5 Infiltrations- und Bodenabtrags- sowie Nährstoffabtragsmessungen

Das Entstehen von Bodenerosion durch Wasser ist an das Auftreten von Oberflächenabfluss gebunden. Das bedeutet, zur Minderung der Bodenerosion und damit der Einträge von Boden, Nähr- und Schadstoffen in die Gewässer über diesen Pfad, ist die Förderung der Wasserversickerung eine grundlegende Voraussetzung. Darüber hinaus ist bei gegebenem Oberflächenabfluss die Stabilität der Bodenoberfläche mit verantwortlich für die Menge von transportiertem Bodenmaterial und Nähr- sowie Schadstoffen.
Die Bildung von Oberflächenabfluss auf Ackerflächen wird von verschiedenen Parametern beeinflusst. Neben der Niederschlagshöhe und -intensität, den Reliefeigenschaften und der Bodenart, die nicht zu beeinflussen sind, spielt insbesondere die Wasseraufnahme- und -ableitungsfähigkeit des Bodens eine zentrale Rolle. Diese wird durch verschiedenste Parameter beeinflusst, wie z.B. die aktuelle Feuchte, die Durchporung, die Oberflächenstruktur und -stabilität, die Bodenbedeckung uvm. Die letztgenannten Parameter lassen sich in starkem Maße durch acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen beeinflussen. Besonders auf die variablen Bodeneigenschaften wirkt neben der Bodenbedeckung die Bodenbearbeitung, deren Ziel es ja ist, diese Eigenschaften aktiv zu beeinflussen um den Kulturpflanzen möglichst optimale Entwicklungsbedingungen zu bieten.

Im Rahmen der Untersuchungen wurden zur Abschätzung der Auswirkungen der unterschiedlichen Bodenbearbeitungsmaßnahmen auf allen geneigten Untersuchungsstandorten z.T. mehrmals Infiltrations- und Abtragsmessungen mit einer Beregnungsanlage durchgeführt. Eine Übersicht über die durchgeführten Beregnungssimulationen gibt Tabelle 27.
Mit Hilfe der Beregnungsversuche wurde die Wasserinfiltration als Differenz aus Regenmenge und Oberflächenabfluss erfasst. Darüber hinaus wurde der mit dem Wasser abgetragene Boden gewogen. Bei einzelnen Versuchen wurde ergänzend eine Analyse der im abgetragenen Boden und im abgespülten Wasser transportierten Phosphormengen durchgeführt. Die Messergebnisse beziehen sich jeweils auf die untersuchte Fläche von einem Quadratmeter. Die Übertragung dieser Ergebnisse auf große Flächeneinheiten ist schwierig und von vielen äußeren Einflüssen (z.B. Hanglänge, Relief, Änderungen der Bodenart und des Bodenzustandes uvm.) abhängig. Das bedeutet, dass es nicht zulässig ist, die erhaltenen Ergebnisse direkt auf ganze Ackerschläge hochzurechnen. Diese Hochrechnung ist jedoch über die Anwendung von physikalisch begründeten Modellen wie z.B. EROSION 2D/3D möglich (vgl. Kapitel 3.8). Auch die Beobachtung auf Ackerflächen bzw. Versuchsflächen mit unterschiedlichen Bearbeitungsvarianten zeigte nach Starkniederschlägen deutlich die

Wirkung der unterschiedlichen Bearbeitungsvarianten, die den im Folgenden dargestellten Messergebnissen weitestgehend entsprach.

Tabelle 27: Übersicht über die im Projektzeitraum durchgeführten Beregnungsversuche

Standort	Termin	Kultur	Vorfrucht	Hangneigung [%]
Lüttewitz	01.06.1999*	Zuckerrüben	Sommergerste	8
Lüttewitz	06.04.2000	Winterweizen	Zuckerrüben	8
Lüttewitz	13.11.2000	Winterweizen	Winterweizen	8
Niederstriegis	20.05.1999*	Körnermais	Winterweizen	8
Niederstriegis	04.05.2000	Sommergerste	Körnermais	7
Niederstriegis	07.09.2000	Winterraps	Sommergerste	7
Littdorf	14.10.1999	Triticale	Winterweizen	4
Littdorf	14.05.2001	Zuckerrüben	Triticale	4
Lippersdorf	18.05.2000	Sommergerste	Silomais	10
Krumhermersdorf	18.05.2001	Erbsen	Winterraps	9

* Für die beiden ersten Beregnungsversuche wurde eine Beregnungsintensität von 0,7 mm * min^{-1} mit einer Dauer von 60 Minuten gewählt. Dies entspricht einer Beregnungsmenge von 42 mm.

Für die Beregnungsversuche wurde eine Niederschlagsintensität von 1,9 mm*min^{-1} über einen Zeitraum von 20 Minuten gewählt. Dies entspricht im Hinblick auf Maximale Intensität und gesamter Niederschlagsmenge für die Untersuchungsregionen etwa einem 20-jährigen Niederschlagsereignis.

Bei erosiven Niederschlägen handelt es sich i.d.R. um Niederschläge mit einer hohen oder sehr hohen Intensität. Das bedeutet, dass ein erosionsminderndes bzw. -verhinderndes Verfahren gerade bei diesen hohen Intensitäten wirksam sein sollte. Die in den Untersuchungsgebieten jährlich kleinräumig auftretenden Gewitterereignisse erreichen normalerweise die gewählte Regenintensität von 1,9 mm*min^{-1}. Diese Niederschlagsintensität dauert allerdings bei den jährlich auftretenden Gewittern meist nur wenige Minuten an. Der Vorteil der durchgeführten Beregnungssimulationen liegt darin, dass ein Abfluss- und Abtragsverlauf ermittelt wurde, der es ermöglicht den Bodenabtrag und die Wasserinfiltration für eine beliebige Niederschlagsdauer zwischen 1 Minute und 20 Minuten bzw. einer Niederschlagsmenge zwischen 1,9 mm und 38 mm zu ermitteln. Das bedeutet, dass grundsätzlich für jedes auftretende erosive Niederschlagsereignis unterhalb der gewählten Niederschlagsmenge Aussagen abgeleitet werden können.

Die Darstellung der Infiltrationsraten und der Bodenabträge erfolgt für die einzelnen Beregnungsversuche in tabellarischer Form. Dieses Vorgehen bietet die Möglichkeit, wesentliche Parameter für die Minderung von Oberflächenabfluss und Abtrag zu konkretisieren.

Insgesamt wurden an zehn Terminen im Untersuchungszeitraum Beregnungssimulationen durchgeführt (Tabelle 27). In sechs Fällen wurde der Bodenabtrag durch konservierende

Bodenbearbeitung bzw. Direktsaat im Vergleich zur konventionellen Bodenbearbeitung deutlich gesenkt bzw. die Wasserinfiltration gesteigert. In drei Fällen traten keine bzw. geringe Unterschiede zwischen den Bearbeitungsvarianten auf (Tabelle 31, Tabelle 34, Tabelle 37) in einem Fall (Tabelle 29) trat in der Variante Konservierend Locker ein höherer Abtrag als in der gepflügten Variante auf.

Diese letztgenannten Fälle sind im Hinblick auf die Optimierung der konservierenden Bodenbearbeitung besonders interessant.

Der hohe Bodenabtrag am Standort Lüttewitz im April 2000 trat auf einer Winterweizenfläche nach Vorfrucht Zuckerrüben auf (Tabelle 29). Es ist bekannt, dass nach der Zuckerrübenernte sehr wenig stabiles organisches Material auf der Ackerfläche zurückbleibt, darüber hinaus wird der Boden bei der Ernte der Zuckerrüben i.d.R. durch die schwere Erntetechnik stark belastet. In diesem Fall war auf der Fläche zudem eine sehr niedrige Stabilität der Bodenaggregate festzustellen, die in den konservierend bearbeiteten Varianten sogar am niedrigsten lag (vgl. Abbildung 11). Dies ist wahrscheinlich u.a. auf eine sehr intensive Saatbettbereitung mit einer Kreiselegge zur Winterweizenaussaat zurückzuführen, die auch bei konservierender Bodenbearbeitung eine sehr feine und verschlämmungsanfällige Bodenoberflächenstruktur bewirkt. Das bedeutet, dass insbesondere bei Vorfrüchten, die wie Zuckerrüben oder Kartoffeln wenig stabile organisch Substanz zurücklassen eine besonders schonende Bodenbearbeitung durchgeführt werden sollte. Am besten eignen sich hierzu passive Bodenbearbeitungsgeräte wie z.B. Grubber. Der Einsatz von sehr intensiv krümelnden Geräten (Kreiseleggen, Fräsen) sollte auf diesen Flächen möglichst unterbleiben. Der Betrieb Lüttewitz hat im Jahr 2000/2001 seine Bodenbearbeitungstechnik von der Kreiselegge auf einen Flachgrubber umgestellt.

Die Beregnungsversuche, die keine oder nur sehr geringe Unterschiede zwischen den Varianten ergaben, müssen hinsichtlich der Ausgangsbedingungen differenziert werden. Am Standort Niederstriegis wurde nach der Maisbestellung beregnet (Tabelle 31). Dies war das Jahr der Versuchsanlage auf diesem Standort. In diesem Jahr wurde auch die konservierende Variante noch sehr intensiv (3 Grubbergänge) bearbeitet, was der sehr geringe Bedeckungsgrad von nur 5 % verdeutlicht (Tabelle 31). Im folgenden Jahr zeigten die Beregnungsversuche dann eine deutliche Differenzierung zwischen den Varianten (Tabelle 32, Tabelle 33). Es wird deutlich, dass sich einerseits die günstigen, infiltrationsfördernden Bodeneigenschaften erst einregeln mussten und dass sich gleichzeitig der Betriebsleiter auf die geringere Bodenbearbeitungsintensität einstellen musste.

Am Standort Littdorf ergaben sich bei der Beregnung im Oktober 1999 ebenfalls keine Unterschiede (Tabelle 34). Die Bodenbearbeitung lag zu diesem Beregnungstermin erst kurze Zeit zurück, so dass in beiden Varianten ein lockeres und in der gepflügten Variante sehr grobklutiges Bodengefüge vorlag. Dies führte zur vollständigen Versickerung des Wassers in beiden Varianten.

Am Standort Krumhermersdorf im Erzgebirge wurden annähernd gleiche Werte für die Infiltration und den Bodenabtrag gemessen (Tabelle 37). Auf dieser Fläche stand im Vorjahr Raps, und über Winter eine Zwischenfrucht in Form von Weidelgras. Dies führte in beiden Varianten zu einer besonders guten Bodenstruktur. Zudem wurde an diesem Standort nur ca. 20 cm tief gepflügt, so dass im wesentlichen stark durchwurzelter Boden an die Oberfläche gepflügt wurde. Dies erklärt die hohe Infiltrationsrate auch in der Pflugvariante.
Die übrigen Beregnungsversuche auf Lößflächen (Tabelle 28, Tabelle 30, Tabelle 32, Tabelle 33, Tabelle 35) sowie auf Verwitterungsböden im Erzgebirge (Tabelle 36) zeigten deutlich die erosionsmindernde und infiltrationssteigernde Wirkung der konservierenden Bodenbearbeitung, auch bei den gewählten extremen Niederschlagsparametern.

Tabelle 28: Beregnungssimulation am Standort Lüttewitz in Zuckerrüben nach Sommergerste, Termin: 01.06.99

Parameter	Pflug	Ko.-L	Kons.	Direkt
Bedeckungsgrad	17 %	n.b.	44 %	79 %
Infiltrationsrate	49 %	n.b.	71 %	92 %
Bodenabtrag	317,5 g	n.b.	137,5 g	25,7 g

Tabelle 29: Beregnungssimulation am Standort Lüttewitz in Winterweizen nach Zuckerrüben, Termin: 06.04.00

Parameter	Pflug	Ko.-L	Kons.	Direkt
Bedeckungsgrad	44 %	41 %	48 %	55 %
Infiltrationsrate	63,2 %	27,1 %	27,3 %	51,0 %
Bodenabtrag	159,7 g	762,3 g	162,3 g	84,2 g

Tabelle 30: Beregnungssimulation am Standort Lüttewitz in Winterweizen nach Winterweizen, Termin: 13.11.00

Parameter	Pflug	Ko.-L	Kons.	Direkt
Bedeckungsgrad	42 %	53 %	54 %	81 %
Infiltrationsrate (1. Wdh.)	39,4 %	62,1 %	41,4 %	91,3 %
Infiltrationsrate (2. Wdh.)	39,1 %	74,6 %	50,3 %	83,1 %
Bodenabtrag (1. Wdh.)	377,2 g	154,5 g	245,1 g	7,6 g
Bodenabtrag (2. Wdh.)	706,1 g	62,1 g	276,0 g	15,8 g

Tabelle 31: Beregnungssimulation am Standort Niederstriegis in Mais nach Winterweizen, Termin: 20.05.99

Parameter	Pflug	Kons.
Bedeckungsgrad	1 %	5 %
Infiltrationsrate	70,5 %	75,5 %
Bodenabtrag	410,8 g	370,3 g

Tabelle 32: Beregnungssimulation am Standort Niederstriegis in Sommergerste nach Mais, Termin: 04.05.00

Parameter	Pflug	Kons.
Bedeckungsgrad	25 %	60 %
Infiltrationsrate (1. Wdh.)	97,8 %	100 %
Infiltrationsrate (2. Wdh.)	88,4 %	100 %
Bodenabtrag (1. Wdh.)	10,6 g	0 g
Bodenabtrag (2. Wdh.)	83,1 g	0 g

Tabelle 33: Beregnungssimulation am Standort Niederstriegis in Winterraps nach Sommergerste, Termin: 07.09.00

Parameter	Pflug	Kons.
Bedeckungsgrad	4 %	38 %
Infiltrationsrate	43,4 %	70,3 %
Bodenabtrag	278,4 g	88,8 g

Tabelle 34: Beregnungssimulation am Standort Littdorf in Triticale nach Winterweizen, Termin: 14.10.99

Parameter	Pflug	Kons.
Bedeckungsgrad	2 %	8 %
Infiltrationsrate	100 %	100 %
Bodenabtrag	0 g	0 g

Tabelle 35: Beregnungssimulation am Standort Littdorf in Zuckerrüben nach Triticale, Termin: 14.05.01

Parameter	Pflug	Kons.
Bedeckungsgrad	2,1 %	6,0 %
Infiltrationsrate (1. Wdh.)	39,4 %	57,5 %
Infiltrationsrate (2. Wdh.)	39,5 %	51,3 %
Bodenabtrag (1. Wdh.)	523,0 g	362,9 g
Bodenabtrag (2. Wdh.)	353,2 g	252,1 g

Tabelle 36: Beregnungssimulation am Standort Lippersdorf in Sommergerste nach Mais, Termin: 18.05.00

Parameter	Pflug	Kons.
Bedeckungsgrad	74 %	78 %
Infiltrationsrate (1. Wdh.)	39,0 %	90,9 %
Infiltrationsrate (2. Wdh.)	57,4 %	78,6 %
Bodenabtrag (1. Wdh.)	225,8 g	12,8 g
Bodenabtrag (2. Wdh.)	55,2 g	21,2 g

Tabelle 37: Beregnungssimulation am Standort Krumhermersdorf in Erbsen nach Winterraps, Termin: 18.05.01

Parameter	Pflug	Kons.
Bedeckungsgrad	20 %	33 %
Infiltrationsrate (1. Wdh.)	76,4 %	81,5 %
Infiltrationsrate (2. Wdh.)	85,8 %	81,7 %
Bodenabtrag (1. Wdh.)	67,8 g	45,0 g
Bodenabtrag (2. Wdh.)	46,1 g	46,5 g

Neben der Gesamtinfiltration und dem insgesamt abgetragenen Boden sind, wie oben dargestellt auch die Infiltrationsverläufe von Bedeutung. In den folgenden Abbildungen (Abbildung 28, Abbildung 29, Abbildung 30, Abbildung 31) ist dies für vier Beregnungsversuche an den verschiedenen Untersuchungsstandorten beispielhaft dargestellt.
Deutlich wird, dass zwei Effekte zu der gemessenen Infiltrationssteigerung führen. Zum einen tritt bei konservierender Bodenbearbeitung erst später Oberflächenabfluss auf, das bedeutet, dass die Infiltrationsrate länger auf einem hohen Niveau verbleibt, es kommt also zu einer Verzögerung des Abflussbeginns. Zum anderen bleibt die Infiltrationsrate auch nach längerer Beregnung i.d.R. auf einem höheren Niveau, so dass dauerhaft mehr Wasser in den Boden infiltrieren kann.
Aus den im Folgenden gezeigten Infiltrationsverläufen wird deutlich, dass insbesondere bei kurzen, heftigen Niederschlagsereignissen (typische Gewitter) oftmals eine weitaus größere Differenz im Abflussgeschehen auftritt, als dies durch die oben dargestellten Ergebnisse der Beregnungsversuche zu ersehen ist. Beispielsweise trat bei einem sechsminütigen Gewitterschauer mit der angegebenen Intensität von 1,9 mm*min^{-1} (11,4 mm) auf fast allen konservierend bestellten Varianten noch kein Oberflächenabfluss auf, wogegen auf den gepflügten Flächen z.T. schon nach zwei oder drei Minuten der Oberflächenabfluss einsetzte (Abbildung 28, Abbildung 29, Abbildung 30, Abbildung 31).

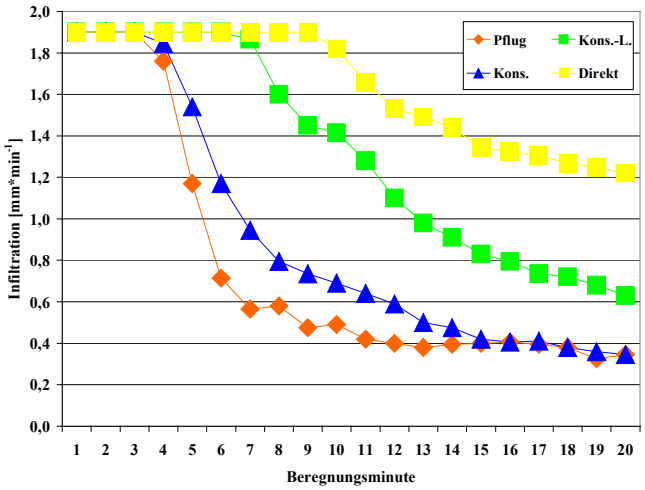

Abbildung 28: Infiltrationsrate bei Beregnungssimulation am Standort Lüttewitz (vgl. Tabelle 30) in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung

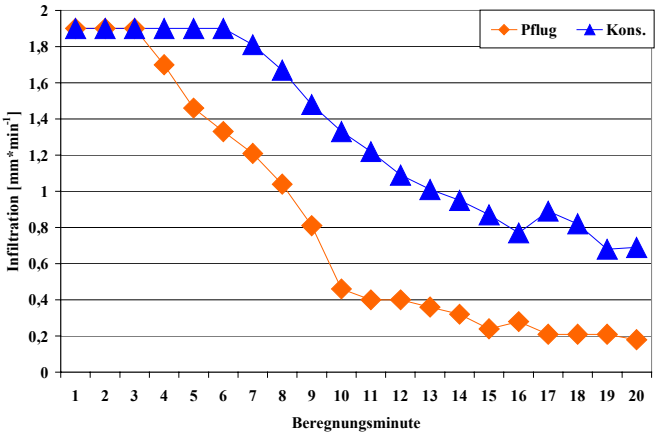

Abbildung 29: Infiltrationsrate bei Beregnungssimulation am Standort Niederstriegis (vgl. Tabelle 33) in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung

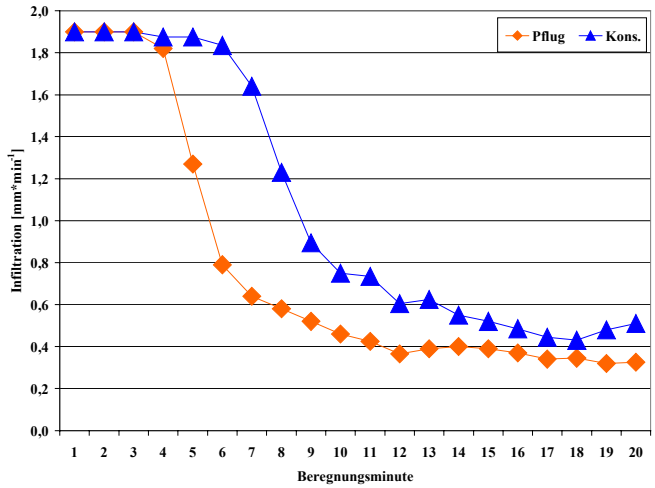

Abbildung 30: Infiltrationsrate bei Beregnungssimulation am Standort Littdorf (vgl. Tabelle 35) in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung

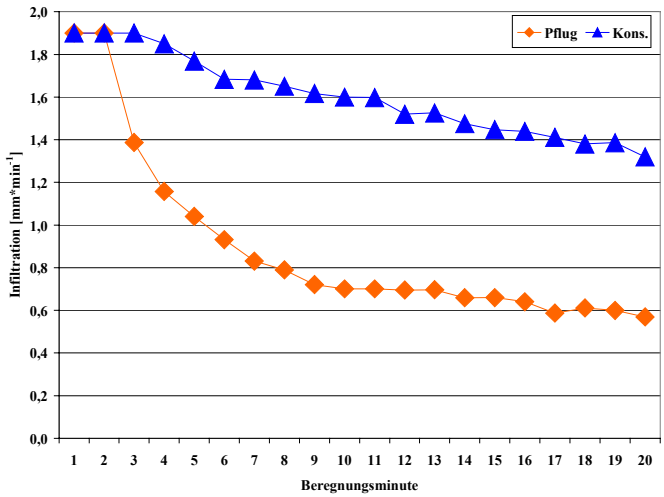

Abbildung 31: Infiltrationsrate bei Beregnungssimulation am Standort Lippersdorf (vgl. Tabelle 36) in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung

Im Hinblick auf die Nährstoffbelastung der Gewässer sind aus landwirtschaftlichen Quellen insbesondere Stickstoff und Phosphor von Bedeutung. Der Oberflächenabfluss und die damit verbundene Bodenerosion trägt entscheidend zur Phosphorbelastung der Gewässer bei (UMWELTBUNDESAMT 1994). Um die Wirkung der untersuchten Strategien zur Austragsminderung zu quantifizieren, wurde bei den Beregnungssimulationen eine Analyse der P-Gehalte und P-Frachten im abfließenden Wasser und im abgetragenen Boden durchgeführt. Die im Folgenden dargestellten Werte beziehen sich jeweils nur auf die beregnete Fläche von einem Quadratmeter. Lineare Hochrechnungen auf ganze Einzugsgebiete auf Grundlage dieser Werte sind nicht zulässig. Hierzu wird auf das Kapitel 9 verwiesen, dass für zwei Beispielsgebiete die Ergebnisse der Erosionssimulation darstellt.
Bei der Analyse der P-Abträge wurde eine Beregnung im Lößbereich (Lüttewitz) und eine Beregnung auf Verwitterungsboden (Lippersdorf, Erzgebirge) gewählt.

In Tabelle 38 sind die Ergebnisse der P-Analyse für den Standort Lüttewitz dargestellt. Grundlage war der Beregnungsversuch, der im Herbst 2000 durchgeführt wurde (vgl. Tabelle 30).
Die P-Gehalte im abgeflossenen Wasser in den Varianten Pflug, Konservierend und Direktsaat waren mit 0,47 bis 0,50 ppm nahezu gleich, nur in der Variante Konservierend-Locker wurden stark verminderte Gehalte (0,26 ppm) gemessen. Die Ursache für diesen Unterschied bleibt unklar, da bei der P-Analyse der Bodengehalte (Doppel-Lactat-Aufschluss) diese Differenzen nicht bestätigt wurden (vgl. Abbildung 15). Auch die Gehalte im abgespülten Boden bestätigten diese Differenzierung nicht (vgl. Tabelle 38).
Der Oberflächenabfluss der Variante Konservierend war annähernd so hoch wie in der Variante Pflug. Das bedeutet, dass sich bei gleichen P-Gehalten die Frachten in diesem Fall kaum unterschieden. Die Varianten Konservierend-Locker und Direktsaat zeigten hier deutliche Reduzierungen.
Nur ein kleiner Teil des abgetragenen Phosphors ist im abfließenden Wasser gelöst. Der größere Teil wird mit dem abgespülten Bodenmaterial verlagert. Die P-Fraktionen in dem abgetragenen Bodenmaterial lassen sich nach ihrer Löslichkeit differenzieren. Durch einen HCl-Aufschluss kann der Gesamt-P-Gehalt bestimmt werden. Aufgrund der großen Unterschiede im Bodenabtrag ergaben sich bei ähnlichen P-Gehalten im Boden (629 bis 750 ppm) erhebliche Unterschiede in den P-Abträgen. Im Vergleich zu der gepflügten Variante waren die Gesamt-P-Abträge in den konservierend bestellten Varianten um 48 bis 97 % reduziert (Tabelle 38).
Auch im abgetragenen Boden findet sich noch eine wasserlösliche P-Fraktion, die jedoch im Vergleich zum Gesamt-P nur einen geringen Teil ausmacht. Jedoch kann dieser Anteil im Gewässer direkt zur Eutrophierung beitragen. Auch die wasserlösliche Fraktion im Boden zeigte in allen Varianten ähnliche Gehalte (von 37 bis 50 ppm). Bei Verrechnung mit den

Bodenabträgen ergaben sich entsprechend deutliche Unterschiede in den wasserlöslichen P-Frachten (Tabelle 38).

Die für die Gewässereutrophierung letztendlich entscheidende Größe ist der Eintrag aller wasserlöslichen P-Fraktionen (mit dem Bodenmaterial und im abgeflossenen Wasser). Hier ergaben sich deutliche Minderungen bei konservierender Bodenbearbeitung im Vergleich zum Pflugeinsatz, die zwischen 38 und 90 % lagen.

Tabelle 38: P-Gehalte und P-Frachten (wasserlöslich und HCL-löslich) am Standort Lüttewitz bei Beregnung am 13.11.2000 in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung.

	Pflug	Ko.-L	Kons.	Direkt
Wasserabfluss [l]	23,1	12,0	20,6	4,9
P-Gehalt [ppm]*	0,47	0,26	0,49	0,50
P-Abfluss [mg*m^{-2}]	10,9	3,1	10,1	2,5
Bodenabtrag [g*m^{-2}]	541,7	108,3	260,6	11,7
P-Gehalt-wasserlöslich [ppm]**	39	48	37	50
P-Abtrag-wasserlöslich [mg*m^{-2}]	21,1	5,2	9,6	0,6
P-Gehalt-HCl-löslich [ppm]***	629	750	670	703
P-Abtrag-HCl-löslich [mg*m^{-2}]	340,7	81,2	174,6	8,2
Gesamt-P-Abtrag-wasserlöslich [mg*m^{-2}]	32,0	8,3	19,7	3,1
Gesamt-P-Abtrag [mg*m^{-2}]	351,6	84,3	184,7	10,7

*: P-Gehalt im abgeflossenen Wasser; **: wasserlöslicher P-Anteil im abgespülten Bodenmaterial (4-fache Wasserextraktion nach VAN DER PAAUW & SISSING (1971)); ***: Gesamt-P (HCl-löslich) im abgespülten Bodenmaterial

Auch nach dem Beregnungsversuch am Standort Lippersdorf im Frühjahr 2000 (vgl. Tabelle 36) wurden die P-Gehalte und P-Frachten bestimmt (Tabelle 39).

Aufgrund des stark verminderten Oberflächenabflusses und Bodenabtrages ergab sich in der Variante Konservierend bei etwa gleichen Gehalten eine deutliche Reduktion der abgetragenen P-Mengen im Vergleich zur gepflügten Variante.

Der Gesamt-P-Abtrag wurde bei konservierender Bearbeitung im Vergleich zum Pflugeinsatz um 88 % reduziert, die wasserlösliche Fraktion um 87 % (Tabelle 39).

Tabelle 39: P-Gehalte und P-Frachten (wasserlöslich und HCL-löslich) am Standort Lippersdorf bei Beregnung am 18.05.2000 in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung.

	Pflug	Kons.
Wasserabfluss [l]	19,7	6,0
P-Gehalt [ppm]*	0,12	0,07
P-Abfluss [mg*m^{-2}]	2,4	0,4
Bodenabtrag [g*m^{-2}]	140,5	17,0
P-Gehalt-wasserlöslich [ppm]**	43	41
P-Abtrag-wasserlöslich [mg*m^{-2}]	6,0	0,7
P-Gehalt-HCl-löslich [ppm]***	1018	1042
P-Abtrag-HCl-löslich [mg*m^{-2}]	143,0	17,7
Gesamt-P-Abtrag-wasserlöslich [mg*m^{-2}]	8,4	1,1
Gesamt-P-Abtrag [mg*m^{-2}]	145,4	18,1

*: P-Gehalt im abgeflossenen Wasser; **: wasserlöslicher P-Anteil im abgespülten Bodenmaterial (4-fache Wasserextraktion nach VAN DER PAAUW & SISSING (1971)); ***: Gesamt-P (HCl-löslich) im abgespülten Bodenmaterial

Die dargestellten Ergebnisse der Beregnungsversuche verdeutlichen die infiltrationsfördernde, bodenabtrags- und damit auch nährstoffabtragsmindernde Wirkung der konservierenden Bodenbearbeitung. Eine entsprechende Wirkung war auf tiefgründigen Lößböden genau so nachzuweisen wie auf den flachgründigen Verwitterungsböden im Erzgebirge. Dies verdeutlicht die Vorzüglichkeit dieser pfluglosen Bearbeitungsverfahren sowohl im Hinblick auf einen nachhaltigen landwirtschaftlichen Bodenschutz als auch für einen nachhaltigen Gewässerschutz.