

Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln in Winterroggen und Speisekartoffeln unter ökologischen Anbaubedingungen



Abschlussbericht 2013

Forschungsnummer 4/17

im Forschungskomplex:

Ökologischer Landbau

Stand: Dezember 2013

Bearbeiter: Andreas Titze

GLIEDERUNG

	Seite
1	Einleitung
2	Material und Methode
2.1	Standortbeschreibung
2.2	Versuch mit Winterroggen
2.3	Versuch mit Speisekartoffeln
3	Ergebnisse und Diskussion
3.1	Winterroggen
3.1.1	Kornertrag
3.1.2	Qualitätsparameter Winterroggen
3.2	Speisekartoffeln
3.2.1	Knollenertrag
3.2.2	Qualitätsparameter und Krankheitsbefall
4	Schlussfolgerungen

Tabellenverzeichnis

	Seite
Tab. 1:	Nährstoffversorgung am Standort Gülzow
Tab. 2:	Eingesetzte Präparate im Winterroggen (Aufwandmenge und Kosten je ha, jeweils einmalige Ausbringung, incl. Ausbringungskosten)
Tab. 3:	Eingesetzte Präparate in Speisekartoffeln (Aufwandmenge und Kosten je ha, jeweils zweimalige Ausbringung, incl. Ausbringungskosten)
Tab. 4:	Proteingehalt und Hektolitergewicht von Winterroggen bei Behandlung mit verschiedenen Mikroorganismenpräparaten (Mittelwerte 2009-2011)
Tab. 5:	Stärkewerte der Speisekartoffeln 2010 bis 2012 (in % der TM)

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abb. 1:	Niederschlagsmengen und Temperaturen am Standort Gülzow (30-jähriges Mittel)
Abb. 2:	Kornertrag Winterroggen 2009 – 2011 mit Intervallen für den paarweisen Vergleich (90%)
Abb. 3:	Kornertrag und kostenbereinigter Kornertrag Winterroggen 2009 – 2011 (Prozentangaben, rel.)
Abb. 4:	Marktwareertrag und kostenbereinigter Marktwareertrag 2010 – 2012 (Prozentangaben, rel.)

Tabellenverzeichnis Anlage

	Seite
Tab. A 1:	Erträge und Grenzdifferenzen der einzelnen Versuchsjahre des Winterroggenversuchs (Mittelwert aus 4 Wiederholungen, in dt/ha)
Tab. A 2:	Marktwareerträge und Grenzdifferenzen der einzelnen Versuchsjahre des Speisekartoffelversuchs (Mittelwert aus 4 Wiederholungen, in dt/ha)

Abbildungsverzeichnis Anlage	Seite
Abb. A 1: Monatsniederschläge 2009 und langjähriges Mittel am Standort Gülzow	15
Abb. A 2: Monatsniederschläge 2010 und langjähriges Mittel am Standort Gülzow	15
Abb. A 3: Monatsniederschläge 2011 und langjähriges Mittel am Standort Gülzow	16
Abb. A 4: Monatsniederschläge 2012 und langjähriges Mittel am Standort Gülzow	16

Zusammenfassung

Die bedarfsgerechte Stickstoffversorgung wachsender Pflanzenbestände im Frühjahr ist für ökologisch wirtschaftende Landwirte eine besondere Herausforderung. Um diesem Ziel näher zu kommen, werden zunehmend stickstoffbindende Bakterienstämme eingesetzt, die in freier Assoziation mit der Pflanze leben. Ein Teil des gebundenen molekularen Stickstoffs soll den Pflanzen nach entsprechender Reduktion als Nährstoff zur Verfügung stehen. Über die Wirksamkeit derartiger Präparate im freien Feld ist aber – insbesondere unter den Bedingungen nordostdeutscher Grenzstandorte – vergleichsweise wenig bekannt.

Deshalb wurde ihre Wirkung auf Ertrag und ausgewählte Qualitätsparameter in Winterroggen und Speisekartoffeln im Rahmen einer Versuchsserie auf dem ökologischen Versuchsfeld der LFA MV untersucht.

In dem von 2009 bis 2011 durchgeführten Versuch mit Winterroggen konnte nach Applikation der Präparate Twin-N, Azobac und Akra-N in jedem Versuchsjahr ein Mehrertrag gegenüber der unbehandelten Kontrolle gemessen werden. Dieser belief sich im Versuchsmittel nach einmaliger Behandlung mit Azobac auf 3,6 dt/ha gegenüber 2,5 dt/ha für Akra-N sowie 1,5 dt/ha für Twin-N. Allerdings konnte keiner dieser Mehrerträge statistisch abgesichert werden. Zudem wurden die Behandlungseffekte durch sehr hohe Jahreseinflüsse überlagert. Unter Berücksichtigung der Applikationskosten sowie aktueller Erzeugerpreise für ökologisch erzeugten Winterroggen verblieb nur für die Präparate Azobac und Akra-N ein geringer kostenbereinigter Mehrertrag. Hinsichtlich der Qualitätsparameter Proteingehalt oder Hektolitergewicht konnte kein Behandlungseinfluss gegenüber der unbehandelten Kontrolle festgestellt werden. Dies betraf auch das Auftreten von Krankheiten im Bestand.

Im Versuch mit Speisekartoffeln 2010 bis 2012 zeigten sich ebenfalls Behandlungseffekte der Präparate Azotovit, Azobac und Akra-N. Allerdings konnten die im dreijährigen Mittel erzielten Mehrerträge statistisch nicht gesichert werden. Im Jahr 2012 wurde nach Applikation von Azobac ein Mehrertrag von 30 dt/ha Marktware gemessen. Insgesamt überlagerten auch im Speisekartoffelversuch vergleichsweise hohe Jahreseffekte die Behandlung. Qualitätsparameter wie Stärkegehalt oder Lagereigenschaften der Knollen veränderten sich ebenso wenig unter dem Einfluss einer Behandlung wie das Auftreten von Krankheiten im Feld. Auch hier überwogen deutliche Jahreseffekte. Selbst unter Berücksichtigung der jüngst gestiegenen Erzeugerpreise für Öko-Speisekartoffeln muss der Einsatz der Präparate durch den Landwirt genau geprüft werden.

Aus den erzielten Ergebnissen lässt sich ein tendenzieller Mehrertrag durch Einsatz der geprüften Präparate für Grenzstandorte der Anbaugebiete D-Nord/MV-Süd ableiten. Im Übrigen sollten ertragssteigernde Maßnahmen mit Gratisseffekt wie eine optimale Fruchtfolgegestaltung oder die Wahl geprüfter, standortgerechter Sorten den Vorrang haben.

1 Einleitung

Präparate auf der Basis von Mikroorganismen bilden innerhalb der für den ökologischen Landbau verfügbaren Betriebsmittel eine vergleichsweise kleine Gruppe. So sind in der Betriebsmittelliste 2012 des Institutes für biologischen Landbau (FiBL) in den Bereichen Düngemittel und Bodenverbesserer etwa 50 Präparate mit der Zielrichtung einer verbesserten Nährstoffversorgung der Pflanze aufgeführt. Die Gesamtzahl der in dieser Rubrik gelisteten Handelsprodukte beläuft sich dagegen auf mehr als 500. Allerdings ist seit einigen Jahren eine überproportionale Zunahme des Angebotes von Bakterienpräparaten zu beobachten. Eine besondere Rolle nehmen dabei Stämme der Gattungen *Bacillus spec.*, *Azotobacter spec.*, *Azospirillum spec.* sowie *Azorhizobium spec.* ein. Diese - meist frei beweglichen Bakterien - können unter aeroben Bedingungen entweder elementaren Stickstoff binden oder zur Aufspaltung von P- bzw. K-Verbindungen im Boden beitragen. Dadurch soll sich die Nährstoffverfügbarkeit im unmittelbaren Wurzelbereich und – bei entsprechenden Bedingungen – auch die direkte Nährstoffaufnahme der Pflanze ohne zusätzlichen Düngemiteleinsatz verbessern. Darüber hinaus können einige Vertreter der o.g. Gattungen die Wurzel- bzw. Wurzelhaarbildung fördern, so dass ein größeres Bodenvolumen erschlossen sowie eine verbesserte Wasseraufnahme erreicht werden kann.

Diese Eigenschaften sind deshalb von besonderem Interesse, weil eine bedarfsgerechte Stickstoffversorgung wachsender Pflanzenbestände unter ökologischen Bedingungen generell schwierig ist. Temporäre Unterversorgung lässt sich selbst bei optimaler Fruchtfolgestellung kaum vermeiden, wenn die Mineralisierungsbedingungen im Boden ungünstig sind. Dies ist unter den subkontinentalen Klimabedingungen Mecklenburg-Vorpommerns gerade bei Frühjahrstrockenheit der Fall.

Mit der Aufnahme in die Betriebsmittelliste des FiBL wird dem Anwender aber lediglich bestätigt, dass die Handelsprodukte den Richtlinien des ökologischen Landbaus entsprechen. Eine Prüfung der Wirksamkeit ist im Rahmen des Listungsverfahrens weder möglich noch beabsichtigt. Wegen des fehlenden gesetzlichen Wirknachweises erfolgt auch keine entsprechende Prüfung seitens der zuständigen Behörden.

Vorarbeiten zur Frage des Einflusses derartiger Bakterien auf Ertrags- und Qualitätsparameter landwirtschaftlicher Kulturen sind von Bashan et. al.(1988), Belimow et. al. (1995) sowie Höflich et. al. (1992, 1994, 1995) geleistet worden. Die Untersuchungen dazu fanden in Klimakammern, Gewächshäusern und auch im Freiland, meist arider, Klimaregionen statt. Deren Ergebnisse sind allerdings nicht ohne weiteres auf Feldbedingungen in Mecklenburg-Vorpommern übertragbar.

Hinzu kommt, dass den Anbietern derartiger Präparate als Beleg für die Wirksamkeit häufig kaum überprüfbare Beobachtungen aus entfernten Regionen oder nur wenig belastbare Ergebnisse aus Praxisbetrieben dienen.

Deshalb wurde im Rahmen eines Forschungsvorhabens der LFA M-V die Wirkung verschiedener Mikroorganismenpräparate auf Ertrags- und Qualitätsparameter von Winterroggen und Speisekartoffeln auf einem langjährig ökologisch bewirtschafteten Standort untersucht. Um dabei Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wurden ausschließlich Produkte berücksichtigt, die mit Bakterienstämmen der Gattungen *Azotobacter*, *Azorhizobium* sowie *Azospirillum* deklariert waren.

Ziel der Untersuchungen waren Empfehlungen aus der Sicht des Acker- und Pflanzenbaues bezüglich spezieller Pflanzenhilfsmittel und Aussagen zu möglichen Effekten auf Ertrag und Qualität.

2 Material und Methode

2.1 Standortbeschreibung

Der Versuche wurden auf dem ökologischen Versuchsfeld der LFA MV in Gülzow durchgeführt. Am Standort herrschen die Bodenarten Sand bzw. anlehmiger Sand mit Ackerzahlen zwischen 25 und 44 vor. Die Nährstoffversorgung mit Grundnährstoffen (Tab. 1) ist vergleichsweise gut (Gruber, 2013).

Tab. 1: Nährstoffversorgung am Standort Gülzow

Bodenart/AZ	S-SL/ 25-44
pH-Wert	6,1 (5,6-6,6)
K ₂ O (mg/100 g Boden)	11,2 (8,6-13,8)
P ₂ O ₅ (mg/100 g Boden)	20,3 (14,9-25,7)
Mg (mg/100 g Boden)	10 (7,5-12,5)

Die Jahresdurchschnittstemperatur liegt am Standort Gülzow bei 8,6°C, die mittlere jährliche Niederschlagsmenge bei 569 mm (30-jähriges Mittel). Der meiste Niederschlag fällt im Sommer, in den Monaten Juni, Juli und August (Abb. 1).

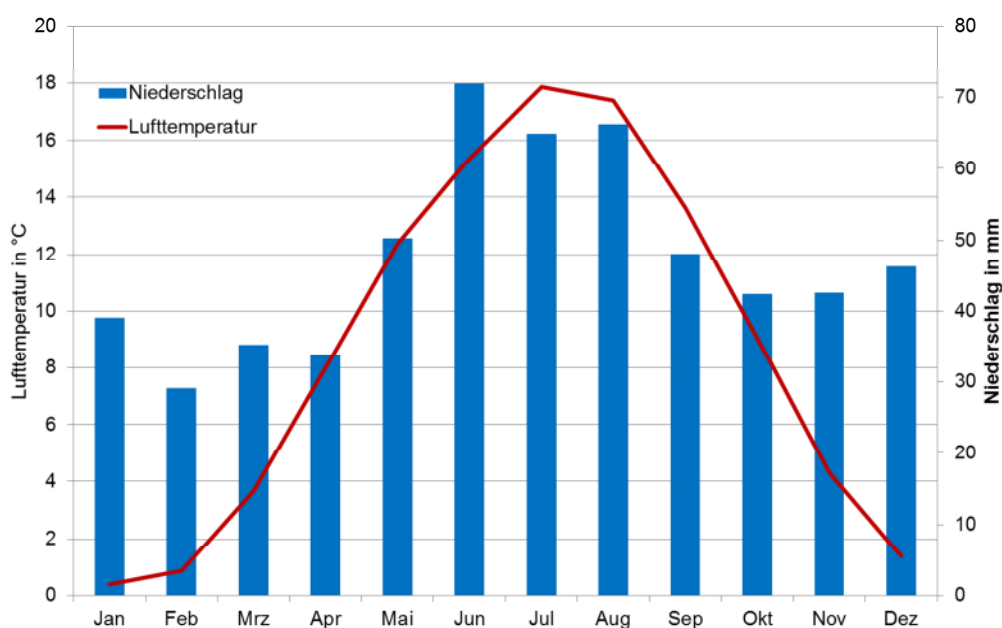


Abb. 1: Niederschlagsmengen und Temperaturen am Standort Gülzow (30-jähriges Mittel)

Die Witterung der Versuchsjahre 2009 bis 2012 – insbesondere das Niederschlagsgeschehen – wich zum Teil stark von den in Abb. 1 dargestellten Langzeitwerten für den Standort ab (Abbildungen 1 bis 4 im Anhang).

2.2 Versuch mit Winterroggen

Zunächst wurde mit Hilfe eines randomisierten Feldversuchs mit vierfacher Wiederholung im Zeitraum von 2009 bis 2011 geprüft, ob die Präparate Twin-N, Azobac und Akra N-Bakterien Einfluss auf den Ertrag sowie ausgewählte Qualitätsparameter bei Winterroggen (Sorte Conduct) haben (Tab. 2).

Tab. 2: Eingesetzte Präparate im Winterroggen (Aufwandmenge und Kosten je ha, jeweils einmalige Ausbringung, incl. Ausbringungskosten)

Präparat	Bakterienstämme	Aufwandmenge	Kosten*
Twin N	Azospirillum brasilense Azoarcus indigens Azorhizobium caulinodans	100 ml	50€
Azobac	Azotobacter chroococcum Azospirillum brasilense Bacillus megaterium	1,5 kg	30 €
Akra N-Bakterien	Azotobacter chroococcum	0,5 l	35 €
+ Akra Plus 9	9 Elemente als Chelat	1,0 l	

* Ausbringungskosten kalkuliert mit 15 €/ha

Entsprechend der Anwendungsempfehlung wurde das Präparat Akra N-Bakterien in einer Mischung mit dem Präparat Akra Plus 9 eingesetzt. Im Präparat Akra N-Bakterien selbst sind zusätzlich 0,16 % wasserlösliches Kupfer sowie 0,20 % wasserlösliches Zink enthalten.

Die in Tabelle 1 aufgeführten Mengen sind zusammen mit jeweils 300 l Wasser je Hektar über eine handgeführte, luftdruckbetriebene Karrenspritze ausgebracht worden.

Unter Berücksichtigung des spezifischen Stickstoffbedarfs des Winterroggens erfolgte die Behandlung im Frühjahr bis zum Beginn des Schossens (BBCH 30). Es wurde strikt darauf geachtet, dass die Spritzung unter günstigen Bedingungen stattfand, d.h. am frühen Morgen bei tau- oder regenfeuchter Blattmasse und bedecktem Himmel ohne direkte Sonneneinstrahlung. Eine zusätzliche bodennahe Einarbeitung erfolgte nicht.

Laut Beschreibung sollen die in den eingesetzten Mitteln enthaltenen Bakterien zur mikrobiellen Bindung von elementarem Stickstoff (N_2) unter aeroben Bedingungen in der Lage sein. Der Stickstoff wird hierbei mit Hilfe des Enzyms Nitrogenase zu Ammoniak reduziert, der in Form von Ammonium oder nach weiteren Umwandlungsprozessen als Nitrat von den Pflanzen aufgenommen werden kann. Charakteristisch für diese Gattungen ist, dass sie entweder im wurzelnahen Bereich (Rhizosphäre) oder epiphytisch auf der Blattoberfläche vorkommen. Sie gehen aber keine obligate Symbiose, ähnlich den Knöllchenbakterien, mit den Pflanzen ein. Da Pflanzen und Bakterien nicht direkt aufeinander angewiesen sind, spricht man hier von einer assoziativen Symbiose. Als weitere positive Effekte werden eine verbesserte Verfügbarkeit von Grundnährstoffen, Schutz vor bodenbürtigen Schaderregern sowie eine erhöhte Wurzelbildung genannt (Höflich, 1996, Okon, 1994).

In großem Umfang werden Azotobacter chroococcum oder Bacillus megaterium zunehmend auch zur biotechnologischen Herstellung von Proteinen eingesetzt. Eine umfassende Beschreibung dazu findet sich bei Herter (2012).

2.3 Versuch mit Speisekartoffeln

Weil alle Präparate von den Herstellern/Vertreibern mehr noch als für Getreide auch für Blattfrüchte empfohlen werden, wurden sie ab Frühjahr 2010 auch an Speisekartoffeln (Sorte Agila) getestet. Hier kamen die Präparate Azotovit, Azobac und Akra N-Bakterien ebenfalls im Rahmen eines randomisierten Feldversuchs mit vierfacher Wiederholung zum Einsatz (Tabelle 2).

Im Speisekartoffelversuch erfolgten planmäßig zwei Behandlungen mit einer handgeführten Karrenspritze und jeweils 300 l Wasser je Hektar. Zunächst etwa 3 Wochen nach der Pflanzung zu Aufgangsbeginn, wobei hier unter gleichzeitiger Beachtung optimaler Witterungsbedingun-

gen unmittelbar nach der Anwendung gehäufelt wurde. Die zweite Spritzung erfolgte etwa 6 Wochen später bzw. kurz vor Reihenschluss.

Tab. 3: Eingesetzte Präparate in Speisekartoffeln (Aufwandmenge und Kosten je ha, jeweils zweimalige Ausbringung, incl. Ausbringungskosten)

Präparat	Bakterienstämme	Aufwandmenge	Kosten*
Azobac	Azotobacter chroococcum Azospirillum brasilense Bacillus megatherium	2 x 1,5 kg	60 €
Akra N-Bakterien + Akra Plus 9	Azotobacter chroococcum 9 Elemente als Chelat	2 x 0,5 l 2 x 1,0 l	60 €
Azotovit	Azotobacter chroococcum	2 x 0,5 l	70 €

* Ausbringungskosten kalkuliert mit 15 €/ha

Nach sechswöchiger Zwischenlagerung wurde an 100 Knollen jeder Variante eine Krankheitsbonitur durchgeführt.

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Winterroggen

3.1.1 Kornertrag

Im dreijährigen Mittel zeigt sich eine leichte Ertragssteigerung in allen Behandlungsvarianten.

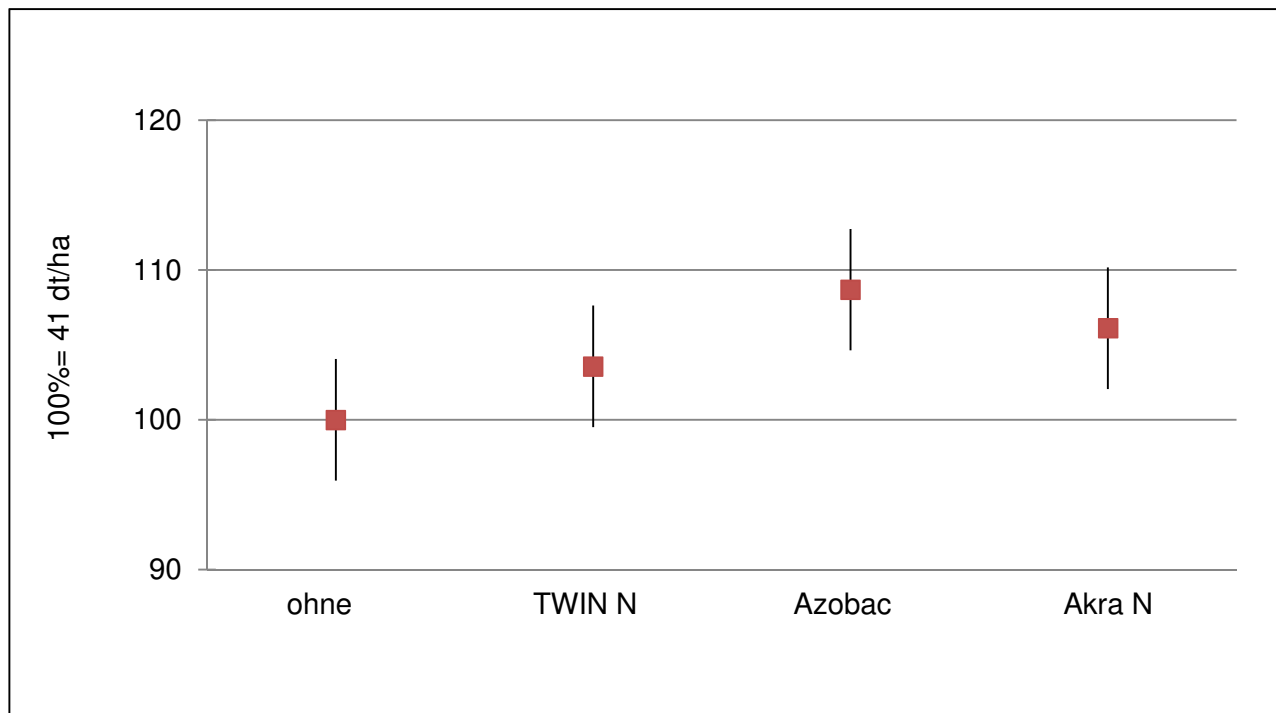


Abb. 2: Kornertrag Winterroggen 2009 – 2011 mit Intervallen für den paarweisen Vergleich (90%)

In der Variante Azobac konnte im Mittel der drei Jahre die größte Veränderung festgestellt werden. Die insgesamt großen Spannweiten resultieren im Wesentlichen aus den großen Jahreseffekten, die alle anderen Einflüsse deutlich überlagern. Aufgrund der großen Variabilität der Ein-

zelergebnisse konnten die Mittelwerte im Zuge der statistischen Auswertung aber nicht gesichert werden, so dass lediglich von einem tendenziellen Mehrertrag die Rede sein kann. Diese Aussage gilt zudem nur für Standorte in den Anbaubereichen D-Nord bzw. MV-Süd.

Für das Präparat Twin-N teilte Koch (2009) unterschiedliche Ergebnisse nach Anwendung in Winterweizen und Sommergerste auf Lößstandorten mit. Festgestellte Ertragssteigerungen waren ebenfalls vergleichsweise gering und statistisch nicht gesichert.

Werden die zusätzlichen Kosten für Produkteinsatz und Ausbringung berücksichtigt, verbleibt lediglich für die Präparate Azobac und Akra N-Bakterien ein geringer kostenbereinigter Ertragsvorteil (Abb. 3).

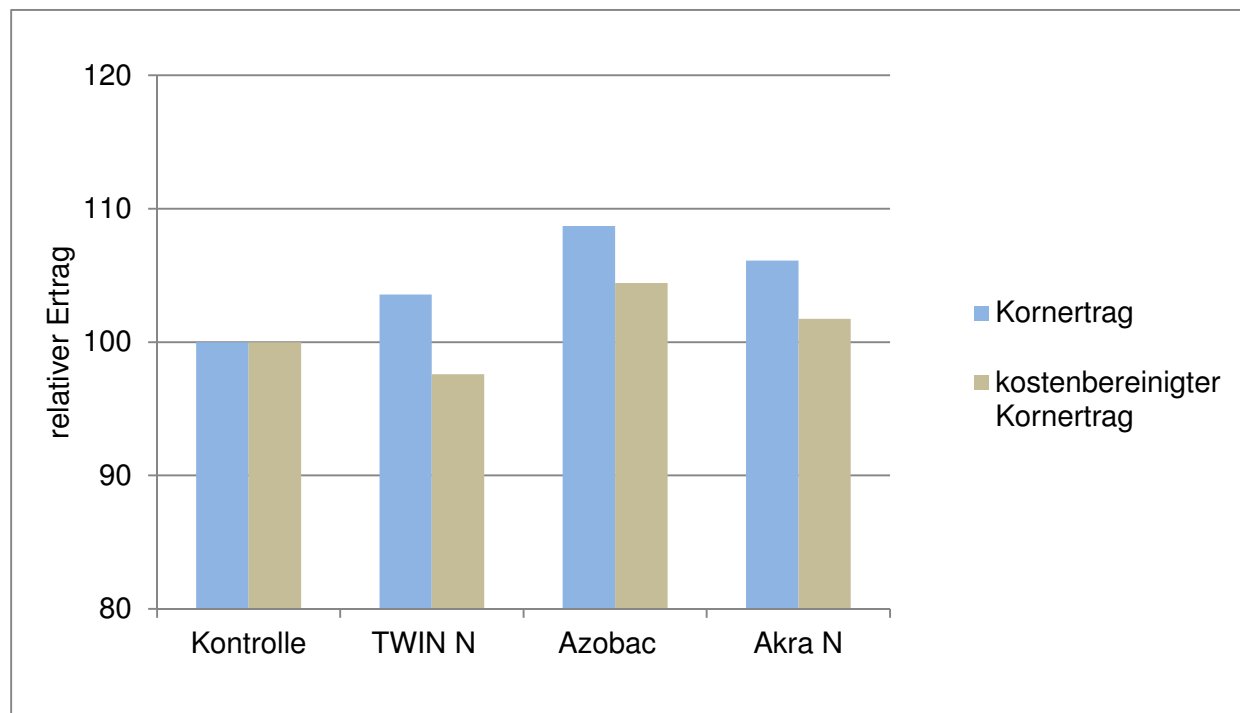


Abb. 3: Kornertrag und kostenbereinigter Kornertrag Winterroggen 2009 – 2011 (Prozentangaben, rel.)

Deshalb ist der Einsatz derartiger Mittel in Winterroggen durch den Landwirt genau abzuwägen, wobei die Erzeugerpreise naturgemäß einen erheblichen Einfluss haben. Berücksichtigt man deren starke Volatilität in den letzten 5 Jahren, muss der Mitteleinsatz noch stärker hinterfragt werden. Zu ähnlichen Aussagen kommt Hege (2011) in verschiedenen anderen Kulturen.

Dass es auch andere Möglichkeiten zur Ertragssteigerung im ökologischen Getreidebau gibt, zeigen die Versuchsergebnisse von Gruber (2013). Demnach kann mit der Ausbringung von Gärresten eine Ertragssteigerung von ca. 20 % erzielt werden. Darüber hinaus kann eine gezielte Sortenwahl Ertragspotentiale nutzen, die zwischen 3 % bei Sommerweizen und 33 % bei Winterroggen lagen (Gruber, Zenk 2013).

3.1.2 Qualitätsparameter

Hinsichtlich der untersuchten Qualitätsparameter Proteingehalt und Hektolitergewicht konnten praktisch keine Unterschiede zwischen den Behandlungen bzw. im Verhältnis zur Kontrollvariante aufgezeigt werden (Tabelle 4). Jahresunterschiede wirkten auch hier wesentlich stärker. Hinsichtlich des Proteingehaltes gab es durchaus die Erwartung einer gewissen Erhöhung, die sich allerdings nicht erfüllt hat. Möglicherweise liegt hier ein Verdünnungseffekt vor, denn die Proteinwerte sind trotz tendenziell höherer Kornerträge gleich geblieben, wenngleich auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau.

Tab. 4: Proteingehalt und Hektolitergewicht von Winterroggen bei Behandlung mit verschiedenen Mikroorganismenpräparaten (Mittelwerte 2009-2011)

	Proteingehalt (%)	HLG (kg)
unbehandelte Kontrolle	9,5	73,0
Twin N	9,6	72,6
Azobac	9,5	72,6
Akra N-Bakterien	9,4	72,6

In Bezug auf Blattkrankheiten und Standfestigkeit konnten ebenfalls keinerlei Unterschiede gegenüber der unbehandelten Kontrolle nachgewiesen werden.

3.2 Speisekartoffeln

3.2.1 Knollenertrag

Ähnlich wie im Winterroggenversuch zeigte sich auch in Speisekartoffeln ein Einfluss der Präparate auf den Marktwareertrag. Die statistische Verrechnung sowohl der Einzeljahre als auch der Versuchsserie ergab allerdings keine gesicherten Unterschiede zwischen den Behandlungsvarianten.

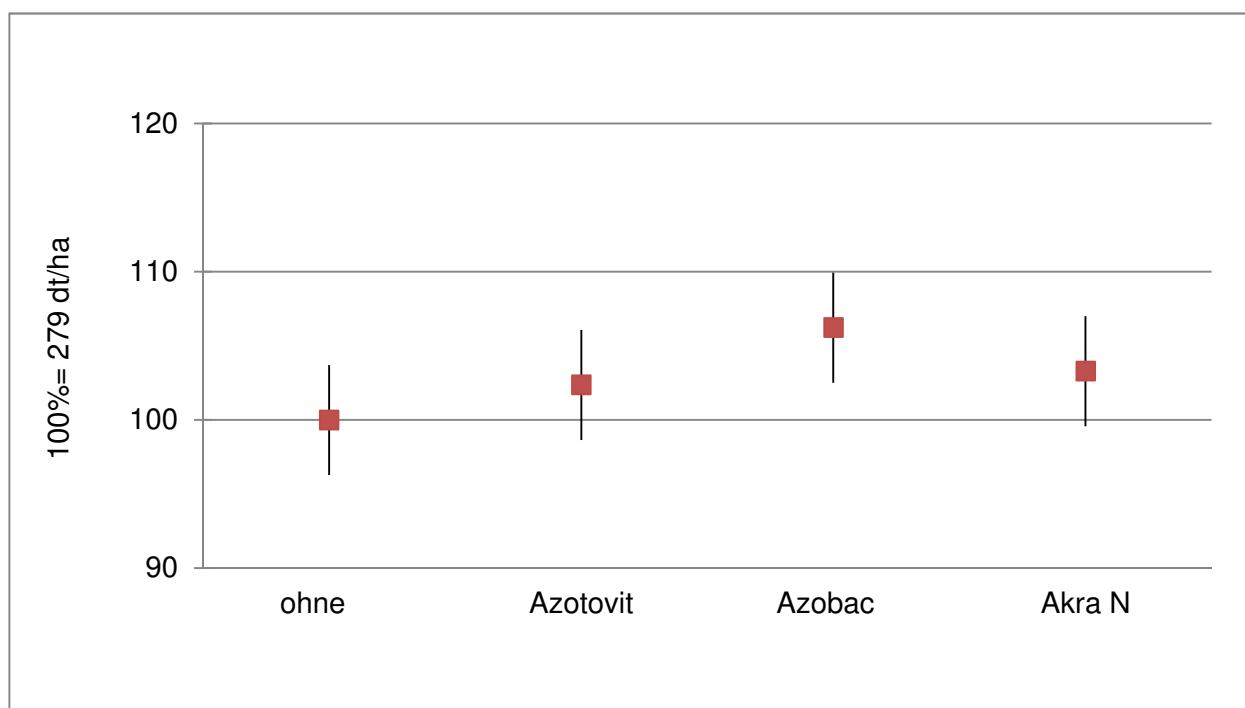


Abb. 3: Marktwareertrag 2010 – 2012 mit Intervallen für den paarweisen Vergleich (90%)

Dagegen war ein deutlicher Jahreseinfluss erkennbar, der mit großer Wahrscheinlichkeit auf starke Schwankungen hinsichtlich der Wasserversorgung der Bestände während der Hauptwachstumszeit zurückzuführen ist (siehe Abb. 1 - 4 im Anhang).

Bei Betrachtung der spezialkostenfreien Marktleistung ergibt sich ein ähnliches Bild wie zuvor im Winterroggen.

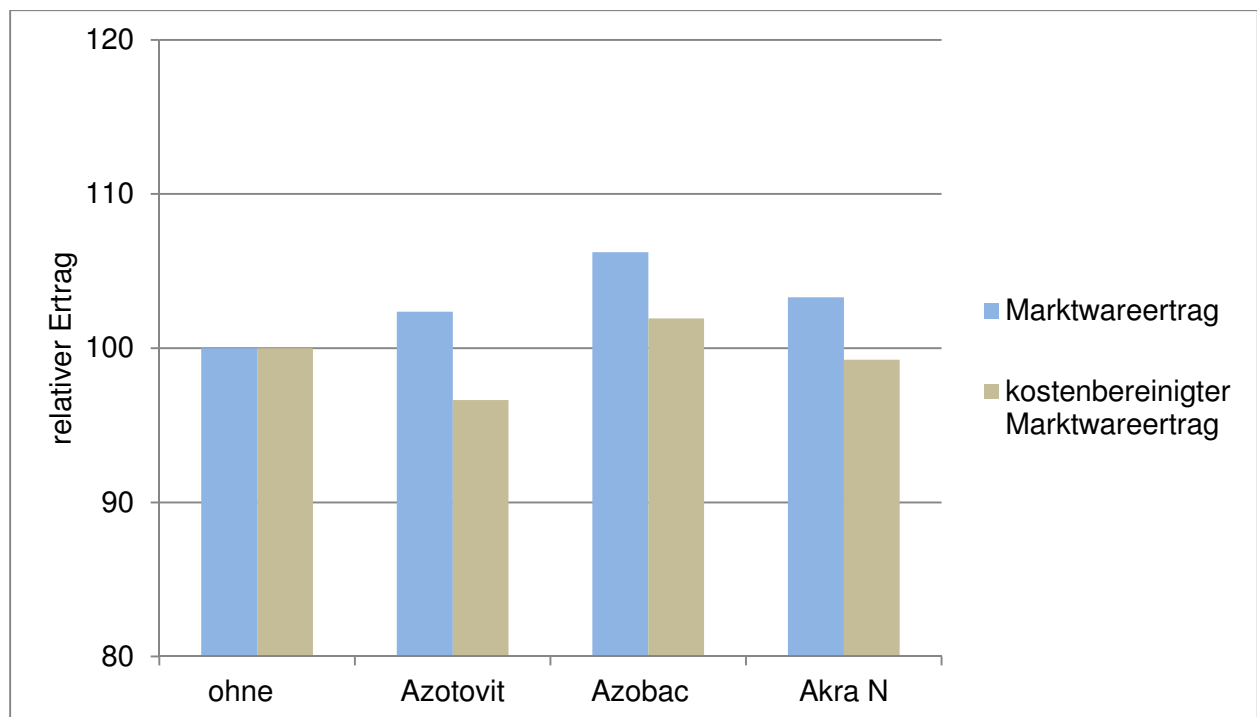


Abb. 4: Marktwareertrag und kostenbereinigter Marktwareertrag 2010 – 2012 (Prozentangaben, rel.)

Selbst unter Berücksichtigung der vergleichsweise hohen Erzeugerpreise für Speisekartoffeln im Herbst 2013 konnte nur für das Präparat Azobac ein positiver kostenbereinigter Marktwareertrag erzielt werden. Ähnlich wie beim Winterroggen schwankten allerdings auch die Erzeugerpreise für Öko-Speisekartoffeln in den letzten Jahren außerordentlich stark.

3.2.2 Qualitätsparameter und Krankheitsbefall

Gemessen wurden sowohl Stärkegehalt als auch der Gehalt von Stickstoff und Kalium in der Knolle unmittelbar nach der Ernte. Dargestellt in Tabelle 5 ist der Stärkegehalt über die drei Versuchsjahre.

Tab. 5: Stärkewerte der Speisekartoffeln 2010 bis 2012 (in % der TM)

	2010	2011	2012
ohne	11,8	11,2	13,2
Azotovit	12,1	11,0	13,2
Azobac	11,9	11,4	13,3
Akra N-Bakterien	12,2	11,0	13,1

Unterschiede zwischen der unbehandelten Kontrolle und den Behandlungsvarianten konnten praktisch nicht festgestellt werden. Sowohl hinsichtlich der Stärkewerte als auch des Gehalts an Stickstoff und Kalium wurden stark überlagernde Jahreseinflüsse deutlich. Innerhalb des Sortiments kochfester Sorten handelt es sich bei Agila um eine Sorte mit relativ hohem Stärkegehalt.

Auch im Ergebnis der Krankheitsbonituren im Bestand während des Vegetationsverlaufs stehen keine Unterschiede zwischen den Behandlungsvarianten. Bonitiert wurden die Anzahl verkümmelter Pflanzen, die Zahl der Rhizoctonia-Wipfelroller sowie der Befallsgrad mit Krautfäule. Die wiederum gefundenen Jahresunterschiede können sowohl mit einer schwankenden Pflanzgut-

qualität als auch mit deutlichen Witterungsunterschieden erklärt werden. Hinsichtlich Knollenertrag und Krankheitsgeschehen reagieren Kartoffeln darauf meist stärker als andere Fruchtarten.

Am Erntegut erfolgten nach sechswöchiger Zwischenlagerung Bonituren zum Schorfbefall, zum Auftreten von Nass-, Braun- und Trockenfäule, zur Anzahl Rhizoctonia deformierter Knollen sowie zur Eisenfleckigkeit. Auch im Ergebnis dieser Bonituren wurden zwar Jahresunterschiede deutlich, aber keine Behandlungseffekte gemessen.

4 Schlussfolgerungen

Im dargestellten Versuch mit Winterroggen konnten durchweg Mehrerträge nach der Anwendung von Mikroorganismenpräparaten nachgewiesen werden. Eine statistische Absicherung der Ergebnisse gegenüber der unbehandelten Kontrolle konnte aber in keinem Fall festgestellt werden. Unter Berücksichtigung des gegenwärtigen Preisniveaus für Öko-Roggen lohnt sich der Einsatz der geprüften Präparate nur im Einzelfall und nach vorheriger genauer Prüfung durch den Landwirt.

Die Ergebnisse des Speisekartoffelversuchs zeigen, dass auch hier Ertragssteigerungen durch den Einsatz der untersuchten Präparate erzielt wurden. Allerdings waren diese vergleichsweise niedrig sowie statistisch ebenfalls nicht gesichert. Unter Berücksichtigung des gegenwärtig relativ hohen Preisniveaus von Öko-Speisekartoffeln kann sich ein Einsatz dennoch als lohnenswert erweisen.

Aus den erzielten Ergebnissen lässt sich ein tendenzieller Mehrertrag durch Einsatz der geprüften Präparate für Grenzstandorte des Anbaugebietes D-Nord/MV-Süd ableiten. Um Aussagen auch für andere Anbaugebiete zu gewinnen, müssen die Präparate an weiteren Standorten geprüft werden.

Nach Möglichkeit sollte in zukünftigen Untersuchungen vor Ausbringung der Präparate der mikrobielle Status des Wurzelraumes der zu behandelnden Bestände erfasst werden. Ebenso wichtig wäre es, die Feuchtigkeitsverhältnisse im Wurzelraum während des Behandlungszeitraums – möglichst permanent – zu messen.

In der Summe reihen sich die vorgestellten Ergebnisse in die in der Literatur gefundenen Aussagen anderer Versuchsansteller ein. Eindeutige Empfehlungen für den Einsatz von Hilfsstoffen auf Basis von Mikroorganismen können demnach nur in wenigen Einzelfällen ausgesprochen werden.

Dem potentiellen Anwender wird dringend empfohlen, sich mit Hilfe unabhängiger Versuchsergebnisse vor der Beschaffung derartiger Präparate zu informieren. Eine zusätzliche Entscheidungshilfe kann auch die mehrjährige Prüfung auf definierten Flächen im eigenen Betrieb sein.

Literaturverzeichnis

- Anonymus (2012): Betriebsmittelliste 2012 für den ökologischen Landbau in Deutschland. FiBL Projekte GmbH, Frankfurt am Main, ISBN 978-3-03736-211-2.
- Bashan, Y. und H. Levanony, 1988: Migration, colonization and adsorption of *Azospirillum brasilense* to wheat roots, *Lectins-Bio. Biochem. Clinical Biochem.* 6, 69-83.
- Belimov, A. A., Kunakova, A. M. et. al., 1995: Interaction between barley and mixed cultures of nitrogen fixing and phosphate-solubilizing bacteria. *Plant and Soil* 173, 29-37.
- Compant, S., van der Heijden, M. und S. Sessitsch, 2010: Climate change effects on beneficial plant-microorganism interactions. *FEMS Microbiology Ecol* 73, 197-214.
- Flores, K. und K. P. Haderer, 2010: The random walk of *Azospirillum brasilense*. *J. of Biological Dynamics* 4, 71-85.
- Gruber, H. (2013): Mit Gärresten die Qualität von Öko-Winterweizen verbessern! Sortenratgeber der HaGe für Naturprodukte mbH Gut Rosenkrantz.
- Gruber, H. (2013): Auswirkungen einer langjährigen ökologischen Bewirtschaftung auf acker- und pflanzenbauliche sowie umweltrelevante Parameter am Standort Gülzow. Abschlussbericht Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Gülzow.
- Herter, S., 2012: Charakterisierung einer neuen Phenoloxidase von *Azoterochromococcum* und Anwendungsmöglichkeiten bakterieller und pilzlicher Phenoloxidasen für Animierungsreaktionen an diphenolischen Substanzen. Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald, Diss., 350 S.
- Hege, U. und K. Offenberger, 2011: Kein Mehrertrag durch Hilfsstoffe. *DLG-Mitteilungen* 6/2011, 66-67.
- Höflich, G., Wiehe, W. und S. Köhn, 1994: Plant growth stimulation by inoculation with symbiotic and associative rhizosphere microorganisms. *Experientia* 50, 897-905.
- Höflich, G., Liste, H.-H. und S. Köhn, 1996: Interaktionen ausgewählter Mikroorganismen in der Rhizosphäre von Leguminosen und Mais. *Die Bodenkultur* 47(1), 15-22.
- Koch, W., 2009: Effekte des Bakterienpräparates Twin-N in verschiedenen Kulturen auf Lößstandorten. Persönliche Mitteilung, unveröffentlicht.
- Okon, Y. und C. A. Labandera-Gonzales (1994): Agronomic applications of *Azospirillum*. An evaluation of 20 years worldwide field inoculation. *Soil Biol. Biochem.* 26, 1591-1601.

Überleitung

TITZE, A. (2012): Arbeitswillige Bakterien. Bauernzeitung, 53 (2012), 24-25.

TITZE, A. (2012): Wundermittel mit mangelnder Schlagkraft. bioland, 11 (2012), 8.

TITZE, A. (2013): Einfluss von Pflanzenstärkungsmitteln auf Ertrag und Qualität von Getreide und Kartoffeln. Vortrag, Kolloquium der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern.

Anhang

Tab. A 1: Erträge und Grenzdifferenzen der einzelnen Versuchsjahre des Winterroggenversuchs (Mittelwert aus 4 Wiederholungen, in dt/ha)

	2009	2010	2011	MW
ohne	49,6	25,8	45,5	41,0
Twin-N	56,1	26,2	47,4	42,5
Azobac	54,1	29,9	48,7	44,6
Akra-N	55,4	27,7	48,2	43,5
GD (5%)	19,8	5,5	4,3	3,6

Tab. A 2: Marktwareerträge und Grenzdifferenzen der einzelnen Versuchsjahre des Speisekartoffelversuchs (Mittelwert aus 4 Wiederholungen, in dt/ha)

	2010	2011	2012	MW
ohne	310,7	332,9	234,5	279,3
Azotovit	254,6	336,6	248,4	285,9
Azobac	294,5	325,7	264,4	296,7
Akra-N	255,8	344,0	249,3	288,5
GD (5%)	88,8	47,6	30,1	26,8

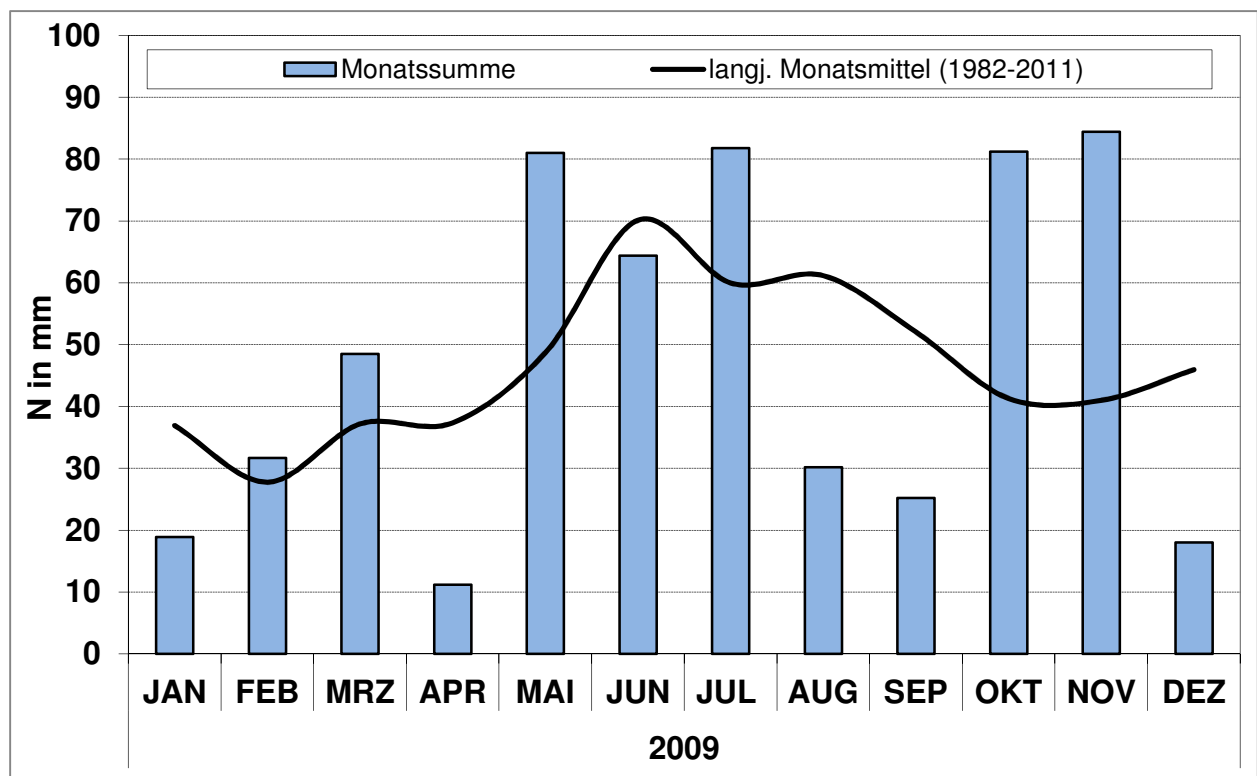


Abb. A 1: Monatsniederschläge 2009 und langjähriges Mittel am Standort Gültow

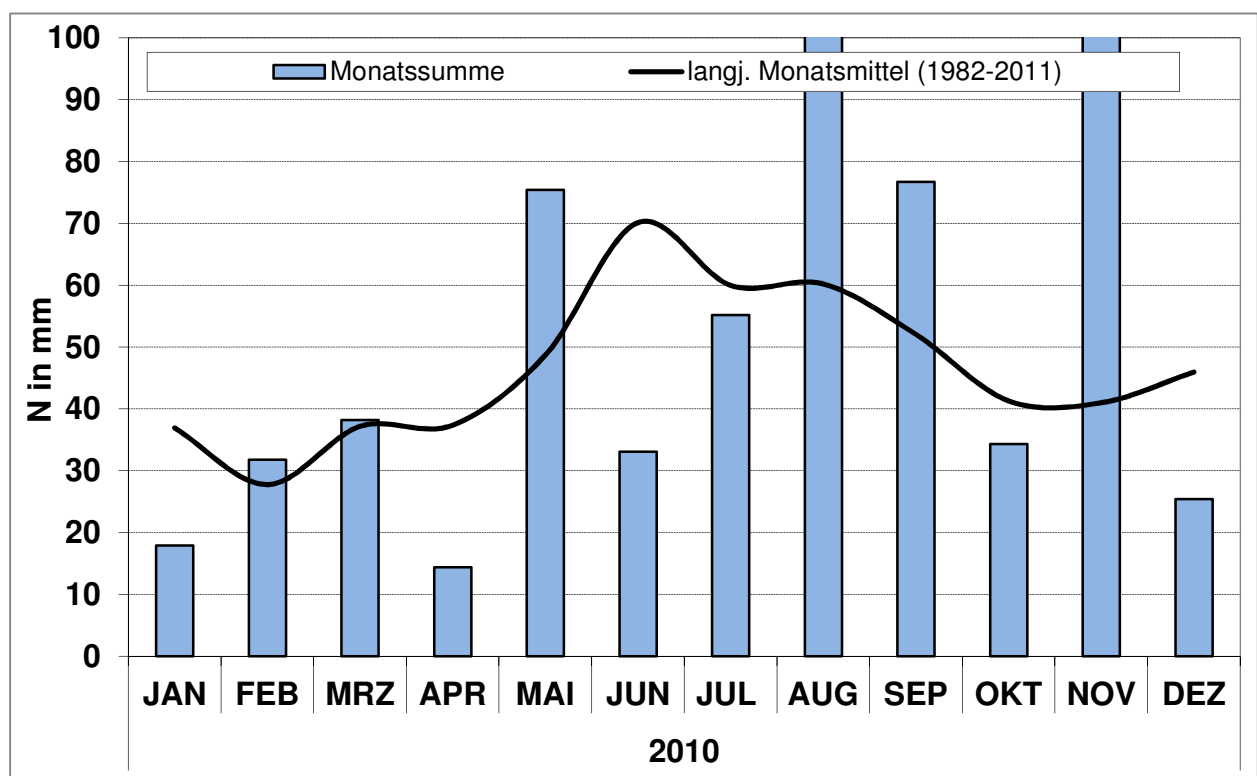


Abb. A 2: Monatsniederschläge 2010 und langjähriges Mittel am Standort Gültow

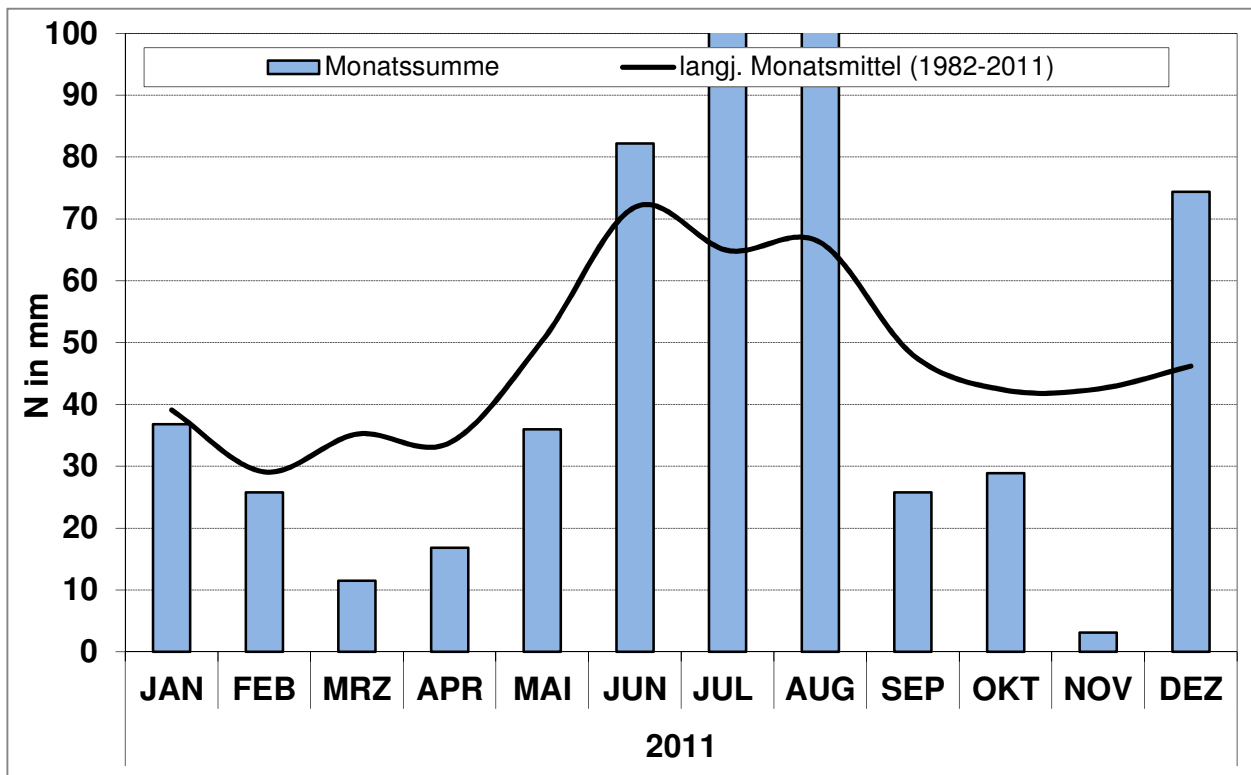


Abb. A 3: Monatsniederschläge 2011 und langjähriges Mittel am Standort Gültow

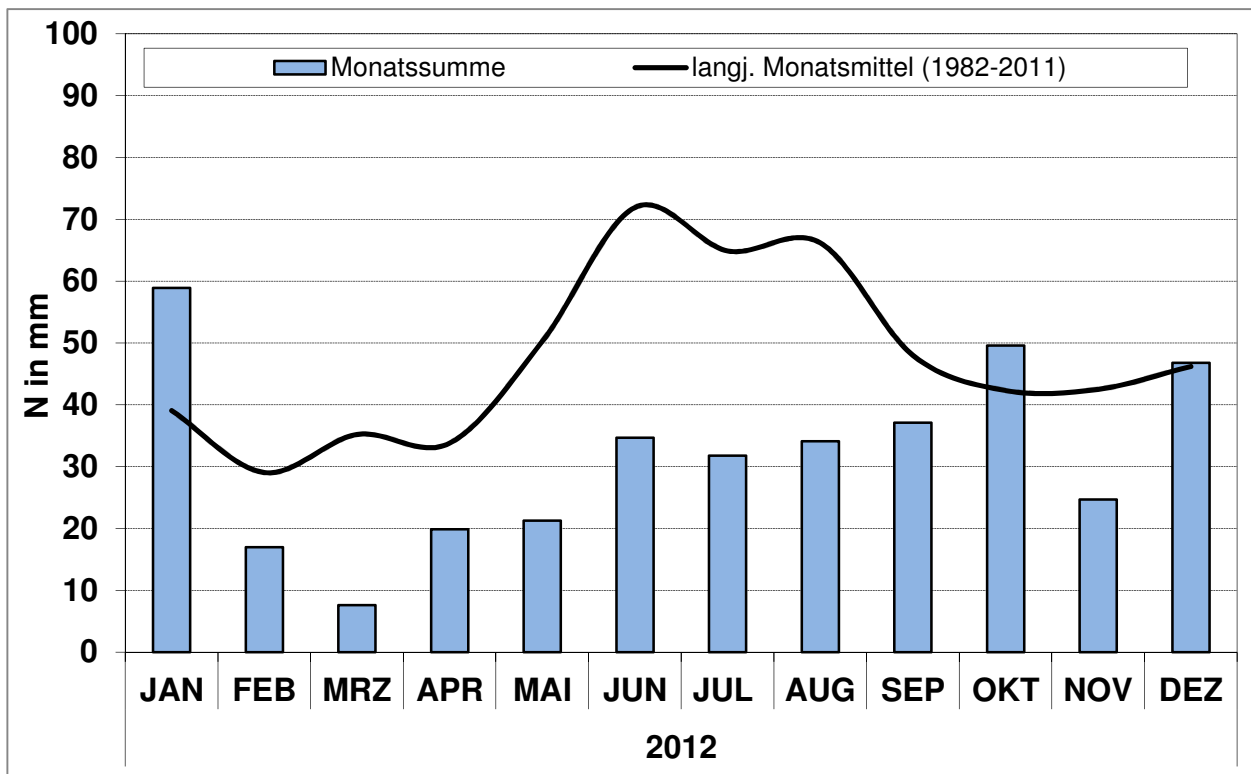


Abb. A 4: Monatsniederschläge 2012 und langjähriges Mittel am Standort Gültow

