

Aus der Professur für Phytomedizin
der Fakultät für Agrar, Bau und Umwelt

Zusammenfassung der kumulativen Dissertation

**Arable Weeds—More Than Just Competitors?
Including Weed Functional Traits into
Site-Specific Weed Management**

zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Agrarwissenschaften (doctor agriculturæ (Dr. agr.))

an der Fakultät für Agrar, Bau und Umwelt
der Universität Rostock

vorgelegt von
M. Sc. Mona Schatke
Braunschweig

Verteidigung am 06. Februar 2026

In an agricultural context, weeds are often perceived as harmful because they compete with crops for light, water, and nutrients. However, weeds can also provide valuable ecosystem services, including support for pollinators, natural enemies of pest species, and birds. This thesis presents a concept for integrating weed functional traits that describe the adverse effects of weed species on crop productivity (disservice potential) and those that provide ecosystem services (service potential) into spatially explicit weed distribution maps. The information gained is used for site-specific weed management (SSWM) decision-making. In SSWM, weed control treatments are targeted at specific weed plants or areas in the field, allowing for weed-specific recommendations and reducing herbicide use.

The first challenge of SSWM involves adequately mapping the spatial distributions of weed species without conducting a field-wide weed assessment. One possible approach for field-wide mapping is to assess weed densities using a grid-based sampling design, followed by estimating densities between the georeferenced sampling points through spatial interpolation. As part of this thesis, various manual weed sampling designs were tested to determine the optimal combination of grid sampling arrangement and spatial interpolation method. The best combination was achieved using Kriging interpolation and weed sampling on the finest grid. Additionally, using Gaussian copula interpolation did not reduce the smoothing of minimum and maximum weed densities, which still poses a challenge when employing spatial interpolation methods for SSWM.

The generated weed distribution maps were used to integrate weed functional traits into the weed control decision for SSWM. Species-specific functional traits representing service (e.g., links to phytophagous insects, pollinators, and birds) and disservice potential (e.g., specific leaf area, links to pest species, and vegetative plant height) were extracted from published datasets. Each (dis-)service trait was weighted for every pixel of the weed distribution map based on the density of the weed species present. Consequently, two maps were created: one illustrating the service potential distributed across the field and the other depicting the disservice potential due to the weed composition. The ratio between the (dis-)service distribution maps build the basis for the weed control maps. Afterwards, weed control was recommended for field areas where the weed composition showed high competitive ability and low biodiversity functions.

The weed control recommendations of this novel approach were compared with those of two currently used economic threshold concepts. The economic thresholds facilitate control recommendations based on the lowest possible economic risk, but neglect the impact of controlling ecologically relevant weed species. By incorporating weed functional traits into this novel approach, the area recommended for treatment was, on average, smaller than the area recommended for treatment based on economic thresholds for the study fields. Even areas with higher service than disservice potential were recommended for treatment according to these economic thresholds. The presented approach, based on

functional weed traits, could be further enhanced by considering the economic profitability of weed treatment, additional traits that describe the weeds' (dis-)service potential, and replacing manual weed sampling with field-wide automatic observation.

Overall, this thesis's results confirm that the service potential of weeds can be considered separately from their disservice ability in decision-making for SSWM. The present approach is a valuable tool for promoting greater weed species diversity in arable systems while reducing herbicide input.

Zusammenfassung

Im landwirtschaftlichen Kontext werden Unkräuter oft als schädlich angesehen, da sie mit Kulturpflanzen um Licht, Wasser und Nährstoffe konkurrieren. Allerdings erbringen Unkräuter auch bedeutende Ökosystemleistungen, etwa durch die Förderung von Bestäubern, natürlichen Feinden von Schädlingen sowie bestimmten Vogelarten. In dieser Arbeit wird ein Ansatz vorgestellt, mit dem funktionelle Unkrauteigenschaften mit räumlichen Unkrautverteilungskarten verschnitten werden. Die Unkrauteigenschaften beschreiben den negativen Einfluss auf die Produktivität von Kulturpflanzen (*Disservice-Potential*) sowie das Potential zur Erbringung von nützlichen Ökosystemleistungen (*Service-Potential*). Basierend auf den resultierenden räumlichen Informationen können Behandlungsentscheidungen für ein standortspezifisches Unkrautmanagement (engl. site-specific weed management, SSWM) getroffen werden. Bei einem SSWM-Ansatz wird die Unkrautbekämpfung gezielt auf jene Bereiche des Feldes beschränkt, in denen eine bestimmte Unkrautdichte vorliegt, wodurch pflanzenspezifische Entscheidungen getroffen und der Herbizideinsatz reduziert werden kann.

Die erste Herausforderung eines SSWM besteht darin, die räumliche Verteilung der Unkrautarten repräsentativ abzubilden, ohne eine flächendeckende Erhebung durchzuführen. Eine mögliche Vorgehensweise für eine ganzflächige Erfassung ist die Bestimmung der Unkrautdichten mithilfe eines georeferenzierten Rasters und anschließender räumlicher Interpolation. Um die optimale Kombination aus der Anordnung des Probenahmerasters und der räumlichen Interpolationsmethode zu ermitteln, wurden unterschiedliche Kombinationen ausgewertet. Die besten Ergebnisse wurden mit der *Kriging*-Interpolation und einer Erhebung am Raster mit der feinsten Auflösung erzielt. Der Einsatz von *Gaussian copula*-Interpolation verringerte die Glättung der minimalen und maximalen Unkrautdichten nicht, was bei der Anwendung von räumlichen Interpolationsmethoden für SSWM eine Herausforderung darstellt.

Die erstellten Unkrautverteilungskarten dienten dazu, die funktionellen Eigenschaften der im Versuchsfeld vorkommenden Unkrautarten in das SSWM zu integrieren und kartographisch abzubilden. Artspezifische funktionelle Merkmale, die das *Service-Potential* (z. B. Verbindungen zu phytophagen Insekten, Bestäubern und Vögeln) und das *Disservice-Potential* (z. B. spezifische Blattfläche, Verbindungen zu Schädlingsarten und vegetative Pflanzenhöhe) beschreiben, wurden veröffentlichten Datensätzen entnommen und für jeden Pixel der Unkrautverteilungskarten gewichtet. Aus dieser Berechnung resultierten zwei Karten: eine stellt das über das Feld verteilte *Service-Potential* und die andere das *Disservice-Potential* in Abhängigkeit von der Unkrautzusammensetzung dar. Das Verhältnis zwischen diesen Karten bot die Grundlage der Behandlungsempfehlung für das SSWM: Eine Unkrautbehandlung wird ausschließlich in den Bereichen des Feldes empfohlen, die aufgrund der Unkrautzusammensetzung ein hohes *Disservice-Potential* und geringes *Service-Potential* aufweisen.

Die resultierenden Empfehlungen zur Unkrautbehandlung wurden mit denen von zwei derzeit verwendeten ökonomischen Schadschwellenkonzepten verglichen. Die Behandlungsentscheidungen basieren auf dem geringstmöglichen wirtschaftlichen Risiko, vernachlässigen allerdings das Potential zur Erbringung von Ökosystemleistungen. Die zu behandelnde Fläche in den Versuchsfeldern war kleiner, wenn die funktionalen Unkrauteigenschaften in die Managemententscheidung einbezogen wurden, im Vergleich zu den ökonomischen Schadschwellenkonzepten. Auf Grundlage der ökonomischen Schadschwellenkonzepte wurde für die Bereiche im Feld mit höherem *Service*- als *Disservice*-Potential eine Unkrautbehandlung empfohlen.

Der vorgestellte Ansatz, der auf funktionellen Unkrauteigenschaften basiert, könnte weiter verbessert werden, indem die ökonomische Rentabilität der Unkrautbehandlung berücksichtigt wird, zusätzliche Unkrauteigenschaften einbezogen werden und die manuelle Unkrauterfassung durch eine flächendeckende automatische Beobachtung ersetzt wird.

Insgesamt bestätigen die Ergebnisse dieser Arbeit, dass das *Service*-Potential von Unkräutern getrennt von ihrem *Disservice*-Potential betrachtet und in die Behandlungsentscheidung für ein SSWM integriert werden kann. Der vorgestellte Ansatz ist ein nützliches Instrument zur Förderung einer größeren Artenvielfalt in Ackerbausystemen bei gleichzeitiger Reduzierung des Herbizideinsatzes.