

# HITZE WALLUNG

**KLIMAWANDEL  
Trockenheit und hohe  
Temperaturen schaden  
den Reben, doch es gibt  
Maßnahmen, die helfen  
können.**

Text und Bild: Dr. Matthias Petgen, DLR Rheinpfalz

**D**er nicht endende Sommer 2018 wird uns wohl noch lange in Erinnerung bleiben. Die monatlichen Durchschnittstemperaturen sind von Rekord zu Rekord geeilt. Ein durchdringender Landregen blieb in der Vegetationsperiode von April bis Oktober fast gänzlich aus. Niederschläge fielen vereinzelt in Form von Gewitterschauern. Der Klimawandel scheint den Weinbau fest im Griff zu haben. Erstaunlich ist die Tatsache, dass trotz ausbleibender Niederschläge die Trockenschäden in den Weinbergen nur lokal auftraten und die Reben im Großen und Ganzen vital waren. Durch die hohe Assimilationsleistung erreichten die Trauben bereits Anfang September ungewöhnlich hohe Mostgewichte. Der Lesebeginn war entsprechend früh.

Im folgenden Beitrag werden die Folgen der Trockenheit für die Rebe bzw. den späteren Wein aufgezeigt. Der Fokus liegt bei der Darstellung möglicher weinbaulicher Anpassungsstrategien in warmen und trockenen Sommermonaten.

## FOLGEN DER TROCKENHEIT

Besonders trockengefährdet sind Junganlagen, vom Pflanzjahr bis zum dritten oder vierten Standjahr. Die Wurzeln dieser jun-

gen Reben sind noch nicht tief genug, um die wasserführenden Bodenschichten zu erreichen und so eine ausreichende Wasseraufnahme zu gewährleisten. Besonders problematisch sind die in Trockenjahren nachgepflanzten Reben. Diese müssen mit den älteren Rebstöcken um die knappen Wasservorräte konkurrieren und sollten daher während einer Trockenperiode mehrmals gewässert werden. Vor allem die häufig zum Nachpflanzen verwendeten Hochstammreben, haben durch die verlängerte Unterlage einen höheren Wasserbedarf.

In schwachwüchsigen Junganlagen wurden im Jahr 2018 bereits Anfang Juli Symptome von akutem Wassermangel, wie vorzeitiger Triebabschluss und beginnende Verholzung der Triebbasis, festgestellt. Erste erkennbare Trockenschäden an der Rebe zeichnen sich durch folgende Merkmale aus: Veränderte Blattstellung (Blattrückseite sichtbar), hängende Ranken, Einstellung des vegetativen Wachstums (aufrecht stehende Triebspitze), Aufhellungen, Vergilbungen und Nekrosen an den Blättern, welke Trauben bzw. Stagnation der Beerenentwicklung, Abfallen der Triebspitze, Blattfall. Die Rebe reagiert bereits vor dem Sichtbarwerden von äußeren Trockenschäden mit der Umstellung des Stoffwechsels auf Wassersparmodus. Der Wassertrans-

port in der Pflanze wird maßgeblich durch das Wasserpotential bestimmt. Damit die Wasseraufnahme tagsüber gewährleistet ist, muss das Wasserpotential vom Boden über die Wurzel, bis in die Blätter und letztlich in die Atmosphäre immer abnehmend sein. Mit zunehmender Trockenheit sinkt das Wasserpotential in der Rebe weiter ab, allerdings nur bis zu einem bestimmten Punkt, dem sogenannten permanenten Welkepunkt. Mit dem Absinken des Wasserpotentials auf Werte um ca.  $-0,25$  MPa beginnt die Rebe damit, Spaltöffnungen zu schließen, um die Transpiration herunterzufahren. Das verringert die Photosyntheseleistung, da die für die Photosynthese verantwortliche  $\text{CO}_2$ -Aufnahme gestört wird. Die Pflanze gerät in eine Art Stresssituation, die sich in der Zunahme von Indoleessigsäure, einer Vorstufe von UTA, oder hoher Phenolgehalte zeigt.

Im Rahmen der amtlichen Reifemessung wurde bereits frühzeitig auf die geringen NOPA-Werte hingewiesen. Weiterhin spielen Pflanzenhormone eine große Rolle beim Wassertransport. Bei Wassermangel wird in den Wurzeln verstärkt Abscisinsäure (ABA) gebildet, die wiederum Signale an das Blatt sendet, um die Stomata zu schließen. Während die Rebe die Transpiration über die Schließzellen regulieren kann, läuft bei ho-



Durch die anhaltende Trockenheit im Jahr 2018 hat sich die Begrünpflege in vielen Weinbergen erübrigt

hen Temperaturen die Verdunstung über die Cuticula ungehindert weiter, bis irreversible Schädigungen wie Nekrosen oder Blattfall eintreten.

### »HEATWAVE« - AUCH BALD BEI UNS?

Im australischen Weinbau gibt es immer wieder Hitzeperioden mit extremen Temperaturen, die irreparable Schäden an den Reben verursachen. Laut dem »Australischen Büro für Meteorologie (BOM)« handelt es sich um sogenannte »Heatwave's«, wenn an fünf aufeinanderfolgenden Tagen Maximaltemperaturen von über 35 °C oder drei aufeinander folgende Tage mit Tagesmaximaltemperaturen von über 40 °C vorherrschen. Zumindest der erste Teil der Definition einer »Heatwave« wurde 2018 in Rheinland-Pfalz um den 24. Juli bis 6. August fast erreicht (vgl. Abb. 1). Vergleicht man die Maximaltemperaturen mit dem »Super-Sommer« 2003, traten rückblickend 2003 sogar noch höhere Temperaturen auf. Die aus Hitze resultierenden Schäden an der Rebe sind vergleichbar mit Trockenschäden. Beide werden durch oxidativen Stress verursacht, der zu einer Schädigung der Chloroplasten führt. Besonders hitzeanfällig ist die Tafeltraubensorte Concord, bei der die Blätter eine bronzene bis braune Verfärbung zeigen (»blackleaf«). Die beschriebenen Schadsymptome sind mit UV-Schäden vergleichbar (Webb et al., 2009). Lockerbeerige Sorten bzw. Klone heizen sich weniger stark auf als kompakte. Die Anthocyan-Produktion wird bei einer Beerentemperatur von über 35 °C stark gestört und Anthocyane können bei noch höheren Temperaturen sogar degenerieren. Vereinzelt gab es Meldungen über ähnliche Schäden an Sorten wie Sauvignon Blanc, bei denen es zu Welkeerscheinungen der Trauben kam.

### VIEL SONNE - VIEL OZON

Durch die lang anhaltende Hitze während der Sommermonate kam es vereinzelt zu erhöhten Ozonwerten. Ab einem Ozonwert von 180 µg/m<sup>3</sup> (Mikrogramm pro Kubikmeter Luft) im Ein-Stunden-Mittelwert, werden bereits Verhaltensempfehlungen an die Bevölkerung gegeben. Diese Schwelle ist im Jahr 2018 einige Male überschritten worden. Die natürliche Ozonschicht in einer Höhe von 20 bis 30 Kilometern, schützt die Erde vor der schädlichen UV-Strahlung.

» Von Anfang Juli bis Ende August verbraucht die Rebe bei guter Wasserversorgung rund 140 bis 200 Liter Wasser je Rebstock

Tritt Ozon allerdings am Boden auf, kann es Mensch, Tier und Natur schaden. Besonders hoch sind die Ozonwerte bei sommerlichem Wetter in den Nachmittagsstunden. Ozonwerte sind außerhalb der Innenstädte, auf Grünflächen wie Wäldern, Parkanlagen usw. oft deutlich höher. In Innenstädten wird es durch seine Reaktion mit Stickstoffmonoxid (NO) aus den Autoabgasen abgebaut. Deshalb ist die Ozonbelastung in Innenstädten, in denen viele Autos fahren, deutlich niedriger. Die hohen Ozonspitzenwerte aus früheren Zeiten haben allerdings seit 1990 in Deutschland deutlich abgenommen. Für die Bewertung von Ozonschäden an Pflanzen kann der AOT40, ein Index zur Beurteilung von Ozonkonzentrationen in der Kronenschicht des Waldes über 40 ppb (parts per billion; 1 µg/m<sup>3</sup> = 0,5 ppb) bei Tageslicht in der Vegetationsperiode von April bis September, auch für die Rebe herangezogen werden. Hierbei fließen erst Konzen-

trationen über 40 ppb in den Index ein und es wird berücksichtigt, dass die Spaltöffnungen ohne Licht weitgehend geschlossen sind und kein Ozon in das Blatt eindringen kann (Werner, 2015). Der Schwellenwert von 18000 µg/m<sup>3</sup> wurde an allen Untersuchungsstandorten im Jahr 2018 deutlich überschritten (vgl. Abb. 2). Inwieweit diese Messwerte des Landesamtes für Umwelt in Mainz auch für Rebflächen gelten, kann nur vermutet werden.

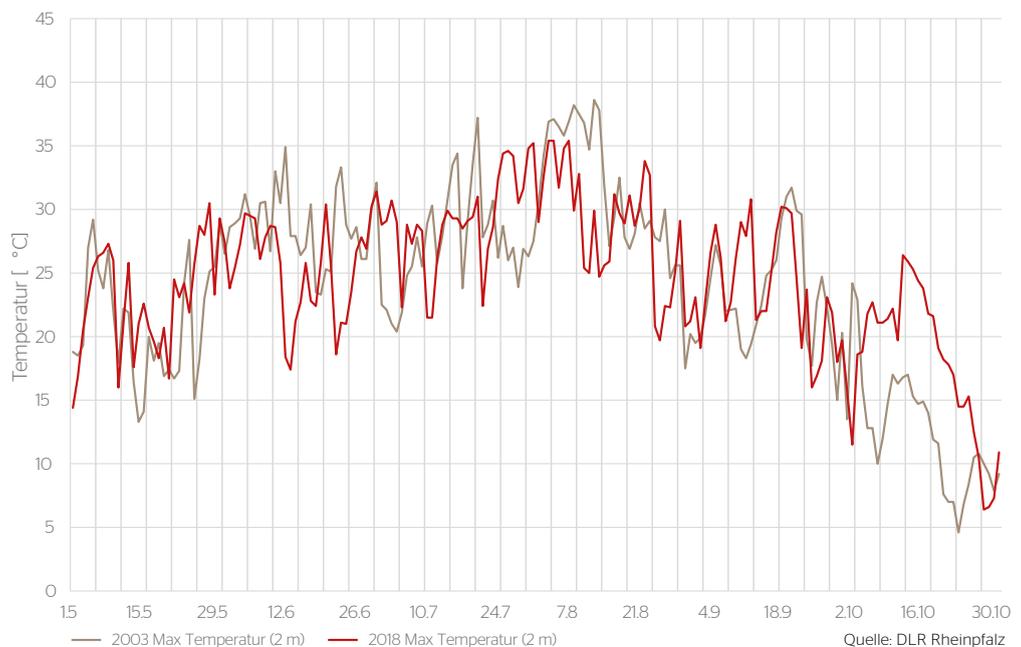
Ozonschäden an Rebblättern zeigen sich durch punktförmige, braune bis schwarze Nekrosen, die auch als »oxidant stipple« bezeichnet werden. Diese Schäden wurden bereits 1992 in Franken beobachtet (Tiedemann und Herrmann). Zwar liegen aus unserem Anbaugebiet bisher keine derartigen Schadmeldungen vor, allerdings muss zukünftig durch das Auftreten weiterer Hitzeperioden von Schadsymptomen ausgegangen werden.

### ANPASSUNGSSTRATEGIEN

Weinbauliche Handlungsempfehlungen als Reaktion auf die Trockenheit lassen sich in kurzfristige sowie langfristige Maßnahmen einteilen. Viele Weinberge mit sandigen Böden zeigten diesen Sommer große Unterschiede, von massiven Schäden bis

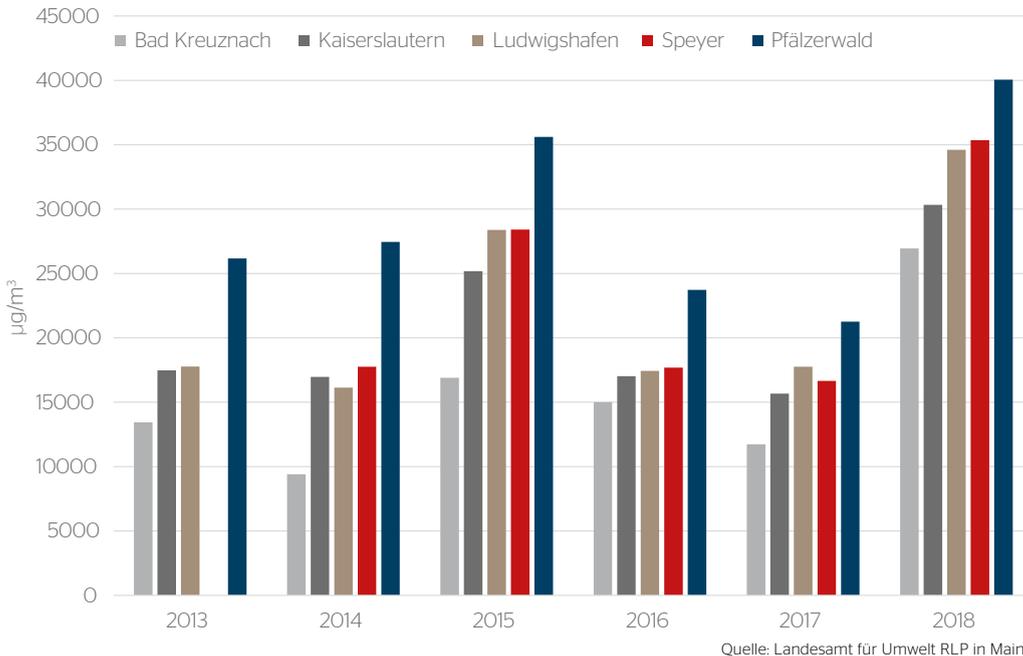
## Abb. 1: Verlauf der Tagesmaximaltemperaturen

Verlauf der Tagesmaximaltemperaturen (in 2 m Höhe) in den Jahren 2003 und 2018 von Mai bis Oktober in Neustadt/W.; Agrarmeteorologie RLP



## Abb. 2: Verlauf der Ozongehalte

Verlauf der Ozongehalte (AOT40) ausgewählter Standorte (RLP) in den Jahren 2013-2018; Dosiswert AOT40 berechnet aus 1-Stunden-Mittelwerten von April-September in der Zeit von 8-20 Uhr



hin zu kaum erkennbaren Trockenstresssymptomen. Diese Ungleichmäßigkeiten lassen sich auf Faktoren wie Alter, Bewirtschaftung, Bodenpflege und Ertragsbelastung zurückführen. Erstaunlich sind die - trotz der Trockenheit - hohen Erträge, die aus den hohen Traubengewichten resultierten (2018er Müller-Thurgau: 264 Gramm/Traube; mehrjähriges Mittel: 257 Gramm/Traube).

In ertragsstarken Weinbergen sollten die Stöcke frühzeitig entlastet werden. Neben einzelnen Trauben können auch Kurztriebe oder sogar der abfallende Bogen abgeschnitten werden. Gleichzeitig sollten auch die Geiztrauben entfernt werden.

### WASSERVERBRAUCH REGULIEREN

Der Wasserverbrauch der Rebe hängt maßgeblich von der Laubwandfläche ab. Die Rebe hat in der Vegetationszeit einen Wasserverbrauch von 250 bis 300 Liter pro Stock. Dies entspricht bei einem Standraum von 1,8 m<sup>2</sup> (2,0 x 0,9 m) 140 bis 150 Liter pro m<sup>2</sup> bzw. bei einem Standraum von 2,5 m<sup>2</sup> (2,8 x 0,9 Meter) 100 bis 120 Liter pro m<sup>2</sup>. Von Anfang Juli bis Ende August verbraucht die Rebe bei guter Wasserversorgung rund 140 bis 200 Liter Wasser je Rebstock (ca.

75-100 l/m<sup>2</sup>). Bei einer Blattfläche von 2 bis 3 m<sup>2</sup> pro m<sup>2</sup> Boden ist in den Sommermonaten mit einer Wasserverdunstung von ca. 1 bis 2 Liter pro m<sup>2</sup> Boden am Tag zu rechnen. Je größer die Blattfläche ausfällt, desto höher ist der Wasserverbrauch. Übermäßig hohe Laubwände führen zu erhöhten Transpirationsraten in den Blättern. Durch ein stärkeres Einkürzen der Triebe wird der Wasserverbrauch vermindert. Gleichzeitig wird durch diese Maßnahme eine Reifeverzögerung erreicht, die in warmen Jahren erstrebenswert ist. In stark trockengestressten Anlagen sollte allerdings kein später Rückschnitt noch intakter junger Blattmasse durchgeführt werden. Diese Blätter sind noch in der Lage, Assimilate zu bilden, die den Trauben und somit dem Reservestoffhaushalt der Rebe zu Gute kommen. Grundsätzlich ist auf eine ausgeglichene Wüchsigkeit der Anlage zu achten.

Im australischen Weinbau werden bei Ankündigungen von Hitzewellen kaolinhaltige Mittel (z.B. Surround) ausgebracht, die die Trauben vor der Hitze schützen sollen (Dry, 2009). Bei Versuchen am DLR Rheinpfalz wurde ebenfalls das Mittel Surround sowie ein Fruchtkalk zur Sonnenbrandvermeidung bei Riesling getestet (Petgen und Kle-

ber, 2018). Die Wirkungsweise dieser Mittel führt man auf die Filterung des UV-Lichtes zurück (vgl. Bild 1). Gleichzeitig reflektiert der ausgebrachte Belag auf den Trauben die Strahlung. Beide Mittel konnten auftretende Sonnenbrandschäden tendenziell verringern. Messungen auf der Beerenoberfläche bestätigten die Aussagen aus Australien, bei denen die Bedeckung der Präparate die Beerenoberfläche um ca. 2 bis 4 °C absinken ließ (Platz, 2018). Inwieweit sich diese Methode in der Praxis etablieren kann, wird in weiterführenden Studien geprüft.

### BODENPFLEGE ÜBERDENKEN

Ein humusreicher Boden besitzt ein hohes Wasser- und Nährstoffspeichervermögen. Auf leichten und skelettreichen Böden sollte die Bodenfruchtbarkeit durch Teilzeitbegrünungen oder Einbringen von Komposten verbessert werden. In den offenen Gassen kann durch eine flache Bodenbearbeitung (4 bis 6 cm) und das damit forcierte Brechen der Kapillare, eine Verdunstung unterbunden werden. Begrünungen sollten in Trockenjahren kurzgehalten, gewalzt oder gestört werden, da die Begrünungspflanzen stetig in Wasser- und Nährstoffkonkurrenz zur Rebe stehen. Im Jahr 2018 hat sich in vielen Fällen eine Störung des Begrünungsaufwuchses mit Kreiselegge oder oberflächlich mit der Fräse erübrigt, da der Aufwuchs bereits im Juni stellenweise eingetrocknet war. Auf extremen Standorten begünstigt eine dauerhafte Bodenabdeckung, zumindest der offenen Gassen oder gar ganzflächig, den Bodenwasserhaushalt. Bereits bei der Einsaat sollte man auf die Auswahl weniger wasserzehrender Begrünungspflanzen achten. Mittlerweile werden vom Handel spezielle Mischungen für Extremstandorte angeboten. Um die Aufwuchsrate zu optimieren, kann auf Mantel Saatgut zurückgegriffen werden. Hierbei ist das Saatgut mit einem Tonmineral sowie verschiedenen Nährstoffen »ummantelt«, was die Keimfähigkeit unter trockenen Bedingungen optimieren soll. In diesem Jahr startet ein größeres Versuchsvorhaben am DLR Rheinpfalz über die Eignung von Begrünungseinsaaten für Trockenstandorte.

### WOHER KOMMT DAS WASSER?

Die Rechtslage besagt, dass im Ertrag stehende Rebflächen zur Steigerung der Qualität bewässert werden dürfen, wenn die

» Bei anhaltender Trockenheit sind wöchentliche Wassergaben von rund 10 Litern pro Rebe anzustreben

Umweltbedingungen dies rechtfertigen. Eine Bewässerung ist demnach gesetzmäßig, wenn die Entwicklung der Reben durch Trockenheit gefährdet ist. Diese Gefahr war im Jahr 2018 vielfach gegeben. Eine Bewässerung mittels Nachläufer und Schlauch sowie einer Wasserlanze ist aus arbeitswirtschaftlichen Gesichtspunkten nur in ein- oder zweijährigen Anlagen sinnvoll. Um die Verdunstung zu reduzieren, sollte das Wässern in den Abendstunden erfolgen. Effektiver ist die Verwendung von mobilen Tropfschläuchen (vgl. Bild 2). Dabei reicht es aus, diese in jeder zweiten Reihe auf den Boden zu legen und im Anschluss auf die Nachbarreihe überzuwechseln. Bewährt haben sich Einwegschläuche, die auch im Gartenbau oder in Rebschulen verwendet werden. In Extremstandorten ist es sinnvoller, diese mit stationären Tropfbewässerungsanlagen auszustatten (vgl. Bild 3). Bei anhaltender Trockenheit sind in Abhängigkeit der Wasserspeicherfähigkeit des Bodens wöchentliche Wassergaben von rund 10 Liter pro Rebe anzustreben. Dabei können in einem Monat enorme Wassermengen zusammenkommen (Standardanlage mit 1 m Stockabstand und 2 m Gassenbreite: 50.000 Liter pro Bewässerungswoche). Problematisch



gestaltet sich häufig die Wasserbeschaffung. Nur wenige Gemarkungen in der Pfalz sind an den Beregnungsverband Vorderpfalz angeschlossen. In den meisten Fällen muss das Wasser entweder an den zu beregnenden Weinberg herangefahren werden oder, falls vorhanden, aus einem Brunnen bezogen werden. Zweckmäßig ist die Gründung einer Bewässerungsgemeinschaft, die sich bei der »SGD« als obere Wasserschutzbehörde für die Genehmigung eines Brunnens erkundigen kann. Aus Oberflächengewässern darf in keinem Fall Wasser zu Bewässerungszwecken entnommen werden.

### LANGFRISTIGE MASSNAHMEN

Auf Standorten mit flachgründigen und wenig wasserspeicherfähigen Böden, müssen an die Trockenheit angepasste Weinbausysteme etabliert werden. Bereits die Rebsorten- und Unterlagenwahl kann über Erfolg oder Misserfolg entscheiden, denn diese sind unterschiedlich tolerant gegenüber Trockenstress. Diese Eigenschaft beruht unter anderem auf den unterschiedlichen Durchmesser der Xylemgefäße (Leitbahnen). Hat eine Rebsorte große Xylemgefäße, ist der Widerstand gering und die Rebe muss eine geringe Wasserpotentialdifferenz aufbringen, um den Wasserfluss zu erhalten. Wärmebedürftige Rebsorten wie Cabernet Sauvignon, Merlot, Syrah, oder Viognier haben einen hohen Huglin-Index (Bioklimatischer Wärmeindex) und kommen aufgrund ihrer höheren Trockenstresstoleranz für trockene Stand-



Bild 1: Die Mittel »Surround« und »Fruchtkalk« hatten einen positiven Einfluss auf Traubengesundheit sowie Sonnenbrandschutz

orte in Frage. Ob dem Klimawandel allerdings ein umfangreicher Rebsortenwechsel folgt, ist mehr als fraglich. Interessant sind trockenstresstolerante Unterlagen mit *Vitis rupestris*-Erbgut (Felsenrebe) wie beispielsweise Richter 110, Paulsen 1103 oder Ruggeri 140. Diese zeichnen sich durch ein höheres Wasseraufnahmevermögen aus, besitzen allerdings auch eine verzögerte Holz- und Traubenreife sowie einen stärkeren Wuchs mit einer erhöhten Neigung zu Botrytis. Neben der Unterlagenwahl hat der Standraum einen maßgeblichen Einfluss auf den Wasserhaushalt der Rebe. Eine erhöhte Pflanzdichte fördert die Durchwurzelung bis in tiefere Bodenschichten. Es gibt in der Praxis bereits einige Anlagen, die bei einem Stockabstand von 50 Zentimetern und einer Gassenbreite von 2 Meter, auf eine Stockzahl von 10.000 Reben kommen. Das funktioniert allerdings nur mit schwachwüchsigen Unterlagen wie beispielsweise 161-49 Couderc oder 3309 Couderc.

Es muss davon ausgegangen werden, dass es zukünftig aufgrund des Klimawandels vermehrt zu trockenen Sommern kommen wird. Die Weinbaupraxis muss sich durch verschiedene Strategien wie die Anpassung des Laubwandmanagements, der Bodenpflege, der Bewässerungstechnik, bis hin zur Umstellung auf trockenstresstolerante Unterlagen und Sorten, auf die sich verändernden Gegebenheiten vorbereiten. ◀

Bild 2 + 3 : Die Antwort auf den Klimawandel: Wasser marsch durch gezielte Bewässerungsgaben