

Konzept und Kriterien zur Bewertung von Umweltauswirkungen bei der Anwendung von digitalen Technologien

M. Herndl¹, C. Fritz¹, S. Danglmaier¹, E. Keighobadi², A. Bartel³, B. Schwarzl³, M. Bürgler³, A. Baumgarten⁴

¹HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal

²Raumberg-Gumpenstein Research and Development

³Umweltbundesamt, Wien

⁴AGES, Wien

1 Einleitung

Unter dem Begriff Digitalisierung versteht man generell eine umfassende und integrierte Anwendung von digitalen Informations- und Kommunikationstechnologien. Das kann einerseits die Überführung von Informationen von einer analogen in eine digitale Speicherung sein, andererseits wird darunter die Automation von Prozessen und Geschäftsmodellen durch das Vernetzen von digitaler Technik, Informationen und Menschen verstanden.

Die Digitalisierung hat Auswirkungen auf viele Lebensbereiche und hat auch in der Landwirtschaft schon lange Einzug gehalten. Der größte Nutzen der Digitalisierung in der Landwirtschaft wird durch eine Steigerung der Erträge, eine deutliche Verringerung des Produktionsmittelaufwands und eine bessere Erfüllung von Umweltauflagen gesehen (Lovarelli et al. 2020). In vielen Arbeiten wird dabei auf die Vorteile und Chancen der Digitalisierung, meist in Zusammenhang mit einer nachhaltigen Intensivierung der Landwirtschaft hingewiesen (z.B.: Lindblom et al. 2017). Die Bewertung der Praxistauglichkeit von digitalen Technologien erfolgt meist durch ökonomische und technische Kriterien. Die Bewertung der Umweltverträglichkeit und der Umweltleistungen des Technologieeinsatzes fehlt oft und mögliche negative Umwelteffekte werden vergleichsweise selten diskutiert (Garske et al. 2021).

Im Rahmen des LE 14-20 finanzierten Clusters „Digitalisierung in der Landwirtschaft“ werden neue Technologien im Praxiseinsatz erprobt. Eine Aufgabe im Cluster besteht darin, einen möglichen Zugang zur Umweltbewertung der technischen Innovationen zu erarbeiten. In einem explorativ ausgerichteten Projekt erarbeitet daher die HBLFA Raumberg-Gumpenstein mit den Projektpartnern Umweltbundesamt

und AGES ein Konzept und Kriterien zur Bewertung von Umweltauswirkungen bei der Anwendung von digitalen Technologien. Durch die Erstellung eines Umweltbewertungskonzeptes soll es in Zukunft möglich sein, umweltrelevante Folgen des Einsatzes von digitalen Technologien zu beurteilen.

2 Konzept zur Umweltbewertung bei der Anwendung von digitalen Technologien

Es wurde ein allgemeines Umweltbewertungskonzept in Form eines Stufenmodells mit relevanten Umweltkriterien und -indikatoren entwickelt (Abb.1). Im ersten Schritt (Stufe 1) sind das Bewertungsziel und der Bewertungsrahmen festzulegen. Ausgehend von der Technologiecharakterisierung erfolgt auf Stufe 2 eine Feststellung der agronomischen Haupt-Folgewirkung und der Begleitwirkungen. Basierend von den in Schritt 2 beschriebenen agronomischen Wirkungen werden auf Stufe 3 diese Wirkungen hinsichtlich ihrer potenziellen Umweltimplikationen analysiert. Ziel dieses Schrittes ist die systematische Prüfung aller möglichen Umweltwirkungen, die mit den beschriebenen agronomischen Folgewirkungen einhergehen können. In der Interpretation (Stufe 4) werden die Umweltauswirkungen entlang von vier Dimensionen aus der ökologischen Nachhaltigkeitsforschung eingeteilt. Wenn sich die Informationslage z.B. durch Messungen, Auswertungen oder Beobachtungen (z.B. im Bereich Boden oder bei der N-Bilanz) verbessert, können die Wirkungen in Stufe 3 möglicherweise neu beurteilt werden. In einer Schleife wird dann Stufe 3 und 4 erneut durchlaufen, und mit den neuen Informationen aktualisiert. Dadurch kann sich die Sichtweise und Einordnung der Technologie verändern.

3 Anwendung des Umweltbewertungskonzeptes

Die Umsetzung des Umweltbewertungskonzeptes soll beispielhaft anhand der Technologie des Futteranschieberoboters „Butler“ von der Firma Wasserbauer demonstriert werden. Laut Produktbeschreibung soll der Futteranschieberoboter durch ein kontinuierliches Futteranschieben eine Steigerung der Grundfutteraufnahme und eine verbesserte Futtereffizienz bewirken. Dadurch sollen eine erhöhte Milchleistung, ein gesteigertes Wohlbefinden der Tiere sowie Zeitersparnis für die Landwirt:innen erzielt werden.

Grundfutteraufnahme steigert die Leistung der Tiere (Milch, Fleisch) und erhöht die anfallende Wirtschaftsdüngermenge. Der höhere Futterbedarf kann durch Futterzukauf, Flächenerweiterung oder Intensitätssteigerung der Bewirtschaftung der bestehenden Flächen gedeckt werden.

Agronomische Begleitwirkungen

Bei potenzieller Erhöhung der Leistung durch die höhere Futteraufnahme kommt es zu zusätzlichem Energieeinsatz für erhöhte Melkleistung, gesteigerten Kühlbedarf der größeren Milchmenge, etc. Der höhere Futterumsatz kann eine höhere Viehdichte zur Folge haben (Lebendmasse pro Flächeneinheit).

Möglicherweise wird die Fütterung verbessert, der pH-Wert im Pansen ist stabiler, die Tiere sind dadurch gesünder und fühlen sich wohler, eine längere Lebensdauer ist möglich. Die Zeit für die Mensch-Tier-Beziehung wird durch den Roboter potenziell reduziert.

3.3 Umweltbewertung der Wirkungen

Umwelt-Wirkgruppe	Subaspekte	Agronomische Haupt-Folgewirkung	Umweltbewertung der agronomischen Haupt-Folgewirkung (Relevanz und Ausmaß)	Agronomische und technische Begleitwirkungen	Umweltbewertung der Begleitwirkungen (Relevanz und Ausmaß)
Betriebsmitteleffizienz: Vorleistungen und Betriebsmittel					
	Energieverbrauch (Zukauf)			mehr Diesel am Feld mehr Melken, Kühlen Produktion Roboter und Akku	○ mehr Energieeinsatz
	Futtermittelbedarf	mehr Futtermittelbedarf / Futtermittelzukäufe	○ mehr Futtermittelbedarf führt zu Flächen- ausweitung und Transporten		
	Sonstige Betriebsmittel			Produktion Roboter und E-Akku	○ Materialverbrauch Produktion Roboter und E-Akku, erhöhter Ressourceneinsatz
Mittelwert					○

Abb. 2: Bewertung zur Umwelt-Wirkgruppe „Betriebsmitteleffizienz“

Hauptumweltwirkung: Hinsichtlich der Effizienz im Betriebsmitteleinsatz ist der höhere Futtermittelbedarf (Input) als neutral zu bewerten; es gehen damit auch höhere Erträge in Form von Milch und Fleisch (Output) einher (Abb. 2).

Begleitumweltwirkungen: In Hinblick auf die Effizienz wird der höhere Energieeinsatz für Melken, Kühlen und Wirtschaftsdüngerausbringung durch die höheren Erträge ausgeglichen. Allerdings ist für die Herstellung des Roboters Energie- und Materialeinsatz notwendig, am

Ende seiner Lebensdauer müssen Gehäuse, Elektronik und Batterie als Abfall entsorgt bzw. recycelt werden. Je nach Referenzsystem eines Futternachschiebens von Hand oder per Hoftrac ist dies als negativ oder als neutral zu bewerten.

Umwelt-Wirkgruppe	Subaspekte	Agronomische Haupt-Folgewirkung	Umweltbewertung der agronomischen Haupt-Folgewirkung (Relevanz und Ausmaß)	Agronomische und technische Begleitwirkungen	Umweltbewertung der Begleitwirkungen (Relevanz und Ausmaß)
Produktionssuffizienz: Output, Emissionen, standortangepasster Ertrag, Produkte					
	Produktmenge	mehr Produktmenge (mehr Milch und Fleisch)	▼ zusätzlicher Ressourcenaufwand für Transport, Verarbeitung, etc. ist umwelt-negativ		
	Bewirtschaftete Flächen	mehr bewirtschaftete Fläche	▼ zusätzliche Landnutzung ist potenziell umwelt-negativ		
	Emissionen in die Luft	mehr Futteraufnahme, mehr Verdauung, mehr Wirtschaftsdünger	▼ mehr Ammoniak- und Methan-Emissionen sind umwelt-negativ		
	Entsorgung von Abfällen			Entsorgung des Roboters nach Abschluss der Lebensdauer	▼ zusätzliche Abfälle entstehen, speziell E-Akkus als Sondermüll bedenklich
Mittelwert		▼			▼

Abb. 3: Bewertung zur Umwelt-Wirkgruppe „Produktionssuffizienz“

Hauptumweltwirkung: In der Suffizienzbetrachtung bedeutet der höhere Futterbedarf eine zusätzliche Landnutzung und ist als potenziell umwelt-negativ zu bewerten (Abb. 3).

Begleitumweltwirkungen: In Hinblick auf die Produktionssuffizienz impliziert die gesteigerte Produktmenge (Milch, Fleisch) einen zusätzlichen Ressourcenaufwand für Transport, Kühlung, Verarbeitung, etc. und ist tendenziell als umwelt-negativ zu bewerten.

Der höhere Futterumsatz bzw. die höhere Viehdichte können aufgrund des höheren Wirtschaftsdüngeranfalls zu größeren Nährstoffüberschüssen auf den landwirtschaftlichen Flächen führen, die potenziell in Richtung Luft oder Grundwasser ausgetragen werden bzw. im Boden verbleiben. Die Entsorgung der Batterie am Ende der Lebensdauer ist aus Suffizienz-sicht als negativ zu bewerten.

Umwelt-Wirkgruppe	Subaspekte	Agronomische Haupt-Folgewirkung	Umweltbewertung der agronomischen Haupt-Folgewirkung (Relevanz und Ausmaß)	Agronomische und technische Begleitwirkungen	Umweltbewertung der Begleitwirkungen (Relevanz und Ausmaß)
Ökologische Resilienz					
	Lebensraumvielfalt und -konnektivität, Arten- und genetische Vielfalt, Agrobiodiversität			mehr Flächeninanspruchnahme für Produktion	○ reduzierte Lebensraumfunktion, Biologische Vielfalt
	Sicherung multipler Ökosystemleistungen			mehr Lebensmittelproduktion aus Grundfutter	○ kann bessere Ernährungssicherheit ermöglichen
	Gesunde Tiere, Weideausmaß, Zucht/Selektion			bedarfsgerechte Futtermittelversorgung wird erleichtert	○ verbesserte Fütterung kann gesündere Tiere fördern
Mittelwert					○

Abb. 4: Bewertung zur Umwelt-Wirkgruppe „Ökologische Resilienz“

Hauptumweltwirkung: Hinsichtlich der Kategorie „Ökologische Resilienz“ ist in der vorliegenden Bewertung keine Hauptwirkung zu erwarten (Abb. 4). Der Robotereinsatz nimmt keine direkten Auswirkungen auf die Bereitstellung von Lebensräumen und Ökosystemleistungen oder andere Resilienzparameter.

Begleitumweltwirkungen: Aus der erhöhten Flächeninanspruchnahme für die Produktion resultiert eine potenziell reduzierte Lebensraumfunktion. Als positiv zu werten ist, dass eine gesteigerte Lebensmittelproduktion aus Grundfutter potenziell zu einer besseren Ernährungssicherheit beitragen kann. Außerdem kann das Nachschieben eine bedarfsgerechte Futtermittelversorgung erleichtern und gesündere Tiere begünstigen.

Umwelt-Wirkgruppe	Subaspekte	Agronomische Haupt-Folgewirkung	Umweltbewertung der agronomischen Haupt-Folgewirkung (Relevanz und Ausmaß)	Agronomische und technische Begleitwirkungen	Umweltbewertung der Begleitwirkungen (Relevanz und Ausmaß)
Ökosystemare Konsistenz: Vereinbarkeit von Standort, Produktion und Natur					
	Angepasste Flächennutzung, Intensität und Kulturartenverteilung, Viehbesatz,			höhere Lebendmasse pro Fläche	○ kann zu gesteigerter Bewirtschaftungsintensität beitragen
	Artgerechte Haltung, Mensch-Tier-Beziehung			direkte Tierbeobachtung während dem manuellen Futteranschieben kann wegfallen	○ Mensch-Tier-Beziehung kann verringert werden
Mittelwert					○

Abb. 5: Bewertung zur Umwelt-Wirkgruppe „Ökosystemare Konsistenz“

Hauptumweltwirkung: Hinsichtlich der Kategorie „Ökosystemare Konsistenz“ ist in der vorliegenden Bewertung keine Hauptwirkung zu erwarten (Abb. 5).

Begleitumweltwirkungen: Eine potenziell gesteigerte Bewirtschaftungsintensität kann, abhängig von Ausgangsbedingungen, Standort und Management potenziell als positiv oder als negativ zu bewerten sein. Ebenso können die Auswirkungen auf die Mensch-Tier-Beziehung nicht a priori als klar positiv oder klar negativ eingeordnet werden.

3.4 Interpretation und Bericht

Umwelt-Wirkgruppe	Umweltwirkung der agronomischen Haupt-Folgewirkung (Relevanz und Ausmaß)		Umweltwirkung der Begleitwirkungen (Relevanz und Ausmaß)	
Betriebsmitteleffizienz	○	Futtermittelbedarf	○	Energiebedarf
Produktionssuffizienz	▼ ▼ ▼	Landnutzung, Produktmenge, NH ₃ , CH ₄	▼	Abfall
Ökologische Resilienz			○	Lebensraumfunktion, Tiergesundheit, Ernährungssicherheit
Ökosystemare Konsistenz			○	Bewirtschaftungsintensität, Mensch-Tier-Beziehung

Abb. 6: Zusammenfassung der Bewertung der Umwelt-Wirkgruppen

In Hinblick auf die Betriebsmitteleffizienz ist der Einsatz des Futtermittelanschieberoboters als weitgehend neutral zu bewerten (Abb. 6). Es sind zwar zusätzliche Inputs an Futtermitteln, Energie und Material erforderlich, allerdings stehen diesen zusätzliche Outputs gegenüber. Hinsichtlich der Produktionssuffizienz ist der Robotereinsatz großteils als potenziell umweltnegativ zu bewerten. Verbunden mit dem erhöhten Futtermittelumsatz entstehen potenziell Wirkungen durch eine zusätzliche Landnutzung, eine gesteigerte Produktmenge und erhöhte Emissionen. In Hinblick auf die ökologische Resilienz ist ausgehend von der agronomischen Haupt-Folgewirkung, die mit dem Robotereinsatz verbunden ist, keine Umweltwirkung zu erwarten. Dasselbe gilt für die ökosystemare Konsistenz. In beiden Kategorien resultiert eine neutrale Umweltbewertung für die Begleitwirkungen.

Insgesamt ist damit der Futtermittelanschieberoboter als suffizienz mindernde Technologie zu bewerten. Die technische Möglichkeit für einen höheren Futtermittelumsatz steigert tendenziell die Landnutzung. Viele Begleitwirkungen sind in der Umweltbewertung als neutral einzustufen.

4 Zusammenfassung

Bei der Bewertung der Praxistauglichkeit von digitalen Technologien werden meist ökonomische und technische Kriterien herangezogen. Die Bewertung der Umweltverträglichkeit und der Umweltleistungen des Einsatzes fehlen oft. Die HBLFA Raumberg-Gumpenstein erarbeitete im Rahmen des Clusters „Digitalisierung in der Landwirtschaft“ mit den Projektpartnern UBA und AGES ein Konzept und Kriterien zur Bewertung von Umweltauswirkungen bei der Anwendung von digitalen Technologien. Das Umweltbewertungskonzept umfasst ein Stufenmodell mit relevanten Umweltkriterien und –indikatoren, wobei in Stufe 1 das Bewertungsziel und der Bewertungsrahmen festgelegt werden. Auf Stufe 2 erfolgt eine Feststellung der agronomischen Haupt-Folgewirkung und der Begleitwirkungen. Basierend von den in Schritt 2 beschriebenen agronomischen Wirkungen werden auf Stufe 3 diese Wirkungen hinsichtlich ihrer potenziellen Umweltimplikationen analysiert. In der Interpretation (Stufe 4) werden die Umweltauswirkungen entlang von vier Dimensionen aus der ökologischen Nachhaltigkeitsforschung eingeteilt. Mit diesem Bewertungskonzept soll ab sofort möglich sein, die Umweltrelevanz des Einsatzes von digitalen Technologien praktisch und dennoch umfassend zu beurteilen.

5 Literaturangaben

- Garske, B., Bau, A., Ekardt F., 2021: Digitalization and AI in European Agriculture: A Strategy for Achieving Climate and Biodiversity Targets? *Sustain* 13, 4652.
- Grothmann, A., Moser, L., Nydegger, F., Steiner, A., Zähler, M., 2014: Influence of different feeding frequencies on the rumination and lying behaviour of dairy cows. *Proceedings International Conference of Agricultural Engineering*. Zurich, 06.07.2014.
- Lindblom, J., Lundström, C., Ljung, M., Jonsson A., 2017: Promoting sustainable intensification in precision agriculture: review of decision support systems development and strategies. *Precision Agric* 1, 309-331.
- Lovarelli, D., Bacenetti, J., Guarino M., 2020: A review on dairy cattle farming: Is precision livestock farming the compromise for an environmental, economic and social sustainable production? *J. Clean. Prod.* 262, 121409.