

**Zeitschrift:** Landtechnik Schweiz  
**Herausgeber:** Landtechnik Schweiz  
**Band:** 83 (2021)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Low-Cost-Lensystem  
**Autor:** Pfister, Andreas  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1082195>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 03.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



Andreas Pfister gibt auf einem handelsüblichen Windows-Tablet die notwendigen Parameter für die angebaute oder angehängte Maschine im «AgOpenGPS»-Programm für die bevorstehende Feldarbeit ein. Bilder: R. Engeler

## Low-Cost-Lenksystem

Entspanntes Fahren, gerade Linien auf dem Feld und keine zeitraubenden Wendemanöver: Das versprechen die Anbieter von (teuren) Lenksystemen. Es geht aber auch günstiger.

**Andreas Pfister\***

Bisher erleichterten Lenkautomaten nicht nur die Feldarbeit, sondern auch das Portemonnaie des Landwirts. Die Anschaffungspreise für ein automatisches Lenksystem mit RTK-Korrektur bewegen sich von CHF 14 000 an aufwärts. Landwirten, die ihren Traktor selber nachrüsten wollen, steht nun eine kostengünstige Alternative zur Verfügung: Die Open-Source-Software

«AgOpenGPS» (AOG) ist gratis und lenkt den Traktor von einem normalen Windows-Tablet aus. AOG wurde von einem kanadischen Landwirt gegründet mit dem Ziel, damit etwas Gemeinnütziges für die Landwirtschaft zu tun.

Mittlerweile entwickelt eine wachsende Gruppe aus nordamerikanischen und europäischen Landwirten die Software weiter. Für genaue Arbeiten wie Saat oder Hacken braucht AOG wie die kommerziellen Systeme ein lokales RTK-Korrektursignal. In der Schweiz gibt es verschiedene Anbieter von Korrekturdiensten, die

im Moment zwischen CHF 700 und 1200 pro Jahr und Lizenz kosten. Auf Kosteneffizienz ausgerichtete Projekte wie AOG sind besonders dort populär, wo kostenlose RTK-Korrektursignale zur Verfügung stehen. Es ist zu hoffen, dass dies in naher Zukunft auch in der Schweiz der Fall sein wird.

### Hardware und Kosten

Im Gegensatz zu den fertig entwickelten kommerziellen Systemen muss der AOG-Nutzer sein System aus Einzelteilen selbst aufbauen. Dazu gehören das Löten einer

\* Andreas Pfister ist Student der Agrarwissenschaften im 6. Semester an der ETH in Zürich und kommt aus Uster ZH.



Leiterplatte, die Montage von Lenkwinkelsensor und Lenkradmotor sowie die Installation des GNSS-Empfängers. Als zentrales Bauteil verbindet die Leiterplatte den Lenkwinkelsensor mit dem Lenkradmotor. Ein Arduino-Controller (= frei programmierbarer Mini-PC für weniger als CHF 50) sitzt auf der Leiterplatte und ist via USB-Kabel mit dem Tablet verbunden. Ebenfalls durch ein USB-Kabel ist der GNSS-Empfänger mit dem Tablet verbunden. Optional kann das System mit Kompass, Neigungswinkelsensor oder einer zweiten GNSS-Antenne ergänzt werden.

Eingekauft werden die meisten Teile direkt bei den Herstellern in China, Kanada und Europa oder auf Ebay. Erfahrene AOG-Nutzer empfehlen bestimmte Komponenten; etwa den präzisen F9P-GNSS-Empfänger mit Schweizer Technologie von u-blox für CHF 230. Dieser ist – abgesehen vom Tablet – die teuerste Komponente des Lenkradmotor-basierten Lenksystems.

Beim hydraulischen System dürfte hingegen das Lenkventil die teuerste Komponente sein. Die normgerechte Zeichnung der zentralen Leiterplatte ist frei zugänglich. Mit dieser Zeichnung können alle die Leiterplatten selber fertigen lassen. Beim chinesischen Hersteller JLCPCB kostet das CHF 1 pro Stück, plus CHF 25 für den Versand in die Schweiz. Als Lenkwinkelsensor kommen lineare oder rotierende Potentiometer zum Einsatz. Ein günstiges Modell kostet im Autoteilehandel CHF 25. Einen zuverlässigen Lenkradmotor inklusive Spannungswandler von 12 auf 24 Volt gibt es für CHF 120. Insgesamt belaufen sich die Materialkosten auf CHF 1000 bis 3000. Die grosse Bandbreite ergibt sich aufgrund der verschiedenen Ausstattungsvarianten (Lenkradmotor vs. Lenkventil, Kompass, Neigungssensor, zwei Empfänger) und der Qualitätsansprüche des Nutzers. Letztere sind insbesondere bei der Wahl des Tablets von Bedeutung: Gebrauchte Modelle gibt es auf Ebay/Ricardo ab CHF 350. Für ein neues Gerät speziell für den Einsatz unter rauen Bedingungen sind dagegen CHF 1500 fällig.

### Software und Funktionsweise

AOG ist eine Open-Source-Software. Jeder kann das Programm gratis herunterladen und verwenden. Ebenfalls Teil der kostenlosen Lösung ist die Logik für den Arduino-Controller auf der selbst gelöteten Leiterplatte. Fortgeschrittenen Nutzern stehen Codes für die Integration der Heckhydraulik sowie die automatische

Schaltung von acht Teilbreiten, beispielsweise an Pflanzenschutzspritzen oder Sämaschinen, zur Verfügung. Vor der eigentlichen Arbeit mit dem System werden Felder, respektive die Feldränder, eingegeben und abgespeichert. Es empfiehlt sich, diese immer mit dem System einzumessen, indem entweder mit dem Traktor der Feldrand abgefahren oder dieser nur mit Tablet und GNSS-Empfänger umschritten wird. Anschliessend werden eine oder mehrere Geraden und Kurven der Feldkontur als Führungslinien ausgewählt. Alternativ können Feldgrenzen aus einem GIS-Programm im Format KML importiert werden. So ist es möglich, mit den amtlich erfassten Parzellengrenzen zu arbeiten.

In der Regel sind drei Führungslinien sinnvoll: Eine Linie in Längsrichtung und je eine für die beiden Vorgewende. Zusätzlich werden die Breite der Vorgewende sowie Wenderadius, Arbeitsbreite, Gelenke und Länge des Anbaugeräts definiert. AOG steuert nun den Traktor auf dem Feld entlang der aktiven Führungslinie und wendet ihn auf dem Vorgewende. Beim Wenden werden Bahnen übersprungen, um das Rückwärtsfahren zu vermeiden. Ob der Traktor nach links oder nach rechts wendet, und wie viele Bahnen er dabei auslässt, bestimmen die Bedienpersonen selbst.

Sind Folgebearbeitungen wie Hacken nötig, bietet AOG eine Aufzeichnungsfunktion. Damit lässt sich die tatsächlich gefahrene Bahn des Sättrakts oder – mit

einem zusätzlichen Empfänger auf der Maschine – sogar jene der Sämaschine speichern und später als Führungslinie fürs Hacken verwenden. Fahrgassen bleiben nach der Saat sichtbar auf dem virtuellen Feld.

### Praxiseinsatz

Der Autor hat auf seinem Betrieb wie oben beschrieben ein AOG-Lenksystem gebaut und damit einen John Deere «6115» ausgerüstet. Abgesehen von kleinen Pannen wie einem USB-Kabel mit Wackelkontakt und einem «springenden» Kompass bewährt sich AOG im Einsatz. Bei der Software ist aber noch nicht alles perfekt. Das zeigte sich zum Beispiel mehrmals beim Wenden auf dem Vorgewende: AOG wollte den Traktor statt in der üblichen U-Form mit einer unnötigen Schleife auf die neue Bahn bringen.

Es wurde festgestellt, dass beim Abfahren von Kurvenlinien, insbesondere beim Wenden, zwei Antennen empfehlenswert sind. Mit Hilfe des günstigeren Kompasses (technisch korrekte Bezeichnung: IMU) kann auch mit nur einer GNSS-Empfangsantenne die Traktorausrichtung bestimmt werden; der Messwert ist aber oft um über 10° falsch. Fürs Geradeausfahren reicht das. Beim Wenden landet man jedoch mehr als 10 cm neben der neuen Bahn. Damit der Traktor beim Rückwärtsfahren auch auf der Spur bleibt, ist beim aktuellen Software-Stand ebenfalls die Zwei-Antennen-Lösung nötig. Damit ist der Traktor am Anfang einer Bahn bereits



Steuerungskasten mit selbst gelöteter Leiterplatte und den GPS-Empfängern.



am richtigen Ort. Mit dem Einzelantennen-Setup braucht das System mehrere Meter, bis der Traktor stabil in der Spur fährt. Fürs Güllen reicht das, beim Säen beispielsweise stören die leichten Schlangenlinien am Anfang des Feldes.

Damit bei der Saat der Anschluss passt, sind drei Punkte zu beachten: Ohne RTK-Korrektursignal geht es nicht. Die Position der Antenne auf dem Traktor muss genau bestimmt und in AOG eingegeben werden. Weiter muss die Sämaschine in der Flucht des Traktors ausgerichtet und fixiert sein. Unter diesen Voraussetzungen gelang die Triticale-Saat hervorragend, einschliesslich automatischer Wendemanöver. Beim Wenden am Hang mit ausgehobener Säkombination musste mit der Einzelradbremse etwas nachgeholfen werden. Ein Einzelbaum am Feldrand führte bei den äussersten zwei Bahnen aufgrund des Signalverlusts zu Schlenkern an jener Stelle. Ansonsten war die Signalqualität durchwegs «RTK fix», sprich ausgezeichnet.

### Stärken

In flachem Gelände bis 5° Neigung macht AOG Freude. Dank dem präzisen Empfänger kann es das Low-Cost-System hier durchaus mit seinen teuren kommerziell angebotenen Konkurrenten aufnehmen. Voraussetzungen sind eine saubere Montage des Lenkwinkelsensors und die sorgfältige Einstellung der Software-Parameter.

Die automatischen Wendemanöver am Feldrand sparen Arbeitszeit. In der Praxis

funktioniert das Wenden mit der Zwei-Antennen-Lösung gut. Die farbliche Markierung der bearbeiteten Fläche auf dem virtuellen Feld hilft einerseits, bei «unsichtbaren» Arbeiten wie dem Düngerstreuen die Übersicht nicht zu verlieren und insbesondere beim mehrmaligen Anfahren eines Feldes den Anschluss zu finden. Sie ist aber auch praktisch, weil so die Flächenleistung, die Restfläche und die verbleibende Arbeitszeit stets aktuell angezeigt werden und beim Überspringen von Fahrspuren – speziell in der Nacht – keine Lücken entstehen.

Ein Vorteil gegenüber kommerziellen Systemen ist der Umstand, dass der Nutzer Zugriff auf sämtliche Einstellungen und Komponenten hat. Funktioniert etwas nicht, kann das Problem selbst oder via Forum beziehungsweise Chat mithilfe der AOG-Community behoben werden.

Das AOG-Lenkssystem lässt sich schrittweise auf- und umbauen. Am Anfang steht oft ein bescheidenes Lenksystem mit Einzelantenne und Lenkradmotor. Später kann eine zweite Antenne oder ein hydraulisches Lenkventil montiert werden. Am Ende ist auch noch die Heckhydraulik sowie die Teilbreitenschaltung automatisierbar. Programmierkenntnisse sind dabei von Vorteil, aber nicht zwingend.

Die Zukunft von AOG sieht dank der wachsenden und aktiven Community vielversprechend aus. Insbesondere in Deutschland setzen viele junge Landwirte auf das Low-Cost-System. Darunter gibt es einige «Cracks», die das System weiterentwickeln

und Neulingen auf die Sprünge helfen. Im Hinblick auf den Datenschutz ist die Tatsache, dass alle von AOG gesammelten Daten beim Landwirt bleiben, ein Vorteil, der in Zukunft noch an Relevanz gewinnen dürfte. Die Software ist zu 100% transparent und als Open-Source-Lösung unabhängig von Firmen und Staat. Selbst die Nutzung eines RTK-Korrekturdienstes ohne Bekanntgabe der eigenen Position ist in AOG möglich.

### Schwächen

Am Hang zeigt sich, dass die Software von einem Flachländer geschrieben wurde: Dem Lenkregler in AOG fehlt ein Integralterm für präzise Arbeiten am Hang. Der aktuelle Algorithmus regelt die Lenkung so, dass der Traktor im Falle einer Abweichung von der Führungslinie wieder auf diese zufährt. Driftet ein Traktor beispielsweise mit einer Säkombination hinten ab, zeigt er zwar auf die Führungslinie zu, bleibt aber immer darunter.

Software-Fehler, wie das Hin- und Herspringen des virtuellen Traktors beim Wechsel der Fahrtrichtung, treten in AOG definitiv häufiger in Erscheinung als in einem kommerziellen System. Diese Fehler sind zwar selten «lebensbedrohlich», aber dennoch ärgerlich. Ein Nachteil gegenüber kommerziellen Systemen sind auch die von AOG empfohlenen, günstigen IMU (Sensoren für Ausrichtung und Neigungswinkel). Die aktuell verwendeten IMU driften mit der Zeit, sie weisen Rauschen auf und sie reagieren empfindlich auf Stahlteile in ihrer Nähe. Die Zwei-Antennen-Lösung für AOG, die von einem deutschen und einem österreichischen Landwirt entwickelt wurde, macht diese Sensoren überflüssig und ist aktuell die beste Lösung für anspruchsvolles Gelände und Kurvenfahrten. Mit der Einbindung neuer, besserer IMU und entsprechenden Anpassungen der Software, wird die Einzelantennen-Lösung in nächster Zeit aber wieder aufholen.

Schliesslich ist man bei Problemen mit Open-Source-Lösungen auf sich selbst gestellt. Der bei kommerziellen Lösungen häufig notwendige Anruf beim Kundendienst ist nicht möglich. Ebenso ist niemand da für die Montage, Einführung und Aktualisierung der Systeme.

### Fazit

Perfektionisten lassen besser die Finger von AOG. Es muss in Kauf genommen werden, dass man bei Problemen selbst für die Lösung schauen muss. Wer gerne



Der Lenkradmotor wurde unterhalb der Frontscheibe in der Kabine platziert.



## Workshop

Für Interessierte wird der SVLT in Zusammenarbeit mit Andreas Pfister diesen Sommer einen oder mehrere Workshops organisieren. Im Rahmen dieses Workshops lötet man gemeinsam die Leiterplatten und verdrahtet diese mit dem Lenkwinkelsensor und dem Motor. Ziel dieses Workshops ist es, dass am Ende jeder Teilnehmer eine funktionierende Basis hat und diese zuhause auf dem Traktor montieren kann. Nähere Angaben zu diesen Workshops folgen in einer der nächsten Ausgaben der «Schweizer Landtechnik» und auf der Website [www.agrartechnik.ch](http://www.agrartechnik.ch).



Die Antenne auf dem Traktor für den Empfang der Satelliten-Signale.

tüftelt und sich nicht an einer Dauerbaustelle auf dem Traktor stört, sollte sich das Low-Cost-System genauer anschauen. Die Suche nach den zahlreichen Hardware-Bestandteilen von AOG braucht Ausdauer. Eine Garantie, dass alles passt, gibt es nicht. Die grosse Anzahl Lieferanten bringt hohe Versandkosten im Verhältnis zum Warenwert mit sich. Ausserdem sind manche Lieferanten im Ausland nicht so zuverlässig. Ein spanischer Elektronik-Händler lieferte gar nicht. Das bereits überwiesene Geld musste in einem aufwändigen Verfahren zurückverlangt werden. Ein auf Ebay gekauftes Tablet meldete plötzlich: «Batterie-Rückruf. Der

Akku könnte überhitzen und sich entzünden.» Fairerweise muss man hinzufügen, dass es nur CHF 350 gekostet hatte. Vor dem Hintergrund der aktuell laufenden Evaluation neuer IMU empfiehlt sich für Neueinsteiger der Start mit einem Einzelantennen-Setup. Die IMU oder eine zweite Antenne können jederzeit nachgerüstet werden. Der Aufbau des eigenen Lenksystems hat den Nebeneffekt, dass man bezüglich der Bedienung des Traktors und der Systeme einiges dazulernt in

den Bereichen Elektronik und Programmieren. Unter Umständen wird AOG so zum Türöffner für weitere Automatisierungsprojekte auf dem Hof.

Der Austausch mit anderen innerhalb der AOG-Gemeinschaft kann bereichernd sein. Die Schweizer AOG-Nutzer tauschen sich im Telegram-Chat «Cerea und AOG Schweiz» aus. Dort können zum Beispiel Besichtigungen vereinbart oder gemeinsame Einkäufe und Montagen aufgegleist werden. ■

«Der Giant G3500 Z beweist seine erstaunliche Einsatzvielfalt jeden Tag. Dank seiner beeindruckenden Hubkraft, dem kleinen Wenderadius, der guten Rundumsicht und der beachtlichen Fahrleistung bewältigen wir die anfallenden Arbeiten schnell und sicher.»



**Rolf Hinder**  
Geschäftsführer  
Hinder Viehvermarktungscenter  
Ostschweiz



**Aggeler**  
FÖRDER- UND  
HEBETECHNIK

Zürich · Ostschweiz  
Liechtenstein · Tessin  
Aggeler AG  
9314 Steinebrunn  
071 477 28 28  
[www.aggeler.ch](http://www.aggeler.ch)

Ihre zuverlässigen Giant-Partner  
mit über 20 Jahren Erfahrung

**leiser**

Innerschweiz · Bern  
Nordwestschweiz  
A. Leiser AG  
6260 Reiden  
062 749 50 40  
[www.leiserag.ch](http://www.leiserag.ch)