfacher Wiederholung.

Die Messunsicherheit wurde nach zwei Kriterien beurteilt:

1. Wie stark weicht der Mittelwert (Median) der Messungen mit dem Gerät vom Referenzfeuchtegehalt ab (Tab. 2)? Folgende Klasseneinteilung wurde vorgenommen:

- $\leq \pm 0,5$ %: ++
- $\leq \pm 1,0$ %: +
- $\leq \pm 2,0$ %: o
- $> \pm 2,0$ %: -

2. Wie stark streut das Ergebnis beim Messen derselben Probe (Tab. 3)? Je größer dieser Schwankungsbereich ist (Interdezilbereich 90 %), umso mehr Messwiederholungen müssen gemacht werden, um zu einem guten Mittelwert zu kommen, vorausgesetzt, die unter Punkt 1 ermittelte Abweichung ist gering. Folgende Klasseneinteilung wurde vorgenommen:

- $\leq 1,0$ %: ++
- $\leq 2,0$ %: +
- $\leq 3,0$ %: o
- $> 3,0$ %: -

Tab. 2: Abweichung des mit dem Messgerät gemessenen Feuchtegehaltes vom Referenzwert

	agreto GFM+	agreto Unimeter Digital	DICKEY-john mini GAC	DRAMINSKI GRAIN MASTER	DRAMINSKI TwistGrain	FARMPRO Moisture Analyzer	Ökoproti Unimeter Super Digital XL	Pfeuffer HE lite	Pfeuffer HE 50	Schaller humimeter FS1.1	Schaller humimeter FS2
Mais 24–32 %	-	+	++	++	+	+	++	++	+	o	++
Mais 12–16 %	o	++	o	++	++	++	++	++	++	++	++
Winterweizen 12–16 %	o	+	+	++	++	++	++	++	++	+	+
Sommergerste 12–16 %	+	+	o	+	++	++	+	++	++	o	+
Roggen 13–16 %	o	+	+	++	+	+	++	++	+	+	**
Raps 11–15 %	++	+	-	++	-	+	++	+	-	++	++
Raps 7–10 %	o	++	+	++	+	++	++	++	++	++	++
Sonnenblume 13–15 %	++	++	-	*	*	+	o	-	+	+	o
Sonnenblume 8–10 %	-	++	+	*	*	o	++	+	+	++	+

* nicht für Sonnenblume kalibriert (auf Wunsch verfügbar)

** nicht gemessen



Je feuchter, desto ungenauer

Die geringsten Abweichungen vom Referenzwert wurden bei Raps (7–10 % Feuchtegehalt), Mais (12–16 % Feuchtegehalt), Winterweizen, Sommergerste und Roggen beobachtet. Bei diesen Kulturen war die Abweichung bei keinem der Geräte größer als 2 %. Beim überwiegenden Teil der Geräte war die Abweichung kleiner als 1 % (Tab. 2). Diese Messgüter hatten auch geringe Streuungen bei wiederholter Messung (Tab. 3).

Die größten Abweichungen vom Referenzwert traten bei Sonnenblume (13–15 % Feuchtegehalt), Raps (11–15 % Feuchtegehalt) und Mais (24–32 % Feuchtegehalt) auf. Aber auch hier gibt es zahlreiche Geräte, deren Abweichung nicht mehr als 1 % beträgt. Diese Messgüter wiesen auch die größten Streuungen bei wiederholter Messung auf.

Messfehler vermeiden

Messfehler können entstehen, wenn die falsche Kultur am Gerät eingestellt ist oder die falsche Probenmenge ein-

gefüllt wird. Der Landwirt muss darauf achten, dass die Messzelle vollständig leer ist und keine Restfeuchte von vorherigen Messungen enthalten ist. Auch regennasses Messgut führt zu Fehlmessungen.

Der Landwirt muss darauf achten, dass die Messzelle vollständig leer ist und keine Restfeuchte von vorherigen Messungen enthalten ist. Auch regennasses Messgut führt zu Fehlmessungen.

Tab. 3: Streuung der Messwerte bei wiederholter Messung derselben Proben

	agreto GFM+	agreto Unimeter Digital	DICKEY-john mini GAC	DRAMINSKI GRAIN MASTER	DRAMINSKI TwistGrain	FARMPRO Moisture Analyzer	Ökoproti Unimeter Super Digital XL	Pfeuffer HE lite	Pfeuffer HE 50	Schaller humimeter FS1.1	Schaller humimeter FS2
Mais 24–32 %	+	o	o	+	+	+	+	+	o	o	+
Mais 12–16 %	++	++	o	++	+	++	++	++	++	+	++
Winterweizen 12–16 %	+	++	o	++	++	++	++	++	++	++	++
Sommergerste 12–16 %	++	++	+	++	++	++	+	++	+	++	++
Roggen 13–16 %	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	**
Raps 11–15 %	++	+	+	+	+	-	+	+	+	++	++
Raps 7–10 %	++	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Sonnenblume 13–15 %	++	++	+	*	*	-	+	+	o	++	++
Sonnenblume 8–10 %	+	++	++	*	*	+	++	++	++	++	++

* nicht für Sonnenblume kalibriert (auf Wunsch verfügbar)

** nicht gemessen

Obwohl alle Geräte eine Temperaturkorrektur integriert haben, sollen große Temperaturunterschiede zwischen Probe und Gerät vermieden werden (kältere Proben in geschlossenem Behälter erwärmen und wärmere, die beispielsweise aus der Trocknung kommen, abkühlen lassen). Wird eine sehr kalte Probe zur Messung in einen warmen Raum gebracht, kann es zur Kondenswasserbildung an der Gutoberfläche kommen. Wird ein sehr kaltes Messgerät zur Messung in einen warmen Raum gebracht, kann auch Kondenswasser entstehen. Verunreinigungen wie Spelzen, Stroh, Unkrautsamen oder Steine führen zu Messfehlern, da sie in der Regel bei der Kalibrierung nicht berücksichtigt werden.

Probenziehung ist entscheidend

Innerhalb eines Feldes kann der Feuchtegehalt von Pflanze zu Pflanze stark schwanken. Deshalb ist es für das Messergebnis entscheidend, eine repräsentative Probe in ausreichender Größe zu ziehen. Wiederholungen der Messungen bringen eine Aussage über die Einheitlichkeit der Probe. Eine schlechte Probenziehung kann durch das beste Gerät nicht wettgemacht werden. Je kleiner die erforderliche Probenmenge für eine Messung ist, umso sorgfältiger muss der Landwirt die Probe ziehen.

Beim Kauf sollte der Landwirt klären, ob das Gerät für die gewünschten Kulturen einsetzbar ist. Einige Hersteller bieten für spezielle Kulturen individuelle Kalibrierungen an bzw. einige Geräte bieten die Möglichkeit selbst eine Kalibrierung zu erstellen. ■

Johannes Deinhofer, Philipp Priirschl und DI Franz Handler (Leiter) arbeiten in der Abteilung Verfahrenstechnik der BLT am Ifz Francisco Josephinum Wieselburg.