Pflanzenbau – Bestandsführung │Sojaanbau – Beregnung

**Rahmenbedingungen der Bewässerung:** In Deutschland werden zunehmend auch Brachflächen wieder in die Produktion genommen. Dies setzt allerding die Verfügbarkeit von ausreichend Wasser für die Wirtschaftlichkeit des Pflanzenbaus voraus. Deswegen ist mit Wasser sorgsam umzugehen. Es wird eingeschätzt, dass weltweit 60 % des Wassers durch nicht sachgerechten Einsatz verloren gehen (KTBL: (2009) – Feldbewässerung, Betriebs- und arbeitswirtschaftliche Kalkulation). Gründe können in der ineffizienten Verteiltechnik und unzureichenden Bewässerungssteuerung gesehen werden.

Infolge des Klimawandels und der Annahme, die Klimaprojektionen stimmen, wird der Bewässerung zukünftig eine wachsende Bedeutung zukommen. Für Deutschland wird zwar nicht weniger Niederschlag aber eine ungünstiger Verteilung vorausgesagt. Regional und zu bestimmten Zeiten kann Wasser ein limitierender Faktor für die Landwirtschaft sein. Besonders im Gemüseanbau kann es bei Wasserstress schnell zu Ernteausfällen bis hin zum Totalverlust kommen. Die Bewässerung landwirtschaftlicher Kulturen ist einer der effektivsten Maßnahmen zur Sicherung der Erträge und somit auch zur Ernährung (Pikart-Müller & Steinmetz, 2012).

**Wirkung einer sachgerechten Bewässerung:** (Belau, Fröba, & Schroers, 2009) Die Erträge werden höher und die jährlichen Ertragsschwankungen niedriger. Das stellt eine Effizienzsteigerung aller eingesetzten Ressourcen dar.

* Die Qualität der Ernteprodukte sowohl morphologisch als auch aus der Sicht der Inhaltsstoffe kann besser beeinflusst werden.
* Die Düngung wird effizienter, weil
  + die Mineralisierung aus der organischen Düngung besser kalkulierbar wird,
  + die Mineraldünger schneller pflanzenverfügbar werden, was deren pflanzliche Aufnahme sichert und damit
  + die Nmin-Reste vermindert werden, wodurch der Nährstoffeintrag ins Grundwasser reduziert wird.
* Die Grundwasserneubildung im Herbst beginnt früher, da die Bodenfeuchte zum Abschluss der Kultur höher ist als auf den unbewässerten Flächen.

**Zulassung von Grundwasserentnahmen:** Für die Entnahme von Grund- und/oder Oberflächenwasser ist ein wasserrechtliches Zulassungsverfahren erforderlich. Gesetzliche Regelungen sind in der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie, dem Wasserhaushaltsgesetz des Bundes (WHG) und den Landeswassergesetzen (LWG) und z. T. in den Naturschutzgesetzen der Bundesländer festgeschrieben. Die zuständige Stelle für ein Zulassungsverfahren in der Landwirtschaft in Sachsen ist die Wasserbehörde.

**Wasserbereitstellung –** **Brunnenbau:**

Planung und Genehmigung: Die Kosten für Planung, Antragstellung und Genehmigung sind Einzelfall-abhängig und unterliegen großen Schwankungen. Die wichtigsten Einflussfaktoren sind…

* die Entnahmemenge
* die Lage (z. B. Naturschutz- oder Fauna-Flora-Habitat (FFH)-Gebiete)
* länderspezifische Auflagen

Bauweise: Der Brunnen ist das generell bevorzugt System und somit der häufigste Typ der Grundwassererfassung.

Tabelle 1: Richtwerte zur Kalkulation eines Brunns (KTBL, 2009)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Preis** | **Nutzungs-umfang** | **Fixe Kosten** | | **Variable Kosten** | |
|  |  |  | **gesamt** | **Abschreibung** | **gesamt** | **Reperatur** |
|  | € | a |  | €/a |  | €/a |
| **Baustelleneinrichtung** |  |  |  |  |  |  |
| 20 m Flachbrunnen | 1.470 | 30 | 85,00 | 49,00 | 7,35 | 7,35 |
| 40 m Flachbrunnen | 2.350 | 30 | 137,00 | 78,00 | 11,75 | 11,75 |
| 80 m Flachbrunnen | 4.090 | 30 | 238,00 | 136,00 | 20,45 | 20,45 |
| **Bohrung und Ausbau** |  |  |  |  |  |  |
| 20 m Flachbrunnen | 6.920 | 30 | 404,00 | 231,00 | 34,60 | 34,60 |
| 40 m Flachbrunnen | 16.820 | 30 | 981,00 | 561,00 | 84,10 | 84,10 |
| 80 m Flachbrunnen | 33.370 | 30 | 1947,00 | 1112,00 | 166,85 | 166,85 |
| **Brunnenabschlussbauwerk (Brunnenabdeckung & Brunnenabschlusskopf inkl. Einbau** | | | | | | |
| 20 m Flachbrunnen | 870 | 30 | 50,00 | 29,00 | 4,35 | 4,35 |
| 40 m Tiefbrunnen | 1.890 | 30 | 110,00 | 63,00 | 9,45 | 9,45 |
| 80 m Tiefbrunnen | 2.520 | 30 | 147,00 | 84,00 | 12,60 | 12,60 |
| **Kabel zur Stromversorgung 500 m** | | |  |  |  |  |
| Pumpen mit 50 m³/h | 4.090 | 30 | 238,00 | 136,00 | 20,45 | 20,45 |
| Pumpen mit 150 m³/h | 9.420 | 30 | 549,00 | 314,00 | 47,10 | 47,10 |

**Wasserbereitstellung –** **Pumpen:** In Deutschland werden zur Wasserentnahme für Beregnungszwecke überwiegend Kreiselpumpen mit Elektro-, oder Dieselmotoren eingesetzt. Welche Antriebsart gewählt wird, hängt vom Standort und der Wasserbereitstellungsanlage ab. Sind größere Entfernungen von mehr als 1 km zwischen Brunnen und Stromversorgung zu überwinden, kann der Dieselantrieb günstiger sein.

Tabelle 2: Richtwerte zur Kalkulation von verschiedenen Pumpen zur Grundwasserentnahme (KTBL, 2009)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Maschinenart Maschinentyp Maschinengröße** | **Preis** | **Nutzungsumfang** | | **Fixe Kosten** | | **Variable Kosten** | | **Betriebs-stoffe** |
|  |  | **Zeit** | **Leist- ung** | **gesamt** | **Abschreibung** | **gesamt** | **Reperatur** |  |
|  | € | a | h |  | €/a |  | €/a | kWh/h |
| Nennförderdruck, Nennförderleistung, Motorleistung |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Unterwassermotorpumpe mit Elektromotor** | | | | | | | | |
| 12 bar, 50 m³/h,  30 kW | 5.200 | 15 | 15000 | 555 | 347 | 3,26 | 0,26 | 20 |
| 12 bar, 150 m³/h, 75 kW | 10.500 | 15 | 15000 | 1.120 | 700 | 8,03 | 0,53 | 50 |
| **Saugpumpe mit Elektromotor** | | | | | | | | |
| 12 bar, 50 m³/h, 30 kW | 4.600 | 15 | 15000 | 491 | 307 | 3,23 | 0,23 | 20 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Saugpumpe mit Dieselmotor** | | | | | | | | **Diesel [l/h]** |
| 12 bar, 50 m³/h,  35 kW | 12.500 | 15 | 15000 | 1.333 | 833 | 5,23 | 1,63 | 5 |
| 12 bar, 100 m³/h, 75 kW | 15.000 | 15 | 15000 | 1.600 | 1.000 | 10,17 | 2,25 | 11 |

**Mobile Beregnungsmaschinen mit Einzelregner:**

Bauweise: Trommelbare Kunststoffrohre sind ein bedeutender Fortschritt in der Beregnungstechnik. Der Einsatz mobiler Beregnungsmaschinen mit Regnereinzug oder (Maschinenvorschub) ist seither möglich. Die Mehrzahl der mobilen Beregnungsmaschinen ist mit Mittel- bis Starkregnern bei einer Beregnungsintensität von 15 – 20 mm/h oder von 21 – 40 mm/h ausgerüstet. Um die volle Wurfweite, vor allem aber eine gute Strahlauflösung zu erreichen, ist ein Wasserdruck von 7 – 8 bar am Hydranten (am Regner 4 – 5 bar) erforderlich.

Arbeitsweise: Bei den Beregnungsmaschinen mit Regnereinzug steht die Beregnungsmaschine am Feldrand. Die Regnerleitung mit dem Regner wird mit hydraulischem Antrieb (i. d. R. eine Turbine) und eingezogen. Am freien Ende der Regnerleitung ist ein Regnerwagen mit einem Regner angekuppelt. Das PE-Rohr ist in Transportstellung auf einer Rohrtrommel aufgewickelt. Vorteil dieser ist Technik ist die Arbeitszeitersparnis. Nachteilig sind hingegen die Anfälligkeit der Wasserverteilung bei Wind und ein relativ hoher Energieverbrauch, bedingt durch den relativ hohen Betriebsdruck.

**Kreisberegnungsmaschinen:** Diese Beregnungsmaschine besteht aus einer, um einen Drehpunkt rotierende Rohrleitung und von selbstfahrenden Türmen getragen wird. Die wesentlichsten Bauteile einer Kreisberegnungsmaschine sind: der Zentralturm, die Spannbogenträger (Traversen) mit dem Überhang, die Fahrtürme mit den elektrischen Antrieben und den Düsen zur Wasserverteilung. Der Radius liegt üblicherweise zwischen 300 und 500 m. Als Standardausrüstung zur Erhöhung des Beregnungsradius wird ein zuschaltbarer Endregner (Überhang 15 m und Regnerwurfweite 10 m) mit Busterpumpe eingesetzt, die beregnete Fläche beträgt dann 16 – 87 ha.

Arbeitsweise: Die Wasserbereitstellung befindet sich in der Mitte der Anlage, direkt am Zentralturm. An dieser Stelle erfolgt die Wassereinspeisung. Wasser fließt innerhalb der Rohleitungen zu den Düsen und wird über den Pflanzen verteilt. Voraussetzung für eine gleichmäßige und gute Wasserverteilung ist die Ausrüstung mit rotierenden Pralltellerdüsen, die im Abstand von 3 – 4 m nach unten hängend, an den Traversen montiert sind. Steigungen von bis zu 10 % im Gelände sind technisch machbar.

Tabelle 3: Richtwerte zur Kalkulation von Kreisberegnungsmaschinen (KTBL, 2009)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Maschinenart Maschinentyp Maschinengröße** | **Preis** | **Nutzungsumfang** | | **Fixe Kosten** | | **Variable Kosten** | | **Betriebs-stoffe** |
|  |  | **Zeit** | **Leistung** | **gesamt** | **Abschreibung** | **gesamt** | **Reperatur** | Strom |
|  | € | a | m³ | €/a | |  | €/a | kWh/m³ |
| Kreisberegnungsmaschine ohne Eckenausgleich |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Arbeitsradius, Bauart, Beregnungsfläche |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 200 m, stationär, 16 ha | 24.000 | 12 | 192000 | 2.480 | 2.000 | 0,08 | 0,04 | 0,04 |
| 300 m, stationär, 33 ha | 34.500 | 12 | 396000 | 3.565 | 2.875 | 0,07 | 0,03 | 0,04 |
| 400 m, stationär, 57 ha | 48.500 | 12 | 684000 | 5.012 | 4.042 | 0,06 | 0,02 | 0,04 |
| 500 m, stationär, 87 ha | 63.000 | 12 | 1044000 | 6.510 | 5.250 | 0,06 | 0,02 | 0,04 |
| 200 m, versetzbar, 16 ha | 29.500 | 12 | 192000 | 3.048 | 2.458 | 0,08 | 0,04 | 0,04 |
| 300 m, versetzbar, 33 ha | 41.500 | 12 | 396000 | 4.288 | 3.458 | 0,07 | 0,03 | 0,04 |
| 400 m, versetzbar, 57 ha | 54.000 | 12 | 684000 | 5.580 | 4.500 | 0,06 | 0,02 | 0,04 |
| 500 m, versetzbar, 87 ha | 68.000 | 12 | 1044000 | 7.027 | 5.667 | 0,06 | 0,02 | 0,04 |

**Linearberegnungsmaschinen:** Im technischen Aufbau sind diese Maschinen mit denen einer Kreisberegnungsmaschine vergleichbar. Grundsätzlich können durch die kontinuierliche Vorwärtsbewegung rechteckige Felder mit Lauflängen der Maschine von 400 – 1200 m je Feldaufstellung beregnet werden. Bei einseitiger Wasserzuführung sind Baubreiten von 500 m gängig. Andere Baubreiten von bis zu   
1200 m sind möglich.

Tabelle 4: Richtwerte zur Kalkulation von Linearberegnungsmaschinen (KTBL, 2009)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Maschinenart Maschinentyp Maschinengröße** | **Preis** | **Nutzungsumfang** | | **Fixe Kosten** | | **Variable Kosten** | | **Betriebs-stoffe** |
|  |  | **Zeit** | **Leist- ung** | **gesamt** | **Abschreibung** | **gesamt** | **Reparatur** | Strom |
|  | € | a | m³ | €/a | |  | €/a | kWh/m³ |
| Arbeitsradius, Bauart, Beregnungsfläche bei 1100 m Lauflänge |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 200 m, stationär, 22ha | 38.500 | 12 | 264000 | 3.978 | 3.208 | 0,08 | 0,04 | 0,04 |
| 300 m, stationär, 33 ha | 50.000 | 12 | 396000 | 5.167 | 4.167 | 0,07 | 0,03 | 0,04 |
| 400 m, stationär, 44 ha | 63.000 | 12 | 528000 | 6.510 | 5.250 | 0,07 | 0,03 | 0,04 |
| 500 m, stationär, 55 ha | 74.500 | 12 | 660000 | 7.698 | 6.208 | 0,07 | 0,03 | 0,04 |
| 200 m, versetzbar, 22ha | 42.500 | 12 | 264000 | 4.392 | 3.542 | 0,08 | 0,04 | 0,04 |
| 300 m, versetzbar, 33 ha | 52.000 | 12 | 396000 | 5.373 | 4.333 | 0,07 | 0,03 | 0,04 |
| 400 m, versetzbar, 44 ha | 65.500 | 12 | 528000 | 6.768 | 5.458 | 0,07 | 0,03 | 0,04 |
| 500 m, versetzbar, 55 ha | 7.700 | 12 | 660000 | 7.957 | 6.417 | 0,07 | 0,03 | 0,04 |

**Kalkulationsgrundlagen:** Vor der Anschaffung, bzw. dem Neubau einer Beregnungseinrichtung sollten die betriebsinternen Einsatzmöglichkeiten geprüft werden. Beregnungsmaschinen mit Einzelregner können auf verschiedenen Schlaggrößen eingesetzt werden. Rohrberegnungsanlagen oder Kreis- und Linearberegnungsmaschinen werden jeweils nur auf einer Schlaggröße eingesetzt.

Tabelle 5: Beregnungsmaschine mit Einzelregner betrieben (Transport zum und vom Feld, Aufstellen und Versetzen, Funktionskontrolle) (KTBL, 2009)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Genutzte Beregnungsbreite** | **5 ha Fläche** | | | **10 ha Fläche** | | |
|  | **Zeit** | **fix** | **variabel** | **Zeit** | **fix** | **variabel** |
| m | AKh/ha | €/ha | €/ha | Akh/ha | €/ha | €/ha |
| Rohrlänge 500 m, Rohrdurchmesser 125 mm, Volumendurchfluss 73 m³/h; Traktor, 67 kW; 1 AK | | | | | | |
| 36 | 0,87 | 5,29 | 7,32 | 0,61 | 3,73 | 5,26 |
| 48 | 0,71 | 4,31 | 5,95 | 0,45 | 2,73 | 3,85 |
| 54 | 0,71 | 4,31 | 5,95 | 0,45 | 2,73 | 3,85 |
| 63 | 0,55 | 3,34 | 4,58 | 0,36 | 2,22 | 3,12 |
| 72 | 0,55 | 3,34 | 4,58 | 0,36 | 2,22 | 3,12 |
| 81 | 0,55 | 3,34 | 4,58 | 0,37 | 2,23 | 3,12 |

Tabelle 6: Bewässern mit mobiler Beregnungsmaschine mit Einzelregner (KTBL, 2009)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Beregnungshöhe** | **Dauer** | **Maschinenkosten** | |
|  |  | **fix** | **variabel** |
| mm | h/ha | €/ha | €/ha |
| Rohrlänge 500 m, Rohrdurchmesser 125 mm, Volumendurchfluss 73 m³/h | | | |
| 15 | 2,05 | 21,01 | 3,85 |
| 20 | 2,74 | 21,01 | 3,85 |
| 25 | 3,42 | 21,01 | 3,85 |
| 30 | 4,11 | 21,01 | 3,85 |

Tabelle 7: Kreisberegnungsmaschine betrieben (ein- & ausschalten, Funktionskontrolle (KTBL, 2009)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **16 ha** | | | **33 ha** | | |
| **200 m Radius** | | | **300 m Radius** | | |
|  | **Maschinenkosten** | |  | **Maschinenkosten** | |
| **Zeit** | **fix** | **variabel** | **Zeit** | **fix** | **variabel** |
| Akh/ha | €/ha | €/ha | Akh/ha | €/ha | €/ha |
| Pick-up, 120 kW; 1 AK | | | | | |
| 0,05 | 0,91 | 0,23 | 0,02 | 0,44 | 0,11 |

Tabelle 8: Kreisberegnungsmaschine betrieben (ein- & ausschalten, Funktionskontrolle (KTBL, 2009)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **57 ha** | | | **87 ha** | | |
| **400 m Radius** | | | **500 m Radius** | | |
|  | **Maschinenkosten** | |  | **Maschinenkosten** | |
| **Zeit** | **fix** | **variabel** | **Zeit** | **fix** | **variabel** |
| Akh/ha | €/ha | €/ha | Akh/ha | €/ha | €/ha |
| Pick-up, 120 kW; 1 AK | | | | | |
| 0,01 | 0,26 | 0,06 | 0,01 | 0,16 | 0,04 |

Tabelle 9: Bewässerung mit Kreisberegnungsmaschine (KTBL, 2009)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Beregnungshöhe** | **16 ha** | | | **33 ha** | | |
|  | **200 m Radius** | | | **300 m Radius** | | |
|  |  | **Maschinenkosten** | |  | **Maschinenkosten** | |
|  | **Zeit** | **fix** | **variabel** | **Zeit** | **fix** | **variabel** |
| mm | Akh/ha | €/ha | €/ha | Akh/ha | €/ha | €/ha |
| 15 | 2,00 | 23,25 | 13,50 | 1,43 | 16,20 | 12,00 |
| 20 | 2,67 | 31,00 | 18,00 | 1,90 | 21,61 | 16,00 |
| 25 | 3,33 | 38,75 | 22,50 | 2,38 | 27,01 | 20,00 |
| 30 | 4,00 | 46,50 | 27,00 | 2,86 | 32,41 | 24,00 |

Tabelle 10: Bewässerung mit Kreisberegnungsmaschine (KTBL, 2009)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Beregnungshöhe** | **57 ha** | | | **87 ha** | | |
|  | **400 m Radius** | | | **500 m Radius** | | |
|  |  | **Maschinenkosten** | |  | **Maschinenkosten** | |
|  | **Zeit** | **fix** | **variabel** | **Zeit** | **fix** | **variabel** |
| mm | Akh/ha | €/ha | €/ha | Akh/ha | €/ha | €/ha |
| 15 | 0,95 | 13,19 | 10,50 | 0,73 | 11,22 | 10,50 |
| 20 | 1,27 | 17,58 | 14,00 | 0,98 | 14,97 | 14,00 |
| 25 | 1,58 | 21,98 | 17,50 | 1,22 | 18,71 | 17,50 |
| 30 | 1,90 | 26,38 | 21,00 | 1,46 | 22,45 | 21,00 |

Tabelle 11: Linearberegnungsmaschine betrieben (ein- & ausschalten, Schlauchumlegen und anschließen) (KTBL, 2009)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **22 ha** | | | **33 ha** | | |
| **200 m Radius** | | | **300 m Radius** | | |
|  | **Maschinenkosten** | |  | **Maschinenkosten** | |
| **Zeit** | **fix** | **variabel** | **Zeit** | **fix** | **variabel** |
| Akh/ha | €/ha | €/ha | Akh/ha | €/ha | €/ha |
| Traktor, 67 kW; 1 AK | | | | | |
| 0,22 | 1,35 | 1,86 | 0,15 | 0,90 | 1,24 |

Tabelle 12: Linearberegnungsmaschine betrieben (ein- & ausschalten, Schlauchumlegen und anschließen) (KTBL, 2009)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **44 ha** | | | **55 ha** | | |
| **400 m Radius** | | | **500 m Radius** | | |
|  | **Maschinenkosten** | |  | **Maschinenkosten** | |
| **Zeit** | **fix** | **variabel** | **Zeit** | **fix** | **variabel** |
| Akh/ha | €/ha | €/ha | Akh/ha | €/ha | €/ha |
| Traktor, 67 kW; 1 AK | | | | | |
| 0,11 | 0,68 | 0,93 | 0,09 | 0,54 | 0,74 |

Tabelle 13: Bewässerung mit Linearberegnungsmaschine

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Beregnungshöhe** | **22 ha** | | | **33 ha** | | |
|  | **200 m Radius** | | | **300 m Radius** | | |
|  |  | **Maschinenkosten** | |  | **Maschinenkosten** | |
|  | **Zeit** | **fix** | **variabel** | **Zeit** | **fix** | **variabel** |
| mm | Akh/ha | €/ha | €/ha | Akh/ha | €/ha | €/ha |
| 15 | 2,50 | 27,13 | 13,50 | 1,67 | 23,48 | 12,00 |
| 20 | 3,33 | 36,17 | 18,00 | 2,22 | 31,31 | 16,00 |
| 25 | 4,17 | 45,21 | 22,50 | 2,78 | 39,14 | 20,00 |
| 30 | 5,00 | 54,25 | 27,00 | 3,33 | 46,97 | 24,00 |

Tabelle 14: Bewässerung mit Linearberegnungsmaschine

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Beregnungshöhe** | **44 ha** | | | **55 ha** | | |
|  | **400 m Radius** | | | **500 m Radius** | | |
|  |  | **Maschinenkosten** | |  | **Maschinenkosten** | |
|  | **Zeit** | **fix** | **variabel** | **Zeit** | **fix** | **variabel** |
| mm | Akh/ha | €/ha | €/ha | Akh/ha | €/ha | €/ha |
| 15 | 1,25 | 22,19 | 12,00 | 1,00 | 21,00 | 12,00 |
| 20 | 1,67 | 29,59 | 16,00 | 1,33 | 27,99 | 16,00 |
| 25 | 2,08 | 36,99 | 20,00 | 1,67 | 34,99 | 20,00 |
| 30 | 2,50 | 44,39 | 24,00 | 2,00 | 41,99 | 24,00 |