

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Problemstellung	1
1.1	Biogas als wichtiger erneuerbarer Energieträger	1
1.2	Möglichkeiten für viehlos wirtschaftende ökologische Betriebe	1
1.3	Zielsetzung	4
2	Material und Methoden	6
2.1	Standort und Versuchsdurchführung	6
2.1.1	Standort, Klima und Versuchszeitraum	6
2.1.2	Fruchfolge und Versuchsanlage	10
2.1.3	Untersuchte Düngungssysteme	10
2.1.4	Vergärung der Substrate	12
2.1.5	Lagerung der Substrate und organischen Dünger, Ausbringung der Gärreste, Düngestrategie	14
2.2	Probenahmen	15
2.2.1	Ertragserhebung bei Kleegras	15
2.2.2	Ertragserhebungen bei den Druschfrüchten	16
2.2.3	Ertragserhebung bei Kartoffeln	17
2.2.4	Ertragserhebung bei Zwischenfrüchten	17
2.2.5	Probenahme bei den organischen Düngern	17
2.2.6	Probenahme zur Erfassung der N_{min} -Gehalte des Bodens	18
2.3	Trocknung und Aufbereitung der Proben	18
2.4	Bestimmung der Ammoniakemissionen bei Ausbringung der organischen Dünger	19
2.5	Bestimmung der Emissionen klimawirksamer Spurengase	19
2.6	Laboruntersuchungen	20
2.6.1	C_t - und N_t -Gehalte	20
2.6.2	Gesamtstickstoff und Ammoniumstickstoff nach Kjeldahl	21
2.6.3	Bestimmung des Gehaltes an organischer Trockensubstanz	22
2.6.4	Bestimmung der Gehalte des Bodens an mineralischem Stickstoff (N_{min})	22
2.7	Berechnung der potenziellen Methan- bzw. Energieerträge	22
2.8	Statistische Verrechnung	23
3	Ergebnisse	24
3.1	Organische Düngung	24
3.1.1	Stickstoffentzüge der geernteten Substrate	24
3.1.2	Gedüngte Stickstoffmengen	25
3.1.2.1	Stickstoffmengen aus Gärresten	25
3.1.2.2	Verteilung des Stickstoffs zu den Einzelfrüchten (Düngoplan)	27
3.1.2.3	Gesamte Stickstoffdüngung der Einzelfrüchte	30
3.1.3	Nährstoffgehalte und -verhältnisse in den organischen Düngern	33
3.2	Erträge und Stickstoffhaushalt	34
3.2.1	Trockenmasseerträge und Stickstoffaufnahme der Fruchfolge	34
3.2.2	Trockenmassebildung und Stickstoffhaushalt des Weizens	36

3.2.3	Trockenmasseerträge und Stickstoffaufnahmen von Kleegras, Kartoffeln und Erbsen	42
3.2.4	Trockenmasseerträge und Stickstoffhaushalt der Zwischenfrüchte	44
3.2.5	Jahressummen der Trockenmassebildung und Stickstoffaufnahme (Summe aus Haupt- und Zwischenfrüchten)	46
3.2.6	Bereinigte Trockenmasseerträge und Stickstoffaufnahmen der Hauptfrüchte	48
3.3	Energiepotenzial aus betriebseigenen Koppelprodukten	51
3.4	Umweltwirkungen	53
3.4.1	Freisetzung klimarelevanter Gase	53
3.4.2	Boden-N_{min}-Gehalte	58
4	Diskussion	66
4.1	Bereitstellung von Stickstoff aus systeminternen Quellen	66
4.2	Gewinnung eines mobilen Düngerpools	67
4.3	Effekte der Fest-Flüssig-Trennung der Gärreste	69
4.4	Einfluss der Bewirtschaftungssysteme auf Ertragsparameter	71
4.5	Rohproteingehalte des Weizens	74
4.6	Energieertragspotenzial	75
4.7	Umwelteffekte	79
4.7.1	Nitratauswaschungspotenzial	79
4.7.2	Emissionen bodenbürtiger klimawirksamer Spurengase	86
4.8	Übertragbarkeit der Ergebnisse	92
4.9	Optimierungs- und Forschungsbedarf	96
5	Zusammenfassung	109
6	Summary	113
7	Literaturverzeichnis	119
8	Anhang	145
8.1	Ergänzende detaillierte Ergebnistabellen	145
8.2	Statistische Anhangtabellen	159