

### 3.5 Volkswirtschaftliche Analyse einer flächenumfangreichen Einführung von Precision Farming (TP 5)

#### Economical analysis of a widespread introduction of precision farming

Karpinski, I.; Müller, K.

##### 3.5.1 Extended summary

The nationwide introduction of precision farming in Germany as a new technology in agriculture depends crucially on the incentives set by the government. Therefore, the economical analysis (cost benefit analysis) of the effects of precision farming can be seen as a vital contribution towards justifying the promotion of precision farming in Germany, which is the goal of our research.

One of the core elements of cost benefit analysis is the identification of the effects of a project, in this case, the introduction of precision farming in the whole of Germany. In this respect, cost benefit analysis deals with the understanding and description of relevant advantages and disadvantages, as well as the prognosis of the effects of the project. The objective of the cost benefit analysis then, is to describe all possible real effects of a project and to categorise these effects under different groups (BMF 1973). The following pairs of effect types were distinguished: direct/indirect and tangible/intangible. The task of this subproject in the year 2005 was the identification of the effects of precision farming.

The results of the identification of the project effects were divided in this report, into three groups as: direct effects (see Table 8), indirect effects (usually intangible effects which however may most probably be evaluated by monetary approximation approaches, see Table 9), and lastly intangible effects of precision farming based on present conditions of the investigations (Table 10).

*Direct effects* (Table 8) result from the application of precision farming technology on agriculture at the farm level. These effects describe, in terms of costs, data processing, data acquisition, re-equipment technology, and additional production inputs. In terms of benefits, a multiplicity of saving possibilities in production inputs is seen, which is usually a positive effect, resulting in quality improvement of the produced agricultural products (preagro I 2004, HUFNAGEL et al. 2004, WAGNER & SCHNEIDER 2005).

Some *indirect effects* of the use of precision farming (Table 9) seen are of economic nature (on-farm transaction costs and diversification possibilities), but the ecological effects, such as produced positive and avoided negative environmental effects, are more significant in number (bio diversity, soil conservation, decrease chemical pollution, water protection). The conservation of cultural landscapes with their local differences can be seen, in the long run as the final member of the category of indirect ecological advantages of precision farming.

Finally, social effects which are probably the most difficult to attach a monetary value to, may be summed up under the category *intangible effects* (Table 10). However, the most crucial point is, that it promotes environmental awareness and causes a substantial sensitisation in farmers towards soil and plants.

Therefore, it can be stated, that the direct effects of precision farming can be found predominantly on the farm level, while indirect effects are usually seen at the societal level. It is through the observation of the entire net product chain that one could recognise that these positive effects (ecologically, socially) also benefit society. However, it is farmers that invest in precision farming technology that bear the expenditures, while society profits without being involved in the costs. With a qualitative view on the effects of precision farming, one arrives finally at the conclusion that the imbalance, which clearly disadvantages the producers, may be counterbalanced by supports from society, i.e. through governmental agricultural subsidies (assumed, that farmers possess appropriate property rights). However, since the identification of the effects is done purely on a qualitative level, future research work in this workpackage is recommended to examine the aforementioned statements based on a quantitative evaluation of the effects.

### 3.5.2 Problemstellung

#### a) aus fachlicher Sicht

Precision Farming als neue Technologie des Landbaus und deren flächenweite Einführung in bestimmten Regionen in Deutschland (vor allem im Osten: Sachsen, Sachsen-Anhalt, Mecklenburg-Vorpommern und teilweise im Norden (Schleswig-Holstein)) hängt entscheidend von den seitens des Staates gesetzten Anreizen ab. Eine staatliche Förderung von Precision Farming ist aber nur dann zu rechtfertigen, wenn die Technologieeinführung positive allokativen oder distributiven Effekte erwarten lässt, die sonst nicht realisiert werden könnten. Bisher beruht die staatliche Förderung primär auf empirisch nicht überprüften Erwartungen bzw. Thesen, die im vorliegenden Teilprojekt mittels der durchzuführenden Untersuchungen auf ihre qualitative und quantitative Richtigkeit untersucht werden sollen.

#### b) aus Sicht des Gesamtprojektes

Die Frage, ob Precision Farming ökologisch sinnvoll und vor allem ökonomisch vertretbar ist, konnte bisher in der Literatur und im Vorgänger-Forschungsprojekt zu *pre agro II* nicht eindeutig beantwortet werden. Mit der Berücksichtigung des Nachhaltigkeitskonzeptes und der gesamten Wertschöpfungskette, stellt die volkswirtschaftliche Wirkungsanalyse einen entscheidenden Beitrag zur Klärung der grundlegenden Legitimation einer flächenweiten Einführung von Precision Farming in Deutschland dar.

### 3.5.3 Bearbeitungsgegenstände und verwendete Methoden

Die wissenschaftliche Arbeit in TP 5 strebt eindeutige qualitative und quantitative Aussagen zur volkswirtschaftlichen Bedeutung des Precision Farming in Deutschland an, wobei eine Bewertung vermiedener negativer und positiver externer Umwelteffekte, die Abschätzung der Auswirkungen des Precision Farming auf die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Landwirtschaft und die Abschätzung sektoraler Effekte in der Landwirtschaft eine zentrale Rolle spielen.

Diese Aussagen zur volkswirtschaftlichen Bedeutung des Precision Farming sollen zunächst in einem ersten großen Arbeitsblock durch eine Nutzen-Kosten-Analyse quantifiziert (und dadurch empirisch untermauert) werden. Unter einer Nutzen-Kosten-Analyse ist dabei die unter gesamtwirtschaftlichen Aspekten vorgenommene systematische Bewertung von Maßnahmen im Hinblick auf bestimmte Ziele

zu verstehen (ANDEL 1977). Sie ist somit als eine Evaluierungstechnik (HANUSCH 1987), bzw. als ein Instrument zu bezeichnen, das Projekte, geplante Maßnahmen nach ihrer wirtschaftlichen Ergiebigkeit (auf der Basis individueller Nutzenniveaus) bewertet (SCHOLLES 2001). Diese erste Analyse ermöglicht es, nach Abschluss, Aussagen zu einer Legitimation agrarpolitischer Förderung von Precision Farming zu treffen. Eine Analyse der Gestaltungs- und Nutzungsmöglichkeiten von Precision Farming in bspw. Agrarumweltprogrammen und deren möglicher Neuausrichtung wird dann in einem nächsten großen Arbeitsschritt des Teilprojektes 5 erfolgen.

Zunächst aber ist die Identifizierung und Bewertung der volkswirtschaftlichen Auswirkungen von Precision Farming auf die Gesamtgesellschaft entscheidend für die Klärung der Frage nach einer staatlich subventionierten Förderung dieser Technologie. Mit Hilfe der Methode der Nutzen-Kosten-Analyse (11 Stufen-Verfahrensmuster des BMF 1973) konnten bisher in Teilprojekt 5 auf der Grundlage eingehender Literaturrecherche, sowie bi- und multilateraler Gespräche und Diskussionen mit Verbundpartnern qualitative Aussagen bzgl. der Wirkungen, die von einer flächenweiten Einführung von Precision Farming in Deutschland ausgehen können, getroffen werden.

### 3.5.4 Ergebnisse im Jahr 2005 und ihre Diskussion

Als eines der zentralen Elemente einer Nutzen-Kosten-Analyse stellt sich die Identifizierung der Wirkungen oder Effekte einer Maßnahme (eines Projektes), hier also der flächenumfangreichen Einführung von Precision Farming heraus.

Diese Stufe der Nutzen-Kosten-Analyse befasst sich mit dem Erfassen und Beschreiben der entscheidungsrelevanten Vor- und Nachteile (positive/negative Wirkungen, bzw. Nutzen/Kosten) sowie der Prognose der Auswirkungen des Projektes. Aufgabe der Nutzen-Kosten-Analyse ist in diesem Schritt alle real auftretenden Wirkungen zu erfassen und den verschiedenen Effekt- (Wirkungs-) arten zuzuordnen. Nur so kann sichergestellt werden, dass alle projektbezogenen in einer Volkswirtschaft anfallenden Nutzen und Kosten ermittelt und später in der Bewertung berücksichtigt werden (BMF 1973). (Reale Effekte eines Vorhabens sind jene Wirkungen, die unmittelbar die Versorgung von Individuen und Haushalten mit Gütern oder Dienstleistungen verändern und auf diese Weise auch verändernd auf die gesellschaftliche Wohlfahrt wirken (HANUSCH 1987)).

Grundsätzlich werden folgende zwei Effektypen-Paare unterschieden: *Direkt/Indirekt* und *tangibel/intangibel*. *Direkte (interne) Wirkungen* sind eng auf das Projektziel bezogen und stehen in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Projekt. *Indirekte (externe) Wirkungen* fallen an anderer Stelle in der Volkswirtschaft an, meist bei unbeteiligten Dritten. Man spricht hier auch von externen Effekten. Die Effektgruppe der tangiblen/intangiblen Wirkungen wird nach dem Kriterium der Messbarkeit unterschieden. *Tangible Wirkungen* sind direkt monetär ausdrückbar. Dies ist zumeist bei den direkten Wirkungen der Fall, die sich im Falle von Precision Farming auf handelbare Güter und Dienstleistungen beziehen. *Intangible Wirkungen* sind Effekte nichtmonetärer Art. Hierbei handelt es sich meist um indirekte Effekte, wie ökologische oder soziale Effekte (SCHOLLES 2001). Aber gerade die Methode der Nutzen-Kosten-Analyse legt großes Gewicht darauf, auch diese intangiblen Wirkungen nach Möglichkeit mit einem monetären Wert zu versehen. Dies geschieht dann im Rahmen der Bewertung über verschiedene (direkte/indirekte) Näherungsansätze bspw. für Umweltleistungen über die Methoden der ökonomischen Umweltbewertung (z.B. Kontingente Bewertung).

Im Folgenden werden nun die Ergebnisse der Identifizierung der Projektwirkungen, unterteilt in drei Effektgruppen, mit ihren jeweiligen Nutzen (positive Effekte) und Kosten (negative Effekte)

dargestellt. Die erste Gruppe beschreibt die direkten Wirkungen (siehe Tabelle 8), die Zweite fasst die indirekten, meist intangiblen Wirkungen zusammen, die sich aber aller Voraussicht nach über Nahrungsansätze monetär bewerten lassen (siehe Tabelle 9) und die letzte Gruppe zeigt die wohl tatsächlich intangiblen Effekte des Precision Farming zum derzeitigen Stand der Untersuchungen. Anzumerken sei noch, dass die Identifizierung und die Zuweisung der Projektwirkungen des Precision Farming zu bestimmten Effektgruppen keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit stellt, da die Analyse derzeit noch läuft und sich daher noch Ergänzungen oder Änderungen im weiteren Verlauf ergeben können.

*Direkte Effekte* (Tabelle 8) sind bei der Anwendung der Precision Farming Technologie im Landbau auf der ökonomisch-betrieblichen Ebene anzutreffen. Sie beschreiben auf der Kostenseite Datenerhebung, Datenverarbeitung, Umrüstung Technik und zusätzlichen Produktionsmittelaufwand (TP 3: SCHNEIDER & WAGNER 2005, preagro I 2004). Die jährlichen Gesamtkosten, durch Precision Farming verursacht, belaufen sich bspw. für einen 2000 ha Betrieb auf 17,89 €/ha für den derzeit in Deutschland praktizierten Mapping-Approach (teilflächenspezifische Bewirtschaftung erfolgt auf der Basis von Boden- und Sollwert- bzw. Applikationskarten, auch Offline-Verfahren genannt) (WAGNER & SCHNEIDER 2005). Auf der Nutzenseite ergeben sich zunächst einmal eine Vielzahl von Einsparungsmöglichkeiten an Betriebsmitteln, wie Stickstoff- und Grunddünger (Phosphor, Kali, Kalk), Saatgut, Pflanzenschutzmittel, Kraftstoff und Arbeitszeit. Für Stickstoffdünger resultieren daraus Einsparmöglichkeiten von bspw. 10-15 kg N/ha im Winterweizen (WW) bei Aufrechterhalten des Ertragsniveaus (preagro I 2004, Kap. 4.6). Die Applikationsmenge von Herbiziden (incl. Wasser) kann bspw. in Getreide und in Körnerleguminosen auf bis zu 50% heruntergefahren werden (HUFNAGEL et al. 2004, Kap. 4.2). Auch eine Aussaatmengenreduktion von bis zu 42kg WW (preagro I 2004, Kap. 5, Tabelle 5.1-1) und ein Einsparpotential im Energie- und Zeitverbrauch um 30% (HUFNAGEL et al. 2004, Kap. 4.2) sind tatsächlich zu erreichen. Zusätzlich zu der Betriebsmitteleinsparung stellt sich nachweislich vor allem in Getreide bei Anwendung von Precision Farming ein meist positiver Ertragseffekt (durchschnittlich 3%) durch die effizientere und standortangepasste Ausbringung der Betriebsmittel ein (preagro I 2004, Kap. 4.7). Durch den präzisen Betriebsmitteleinsatz ist schließlich zusätzlich eine Qualitätsverbesserung der erzeugten landwirtschaftlichen Produkte zu verzeichnen (preagro I 2004, HUFNAGEL et al. 2004, WAGNER & SCHNEIDER 2005).

Laut Versuchen in den Jahren 2002-2004 der Universität Kiel (Prof. Isensee), ist im WW ein durchschnittlicher Mehrertrag von 5 dt/ha zu erwarten, bei einer Zunahme von 0,5% Rohprotein und gleichzeitiger Homogenisierung der Gehalte (LEITHOLD 2006). Nach Berechnungen von WAGNER & SCHNEIDER (2005) stellt sich bereits ein rein ökonomischer Vorteil aus dem Einsatz der Technologie im landwirtschaftlichen Betrieb bei einer Flächenausstattung ab 400 ha ein. Für einen der Versuchsbetriebe des Verbundprojektes (WIMEX-Modellbetrieb, Sachsen-Anhalt, Kreis Köthen, 2000 ha, 65 % Getreide, PF auf gesamter Getreidefläche, Mapping-Approach) ließ sich daraus für den WW im Jahre 2005 ein Plus an nutzungskostenfreien Leistungen (NKL) im Vergleich zu einer konstanten Bewirtschaftungsweise von 102 €/ha errechnen (Berechnung TP 3). So ergeben sich aus den ökonomischen Vorteilen zusätzliche positive Wirkungen in Bezug auf das Einkommen und die wirtschaftliche Existenzfähigkeit der landwirtschaftlichen Betriebe. Diese führen dann zu einer Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit und letztendlich zu einer Sicherung des wirtschaftlichen Wohlstandes bei Anwendung der teilflächenspezifischen Landwirtschaft.

Tabelle 8: Direkte Effekte des Precision Farming

Table 8: Direct effects of precision farming

Beschreibung der Wirkung		Ebene	
Gruppen/Untergruppe	Untergruppen spezifisch, genauer	Betrieb/ Gesellschaft	
<b>Kosten</b>			
1	Datenerhebung: 1. Ertragskartierung 2. Bodenbeprobung 3. Sensoreinsatz	1. Nachrüstsatz Mähdrescher 2. Mehrkosten GPS Probenahme, Mehrkosten Analytik, Mehrkosten Fahrzeug, Arbeit 3. N-Sensor-Packet	Betrieb
2	Datenverarbeitung 1. Hardware 2. Software 3. Datenmanagement 4. Beratung 5. Entscheidung	1. Büro PC, Ausstattung Traktor mit Terminal und DGPS-Empfänger 2. Büroausstattung 3. Akh, Lohnkosten, Schulung 4. + 5. Lohnkosten, Akh	Betrieb
3	Maßnahmendurchführungskosten 1. Umrüstung Technik	1a. Nachrüstung Dünger 1b. Nachrüstung Drillen 1c. Nachrüsten Erntetechnik 1d. Nachrüsten Spritzgeräte	Betrieb
4	Kosten für zusätzliche Produktionsmittel 1. Kraftstoff 2. Dünger 3. Saatgut 4. Pflanzenschutz	Steigerung der Effizienz, Umverteilung	Betrieb
<b>Nutzen</b>			
5	Einsparung an Betriebsmitteln 1. Dünger 2. Saatgut 3. Pflanzenschutz 4. Kraftstoff 5. Akh	1. N, Grunddüngung: P,K, Kalk 2. in WW* 3. Herbizid in WW, Erbsen 4. Diesel 5. Lohnkosten	Betrieb
6	Ertragssteigerung	Umverteilung, effizientere und präzise Bewirtschaftung	Betrieb
7	Qualitätsverbesserung Nahrungsmittel	In WW durch angepasste N-Düngung	Betrieb, Gesellschaft
*WW-Winterweizen Quelle: eigene Erstellung nach: HUFNAGEL et al. 2004, HÜTER et al. 2005, preagro I 2004, SCHWARZ 2005, SCHNEIDER 2005, SCHNEIDER & WAGNER 2005, WAGNER & SCHNEIDER 2005, TRAPHAN. 2006, TÄGER-FARNY 2005			

*Indirekte Wirkungen* des Einsatzes von Precision Farming (Tabelle 9) im Vergleich zu einer schlageinheitlichen Landbewirtschaftung bewegen sich einerseits auf ökonomischer Ebene im Bereich der betriebsinternen Transaktionskosten (der Einsatz von Technik mit seinen Vor- und Nachteilen, siehe Tabelle 9; Zeile 9,10) und Diversifikationsmöglichkeiten im Bezug auf Arbeitsplätze und Beschäftigung für Betrieb und Gesellschaft (Tabelle 9; Zeile 11). Andererseits überwiegen aber ökologische Wirkungen des Precision Farming, d.h. produzierte positive und vermiedene negative Umwelteffekte und zwar sowohl on- wie off-farm.

Dieses rein qualitativ betrachtete Übergewicht der indirekten ökologischen Wirkungen liegt klar auf der Nutzenseite. Im Vorgängerforschungsprojekt *pre agro I* sind im Abschlussbericht des Teilprojekts „Naturschutzziele“ (Kapitel 3.4) bereits klare Aussagen zu potentiell realisierbaren Naturschutz-Qualitätszielen (NQZ) auf Ackerflächen in Deutschland definiert worden, die mittels Precision Farming zu erreichen sind. So finden sich auch diese NQZ in der Auflistung der identifizierten

ökologischen Wirkungen in Tabelle 9 wieder. Bzgl. Biodiversität können Schutzziele mittels Precision Farming hauptsächlich zum Schutz und Erhalt von Arten sowie Habitaten erreicht werden. Auch die Anlage von Defektflächen zu einer Ansiedlung der Feldlerche lässt sich in dem Bereich der positiven ökologischen Wirkungen festmachen. Dahingegen lassen sich abiotische ökologische Effekte über vermiedene negative Auswirkungen im Bereich des Bodenschutzes, bspw. als Minimierung von Erosion, Verdichtung, aber auch Verringerung chemischer Verunreinigung und Wasserschutz darstellen. Der Erhalt der Kulturlandschaft mit ihren standörtlichen Gradienten ist dann letztlich als „Zusammenfassung“ ökologisch indirekter Vorteile des Precision Farming herauszustellen.

Interessant festzustellen war bei der Identifikation der indirekten Wirkungen einer flächenweiten Einführung von Precision Farming die Tatsache, dass sich auf der Kostenseite (negative Effekte) neben betriebsinternen Transaktionskosten für den hohen Arbeitsaufwand (um hauptsächlich die Technik „zum Laufen“ bringen) auch Biodiversitätskosten in Form eines Verlustes sog. Segetalarten (Arten im Randbereich einer Ackerfläche) wiederfinden (JÖRNS 2005).

Tabelle 9: Indirekte Effekte des Precision Farming

Table 9: Indirect effects of precision farming

Beschreibung der Wirkung		Ebene	
Gruppen/Untergruppe	Untergruppen spezifisch, genauer	Betrieb/ Gesellschaft	
<b>Kosten</b>			
8	Ökologisch 1. Verlust Biodiversität (Habitat)	1. präzise Bewirtschaftung schränkt Randstreifen typ. Ackerunkräuter ein, Verlust Habitat Segetalarten	Gesellschaft, (Betrieb)
9	Betriebsinterne Transaktionskosten Einsatz Technik	1. Fehler 2. Komplettausfall 3. lange Anlaufzeit um Technologie zum Laufen zu bringen	Betrieb
<b>Nutzen</b>			
10	<b>Vermeidung betriebsinterner Transaktionskosten</b> Betriebsmanagement: Kontrolle/Dokumentation/ zu 1. Produktion und Qualität 2. Agrarförderung 3. Fehler 4. Betrieb (automatisierte Datenerfassung) 5. Kooperation (überbetrieblicher Maschineneinsatz)	1. Einsatzsteuerung und Auslastung von Maschinen (ZR*), Arbeitserleichterung, Zeiteinsparung, Akh 2. Arbeitserleichterung, Zeiteinsparung, Akh, 3. schnelle Reaktion möglich, Vermeidung von Umweltbelastung 4. Arbeitsorganisation, Vertretung, DL, Erleichterung betrieblicher Abläufe, Delegation der Arbeit, Datenmanagement, Sicherheit zur Entscheidungsfindung 5. Gewannebewirtschaftung, (virtuelle Flurbereinigung) → PF wird auch für kleinere Betriebe anwendbar	Betrieb
11	Diversifizierung bzgl. Arbeitsplatzsicherheit/ Beschäftigung 1. Individuell, betriebsintern	1. Auslagerung Arbeit aus Landwirtschaft hin zu 1a. Technik und Informatik 1b. Landschaftspflege 1c. Spezialisierung der Arbeit	Betrieb
	1. am Markt	2. Entstehung neuer Branchen (Beratung, Kartenerstellung, Probenahme: Fa. AgriCon)	Gesellschaft

Beschreibung der Wirkung		Ebene	
Gruppen/Untergruppe	Untergruppen spezifisch, genauer	Betrieb/ Gesellschaft	
<b>Nutzen</b>			
12	Ökologisch (produzierte positive) biotisch, on-farm Biodiversität: 1. Schutz und Erhalt von Arten 2. Schutz von Habitaten 3. Defektareale (4. Biotopverbund, -aufbau)	1. Amphibien auf AF (NQZ*8), Säugetiere (NQZ9), brütende Säugetiere (NQZ11), Ackerwildkrautarten (NQZ13), blütenreiche Ackerbereiche (NQZ 15), Förderung von Selbstregulationsprozessen durch Erhalt von Prädatoren und Parasitoide (NQZ14) 2. Erhalt Nahrungshabitat (NQZ10) 3. Neuanlage von Habitaten für Flora und Fauna: Feldlerche, Laufkäfer, Feldversuch im Projekt 4. Aufbau interner Biotop-Verbundsysteme (NQZ12)	Gesellschaft, (Betrieb)
13	Ökologisch 1. (vermeidene negative) abiotisch 2. Bodenschutz (on-farm) 3. Verringerung chemische Verunreinigung (on & off-farm) 4. Wasserschutz (off-farm)	1. Minimierung Erosion (NQZ2), Verdichtung; Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit, Wasserführung, Erhaltung des bestehenden Humusgehaltes (NQZ1) 2. Pestizidapplikation sehr genau, daher Minimierung der negativen Effekte auf Ackerflächen (NQZ5) und auf benachbarte Lebensräume (NQZ6) 3. Verminderung N-Auswaschung durch angepasste Düngung Schutz Still und Fließgewässer (NQZ3), Schutz terrestrischer Biotope (NQZ4)	Gesellschaft (Betrieb)
14	Kulturlandschaft	Landschaftsbild (NQZ7: Erhalt und Wiederherstellung von standörtlichen Unterschieden und Gradienten auf AF)	Gesellschaft
*ZR: Zuckerrüben, NQZ: Naturschutzqualitätsziel Quelle: eigene Erstellung nach: Fa. Proplant 2005, HILLERT et al. 2004, HÜTER et al. 2005, JÖRNS. 2005, LANDRATSAMT KÖTHEN 1995, preagro I 2004, KLÖPFER 2005, KORDUAN 2005, STEINBERGER 2005, TÄGER-FARNY 2005			

Technisch betrachtet bietet sich beim Einsatz von Precision Farming eine zusätzliche Aufrüstung mit Parallel-Fahrssystemen und automatischen Lenkeinrichtungen an. Mit dieser Zusatztechnik können die Feldarbeiten noch präziser bzgl. Einhaltung der Fahrspuren und Verminderung von Überlappung durchgeführt werden (ohne Zusatztechnik bis zu 10% Überlappung (TÄGER-FARNY 2005, HÜTER et al. 2005)). Durch diese Zusatzausrüstung, die einerseits ökonomische Vorteile ab ca. 300 ha Flächenausstattung liefert (bei einer Fruchtfolge von 50 % Getreide, 25 % Zuckerrüben, 25 % Körnermais, einer Betriebsmitteleinsparung im WW von bspw. 17,77 €/ha und jährlichen Gesamtkosten von 3.000,- €) (HÜTER et al. 2005, Kap. 3), wird andererseits möglicherweise der Verlust von Segetalarten in den Randbereichen der Schläge durch präzisere Bearbeitung noch zusätzlich verstärkt. Somit wäre eine Aufrüstung bei Precision Farming mit dieser Parallel-Fahrssystem-Technik als direkt ökonomisch positive, aber auch indirekt ökologisch negative Folgewirkung zu betrachten, wobei dies als absolut qualitative Aussage zu verstehen ist.

Schließlich fasst die Effektgruppe der *Intangibles* (Tabelle 10) die wohl am schwierigsten monetarisierbaren sozialen Effekte zusammen. Precision Farming kann potentiell einen positiven Beitrag zur Erhaltung des „menschlichen Wohlbefindens“ über gute Umweltqualität und hohe Nahrungsmittelqualität leisten. Aus Gesprächen mit den landwirtschaftlich praktizierenden Projektpartnern, sowie aus Umfragen auf der Agritechnica 2001 und 2003 (JÜRGENS & REICHARDT 2005) ergaben sich Vorteile einer Anwendung der Precision Farming Technologie im Landbau bzgl. eines Aufzeigens neuer Perspektiven, also Entwicklungspotentials, für die Landwirtschaft. Dies wurde

als „Horizontenerweiterung“ durch Weiterbildung und Schulungen im technisch-informatischen Bereich bezeichnet. Dadurch kann die Landwirtschaft ein positives Image erreichen. Als „high-tech Agrimanager“ wird der Beruf des Landwirtes für junge Menschen wieder attraktiv. Somit trägt Precision Farming auch erheblich zur Motivation bei, in dem Sektor der Landwirtschaft beruflich tätig zu bleiben.

Als entscheidender Punkt für die Gruppe der Intangibles stellt sich eine deutliche Förderung des Umweltbewusstseins der Landbewirtschaftler heraus, die durch die Technologie des Precision Farming hervorgerufen wird. Die von allen Seiten betonte erhebliche Sensibilisierung der Landwirte hin zum Boden mit seinen vielfältigen Eigenschaften und zu Pflanzen mit ihren unterschiedlichen Ansprüchen ist der Ansatzpunkt, an dem die Landwirte aktiv an einer Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft mitwirken und sich dessen auch ganz bewusst werden, im Gegensatz zu einer schlageinheitlichen Bewirtschaftungsweise.

Tabelle 10: Intangibles des Precision Farming

Table 10: Intangibles of precision farming

Beschreibung der Wirkung		Ebene
Gruppen/Untergruppe	Untergruppen spezifisch, genauer	Betrieb, Gesellschaft
<b>Nutzen</b>		
15	„Menschliches Wohlergehen“	Lebensqualität, Erholung, gesunde Nahrung, Umweltqualität
16	Aufbau von Perspektiven, Entwicklungspotential für die Zukunft der Landwirtschaft 1. Technischer Fortschritt auch in Landwirtschaft 2. positives Image 3. Motivation	1. Horizontenerweiterung durch Einsatz neuer Technologie, Weiterbildung, Schulung 2. Landwirt als „high-tech agri-manager“ 3. für junge Menschen, keine Abwanderung aus ländlichen Regionen
17	<b>Förderung des Umweltbewusstseins</b>	<b>Sensibilisierung für Boden und Pflanze!</b>
Quelle: eigene Erstellung nach: JÜRGENS & REICHARDT 2005, SOMMER 2005, SCHNEIDER 2005, TÄGER-FARNY 2005		

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Wirkungskette der direkten-indirekten Wirkungen des Precision Farming recht einseitig ist und die landwirtschaftlichen Betriebe mit Aufwendungen wesentlich stärker belastet als die Gesellschaft. Direkte Kosten beim Einsatz von Precision Farming zur Nahrungsmittelproduktion fallen auf der Betriebsebene an, die Volkswirtschaft profitiert von einer Vielzahl von positiven Umwelteffekten. Ist das so gerechtfertigt?

Ansatzpunkt für eine bewertende Betrachtung obiger Aussage ist die Annahme, dass der Landwirt mit entsprechenden Verfügungsrechten (eine bestimmte Handlung auf seinen Ackerflächen durchzuführen) ausgestattet sei. Rein qualitativ betrachtet kann also abschließend festgehalten werden, dass ein deutliches Ungleichgewicht zwischen dem landwirtschaftlichen Betrieb besteht, der die Hauptlast der Kosten von PF trägt, und dem Nutzen, der auf dieser betrieblichen Ebene über vermiedene Kosten eingefahren wird, sich aber durchaus positiv für die Gesellschaft im weiteren Verlauf (indirekt ökologische Effekte) gestaltet.

Allein bei dieser Betrachtung der Wirkungen, die von Precision Farming ausgehen, könnte man zu der Feststellung gelangen, dass eine Honorierung der Nutzen, die der Gesellschaft aus Precision Farming entstehen, von volkswirtschaftlicher Seite durchaus gerechtfertigt sei. Das Ungleichgewicht, das deutlich die Produzenten, also die Betriebsebene belastet, kann hierbei durch Zuwendungen seitens der Gesellschaft, also des Staates, in agrarpolitischer Förderung ausgeglichen werden.

Da sich aber die Identifizierung der Wirkungen auf rein qualitativer Ebene abspielt, sind die oben getroffenen Aussagen anhand einer quantitativen Belegung der formulierten Wirkungen mit monetären Werten im weiteren Verlauf der Nutzen-Kosten-Analyse zu überprüfen.

### **3.5.5 Soll-Ist-Vergleich mit den im Projektantrag angestrebten Ergebnissen bzw. vorgesehenen Meilensteinen**

Ziel der Arbeiten des Teilprojektes des Jahres 2005 war es zunächst einmal über eine fundierte Literaturrecherche eine gesicherte theoretische, methodische und inhaltliche Basis für die Identifizierung der relevanten realen Wirkungen (Kosten und Nutzen) des Projektes „flächenumfangreiche Einführung von Precision Farming“ zu erreichen. Die Identifizierung der Wirkungen sollte dann laut Arbeitsplan Ende des Jahres 2005 abgeschlossen sein, was anhand dieses Zwischenberichtes unter Punkt 3. und 4. bereits dokumentiert wurde.

### **3.5.6 Geplante nächste Arbeitsschritte**

Die vorliegende Identifizierung und Betrachtung der Wirkungen des Precision Farming spielt sich auf rein qualitativer Ebene ab und ist nicht empirisch, quantitativ belegt. Antwort auf die Frage nach der konkreten Höhe des gesellschaftlichen Nettonutzen wird es im nächsten Arbeitsschritt der Nutzen-Kosten Analyse geben. Die Bewertung der Effekte des Precision Farming versucht dabei möglichst alle realen Wirkungen des Precision Farming, auch die ökologischen, mit monetären Werten zu belegen, um so eine Vergleichsbasis für die Ermittlung des volkswirtschaftlichen Gesamtnutzens zu schaffen. Deshalb stellt dieser nächste Bewertungsschritt der Nutzen-Kosten Analyse eines der zentralen Elemente zur Durchführung der volkswirtschaftlichen Analyse dar. Aufbauend auf die Ergebnisse der Nutzen-Kosten-Analyse werden dann Gestaltungsoptionen für eine agrarpolitische Förderung herausgearbeitet.

### **3.5.7 Erkenntnisse aus Sicht der Arbeiten des Jahres 2005 für das Anliegen des Projektbereiches bzw. aus Sicht des Gesamtprojektes**

Aus Sicht der bisherigen Forschungsarbeiten des Jahres 2005 des Teilprojektes und des Verbundes geht hervor, dass direkte Kosten des Precision Farming vornehmlich auf Betriebsebene entstehen. Indirekte, ökologisch und sozioökonomische Nutzen entstehen aber primär auf der gesamtgesellschaftlichen Ebene. Da aber Daten im Verbundprojekt nur zu direkten Wirkungen und hier nur auf Betriebsebene zweier spezifischer Untersuchungsregion zur Verfügung stehen (aus Teilprojekt 3: Wirtschaftlichkeit) müssen auch die ökologischen und sozioökonomischen (gesellschaftlichen) indirekten Effekte anhand von Potentialen in den Agrarlandschaften direkt in den Beispielregionen bestimmt und bewertet werden.

Aus diesem Grunde wird die volkswirtschaftliche Analyse zunächst auf einer Nutzen-Kosten-Analyse auf regionaler Ebene beruhen. Je nach Datenqualität wird dann ein Versuch der „vorsichtigen“ Hochrechnung auf ganz Deutschland vorgenommen, um so zu empirisch untermauerten flächenumfangreichen Aussagen der volkswirtschaftlichen Bedeutung von Precision Farming zu gelangen. Das Endergebnis der volkswirtschaftlichen Nutzen-Kosten-Analyse wird demzufolge trotz absoluter Zahlenaussagen (Nettonutzen) als tendenzielle Bewertung über Spannweiten anzugeben zu sein.

### 3.5.8 zitierte Literatur/Quellen

- ANDEL, N. (1977): Nutzen-Kosten-Analysen. In: HEINZ HALLER, NORBERT ANDEL (Eds.), Handbuch der Finanzwissenschaft Bd. 1. Mohr. Tübingen, pp. 475-518.
- BMF (Bundesministerium der Finanzen, 1973): Erläuterungen zur Durchführung von Nutzen-Kosten-Untersuchungen. 202-213. In: MinBIFin S. 293 des Bundesministers der Finanzen und des Bundesministers für Wirtschaft mit Veröffentlichungen des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau.
- HANUSCH, H. (1987): Nutzen-Kosten-Analyse. (Wiso-Kurzlehrbücher:). Verlag Vahlen; München.
- HILLERT, D., AHRENS, H., HARTH, M. (2004): Modellgestützte Politikberatung im Naturschutz: Zur optimalen Flächennutzung in der Agrarlandschaft des Biosphärenreservates „Mittlere Elbe“. Agrarwirtschaft 53, Heft 3, pp 131-141.
- HUFNAGEL, J., HERBST, R., JARFE, A., WERNER, A. (2004): Precision Farming: Analyse, Planung, Umsetzung in die Praxis. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Darmstadt.
- HÜTER, J., KLOEPFER, F., KLÖBLE, U. (2005): Elektronik, Satelliten und Co. Darmstadt.
- JÜRGENS, C. & REICHARDT, M. (2005): Akzeptanz von Precision Agriculture in Deutschland Verbundprojekt *pre agro II*-Teilprojekt 6: Ergebnisbericht zu der Umfrage während der AGRITECHNIKA 2001 und 2003.
- LANDRATSAMT KÖTHEN (1995): Landschaftsrahmenplan des Landkreises Köthen. Landschaftsplanung Dr. Reichhoff. Köthen.
- LEITHOLD, P. (2006): Leistungspotential des N-Sensors auf die Qualität (Folie Firma AgriCon, Teilprojekt 11, *pre agro II*). Informelles Gespräch.
- Preagro I (2004): Managementsystem für den ortsspezifischen Pflanzenbau, Verbundprojekt preagro, Abschlußbericht. Müncheberg. ZALF
- SCHNEIDER, M. & WAGNER, P. (2005): Herangehensweise an eine ökonomische Bewertung von Precision Farming. Arbeitspapier *pre agro II*, TP 3.
- SCHOLLES, F. (2001): Die Kosten-Nutzen-Analyse, Planungsmethoden in der Praxis, Zielsysteme in der Planung, Abwägung und Entscheidung, Messung, Indikation, Abwägung und Entscheidung, Planung unter Unsicherheit: Eintrittswahrscheinlichkeit, Nutzwertanalyse Weiterentwicklung, Grundfragen der Bewertung. In: FÜRST, D.; SCHOLLES, F. (Eds.), Handbuch Theorien + Methoden der Raum- und Umweltplanung. Dortmund,
- WAGNER, P. & SCHNEIDER, M. (2005): Aspekte der Wirtschaftlichkeit von Precision Farming. Arbeitspapier *pre agro II*, TP 3.

Bilateraler Informationsaustausch innerhalb des Verbundes:

Fa. Proplant. 2005. Teilprojekt 10.

Jörns, S. 2005. Teilprojekt 4.

Kloepfer, F. 2005. Teilprojekt 19.

Korduan, P. 2005. Teilprojekt 7.

Traphan, K. 2006. Teilprojekt 11.

Schneider, M. 2005. Teilprojekt 3.

Schwarz, J. 2005. Projektbereich 4.

Sommer, M. 2005. Projektbereich 3.

Steinberger, G. 2005. Teilprojekt 8.

Täger-Farny, W. 2005. Praxisbetrieb im Verbundprojekt.

**Anschrift der Autoren:**

Dipl.-Ing. agr. Isabella Karpinski  
Prof. Dr. Klaus Müller  
Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V.  
Institut für Sozioökonomie  
Eberswalder Straße 84  
15374 Müncheberg  
Telefon: 033432/82-209, -333  
Telefax: 033432/82308  
E-Mail: karpinski@zalf.de  
kmueller@zalf.de