

Masterarbeit

Thema: Entwurf eines Bewässerungssystems für einen Waldgarten mit Permakultureller Nutzung

Bearbeiter: Jasper König

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Jens Tränckner

Datum: 23.09.2022

Zusammenfassung

Ein Waldgarten ist ein artenreiches, einem Waldsaum nachempfundenes ökologisches System, indem eine Vielzahl von Lebensmitteln erzeugt werden können. Der Aufbau eines solchen Systems verfolgt nachhaltige und ökologische Prinzipien. Am Standort Rehfelde entsteht ein solcher Waldgarten. Das Projekt umfasst eine Fläche von insgesamt 2.6 ha und kann in unterschiedliche Teilflächen untergliedert werden. Etwa 1 400 m² der Ackerfläche werden nach dem Prinzip der solidarischen Landwirtschaft bewirtschaftet. Weitere 1 300 m² sind zur Verpachtung an Freiwillige vorgesehen, die dem selbstständigen und experimentellen Anbau nachgehen. Der Waldgarten entsteht auf einer Fläche von etwa 3 000 m². Im vorigen Jahr und in 2022 wurden auf der Fläche erste Obst- und Nutzbäume gepflanzt. Weiterhin sind ein kleines Waldstück, sowie eine Wiese, ein Feuchtgebiet und ein FFH-Gebiet vorhanden. Für die Ackerfläche und den Waldgarten wurde ein Bewässerungssystem entworfen. Als Wasserquelle stand ein bereits vorhandener Brunnen zur Verfügung. Die Evapotranspiration der Kulturen der Teilflächen wurde nach der FAO Penman-Monteith-Methode berechnet. Hierzu wurden Wetterdaten der Jahre 2011 bis 2021 der nächsten Wetterstation herangezogen. Es wurde die Bewässerung über Tropfschläuche einem Verbundsystem mit Sprinklern gegenübergestellt, wobei das Tropfsystem auf einem Schwerkraft-basierten Prinzip beruhte. In diesem wurden Wasserspeicherbehälter eingesetzt, deren maximale Druckhöhe 2.4 m betrug. Nach der Analyse des Brunnenwassers wurde anhand des Zusatzwasserbedarfs ein Bewässerungssystem konzipiert, das die Auslegung eines Tropf-, bzw. Verbundsystems mit Sprinklern, Wasserspeicher, die Pumpenauslegung und die Konzipierung der Energieversorgung über Photovoltaik miteinschloss. Das Systemlayout des Tropfsystems wurde über eine GIS-Software visualisiert und anschließend in Teilen simulativ untersucht. Abschließend wurden eine Kostenabschätzung und erste konzeptionelle Ideen zur Automatisierung der Bewässerung getroffen.

Ein Tropfsystem erzielte durch die geringere befeuchtete Fläche und die höhere Wassereffizienz im Vergleich zur Sprinklerbewässerung eine Wasserersparnis von knapp 50 %. Es wurden die benötigte Pumpenleistung für das Tropf- und das Verbundsystem berechnet. Durch den Einsatz von Wasserspeichern konnte die benötigte Pumpenleistung reduziert werden. Dies traf insbesondere für die Tropfbewässerung zu, bei der die Speicher zusätzlich als Druckversorgung dienten. Für die

herangezogene 300 W DC-Brunnenpumpe wurde für das Tropfsystem eine installierte Photovoltaik-Leistung von 300 W_p benötigt. Das Sprinklersystem benötigte eine zusätzliche Pumpe zur Druckversorgung, sowie 900 W_p Photovoltaik-Leistung. Die überschlägig kalkulierten Gesamtkosten der Bewässerungssysteme hing von den verwendeten Pumpen und dem präferierten Energiesystem ab und betragen zwischen rund 7 000 und 14 000 €.

Abstract

A forest garden is a species-rich ecological system, modelled on a forest edge, in which a variety of foods can be produced. The construction of such a system follows sustainable and ecological principles. Such a forest garden is being created at the Rehfelde site. The project covers a total area of 2.6 ha and can be divided into different sub-areas. About 1 400 m² of the arable land will be cultivated according to the principle of solidarity farming. A further 1 300 m² will be leased to volunteers who will pursue independent and experimental cultivation. The forest garden is being built on an area of about 3 000 m². Last year and in 2022, the first fruit and crop trees were planted in the area. Furthermore, there is a small piece of forest, as well as a meadow, a wetland and an FFH-area. An irrigation system was designed for the arable land and the forest garden. An existing well was available as a water source. The evapotranspiration of the crops of the subplots was calculated according to the FAO Penman-Monteith method. For this purpose, weather data for the years 2011 to 2021 from the nearest weather station were used. Irrigation via drip hoses was compared to a compound system with sprinklers, whereby the drip system was based on the principle of gravity. In this system, water containers were used, with a maximum pressure height of 2.4 m. After analysing the well water, an irrigation system was designed based on the additional water demand, which included the design of a drip or compound system with sprinklers, water storage, pump design and the conception of the energy supply via photovoltaic. The system layout of the drip system was visualised using GIS software and then simulated in parts using the software EPANET. Finally, a cost estimation and initial conceptual ideas for automating the irrigation were made.

A drip system achieved a water saving of almost 50 % due to the smaller wetted area and the higher water efficiency compared to sprinkler irrigation. The required pump capacity for the drip and the composite system were calculated. Through the use of water storage tanks, the required pump capacity could be reduced. This was especially true for drip irrigation, where the storage tanks also served as a pressure supply. For the 300 W DC well pump used, an installed photovoltaic power of 300 W_p was required for the drip system. The sprinkler system required an additional pump for pressure supply and 900 W_p photovoltaic power. The total cost of the irrigation systems was calculated and depended on the pumps used and the preferred energy system, and ranged from around €7,000 to €14,000.