

Erfassung befallsrelevanter Klimafaktoren in Weizenbeständen mit Hilfe digitaler Infrarot-Thermografie

1 EINLEITUNG	1
2 MATERIAL UND METHODEN	10
2.1 Versuchsorganismen	10
2.1.1 Pflanzen	10
2.1.2 Pathogene	10
2.2 Datenverarbeitung	11
2.3 Anzucht von Pflanzen unter kontrollierten Bedingungen	11
2.4 Anzucht und Vermehrung von Pathogenen	12
2.5 Inokulation von Versuchspflanzen	12
2.6 Erfassung der Pathogenentwicklung	13
2.6.1 Uredosporenkeimung von <i>Puccinia triticina</i>	13
2.6.2 Befallsbonitur	13
2.7 Thermografische Messungen	14
2.7.1 Thermografiesystem	14
2.7.2 Kontrolle der Messbedingungen	14
2.7.3 Messaufbau	14
2.7.3.1 Blattemperatur	14
2.7.3.2 Referenztemperatur	15
2.7.3.3 Blattnäse	15
2.7.3.4 Thermografische Erfassung von Blattnäse	16
2.7.3.5 Differenzierung von Pflanze und Hintergrund	16
2.7.3.6 Untersuchungen zur Blattfragmentierung	17
2.7.4 Messdauer	18
2.7.4.1 Einzelaufnahmen	18
2.7.4.2 Aufnahmeserien	18
2.7.5 Thermografische Messungen im Freiland	18
2.7.6 Auswertung von Thermogrammen	19
2.7.6.1 Pflanzen vor ungekühltem Hintergrund	19
2.7.6.2 Pflanzen vor gekühltem Hintergrund	19
2.8 Gaswechselfmessungen	19
2.9 Durchführung der Freilandversuche	20
2.9.1 Versuchsstandorte	20
2.9.1.1 Dikopshof	20

2.9.1.2 Klein Altendorf	21
2.9.1.3 Meckenheim	22
2.9.1.4 Jülich	22
2.9.2 Messung des Mikroklimas	23
2.9.3 Parzellenmarkierung	23
2.9.4 Ertragsmessung	24
2.10 Verarbeitung von Daten aus Freilandmessungen	24
2.10.1 Befallsdaten	24
2.10.2 Ertragsdaten	24
2.10.3 Stabilität von Bestandstemperaturzonen	25
2.10.4 Auswertung thermografischer Daten mit einem Geoinformationssystem	25
2.10.4.1 Berücksichtigung von Messflächen	25
2.10.4.2 Berücksichtigung von Punktrasterdaten	26
2.10.4.3 Berücksichtigung aller Pixelinformationen	26
2.10.5 Statistische Auswertung	26
3 ERGEBNISSE	27
3.1 Einfluss der Umgebungstemperatur auf die Keimung und das Keimschlauchwachstum von <i>P. triticina</i>	27
3.2 Heterogenität des Mikroklimas in Weizenbeständen	28
3.2.1 Lufttemperatur und relative Luftfeuchtigkeit	28
3.2.2 Blattnässedauer	32
3.2.3 Abtrocknungsdauer von Niederschlägen	34
3.2.4 Horizontale Schichtung	35
3.2.4.1 Lufttemperatur	35
3.2.4.2 Relative Luftfeuchtigkeit	36
3.2.5 Lufttemperatur und Bestandstemperatur	38
3.3 Thermografische Messung der Blatttemperatur von Weizenpflanzen	40
3.3.1 Differenzierung von Pflanzen und Hintergrund	40
3.3.2 Bestimmung der Trenntemperatur	42
3.3.3 Einfluss des Fragmentierungsgrades	43
3.3.4 Einfluss der Aufnahme­richtung	45
3.4 Einfluss von abiotischen Stressfaktoren auf die Blatttemperatur	46
3.4.1 Einfluss der Wasserversorgung	46
3.4.2 Einfluss der Stickstoffversorgung	48

3.5 Untersuchungen zur thermografischen Erfassung von Blattnässe	49
3.5.1 Abtrocknung von Tropfen	49
3.5.2 Abtrocknung eines Weizenbestandes unter kontrollierten Bedingungen	51
3.5.3 Blattnässe in Freilandbeständen	52
3.5.4 Vergleich von lokaler Bestandstemperatur und Blattnässe	54
3.6 Einfluss von Umweltfaktoren auf die Blatttemperatur	56
3.6.1 Thermografische Untersuchungen an Weizen	56
3.6.1.1 Vergleich biotisch und abiotisch bedingter Blattschäden	56
3.6.1.2 Pathogenese von Braunrost unter kontrollierten Bedingungen	60
3.6.1.3 Entwicklung von Blattkrankheiten im Freiland	62
3.6.1.4 Einflüsse auf die Bestandstemperaturmessung	70
3.6.2 Thermografische Untersuchungen an Bohne	74
3.6.2.1 Temperaturmuster durch abiotische Faktoren	74
3.6.2.2 Charakterisierung des Befallsverlaufs von <i>Uromyces appendiculatus</i>	78
3.7 Thermografie von Weizenbeständen im Freiland	82
3.7.1 Einfluss von Bodenheterogenität auf die Bestandstemperatur	82
3.7.2 Temperaturverteilung in einem homogenen Weizenbestand	86
3.7.2.1 Berücksichtigung von Messflächen	87
3.7.2.2 Berücksichtigung von Punktrasterdaten	87
3.7.2.3 Berücksichtigung aller Pixelinformationen	89
3.7.2.4 Stabilität von Temperaturzonen	91
3.7.3 Bestandstemperatur und Ertrag	95
3.7.3.1 Auf einem homogen bestellten Weizenbestand	95
3.7.3.2 Einfluss von Stickstoffdüngung und Fungizideinsatz	97
3.7.3.3 Einfluss von Fungizideinsatz an verschiedenen Weizensorten	99
4 DISKUSSION	104
5 ZUSAMMENFASSUNG	132
6 LITERATURVERZEICHNIS	135