



# WELLEN WIDER WILLEN

**In einigen Schweizer Produktionsbetrieben sind in den vergangenen Jahren schwere Verformungen von Ebbe-Flut-Wannen aufgetreten, welche die Funktionsfähigkeit dieses verbreiteten Bewässerungssystems infrage stellen. In einer Fallstudie vor Ort wurde vergangenes Jahr den Ursachen dieses Phänomens nachgegangen. Die Studie kommt zu erstaunlichen, wenn auch nicht überraschenden Erkenntnissen. Text: Hans Rudolf Keller\*, Fotos: zVg**

Ebbe-Flut-Tische müssen präzise installiert sein. Schon geringfügige Niveauunterschiede führen zu unausgeglichener Versorgung der Kulturen mit Wasser. Wenn sich die anfänglich plane Oberfläche der Wannen mit der Zeit in das Bild einer Skaterbahn verwandelt, kann dies Kultivateure zur Verzweiflung treiben. Nachdem solche Vorfälle in einigen Schweizer Produktionsbetrieben bekannt wurden, sind Hans Rudolf Keller und Gabriele Gottschalk aus der Forschungsgruppe Hortikultur an der ZHAW im Auftrag der Fachgruppe Zierpflanzen von JardinSuisse den Ursachen in einer Fallstudie nachgegangen.

## **Wärmedehnung und Verformung**

Im Betrieb Blumenhalle Häusermann AG in Thunstetten (BE) sind grossflächig Ebbe-Flut-Wannen installiert, einige davon in Baulängen bis 13 Metern. Alte Einbauten, die schon mehrere Jahre zurückliegen, weisen kaum Verformungen auf, während jüngere Modelle, vor vier Jahren installiert, sich in einem desolaten, stark verformten Zustand befinden. Zu Untersuchungszwecken hat der Betriebsinhaber mehrere Tische Anfang 2019 neu mit Ebbe-Flut-Wannen ausgestattet, versehen mit unterschiedlichen Klebern zur Verleimung zwischen den Wannenele-

menten sowie mit und ohne seitlichen Zwischenraum zum Tischrahmen, um die thermische Dehnung der Wannen abzufangen. An dieser Neuinstallation wurden am 27. Juni 2019, einem extremen Hitzetag im vergangenen Sommer, verschiedene Messungen vorgenommen. Dem Messsetting lag die Frage zugrunde, ob derart grosse Baulängen durch Wärmedehnung des Wannenmaterials mangels ausreichendem Raum, die Dilation abzufangen, zu Verformungen führen können, oder ob sich Wannen auf der ganzen Länge überhaupt verschieben, der Wärmedehnung nachgeben können.



Die neu verlegte Ebbe-Flut-Wanne (links) weist nach längerem Gebrauch deutliche Deformationen auf (rechts).

Für die Messung im Tagesverlauf kamen diese Instrumente zum Einsatz: Nivelliergerät zur Erfassung der Wölbung der Wannflächen, Laser-Distanzmessgerät zur Bestimmung der Längenausdehnung der Wann, Wärmebildkamera zur punktuellen Messung der Oberflächentemperatur, «Button»-Datenlogger für die Kontaktmessung der Temperatur an der Wannunterseite. In diesem Artikel werden die Resultate vorgestellt, die aus diesem Messtag resultierten.

#### Es kann sehr heiss werden!

Drei klassische, in der Praxis auftretende Expositionen von Ebbe-Flut-Wannen ohne Pflanzenbesatz wurden genauer untersucht: Wann unter mobilem Schatten, unschattierte sowie dauerbeschattete. Mit der Wärmebildkamera wurden an je sechs Stellen auf den Wann die Oberflächentemperaturen ermittelt. Zwischen Vormittag und spätem Nachmittag am 27. Juni stiegen die Oberflächentemperaturen bei den unbeschatteten Tischen von über 30

am Vormittag auf deutlich über 60 am Mittag bis durchschnittlich 72 Grad am späten Nachmittag (mit Spitzen bis 77!). Die Raumtemperatur folgte dieser Tendenz mit einiger zeitlichen Verzögerung, überschritt aber erst im späten Nachmittag die Schwelle von 50 Grad. Etwas weniger Hitze zeigt das Wärmebild vom Tisch mit mobilem Schatten, aber auch nur wenige Grad tiefer als voll besonnt. Die Tischfläche mit Dauerschatten erreichte mit Temperaturen um 28/30/40 Grad die moderatesten Temperaturwerte.

Anzeige



Wildblumen

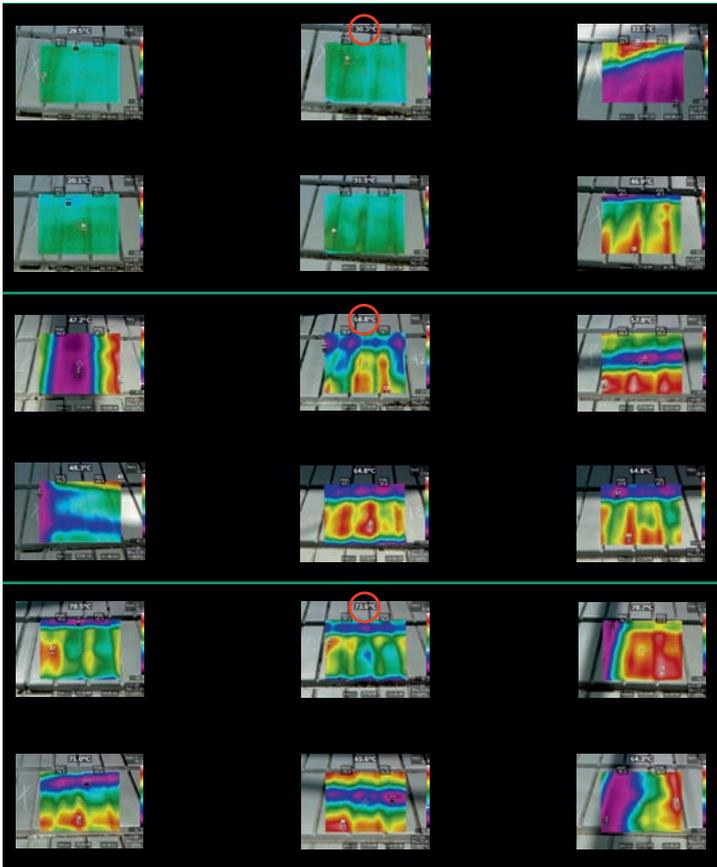
**OHS** Otto Hauenstein Samen

«Mein Team für mehr Biodiversität»

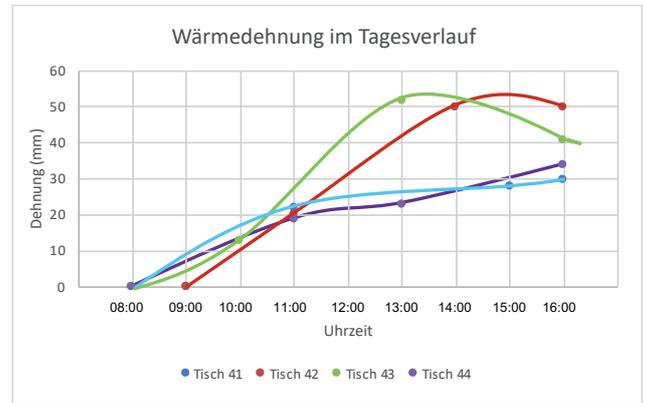
Hanspeter Latour, OHS Wildblumenbotschafter

044 879 17 19

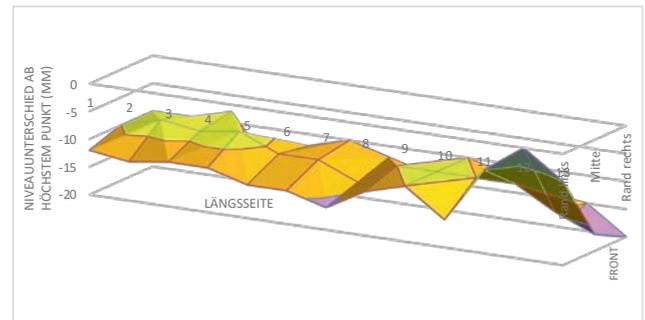
[www.hauenstein.ch](http://www.hauenstein.ch) | [info@hauenstein.ch](mailto:info@hauenstein.ch)



Die Wärmebilder zeigen an sechs Messstellen im Tagesverlauf einen ungeschattierten Tisch: Von oben nach unten: 9.15, 11.45 und 14.15.



Die thermische Dehnung der Ebbe-Flut-Wannen hat im Tagesverlauf je nach Beschattung ein unterschiedliches Ausmass. Tisch 41: beweglicher Schatten, Tische 42 und 43: ungeschattiert, Tisch 44: Dauerschatten. Alle Tische sind nicht belegt.



Ein ungeschattierter Tisch weist um 10.30 Uhr starke Oberflächenverformung auf. Die Skala zeigt in Millimetern Abweichung der Höhe zum höchsten gemessenen Punkt.

Die Wärmebildmessungen wurden mittels Kontakttemperaturloggern auf der Wannenunterseite überprüft und lieferten etwas tiefere Materialtemperaturen, bedingt durch den gebremsten Wärmedurchsatz durch das Wannenmaterial.

Die Bewegung der Tischfläche (Wölbungen im Tagesverlauf) wurde auf zwei Längsachsen im Meterabstand mit dem Nivelliergerät ausgemessen. Im Tagesverlauf liessen sich bis zum späten Nachmittag Niveauabweichungen bis zu 20mm messen, dies an Tischen, die zu Beginn unter moderaten Temperaturen noch völlig im Blei lagen. Am heftigsten waren diese Bewegungen erwartungsgemäss auf den ungeschattierten Wannenflächen.

Synchron zu den Niveauveränderungen wurde die thermische Dehnung der Ebbe-Flut-Tische ausgemessen. Die höchste Wärmedehnung im Tagesverlauf mit bis zu 55 mm in Bezug zur Ausgangssituation am Morgen erreichten die ungeschattierten Tische. Die Tische mit mobilem Schatten und jener mit Dauerschatten bewegten sich aber auch um 30 mm im Tagesverlauf. Zur Verifizierung dieser Messungen wurde die

zu erwartende thermische Dehnung auch rechnerisch überprüft. Das Wannenmaterial HIPS (High Impact Polystyrene) hat eine thermische Expansion von 80 µm/mK, was bei einem Temperaturgradienten von rund 30 am Morgen auf 70 Grad am späten Nachmittag über 40mm Wärme-dehnung ergibt.

Selbst an neu installierten Ebbe-Flut-Wannen waren nach knapp einem halben Jahr Gebrauch bereits Veränderungen sichtbar: nach aussen gebogene Wannenränder und aufquellende Leimstellen dort, wo die Wannelemente zusammengeleimt waren. Der Unterschied zwischen zwei verschiedenen Klebern war nur gering.

#### Lange Wannen dehnen sich

Die Oberflächenverformungen an den Wannen sind durch die thermische Expansion der langen Wannen erklärbar:

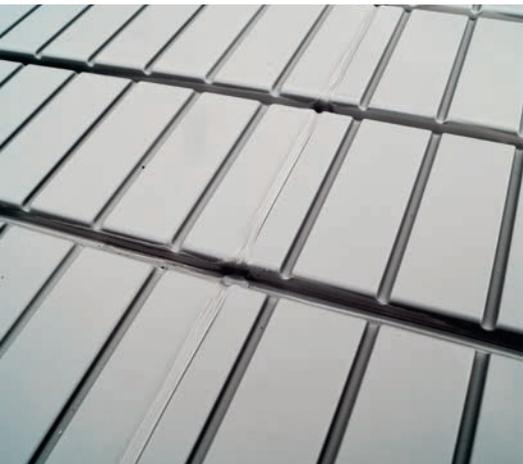
- In Sommerperioden, wenn die Ebbe-Flut-Wannen nicht mit Kulturen belegt sind, können sie sich auf Extremwerte von über 60/70 Grad erhitzen und reagieren darauf mit einer erheblichen thermischen Dehnung.

- Bei Tischen mit seitlichem Zwischenraum zwischen Wanne und Tischrahmen wird durch diesen Spannungsaufbau der Rand nach aussen gewölbt.
- An den Stössen zwischen den verleimten Wannelementen entsteht dabei ebenfalls Druck: Der Leim, der bei hohen Wannentemperaturen auch weicher geworden ist, quillt nach oben.
- Überlange Wannen können die auftretende thermische Expansion nicht über die ganze Länge ausgleichen.
- Was bei kürzeren Bauweisen offenbar ohne weitere Probleme funktioniert (Mobiltische von maximal 6 oder 8 Metern Länge), ist nicht auf längere Elemente anwendbar.
- Solch lange Wannen sind nicht ausreichend beweglich - die auftretenden Spannungen entladen sich entweder seitwärts (wo Raum vorhanden) oder verteilt auf die ganze Länge (Wellen, aufquellende Leimung).

Um einem Überdehnen der Wannen oder Quellen der verleimten Kanten vorzubeugen, können folgende Massnahmen ergriffen werden:



Die Ebbe-Flut-Wanne wurde mit Randabstand verlegt. Das linke Foto zeigt sie im neuen Zustand, das rechte nach einem halben Jahr in Gebrauch.



Die Ebbe-Flut-Wanne (links) wurde im Januar 2019 neu verleimt. Das Bild in der Mitte veranschaulicht ihren Zustand am 27. Juni 2019. Der Leim ist stark aufgequollen (rechts).

- Ebbe-Flut-Wannen nicht ungeschützt der prallen Sonne aussetzen: Auch bei nicht extremen Temperaturen können sie sich schnell über die Raumtemperatur erwärmen. Schon ein Schattierspalt im Schirm kann zu Verformungen führen, wie Beobachtungen des Betriebsinhabers zeigten.
- Unbelegte Wannen fluten. Denn Wasser erwärmt sich langsamer als Luft und Wannenmaterial. In der Praxis ist das aber kaum umsetzbar.

- Kurze Bauweisen wählen ohne seitliche Zwischenräume zum Tischrahmen.
- Die Überhitzung findet bei Wannen, die mit Kulturen belegt sind (Schattierung durch Pflanzen), nicht in diesem Ausmass statt. Allerdings sollen sich bei Tischen, die nur teilweise belegt sind, die Wannen trotzdem verformen (Beobachtungen des Betriebsinhabers).
- Die Frage, weshalb das Phänomen der verformten Wannen erst bei Einbauten

jüngeren Datums auftritt und bei den ganz alten nicht, kann mit dieser Studie nicht beantwortet werden.

-----  
**Hans Rudolf Keller** ist Ingenieur FH und Dozent für Biologische Landwirtschaft und Hortikultur an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften in Wädenswil.

Anzeige

**UNKRAUT WEG!**  
**schnell & effizient**

**Hermann Baur AG**  
 8907 Wettswil  
[www.hermannbaur.ch](http://www.hermannbaur.ch)