

Tropfbewässerung in Großbritannien

Trickle irrigation in Great Britain

Von Peter Wolff *

1. Einführung

Bedingt durch die ständige Verknappung und Verteuerung qualitativ guten Wassers und nicht zuletzt durch die Dürre des Jahres 1976, wird wassersparenden Bewässerungsverfahren in Zentraleuropa zunehmendes Interesse entgegengebracht. So kamen im Dürresommer 76 auch hier Tropfbewässerungsanlagen zum Einsatz, bzw. die schon bestehenden Tropfbewässerungsanlagen erfuhren z. T. eine beachtliche Erweiterung. Die Praxis eilte wieder einmal der Wissenschaft voraus, denn noch immer liegen kaum wissenschaftlich fundierte Untersuchungsergebnisse vor, die eine Aussage über die Möglichkeiten und Grenzen der Tropfbewässerung unter gemäßigten Klimabedingungen ermöglichen.

Besonders in Großbritannien hat die Tropfbewässerungsfläche in den letzten Jahren stark zugenommen. Der Verfasser nahm eine kürzlich durchgeführte Studienreise zum Anlaß, die Gründe und Bedingungen zu untersuchen, die der Anwendung der Tropfbewässerung in Großbritannien eine relativ schnelle Verbreitung verschafft haben. Die auf dieser Studienreise gewonnen Eindrücke und Erkenntnisse werden nachfolgend zusammenfassend dargestellt.

2. Verbreitung der Tropfbewässerung in Großbritannien

Die Tropfbewässerung wird in Großbritannien sowohl zu Unterglaskulturen wie auch zu Intensivkulturen im Freiland eingesetzt. Eine Spezialerhebung des Statistischen Dienstes des britischen Landwirtschaftsministerium weist für 1974 eine Tropfbewässerungsfläche im Freiland, von 1.992 acres (807 ha) in England und Wales aus (6). Dies sind 11% der bewässerten Obstanbaufläche dieser Landesteile. Nach übereinstimmenden Aussagen der besuchten Versuchsstationen, Beratungsdienststellen und Herstellerfirmen ist die Tropfbewässerungsfläche im Freiland in den Trockenjahren 75 und 76 weiter gestiegen. Im Minimum wird eine Verdoppelung seit 1974 angegeben. Nach Schätzung der einschlägigen Experten war die Tropfbewässerungsfläche in Großbritannien bereits 1975

* Professor Dr. Peter Wolff, Dipl. Landwirt, Ing. agr. trop., Hochschullehrer für Kulturtechnik und Wasserwirtschaft an der Gesamthochschule Kassel, OE Internationale Agrarwirtschaft, Witzenhausen.

Anschrift: Heiligenstaedter Weg 5, D 3430 Witzenhausen.

auf 4.000 acres (1.620 ha) angestiegen (2). Genaue Flächenangaben liegen für die letzten beiden Jahre nicht vor, da seitens des Ministeriums in jüngster Zeit keine diesbezüglichen Erhebungen vorgenommen wurden. Die Tropfbewässerung wird in Großbritannien im Freiland weitgehend zur Bewässerung von Äpfeln, schwarzen Johannisbeeren, Himbeeren und anderen Obstkulturen sowie in Baumschulen eingesetzt. Im Freiland findet die Tropfbewässerung in Großbritannien, vor allem auf Standorten, zunehmend Verbreitung, deren Böden ein geringes bis mittleres Wasserspeichervermögen besitzen und in den klimatisch trockenen Landesteilen liegen.

Bei den Unterglaskulturen hat sich die Tropfbewässerung in den letzten Jahren zum vorherrschenden Bewässerungsverfahren entwickelt. Während beispielsweise nach Waterfield (7) 1969 ca. 37% der in Gewächshäusern und Folienhäusern gezogenen Tomaten mittels Tropfbewässerung bewässert wurden, dürfte der Anteil zwischenzeitlich auf über 90% angestiegen sein. Eine ähnliche Entwicklung hat sich bei den meisten anderen Unterglaskulturen vollzogen.

Nach Gustafson (2) wird mit einer Gesamttropfbewässerungsfläche von 10.000 acres (4.048 ha) in 1980 für Großbritannien gerechnet.

3. Bestimmungsgründe für den Einsatz der Tropfbewässerung in Großbritannien

In Gesprächen mit Gärtnern, Obstbauern und Beratungskräften wurde versucht, die Gründe in Erfahrung zu bringen, die einen britischen Anbauer veranlassen, sich für die Tropfbewässerung als Bewässerungsverfahren zu entscheiden. Wie in anderen Ländern sind es auch in Großbritannien meist mehrere Gründe, die einen Gärtner oder Obstbauer veranlassen, dieses Bewässerungsverfahren zu wählen. Die wichtigsten Gründe werden nachfolgend kurz erläutert.

3.1 Zwang zur Verbesserung der Erträge

Wohl insbesondere mit dem Eintritt Großbritanniens in die Europäische Gemeinschaft sieht sich der britische Obst- und Gartenbau einem verstärktem Zwang zur Qualitätssteigerung ausgesetzt. Im Apfelanbau heißt dies, durch geeignete Maßnahmen den Anteil an größeren Äpfeln zu erhöhen. Ferner erzwingt die allgemeine wirtschaftliche Lage der Obst- und Gartenbaubetriebe, die insbesondere durch steigende Produktionskosten gekennzeichnet ist, die Erzielung gleichbleibend hoher Erträge von Jahr zu Jahr. Ein ausgeglichenes hohes Ertragsniveau ist in den trockenen Klimaregionen Großbritanniens nur möglich, wenn u. a. eine ausreichende Wasserversorgung in den kritischen Bedarfsperioden sichergestellt ist. Dies ist nach Aussage britischer Beratungskräfte unter den oben beschriebenen Standortverhältnissen gezielt und kostengünstig am ehesten mit der Tropfbewässerung möglich. Hinzu kommt, daß im Zuge der angestrebten Ertragsverbesserung im Obstbau ein engerer Pflanzenabstand angestrebt wird. Hieraus ergeben sich zwangsläufig höhere Ansprüche an die Wasserversorgung.

Durch Tropfbewässerung von schwarzen Johannisbeeren konnte Ingram (5) 1974 eine Ertragssteigerung von 76% gegenüber unbewässerten erzielen, obwohl die natürlichen Niederschläge als ausreichend angesehen wurden. Die positive Beeinflussung des Ertrages wird darauf zurückgeführt, daß bei der schwarzen Johannisbeere die Wurzelmasse in unmittelbarer Nähe der Pflanze konzentriert ist und damit selbst auf guten Böden relativ schnell Wassermangelsituationen auftreten können. Eine gezielte Wasserzufuhr mittels Tropfbewässerung ist daher bei dieser Kultur selbst unter normalen Niederschlagsverhältnissen sehr wirkungsvoll. Bei Himbeeren und jungen Apfelbäumen konnte im gleichen Jahr keine deutliche Ertragssteigerung erzielt werden, wohl aber eine deutliche Beeinflussung des vegetativen Wachstums. Eine deutliche Qualitätsverbesserung durch Tropfbewässerung bei Äpfeln konnte Banwell (1) auf zwei unterschiedlichen Standorten in Kent nachweisen.

3.2 Arbeiterleichterung und Arbeitersparnis

Die Entwicklung der Lohnkosten in den letzten Jahren erzwingt auch in Großbritannien den Einsatz rationeller Bewässerungsverfahren, wie beispielsweise der Beregnung oder der Tropfbewässerung. Im Obstbau Großbritanniens sieht man im Einsatz stationärer Systeme die rationellste Art der Bewässerung. Unter den gegenwärtigen Preisverhältnissen ist hier die Tropfbewässerung der stationären Beregnungsanlage zumindest bei Baumkulturen eindeutig überlegen.

Besonders hervorgehoben wird seitens der Praxis die Arbeiterleichterung, die mit Einführung der Tropfbewässerung eintritt, insbesondere dann, wenn die Bewässerung zuvor durch bewegliche Reihenregnerverfahren erfolgte. Der relativ problemlose Betrieb einer Tropfbewässerungsanlage, bei dem keinerlei schwere körperliche Arbeit erforderlich ist, wird als ein wesentlicher Vorteil dieses Bewässerungsverfahrens angesehen.

Gegenüber allen anderen Bewässerungsverfahren, mit Ausnahme der vollstationären Beregnungsanlage, bringt die Tropfbewässerung die größten Arbeitszeiterparnisse, wenn mit hinreichend sauberem Wasser gearbeitet wird und damit der Aufwand für die Funktionskontrolle der Tropfer auf ein Minimum reduziert bleibt. Die durch die Tropfbewässerung erzielbare Arbeitseinsparung hat beispielsweise im Unterglastomatenanbau wesentlich zur Verbesserung der Ertragslage der Betriebe beigetragen und zwar nicht nur weil Arbeitszeit eingespart wurde, sondern weil die eingesparte Arbeitszeit für andere Arbeiten, insbesondere für Pflegearbeiten, eingesetzt werden konnte.

Nicht zuletzt wird insbesondere zu Unterglaskulturen der Tropfbewässerung der Vorzug eingeräumt, weil sich die Betriebsleitungen mit einer automatischen Anlage unabhängiger von den Arbeitskräften machen kann. Die zwingend notwendige gleichmäßige Wasserversorgung der Kulturen wird nicht mehr durch die Qualifikation der Arbeitskräfte oder die Willkür der Gewerkschaften bestimmt.

3.3 Kapitalbedarf und Betriebskosten

Gegenüber der stationären Beregnungsanlage, deren Kosten z. Zt. des Besuchs mit ca. 750–1000 engl. Pfund je acre Beregnungsfläche angegeben wurden, ist eine Tropfbewässerungsanlage für 100–150 engl. Pfund je acre Apfelanlage (500 Bäume je ha) zu bekommen (3). In beiden Fällen ausschließlich der Anlagen zur Wasserbereitstellung. Bei der Tropfbewässerung steigt allerdings der Kapitalbedarf mit der Verringerung der Pflanzenabstände sprunghaft an, womit der Vorteil eines geringeren Kapitalbedarfs bei dichtstehenden Obstkulturen oder Gemüse mehr und mehr aufgehoben wird.

Als ein weiterer positiver Punkt der für die Tropfbewässerung spricht, wird die Einsparung an Betriebskosten angesehen, die sich aus dem geringeren Betriebsdruck einer Tropfbewässerungsanlage ergeben. Während die Beregnungsanlagen mit einem Betriebsdruck von über 40 psi (2,75 bar) betrieben werden, kommt man bei der Tropfbewässerung mit 15–20 psi (1,0–1,4 bar) aus.

3.4 Geringerer Wasserbedarf

Da in vielen Gebieten Großbritanniens, als Folge der beiden letzten Trockenjahre, Wasserrechte für Bewässerungszwecke beschnitten, Zuteilungsquoten gekürzt und Wasserpreise ständig erhöht werden, besteht ein zunehmender Zwang zu sparsamster Wasserverwendung. Da der Tropfbewässerung eine hohe Effektivität der Wassernutzung eigen ist, besteht derzeit natürlicherweise ein recht großer Anreiz Tropfbewässerungsanlagen einzusetzen. Über die Höhe der einzusparenden Wassermengen, waren keine Angaben in der Praxis zu bekommen.

Die Tatsache, daß nicht selten relativ kleine Wasserdarangebote bzw. relativ kleine Zuflußmengen pro Zeiteinheit für die Bewässerung im Obst- und Gartenbau zur Verfügung stehen, ist ein weiterer z. T. sogar ein wesentlicher Grund für den Einsatz der Tropfbewässerung. Während für die meisten Beregnungsverfahren ein Wasserzufluß von über 10 l/s/ha erforderlich ist, sind bei der Tropfbewässerung Zuflüsse von 0,2–2,0 l/s/ha ausreichend, wenn z. B. eine Apfelanlage bewässert werden soll (3).

3.5 Gleichmäßigere und kontrollierbare Wasserversorgung

Insbesondere bei Unterglaskulturen ist nach übereinstimmender Auffassung der besuchten Betriebsleiter, mit Hilfe der Tropfbewässerung eine wesentlich bessere Wasserversorgung der Kulturpflanzen zu erzielen. Besonders deutlich soll dies beim Übergang von manueller Bewässerung mittels Gießschlauch zur Tropfbewässerung geworden sein.

Während bei manueller Bewässerung meist nur täglich einmal eine durch subjektive Einflüsse mehr oder weniger ungleichmäßige Bewässerung erfolgte, ist es mit der Tropfbewässerung möglich geworden, den Ansprüchen der Pflanzen entsprechend mehrmals täglich eine äußerst gleichmäßige Bewässerung vorzunehmen. Letzteres allerdings unter Einsatz von Steuergeräten, die mit Einschaltuhren ausgestattet sind und es

Tabelle 1: Freiland-Tropfbewässerungssysteme in Großbritannien und deren Anschaffungskosten pro ha Apfelplantage (500 Bäume/ha und 2 Auslässe pro Baum) nach dem Stand vom September 1975.

Tropfbewässerungssystem	Hersteller oder Lieferant	Betriebsdruck bar	Wasserabgaberate pro Tropfer l/h	Anforderungen an Filtration	Anschaffungskosten brit. Pfund/ha
A. Einfache Düsen-Tropfer					
Eventricle type B	Evenproducts Ltd.	1	grauer Kopf 4,8 schwarzer Kopf 11,6	k.A. ¹⁾	267 Pf. einschl. Kopfanlage, Filter und Regulierventile
Rochford drip	E. J. Woollard Ltd.	0,14	4,5 – 8	k.A.	k.A.
B. Mikroschlauch-Tropfer					
Irricoil	Messrs. Twyman	0,2 – 0,35	0,6 – 0,85 bei 3 Zoll (7,62 cm) Länge	k.A.	173 plus Kopfanlage
Volmatic	Volmatic Export Co.	Kopfanlage: 1,9 Tropfleitung: 0,2	0,85	k.A.	k.A.
Watermatic	Plastic Tube & Conduit Co. Ltd.	0,7	5,72	200 mesh	260 plus Kopfanlage
C. Mikrokanal-Tropfer					
Access MK III	Access Ltd.	1,0 – 1,34	1,6 – 1,8	200 mesh	200 plus 62 für Kopfanlage und Fittings
Drip-eze	Cameron Irrigation Co. Ltd.	1,0	4,55 oder 9,09	150 mesh	277 plus 36 für Kopfanlage und Filter
Key clip	Cameron Irrigation Co. Ltd.	1,0	2,27 oder 4,45	150 mesh	277 plus 36 für Kopfanlage und Filter
Lego Labyrinth Netafim	Agrar Instruments (UK) Ltd.	1,0	2,27, 4,55 oder 9,09	k.A.	k.A.
D. Wirbelkammer-Tropfer					
Spot emitter	Marshall Trussler & Co. Ltd.	1,72	5,9	140 mesh	7 p je Tropfer
E. Druckausgleich-Tropfer					
Key emitter Mark III	Cameron Irrigation Co. Ltd.	1,38 – 2,76	4,55 oder 9,09	150 mesh	321 plus 36 für Kopfanlage und Filter
Rainbird	Plastic Tube & Conduit Co. Ltd.	1,38	4,55	30 mesh	667 plus Kopfanlage
Sub-Terrain	Pipecraft Ltd.	1,38 – 3,45	4,55 – 18,2	k.A.	k.A.
F. Spritzdüsen (Splitters)					
Microjet	P. Andrag & Son (Pty) Ltd.	1,0	verschiedene Typen mit unterschiedlichen Wasserabgaberraten verfügbar.		
G. Tropfschläuche					
Bi-wall	Cameron Irrigation Co. Ltd.	1,0	je nach Abstand der Austrittsöffnungen 1,8, 2,8, 3,6 oder 4,6 je m Schlauch	150 mesh	bei 10 p/m 178 plus 39 für Kopfanlage und Filter
Twin-wall	Plastic Tube & Conduit Co. Ltd.	0,55 – 0,69	6,5 je m Schlauch	200 mesh	205 plus Kopfanlage
Viaflow seep hose	Du Pont	0,28	1,5 je m Schlauch	30 Mikron	k.A.

¹⁾ keine Angaben · Quelle: Ingram, J., 1976: Trickle Irrigation of fruit crops. – Vervielfältigtes Manuskript, Luddington Experimental Station/England.

ermöglichen, daß die Anlage bei Bedarf mehrmals täglich in einer vorgegebenen Zeitdauer die Pflanzen bewässert.

4. Tropfbewässerungssysteme

Das Angebot an Tropfbewässerungssystemen ist auf dem britischen Markt genau so vielfältig wie in vielen anderen Ländern. Auch hier hat sich noch kein Tropfbewässerungssystem herauskristallisiert, das allen Ansprüchen genügt. Dem vielfältigen Angebot des Marktes und den unterschiedlichen Bedürfnissen der Benutzer entsprechend, findet man in der Praxis ein weites Spektrum an Tropfelementen und Zubehörteilen. Im Gegensatz zu Australien ist in Großbritannien nicht zu beobachten, daß Gärtner und Obstbauer aus Gründen der Kostensenkung versuchen, eigene Systeme durch Zukauf von Einzelteilen zu entwickeln. Es werden wohl überwiegend komplette Anlagen von den Herstellerfirmen oder Händlern bezogen. Die Installation wird dann allerdings oft von den Betrieben in eigener Regie durchgeführt.

In Großbritannien, dem Ursprungsland der Tropfbewässerung, überwiegen heute neben einigen rein britischen Entwicklungen australische, US-amerikanische und israelische Tropfbewässerungssysteme auf dem Markt. In Tabelle 1 sind die heute in Großbritannien erhältlichen Tropfbewässerungssysteme aufgeführt.

Zur Bewässerung von Unterglaskulturen wird heute neben dem Volmatic-System vorzugsweise das Cameron-Tropfbewässerungssystem eingesetzt. Es besitzt eine zerlegbare und damit leicht zu reinigende Tropfdüse, die einen Betriebsdruck von 0,15 bar erfordert und eine Wasserabgaberate von 2,27 oder 1,14 l/h besitzt. Diese relativ hohen Wasserabgaberraten werden in der Gewächshausbewässerung als besonders vorteilhaft angesehen. Auch einfache Folienschläuche finden beispielsweise im Schnittblumenanbau noch häufig Verwendung. Diese sogenannten „lay-flat polythene tubes“ haben mit ca. 33 mm einen relativ großen Durchmesser. Der Wasseraustritt erfolgt durch 1/32 Zoll (0,8 mm) große Öffnungen, von denen vier um den Schlauchumfang verteilt zusammenliegen. Die jeweils nächsten vier Austrittsöffnungen liegen 12,7 cm entfernt. Die Qualität der Wasserverteilung ist bei diesen Folienschläuchen nicht sonderlich gut und doch werden sie für bestimmte Bewässerungsaufgaben den technisch weiterentwickelten Tropfbewässerungsverfahren vorgezogen, nicht zuletzt weil sie recht preisgünstig sind.

5. Einsatzprobleme der Tropfbewässerung

5.1 Frostschutz

Obwohl die Frostschutzberechnung im britischen Obstbau erst in einem recht bescheidenen Umfang zum Einsatz kommt, wird es in der Praxis als ein wesentlicher Nachteil empfunden, daß man mit der Tropfbewässerung keinen aktiven Frostschutz betreiben kann. Fortschrittliche Betriebe in frostgefährdeten Lagen neigen daher dazu, langfristig ihre Beerenobstanlagen mit stationären Berechnungsanlagen auszustatten, die u. a. auch

eine Frostschutzberechnung erlauben. Demgegenüber stehen aber die hohen Anschaffungskosten für Frostschutzberechnungsanlagen.

5.2 Einsatzzeitraum und Applikationsmenge

Während die Bestimmung des Einsatzzeitpunktes und der Applikationsmenge bei Bewässerung von Unterglaskulturen mittels Tropfbewässerung heute praktisch kein Problem mehr darstellt, ist man in Großbritannien bei Einsatz der Tropfbewässerung im Freiland noch sehr unsicher hinsichtlich der Bestimmung des optimalen Zeitpunktes, wann mit der Bewässerung begonnen und wieviel jeweils verabfolgt werden sollte. Versuche der East Malling Research Station in Kent haben gezeigt, daß durch Bewässerung optimal gestaltete Bodenfeuchteverhältnisse in der Periode des Fruchtansatzes von Äpfeln letzteren stark erhöhen, im Endeffekt aber dazu führen, daß viele aber durchweg kleine Früchte zur Reife kommen (5). Kleine Äpfel sind nur schwer zu vermarkten und erbringen kaum kostendeckende Preise. Im Gegensatz dazu führen optimale Bodenfeuchteverhältnisse in der Phase des Fruchtwachstums zur Bildung größerer Früchte und damit zu einer wesentlichen Verbesserung des Marktwertes der Äpfel. Diese Versuchsergebnisse deuten an, daß eine gezielte Beeinflussung des Bodenfeuchtehaushaltes unter Berücksichtigung der Bedürfnisse der Pflanzen erfolgen muß, sollen Bewässerungsmaßnahmen die gewünschten Erfolge bringen. Die Tropfbewässerung wird durch ihre ständige Einsatzbereitschaft als ein ideales Bewässerungsverfahren zur gezielten Beeinflussung des Bodenfeuchtehaushaltes angesehen, jedoch fehlt dem britischen Bewässerungspraktiker noch ein einfaches Instrumentarium zur Bestimmung des Einsatzzeitpunktes und der Applikationsmenge. Tensiometer, die diese Funktion übernehmen könnten, sind in der Bewässerungspraxis kaum zu finden. In Versuchen der Luddington Experimental Horticultural Station wurde deutlich, daß eine einfache Steuerung der Tropfbewässerung, mit Hilfe der aus Klimadaten ermittelten Evapotranspirationsverluste, unter gemäßigten Klimabedingungen mit Schwierigkeiten verbunden ist. In einem Tropfbewässerungsversuch mit schwarzen Johannisbeeren zeigte sich im Trockenjahr 75, daß die normale Applikationsmenge von 50% der errechneten Evapotranspiration nicht für eine optimale Ertragsleistung ausreichte. Im Dürrejahr 76 wurden selbst 75% als nicht ausreichend empfunden (4). Der volle Ersatz der errechneten Evapotranspirationsverluste wird unter den klimatischen Bedingungen Großbritanniens normalerweise als nicht wirtschaftlich angesehen.

Zur Bewässerung von Unterglaskulturen mittels Tropfbewässerung liegen in Großbritannien reichlich Erfahrungen vor, die neben den wöchentlichen Empfehlungen der Versuchsstationen und Beratungsdienststellen sehr gezielt zur Steuerung der Bewässerung eingesetzt werden. Vollautomatisch gesteuerte Anlagen werden von den Praktikern durchweg abgelehnt. Die Betriebsleiter ziehen es vor, die Applikationsmenge auf Grund einer dauernden Beobachtung der Pflanzen zu variieren. Wie bereits berichtet, erfolgt der Ablauf des Bewässerungsvorganges selbst meist automatisch, mit Hilfe entsprechend programmierter Einschaltuhren.

5.3 Wasserqualität

Da zur Tropfbewässerung weitgehend Grundwasser benutzt wird, ergeben sich kaum Probleme durch physikalische Verunreinigungen. Die meisten Anlagen werden erfolgreich mit relativ kleinen Siebfiltern betrieben. Probleme durch chemische Verunreinigungen treten gelegentlich auf, stellen aber kein generelles Problem dar. In küstennahen Gebieten und auf den Kanalinseln kam es in den letzten beiden Trockenjahren durch einen zunehmenden Salzgehalt des Grundwassers zu Problemen, die jedoch durch Auswaschungen in den Wintermonaten bisher gelöst werden konnten.

6. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird über Eindrücke und Erkenntnisse einer Studienreise durch Großbritannien berichtet. Ziel dieser Studienreise war es, die Anwendung der Tropfbewässerung in Großbritannien kennenzulernen. Im Vergleich zu anderen Ländern Zentraleuropas hat die Tropfbewässerung in Großbritannien in den letzten Jahren eine relativ weite Verbreitung im Obst- und Gartenbau gefunden. Die Bereitschaft Tropfbewässerungsverfahren einzusetzen, ergibt sich aus dem Zwang zur Qualitätsverbesserung der Ernteprodukte, der Arbeitersparnis und -erleichterung, dem relativ geringen Kapitalbedarf, niedrigeren Betriebskosten, sowie dem geringen Wasserbedarf und zur Verbesserung der Wasserversorgung.

Auf dem Markt und in der Bewässerungspraxis findet man ein weites Spektrum an Tropfbewässerungssystemen. Die Einsatzprobleme liegen insbesondere auf dem Gebiet der Einsatzsteuerung, der Wasserqualität und den unzureichenden Möglichkeiten, mit der Tropfbewässerung Frostschutz zu betreiben.

Summary

The area under trickle irrigation in Great Britain is still small, but expanded remarkably in recent years. Horticulturists show increased interest in this irrigation method, mainly due to the need to improve the yield and quality of horticultural crops, to save labour, water and operation costs. There is also an interest in trickle irrigation because the capital requirement for trickle installations is much less than for solid set sprinkler irrigation systems.

There is a wide range of trickle irrigation systems on the market and in use. Determination of the application rate, irrigation timing, water quality and the possibility of frost protection are the main operation problems of trickle irrigation in Britain.

Literaturverzeichnis

1. BANWELL, M., 1975: Trickle irrigation. — Technical Bulletin No. C 24. Cameron Irrigation Co. Ltd.
2. GUSTAFSON, C. D., 1976: Drip Irrigation — Worldwide 1975, Present status and outlook for drip irrigation. — In: Technology for a changing world. Proc. 1976 Annual Technical Conf., Sprinkler Irrigation Ass., 58—65.

3. INGRAM, J., 1976: Irrigation systems for the fruit grower. — Vervielf. Manuskript. Luddington Experimental Horticulture Station.
4. INGRAM, J., 1976: Trickle irrigation of fruit crops. — Vervielf. Manuskript. Luddington Experimental Horticulture Station.
5. LUDDINGTON EXPERIMENTAL HORTICULTURE STATION, 1975: 25th Annual Report 1974, Part I: Fruit. — Selbstverlag Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Agr. Development and Advisory Service, London.
6. MINISTRY OF AGRICULTURE, FISHERIES AND FOOD, 1975: Statistical Information: Irrigation — England and Wales. Special Enquiry. — Umdruck STATS 242/75.
7. WATERFIELD, A. E., 1973: Trickle irrigation in the United Kingdom. — FAO Irrigation and Drainage Paper No. 14, 147—153. FAO, Rom.