



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Federal Department of Economic Affairs FDEA
Agroscope

Methoden zur Messung der Resistenz von Weizen gegen Ähren- und Blattseptoria

Fabio Mascher,
Alain Handley, Amandine
Fasel, Stefan Kellenberger,
Lilia Levy, Dario Fossati,
Cécile Brabant, Boulos
Chalhoub

13.01.2023

Journée Phytosanitaire des grandes cultures,
Bienne, Centre des Congrès



Photos: C. Parodi, Agroscope

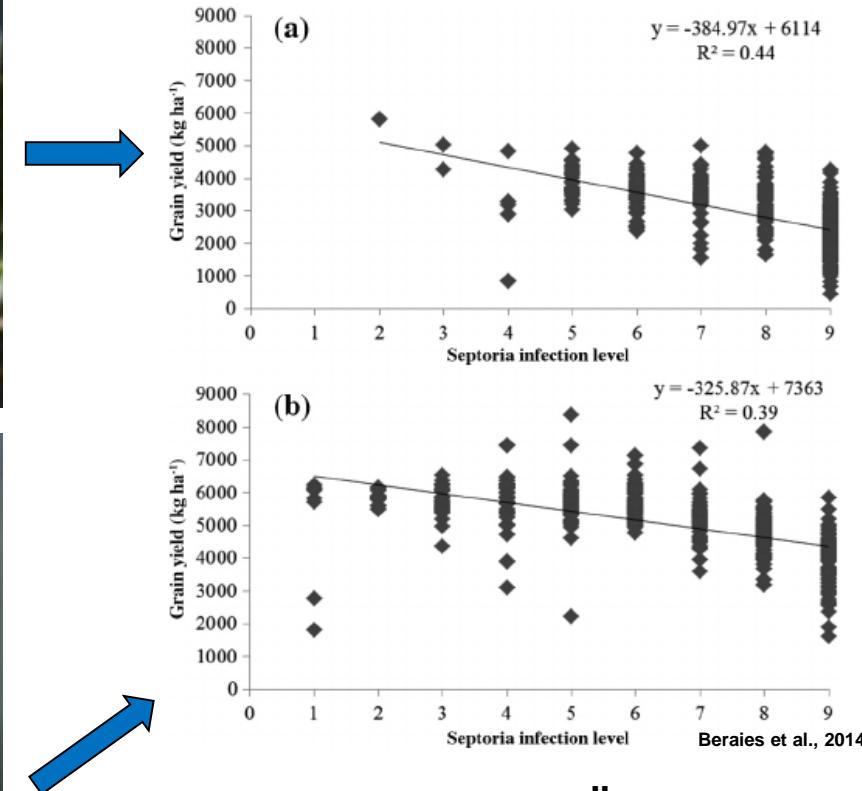


Eine der schädlichsten Krankheiten für den schweizerischen Weizenanbau



Photos: F. Mascher, Agroscope

Mas
Jour



Auswirkungen Ährenseptoria

- Ernteverluste
- Saatgutqualität (*S. nodorum*)
- Visueller Aspekt der Kultur



Bedeutung der Septoriose für die Einschreibung neuer Weizensorten

2.4 Blé (blé tendre)

| Caractéristiques observées | Valeurs éliminatoires | | Différences nécessaires pour l'obtention d'un bonus ou d'un malus par rapport à la moyenne des standards | | |
|---|-----------------------|--|--|--------------|--------------|
| | unité | valeurs retenues lors des essais préliminaires | valeurs retenues lors des essais d'homologation | bonus (+1,5) | malus (-1,5) |
| <i>Caractéristiques principales</i> | | | | | |
| Rdt en grain (15% H ₂ O) | en dt/ha | | | | |
| Verse | note (1-9) | > 5 (abs) | > 2 (std) | ≤ -1 (std) | ≥ +1 (std) |
| Précocité | épiaison std ± jours | | > 5 (std) | ≤ -2 (std) | ≥ +3 (std) |
| PHL | kg | < 72 (abs) | < 72 (abs) | ≥ +1 (std) | ≤ -2 (std) |
| Oidium | note (1-9) | > 6 (abs) | ≥ 6 (abs) | ≤ 3 (abs) | ≥ 4,5 (abs) |
| Rouille jaune | note (1-9) | > 6 (abs) | ≥ 6 (abs) | ≤ 3 (abs) | ≥ 4,5 (abs) |
| Rouille brune | note (1-9) | > 6 (abs) | ≥ 6 (abs) | ≤ 3 (abs) | ≥ 4,5 (abs) |
| S. nodorum feuille | index | | > 25 (std) et > 125 (abs) | ≤ -15 (std) | ≥ +15 (std) |
| S. nodorum épι | index | | > 40 (std) et > 125 (abs) | ≤ -10 (std) | ≥ +20 (std) |
| Septoria tritici | index | | > 25 (std) | ≤ -15 (std) | ≥ +15 (std) |
| Fusariose épι | note (1-9) | > 8 (abs) | > 7 (abs) | < 4 (abs) | > 6 (abs) |
| Zeleny ¹ | | < 20 (abs) | < 20 (abs) | | |
| Protéine ^{1,2} | pour-cent | < 10 (abs) | < 10 (abs) | | |
| Panification ¹ | | impanifiable | impanifiable | | |
| <i>Caractéristiques circonstancielles</i> | | | | | |
| Germination sur pied ¹ | note (1-9) | | > 6 (abs) | ≤ -2 (std) | ≥ +2 (std) |
| Hivernage (blés d'automne) | note (1-9) | | > 2 (std) | ≤ -2 (std) | ≥ +2 (std) |
| Rouille noire (blés de printemps) | note (1-9) | > 7 (abs) | > 7 (abs) | ≤ -2 (std) | ≥ +3 (std) |
| Septoria nodorum | note (1-9) | > 7 (abs) | | | |
| <i>Autres observations</i> | | | | | |
| Hauteur plante | cm | | | | |
| PMG | g | | | | |
| Alternativité | note | | | | |
| PV | note (1-9) | | | | |

Remarques:

- ¹ caractéristiques non retenues pour les blés fourragers
- ² caractéristique non retenue pour les blés à biscuits

Basierend auf relativen Noten (Indizes) für

- Septoria nodorum sur feuille / Blattseptoriose
- Septoria nodorum sur épι / Ährenseptoriose
- Septoria tritici / Blattseptoria



Vorbeugung durch gute Sortenresistenz in der Produktion

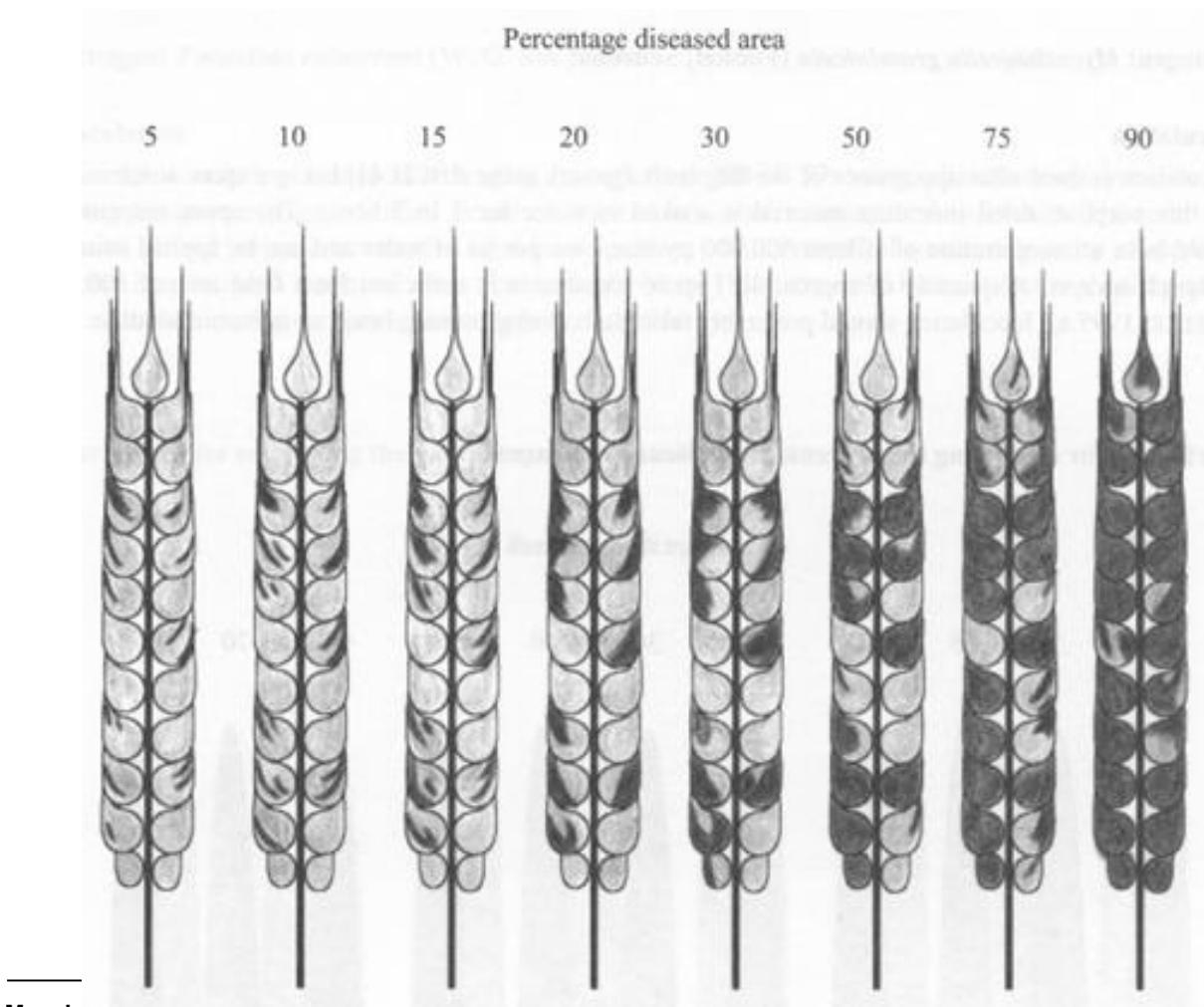
| Klasse | TOP | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------|--------|------------------------|---------|---------|-------------------|---------------------|-------------------------|----------------------|---------|--------|
| Sorte | RUNAL | TITLIS | CH CLARO | CH NARA | PIZNAIR | AXEN ^t | DIAVEL [*] | MONTALBANO ^t | BONAVAU ^t | BARETTA | CADIMO |
| Aufnahmehr Jahr | 1995 | 1996 | 2009 (letztes Jahr) | 2010 | 2020 | 2022 (prov.) | 2020 | 2018 | 2022 (prov.) | 2018 | 2020 |
| Ertrag (Extenso) ¹ | - | - | - | + | + | +++ | + | ++ | ++ | +(+) | ++ |

| | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---|---|---|---|---|----|---|----|---|----|
| Septoria nodorum Ähre ^{1,3} | ∅ | ∅ | - | ∅ | + | ++ | ∅ | ++ | + | ++ |
|--------------------------------------|---|---|---|---|---|----|---|----|---|----|

| Standfestigkeit | ***(+) | ** | *** | *** | * | ** | ***(+) | *** | *** | ** | * |
|---------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|-------|------------|
| Mehltau ¹ | +(+) | ∅ | + | +(+) | +(+) | ∅ | +(+) | ++ | + | +(+) | +(+) |
| Gelbrost ¹ | + | ++ | - | +++ | ++ | ∅ | ++(+) | +++ | + | +++ | ++ |
| Braunrost ¹ | - | - | ∅ | ∅ | + | ++ | +++ | ++ | ∅ | +(+) | +(+) |
| Septoria nodorum Blatt ^{1,3} | - | ∅ | -- | + | - | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ |
| Septoria nodorum Ähre ^{1,3} | ∅ | ∅ | - | ∅ | + | ++ | ∅ | ++ | + | ++ | + |
| Septoria tritici Blatt ^{1,3} | - | ∅ | -- | + | ∅ | + | ++ | + | ++ | + | ++ |
| Fusarien Ähre ^{1,3} | ∅ | + | - | -- | ∅ | ∅ | ∅ | ++ | ∅ | + | ∅ |
| Auswuchs ¹ | +(+) | + | - | + | + | + | ∅ | + | ∅ | - | ∅ |
| Proteingehalt ¹ | +++ | ++(+) | +++ | +++ | +++ | +++ | ++(+) | +++ | +++ | ++(+) | ++(+) |
| Zeleny ¹ | +(+) | ++ | ++ | +++ | ++(+) | ++ | ++(+) | ++ | ++(+) | ++ | ++(+) |
| Hektolitergewicht ¹ | ++ | ++ | ∅ | +++ | +(+) | ++ | ++ | + | ++ | ∅ | +(+) |
| Tausendkorngewicht ¹ | mittel | gross | klein | klein | klein | mittel | klein | gross | mittel | klein | sehr klein |



Schätzung des Ährenbefalls mit *Stagonospora nodorum*



Mascher et al., Résistance du blé contre les septoriose

Journée phytosanitaire des grandes cultures, 13 janvier 2023



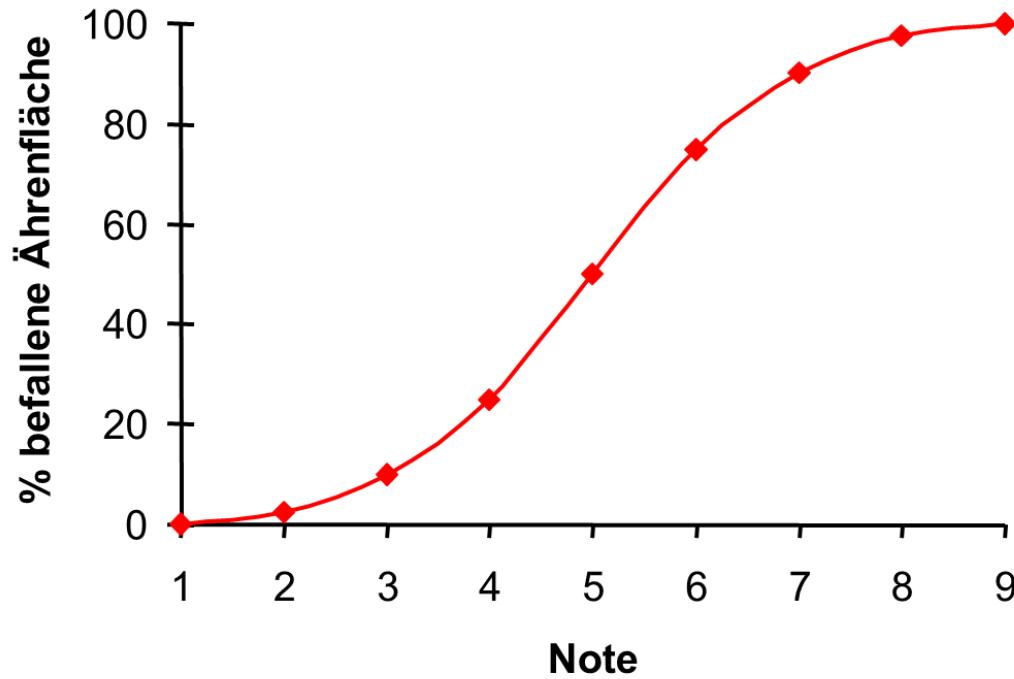
Künstliche Infektionen und Sprinklerbewässerung





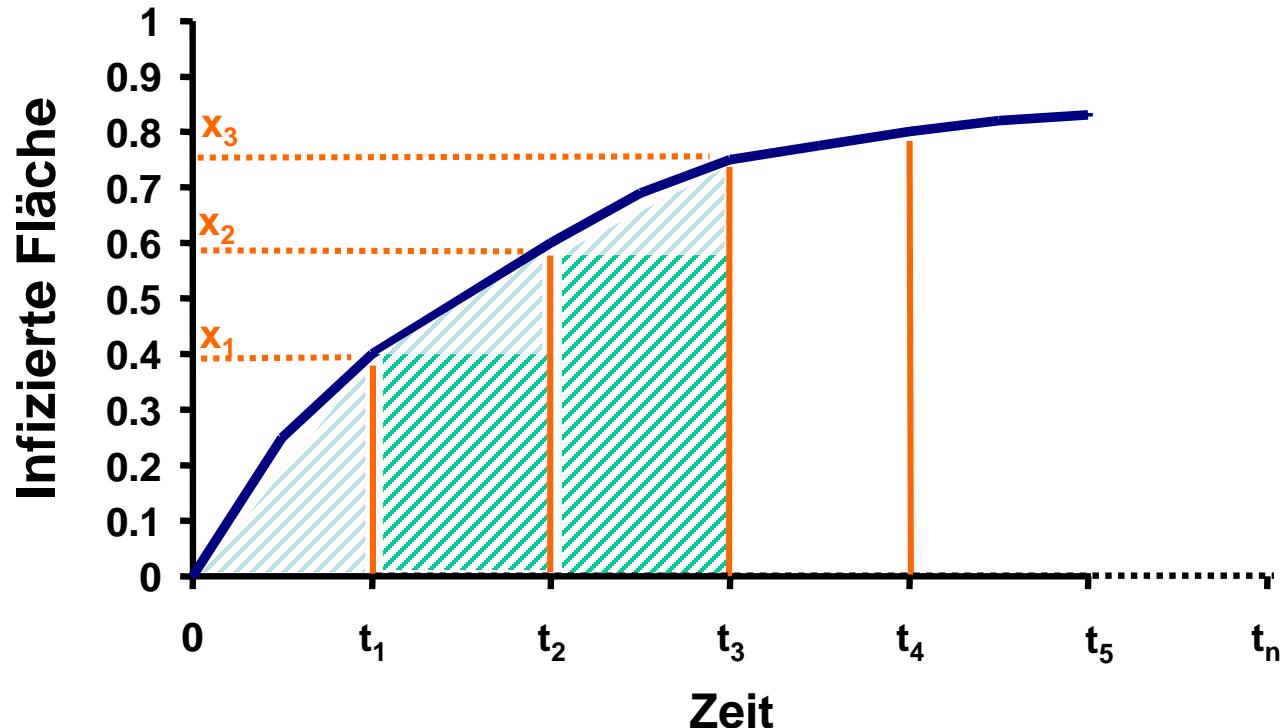
Krankheits-boniturschema für die Züchtung und die Sortenzulassung

| Note | % Befall |
|------|----------|
| 1 | 0.0 |
| 2 | 2.5 |
| 3 | 10.0 |
| 4 | 25.0 |
| 5 | 50.0 |
| 6 | 75.0 |
| 7 | 90.0 |
| 8 | 97.5 |
| 9 | 100.0 |





Theoretischer Krankheitsverlauf in der Testpopulation



AUDPC= area under the disease progress curve

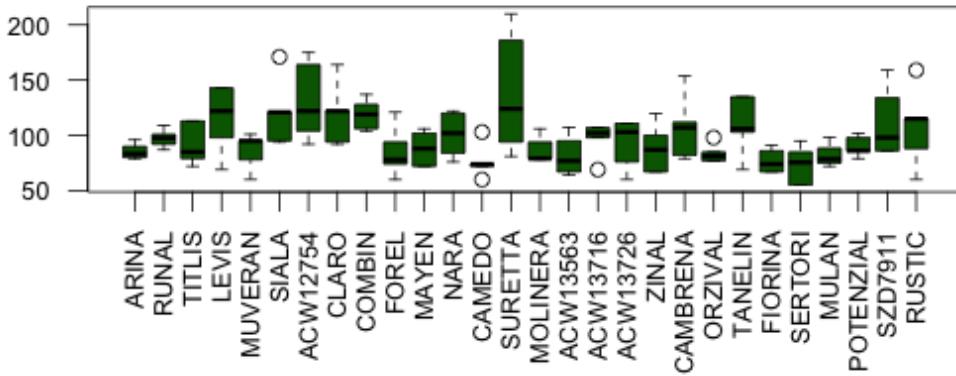
$$\text{AUDPC} = (t_1 * x_1)/2 + ((t_2 - t_1) * (x_1 * x_2))/2 + \dots$$



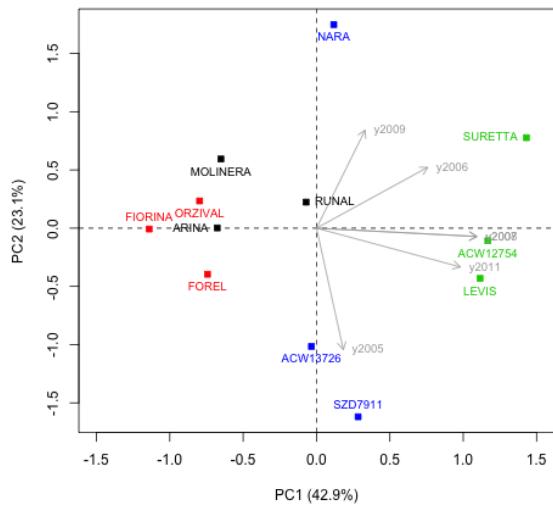
Die Stabilität über mehrere Jahre der Septoria- Ährenresistenz

SN ear severity (INDEX)

Severity S. nodorum on ear: 2005-2011



| | | Leaf blotch | |
|--------------|----------|-------------|----------|
| | | stable | instable |
| Glume blotch | stable | ARINA | FIORINA |
| | stable | RUNAL | FOREL |
| | stable | MOLINERA | ORZIVAL |
| Glume blotch | instable | ACW12754 | ACW13726 |
| | instable | LEVIS | NARA |
| | instable | SURETTA | SZD7911 |



Stabile BS / stabil ÄS
Instabil BS / stabil ÄS
Stabil BS / instabil ÄS
Instabil BS / instabil ÄS



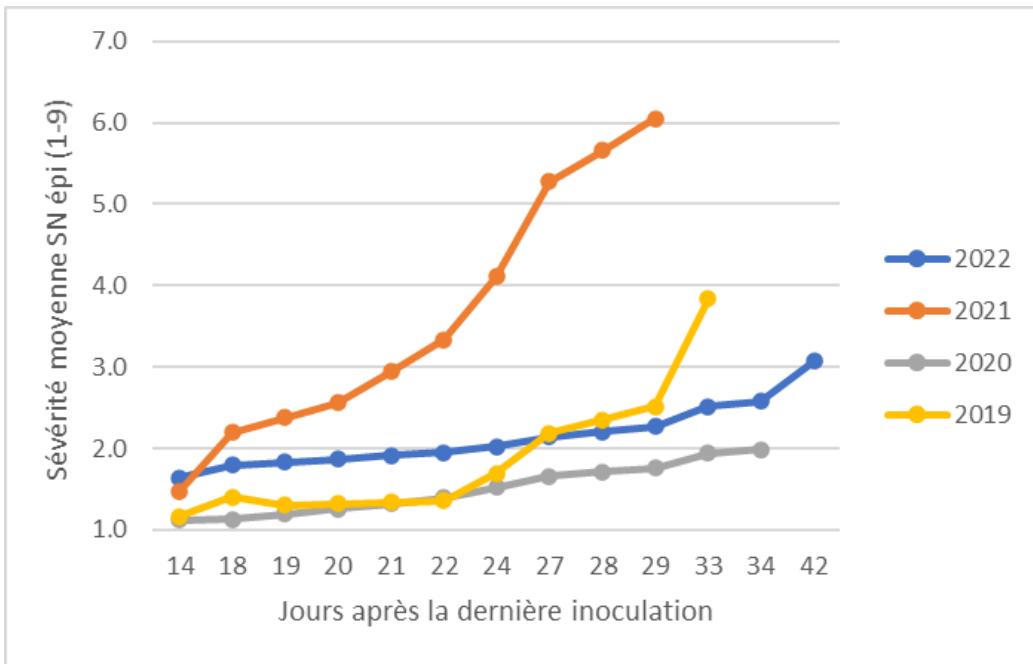
Zwischenfazit:

- Der Krankheitsverlauf hängt von der Frühreife der Sorte ab.
- Allerdings sind spätreife Sorten nicht grundsätzlich resistenter, sondern werden nur später krank.
- Langjährige Beobachtungen zeigen Sortenunterschiede in der Stabilität der Resistenz auf.
- Daher sind Septoriaresistenzen schwierig zu erfassen.

Wie zuverlässig sind die Bonituren in trockenen Jahren?



Variierende Befallsstärken



| | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|----------------------|------|------|------|------|
| Note maximum | 7.0 | 6.0 | 8.0 | 6.0 |
| Note minimum | 1.0 | 1.0 | 2.0 | 2.0 |
| Note moyenne | 3.8 | 2.0 | 6.1 | 3.1 |
| Jours d'observations | 33 | 34 | 29 | 42 |
| Nbre génotypes | 441 | 480 | 523 | 511 |



Resistenzerhebungen unter variierenden Bedingungen

| | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | LR | Stabilité (an) |
|-------|------|------|------|------|----|----------------|
| ARINA | 64 | 75 | 74 | 77 | ++ | BS / ÄS |
| FOREL | 104 | 108 | 104 | 101 | Ø | bs / ÄS |
| LEVIS | 91 | 80 | 113 | 124 | - | BS / äs |
| NARA | 108 | 81 | 105 | 108 | Ø | bs / äs |
| RUNAL | 86 | 89 | 102 | 77 | Ø | BS / ÄS |



Einige kurze Erkenntnisse aus den Versuchen

- In trockenen Jahren sind die Infektionen, trotz künstlicher Infektionen und Beregnung, schwach.
- Die Umrechnung der Befallsstärke jeder Linie von AUDPC in Indices erlaubt den Vergleich zwischen den Jahren.
- Trotz Unterschieden in den Befallsstärken können somit resistente und anfällige Sorten unterschieden werden.
- Die Stabilität der Sortenresistenz zwischen den Jahren ist offensichtlich kaum durch die Befallsstärke des Jahres bedingt.
- Welche anderen Umweltbedingungen kommen zu tragen?



Merci de votre attention.



Photo: F. Mascher, Agroscope



Basic procedure to compare quantitative resistance against *Septoria* diseases

1. Artificial inoculations and at least 3 scorings during the season.
2. Score the earliness (heading date).
3. Calculate the AUDPC:
$$\text{AUDPC} = \sum ((x_1 * t_1)/2 + (x_1 + x_2)*(t_2 - t_1)/2 \dots (n_x + n_{x-1})*(t_x - t_{x-1})/2))$$
$$x_x = \text{note scored at moment } t_x$$
4. Classify each genotype into 3 earliness classes: early, average and late.
5. Calculate the correction coefficient according to the earliness class and add it to the scoring value: average = 0,
early = $\mu(\text{average}) - \mu(\text{early})$ [value <0],
late = $\mu(\text{late}) - \mu(\text{average})$ [value >0].
6. Calculation of the indices based on the average of all genotypes tested = 100.