

# Neue Geneva Unterlagen im Großraum Trentino-Südtirol

## New Geneva apple rootstocks in the region Trentino-South Tyrol

## Nuovi portinnesti Geneva nella macroarea del Trentino-Alto Adige

Irene Höller<sup>1</sup>, Walter Guerra<sup>1</sup>, Franco Micheli<sup>2</sup>, Jonathan Pasqualini<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laimburg Research Centre, 39040 Auer/Ora, BZ, Italy

<sup>2</sup>Fondazione Edmund Mach, Centro Transferimento Tecnologico, 38098 S. Michele all'Adige, TN, Italy

### ABSTRACT

In addition to the well-known apple rootstocks G 11 and G 41, newer Geneva rootstocks were tested at different altitudes for their suitability for cultivation in the Trentino South Tyrol area. At Fragsburg (700 m a.s.l.), in Maso Parti (210 m a.s.l.) and in Spagolle (420 m a.s.l.) CG 3001, CG 2034, G 935 and G 969 were examined in combination with Golden Delicious, also with regard to their tolerance to replant disease. A shortlist of rootstocks was planted with Red Delicious Spur at Fragsburg, at Laimburg Research Centre (220 m a.s.l.) and in Spagolle. G 41, G 935 and G 969 showed higher yields per tree and more vigour compared to M9 T337 and M26, which can be interesting in replant disease conditions, at higher altitudes with growth deficits or in connection with weak growing varieties such as Red Delicious Spur. G 41 and G 969 also had a positive effect on fruit size in combination with Golden Delicious. The rootstocks CG 3001 and CG 2034 tend to be less vigorous and productive than G 935 and G 969. G 11 tended to be more vigorous and productive with Red Delicious than M9 Pajam 2. All Geneva series rootstocks are almost free of burr knots and root suckers. Although not all questions about the new series of Geneva rootstocks have been clarified, these rootstocks could represent an alternative to M9 for certain situations in the future.

### KEYWORDS

replant disease, yield, vigor, fruit size, burr knots, root suckers

### CITE ARTICLE AS

Höller Irene, Guerra Walter, Franco Micheli (2024). New Geneva apple rootstocks in the region Trentino South Tyrol. Laimburg Journal 06/2024.011 DOI:10.23796/LJ/2024.011.

### CORRESPONDING AUTHOR

Irene Höller, Laimburg Research Centre, Laimburg 6 – Pfatten/Vadana, 39040 Auer/Ora, BZ, Italy, irene.hoeller@laimburg.it, +390471969677



Dieses Werk ist lizenziert unter einer [Creative Commons Namensnennung-Nicht kommerziell 4.0 International Lizenz](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Quest'opera è distribuita con [Licenza Creative Commons Attribuzione -Non commerciale 4.0 Internazionale](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Für alle Abbildungen und Tabellen ohne Nennung des Urhebers gilt: ©Versuchszentrum Laimburg.

Per tutte le immagini e tabelle senza menzione dell'artefice vale: ©Centro di sperimentazione Laimburg.

For all figures and tables without mention of the originator applies: ©Laimburg Research Centre.

## GENEVA UNTERLAGEN WISSENSWERTES

An der Cornell Geneva Universität in New York läuft eines der weltweit größten Züchtungsprogramme für Apfelunterlagen, mit dem Fokus auf Feuerbrandresistenz, Kragefäule, Blutlaus und Bodenmüdigkeit. Im Wachstum sind die amerikanischen Unterlagen stärker als M 9 T337 und zeigen teils bessere Ertragseigenschaften. Die Vermehrung im Mutterbeet ist allerdings schwieriger als bei M 9, weshalb häufig Gewebekultur angewendet wird.

Das Versuchszentrum Laimburg arbeitet seit 1994 an der Prüfung von Geneva Unterlagen auf deren Anbaueignung für Südtirol. Die ersten Erfahrungen zu den mittlerweile für den europäischen Anbau etablierten Unterlagen G 11 und G 41 wurden im Jahr 2001 gemacht. Im Frühjahr 2016 folgte ein breit angelegter Versuch mit G 11 und G 41 und der neuesten Generation an Geneva Unterlagen (G 935, G 969, CG 3001, CG 2034) an mehreren Standorten bzw. Höhenlagen im Großraum Trentino Südtirol. Zu den Referenzunterlagen zählen M 9 T337, M 26 und M 9 Pajam 2. Als neuere und womöglich vielversprechende Unterlagen gelten G 935 und G 969. CG 3001 und CG 2034 werden weltweit kaum weiterverfolgt und demzufolge in der Datenanalyse weniger berücksichtigt.

In der Literatur wird G 11 in der Wuchsstärke als vergleichbar mit M 9 T337 eingestuft und G 41 mit M 9 Pajam 2 [1], während G 935 und G 969 zwischen M 26 und M 7 liegen [2]. Aus einer im Jahr 2008 angelegten Studie zur Untersuchung der Bodenmüdigkeitstoleranz verschiedener Apfelunterlagen wurden G 11 und G 41 als „resistent“, G 935 und G 969 als „moderat resistent“ und M 9 T337 als „anfällig“ eingestuft [3]. G 41 und G 969 gelten aus amerikanischer Sicht als resistent gegenüber Blutlaus [4] [5], dennoch ist eine Anfälligkeit der Unterlage in Südtirol nicht ausgeschlossen. Es gilt zu berücksichtigen, dass die Blutlaus bei resisten-

ten Unterlagen die Baumkrone besiedeln kann. Versuchsergebnisse der amerikanischen Maine Agricultural and Forest Experiment Station in Monmouth weisen darauf hin, dass G 935 eine außerordentlich gute Frosttoleranz aufweist, weshalb die Unterlage für Regionen mit tiefen Bodentemperaturen empfohlen wird [6]. G 11, G 41 und M 26 sind in derselben Studie bezüglich Frosttoleranz miteinander vergleichbar, aber empfindlicher als G 935. Laut einer koreanischen Studie aus dem Jahr 2017 reagieren G 11 und G 935 bei Problemen mit Staunässe ähnlich wie M 26, während sich M 9 am sensibelsten zeigt [7]. Laut einer litauischen Studie ist M 26 sehr empfindlich auf Trockenstress [8]. Choi et al. [9] stellten bei *Fuji* auf G 935 im Vergleich zu M 26 eine höhere Toleranz gegenüber Trockenheit fest.

## GROSSRAUM TRENINO SÜDTIROL

Da auch im Großraum Trentino Südtirol, einer der wichtigsten Apfelanbauregionen Europas, die Unterlagefrage von großem Interesse ist, haben die beiden Institute FEM und Versuchszentrum Laimburg beschlossen, gemeinsame Versuche an verschiedenen Standorten zu starten.

## BESCHREIBUNG VERSUCHSSTANDORTE

Die Testanlagen befinden sich am Versuchszentrum Laimburg (220 m ü. NN) und an der Fragsburg (700 m ü. NN) in Südtirol, sowie in Maso Parti (210 m ü. NN) und Spagolle (420 m ü. NN) im Trentino.

Im Zeitraum des Versuchs lag die Jahresdurchschnittstemperatur am Versuchszentrum Laimburg bei 12,5 °C, an der Fragsburg bei 10,5 °C, in Maso Parti bei 12,4 °C und in Spagolle bei 11,6 °C. Die Niederschlagsmenge lag an allen Standorten zwischen 850 und 1000 mm/Jahr.

Bezüglich Bodenart wurde am Versuchszentrum Laimburg ein „sandig schluffiger“ Boden mit einem pH-Wert von 7,4 und einen Humus-

gehalt von 2,1% ausgewählt. Am Standort Fragsburg ist der „humose sandige Schluff“ mit 5,5% Humusgehalt reicher an organischer Substanz (pH-Wert 6,6). In Maso Parti wurde in einen „schluffigen Sand“ (pH-Wert 7,2 und Humus 2,8%) gepflanzt und in Spagolle in einen „humosen sandigen Schluff“ (pH-Wert 7,3 und Humus 4,8%). Mit Ausnahme vom Standort Fragsburg weisen alle Böden einen sehr hohen Karbonatgehalt auf.

## PRÜFUNG MIT GOLDEN DELICIOUS IN FRAGSBURG, MASO PARTI UND SPAGOLLE

### VERSUCHSAUFBAU & AUSGANGSMATERIAL

An den Standorten Fragsburg, Maso Parti und Spagolle sind die Unterlagenversuche in Kombination mit *Golden Delicious* Klon B in randomisierten Blöcken zu 4 Wiederholungen mit jeweils 3 Bäumen pro Parzelle angelegt. Der Pflanzabstand an der Fragsburg und in Spagolle betrug 3,2 x 1,0 m, jener in Maso Parti 3,4 x 1,0 m. Die Geneva Unterlagen G 11, G 935, G 969, CG 3001 und CG 2034 sind an allen Standorten vertreten, während G 41 ausschließlich an der Fragsburg und in Maso Parti in die Versuche aufgenommen wurde. Um die Toleranz der Unterlagen auf Bodenmüdigkeit zu prüfen, wurden pro Standort 2 Parallelversuche gepflanzt. Für die Variante „bodenmüde“ wurde der Boden, in welchem seit Jahren Apfelbäume standen, nicht behandelt. Für die Variante „fumigiert“ wurde der Boden mit dem Wirkstoff Dazomet entseucht. Als Ausgangsmaterial wurden Knip Bäume aus derselben Baumschule verwendet, mit Ausnahme von G 11, welche aus einer anderen Baumschule bezogen wurde und in der Qualität schwächer war. Die Anlagen wurden nach den Richtlinien der integrierten Anbauweise bewirtschaftet.

**PRÜFUNG MIT RED DELICIOUS IN FRAGSBURG, LAIMBURG UND SPAGOLLE**

**VERSUCHSAUFBAU UND AUSGANGSMATERIAL**

Die Unterlagenprüfung in Kombination mit *Red Delicious* Sandidge (Camspur bei M 26) erfolgte an der Fragsburg, an der Laimburg und in Spagolle. Es wurden randomisierte Blöcke mit jeweils 4 Bäumen pro Parzelle angelegt, zu 3 Wiederholungen an der Fragsburg und 2 Wiederholungen an den anderen beiden Standorten. Von den Geneva Unterlagen wurden an der Fragsburg G 11, G 935 und G 969 ausgewählt, an der Laimburg G 969 und in Spagolle G 11. Der Pflanzabstand an der Fragsburg und an der Laimburg betrug 3,1 x 0,6 m, jener in Spagolle 3,2 x 0,6 m. Der Aspekt „Bodenmüdigkeit“ wurde ausschließlich am Standort Spagolle mit einbezogen. M 9 Pajam 2 und G 11 wurden als einjährige Bäume gepflanzt. Alle übrigen Unterlagen waren Knip Bäume.

**ERHEBUNGEN**

**VEGETATIVE PARAMETER**

Stammquerschnitt, Kronenvolumen, Triebzuwachs, Wurzelfelder und -schosse

Die Wüchsigkeit wird durch die Erhebung von Stammquerschnitt, Kronenvolumen und Triebzuwachs bestimmt. Der Stammquerschnitt wurde jährlich über den Durchmesser des Stammes in einer Höhe von 20 cm über der Veredlungsstelle erhoben. Das Kronenvolumen wurde im Pflanzjahr und im 3. Standjahr über die Kegelformel errechnet (Kegelvolumen =  $r^2 \times \pi \times h$ ): der Durchmesser ergibt sich aus dem Mittelwert zwischen Baumbreite und Baumtiefe, während die Baumhöhe abzüglich der Stammhöhe die Höhe des Kegels bestimmt. Zusätzlich wurde der Triebzuwachs des einjährigen Holzes bei *Golden Delicious* in den ersten beiden Standjahren gemessen. Die Ausbildung von Wurzelfeldern und -schossen wurde jährlich erhoben.

**PRODUKTIVE PARAMETER**

**Baumertrag, Spezifischer Ertrag**

Die Produktivität der Unterlagen wurde mittels Erhebung der jährlichen Baumerträge und Ermittlung

des spezifischen Ertrags bewertet. Der spezifische Ertrag (Summe Baumerträge in kg/Stammquerschnittsfläche in  $cm^2$ ) gibt Informationen zur Ertragsleistung einer Unterlage in Abhängigkeit von ihrem Wachstum am Stamm, wobei zusätzlich das Kronenvolumen betrachtet werden muss.

**QUALITÄTSPARAMETER**

**Fruchtgewicht, rote Deckfarbe, Fruchtform**

Zur Einschätzung des Einflusses der Unterlage auf die Qualität der Äpfel, werden das Fruchtgewicht bzw. die Fruchtgröße, die Ausprägung der roten Deckfarbe und die Fruchtform als Verhältnis von Höhe zu Breite erhoben.

**BODENMÜDIGKEIT**

Um die Toleranz gegenüber Bodenmüdigkeit zu untersuchen, wurden Unterschiede in den Wachstums- und Ertragseigenschaften zwischen den Varianten „bodenmüde“ und „fumigiert“ kontrolliert. Besonderes Augenmerk wird auf die ersten 3 Standjahre gelegt, da in dieser Phase normalerweise die größten Wachstums- oder Ertragsdepressionen auf „bodenmüden“ Böden zu

Tab. 1: Wurzelfelder ( $cm^2$ ) und Wurzelschosse (Anzahl pro Baum); Standort Fragsburg - *Golden Delicious* und *Red Delicious* // *Burrknots* ( $cm^2$ ) and *root suckers* (Number per tree); location Fragsburg - *Golden Delicious* and *Red Delicious*.

	Wurzelfelder <i>Burrknots</i> ( $cm^2$ )		Wurzelschoss (Anzahl) <i>Root suckers</i> (Quantity)		Wurzelfelder <i>Burrknots</i> ( $cm^2$ )		Wurzelschoss (Anzahl) <i>Root suckers</i> (Quantity)		
	<i>Golden Delicious</i>				<i>Red Delicious</i>				
	2016		2021		2016-2021 (Mittel)		2016	2021	2016-2021 (Mittel)
	BM	FUM	BM	FUM	BM	FUM	BM	BM	BM
<b>M 9 T337</b>	0,3 A	0,6 a	20,3 A	13,7 a	2,2 A	1,3 a	1,3 A	10,5 A	2,6 AB
<b>M 26</b>	0,1 A	0,1 ab	9,3 AB	11,3 ab	0,1 B	0,3 b	0,4 AB	4,2 A	0,1 C
<b>G 11</b>	0,0 A	0,0 b	0,0 B	0,3 b	0,1 B	0,2 b	0,0 B	0,0 B	0,1 C
<b>G 935</b>	0,0 A	0,0 b	1,1 B	0,3 b	0,3 B	0,5 ab	0,0 B	0,0 B	1,1 BC
<b>G 969</b>	0,0 A	0,0 b	0,1 B	0,3 b	0,2 B	0,2 b	0,0 B	0,0 B	0,2 C
<b>M9 Pajam 2</b>							0,4 AB	8,7 A	3,6 A
<b>G 41</b>	0,0 A	0,0 b	0,0 B	0,1 b	0,1 B	0,0 b			
<b>CG 3001</b>	0,0 A	0,0 b	5,0 B	4,0 ab	0,1 B	0,0 b			
<b>CG 2034</b>	0,0 A	0,0 b	6,7 B	5,4 ab	0,1 B	0,3 b			

erwarten sind. Mit dem Alter der Anlage gleichen sich laut Erfahrungen des Versuchszentrums Laimburg die Unterschiede zunehmend aus.

## ERGEBNISSE

### VEGETATIVE PARAMETER MIT GOLDEN DELICIOUS

#### Stammquerschnitt

Im Standortvergleich fällt auf, dass an der am höchsten gelegenen Versuchsanlage an der Fragsburg das niedrigste Wachstum zu verzeichnen ist (Abb. 1). Die Unterlage G 969 weist an allen Standorten den größten Zuwachs im Stammquerschnitt auf und unterscheidet sich in Maso Parti und Spagolle signifikant von M 9 T337. G 935, CG 3001 und CG 2034 lassen sich zwischen M 9 T337 und G 969 einordnen. In dieselbe Klasse fällt zudem G 41, die ausschließlich an den Standorten Fragsburg und Maso Parti angepflanzt wurde. Dort zeigt sich G 41 als tendenziell starkwüchsiger als M 26. G 11, die als einzige Unterlage aus einer anderen Baumschule stammt, zeigte an allen Standorten das schwächste Wachstum.

#### Kronenvolumen, Triebzuwachs

Den größten Zuwachs im Kronenvolumen und an den einjährigen Trieben zeigten die Unterlagen G 935 und G 969, an allen 3 Standorten (Abb. 2, Abb. 3). M 9 T337, M 26 und G 11 benötigten den kleinsten Standplatz (Abb. 4). Dazwischen lassen sich G 41, CG 3001 und CG 2034 einordnen, wenn auch G 41 am Standort Fragsburg im Kronenvolumen durchaus auf dem Niveau von G 935 und G 969 liegt.

#### Wurzelfelder und -schosse

Eine positive Eigenschaft der Geneva Unterlagen ist ihre geringe Neigung zur Ausbildung von Wurzelfeldern und -schossen (Tab. 1). Nach 6 Standjahren konnte bei G 11, G 935, G 969 und G 41 am Standort Fragsburg eine Maximalfläche von 0,3 cm<sup>2</sup> an Wurzelfeldern erhoben werden. Im Vergleich dazu lag M 9 T337 bei 20,3 cm<sup>2</sup>. Während die Geneva Unterlagen nahezu frei von Wurzelschossen waren, wurden bei M 9 T337 jährlich etwa 1-2 Wurzelschosse/Baum gezählt. Die Unterlageneroberfläche ist bei Geneva Unterlagen typischerweise von einer Rinde gekennzeichnet, die sich teilweise absplittert bzw. von der Unterlage löst (Abb. 5). Dieses Phänomen wird bei M 9 T337 selte-

ner und in geringerem Ausmaß beobachtet.

### PRODUKTIVE PARAMETER MIT GOLDEN DELICIOUS

#### Baumertrag, Spezifischer Ertrag

Zunächst gilt anzumerken, dass bei den Standorten Fragsburg und Spagolle aufgrund eines Ernteausfalls durch Frühjahrsfrost bzw. Hagelanschlag keine Daten aus dem Jahr 2017 verfügbar sind. Zu den Unterlagen mit den höchsten Baumerträgen zählen G 969, G 935 und G 41 (Abb. 6). M 9 T337, M 26 und G 11 waren im Baumertrag weniger produktiv, wenn auch signifikante Unterschiede ausschließlich an der Fragsburg festgestellt werden konnten. Dort weisen G 935 und G 41 ebenso die höchsten spezifischen Erträge auf und heben sich signifikant von M 26 ab (Tab. 2). In Spagolle zeigt G 11 signifikant höhere spezifische Erträge als G 969, CG 3001 und CG 2034.

### QUALITÄTSPARAMETER MIT GOLDEN DELICIOUS

#### Fruchtgewicht

Über die Jahre lassen sich keine klaren Tendenzen erkennen. Es fällt allerdings auf, dass G 969 bei der Variante „bodenmüde“ trotz höherem

Tab. 2: Spezifischer Ertrag (kg/cm<sup>2</sup>); Standorte Fragsburg, Maso Parti und Spagolle - *Golden Delicious*; Standorte Fragsburg, Laimburg und Spagolle - *Red Delicious* // Yield efficiency (kg/cm<sup>2</sup>); locations Fragsburg, Maso Parti and Spagolle - *Golden Delicious*; locations Fragsburg, Laimburg and Spagolle - *Red Delicious*.

Spezifischer Ertrag im Jahr 2021 Yield efficiency in year 2021 (kg/cm <sup>2</sup> )										
	<i>Golden Delicious</i>						<i>Red Delicious</i>			
	Fragsburg		Maso Parti		Spagolle		Fragsburg	Laimburg	Spagolle	
	BM	FUM	BM	FUM	BM	FUM	BM	BM	BM	FUM
<b>M 9 T337</b>	5,2 BC	5,1 bc	4,4 A	5,0 a	3,5 AB	3,7 ab	2,8 BC	3,2 A		
<b>M 26</b>	4,1 C	4,7 c	4,1 A	4,1 a			2,1 C	2,5 B		
<b>G 11</b>	6,0 AB	6,3 abc	4,9 A	4,8 a	4,0 A	4,2 a	2,7 BC		2,0 A	2,1 a
<b>G 935</b>	7,5 A	*** 6,4 ab	3,8 A	4,7 a	3,5 AB	3,0 bc	4,3 A			
<b>G 969</b>	5,6 BC	5,6 bc	3,7 A	*** 3,3 a	2,8 BC	3,2 bc	3,1 B			
<b>M9 Pajam 2</b>							1,9 C	2,5 B	1,8 A	2,1 a
<b>G 41</b>	7,0 AB	7,6 a	4,0 A	4,4 a						
<b>CG 3001</b>	6,3 AB	6,1 abc	3,9 A	3,8 a	2,3 C	*** 2,9 bc				
<b>CG 2034</b>	5,7 BC	6,3 abc	3,9 A	4,0 a	2,7 BC	2,6 c				



Gesamtbaumertrag sowohl in Maso Parti als auch in Spagolle ein signifikant höheres Fruchtgewicht aufweist als G 935 (Tab. 3). Auf „fumigiertem“ Boden waren kaum statistisch signifikante Unterschiede zwischen den untersuchten Unterlagen erkennbar, mit Ausnahme von Maso Parti, wo beispielsweise G 41, CG 3001 und CG 2034 signifikant größere Äpfel ausbildeten als M 26. Trotz der höheren Baumerträge von G 935 im Vergleich zu M 9 T337, konnte im Fruchtgewicht an keinem Standort ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Unterlagen nachgewiesen werden.

**BODENMÜDIGKEIT MIT GOLDEN DELICIOUS**

Alle Unterlagen zeigten bei der „bodenmüden“ Variante im Pflanzjahr einen um bis zu 95% geringeren Zuwachs im Stammquerschnitt als auf „fumigiertem“ Boden (Abb. 1). Die „Wachstumsbremse“ auf unbehandeltem Boden wurde an allen Standorten festgestellt und anhand der Daten zu Kronenvolumen und Triebzuwachs bestätigt. Die Baumerträge waren in den Anfangsjahren auf entseuchtem Boden höher, was vor allem am Standort Spagolle im zweiten Standjahr (2017) ersichtlich war (Abb. 6). In Maso Parti konnten kaum „bodenbedingte“ Unterschiede ermittelt werden.

**VEGETATIVE PARAMETER MIT RED DELICIOUS**

**Stammquerschnitt und Kronenvolumen**

G 969 ist sowohl an der Fragsburg als auch an der Laimburg im Stammquerschnitt signifikant stärker zugewachsen als M 26 und M 9 T337 (Abb. 7). Während G 935 an der Fragsburg ein ähnliches Kronenvolumen wie G 969 ausbildet (Abb. 8), liegt die Unterlage in der Stammquerschnittszunahme signifikant hinter G 969 und vergleichbar mit G 11, M 26, M 9 Pajam 2 und M 9 T337. Bei den einjährigen Bäumen von M 9 Pajam 2 und G 11 zeigt die Geneva Unterlage eine tendenziell höhere Wuchsstärke auf. Auf den Fotos zum Habitus einiger Unterlagen lässt sich erkennen, dass G 11 und besonders G 935 und G 969 am Standort Fragsburg bereits im 4. Standjahr ein größeres Kronenvolumen als M 9 T337 einnehmen (Abb. 9).

**Wurzelfelder und -schosse**

M 9 T337 weist im 6. Standjahr am Standort Fragsburg eine 10,5 cm<sup>2</sup> große Fläche an Wurzelfeldern auf, gefolgt von M 9 Pajam 2 mit 8,7 cm<sup>2</sup> und M 26 mit 4,2 cm<sup>2</sup> (Tab. 1). Die Geneva Unterlagen waren frei von Wurzelfeldern und hatten keine oder vereinzelt Wurzelschosse im Unterschied zu den M-Unterlagen. Die Unterlageneroberfläche ist bei G 11

durch ein typisches Absplittern der Rinde gekennzeichnet, was keinen negativen Einfluss auf die Baumentwicklung oder Ansiedelung von Schadorganismen zur Folge hatte (Abb. 10).

**PRODUKTIVE PARAMETER MIT RED DELICIOUS**

**Baumertrag, Spezifischer Ertrag**

Im Baumertrag liegt G 969 an erster Stelle, signifikant höher als G 11, M 9 Pajam 2, M 26 und M 9 T337 (Abb. 11). Fast deckungsgleiche Erträge wie G 969 lieferte G 935 an der Fragsburg. Da G 935 dort allerdings die Stammquerschnittsfläche über die Jahre tendenziell weniger vergrößerte als G 969, erreicht G 935 den höchsten spezifischen Ertrag (Tab. 2). In Spagolle lieferte G 11 ähnliche bis tendenziell höhere Baumerträge als M 9 Pajam 2.

**QUALITÄTSPARAMETER MIT RED DELICIOUS**

**Fruchtgewicht, rote Deckfarbe, Fruchtform**

Im Fruchtgewicht konnten an allen 3 Standorten keine signifikanten Unterschiede zwischen den untersuchten Unterlagen festgestellt werden, mit Ausnahme von G 969 am Standort Laimburg (Tab. 4). G 969 weist dort aufgrund seiner höheren Baumerträge ein signifikant niedrigeres Fruchtgewicht auf

Tab. 3: Qualitätsparameter - Fruchtgewicht (g); Standorte Fragsburg, Maso Parti und Spagolle; Golden Delicious // Quality parameters - Fruit weight (g); locations Fragsburg, Maso Parti and Spagolle; Golden Delicious.

	Fruchtgewicht als gewogenes Mittel Fruit weight as weighted average (g)						
	Fragsburg		Maso Prati		Spagolle		
	2018-2022		2018-2022		2017-2021		
	BM	FUM	BM	FUM	BM	FUM	
<b>M 9 T337</b>	224 A	223 a	246 AB	248 bc	215 AB	***	203 a
<b>M 26</b>	220 A	216 a	246 AB	243 c			
<b>G 11</b>	214 A	211 a	244 AB	247 bc	210 B		196 a
<b>G 935</b>	213 A	207 a	238 B	*** 253 abc	207 B	***	191 a
<b>G 969</b>	228 A	215 a	259 A	256 abc	223 A	***	222 a
<b>G 41</b>	234 A	*** 223 a	257 AB	259 ab			
<b>CG 3001</b>	229 A	222 a	262 A	260 ab	221 AB	***	204 a
<b>CG 2034</b>	233 A	225 a	257 AB	264 a	221 AB		221 a

als M 26 und M 9 T337. Die Ausprägung der roten Deckfarbe zeigt nahezu deckungsgleiche Ergebnisse zwischen den Unterlagen. Bezüglich Fruchtform bildeten G 935 und G 969 am Standort Fragsburg in den Jahren 2017-2019 tendenziell „höher gebaute“ Äpfel aus als die Vergleichsunterlagen. Am Standort Laimburg lagen im Jahr 2021 keine statistischen Unterschiede in der Fruchtform der Unterlagen vor.

## FAZIT

Bezüglich Wachstum und Ertrag lässt sich aufgrund der mehrjährigen Versuchsergebnisse an den 4 Standorten folgende Rangordnung erstellen:

M9 T337 ≤ M9 Pajam 2 ≤ G 11 = M 26 < G 41 ≤ G 935 ≤ G 969

G 969 und G 935 zeigten sowohl in Kombination mit *Golden Delicious* als auch mit *Red Delicious* Spur in den verschiedenen Höhenlagen ein stärkeres Wachstum und eine höhere Produktivität als die Standardunterlage M 9 T337. Durch ihr größeres Kronenvolumen benötigen sie mehr Standraum in der Anlage als schwachwüchsigerer Unterlagen. Das im Vergleich zu M 9 T337 größere Wachstums- und Ertragspotential von G 969 und G 935 wurde bereits in einer im Jahr 2014 an-

gelegten Trienter Studie zu Mehrachsen erkannt [10]. Nach Norelli J.L. [11] lässt sich G 935 im Wachstum zwischen M 26 und M 7 einordnen und G 969 um M 7. Die Ergebnisse zu G 11 bei *Golden Delicious* müssen mit Vorsicht betrachtet werden, da das Ausgangsmaterial von G 11 „schwächer“ war, was sich auf den gesamten Versuchszeitraum negativ auswirkte. Bei *Red Delicious* lag G 11 sowohl im Ertrag als auch im Wachstum über dem Niveau von M 9 T337. Alle Unterlagen reagierten in den ersten Standjahren bei Bodenmüdigkeit mit geringerem Wachstum und schwächeren Erträgen. Bezüglich Fruchtqualität konnten keine nennenswerten Unterschiede festgestellt werden, außer bei G 969 und G 41, welche in Kombination mit *Golden Delicious* einen positiven Einfluss auf die Fruchtgröße zeigten. Die Tatsache, dass Geneva Unterlagen kaum Wurzelfelder und -schosse ausbilden, ist hinsichtlich Schädlingsbesiedelung und Arbeitsaufwand in der Bewirtschaftung ein Mehrwert im Anbau.

## AUSBLICK / ZUKUNFTSPERSPEKTIVEN

Anhand von Unterlagenprüfungen und Standortvergleichen kann ein grobes und relativ eingegrenztes

Bild zu den Anbaueigenschaften neuer Unterlagen gewonnen werden. Ertrags- und Wachstumsverhalten von Apfelunterlagen hängen nicht nur von der Sortenkombination bzw. Sortenkompatibilität, sondern auch von den Bodeneigenschaften, den klimatischen Bedingungen, der Bewirtschaftungsweise (biologisch, integriert) bzw. den Düngemaßnahmen, dem Baumschnitt, dem Pflanzabstand und dem Erziehungssystem ab. Wie sich Wachstum, Produktivität und Fruchtqualität neuer Unterlagen ab dem 10. oder gar 15. Standjahr entwickeln, ist unklar und konnte noch nicht im Detail erforscht werden. Vielmehr als bei der Apfelsortenwahl werden auch in der Wahl der Unterlage Probleme bzw. Chancen erst im Praxisanbau über die nächsten Jahrzehnte geklärt werden können. Sollten sich bestimmte Unterlagen im Anbau durchsetzen, sind jegliche Kulturmaßnahmen wie beispielsweise Düngung und Baumschnitt auf die spezifischen Unterlagen anzupassen.

## NACHWORT

Eine besondere Wertschätzung für die gewonnenen Erkenntnisse aus den Unterlagenversuchen im Großraum Trentino Südtirol gilt dem im Jahr 2023 verstorbenen Kollegen

Tab. 4: Qualitätsparameter - Fruchtgewicht (g), rote Deckfarbe (%), Fruchtform (Höhe/Breite); Standorte Fragsburg, Laimburg und Spagolle; *Red Delicious* // Quality parameters - Fruit weight (g), red overcolour (%), fruit shape (height/width); locations Fragsburg, Maso Partì and Spagolle; *Red Delicious*.

	Fruchtgewicht als gewogenes Mittel <i>Fruit weight as weighted average (g)</i>			Rote Deckfarbe als gewogenes Mittel <i>Red overcolour as weighted average (%)</i>			Fruchtform (Höhe/Breite) als gewogenes Mittel <i>Fruit shape (height/width) as weighted average</i>			
	Fragsburg	Laimburg	Spagolle	Fragsburg	Laimburg	Spagolle	Fragsburg	Laimburg		
	2018-2022	2017-2022	2017-2021	2018-2020	2021	2017-2021	2017-2019	2021		
	BM	BM	BM	FUM	BM	BM	BM	FUM	BM	BM
<b>M 9 T337</b>	195 A	202 A			98,9 A	99,0 A			0,97 AB	0,97 A
<b>M 26</b>	189 A	208 A			97,9 A	98,9 A			0,98 AB	0,97 A
<b>G 11</b>	204 A		212 A ***	188 A	94,6 A		99,8 A	98,2 A	0,98 AB	
<b>G 935</b>	185 A				98,7 A				0,99 A	
<b>G 969</b>	194 A	190 B			98,8 A	98,4 A			0,99 A	0,96 A
<b>M 9 Pajam 2</b>	194 A		205 A ***	188 A	97,7 A		99,7 A	96,3 A	0,97 B	

und international angesehenen Wissenschaftler Nicola Dallabetta. Als Forscher des Agrarinsituts FEM in Trient war er Initiator der Versuche und organisierte den Import der Unterlagen aus den USA und

die Produktion der Versuchsbäume nach „in vitro“ Vermehrung. Er leitete die Versuche im Trentino bis zum Jahr 2020, als er eine neue berufliche Herausforderung bei „Agromilora Group“ übernahm. Er pflegte

bis zuletzt eine produktive Zusammenarbeit und einen regen Informationsaustausch mit dem Versuchszentrum Laimburg.

## ZUSAMMENFASSUNG

Neben den bekannten Apfelunterlagen G 11 und G 41 wurden neuere Geneva Unterlagen im Großraum Trentino Südtirol in unterschiedlichen Höhenlagen auf deren Anbaueignung geprüft. An der Fragsburg (700 m ü. NN), in Maso Parti (210 m ü. NN) und in Spagolle (420 m ü. NN) wurden CG 3001, CG 2034, G 935 und G 969 in Kombination mit *Golden Delicious* untersucht, auch hinsichtlich deren Toleranz gegenüber Bodenmüdigkeit. Eine engere Auswahl an Unterlagen wurden mit *Red Delicious* Spur an der Fragsburg, am Versuchszentrum Laimburg (220 m ü. NN) und in Spagolle gepflanzt. G 41, G 935 und G 969 zeigten im Vergleich zu M 9 T337 und M 26 höhere Baumerträge und ein stärkeres Wachstum, was unter bodenmüden Bedingungen, in höheren Lagen mit Wachstumsdefiziten oder in Zusammenhang mit schwachwüchsigen Sorten wie *Red Delicious* Spur interessant sein kann. G 41 und G 969 übten bei *Golden Delicious* zudem einen positiven Einfluss auf die Fruchtgröße aus. Die Unterlagen CG 3001 und CG 2034 sind in Wachstum und Ertrag tendenziell schwächer als G 935 und G 969. G 11 war mit *Red Delicious* tendenziell wüchsiger und ertragreicher als M 9 Pajam 2. Alle Unterlagen der Geneva Serie bilden kaum Wurzelfelder und -schosse aus. Obwohl bei Weitem noch nicht alle Fragen zu der neuen Serie an Geneva Unterlagen geklärt sind, könnten diese Unterlagen für bestimmte Situationen zukünftig eine Alternative zu M 9 darstellen.

## RIASSUNTO

Oltre ai noti portinnesti di melo G 11 e G 41, sono stati testati a diverse altitudini dei nuovi portinnesti Geneva nella macroarea del Trentino Alto Adige per verificarne l'idoneità alla coltivazione. A Fragsburg (700 m s.l.m.), a Maso Parti (210 m s.l.m.) e a Spagolle (420 m s.l.m.) CG 3001, CG 2034, G 935 e G 969 sono stati esaminati in combinazione con *Golden Delicious*, anche rispetto alla loro tolleranza alla stanchezza del suolo. Una selezione più ristretta di portinnesti è stata piantata con *Red Delicious* Spur a Fragsburg, Laimburg (220 m s.l.m.) e Spagolle. G 41, G 935 e G 969 hanno mostrato una produzione per albero più elevata e una crescita maggiore rispetto a M 9 T337 e M 26, circostanza che può essere interessante in condizioni di stanchezza del suolo, ad altitudini più elevate con deficit di crescita o in combinazione con varietà a vigoria debole come *Red Delicious* Spur. G 41 e G 969 hanno avuto un effetto positivo sulla pezzatura dei frutti in combinazione con *Golden Delicious*. I portinnesti CG 3001 e CG 2034 tendono ad essere più deboli in termini di crescita e produzione rispetto a G 935 e G 969. G 11 era tendenzialmente più vigoroso e produttivo rispetto a M 9 Pajam 2. Tutti i portinnesti della serie Geneva sono quasi privi di abbozzi e polloni radicali. Sebbene non tutte le domande sulla nuova serie dei portinnesti Geneva siano state chiarite, questi portinnesti potrebbero rappresentare in futuro un'alternativa all'M 9 per determinate situazioni.

## LITERATUR

- [1] Fazio G., Aldwinckle H.S., Robinson T.L. (2013). Unique characteristics of Geneva apple rootstocks. *New York State Fruit Quarterly* 21 (2), 25-28. Retrieved June 15, 2022, from <https://nyshs.org/wp-content/uploads/2016/10/Pages-25-28-from-NYFQ-Book-Fall-2013-7.pdf>.
- [2] Reig G., Lordan J., Fazio G. et al. (2017). Horticultural performance of Geneva® rootstocks grafted with 'Fuji' in the Hudson Valley, NY. *New York Fruit Quarterly* 25 (3), 3-8. Retrieved June 15, 2022, from <https://nyshs.org/wp-content/uploads/2017/12/Reig-Pages-3-8-from-NYFQ-Fall-Book-2017.pdf>.
- [3] Kviklys D., Robinson T.L., Fazio G. (2016). Apple rootstock evaluation for apple replant disease. *Acta Horticulturae* (1130), 425-430, DOI:10.17660/ActaHortic.2016.1130.63.
- [4] Robinson T.L., Hoying S.A., Fazio G. (2011). Performance of Geneva® Rootstocks in On-Farm Trials in New York State. *Acta Horticulturae* (903), 249-255, DOI:10.17660/ActaHortic.2011.903.31.
- [5] Communis J., Aldwinckle H.S., Robinson T.L. (2013). United States Plant Patent Publication, (U.S. Patent No. US PP24,073 P3, G 969).
- [6] Moran R.E., Sun Y., Geng F. et al. (2011). Cold temperature tolerance of trunk and root tissues in one- or two-year-old apple rootstocks. *HortScience* 46 (11), 1460-1464, DOI:10.21273/HORTSCI.46.11.1460.
- [7] Choi B.H., Bhusal N., Jeong W.T. et al. (2020). Waterlogging tolerance in apple trees grafted on rootstocks from G, CG, and M series. *Horticulture, Environment, and Biotechnology* 61, 685-692, DOI:10.1007/s13580-020-00258-2.
- [8] Sakalauskaite J., Kviklys D., Lanasauskas J. et al. (2006). Biomass production, dry weight partitioning and leaf area of apple rootstocks under drought stress. *Sodininkystė Darzininkystė* 25 (3), 283-291.
- [9] Choi B.H., Bhusal N., Jeong W.T. et al. (2020). Drought tolerance of 'Fuji' apple trees grafted onto G, CG, or M series rootstocks. *Growth and Physiology. Horticultural Science and Technology* 38 (5), 583-594, DOI:10.7235/HORT.20200054.
- [10] Dallabetta N., Guerra A., Pasqualini J. et al. (2021). Performance of Semi-dwarf Apple Rootstocks in Two-dimensional Training Systems. *HortScience* 56 (2), 234-241, DOI:10.21273/HORTSCI15492-20.
- [11] Norelli J.L., Holleran H.T., Johnson W.C. et al. (2003). Resistance of Geneva and Other Apple Rootstocks to *Erwinia amylovora*. *Plant Disease* 87 (1), 26-32, DOI:10.1094/PDIS.2003.87.1.26.



ANHANG: ABBILDUNGEN

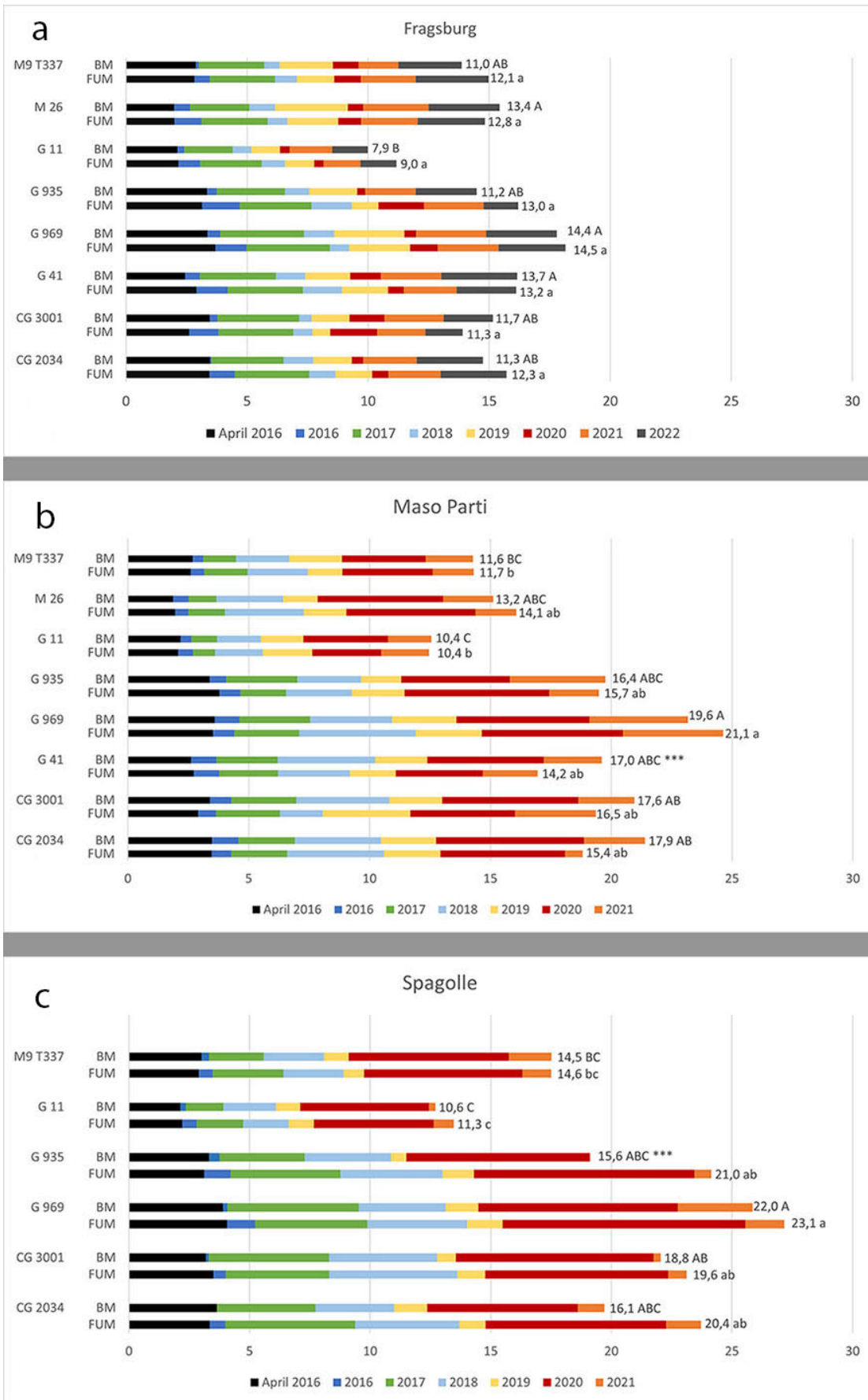


Abb. 1: Stammquerschnitt (cm<sup>2</sup>) April 2016 und jährlicher Zuwachs mit Angabe des Gesamtzuwachses; Standorte Fragsburg, Maso Parti und Spagolle; Golden Delicious. BM = "bodenmüder Boden", FUM = "fumigierter Boden", \*\*\* = "Bodenunterschied weist auf einen signifikanten Unterschied zwischen den Böden BM und FUM hin. Verschiedene Buchstaben geben statistische Unterschiede zwischen den Unterlagen an, innerhalb des gleichen Standortes und Bodens (BM oder FUM). Statistik: p ≤ 0,05 (ANOVA one way). // Trunk cross section area (cm<sup>2</sup>) April 2016 and annual growth with indication of the total growth; locations Fragsburg, Maso Parti and Spagolle; Golden Delicious. BM = replant soil", FUM = fumigated soil", \*\*\* = Boil differencend indicates a significant difference between the soils BM and FUM. Different letters indicate statistical differences between the rootstocks, within the same location and soil (BM or FUM). Statistics: p ≤ 0.05 (ANOVA one way).

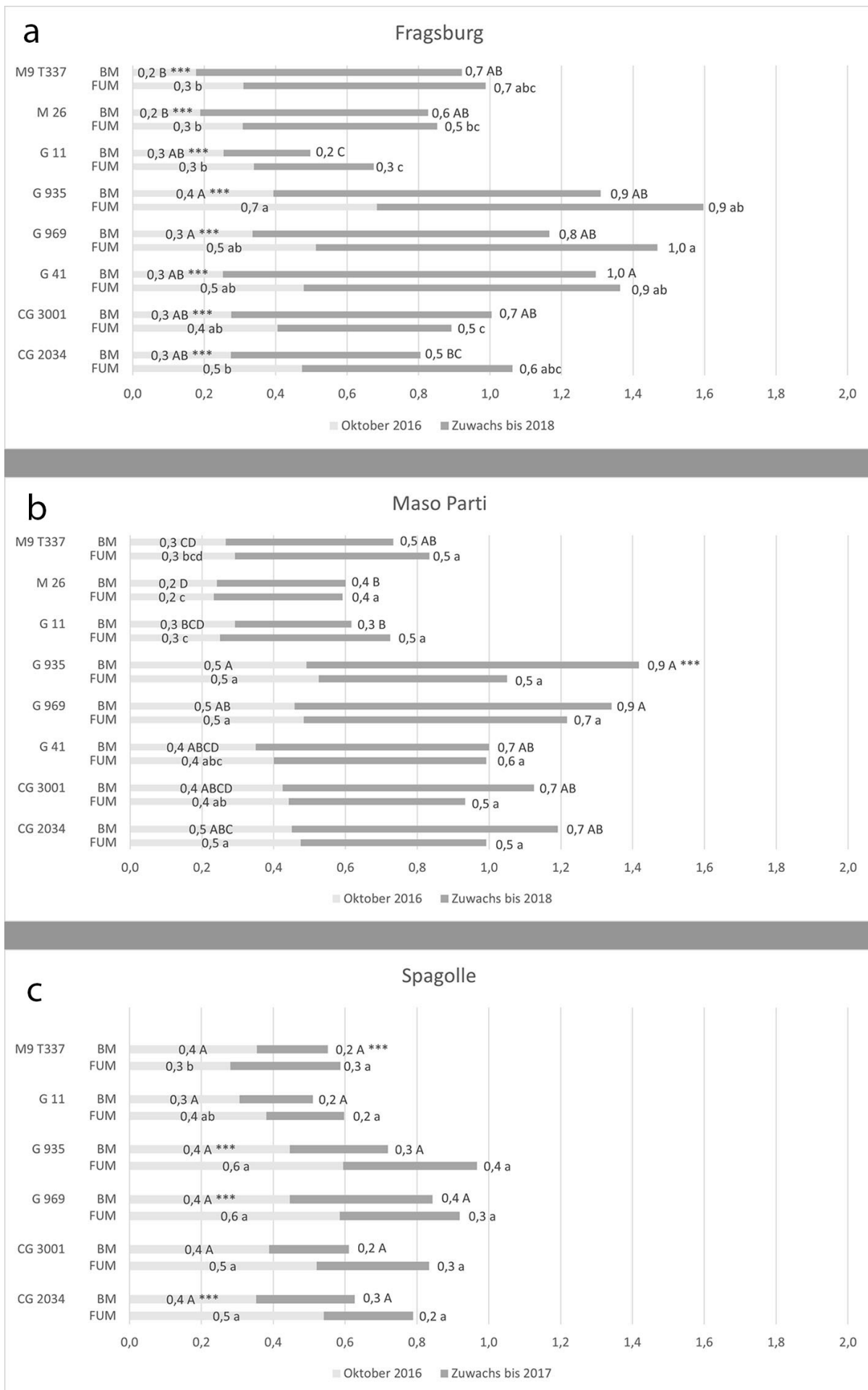


Abb. 2: Baumvolumen (m<sup>3</sup>) mit Angabe des Volumens Oktober 2016 und des Zuwachses; Standorte Fraggsburg, Maso Parti und Spagolle; Golden Delicious. BM = "bodenmüder Boden", FUM = "fumierte Boden", \*\*\* = "Bodenunterschied weist auf einen signifikanten Unterschied zwischen den Böden BM und FUM hin. Verschiedene Buchstaben geben statistische Unterschiede zwischen den Unterlagen an, innerhalb des gleichen Standortes und Bodens (BM oder FUM). Statistik: p ≤ 0,05 (ANOVA one way) // Tree volume (m<sup>3</sup>) with indication of volume October 2016 and of the growth; locations Fraggsburg Maso Parti and Spagolle; Golden Delicious. BM = replant soil", FUM = fumigated soil", \*\*\* = Boll difference indicating a significant difference between the soils BM and FUM. Different letters indicate statistical differences between the rootstocks, within the same location and soil (BM or FUM). Statistics: p ≤ 0.05 (ANOVA one way).

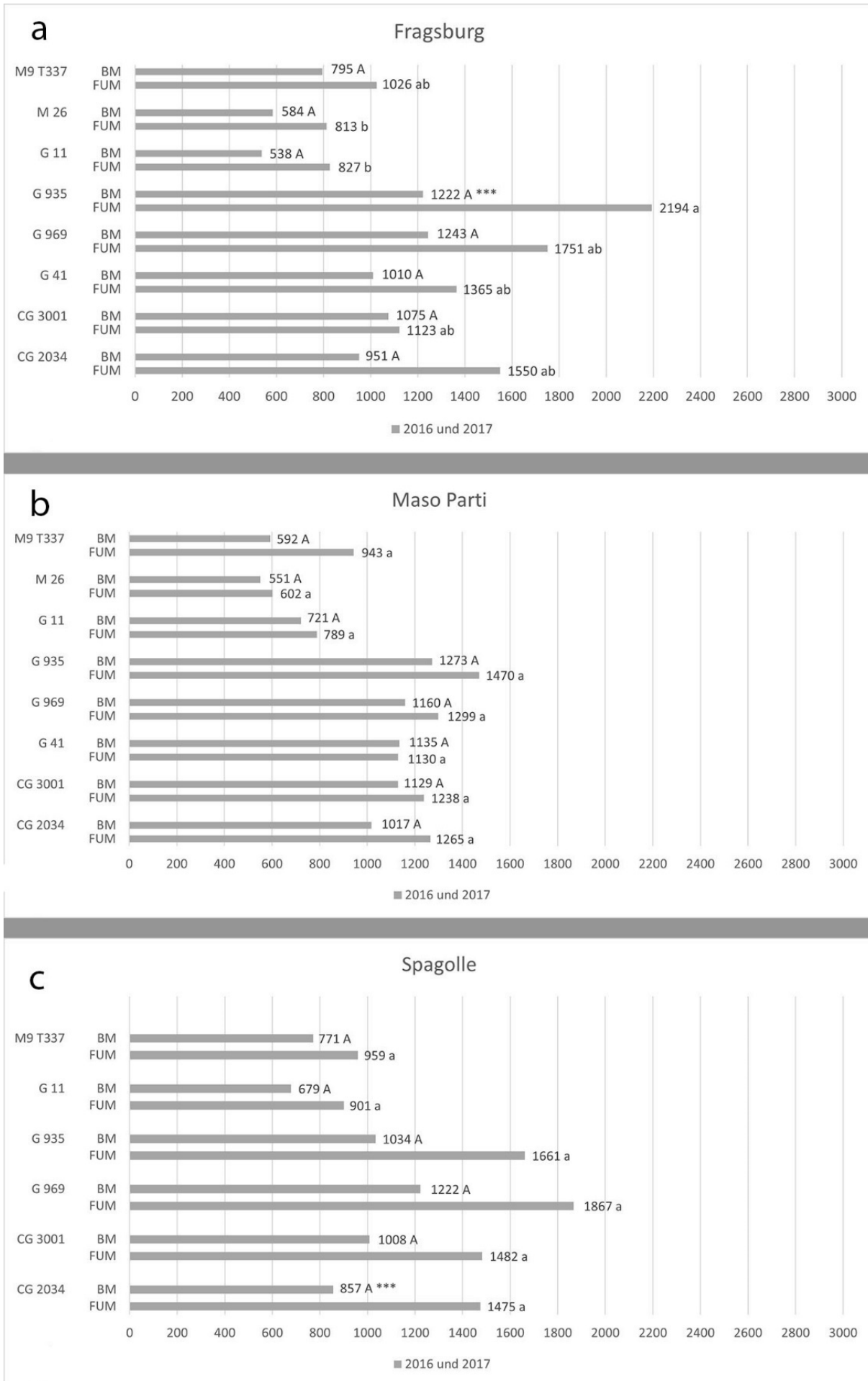


Abb. 3: Summe einjähriger Triebzuwachs (cm) 2016 und 2017; Standorte Fragsburg, Maso Parti und Spagolle; Golden Delicious, Maso Parti und Spagolle; BM = "bodenmüder Boden", FUM = fumigierter Boden", \*\*\* = "Bodenunterschied und weist auf einen signifikanten Unterschied zwischen den Böden BM und FUM hin. Verschiedene Buchstaben geben statistische Unterschiede zwischen den Unterlagen an, innerhalb des gleichen Standortes und Bodens (BM oder FUM). Statistik:  $p \leq 0,05$  (ANOVA one way) // Sum of annual shoot growth (cm) 2016 and 2017; locations Fragsburg, Maso Parti and Spagolle; Golden Delicious. BM = replant soil", FUM = fumigated soil", \*\*\* =  $\beta$ oil difference and indicates a significant difference between the soils BM and FUM. Different letters indicate statistical differences between the rootstocks, within the same location and soil (BM or FUM). Statistics:  $p \leq 0.05$  (ANOVA one way).





Abb. 4: Habitus von M 9 T337 (1a), M 26 (1b), G 11 (1c), G 935 (1d), G 969 (1e) und G 41 (1f); 4. Standjahr (September 2019); Standort Fragsburg; *Golden Delicious* // Growth habit of M 9 T337 (1a), M 26 (1b), G 11 (1c), G 935 (1d), G 969 (1e) und G 41 (1f); 4th year (September 2019); location Fragsburg; *Golden Delicious*.

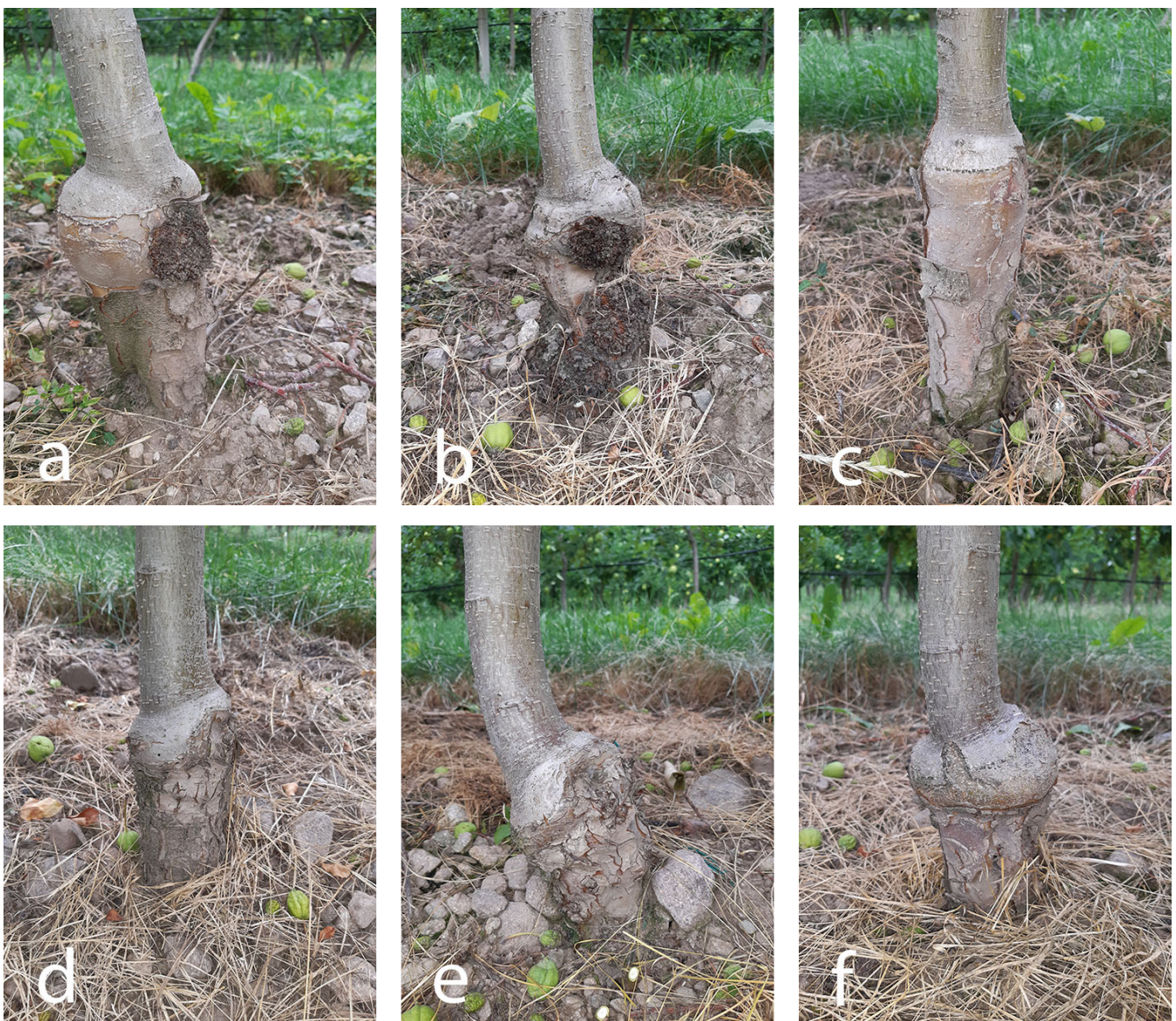


Abb. 5: Unterlagenoberfläche von M 9 T337 (2a), M 26 (2b), G 11 (2c), G 935 (2d), G 969 (2e) und G 41 (2f); 7. Standjahr (Juli 2022); Standort Fragsburg; *Golden Delicious* // Surface area of M 9 T337 (2a), M 26 (2b), G 11(2c), G 935(2d), G 969(2e) and G 41(2f); 7th year (July 2022); location Fragsburg; *Golden Delicious*.



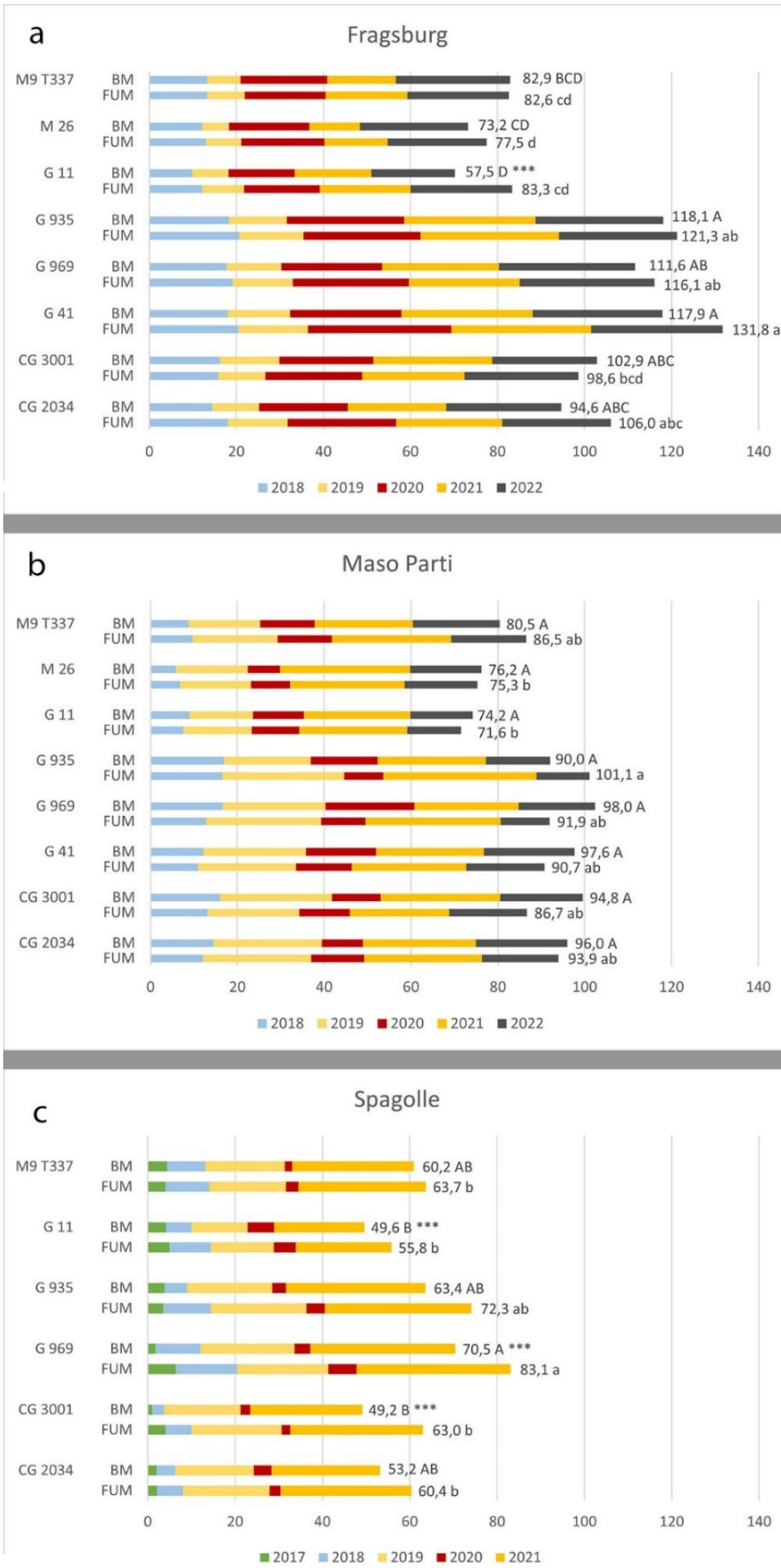


Abb. 6: Jährliche Baumerträge mit Angabe der Ertragssumme pro Baum (kg); Standorte Fragsburg, Maso Parti und Spagolle; Golden Delicious. BM = "bodenmüder Boden", FUM = "fumigierter Boden", \*\*\* = "Bodenunterschied und weist auf einen signifikanten Unterschied zwischen den Böden BM und FUM hin. Verschiedene Buchstaben geben statistische Unterschiede zwischen den Unterlagen an, innerhalb des gleichen Standortes und Bodens (BM oder FUM). Statistik:  $p < 0,05$  (ANOVA one way) // Annual tree yields with indication of yield sum per tree (kg); locations Fragsburg, Maso Parti and Spagolle; Golden Delicious. BM = replant soil", \*\*\* = Boil difference and soil (BM or FUM). Statistics:  $p < 0.05$  (ANOVA one way).



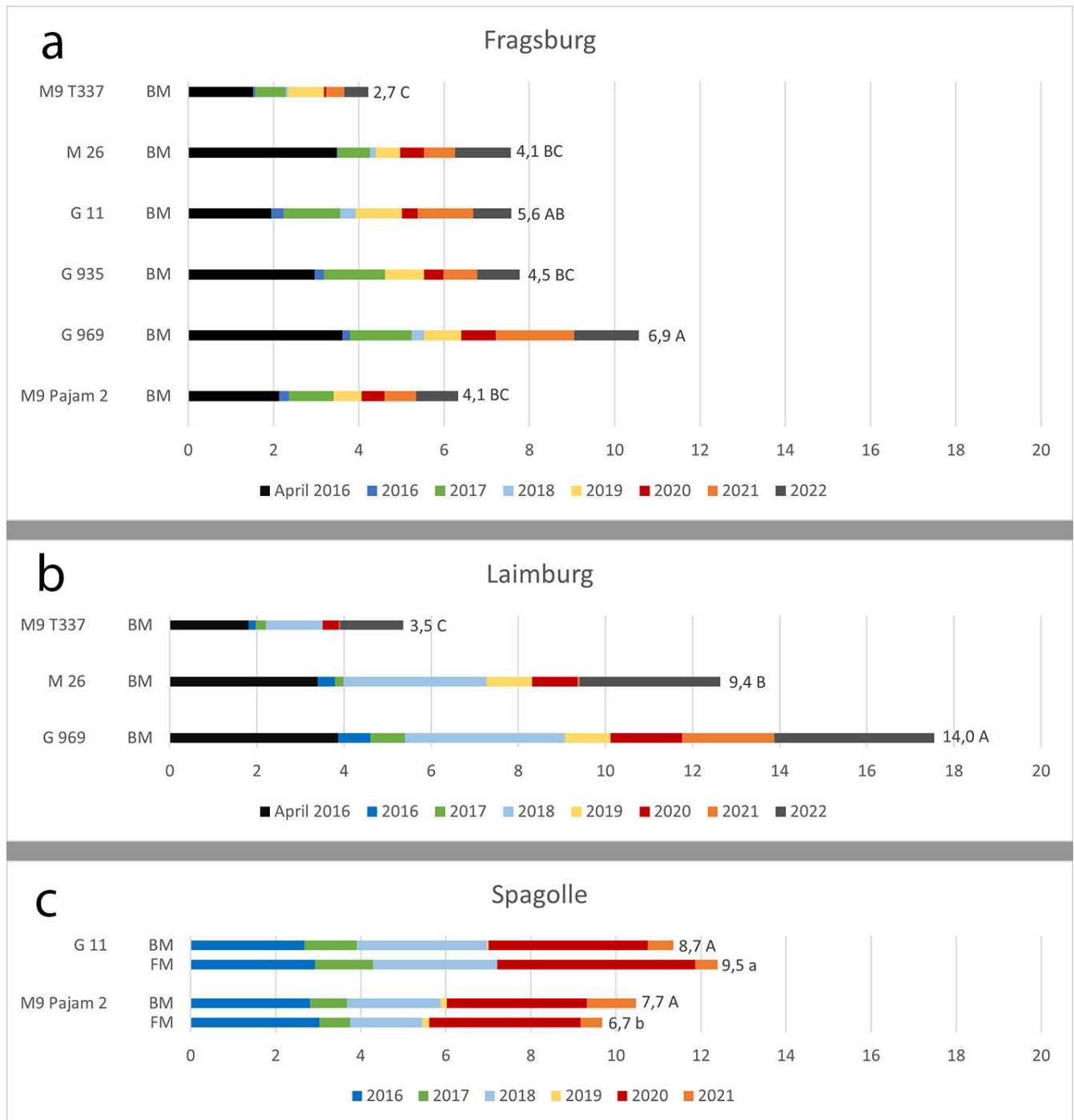


Abb. 7: Stammquerschnitt (cm<sup>2</sup>) und jährlicher Zuwachs mit Angabe des Gesamtzuwachses; Standorte Fragsburg, Laimburg und Spagolle; Red Delicious. BM = "bodenmüder Boden", FUM = fumigierter Boden, \*\*\* = "Bodenunterschied und weist auf einen signifikanten Unterschied zwischen den Böden BM und FUM hin. Verschiedene Buchstaben geben statistische Unterschiede zwischen den Unterlagen an, innerhalb des gleichen Standortes und Bodens (BM oder FUM). Statistik:  $p \leq 0,05$  (ANOVA one way) // Trunk cross section area (cm<sup>2</sup>) with indication of the total growth; locations Fragsburg, Laimburg and Spagolle; Red Delicious. BM = replant soil", FUM = fumigated soil", \*\*\* = Boil difference and indicates a significant difference between the soils BM and FUM. Different letters indicate statistical differences between the rootstocks, within the same location and soil (BM or FUM). Statistics:  $p \leq 0.05$  (ANOVA one way).

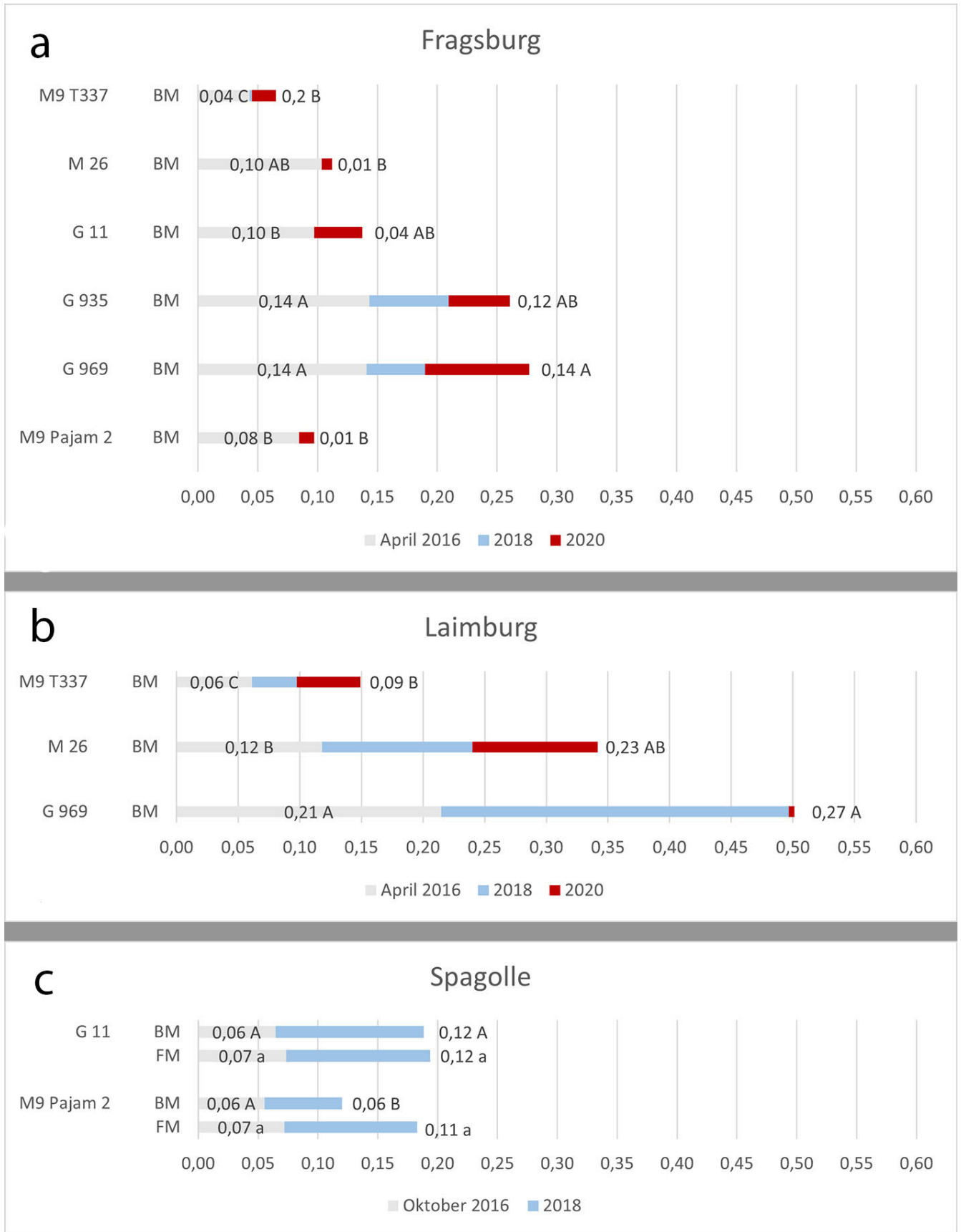


Abb. 8: Baumvolumen (m<sup>3</sup>) mit Angabe des Volumens 2016 und des Zuwachses; Standorte Fragsburg, Laimburg und Spagolle; Red Delicious. BM = "bodenmüder Boden", FUM = fumigierter Boden", \*\*\* = "Bodenunterschied und weist auf einen signifikanten Unterschied zwischen den Böden BM und FUM hin. Verschiedene Buchstaben geben statistische Unterschiede zwischen den Unterlagen an, innerhalb des gleichen Standortes und Bodens (BM oder FUM). Statistik: p ≤ 0,05 (ANOVA one way) // Tree volume (m<sup>3</sup>) with indication of volume 2016 and the growth; locations Fragsburg, Laimburg and Spagolle; Red Delicious. BM = replant soil", FUM = fumigated soil", \*\*\* = Soil difference and indicates a significant difference between the soils BM and FUM. Different letters indicate statistical differences between the rootstocks, within the same location and soil (BM or FUM). Statistics: p ≤ 0.05 (ANOVA one way).



Abb. 9: Habitus von M 26 (7a), G 11 (7b), G 935 (7c) und G 969 (7d); 4. Standjahr (September 2019); Standort Fragsburg; *Red Delicious* // Growth habit of M 26 (7a), G 11 (7b), G 935 (7c) und G 969 (7d); 4th year (September 2019); location Fragsburg; *Red Delicious*.



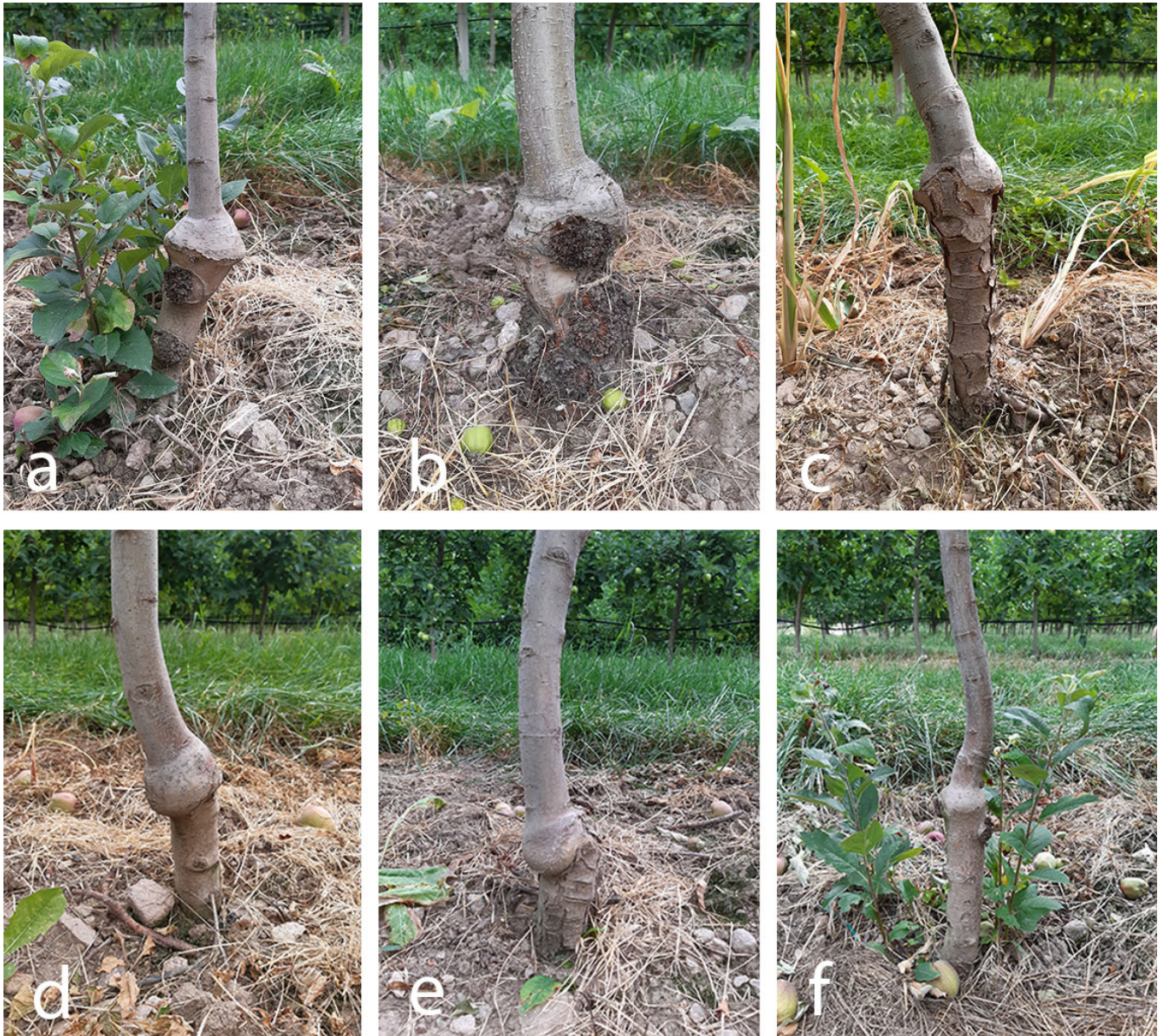


Abb. 10: Unterlagenoberfläche von M 9 T337 (8a), M 26 (8b), G 11 (8c), G 935 (8d), G 969 (8e) und M 9 Pajam 2 (8f); 7. Standjahr (Juli 2022); Standort Fragsburg; Red Delicious // Surface area of M 9 T337 (8a), M 26 (8b), G 11 (8c), G 935 (8d), G 969 (8e) and M 9 Pajam 2 (8f); 7th year (July 2022); location Fragsburg; Red Delicious.

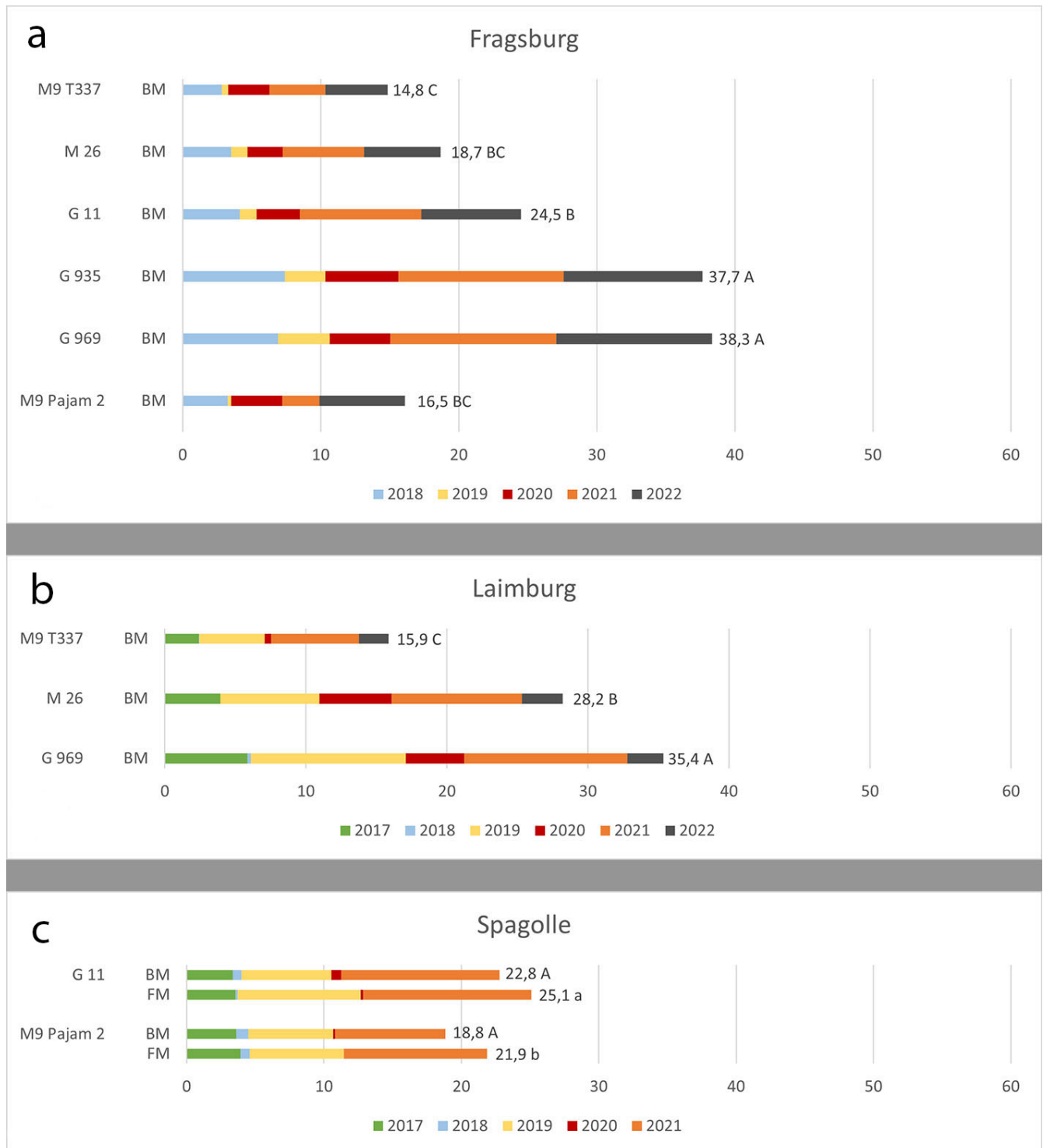


Abb. 11: Jährliche Baumerträge mit Angabe der Ertragssumme pro Baum (kg); Standorte Fragsburg, Laimburg und Spagolle; Red Delicious. BM = "bodenmüder Boden", FUM = fumigierter Boden", \*\*\* = "Bodenunterschied und weist auf einen signifikanten Unterschied zwischen den Böden BM und FUM hin. Verschiedene Buchstaben geben statistische Unterschiede zwischen den Unterlagen an, innerhalb des gleichen Standortes und Bodens (BM oder FUM). Statistik:  $p \leq 0,05$  (ANOVA one way) // Annual tree yields with indication of yield sum per tree (kg); locations Fragsburg, Laimburg and Spagolle; Red Delicious. BM = replant soil", FUM = fumigated soil", \*\*\* = Soil difference and indicates a significant difference between the soils BM and FUM. Different letters indicate statistical differences between the rootstocks, within the same location and soil (BM or FUM). Statistics:  $p \leq 0.05$  (ANOVA one way).