



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Landwirtschaftsfonds  
für die Entwicklung des  
ländlichen Raums



## Ressourcenschonende und automatisierte Bewässerung in Brandenburg

### Ein Praxisleitfaden

Gefördert durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds  
zur Entwicklung des ländlichen Raumes (ELER) und das Land Brandenburg.



Ein Resultat der EIP-Projekte „*Precision Irrigation*“ (2016-2020) und „*Automatisierte  
Bewässerungssteuerung*“ (2021-2024)

## Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangssituation in Brandenburg.....	4
2	Wann und wie intensiv bewässern?.....	6
2.1	Ein Überblick zu gängigen Bewässerungsstrategien .....	6
2.2	Wasserspareffekte unterschiedlicher Bewässerungsstrategien .....	8
2.3	Energiespareffekte unterschiedlicher Bewässerungsstrategien.....	8
2.4	Ertragseffekte unterschiedlicher Bewässerungsstrategien.....	9
2.5	Ökonomische Gesamtbetrachtung - Unter welchen Voraussetzungen macht welche Strategie Sinn?.....	10
2.6	Schlussfolgerungen aus dem Projekt <i>Precision Irrigation</i> .....	16
3	Automatisierung der Bewässerungssteuerung durch Koppelung von IRRIGAMA steering mit Raindancer.....	17
4	Berücksichtigung der Tropfschlauchbewässerungstechnik bei der Wasserbedarfsermittlung mit Irrigama .....	18
5	Projektpartner .....	21
5.1	Precision Irrigation .....	21
5.2	Projektpartner Automatisierte Bewässerungssteuerung.....	22

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Stufen der Erzeugerpreise für die betrachteten Fruchtarten.....	11
--	----

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Effekte von Bodenunterschieden während des Dürresommers 2018 – extreme Trockenschäden direkt neben noch gut entwickelten Zuckerrübenbestand, Resultat unterschiedlicher Wasserspeicherfähigkeit.....	5
Abbildung 2: Bodenartenabhängige Managementzonen für eine teilflächenspezifische Bewässerung .....	7
Abbildung 3: Zusammenfassung der Wasserverbräuche der Defizitbewässerung und der teilflächenspezifischen Vollbewässerung (VRI-Bewässerung) im Vergleich zur gleichmäßigen Vollbewässerung.....	8
Abbildung 4: Übersicht der relativen Energiekosten unterschiedlicher Bewässerungsstrategien auf zwei Standorten (homogene Bewässerung = Vollbewässerung).....	9
Abbildung 5: Simulierte mittlere Mehrerträge unterschiedlicher Bewässerungsstrategien gegenüber der unbewässerten Referenz auf den Standorten Dahlhausen und Schöllnitz in einer viergliedrigen Fruchtfolge innerhalb von 12 Jahren. ....	10
Abbildung 6: Vergleich der Wirtschaftlichkeit verschiedener Bewässerungsstrategien über die Fruchtfolge bei einem Neueinstieg in die Bewässerung, Mittelwert für alle Kulturen, Preisniveau für Erzeugerpreise niedrig (Gleichmäßige Bewässerung = Vollbewässerung) .....	12
Abbildung 7: Vergleich der Wirtschaftlichkeit verschiedener Bewässerungsstrategien über die Fruchtfolge bei einem Neueinstieg in die Bewässerung, Preisniveau für Erzeugerpreise hoch (Gleichmäßige Bewässerung = Vollbewässerung).....	13
Abbildung 8: Vergleich der Wirtschaftlichkeit verschiedener Bewässerungsstrategien über die Fruchtfolge bei einer Nachrüstung von VRI-System sowie abgeschriebenen Anlagen, Preisniveau für Erzeugerpreise niedrig (Gleichmäßige Bewässerung = Vollbewässerung) .....	15
Abbildung 9: Vergleich der Wirtschaftlichkeit verschiedener Bewässerungsstrategien über die Fruchtfolge bei einer Nachrüstung von VRI-System sowie abgeschriebenen Anlagen, Preisniveau für Erzeugerpreise hoch (Gleichmäßige Bewässerung = Vollbewässerung) .....	16
Abbildung 10: Screenshot aus Raindancer. Darstellung der Bewässerungsempfehlung für einen Schlag mit einer Kreisbewässerungsanlage. ....	18
Abbildung 11: Techniker des FIB untersuchen die Wasserverteilung im Boden unter Tropfschlauchbewässerung in Zucchini auf dem Praxisschlag bei Golßen. ....	19

## 1 Ausgangssituation in Brandenburg

Brandenburg gehört zu den Regionen Deutschlands mit einer zumeist ungünstigen Ausgangslage für den Ackerbau: vornehmlich sandige Böden mit geringem Wasserspeichervermögen und hohe klimatische Wasserdefizite während der Vegetationsperiode. Daraus resultiert eine Bewässerungsbedürftigkeit für die meisten Ackerbaukulturen.

Bewässerung ist deshalb für viele Betriebe eine Absicherung gegenüber trockenheitsbedingten Ertragseinbußen in der Pflanzenproduktion. Während in 2019 etwa 4,5 % der landwirtschaftlichen Nutzflächen in Deutschland bewässert wurden, verfügten Landwirtschaftsbetriebe in Brandenburg im selben Jahr über die Möglichkeit einer Zusatzwasserversorgung auf ca. 2 % der Nutzflächen. Die Wasserverfügbarkeit aus lokalen Grundwasserkörpern und Oberflächengewässern ist aber limitiert, gerade in Jahren mit einem hohen Zusatzwasserbedarf.

Die Nachfrage nach dem Einsatz von Bewässerung in der Landwirtschaft wird ansteigen, denn der Klimawandel verschärft die ohnehin schon knappe Wasserversorgungssituation in Brandenburg. Ein effizienter, bedarfsgerechter Wassereinsatz, immer mehr auch eine Defizitbewässerung, ist daher sowohl erforderlich. Bewässerung muss zudem auch wirtschaftlich effizient sein. Die Bewässerungswürdigkeit von Kulturen ist deshalb eine zentrale Frage des Bewässerungslandbaus. Bewässerungsbetriebe können mit der Wahl der richtigen Bewässerungstechnik, einer angepassten Bewässerungsfruchtfolge und der Wahl des richtigen Bewässerungszeitpunktes und der optimalen Gabe das Management der Bewässerung effizient gestalten.

### Wasserzugabe je nach Bedarf

Im norddeutschen Tiefland sind viele Äcker hinsichtlich ihrer Standortbedingungen heterogen: sandige Bereiche liegen in direkter Nachbarschaft von bindigeren Substraten (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Eine teilflächenspezifische Bewässerung berücksichtigt diese Unterschiede und kann die Über- oder Unterversorgung von Teilflächen mit Wasser reduzieren.

Effiziente und bedarfsgerechte Bewässerungsmethoden sind im Bewässerungslandbau gefragt und waren Thema des EIP-Projektes *„Steuerung des Zusatzwassereinsatzes in der Pflanzenproduktion - Situativ, teilflächenspezifisch und automatisiert“* (kurz: *Precision Irrigation*).

Wenn Kulturen beregnet werden sollen, stellt sich immer die Frage, wann und wie intensiv bewässert werden soll. Jeder Bewässerungsdurchgang verursacht zusätzliche Kosten und gerade bei limitierter Wasserverfügbarkeit und ökonomisch engen Spielräumen ist es wichtig für die Wirtschaftlichkeit der Bewässerung und immanent für den Schutz der Ressource Wasser, dies zu klären.



*Abbildung 1: Effekte von Bodenunterschieden während des Dürresommers 2018 – extreme Trockenschäden direkt neben noch gut entwickelten Zuckerrübenbestand, Resultat unterschiedlicher Wasserspeicherfähigkeit*

Bewässerungssteuerungsmodelle ermitteln durch die Simulation von Bodenwasserveränderungen und Pflanzenverdunstung für alle Kulturen, wann genau wie viel bewässert werden muss. Sie dienen damit als Entscheidungsunterstützungssystem für den Bewässerungslandwirt.

Mit Irrigama steering - oder auch Irrigama - wird der richtige Zeitpunkt und die optimale Wassermenge für Bewässerungseinsätze ermittelt – und zwar für die meisten Kulturen, die in Deutschland im Acker- und Gemüsebau angebaut werden. Irrigama steht den Bewässerungsbetrieben seit dem Projektabschluss im Jahr 2020 als sog. „Standalone“-Version im Rahmen der Bewässerungsberatung des Forschungsinstituts für Bergbaufolgelandschaften e.V. (FIB) zur Verfügung (<https://fib-ev.de/bewaesserungsberatung/>). Bewässerungsbetriebe erhalten in festgelegten Intervallen Bewässerungsempfehlungen per Email. Zeitpunkt und Gabenhöhe von durchgeführten Bewässerungen, Änderungen des Entwicklungsstadiums der Kultur oder Messwerte von hoferigenen Niederschlagssammlern werden entweder telefonisch oder per Email von den Bewässerungsbetrieben an einen Mitarbeitenden des FIB übermittelt, der diese Werte dann händisch an das Programm übergibt. Für die gewünschte weitere Verbreitung von Irrigama als wissenschaftlich fundiertes Programm für die bedarfsgerechte Bewässerungssteuerung ist dieser Weg jedoch zu arbeitsintensiv und fehleranfällig.

Für die technische Bewässerungssteuerung, also die Überwachung und den Betrieb der Bewässerungsinfrastruktur, wie Pumpen, Ventile oder Bewässerungsmaschinen steht das Programm Raindancer der IT-Direkt Business Technologies GmbH als Smartphone-App zur Verfügung (<https://www.raindancer.com/DE/>). Raindancer wird weltweit in mehr als 1000 Bewässerungsbetrieben eingesetzt. Das Programm ermöglicht einen schnellen Überblick und Zugriff

auf die Bewässerungsanlagen eines Betriebes „per Knopfdruck“. Darüber hinaus werden die applizierten Wassermengen dokumentiert. Allerdings bot es bisher keine Ermittlung des pflanzenphysiologischen Bewässerungsbedarfes. Hierzu mussten die Betriebe auf alternative Lösungen zurückgreifen. Neben dem damit verbundenen Zusatzaufwand fehlte die Gesamtübersicht – besonders, wenn viele (Teil-)Schläge oder Bewässerungsgassen gleichzeitig im Blick behalten werden müssen.

Um das Bewässerungsmanagement insgesamt stärker zu automatisieren und die Bewässerung bedarfsgerechter und umweltfreundlicher zu gestalten, war daher ein Ziel des Projektes „*Automatisiertes Bewässerungsmanagement für eine ressourceneffiziente Landwirtschaft*“ (kurz: *Automatisierte Bewässerungssteuerung*), die Bewässerungssteuerungssoftware IRRIGAMA steering mit der App Raindancer zu koppeln.

## 2 Wann und wie intensiv bewässern?

### 2.1 Ein Überblick zu gängigen Bewässerungsstrategien

Die homogene bzw. gleichmäßige Bewässerung beruht auf einer gleichmäßigen Gabenhöhe in allen Bereichen eines Schlages. Dabei wird der Bewässerungsbedarf der Kultur berücksichtigt, ohne dass es zu einer Überbewässerung kommen soll. Im Folgenden definieren wir diese Strategie als **Vollbewässerung**. Bei großen Parzellen oder Schlägen werden Bodenunterschiede und damit unterschiedliche Bodenwasserspeicherkapazitäten nicht berücksichtigt. In der Theorie ist diese Strategie deshalb nur für den Gartenbau sowie kleine Parzellen oder Schläge mit homogener Textur geeignet. Bei längeren Trockenphasen ist sie auch auf heterogenen Standorten in der Praxis sinnvoll. Sie ist derzeit wegen der technischen Einfachheit die Regel bei allen Bewässerungssystemen.

Für die **teilflächenspezifische Bewässerung** werden Teilbereiche mit ähnlichem Wasserspeichervermögen zu Klassen, den sogenannten Managementzonen, zusammengefasst (Abbildung 2). Die teilflächenspezifische Bewässerung verfolgt das Ziel, jedem Teilbereich eines Ackerschlages die jeweils notwendige Bewässerungsmenge zu geben. Hierbei existieren unterschiedliche Ansätze. Im Projekt *Precision Irrigation* wurde vor allem ein statischer Ansatz verfolgt, bei dem die nutzbare Feldkapazität (nFK) Grundlage für die Ausweisung von Teilflächen ist. Dieser Parameter des Bodens ist eine der wichtigsten Eingangsgrößen für die Bewässerungssteuerung. Die vorhandene Bewässerungsstruktur muss für die teilflächenspezifische Bewässerung geeignet sein. Hierfür kommen derzeit vor allem Kreis- oder Linearbewässerungsmaschinen in Frage.

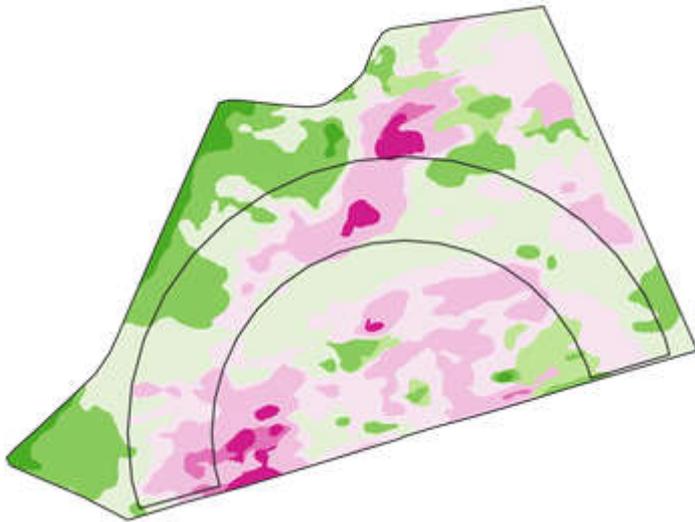


Abbildung 2: Bodenartenabhängige Managementzonen für eine teilflächenspezifische Bewässerung

Die **Defizitbewässerung** verringert grundsätzlich die saisonalen Bewässerungsgaben im Vergleich zu einer Vollbewässerung. Es gibt dabei unterschiedliche Herangehensweisen:

- Verlängerung der Bewässerungsintervalle bei stärkerer Austrocknung des Bodens,
- grundsätzliche (fixe) Verringerung der einzelnen Bewässerungsgaben über die gesamte Saison im Vergleich zur optimalen Bewässerung,
- Aussetzen der Bewässerung in ertragsunempfindlicheren Pflanzenentwicklungsstadien,
- unterschiedliche Bewässerungsintensitäten zu bestimmten Entwicklungsstadien,
- partielle Wurzelzonenaustrocknung.

Voraussetzung für eine erfolgreiche Defizitbewässerung ist die Kenntnis über das Ertragsverhalten von Kulturen und Sorten bei Trockenstress über die gesamte Pflanzenentwicklung. Gerade in Dürresituationen kommt dieser Bewässerungsstrategie besondere Bedeutung zu, da verfügbare Bewässerungsmengen den Wasserbedarf der Kulturen meist nicht abdecken können. Aber auch grundsätzlich kann die Defizitbewässerung zu einem wassersparenden Einsatz und zu besserer innerbetrieblicher Wasserausnutzung und -verteilung führen. Ertragsreiche Sorten sind häufig empfindlicher gegenüber Trockenstress als weniger ertragsreiche Sorten. Vor allem früh abreifende und trockenheitstolerante Sorten sind für die Defizitbewässerung geeignet.

Defizitbewässerung kann auch teilflächenspezifisch erfolgen. Wenn im Folgenden von Defizitbewässerung gesprochen wird, ist jedoch die Variante mit gleichmäßiger Verteilung einer Wassermenge auf dem gesamten Schlag gemeint, also nicht teilflächenspezifisch.

## 2.2 Wasserspareffekte unterschiedlicher Bewässerungsstrategien

Im Projekt *Precision Irrigation* wurde anhand einer fiktiven Fruchtfolge mit Futtererbsen, Stärkekartoffeln, Winterweizen und Silomais auf zwei Standorten (Dahlhausen, Schöllnitz) modellhaft untersucht, welche Effekte unterschiedliche Bewässerungsstrategien hervorrufen. Die unterschiedlichen Wasserverbräuche im Vergleich zu einer gleichmäßigen Vollbewässerung sind in Abbildung 3 dargestellt.

Im Ergebnis hat die gleichmäßige Defizitbewässerung im Mittel über einen Zeitraum von 12 Jahren einen deutlich geringeren Wasserverbrauch als die Vollbewässerung (21 % Einsparung für beide Standorte). Der Wasserbedarf der teilflächenspezifischen Vollbewässerung (Synonym: VRI-Bewässerung – VRI: variable rate irrigation) unterscheidet sich unwesentlich von dem einer gleichmäßigen Vollbewässerung. Im Detail kommt es hier bei verschiedenen Kulturen auch zu erhöhten Wasserverbräuchen. Die Defizitbewässerung von Silomais kann auf beiden Standorten Wassereinsparungen von ca. 16 % gegenüber der gleichmäßigen Vollbewässerung erzielen. Bei Winterweizen sind Einsparungen durch die Defizitbewässerung um 25 % möglich.

Im Detail hängt das Wassereinsparpotential der verwendeten Bewässerungsstrategien vom Standort, dem Grad der Bodenheterogenität, von den Wetterverhältnissen und von den bewässerten Fruchtarten ab.

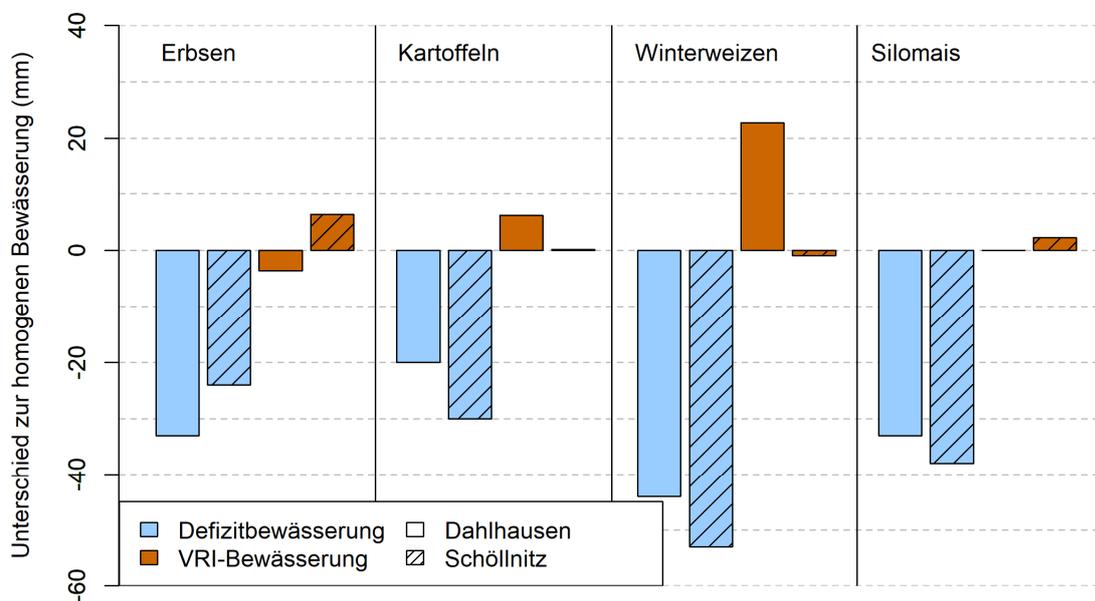


Abbildung 3: Zusammenfassung der Wasserverbräuche der Defizitbewässerung und der teilflächenspezifischen Vollbewässerung (VRI-Bewässerung) im Vergleich zur gleichmäßigen Vollbewässerung

In der Bewässerung sind Energiekosten ein nicht unerheblicher Kostenfaktor, da Wasser gefördert und mit dem notwendigen Betriebsdruck zur Verfügung gestellt werden muss. Bei Kreisbewässerungsanlagen sind Drücke von 2 bar an den Düsen anzustreben; teilweise sind hier auch noch geringere Drücke möglich. Je nach geförderter Wassermenge entstehen also auch unterschiedliche Pumpkosten. Basierend auf den modellierten Wasserverbräuchen der unterschiedlichen Bewässerungsstrategien sind in der folgenden Abbildung 4 die relativen Kosten unter Realbedingungen der Betriebe aufgeführt.

Im vorliegenden Fall wurde aus Tiefbrunnen gefördert. Die Kosten für dieselbetriebene und strombetriebene Pumpen sind mit 0,14 €/m<sup>3</sup> bzw. 0,13 €/m<sup>3</sup> ähnlich hoch. Die Bewässerungsfläche ist vereinheitlicht 50 ha. Die Defizitbewässerung verursacht etwa 80 % der Energiekosten im Vergleich zur Vollbewässerung und die VRI-Bewässerung durch den leicht erhöhten Wasserverbrauch 104 % am Standort Dahlhausen bzw. 101 % am Standort Schöllnitz. Im Wesentlichen sind also der Energieverbrauch und die damit verbundenen Kosten an die Bewässerungsmenge gekoppelt. Die Art der Energiebereitstellung ist vom Kostenfaktor her nahezu unbedeutend. Allerdings sind Dieselaggregate arbeitsintensiver, da diese regelmäßig nachgefüllt und gewartet werden müssen. Das wurde hier nicht betrachtet.

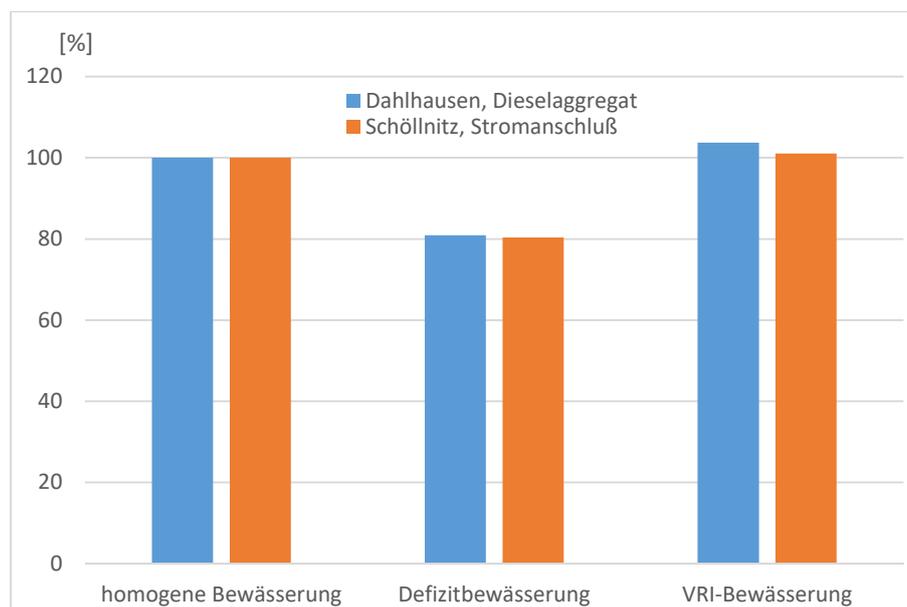


Abbildung 4: Übersicht der relativen Energiekosten unterschiedlicher Bewässerungsstrategien auf zwei Standorten (homogene Bewässerung = Vollbewässerung)

## 2.3 Ertragseffekte unterschiedlicher Bewässerungsstrategien

Für die viergliedrige Modell-Fruchtfolge mit Futtererbsen, Kartoffeln, Winterweizen und Silomais wurden Erträge der unterschiedlichen Bewässerungsstrategien simuliert und der Ertragssituation in

der unbewässerten Variante gegenübergestellt. Die Werte der Simulationen korrespondieren mit den Realerträgen der Feldversuche. Wie in Abbildung 5 zu sehen, sind deutliche Mehrerträge gegenüber der unbewässerten Referenz bei allen Fruchtarten erkennbar; sie treten aber vor allem bei der Erbse auf. In der VRI-Bewässerung und der Vollbewässerung sind hier ähnlich hohe mittlere Mehrerträge, um jeweils ca. 365 %, zu erwarten. Die Defizitbewässerung erreicht mittlere Ertragszuwächse um 233 %.

Bei der Kartoffel sind bei der Vollbewässerung und der VRI-Bewässerung Mehrerträge um 120 % erwartbar. In der Defizitbewässerung liegen diese bei 107 %. Beim Silomais verursachen alle Bewässerungsvarianten Ertragszuwächse zwischen 49 und 53 %. Beim Winterweizen liegen die mittleren Ertragszuwächse in allen Bewässerungsstrategien um 84 %.

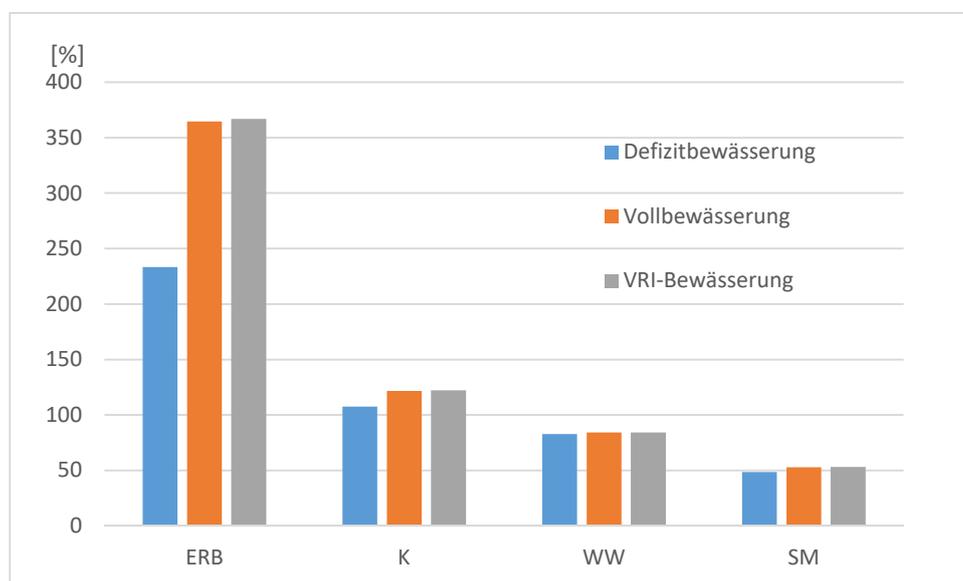


Abbildung 5: Simulierte mittlere Mehrerträge unterschiedlicher Bewässerungsstrategien gegenüber der unbewässerten Referenz auf den Standorten Dahlhausen und Schöllnitz in einer viergliedrigen Fruchtfolge innerhalb von 12 Jahren.

## 2.4 Ökonomische Gesamtbetrachtung - Unter welchen Voraussetzungen macht welche Strategie Sinn?

Für die ökonomische Gesamtbewertung müssen alle Kostenfaktoren berücksichtigt werden. Dazu kommt die Beachtung unterschiedlicher Erzeugerpreisniveaus (Tabelle 1), z.B. bedingt durch Abschläge und Zuschläge, Kontrakte und allgemeine Marktpreise. Zusätzlich wirken sich Wasserentnahmeentgelte auf die Rentabilität der Bewässerung aus. Berücksichtigt werden Entgelte von 0,01 €/m<sup>3</sup> sowie 0,10 €/m<sup>3</sup>.

Betrachtet wird wiederum die bereits beschriebene Fruchtfolge über einen Zeitraum von 12 Jahren. Es werden Bewässerungsfreie Leistungen berechnet, d.h. Erlöse abzüglich der festen und variablen

Kosten der Bewässerung, welche den Reinerlösen der unberechneten Variante entgegengestellt werden. Es wurden dabei die Ertragsdaten der Simulationen verwendet.

Die verwendeten Erzeugerpreise repräsentieren das derzeitige Niveau am Markt. Eine Abweichung realer Preise von den hier verwendeten Zahlen ist trotzdem nicht auszuschließen. Konkretere Berechnungen auf Betriebsebene sind empfehlenswert, um die Rentabilität der Bewässerung bei der Planung von Ausgaben und Investitionen nachzuweisen.

*Tabelle 1: Stufen der Erzeugerpreise für die betrachteten Fruchtarten*

Fruchtart	Preisstufe A	Preisstufe B
Futtererbse	185 €/t	210 €/t
Stärkekartoffel	70 €/t	100 €/t
Winterweizen	140 €/t	200 €/t
Silomais	60 €/t	80 €/t

### **Szenario 1: Kompletteneuinstallation der Bewässerungsinfrastruktur**

Neben den abschreibungsrelevanten Festkosten für die Neuinstallation der Bewässerungsinfrastruktur, fallen bei VRI-Bewässerungen zusätzlich Kosten der Standortkartierung zur Ausweisung der Managementzonen an. Förderzuwendungen sind mit 20 % der Investitionskosten für die Bewässerungsmaschine sowie für eine VRI-Umrüstung berücksichtigt. Dazu kommen variable Kosten für Energie, Wasser, Bewässerungsberatung, Anlagenwartung etc.

Durch hohe Investitionskosten kann unter derzeitigen Bedingungen (20 % Förderung auf Anlagenumrüstung) die VRI-Bewässerungsstrategie über eine Fruchtfolge von 12 Jahren im Mittel nur 75 % der Bewässerungskostenfreien Leistungen der Vollbewässerung bzw. 85 % der Defizitbewässerung erzielen. Bei höheren Wasserpreisen vergrößern sich die Unterschiede. Bei höheren Erzeugerpreisen verringern sich diese, erreichen aber niemals die Niveaus der Voll- oder Defizitbewässerung. Durchschnittliche positive Bewässerungskostenfreie Leistungen sind zudem nur durch die Bewässerung von **Silomais** und **Stärkekartoffeln** erzielbar.

Vor allem Erzeugerpreise entscheiden bei **Winterweizen** und **Futtererbsen** über die Rentabilität der Bewässerung. Die VRI-Bewässerung bleibt dabei aber immer die unwirtschaftlichste Wahl. Der Wasserpreis spielt nur eine untergeordnete Rolle, kann aber durchaus entscheidend werden.

Im Vergleich ist somit unter aktuellen Rahmenbedingungen die VRI-Bewässerungsstrategie bei einem Einstieg in die Bewässerung die Variante mit der geringsten Wirtschaftlichkeit.

### Szenario 1a - Niedriges Preisniveau

Bei der Betrachtung einzelner Fruchtarten sind die ökonomischen Effekte sehr individuell. Die Vollbewässerung von **Silomais** und **Kartoffeln** erzielt in allen Jahren und in allen Bewässerungsstrategien positive Bewässerungskostenfreie Leistungen. Die Bewässerung von Winterweizen oder Futtererbsen schafft dies dagegen nur unter bestimmten Bedingungen.

Dagegen führte die Defizitbewässerung von **Winterweizen** im Vergleich zu den anderen Strategien immer zu besseren Ergebnissen. Nur in Ausnahmefällen sind auch bei der VRI-Bewässerung positive Ergebnisse realisierbar, wobei sie immer unter denen der anderen Bewässerungsstrategien liegen. Höhere Wasserentgelte erhöhen die betrieblichen Ausgaben bei der Bewässerung. Diese können die Bewässerungswürdigkeit von Winterweizen in Frage stellen.

Die Rentabilität der Bewässerung von **Futtererbsen** ist durch das niedrige Erzeugerpreisniveau nicht gesichert. Die Vollbewässerung erzielt hier die besten Ergebnisse, diese können dabei auch positiv sein.

Bei einem Einstieg in die Bewässerung sind im Mittel über einen Zeitraum von 12 Jahren nur mit der gleichmäßigen Bewässerung und mit der Defizitbewässerung positive bewässerungskostenfreie Leistungen erzielbar (Abbildung 6).

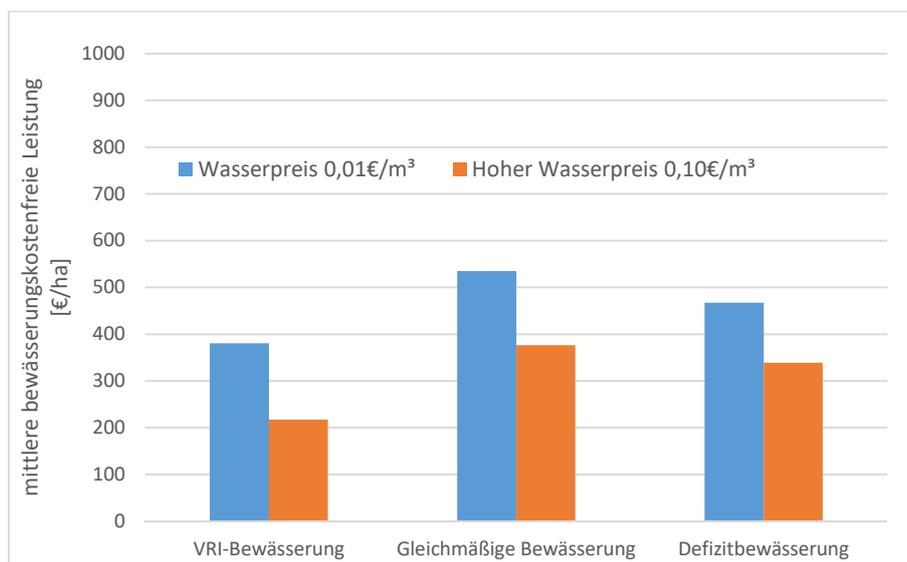


Abbildung 6: Vergleich der Wirtschaftlichkeit verschiedener Bewässerungsstrategien über die Fruchtfolge bei einem Neueinstieg in die Bewässerung, Mittelwert für alle Kulturen, Preisniveau für Erzeugerpreise niedrig (Gleichmäßige Bewässerung = Vollbewässerung)

## Szenario 1b - Hohes Preisniveau

Auch bei einem höheren Preisniveau ist die Defizitbewässerung von **Winterweizen** die wirtschaftlichste Wahl. Durch höhere Erzeugerpreise ist in der Regel die Wirtschaftlichkeit der Bewässerung von Winterweizen in der Defizitbewässerung gegeben. Die Wirtschaftlichkeit der VRI-Bewässerung von Winterweizen ist die Ausnahme.

Die Vollbewässerung ist auch bei hohem Preisniveau die wirtschaftlichste Strategie für die Bewässerung von **Erbsen**. Nur in Ausnahmefällen werden positive bewässerungskostenfreie Leistungen erzielt. Hohe Wasserpreise entscheiden hier über die absolute Wirtschaftlichkeit.

Bei **Silomais** ist entweder die Voll- oder die Defizitbewässerung die wirtschaftlichste Wahl. Die VRI-Bewässerung führt gegenüber den anderen Strategien vermehrt zu negativen Bewässerungskostenfreien Leistungen.

Bei der **Kartoffelbewässerung** ist die Vollbewässerung in der Regel die wirtschaftlichere Wahl. Die Defizitbewässerung von Kartoffeln kann die positiven Ergebnisse der Vollbewässerung standortabhängig um bis zu 36 % reduzieren.

Bei einem hohen Preisniveau erzielt über einen Zeitraum von 12 Jahren die Vollbewässerung die besten Ergebnisse (Abbildung 7). Die VRI-Strategie ist weniger profitabel als die Defizitbewässerung. Unterschiedliche Wasserpreise entscheiden über die absolute Höhe der berechnungskostenfreien Leistungen. Die Erlöse aus der Beregnung von Kartoffeln und Silomais dominieren das Gesamtergebnis in der betrachteten 4-gliedrigen Fruchtfolge.

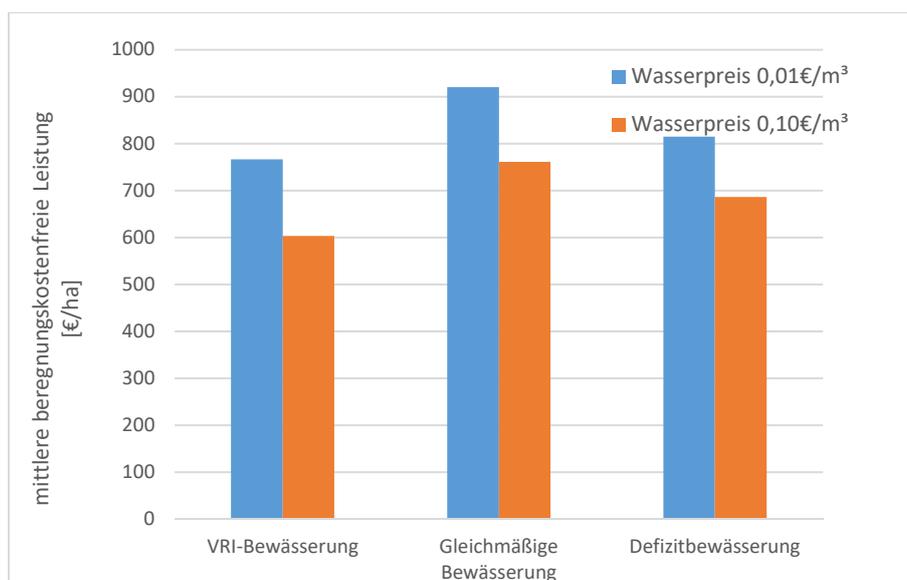


Abbildung 7: Vergleich der Wirtschaftlichkeit verschiedener Bewässerungsstrategien über die Fruchtfolge bei einem Neueinstieg in die Bewässerung, Preisniveau für Erzeugerpreise hoch (Gleichmäßige Bewässerung = Vollbewässerung)

## **Szenario 2: Nutzung von vorhandener abgeschriebener Bewässerungsinfrastruktur**

Festkosten fallen hier nur bei den VRI-Strategien an (Maschinennachrüstung, Nachrüstung der Pumpensteuerung, Kosten der Ausweisung der Managementzonen). Förderzuwendungen sind auch hier mit 20 % der Investitionskosten für die VRI-Umrüstung berücksichtigt. Dazu kommen variable Kosten wie in Szenario 1.

Durch die fehlenden Abschreibungskosten für die bestehenden Kreisbewässerungsanlagen und Pumpentechnik erhöhen sich die durchschnittlichen bewässerungskostenfreien Leistungen grundsätzlich. Die Vollbewässerung bleibt in allen Fällen die wirtschaftlichste Variante, gefolgt von der Defizitbewässerung. Die VRI-Bewässerung ist über die 12 Jahre weniger profitabel als die Defizitbewässerung.

Höhere Erzeugerpreise sind wichtig für die Absicherung der Bewässerungswürdigkeit. Wasserpreise können zusätzlich entscheidend werden. Höhere Wasserentnahmeentgelte stellen auch in Szenario 2 die Bewässerungswürdigkeit von Erbsen und auch Winterweizen in Frage, insbesondere bei der VRI-Bewässerung. Die Defizit-Bewässerung von **Winterweizen** ist die wirtschaftlichere Wahl. Für **Futtererbsen** ist es die Vollbewässerung.

Die VRI-Bewässerung erzielt über 12 Jahre und alle Varianten im Mittel etwa 73 % der bewässerungskostenfreien Leistungen der Vollbewässerung. In etwa 24 % der Fälle sind bewässerungskostenfreien Leistungen bei der VRI-Bewässerung negativ. Bei der Vollbewässerung bzw. Defizitbewässerung sind es nur etwa 8 % bzw. 10 %.

### **Szenario 2a - Niedriges Preisniveau**

Die VRI-Bewässerungsstrategie erreicht zwar positive Leistungen, diese sind wie in allen Bewässerungsstrategien aber maßgeblich von Ertragszuwächsen bei Silomais und Kartoffeln abhängig. Die Profitabilität der VRI-Bewässerung von Winterweizen und Erbsen ist stärker von den Wasserpreisen abhängig.

Die VRI-Bewässerung von **Winterweizen** wird durch hohe Wasserpreise unrentabel. Bei niedrigen Wasserpreisen befindet sie sich auf der Schwelle zur Rentabilität und ist nur in Ausnahmefällen rentabel.

Die Vollbewässerung für **Erbsen** ist am ökonomischsten und erzielt auch bei hohen Wasserpreisen in der Regel noch positive Ergebnisse (Mittelwert 83 €/ha und Jahr). Die VRI-Bewässerung von Erbsen ist immer die unökonomischste Wahl. Nur bei niedrigen Wasserpreisen sind im Mittel positive Ergebnisse erzielbar (Mittelwert 45 €/ha und Jahr).

Die VRI-Bewässerung von **Kartoffeln** ist gegenüber der Vollbewässerung pro Jahr um 10 bis 15 % bzw. 140-180 €/ha weniger profitabel.

Über einen Zeitraum von 12 Jahren sind durch die Beibehaltung der Voll- und der Defizitbewässerung im Vergleich zur VRI-Bewässerung höhere bewässerungskostenfreie Leistungen erzielbar. Zudem ist im Regelfall die Defizitbewässerung bei niedrigem Preisniveau insgesamt weniger profitabel als die Vollbewässerung. Über einen Zeitraum von 12 Jahren beträgt der Unterschied je nach Wasserpreisen bis zu 86 €/ha.

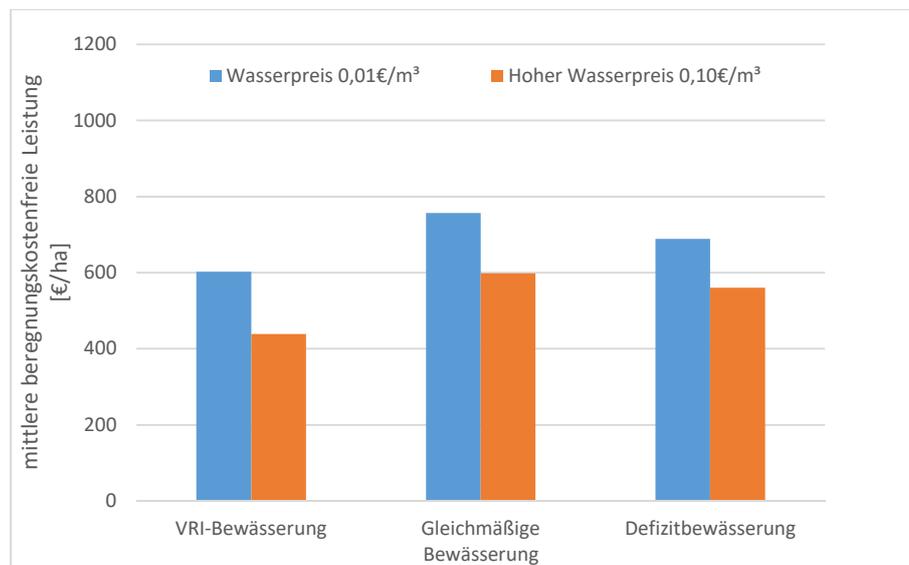


Abbildung 8: Vergleich der Wirtschaftlichkeit verschiedener Bewässerungsstrategien über die Fruchtfolge bei einer Nachrüstung von VRI-System sowie abbeschriebenen Anlagen, Preisniveau für Erzeugerpreise niedrig (Gleichmäßige Bewässerung = Vollbewässerung)

### Szenario 2b - Hohes Preisniveau

Im Mittel werden in der VRI-Bewässerung bewässerungskostenfreie Leistungen in Höhe von 80 % der gleichmäßigen Bewässerung erzielt. Der absolute Unterschied beträgt etwa 156 €/ha und Jahr.

Durch höhere Wasserpreise steigt das Risiko von Verlusten bei der VRI-Bewässerung von **Winterweizen** und **Erbsen**, da auch die bewässerungskostenfreien Leistungen in der jeweils optimalsten Bewässerung vergleichsweise gering sind (191 €/ha). Die Rentabilität der Bewässerung von Winterweizen und Erbsen bleibt in allen betrachteten Fällen immer unsicher und ist vor allem von der Bewässerungsstrategie sowie von Standort und Wetterlage abhängig. Wie auch in den anderen Szenarien erzielt die Defizitbewässerung von Winterweizen bessere wirtschaftliche Ergebnisse als die Vollbewässerung (+34 % bzw. +82 €/ha). Bei Erbsen ist die Vollbewässerung die wirtschaftlichste Wahl.

Die VRI-Bewässerung von **Kartoffeln** ist auf beiden Standorten um 5 bis 10 % weniger rentabel als die Vollbewässerung. In Dahlhausen, in der Ostprignitz, ist sie zudem profitabler als die

Defizitbewässerung. Die VRI-Bewässerung von **Silomais** ist zwar die unwirtschaftlichste Wahl, aber immer wirtschaftlich rentabel.

Bei einem hohen Preisniveau setzt sich der Trend der anderen Szenarien fort: Über einen Zeitraum von 12 Jahren ist die Vollbewässerung im Vergleich zur Defizit- und VRI-Bewässerung am profitabelsten. Der überwiegende Anteil der positiven Leistungen wird durch Mehrererlöse bei Kartoffeln erzielt.

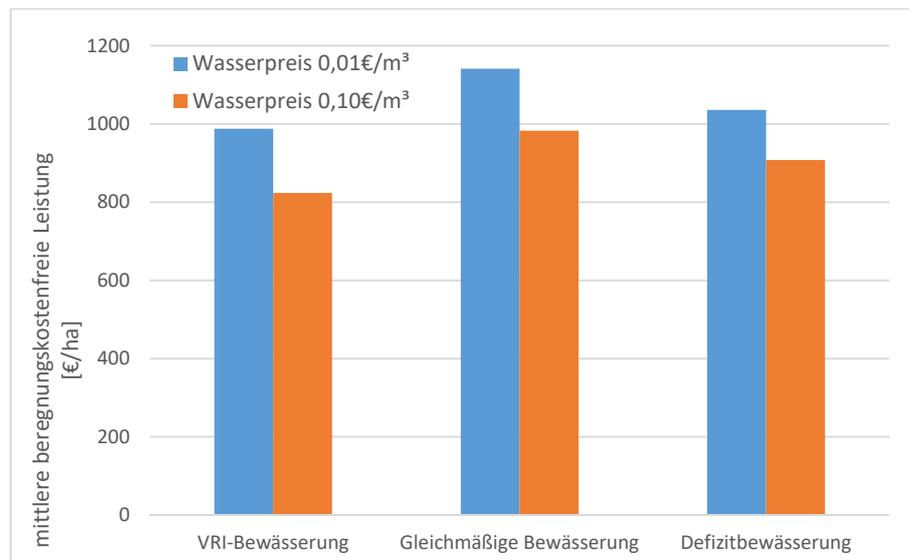


Abbildung 9: Vergleich der Wirtschaftlichkeit verschiedener Bewässerungsstrategien über die Fruchtfolge bei einer Nachrüstung von VRI-System sowie abgeschriebenen Anlagen, Preisniveau für Erzeugerpreise hoch (Gleichmäßige Bewässerung = Vollbewässerung)

## 2.5 Schlussfolgerungen aus dem Projekt *Precision Irrigation*

Das EIP-Projekt *Precision Irrigation* hat in einem praxisnahen Forschungsprojekt über 4 Jahre effiziente Bewässerungsstrategien untersucht und bewertet sowie die Bewässerungswürdigkeit für Kulturen in verschiedenen Bewässerungsstrategien und betrieblichen Szenarien bewertet.

Für die teilflächenspezifische Bewässerung (VRI-Bewässerung) konnten nicht für alle Kulturen und Untersuchungsjahre Wasserspareffekte nachgewiesen werden. Auch ist die Rentabilität dieses Verfahrens unter aktuellen Situationen schlechter als bei technisch einfacheren Verfahren. Die Defizitbewässerung ist dagegen eine ökonomisch vertretbare Strategie, welche bei Einschränkungen der Wasserverfügbarkeit die Alternative zur Vollbewässerung darstellt. Von den untersuchten Fruchtarten ist für Winterweizen und ggf. auch Silomais eine Defizitbewässerung empfehlenswert, während Futtererbsen und Kartoffeln eine Vollbewässerung erhalten sollten.

### 3 Automatisierung der Bewässerungssteuerung durch Koppelung von IRRIGAMA steering mit Raindancer

Mit IRRIGAMA steering - kurz Irrigama - hat das Projektteam im Projekt *Precision Irrigation* ein Werkzeug entwickelt, welches den praktischen Landwirt mit bedarfsgerechten Empfehlungen für eine ressourcenschonende Bewässerung unterstützt. Durch die Integration der Bewässerungsempfehlungen von Irrigama in Raindancer im Projekt *Automatisierte Bewässerungssteuerung* wird die Nutzung der Empfehlungen erheblich vereinfacht. Die Bewässerungsempfehlung aus Irrigama werden in der Raindancer-App angezeigt (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Der Versand von Emails von Irrigama an den Nutzer und die Rückmeldung von Bewässerungsmengen, Entwicklungsstadien oder Niederschlagsdaten per Email oder Telefon entfällt dadurch. Grundvoraussetzung hierfür ist der automatische Datentransfer zwischen den beiden Programmen mit Hilfe von Programmierschnittstellen, die neu eingerichtet wurden. Mit der Koppelung gehen verschiedene Neuerungen in Raindancer einher.

In der mobilen Version der Raindancer-App erscheint im Startbildschirm unter dem Menüpunkt *Mehr* nun der Punkt *Bewässerungsempfehlung*, wenn der Betrieb dafür freigeschaltet wurde. In der Browserversion von Raindancer erscheint der Punkt *Bewässerungsempfehlung* beim Klick auf *Werkzeuge* auf dem Startbildschirm. Die Darstellung der Bewässerungsempfehlung ist in der mobilen Version und der Desktopversion von Raindancer identisch.

Um Bewässerungsempfehlung von Irrigama zu erhalten, müssen die entsprechenden Schläge, die in Raindancer sowie schon hinterlegt sind, zunächst dafür freigeschaltet werden. Der Nutzer kann dazu einzelne Schläge mit einem Klick auf einen Auswahlbutton aktivieren. In Irrigama wird dann gleichzeitig automatisch ein neuer Schlag eingerichtet und dem Betrieb zugeordnet. Nutzer können dadurch Schläge vollständig selbstständig aus Raindancer heraus mit Irrigama koppeln.

Zudem ist es möglich, betriebseigene Klimastationen mit Irrigama zu verbinden, sodass deren Niederschlagsdaten automatisch in die Schlagberechnung eingebunden werden.

Für Schläge, die eine Bewässerungsempfehlung von Irrigama erhalten sollen, muss der Nutzer einige Angaben treffen, damit die Berechnung mit Irrigama stattfinden kann. Neben der Festlegung der Bodenart und der Auswahl der Fruchtart über entsprechende Auswahlmenüs und dem Aussaatdatum muss entschieden werden, ob die DWD-Niederschlagsprognose einbezogen werden soll. Die angebotenen Bodenarten und Fruchtarten stammen aus der Datenbank von Irrigama. Eine Auswahl zwischen Normal- und Defizitbewässerung ist möglich.

Bewässerungsempfehlungen von Irrigama funktionieren bei Trommel-, Kreis- oder Linearbewässerungsmaschinen und auch bei Tropfbewässerung. Wurde als Bewässerungstechnik *Trommelbewässerung* ausgewählt muss entschieden werden, ob die Bewässerungsempfehlung pro Gasse ausgegeben werden soll. Auf den einzelnen Gassen eines Schlages können verschiedene Fruchtarten und Aussattermine eingetragen werden.

Das Entwicklungsstadium und auch die Niederschläge können vom Nutzer gassenweise angepasst werden.



Abbildung 10: Screenshot aus Raindancer. Darstellung der Bewässerungsempfehlung für einen Schlag mit einer Kreisbewässerungsanlage.

#### 4 Berücksichtigung der Tropfschlauchbewässerungstechnik bei der Wasserbedarfsermittlung mit Irrigama

Bei der Bewässerung mit Tropfschläuchen gelangt das Wasser direkt in den Boden und wird nicht wie bei einer Überkopfbewässerung zum Teil von den Blättern der Kultur abgefangen. Die Interzeption spielt hierbei also keine Rolle kann deshalb in Irrigama bei der Bestimmung von Bewässerungszeitpunkt und Gabenhöhe ausgeschaltet werden.

Je nach seitlichem Abstand zwischen parallelen Tropfschläuchen wird zudem nicht, wie bei der Überkopfbewässerung, der gesamte Boden befeuchtet, sondern nur ein Teilbereich in einem Radius um jede Tropferdüse.

Die Empfehlung aus Irrigama ist eine Angabe in mm. Nutzer rechnen diese Angabe dann in einen  $\text{m}^3$ -Wert um, mit dem die Fläche beaufschlagt wird. Eine Empfehlung von 20 mm entsprechen beispielsweise  $200 \text{ m}^3$  Wasser pro ha. Da die Empfehlung von Irrigama sich aber immer auf eine vollständig bewässerte Fläche bezieht, kommt es zu einer fehlerhaften Umrechnung, wenn nicht die gesamte Fläche bei der Tropfbewässerung durchfeuchtet wird. Wenn der Boden nur in einem gewissen Radius um die Tropfer herum und damit, je nach Abstand der Tropfschläuche, nur ein Teil der Fläche durchfeuchtet wird, wären  $200 \text{ m}^3$  viel zu hoch. Es muss also der Anteil der tatsächliche befeuchteten Fläche berücksichtigt werden, um eine korrekte Wassermenge auszubringen, die nicht zu Überbewässerung führt.



*Abbildung 11: Techniker des FIB untersuchen die Wasserverteilung im Boden unter Tropfschlauchbewässerung in Zucchini auf dem Praxis Schlag bei Golßen.*

Im Projekt *Automatisierte Bewässerungssteuerung* und im Rahmen von weiteren Untersuchungen wurde dazu auf verschiedenen Schlägen die Wasserverteilung im Boden unter Tropferdüsen ermittelt (Abbildung 11). Zusammen mit Angaben aus der Literatur, konnten die Daten genutzt werden, um die Gabenhöhe an die begrenzte Durchfeuchtung um den Tropfer anzupassen. Als durchschnittlicher Durchfeuchtungsradius um jede Düse wurden für die betrachteten sandigen Standorte 35 cm festgelegt.

Je nach Abstand der parallel verlaufenden Tropfschläuche kann der Anteil der durchfeuchteten Fläche allerdings variieren. Bei den Praxisversuchen mit der Kultur Zucchini betrug der Abstand zwischen den Tropfschläuchen 1,5 m. Damit benetzt die Tropfbewässerung nur 47 % der Fläche mit Wasser, womit eine Bewässerung mit  $200 \text{ m}^3$  pro Hektar einer Gabenhöhe von 43 mm entspräche ( $20 \text{ mm}/0,47$ ). Um auch hier mit einer gewünschten Gabe von 20 mm zu bewässern, muss also die Wassermenge um 53 % reduziert werden ( $94 \text{ m}^3$  pro Hektar).

Im Raindancer geschieht dies, indem der Nutzer die Flächengrößenangabe auf die tatsächlich durchfeuchtete Fläche bezieht und nicht die gesamte Schlaggröße. Raindancer fasst die applizierte Wassermenge in  $m^3$ , bei der Koppelung mit Irrigama wird daraus die korrekte Gabe in mm berechnet.

IRRIGAMA steering kann also auch zur Bewässerungssteuerung von Kulturen mit Tropfbewässerung genutzt werden.

## 5 Projektpartner

### 5.1 Precision Irrigation

Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e.V.

Leitung und Koordination

[www.fib-finsterwalde.de/](http://www.fib-finsterwalde.de/)



Fachverband Bewässerungslandbau Mitteldeutschland e.V.

Projektpartner

[www.fbm-ev.de](http://www.fbm-ev.de)



Irrigama-Projektgesellschaft Dr. Schörling und Partner

Projektpartner und Beratungsgesellschaft

[www.irrigama.net](http://www.irrigama.net)



Hydro-Air international irrigation systems GmbH

Industrie-Praxispartner für Bewässerungstechnik

[www.hydro-air.de](http://www.hydro-air.de)



Agrar GmbH Altdöbern

Landwirtschaftlicher Praxispartner

Grünhagen Ackerbau GmbH

Landwirtschaftlicher Praxispartner



## 5.2 Projektpartner Automatisierte Bewässerungssteuerung

Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e.V.

Leitung und Koordination

[www.fib-finsterwalde.de/](http://www.fib-finsterwalde.de/)



### IT-Direkt Business Solutions GmbH

Privatwirtschaftlicher Praxispartner, Raindancer

<https://www.itdirekt.de/>



### Hydro-Air international irrigation systems GmbH

Industrie-Praxispartner für Bewässerungstechnik

[www.hydro-air.de](http://www.hydro-air.de)



### Grünhagen Ackerbau GmbH

Landwirtschaftlicher Praxispartner



### Knösels Gemüse-Erzeugung GmbH & Co. KG und Spreewald Agrar GmbH & Co. KG

Landwirtschaftlicher Praxispartner

[www.knoesels.eu](http://www.knoesels.eu)



### Theinert und Rienecker GbR

Landwirtschaftlicher Praxispartner



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Landwirtschaftsfonds  
für die Entwicklung des  
ländlichen Raums



---

## Impressum

© EIP Precision Irrigation & Automatisierte Bewässerungssteuerung, 2025

FIB e.V., Brauhausweg 2, D-03238 Finsterwalde, Tel. 03531-79070, [fib@fib-ev.de](mailto:fib@fib-ev.de) in Zusammenarbeit mit

FBM e.V., Dorfstr. 1, D-14513 Teltow OT Ruhlsdorf, Tel. 03328 319303, [info@fbm-ev.de](mailto:info@fbm-ev.de)