

**Supplementary information: Regulation of extractable P, K, and Mg levels in soils based on nutrient balance results for use in agricultural management systems**

**Nutrient Cycling in Agroecosystems**

Hartmut Kolbe

Schkeuditz, Germany

E-Mail: [hartmutkolbe@yahoo.de](mailto:hartmutkolbe@yahoo.de)

**Table of contents**

Table S1: Long-term trials with phosphorus, pages 2–14

Table S2: Long-term trials with potassium, pages 15–27

Table S2: Long-term trials with magnesium, pages 28–32

List of abbreviations and symbols, page 32

References on the long-term trials, pages 33–45

**Table S1** Description of sites, trial setup and references as well as calculated results from long-term trials with phosphorus (P)

| Number | Soil type <sup>1)</sup> | Clay content      | Silt content | Soil type group | pH value        | C <sub>org</sub> content | Temperature     | Precipitation         | Intercept | Slope  | Multiple coefficient of determination | P balance (P soil change = 0) | P mean soil content / Method of soil analyses <sup>2)</sup> | No. of variants | Investigation period | Cultivation systems <sup>3)</sup> | Site, location institution <sup>4)</sup> | Country <sup>5)</sup> | References                  |
|--------|-------------------------|-------------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|-----------------------|-----------|--------|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------|-----------------------------------|------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|
|        |                         | (% DM)            | (% DM)       | (VDLUFA)        |                 | (% DM)                   | (°C)            | (mm a <sup>-1</sup> ) | (a)       | (b)    | (R <sup>2</sup> )                     | (kg ha <sup>-1</sup> )        | (mg 100g <sup>-1</sup> )                                    |                 | (years)              |                                   |                                          |                       |                             |
| 1      | S                       | 0.5<br>–<br>3.0   | –            | 1               | 4.5<br>–<br>6.0 | 0.59<br>–<br>1.60        | 8.2<br>–<br>9.1 | 526<br>–<br>592       | -0.1689   | 0.0157 | 0.27**                                | 10.8                          | 4.4<br>DL                                                   | 28              | 4 -<br>15            | Arab-Con                          | 7 sites of E DE                          | DE                    | Kerschberger & Marks (1974) |
| 2      | SI -<br>IS              | 2.0<br>–<br>9.3   | –            | 2               | 4.9<br>–<br>6.8 | 0.48<br>–<br>1.32        | 7.7<br>–<br>8.8 | 551<br>–<br>687       | -0.0122   | 0.0073 | 0.47***                               | 1.7                           | 4.9<br>DL                                                   | 31              | 8 -<br>17            | Arab-Con                          | 8 sites of E DE                          | DE                    | Kerschberger & Marks (1974) |
| 3      | S -<br>IS               | 0.5<br>–<br>9.3   | –            | 1 -<br>2        | 4.5<br>–<br>6.8 | 0.48<br>–<br>1.60        | 7.7<br>–<br>9.1 | 526<br>–<br>687       | -0.0172   | 0.0076 | 0.45***                               | 2.3                           | DL                                                          | 59              | 4 -<br>17            | Arab-Con                          | 15 sites of E DE                         | DE                    | Kerschberger & Marks (1974) |
| 4      | SL -<br>sL              | 10.0<br>–<br>17.4 | –            | 3               | 4.7<br>–<br>7.2 | 0.77<br>–<br>3.19        | 7.7<br>–<br>8.8 | 528<br>–<br>876       | -0.0047   | 0.0086 | 0.72***                               | 0.5                           | 2.8<br>DL                                                   | 40              | 5 -<br>17            | Arab-Con                          | 10 sites of E DE                         | DE                    | Kerschberger & Marks (1974) |
| 5      | L                       | 16.6<br>–<br>24.8 | –            | 4               | 5.8<br>–<br>7.2 | 1.02<br>–<br>1.94        | 7.7<br>–<br>9.1 | 488<br>–<br>692       | 0.0974    | 0.0091 | 0.69***                               | -10.7                         | 3.0<br>DL                                                   | 39              | 6 -<br>18            | Arab-Con                          | 10 sites of E DE                         | DE                    | Kerschberger & Marks (1974) |
| 6      | L -<br>T                | 24.0<br>–<br>41.0 | –            | 5               | 5.3<br>–<br>7.2 | 0.83<br>–<br>2.37        | 7.5<br>–<br>8.4 | 513<br>–<br>760       | -0.0624   | 0.0098 | 0.85***                               | 6.4                           | 2.8<br>DL                                                   | 12              | 6 -<br>7             | Arab-Con                          | 3 sites of E DE                          | DE                    | Kerschberger & Marks (1974) |
| 7      | S                       | bis<br>5          |              | 1               |                 |                          |                 |                       | -0.1215   | 0.0152 | 0.80***                               | 8.0                           | 4.6                                                         |                 |                      |                                   |                                          |                       |                             |
| 7.1    | S                       | 4.0               | 10           | 1               | 5.4             | 1.97                     | –               | 750                   |           |        |                                       | 25.4                          | DL                                                          | 16              | 5 -<br>6             | Arab-Con                          | 4 sites NW DE                            | DE                    | Wulff (1996)                |
| 7.2    | S                       | 5.0               | 21           | 1               | 5.3             | 0.54                     | 8.2             | 527                   |           |        |                                       | –                             | DL                                                          | 21              | 28                   | Arab-Con                          | Müncheberg                               | DE                    | Smukalski & Rogasik (1992)  |

|     |   |          |   |     |                 |     |     |  |     |     |    |    |          |                      |    |                          |
|-----|---|----------|---|-----|-----------------|-----|-----|--|-----|-----|----|----|----------|----------------------|----|--------------------------|
| 7.3 | S | 3.1      | 1 | 4.9 | 4.80            | 7.8 | 750 |  | 6.2 | DL  | 12 | 12 | Arab-Con | Lentförden           | DE | Köhnlein & Knauer (1965) |
| 7.4 | S | 2.7      | 1 | 5.0 | 0.57            | 8.7 | 514 |  | -   | CAL | 5  | 34 | Arab-Con | Thyrow               | DE | Baumecker et al. (1992)  |
| 7.5 |   | 3.0      | 1 | 5.2 | 1.28-<br>- 3.19 | -   | 750 |  | 3.8 | DL  | 6  | 10 | Arab-Con | Düshorn,<br>Hodenhag | DE | Römer et al. (1999)      |
|     |   | -<br>5.0 |   | 5.5 |                 |     |     |  |     |     |    |    |          |                      |    |                          |

|      |     |           |           |     |      |      |          |         |      |         |     |           |    |          |          |                      |
|------|-----|-----------|-----------|-----|------|------|----------|---------|------|---------|-----|-----------|----|----------|----------|----------------------|
| 8    | I'S | 5.0       | 2         |     |      |      |          | -0.0361 | 0.01 | 0.52*** | 3.6 | 3.7       |    |          |          |                      |
|      |     | -<br>12.0 |           |     |      |      |          |         |      |         |     |           |    |          |          |                      |
| 8.1  | I'S | 7.0       | 2         | 5.0 | -    | -    | -        |         |      |         | 1.2 | DL        | 7  | 6        | Arab-Con | 9 sites              |
| 8.2  | I'S | 6.5       | 2         | 6.1 | -    | 7.5  | 540      |         |      |         | 7.8 | DL        | 14 | 9        | Arab-Con | Misitz, Spröda       |
|      |     | -<br>10.8 |           |     |      | 8.3  | 645      |         |      |         |     |           |    |          |          |                      |
| 8.3  | I'S | 6.3       | 2         | 6.0 | 1.00 | 8.3  | 540      |         |      |         | -   | DL        | 3  | 20       | Arab-Con | Spröda               |
| 8.4  | I'S | 7.0       | 6 -<br>39 | 2   | 5.1  | -    | 7.9      | 640     |      |         | 2.4 | DL        | 32 | 6 -<br>8 | Arab-Con | 8 sites W DE         |
|      |     | -<br>11.0 |           |     | 6.4  | 10.7 | 790      |         |      |         |     |           |    |          |          |                      |
| 8.5  | I'S | 5.0       | 2         | 4.0 | -    | 9.5  | 892      |         |      |         | 2.8 | DL        | 9  | 12       | Arab-Con | 9 sites W DE         |
|      |     | -<br>12.0 |           |     | 4.3  |      |          |         |      |         |     |           |    | -<br>15  |          |                      |
| 8.6  | I'S | 6.3       | 31        | 2   | 6.3  | 1.28 | 8.3      | 540     |      |         | -   | DL        | 15 | 31       | Arab-Con | Spröda               |
| 8.7  | I'S | 6.5       | 2         | 5.8 | 0.99 | 8.4  | 540      |         |      |         | -   | DL        | 12 | 6        | Arab-Con | Spröda               |
|      |     |           |           |     |      |      | -<br>690 |         |      |         |     |           |    |          |          |                      |
| 8.8  | I'S | 6.5       | 2         | 5.5 | 0.90 | 8.8  | 547      |         |      |         | -   | DL        | 24 | 14       | Arab-Con | Spröda               |
|      |     |           |           |     | 6.0  |      | -<br>669 |         |      |         |     |           |    |          |          |                      |
| 8.9  | I'S | 10.0      | 2         | 6.2 | -    | 7.8  | 752      |         |      |         | 4.6 | DL        | 16 | 13       | Arab-Con | Hohenschulen bei     |
| 8.10 | I'S | 5.0       | 26        | 2   | 5.3  | 1.00 | 8.8      | 547     |      |         | -   | 8.0<br>DL | 6  | 6        | Arab-Con | Kiel<br>Spröda       |
|      |     | -<br>7.0  |           |     |      |      |          |         |      |         |     |           |    |          |          |                      |
| 8.11 | I'S | 4.0       | 4 -<br>10 | 2   | 5.0  | 2.10 | 9.2      | 850     |      |         | -   | 5.9       | 3  | 60       | Arab-Con | Hannighog,<br>Dülmen |
|      |     | -<br>8.0  |           |     |      |      |          |         |      |         |     |           |    |          |          |                      |

|   |    |      |   |  |  |  |  |         |        |         |     |     |  |  |  |  |
|---|----|------|---|--|--|--|--|---------|--------|---------|-----|-----|--|--|--|--|
| 9 | IS | 12.0 | 3 |  |  |  |  | -0.0065 | 0.0107 | 0.74*** | 0.6 | 3.5 |  |  |  |  |
|   |    | -    |   |  |  |  |  |         |        |         |     |     |  |  |  |  |



|       |    |              |               |   |                 |      |            |                 |       |     |    |               |          |                               |    |                                         |
|-------|----|--------------|---------------|---|-----------------|------|------------|-----------------|-------|-----|----|---------------|----------|-------------------------------|----|-----------------------------------------|
| 10.8  | sL | 25.0         |               | 4 | 6.1             | 0.72 | 7.5        | 703             | -8.1  | DL  | 10 | 26<br>-<br>29 | Arab-Con | Weihenstephan,<br>Pettenbrunn | DE | Amberger<br>(1984)                      |
| 10.9  | uL | 25.0         |               | 4 | 5.0             | 1.20 | 7.5        | 703             | -11.6 | DL  | 10 | 10            | Arab-Con | Pettenbrunn                   | DE | Amberger et<br>al. (1971)               |
| 10.10 | sL | 20.0         |               | 4 | 6.0<br>6.5      | 1.16 | 8.8        | 905             | -     | CAL | 5  | 25            | Arab-Con | Alpenvorland,<br>Linz         | AT | Mraczek<br>(1979)                       |
| 10.11 | uL | 20.4         | 34<br>-<br>72 | 4 | 4.7<br>-<br>5.2 | 0.93 | 8.2        | 621<br>-<br>660 | -     | CAL | 12 | 9             | Arab-Con | Elben,<br>Niederbeisheim      | DE | Grass & Heyn<br>(1980)                  |
| 10.12 | sL | 25.0         |               | 4 | 5.8             | -    | 9.7        | 682             | -17.3 | DL  | 4  | 6             | Arab-Con | 10 sites W DE                 | DE | Albersmann<br>& Gericke<br>(1967)       |
| 10.13 | sL | 17.0         |               | 4 | 5.6             | -    | 8.4        | 612             | -13.4 | CAL | 8  | 8 -<br>18     | Arab-Con | 2 sites NW DE                 |    | Baumgärtel<br>(1996)                    |
| 10.14 | uL | 25.0         |               | 4 | 7.1<br>6.6      | -    | 8.7<br>9.8 | 667<br>703      | -     | CAL | 10 | 7 -<br>9      | Arab-Con | 3 sites W DE                  | DE | Fischer<br>(1996)                       |
| 10.15 | sL | 21.5         |               | 4 | 7.4<br>6.1      | 1.97 | 7.0        | 730<br>490      | -6.8  | DL  | 8  | 9             | Arab-Con | Lauchstädt,<br>Heiligenstock  | DE | Bergmann &<br>Witter (1965)             |
| 10.16 | uL | 25.0         |               | 4 | 6.8<br>6.0      | 2.20 | 8.6<br>8.3 | 700<br>640      | -12.5 | CAL | 12 | 8 -<br>10     | Arab-Con | Grebenstein,<br>Dörnhagen     | DE | Schaumberg<br>& Heyn<br>(1996)          |
| 10.17 | uL | 14.0         | 75<br>-<br>84 | 4 | 6.3<br>7.0      | 1.10 | 8.8        | 669<br>619      | -9.6  | CAL | 20 | 12            | Arab-Con | Börry, Broistedt              | DE | Jungk et al.<br>(1993),<br>Wendt (1991) |
| 10.18 | uL | 20.0<br>12.1 | 23            | 4 | 1.29<br>4.9     | -    | 9.0<br>7.3 | 747<br>642      | -12.5 | CAL | 15 | 5             | Arab-Con | 3 sites W DE                  | DE | Munk &<br>Bärman<br>(1971)              |
| 10.19 | sL | 25.7<br>21.0 | 47            | 4 | 6.4<br>6.2      | 2.03 | 9.3<br>7.5 | 757<br>850      | -     | DL  | 8  | 17            | Arab-Con | Puch                          | DE | Bachthaler &<br>Wagner<br>(1971)        |
| 10.20 | sL | 9.0          | 22            | 4 | 6.6             | 0.99 | 8.7        | 558             | -18.0 | DL  | 16 | 13            | Arab-Con | Seehausen                     | DE | Schönmeier<br>& Schiefer<br>(1992)      |
| 10.21 | sL | 14.0<br>22.0 |               | 4 | 6.2             | 1.80 | 8.7        | 484             | -9.3  | DL  | 12 | 31            | Arab-Con | Bad Lauchstädt                | DE | Köppen<br>(1997)                        |
| 10.22 | uL | 14.8         | 80            | 4 | 2.33<br>5.2     | 1.91 | 8.0        | 600             | -     | DL  | 15 | 31            | Arab-Con | Methau                        | DE | Albert &<br>Menge (2001)                |

|      |          |             |         |       |            |      |           |           |         |        |         |             |        |    |      |          |                                      |     |                                   |
|------|----------|-------------|---------|-------|------------|------|-----------|-----------|---------|--------|---------|-------------|--------|----|------|----------|--------------------------------------|-----|-----------------------------------|
| 11   | t'L - T  | over 25.0   | 5       |       |            |      |           |           | -0.0963 | 0.0077 | 0.46*** | 10.0 – 12.5 | 5.0    |    |      |          |                                      |     |                                   |
| 11.1 | t'L      | 25.2        | 47      | 5     | 7.5        | 1.45 | 9.5       | 498       |         |        |         | 8.1         | CAL    | 8  | 9    | Arab-Con | Wien                                 | AT  | Hösch & Dersch (1998)             |
| 11.2 | sL - tL  | 20.0 – 40.0 |         | 5     | 5.5 – 6.5  | -    | -         | -         |         |        |         | 6.7         | DL     | 13 | 6    | Arab-Con | 21 sites                             | PL  | Kesik (1988)                      |
| 11.3 | sL - t'L | 17.0 – 25.0 |         | 5     | 6.7        | -    | 9.0       | 600       |         |        |         | 6.0         | DL     | 9  | 9    | Arab-Con | Meckenheim, A                        | DE  | Poletschny et al. (1968)          |
| 11.4 | t'L      | 25.0        | 63      | 5     | 6.5        | 1.28 | 8.1       | 705       |         |        |         | 7.6         | DL     | 14 | 18   | Arab-Con | Rauischholzhausen                    | DE  | Boguslawski & Lieres (1997)       |
| 11.5 | t'L      | 17.0 – 25.0 |         | 5     | 6.0        | -    | 9.0       | 600       |         |        |         | 13.9        | DL     | 3  | 9    | Arab-Con | Meckenheim, B                        | DE  | Poletschny et al. (1968)          |
| 11.6 | uL - t'L | 25.0        |         | 5     | 6.4        | -    | 8.7       | 787       |         |        |         | 18.5        | CAL    | 4  | 10   | Arab-Con | 7 sites SW DE                        |     | Mokry (1996)                      |
| 11.7 | uL - t'L | 25.0        |         | 5     | 6.3        | -    | 8.2       | 669       |         |        |         | 20.0        |        | 6  | 8    | Arab-Con | Grebenstein                          | DE  | Schaumberg & Heyn (1996)          |
| 11.8 | Ut       | 22.0        | 70      | 5     | 6.8        | 1.22 | 8.5       | 667       |         |        |         | 10.9        | CAL    | 4  | 5    | Arab-Con | Derneburg                            | DE  | Jungk et al. (1993), Wendt (1991) |
| 11.9 | uL - tL  | 16.0 – 37.3 | 27 - 36 | 5     | 5.6 – 6.9  | -    | 7.3 – 9.3 | 759 - 832 |         |        |         | 15.8        | DL     | 20 | 4    | Arab-Con | 4 sites W DE                         | DE  | Munk & Bärmann (1971)             |
| 12   | IS       | 16.4        | 17      | 3     | 5.2        | 0.99 | 7.8       | 607       |         |        | 0.81*** | 0.0 – 1.6   | OL     | 7  | 13   | Arab-Con | Taastrup                             | DK  | Van der Bom et al. (2017)         |
| 13   | IS       | 8.3 – 9.2   | 33      | 2 - 3 | 7.5 – 1.91 | 1.45 | 6.7       | 696       | 0.026   | 0.0078 | 0.90*** | -3.3        | 5.0 DL | 7  | 38   | Arab-Con | Kuusiku                              | EST | Loide (2019)                      |
| 14   | IS       | 14.0        | 34      | 3     | 5.8 – 6.2  | 2.44 | 4.5       | 600       | 0.0026  | 0.0061 | 0.76*** | -0.4        | 2.9 AL | 17 | 13   | Arab-Con | Moystad                              | NO  | Riley et al. (2007)               |
| 15   | I'S      | 5.0 – 7.0   | 10 - 14 | 2     | 5.5        | 0.60 | 7.9       | 520       | -0.0066 | 0.0026 | 0.48*   | 2.5         | 2.9 DL | 8  | 25   | Arab-Con | Skierniewice                         | PL  | Blake et al. (2000)               |
| 16   | uL       | 21.0        | 68      | 4     | 6.2        | 2.09 | 8.7       | 484       | 0.1353  | 0.0096 | 0.55*** | -14.1       | 4.2 DL | 12 | 30 - | Arab-Con | Bad Lauchstädt, Static fertilization | DE  | Ansorge (1965),                   |

| 34   |    |                   |               |          |                 |                   |     |                 |         |        |         |       |                 |    |    |          | Wechsung<br>(1990), Blake<br>et al. (2000) |    |                                 |
|------|----|-------------------|---------------|----------|-----------------|-------------------|-----|-----------------|---------|--------|---------|-------|-----------------|----|----|----------|--------------------------------------------|----|---------------------------------|
| 17   | uL | 23.4              | 68            | 4 -<br>5 | 7.9             | 1.00              | 9.0 | 725             |         |        | 0.53(*) | -7.5  | 5.0<br>OL       | 5  | 30 | Arab-Con | Rothamsted,<br>Broadbalk                   | GB | Blake et al.<br>(2000)          |
| 18   | uL | 20.0              | 52            | 4 -<br>5 | 7.1             | 0.80<br>—<br>1.10 | 9.0 | 725             |         |        | 0.96*** | -3.3  | 0.6<br>OL       | 5  | 90 | Arab-Con | Rothamsted,<br>Exhaustion land             | GB | Johnston &<br>Poulton<br>(2019) |
| 19   | uL | 20.0              | 52            | 4 -<br>5 | 7.1             | 0.80<br>—<br>1.10 | 9.0 | 725             | 0.0364  | 0.0058 | 0.94*** | -6.3  | 0.6<br>OL       | 12 | 6  | Arab-Con | Rothamsted,<br>Exhaustion land             | GB | Johnston &<br>Poulton<br>(2019) |
| 20   | uL | 17.0<br>—<br>25.0 | 50<br>—<br>65 | 4        | 6.6<br>—<br>7.4 | -<br>—<br>—       | -   | 694<br>—<br>790 | 0.0258  | 0.0049 | 0.78**  | -5.3  | 1.6, 3.9<br>CAL | 6  | 9  | Arab-Org | Carlsberg,<br>Abtweiler                    | DE | Emmerling<br>(2005)             |
| 21   | L  | 13.8              | 70            | 4        | 5.8             | 1.10<br>—<br>6.3  | 8.6 | 711             | 0.0399  | 0.0117 | 0.79*** | -3.4  | 3.0, 4.5<br>DL  | 12 | 16 | Arab-Org | Roda                                       | DE | Meyer et al.<br>(2021)          |
| 22   | L  | 15.4              | 73            | 4        | 5.5             | 1.22<br>—<br>5.9  | 9.8 | 641             | 0.0482  | 0.0054 | 0.91*** | -8.9  | 1.7<br>DL       | 8  | 12 | Arab-Org | Roda                                       | DE | Farack et al.<br>(2021)         |
| 23   | L  | 15.4              | 73            | 4        | 5.5             | 1.22<br>—<br>5.9  | 9.8 | 641             | 0.0074  | 0.0005 | 0.56*   | -10.0 | 1.5<br>CAL      | 8  | 12 | Arab-Org | Roda                                       | DE | Farack et al.<br>(2021)         |
| 24   | L  | 15.4              | 73            | 4        | 5.5             | 1.22<br>—<br>5.9  | 9.8 | 641             | 0.0081  | 0.0005 | 0.38*   | -12.0 | CAL             | 12 | 12 | Arab-Org | Roda                                       | DE | Farack et al.<br>(2021)         |
| 25   | L  | 15.4              | 73            | 4        | 5.5             | 1.22<br>—<br>5.9  | 9.8 | 641             | 0.0663  | 0.0052 | 0.66**  | -12.8 | 1.7<br>DL       | 12 | 12 | Arab-Org | Roda                                       | DE | Farack et al.<br>(2021)         |
| 26   | L  | 15.0<br>—<br>18.0 | 77<br>—<br>80 | 4        | 5.7<br>—<br>6.2 | 0.97<br>—<br>1.22 | 8.4 | 693             | 0.0121  | 0.0063 | 0.92*** | -1.9  | 4.3<br>DL       | 9  | 14 | Arab-Org | Methau                                     | DE | Kolbe (2022)                    |
| 27   | L  | 15.0<br>—<br>18.0 | 77<br>—<br>80 | 4        | 5.7<br>—<br>6.2 | 0.97<br>—<br>1.22 | 8.4 | 693             | 0.0256  | 0.0065 | 0.97*** | -3.9  | 4.3<br>DL       | 12 | 14 | Arab-Org | Methau                                     | DE | Kolbe (2022)                    |
| 27.1 | L  |                   |               |          |                 | 0.97<br>—<br>1.22 |     |                 | 0.0182  | 0.0063 | 0.94*** | -2.9  | DL              | 21 | 14 | Arab-Org | Methau                                     | DE | Kolbe (2022)                    |
| 28   | Sl | 5.0<br>—<br>7.0   | 26            | 2        | 4.8<br>—<br>5.0 | 0.70<br>—<br>0.90 | 8.8 | 547             | -0.017  | 0.0124 | 0.86*** | 1.4   | 5.3<br>DL       | 9  | 12 | Arab-Org | Spröda                                     | DE | Kolbe (2022)                    |
| 29   | Sl | 5.0<br>—          | 26            | 2        | 4.8<br>—        | 0.70<br>—         | 8.8 | 547             | -0.0393 | 0.0174 | 0.30(*) | 2.2   | 4.9<br>CAL      | 8  | 12 | Arab-Org | Spröda                                     | DE | Kolbe (2022)                    |

|    |           |                   |               |          |     |                   |      |     |         |        |         |       |             |    |    |            |              |    |                                           |
|----|-----------|-------------------|---------------|----------|-----|-------------------|------|-----|---------|--------|---------|-------|-------------|----|----|------------|--------------|----|-------------------------------------------|
| 30 | sL,<br>uL | 18.0              | 35            | 3 -<br>4 | 6.3 | 2.90<br>-<br>3.50 | 3.6  | 600 | 0.08    | 0.0141 | 0.88**  | -5.7  | AL          | 6  | 14 | Arab-Org   | Apelsvoll    | NO | Korsaeth<br>(2012)                        |
| 31 | IS        | 10.0              |               | 2        | 6.1 | 1.14<br>-<br>1.27 | 11.2 | 772 | -       | -      | 0.39*   | 5.0   | 12.3<br>CAL | 12 | 7  | Arab-Con   | Forchheim    | DE | Landes<br>(2003)                          |
| 32 | uL        | 23.0              | 30<br>-<br>40 | 4        | 6.0 | 1.26<br>-<br>1.41 | 10.0 | 881 | 0.0603  | 0.0068 | 0.66**  | -8.9  | 7.5<br>CAL  | 11 | 7  | Arab-Con   | Pforzheim    | DE | Landes<br>(2003)                          |
| 33 | uL        | 30.0              | 67            | 5        | 6.6 | 1.40<br>-<br>7.5  | 8.4  | 778 | -0.0147 | 0.003  | 0.90(*) | 4.9   | 1.3<br>CAL  | 3  | 29 | Arab-Con   | Rottenhaus   | AT | Lindenthal<br>(2000)                      |
| 34 | uL        | 30.0              | 68            | 5        | 6.0 | 1.00<br>-<br>7.5  | 9.7  | 735 | -0.0244 | 0.006  | 0.56*   | 4.1   | 8.4<br>CAL  | 6  | 11 | Arab-Con   | Heidfeldhof  | DE | Reimer et al.<br>(2023), Ruser<br>(2025)  |
| 35 | sL        | 15.0              |               | 3 -<br>4 | 5.4 | 2.44              | 6.3  | 867 | -0.0032 | 0.0032 | 0.94*** | 1.0   | 2.0<br>DL   | 11 | 23 | Arab-Con   | Lauterbach   | DE | Reichelt<br>(1993)                        |
| 36 | sL        | 15.0              |               | 3 -<br>4 | 5.4 | 2.44              | 6.3  | 867 | 0.017   | 0.0057 | 0.83*** | -3.0  | 1.9<br>DL   | 22 | 23 | PGrass-Con | Lauterbach   | DE | Reichelt<br>(1993)                        |
| 37 | t'L       | 25.2              | 47            | 4 -<br>5 | 7.5 | 1.47              | 9.5  | 489 | -0.0551 | 0.0068 | 0.88*** | 8.1   | CAL         | 8  | 9  | Arab-Con   | Fuchsenbigl  | AT | Hösch &<br>Dersch (1997)                  |
| 38 | sL        | 21.6              |               | 4        | 6.4 | 1.57              | 8.7  | 500 | 0.0398  | 0.0101 | 0.90*** | -3.9  | 3.3<br>DL   | 10 | 6  | Arab-Con   | Wengelsdorf  | DE | Kerschberger<br>& Richter<br>(1985, 1988) |
| 39 | sL        | 15.0<br>-<br>25.0 |               | 3 -<br>4 | 6.6 | -                 | 8.6  | 518 |         |        | 0.99**  | 3.3   | 8.9<br>CAL  | 4  | 10 | PGrass-Con | Iden         | DE | Riehl (2010),<br>Greiner et al.<br>(2007) |
| 40 | sL        | 15.0<br>-<br>25.0 |               | 3 -<br>4 | 6.4 | -                 | 6.5  | 618 | -0.0307 | 0.0058 | 0.96*   | 5.3   | 2.9<br>CAL  | 4  | 9  | PGrass-Con | Hayn         | DE | Riehl (2010),<br>Greiner et al.<br>(2007) |
| 41 | L -<br>T  | 25.0<br>-<br>35.0 |               | 4        | 5.9 | -                 | 7.1  | 760 | 0.1122  | 0.0086 | 0.96**  | -10.3 | 1.9<br>CAL  | 4  | 9  | PGrass-Con | Heßberg      | DE | Riehl (2010),<br>Greiner et al.<br>(2007) |
| 42 | uL        | 15.0<br>-<br>25.0 | 50            | 3 -<br>4 | 6.1 | -                 | 5.9  | 842 | -0.0382 | 0.0125 | 0.99*** | 3.1   | 5.3<br>CAL  | 4  | 10 | PGrass-Con | Oberweißbach | DE | Riehl (2010),<br>Greiner et al.<br>(2007) |
| 43 | sL        | 17.0<br>-<br>25.0 |               | 4        | 5.3 | -                 | 7.4  | 722 | 0.088   | 0.0103 | 0.87*   | -8.5  | 4.4<br>CAL  | 4  | 8  | PGrass-Con | Chistgrün    | DE | Riehl (2010),<br>Greiner et al.<br>(2007) |
| 44 | sL        | 17.0<br>-<br>25.0 |               | 4        | 5.2 | -                 | 6.5  | 879 |         |        | 0.98**  | -12.5 | 2.5<br>CAL  | 4  | 9  | PGrass-Con | Forchheim    | DE | Riehl (2010),<br>Greiner et al.<br>(2007) |
| 45 | Mo        | -                 |               | 6 =      | 5.6 | -                 | 9.0  | 514 | 0.519   | 0.0375 | 0.98*** | -13.8 | 8.4         | 8  | 10 | PGrass-Con | Paulinenaue  | DE | Riehl (2010),                             |



|      |            |                   |    |          |                 |                   |                 |                  |         |        |         |       |                                   |    |           |            |                                                       |                          |                                                      |
|------|------------|-------------------|----|----------|-----------------|-------------------|-----------------|------------------|---------|--------|---------|-------|-----------------------------------|----|-----------|------------|-------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------|
|      |            |                   |    | 4        |                 |                   |                 |                  |         |        |         | CAL   |                                   |    |           |            |                                                       | Greiner et al.<br>(2007) |                                                      |
| 46   | Mo         | -                 |    | 6 =<br>4 | 6.2             | 29.0              | 8.7             | 520              | 0.2223  | 0.0232 | 0.67**  | -9.6  | 8.1<br>DL                         | 13 | 19        | PGrass-Con | Paulinenaue                                           | DE                       | Hertwig et al.<br>(2017),<br>Käding et al.<br>(2003) |
| 47   | sL         | 17.0<br>–<br>25.0 |    | 4        | 6.0             | -                 | 7.0             | 1000             | 0.0669  | 0.0217 | 0.95*** | -3.1  | 3.4<br>CAL                        | 5  | 10        | PGrass-Org | (Aulendorf)<br>Alpenvorland,<br>Baden-<br>Württemberg | DE                       | Elsässer et al.<br>(1998)                            |
| 48   | sL -<br>L  | 17.0<br>–<br>25.0 |    | 4        | 5.0<br>–<br>7.1 | -                 | 6.8<br>–<br>9.5 | 798<br>–<br>1581 | 0.8962  | 0.038  | 0.38*   | -20.0 | DL                                | 9  | 4         | PGrass-Con | Deggingen,<br>Mühbrook, Bichl                         | DE                       | Würtele<br>(1975)                                    |
| 49   | IS -<br>sL | 15.0<br>–<br>25.0 |    | 4        | 5.3<br>–<br>5.8 | -                 | 6.8<br>–<br>7.4 | 880<br>–<br>950  | 0.5109  | 0.0253 | 0.28*   | -20.2 | 1.8, 1.6<br>DL,<br>CAL            | 18 | 5 -<br>15 | PGrass-Con | Vorwalde, Egg,<br>Lockenhöhe,<br>Dahlem, u. a.        | DE                       | Stocker &<br>Gericke<br>(1967),<br>Rieder (1997)     |
| 50   | sL,<br>uL  | 17.0<br>–<br>25.0 |    | 4        | 4.5<br>–<br>5.0 | 3.00              | 8.2             | 428              | 0.0164  | 0.0021 | 0.88*   | -7.8  | 0.6<br>Mehlich<br>III             | 4  | 55        | PGrass-Con | Velka Luka                                            | SL                       | Vargova et al.<br>(2020)                             |
| 51   | sL,<br>uL  | 22.0              | 29 | 4        | 6.4             | -                 | 10.4            | 1057             | 0.1362  | 0.0109 | 0.97**  | -12.5 | 4.0<br>Morgan-<br>P               | 4  | 17        | PGrass-Con | Site 1                                                | IR                       | Sheil et al.<br>(2016)                               |
| 52   | IS -<br>sL | 16.0              | 33 | 3 -<br>4 | 6.2             | -                 | 10.4            | 1057             | 0.0914  | 0.01   | 0.92*   | -9.1  | 3.1<br>Morgan-<br>P               | 4  | 17        | PGrass-Con | Site 2                                                | IR                       | Sheil et al.<br>(2016)                               |
| 53   | IS         | 10.0              | 20 | 2 -<br>3 | 5.5             | 1.23              | 8.5             | 774              | 0.0741  | 0.0221 | 0.98**  | -3.4  | 4.4<br>DL                         | 4  | 11        | FVeg-Con   | Osnabrück                                             | DE                       | Niemann &<br>Alt (1969)                              |
| 54   | tL         | 34.0              | 24 | 5        | 5.5<br>–<br>6.3 | 4.43<br>–<br>5.86 | 10.0            | 870              | -0.0381 | 0.0104 | 0.97*** | 3.7   | 2.3<br>Sodium<br>bicarbo-<br>nate | 7  | 16        | PGrass-Con | Hillsborough                                          | GB                       | Christie<br>(1987)                                   |
| 55   | uL         | 23.0              | 54 | 4        | 5.8<br>–<br>6.6 | 4.20<br>–<br>4.90 | 6.9             | 811              | 0.0769  | 0.0148 | 0.97*** | -5.2  | 4.2<br>CAL                        | 5  | 20        | PGrass-Con | Rengen                                                | DE                       | Schellberg et<br>al. (1999)                          |
| 56   | uL         |                   |    | 5        |                 |                   |                 |                  | -0.067  | 0.004  | 0.42*** | 16.8  | 9.6                               |    |           |            |                                                       |                          |                                                      |
| 56.1 | uL         | 27.0              | 30 | 5        | 7.4             | 1.44              | 10.5            | 808              |         |        |         | -     | 11.0<br>CAL                       | 12 | 7         | Arab-Con   | Weiherbach                                            | DE                       | Landes<br>(2003)                                     |
| 56.2 | utL        | 26.0              | 65 | 5        | 6.6             | 1.37              | 10.0            | 880              |         |        |         | 15.0  | 8.2<br>CAL                        | 12 | 7         | Arab-Con   | Stockach                                              | DE                       | Landes<br>(2003)                                     |

|      |     |      |     |   |     |      |      |     |         |        |         |      |                   |    |    |          |             |    |                                                      |
|------|-----|------|-----|---|-----|------|------|-----|---------|--------|---------|------|-------------------|----|----|----------|-------------|----|------------------------------------------------------|
| 70   |     |      |     |   |     |      |      |     |         | 1.53   |         |      |                   |    |    |          |             |    |                                                      |
| 57   | sL  | 18.0 | 42  | 4 | 7.5 | 1.10 | 9.4  | 529 | 0.0315  | 0.0032 | 0.87*** | -9.8 | 3.5<br>CAL        | 11 | 29 | Arab-Con | Fuchsenbigl | AT | Lindenthal (2000)                                    |
| 57.1 | sL  | 16.0 | 36  | 4 | 5.3 | 1.00 | 6.8  | 661 |         |        |         |      |                   |    |    | Arab-Con | Zwettl      | AT | Lindenthal (2000)                                    |
| 58   |     |      |     |   |     |      |      |     | -0.1081 | 0.0225 | 0.39*** | 4.8  | 7.1               |    |    |          |             |    |                                                      |
| 58.1 | S   | 5.0  |     | 1 | 4.8 | -    | 9.7  | 547 |         |        |         | -    | 6.0<br>DL,<br>CAL | 8  | 9  | Arab-Org | Paulinenaue | DE | Belkner (2025),<br>Belkner &<br>Wacker (2019)        |
| 58.2 | S   | 5.3  |     | 1 | 6.6 | 1.00 | 10.2 | 626 |         |        |         | -    | 6.1<br>CAL        | 30 | 4  | Arab-Org | Darmstadt   | DE | Abele (1987)                                         |
| 58.3 | S   | 4.5  |     | 1 | 6.1 | 1.17 | 7.9  | 964 |         |        |         | -    | 5.2<br>AL         | 4  | 4  | Arab-Org | Jyndevad    | DK | Olesen et al. (2000, 2002, 2005, 2007)               |
| 58.4 | S   | 3.0  | 20  | 1 | 6.1 | 0.60 | 8.9  | 545 |         |        |         | -    | 8.8<br>CAL        | 2  | 13 | Arab-Org | Güterfelde  | DE | Dittmann &<br>Zimmer (2008), Adam<br>& Zimmer (2025) |
|      |     | 4.0  |     |   |     | 0.63 |      |     |         |        |         |      |                   |    |    |          |             |    |                                                      |
| 58.5 | S   | 4.0  |     | 1 | 6.5 | 0.55 | 8.4  | 533 |         |        |         | -    | 8.5<br>CAL        | 1  | 29 | Arab-Org | Müncheberg  | DE | Reckling et al. (2015),<br>Reckling (2026)           |
| 58.6 | S   | 4.0  |     | 1 | 5.6 | 0.70 | 8.8  | 557 |         |        |         | -    | DL                | 6  | 13 | FVeg-Con | Großbeeren  | DE | Fröhlich &<br>Schröder (1972)                        |
| 58.7 | S   | 0.11 | 0.4 | 1 | 5.2 | 0.87 | 8.8  | 557 |         |        |         | -    | DL                | 7  | 7  | FVeg-Con | Großbeeren  | DE | Baumann (1964)                                       |
| 59   | I'S | 5.0  |     | 2 |     |      |      |     | -0.0473 | 0.0124 | 0.53*** | 3.8  | 6.6               |    |    |          |             |    |                                                      |
|      |     | 12.0 |     |   |     |      |      |     |         |        |         |      |                   |    |    |          |             |    |                                                      |
| 59.1 | SI  | 5.0  | 26  | 2 | 4.8 | 0.70 | 8.8  | 547 |         |        |         | 2.2  | 5.3<br>DL         | 12 | 12 | Arab-Org | Spröda      | DE | Kolbe (2022)                                         |
|      |     | 7.0  |     |   | 5.0 | 0.90 |      |     |         |        |         |      |                   |    |    |          |             |    |                                                      |
| 59.2 | I'S | 9.0  |     | 2 | 6.5 | 2.2  | 7.3  | 704 |         |        |         | -    | 3.9<br>AL         | 1  | 12 | Arab-Org | Foulum      | DK | Mikkelsen (1999)                                     |

|      |     |                  |    |   |     |                   |     |     |   |            |   |               |          |            |    |                                               |
|------|-----|------------------|----|---|-----|-------------------|-----|-----|---|------------|---|---------------|----------|------------|----|-----------------------------------------------|
| 59.3 | I'S | 8.8              | 13 | 2 | 6.5 | 2.29              | 7.3 | 704 | - | 5.4<br>AL  | 3 | 4 -<br>8      | Arab-Org | Foulum     | DK | Askegaard et al. (2004), Olesen et al. (2007) |
| 59.4 | I'S | 8.8              | 13 | 2 | 6.5 | 2.30              | 7.3 | 704 | - | 5.4<br>AL  | 6 | 21            | Arab-Org | Foulum     | DK | Notaris et al. (2021), Harbo et al. (2022)    |
| 59.5 | I'S | 6.0<br>-<br>8.0  |    | 2 | 6.1 | 0.64<br>-<br>0.86 | 9.1 | 542 | - | 10.6<br>DL | 2 | 11<br>-<br>19 | Arab-Org | Gülzow     | DE | Gruber (2013), Gruber & Thamm (2004a, b)      |
| 59.6 | I'S | 5.0<br>-<br>12.0 |    | 2 | 6.5 | 0.80              | 8.4 | 533 | - | 8.8<br>CAL | 1 | 29            | Arab-Org | Müncheberg | DE | Reckling et al. (2015), Reckling (2026)       |

|      |    |                   |               |   |                 |                   |     |      |         |                                                           |         |               |          |                          |    |                                                     |
|------|----|-------------------|---------------|---|-----------------|-------------------|-----|------|---------|-----------------------------------------------------------|---------|---------------|----------|--------------------------|----|-----------------------------------------------------|
| 60   | IS | 12.0<br>-<br>17.0 |               | 3 |                 |                   |     |      | -0.0002 | 0.005                                                     | 0.57*** | 0.0           | 4.2      |                          |    |                                                     |
| 60.1 | IS | 16.0<br>-<br>18.0 | 34            | 3 | 6.5             | 1.32              | 8.8 | 706  | -       | 7.9<br>CAL                                                | 2       | 12            | Arab-Org | Trenthorst               | DE | Ohm et al. (2017)                                   |
| 60.2 | IS | 14.3<br>-<br>17.1 | 37            | 3 | 6.3             | 1.62              | 9.0 | 800  | -       | 1.6,<br>CO <sub>2</sub> -<br>Extr.,<br>Isotopen-<br>Extr. | 13      | 22<br>-<br>40 | Arab-Org | Therwil                  | CH | Tagmann et al. (2001), Fliessbach et al. (2024)     |
| 60.3 | IS | 14.7<br>-<br>17.4 |               | 3 | 5.8             | 0.99              | 9.3 | 743  | -       | 7.7<br>CAL                                                | 2       | 8             | Arab-Org | Boschheide, Organic Farm | DE | Nolte (1989)                                        |
| 60.4 | IS | 15.5              | 12            | 3 | 7.4             | 1.01              | 7.8 | 626  | -       | 3.1<br>AL                                                 | 4       | 4 -<br>8      | Arab-Org | Flakkebjerg              | DK | Askegaard et al. (2004), Olesen et al. (2005, 2007) |
| 60.5 | IS | 13.5              |               | 3 | 5.7<br>-<br>6.1 | 2.71              | 7.3 | 764  | -       | 1.0<br>AL                                                 | 3       | 20            | Arab-Org | Bjärröd                  | SE | Kirchmann et al. (2007)                             |
| 60.6 | IS | 7.0<br>-<br>9.0   | 23<br>-<br>28 | 3 | 5.8             | 2.85<br>-<br>3.47 | 5.8 | 1631 | -       | 2.3<br>AL                                                 | 5       | 7             | Arab-Org | Tingvoll Research Farm   | NO | Rittl et al. (2023)                                 |
| 60.7 | IS | 12.0<br>-         | 40            | 3 | 5.3             | 0.87              | 9.5 | 700  | -       | 5.8<br>DL                                                 | 4       | 9             | Arab-Org | Wiesengut                | DE | Zaller & Köpke                                      |

|      |            |                   |               |                 |                   |                   |                   |                 |        |         |                |                |    |    |                       |                         |     |                          |
|------|------------|-------------------|---------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|--------|---------|----------------|----------------|----|----|-----------------------|-------------------------|-----|--------------------------|
| 61   | sL,<br>uL  | 17.0<br>–<br>25.0 | 4             |                 |                   |                   |                   | 0.0982          | 0.0185 | 0.77*** | -5.3 -<br>-6.0 | 5.0            |    |    |                       |                         |     |                          |
| 61.1 | uL         | 17.0<br>–<br>25.0 | 50<br>–<br>65 | 4               | 6.6<br>–<br>7.4   | -<br>–            | -<br>–            | 694<br>–<br>790 |        |         | -              | 1.2, 1.9<br>DL | 6  | 9  | Arab-Org              | Carlsberg,<br>Abtweiler | DE  | Emmerling<br>(2005)      |
| 61.2 | sL,<br>uL  | 22.0<br>–<br>25.0 | 4             | 6.4<br>–<br>6.7 | 1.33<br>–<br>1.22 | 11.8<br>–<br>9.0  | 792<br>–<br>542   |                 |        |         | -              | 6.1<br>CAL     | 4  | 20 | Arab-Org,<br>FVeg-Org | Köln-Auweiler           | DE  | Hof-Kautz<br>(2019)      |
| 61.3 | sL,<br>uL  | 15.0<br>–<br>30.0 | 4             | 5.5<br>–<br>6.3 | 1.22<br>–<br>1.45 | 9.0<br>–<br>10.4  | 542<br>–<br>706   |                 |        |         | -              | 4.2<br>CAL     | 4  | 10 | Arab-Org              | Köllitsch               | DE  | Bauer &<br>Jäckel (2015) |
| 61.4 | uL         | 17.0<br>–<br>25.0 | 50<br>–<br>65 | 4               | 6.5<br>–<br>7.0   | 0.90<br>–<br>1.30 | 10.4<br>–<br>9.1  | 706<br>–<br>469 |        |         | -              | 4.0<br>CAL     | 4  | 13 | Arab-Org              | Dottenfelderhof         | DE  | Spiess et al.<br>(2010)  |
| 61.5 | uL         | 22.0<br>–<br>25.0 | 70<br>–<br>65 | 4               | 7.0<br>–<br>1.50  | 1.30<br>–<br>1.50 | 9.1<br>–<br>1.50  | 469<br>–<br>553 |        |         | -              | 10.3<br>CAL    | 3  | 7  | Arab-Org              | Bernburg                | DE  | Debruck &<br>Koch (2004) |
| 61.6 | uL         | 18.5<br>–<br>25.0 | 80<br>–<br>65 | 4               | 6.8<br>–<br>1.04  | 1.04<br>–<br>1.04 | 10.0<br>–<br>10.0 | 553<br>–<br>553 |        |         | -              | 7.6<br>CAL     | 16 | 7  | Arab-Org              | Frankenhausen           | DE  | Möller et al.<br>(2026)  |
| 62   | t'L -<br>T | over<br>25.0      | 5             |                 |                   |                   |                   | -0.0907         | 0.0096 | 0.43*** | 9.4 –<br>10.6  | 5.8            |    |    |                       |                         |     |                          |
| 62.1 | t'L        | 29.0<br>–<br>32.0 | 67<br>–<br>72 | 5               | 6.5<br>–<br>7.5   | 1.26<br>–<br>1.20 | 9.3<br>–<br>9.5   | 654<br>–<br>670 |        |         | -              | 6.8<br>CAL     | 3  | 11 | Arab-Org              | Glattbacher-Hof         | DE  | Schulz (2012)            |
| 62.2 | t'L        | 28.7<br>–<br>30.0 | 68<br>–<br>59 | 5               | 6.0<br>–<br>6.8   | 1.20<br>–<br>1.29 | 9.5<br>–<br>8.5   | 670<br>–<br>629 |        |         | -              | CAL            | 11 | 9  | Arab-Org              | Glattbacher-Hof         | DE  | Petzoldt<br>(2015)       |
| 62.3 | lU         | 13.0<br>–<br>20.0 | 83<br>–<br>51 | 4 -<br>5        | 6.6<br>–<br>6.0   | 1.29<br>–<br>1.16 | 8.5<br>–<br>11.1  | 629<br>–<br>675 |        |         | -              | CAL            | 4  | 4  | Arab-Org              | Neu-Eichenberg          | DE  | Schmidt<br>(1997)        |
| 62.4 | t'L        | 20.0<br>–<br>30.0 | 51<br>–<br>59 | 5               | 6.0<br>–<br>7.1   | 1.16<br>–<br>2.00 | 11.1<br>–<br>5.6  | 675<br>–<br>585 |        |         | -              | 4.1<br>CAL     | 6  | 20 | Arab-Org              | Müllheim                | DE  | Anonymous<br>(2017)      |
| 62.5 | t'L        | 20.0<br>–<br>25.0 | 4 -<br>5      | 5               | 6.0<br>–<br>6.5   | 1.38<br>–<br>1.18 | 5.6<br>–<br>8.8   | 585<br>–<br>700 |        |         | -              | 11.5<br>AL     | 6  | 10 | Arab-Org              | Tartu                   | EST | Keres et al.<br>(2020)   |
| 62.6 | t'L        | 25.0<br>–<br>25.0 | 5             | 5               | 6.5<br>–<br>1.18  | 1.18<br>–<br>1.18 | 8.8<br>–<br>8.8   | 700<br>–<br>700 |        |         | -              | 4.6            | 9  | 6  | Arab-Org              | Kleinhohenheim          | DE  | Mathes                   |

|       |           |                   |               |          |                 |                   |      |         |        |         |       |      |     |             |    |          |            |                             |    |                               |        |  |  |  |
|-------|-----------|-------------------|---------------|----------|-----------------|-------------------|------|---------|--------|---------|-------|------|-----|-------------|----|----------|------------|-----------------------------|----|-------------------------------|--------|--|--|--|
|       |           |                   |               |          |                 |                   |      |         |        |         |       |      |     |             |    |          | CAL        |                             |    |                               | (2023) |  |  |  |
| 62.7  | utL       | –<br>35.0<br>35.0 | 50            | 5        | –<br>7.5<br>7.5 | –<br>1.40<br>1.45 | –    | 584     |        |         |       |      | –   | 2.0<br>OL?  | 1  | 6        | Arab-Org   | Norfolk, ADAS               | GB | Cormack<br>(1999)             |        |  |  |  |
| 62.8  | tL        | –<br>35.0<br>–    | –<br>30<br>–  | 5        | –               | 1.62              | 10.6 | 610     |        |         |       |      | –   | 1.4<br>OL?  | 2  | 7 -<br>8 | Arab-Org   | Berkshire, EFRC             | GB | Stopes et al.<br>(1996)       |        |  |  |  |
| 62.9  | T         | 45.0<br>69.6      | 50            | 5        | 7.1             | 2.53              | 7.2  | 720     |        |         |       |      | –   | 4.9         | 4  | 7        | Arab-Org   | Ensmad, Organic<br>farm     | DE | Bauer (1992)                  |        |  |  |  |
| 62.10 | t`L       | 25.0              | 52            | 4 -<br>5 | 5.8<br>–<br>6.0 | 3.30<br>–<br>4.00 | 5.6  | 785     |        |         |       |      | –   | 11.0<br>AL  | 16 | 6        | Arab-Con   | As                          | NO | Uhlen &<br>Tweitnes<br>(1995) |        |  |  |  |
|       |           |                   |               |          |                 |                   |      |         |        |         |       |      |     |             |    |          |            |                             |    |                               |        |  |  |  |
| 63    |           |                   |               | 1        |                 |                   |      | -0.1283 | 0.0243 | 0.54**  | 5.3   | 10.1 |     |             |    |          |            |                             |    |                               |        |  |  |  |
| 63.1  | S         | 2.0               |               | 1        | 5.7             | 2.03              | 8.3  | 540     |        |         |       |      | 6.3 | 4.7<br>DL   | 3  | 15       | PGrass-Con | Paulinenaue                 | DE | Kerschberger<br>et al. (1998) |        |  |  |  |
| 63.2  | S         | 5.0               |               | 1        | 5.4             | 1.74              | 9.3  | 800     |        |         |       |      | –   | 19.0<br>AL  | 6  | 6 -<br>7 | PGrass-Org | Heino                       | NI | Baars (2002)                  |        |  |  |  |
| 63.3  | S         | 3.0               |               | 1        | 4.3<br>–<br>5.0 | –                 | 9.0  | 597     |        |         |       |      | –   | 6.6<br>DL   | 1  | 4        | PGrass-Con | Brockzetel                  | DE | Würtele<br>(1975)             |        |  |  |  |
|       |           |                   |               |          |                 |                   |      |         |        |         |       |      |     |             |    |          |            |                             |    |                               |        |  |  |  |
| 64    |           |                   |               | 3        |                 |                   |      | 0.0055  | 0.0185 | 0.92*** | -0.3  | 6.6  |     |             |    |          |            |                             |    |                               |        |  |  |  |
| 64.1  | IS        | 7.0<br>–<br>14.0  | 23<br>–<br>29 | 3        | 5.8             | 5.26<br>–<br>6.41 | 5.8  | 1631    |        |         |       |      | –   | 2.3<br>AL   | 5  | 8        | PGrass-Org | Tingvoll, Research<br>Farm  | NO | Rittl et al.<br>(2023)        |        |  |  |  |
| 64.2  | IS        | 16.0              | 41            | 3        | 5.5             | 2.93              | 8.8  | 706     |        |         |       |      | –   | 17.0<br>CAL | 1  | 10       | PGrass-Org | Trenthorst                  | DE | Ohm et al.<br>(2017)          |        |  |  |  |
| 64.3  | IS        | 12.0<br>–<br>17.0 |               | 3 -<br>4 | 5.3             | –                 | 6.8  | 950     |        |         |       |      | –   | 0.5<br>DL   | 4  | 6        | PGrass-Con | Egg, Bayern                 | DE | Rieder (1974)                 |        |  |  |  |
|       |           |                   |               |          |                 |                   |      |         |        |         |       |      |     |             |    |          |            |                             |    |                               |        |  |  |  |
| 65    |           |                   |               | 4        |                 |                   |      | 0.0993  | 0.0055 | 0.36*   | -18.1 | 3.4  |     |             |    |          |            |                             |    |                               |        |  |  |  |
| 65.1  | sL,<br>uL | 17.0<br>–<br>25.0 |               | 4        | 5.8             | –                 | 7.0  | 900     |        |         |       |      | –   | 2.3<br>DL   | 6  | 10       | PGrass-Con | Vorwaldes, Bavar.<br>Forest | DE | Rieder (1997)                 |        |  |  |  |
| 65.2  | sL,<br>uL | 17.0<br>–<br>25.0 |               | 4        | 5.8             | –                 | 7.4  | 880     |        |         |       |      | –   | 4.5<br>DL   | 4  | 5        | PGrass-Con | Lockenhöhe,<br>Dahlem       | DE | Fischer<br>(1996)             |        |  |  |  |

|      |       |      |         |       |     |      |      |     |         |        |         |      |          |    |    |            |                    |    |                                     |
|------|-------|------|---------|-------|-----|------|------|-----|---------|--------|---------|------|----------|----|----|------------|--------------------|----|-------------------------------------|
| 66   |       |      |         | 5     |     |      |      |     | -0.2936 | 0.049  | 0.84*** | 6.0  | 12.8     |    |    |            |                    |    |                                     |
| 66.1 | L - T | 35.0 |         | 5     | 7.0 | -    | 7.9  | 550 |         |        |         | 0.2  | 12.8 CAL | 4  | 7  | PGrass-Con | Wechmar            | DE | Riehl (2010), Greiner et al. (2007) |
|      |       | 45.0 |         |       |     |      |      |     |         |        |         |      |          |    |    |            |                    |    |                                     |
| 66.2 | IT    | 45.0 |         | 5     | 7.0 | -    | 11.0 | 630 |         |        |         | 9.4  |          | 14 | 12 | PGrass-Con | Hockenheim (Baden) | DE | Gericke & Eichler (1965)            |
|      |       | 65.0 |         |       |     |      |      |     |         |        |         |      |          |    |    |            |                    |    |                                     |
| 66.3 | IT    | 50.0 |         | 5     | 4.2 | -    | 8.4  | 782 |         |        |         | -    | DL       | 3  | 4  | PGrass-Con | Infeld             | DE | Würtele (1975)                      |
|      |       |      |         |       | 5.1 |      |      |     |         |        |         |      |          |    |    |            |                    |    |                                     |
| 67   | IS    | 5.0  |         | 2 - 3 |     |      |      |     | 0.0143  | 0.0133 | 0.31*** | -1.1 | 6.1      |    |    |            |                    |    |                                     |
|      |       | 17.0 |         |       |     |      |      |     |         |        |         |      |          |    |    |            |                    |    |                                     |
| 67.1 | IS    | 5.5  | 26 - 39 | 2 - 3 | 6.0 | 0.58 | 8.4  | 751 |         |        |         | -    | 5.9 DL   | 8  | 7  | Arab-Con   | Balcyny            | PL | Adamiak et al. (2002)               |
|      |       |      |         |       |     | 1.00 |      |     |         |        |         |      |          |    |    |            |                    |    |                                     |
| 67.2 | IS    | 8.0  | 23      | 2 - 3 | 6.3 | 1.51 | 9.2  | 467 |         |        |         | -    | 4.0 DL   | 12 | 24 | Arab-Con   | Halle, Rey A, B, C | DE | Stumpe et al. (1990)                |
|      |       |      |         |       |     |      |      |     |         |        |         |      |          |    |    |            |                    |    |                                     |
| 67.3 | IS    | 8.0  | 23      | 2 - 3 | 5.5 | 1.51 | 9.2  | 500 |         |        |         | -    | 8.5 DL   | 4  | 47 | Arab-Con   | Halle, Rey Monok.  | DE | Herbst et al. (2018)                |
|      |       |      |         |       | 6.5 |      |      |     |         |        |         |      |          |    |    |            |                    |    |                                     |

**Table S2** Description of sites, trial setup and references as well as calculated results from long-term trials with potassium (K)

| Number | Soil type <sup>1)</sup> | Clay content | Silt content | Soil type group | pH value | C <sub>org</sub> content | Temperature | Precipitation         | Intercept | Slope  | Multiple coefficient of determination | K balance (K soil change = 0) | K mean soil content / Method of soil analyses <sup>2)</sup> | No. of variants | Investigation period | Cultivation system <sup>3)</sup> | Site, location, institution <sup>4)</sup> | Country <sup>5)</sup> | References                                                   |
|--------|-------------------------|--------------|--------------|-----------------|----------|--------------------------|-------------|-----------------------|-----------|--------|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------|----------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------|
|        |                         | (% DM)       | (% DM)       | (VDLUFA)        |          | (% DM)                   | (°C)        | (mm a <sup>-1</sup> ) | (a)       | (b)    | (R <sup>2</sup> )                     | (kg ha <sup>-1</sup> )        | (mg 100g <sup>-1</sup> )                                    |                 | years                |                                  |                                           |                       |                                                              |
| 1      | S                       | up to 5.0    |              | 1               |          |                          |             |                       | -0.1318   | 0.0059 | 0.44***                               | 10.0 – 22.3                   | 7.0                                                         |                 |                      |                                  |                                           |                       |                                                              |
| 1.1    | S                       | 3.0          |              | 1               | -        | 0.46 – 0.93              | 8.5 – 8.8   | 526 – 606             |           |        |                                       | -                             | DL                                                          | 5               | 9 - 16               | Arab-Con                         | 5 sites E DE                              | DE                    | Kerschberger & Richter (1992), Kerschberger & Richter (1993) |
| 1.2    | S                       | 3.0          |              | 1               | -        | -                        | -           | 550                   |           |        |                                       | 15.0                          | DL                                                          | 31              |                      | Arab-Con                         | sites in E DE                             | DE                    | Schulz (1994)                                                |
| 1.3    | S                       | 4.0          |              | 1               | 5.4      | 1.10 – 3.19              |             | 790                   |           |        |                                       | 52.9                          | DL                                                          | 16              | 3                    | Arab-Con                         | 4 sites in NW DE                          | DE                    |                                                              |
| 1.4    | S                       | 3.1          |              | 1               | 4.9      | 4.80                     | 8.7         | 750                   |           |        |                                       | -                             | DL                                                          | 12              | 10                   | Arab-Con                         | Lentföörden                               | DE                    | Köhnlein & Knauer (1965)                                     |
| 1.5    | S                       | 2.7          |              | 1               | 5.0      | 0.57                     | 8.7         | 514                   |           |        |                                       | -                             | CAL                                                         | 8               | 34                   | Arab-Con                         | Thyrow                                    | DE                    | Baumecker et al. (1992)                                      |
| 1.6    | S                       | 3.0          |              | 1               | 5.5      | 3.00                     | 9.0         | 857                   |           |        |                                       | -                             | DL                                                          | 3               | 13                   | Arab-Con                         | Oldenburg                                 | DE                    | Nieschlag (1959)                                             |
| 1.7    | S                       | 3.0          |              | 1               | 5.5      | 0.90                     | 9.6         | 550 – 640             |           |        |                                       | 9.6                           | DL                                                          | 13              | 14                   | Arab-Con                         | Speyer                                    | DE                    | Siegel & Rasp (1982)                                         |
| 1.8    | S                       | 5.0          | 21           | 1               | 5.3      | 0.54                     | 8.2         | 527                   |           |        |                                       | -                             | DL                                                          | 21              | 28                   | Arab-Con                         | Müncheberg                                | DE                    | Smukalski & Rogasik (1992)                                   |
| 2      | IS                      | 5.0 – 12.0   |              | 2               |          |                          |             |                       | 0.0399    | 0.0043 | 0.65***                               | -5.0 – -9.3                   | 11.8                                                        |                 |                      |                                  |                                           |                       |                                                              |

|     |     |      |    |       |     |      |     |     |       |    |    |    |          |                |    |                       |
|-----|-----|------|----|-------|-----|------|-----|-----|-------|----|----|----|----------|----------------|----|-----------------------|
| 2.1 | I'S | 11.4 |    | 2     | 5.6 | 0.84 | 7.8 | 750 | -     | DL | 12 | 7  | Arab-Con | Schaedtbek     | DE | Köhnlein (1981)       |
| 2.2 | I'S | 6.3  | 31 | 2     | 6.3 | 1.28 | 8.3 | 540 | -     | DL | 15 | 31 | Arab-Con | Spröda         | DE | Albert & Menge (2001) |
| 2.3 | I'S | 6.3  | 31 | 2     | 6.1 | 1.00 | 8.3 | 540 | -39.7 | DL | 5  | 9  | Arab-Con | Spröda         | DE | Albert (1976)         |
| 2.4 | I'S | 7.0  |    | 2     | 6.5 | 0.93 | 9.0 | 563 | -3.1  | DL | 16 | 9  | Arab-Con | Seehausen      | DE | Hoherück (1978)       |
| 2.5 | I'S | 6.6  | 25 | 2     | 5.6 | 1.00 | 8.1 | 603 | -7.4  | DL | 20 | 13 | Arab-Con | Biestow        | DE | Schulz (1990)         |
| 2.6 | I'S | 10.8 |    | 2     | 6.1 | -    | 7.5 | 645 | -4.3  | DL | 10 | 9  | Arab-Con | Miesitz        | DE | Albert (1976)         |
| 2.7 | IS  | 12.0 |    | 2 - 3 | 6.5 | 1.49 | 9.2 | 201 | -4.0  | DL | 4  | 32 | Arab-Con | Halle, Field C | DE | Garz et al. (1999)    |

|     |    |      |         |   |     |      |     |           |        |         |       |         |          |                 |          |                           |
|-----|----|------|---------|---|-----|------|-----|-----------|--------|---------|-------|---------|----------|-----------------|----------|---------------------------|
| 3   | IS | 12.0 |         | 3 |     |      |     | 0.1465    | 0.0046 | 0.58*** | -28.0 | 11.5    |          |                 |          |                           |
|     |    | -    |         |   |     |      |     |           |        |         | -     |         |          |                 |          |                           |
| 3.1 | IS | 17.0 |         | 3 | 6.5 | 1.49 | 9.2 | 501       |        |         | 31.8  |         |          |                 |          |                           |
|     |    | 12.0 |         |   |     |      |     |           |        |         | -27.8 | DL      | 17       | 37              | Arab-Con | Halle, Field K            |
| 3.2 | IS | 7.0  | 31      | 3 | 5.8 | 0.99 | 8.4 | 540       | -      | DL      | 12    | 6       | Arab-Con | Spröda          | DE       | Garz et al. (1999)        |
|     |    |      |         |   |     |      |     |           |        |         |       |         |          |                 |          |                           |
| 3.3 | IS | 12.0 |         | 3 | 5.6 | -    | -   | 643 - 770 | 40.4   | CAL     | 8     | 11      | Arab-Con | 2 sites in S DE | DE       | Jauert & Ansoerge (1976)  |
|     |    | -    |         |   |     |      |     |           |        |         |       |         |          |                 |          |                           |
| 3.4 | IS | 17.0 |         | 3 | 6.3 | 1.00 | 9.3 | 747       | -40.8  | DL      | 4     | 20      | Arab-Con | Rinkerode       | DE       | Hege & Offenberger (1998) |
|     |    | 9.0  | 10      |   |     |      |     |           |        |         |       |         |          |                 |          |                           |
| 3.5 | IS | 12.0 | 63 - 72 | 3 | 6.0 | 1.62 | 8.8 | 770       | -      | DL      | 8     | 12 - 25 | Arab-Con | Melle           | DE       | Orlovius (1989)           |
|     |    | -    |         |   |     |      |     |           |        |         |       |         |          |                 |          |                           |
| 3.6 | IS | 13.5 |         | 3 | 6.2 | 1.50 | 9.2 | 501       | -21.3  | DL      | 4     | 25      | Arab-Con | Halle           | DE       | Vetter & Klasink (1977)   |
|     |    | 13.0 | 33      |   |     |      |     |           |        |         |       |         |          |                 |          |                           |

|     |        |      |  |   |     |   |     |        |       |         |       |      |          |            |    |               |
|-----|--------|------|--|---|-----|---|-----|--------|-------|---------|-------|------|----------|------------|----|---------------|
| 4   | sL, uL | 17.0 |  | 4 |     |   |     | 0.5229 | 0.007 | 0.45*** | -74.7 | 15.7 |          |            |    |               |
|     |        | -    |  |   |     |   |     |        |       |         |       |      |          |            |    |               |
| 4.1 | L      | 25.0 |  | 4 | 5.1 | - | 8.0 | 560    | -224  | DL      | 17    | 5    | Arab-Con | Canitz     | DE | Albert (1976) |
|     |        | 16.0 |  |   |     |   |     |        |       |         |       |      |          |            |    |               |
| 4.2 | L      | 25.0 |  | 4 | 5.3 | - | 7.2 | 670    | -75.0 | DL      | 10    | 9    | Arab-Con | Schönbrunn | DE | Albert (1980) |
|     |        |      |  |   |     |   |     |        |       |         |       |      |          |            |    |               |



|      |           |                   |            |       |              |                   |              |              |        |        |         |                |          |                               |    |                                                                 |
|------|-----------|-------------------|------------|-------|--------------|-------------------|--------------|--------------|--------|--------|---------|----------------|----------|-------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------|
| 4.3  | uL        | 15.0              | 80         | 4     | 5.2          | 1.91              | 8.0          | 600          | -      | DL     | 15      | 31             | Arab-Con | Methau                        | DE | Albert & Menge (2001)                                           |
| 4.4  | uL        | 14.8              | 80         | 4     | 5.2          | 1.91              | 8.4          | 693          | -      | DL     | 3       | 30             | Arab-Con | Methau                        | DE | Albert & Lippert (1997)                                         |
| 4.5  | uL        | 20.0<br>–<br>21.0 | 75 -<br>76 | 4     | 6.9 –<br>7.1 | 1.10<br>–<br>1.28 | 8.3 –<br>9.3 | 542 -<br>657 | -50.0  | DL     | 2       | 8 - 25         | Arab-Con | Geldersheim,<br>Geroldshausen | DE | Bucher & Bihler (1981)                                          |
| 4.6  | sL - L    | 20.0<br>–<br>25.0 |            | 4     |              | 0.64<br>–<br>1.86 | 7.7 –<br>8.8 | 551 -<br>762 | -      | DL     | 15      | 6 - 17         | Arab-Con | 13 sites E DE                 | DE | Kerschberger & Richter (1992),<br>Kerschberger & Richter (1985) |
| 4.7  | sL        | 21.6              |            | 4     | 6.4          | 1.57              | 8.7          | 500          | -112   | DL     | 5       | 6              | Arab-Con | Wengelsdorf                   | DE | Mokry (1998)                                                    |
| 4.8  | sL        | 20.0              |            | 4     | 6.4          | -                 | 8.9          | 775          | -16.0  | CAL    | 4       | 10             | Arab-Con | 6 sites S DE                  | DE | Mraczek (1979)                                                  |
| 4.9  | sL        | 20.0              |            | 4     | 6.5          | 1.16              | 8.8          | 905          | -      | DL     | 5       | 25             | Arab-Con | Linz                          | AT | Rehbein et al. (1976)                                           |
| 4.10 | sL        | 7.0 –<br>14.0     | 22         | 4     | 6.6          | 0.87              | 8.7          | 558          | -108   | DL     | 8       | 9              | Arab-Con | Seehausen                     | DE | Reichelt (1993)                                                 |
| 4.11 | sL        | 15.0              |            | 3 - 4 | 5.7          | 3.42              | 6.3          | 855          | -63.4  | DL     | 25      | 8              | Arab-Con | Lauterbach                    | DE | Diez & Krauss (1997)                                            |
| 4.12 | uL        | 17.0<br>–<br>25.0 |            | 4     | 6.4          | 1.91              | 7.9          | 927          | -87.7  | CAL    | 6       | 21             | Arab-Con | Puch                          | DE | Hege & Offenberger (1998)                                       |
| 4.13 | L         | 17.0<br>–<br>25.0 |            | 4     | 5.8 –<br>7.0 | -                 | -            | 657 -<br>800 | -      | CAL    | 20      | 10 -<br>14     | Arab-Con | 5 sites in S<br>DE            | DE | Kick & Poletschny (1974)                                        |
| 4.14 | L         | 17.0<br>–<br>25.0 |            | 4     | 5.6 –<br>6.6 | -                 | 9.0          | 625          | -      | DL     | 10      | 16             | Arab-Con | Meckenheim                    | DE | Köppen et al. (1990)                                            |
| 4.15 | sL        | 22.0              |            | 4     | 6.2          | 2.03              | 8.7          | 484          | -      |        | 4       | 7              | Arab-Con | Bad<br>Lauchstädt             | DE | Köppen (1997)                                                   |
| 4.16 | sL        | 22.0              |            | 4     | 6.2          | 1.80<br>–<br>2.33 | 8.7          | 484          | -150   |        | 12      | 31             | Arab-Con | Bad<br>Lauchstädt             | DE | Orlovius (1996)                                                 |
| 4.17 | sL        | 19.0<br>–<br>27.0 |            | 4     |              | -                 | 7.6 –<br>9.4 | 580 -<br>765 | -      | CAL    | 18      | 7 - 9          | Arab-Con | 6 sites                       | DE | Früchtenicht (1992)                                             |
| 4.18 | L         | 15.0              |            | 4     |              | -                 | -            | -            | -53.5  | DL     | 4       | 15             | Arab-Con | 12 sitesN DE                  | DE |                                                                 |
| 5    | tL -<br>T | 25.0<br>–         |            | 5     |              |                   |              |              | 0.0157 | 0.0059 | 0.53*** | -2.7 -<br>-4.0 | 15.2     |                               |    |                                                                 |

|      |          |              |         |       |           |             |           |           |         |        |         |       |        |    |         |          |                                   |     |                             |
|------|----------|--------------|---------|-------|-----------|-------------|-----------|-----------|---------|--------|---------|-------|--------|----|---------|----------|-----------------------------------|-----|-----------------------------|
| 5.1  | Ut       | 65.0<br>25.0 | 65 - 83 | 5     | 6.0 – 6.3 | -           | 8.3       | 640 - 669 |         |        |         | -17.7 | CAL    | 8  | 13      | Arab-Con | Grebenstein Dörnhagen             | DE  | Schaumberg & Heyn (1998)    |
| 5.2  | t'L      | 28.0         |         | 5     | 6.2       | 1.94        | -         | 750       |         |        |         | -8.2  | CAL    | 2  | 8       | Arab-Con | Gröben                            | DE  | Vogl & Niederbudde (1984)   |
| 5.3  | t'L      | 25.0         |         | 5     |           | -           | -         | 750       |         |        |         | -41.7 | CAL    | 12 | 13      | Arab-Con | Himstedt, Hasede                  | DE  | Orlovius (1992)             |
| 5.4  | t'L - tL | 30.0 – 44.0  |         | 5     |           | -           | 7.3 – 8.4 | 583 - 742 |         |        |         | -     | CAL    | 12 | 5 - 7   | Arab-Con | 4 sites                           | DE  | Orlovius (1996)             |
| 5.5  | tL       | 43.0         | 21      | 5     | 6.4       | 1.48        | 9.3       | 747       |         |        |         | -37.7 | DL     | 4  | 20      | Arab-Con | Rinkerode                         | DE  | Orlovius (1989)             |
| 5.6  | utL      | 30.0         |         | 5     | 6.5       | -           | 7.9       | 946       |         |        |         | -     | DL     | 7  | 20      | Arab-Con | Landsberg                         | DE  | Schön et al. (1976)         |
| 5.7  | t'L      | 28.4         |         | 5     | 6.8       | -           | 7.5       | 645       |         |        |         | 23.9  | DL     | 24 | 5       | Arab-Con | Miesitz                           | DE  | Albert (1976)               |
| 5.8  | t'L - T  | 25.0 – 65.0  |         | 5     | 5.5 – 6.9 | -           | 8.4 – 8.8 | 612 - 806 |         |        |         | -     | CAL    | 23 | 4 - 9   | Arab-Con | 6 sites N DE                      | DE  | Baumgärtel (1998)           |
| 5.9  | t'L      | 25.2         | 47      | 5     | 7.5       | 1.45        | 9.5       | 498       |         |        |         | -     | CAL    | 8  | 9       | Arab-Con | Wien                              | AT  | Hösch & Dersch (1998)       |
| 5.10 | L        | 25.0         | 63      | 5     | 6.5       | 1.28        | 8.1       | 705       |         |        |         | -30.9 | DL     | 14 | 18      | Arab-Con | Rauisch-holzhausen                | DE  | Boguslawski & Lieres (1997) |
| 5.11 | T        | 69.6         |         | 5     | 7.1       | 2.53        | 7.2       | 720       |         |        |         | 11.6  | DL     | 4  | 7       | Arab-Org | Ensmad                            | DE  | Bauer (1992)                |
| 6    | IS       | 8,3 - 9,2    | 33      | 2 - 3 | 7.5       | 1.45 – 1.91 | 6.7       | 696       | 0.04    | 0.0031 | 0.79*** | -12.9 | 6.1 DL | 7  | 38      | Arab-Con | Kuusiku                           | EST | Loide (2019)                |
| 7    | IS       | 14.0         | 34      | 3     | 5.8 – 6.2 | 2.44        | 4.5       | 600       | 0.1991  | 0.0066 | 0.66*** | -30.2 | 5.5 AL | 16 | 13      | Arab-Con | Moystad                           | NO  | Riley et al. (2007)         |
| 8    | I'S      | 5.0 – 7.0    | 10 - 14 | 2     | 5.5       | 0.60        | 7.9       | 520       | -0.0027 | 0.0003 | 0.39*   | 9.0   | 6.2 DL | 7  | 25      | Arab-Con | Skierniewice                      | PL  | Blake et al. (1999)         |
| 9    | uL       | 23.4         | 68      | 4 - 5 | 7.9       | 0.90 – 3.40 | 9.0       | 725       | 7.5023  | 0.3692 | 0.93*** | -20.3 | OL     | 12 | 10 - 71 | Arab-Org | Rothamsted, Barley, Clover, Grass | GB  | Johnston & Goulding (1990)  |
| 10   | L        | 15.0 – 17.0  |         | 4     | 7.0       | 1.39        | 8.5       | 657       | 0.2007  | 0.0039 | 0.97**  | -51.5 | 7.5 DL | 4  | 22      | Arab-Con | Höckelheim                        | DE  | Beisecker et al. (1988)     |
| 11   | L        | 15.4         | 73      | 4     | 5.5 –     | 1.22        | 9.8       | 641       | 0.0914  | 0.0019 | 0.36*   | -48.1 | 4.8    | 12 | 12      | Arab-    | Roda                              | DE  | Farack et al.               |

|      |            |                   |            |       |              |                   |      |      |         |        |         |                      |                                                           |    |    |                     |                                 |    |                                |
|------|------------|-------------------|------------|-------|--------------|-------------------|------|------|---------|--------|---------|----------------------|-----------------------------------------------------------|----|----|---------------------|---------------------------------|----|--------------------------------|
| 12   | IU         | 13.0              | 83         | 4 - 5 | 5.9<br>6.6   | 1.29              | 8.5  | 629  | 0.1274  | 0.01   | 0.92*   | -12.7                | CAL<br>CAL                                                | 4  | 4  | Org<br>Arab-<br>Org | Neu-<br>Eichenberg<br>Apelsvoll | DE | (2021)<br>Schmidt<br>(1997)    |
| 13   | sL,<br>uL  | 17.0              | 35         | 3     | 6.3          | 2.90<br>-<br>3.50 | 3.6  | 600  | 0.0426  | 0.0051 | 0.88*** | -8.4                 | AL                                                        | 6  | 10 | Arab-<br>Org        |                                 | NO | Korsaeth<br>(2012)             |
| 14   | IS         | 14.3<br>-<br>17.1 | 37         | 3 - 4 | 6.3          | 1.62              | 9.0  | 800  | 0.1558  | 0.0033 | 0.82**  | -42.0<br>- -<br>47.2 | 7.0<br>CO2-<br>Extr.,<br>Isotopen-<br>Extr.<br>15.5<br>DL | 8  | 40 | Arab-<br>Org        | Therwil                         | CH | Fliessbach et<br>al. (2024)    |
| 15   | L          | 15.0<br>-<br>18.0 | 77 -<br>80 | 4     | 5.7 -<br>6.2 | 0.97<br>-<br>1.22 | 8.4  | 693  | 0.207   | 0.0039 | 0.93*** | -53.1                |                                                           | 21 | 14 | Arab-<br>Org        | Methau                          | DE | Kolbe (2022)                   |
| 15.1 | L          | 15.0<br>-<br>18.0 |            | 4     |              | 0.97<br>-<br>1.22 |      |      | 0.1307  | 0.0029 | 0.95*** | -45.1                |                                                           | 9  |    | Arab-<br>Org        | Methau                          | DE | Kolbe (2022)                   |
| 15.2 | L          | 15.0<br>-<br>18.0 |            | 4     |              | 0.97<br>-<br>1.22 |      |      | 0.2531  | 0.0044 | 0.97*** | -57.5                |                                                           | 12 |    | Arab-<br>Org        | Methau                          | DE | Kolbe (2022)                   |
| 16   | Sl         | 5.0 -<br>7.0      | 26         | 2     | 4.8 -<br>5.0 | 0.70<br>-<br>0.90 | 8.8  | 547  | -0.0824 | 0.0073 | 0.73*** | 11.3                 | 16.2<br>DL                                                | 21 | 12 | Arab-<br>Org        | Spröda                          | DE | Kolbe (2022)                   |
| 17   | Sl         | 5.0 -<br>7.0      | 26         | 2     | 4.8 -<br>5.0 | 0.70<br>-<br>0.90 |      | 547  | -0.0586 | 0.0059 | 0.87*** | 9.9                  | 16.2<br>DL                                                | 9  | 12 | Arab-<br>Org        | Spröda                          | DE | Kolbe (2022)                   |
| 17.1 | Sl         | 5.0 -<br>7.0      |            | 2     |              | 0.70<br>-<br>0.90 |      |      | -0.0827 | 0.0097 | 0.79*** | 8.5                  |                                                           | 12 |    | Arab-<br>Org        | Spröda                          | DE | Kolbe (2022)                   |
| 18   | S          | 5.3               |            | 1     | 6.6          | 1.00              | 10.2 | 626  | -0.0317 | 0.0044 | 0.23**  | 7.2                  | 6.2<br>CAL                                                | 36 | 4  | Arab-<br>Org        | Darmstadt                       | DE | Abele (1987)                   |
| 19   | IS -<br>sL | 15.0<br>-<br>25.0 |            | 3 - 4 | 5.3          | -                 | 9.5  | 873  | 0.1795  | 0.0033 | 0.99*** | -54.4                | DL                                                        | 10 | 9  | Arab-<br>Con        | Essen-<br>Bredeney              | DE | Gericke &<br>Bärmann<br>(1964) |
| 20   | Us         | 2.2               | 72         | 4     | 7.5          | 1.60              | 9.1  | 495  | 0.1312  | 0.0026 | 0.62**  | -50.5                | 25.3<br>Ammono-<br>nium<br>acetate                        | 7  | 21 | Arab-<br>Con        | Location A                      | CS | Balik et al.<br>(2020)         |
| 21   | tL         | 4.4               | 77         | 4 - 5 | 5.9          | 1.06              | 8.2  | 573  | 0.007   | 0.0037 | 0.95**  | -2.0 -<br>-5.0       | 23.0<br>Ammono-<br>nium<br>acetate                        | 6  | 21 | Arab-<br>Con        | Location D                      | CS | Balik et al.<br>(2019)         |
| 22   | sL         | 20.0              |            | 4     | 7.2          | 1.80              | 8.5  | 1042 | 0.0139  | 0.0006 | 0.77**  | -23.2                | 1.3                                                       | 8  | 18 | Arab-               | Zürich                          | CH | Hausherr et al.                |

|    |            | –<br>25.0         |    |       |              |                   |               |               |        |        | – –<br>50.0 | CO2-<br>Extr.,<br>Isotopen-<br>Extr.<br>17.3, 9.7,<br>18.8,<br>Ammonium<br>acetate<br>19.3<br>CAL |    |            | Con            |                                      |    | (2007)                                    |
|----|------------|-------------------|----|-------|--------------|-------------------|---------------|---------------|--------|--------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------------|----------------|--------------------------------------|----|-------------------------------------------|
| 23 | tL -<br>IT | 32.9 -<br>52.5    |    | 5     | 6.2 –<br>7.3 | 2.46<br>–<br>4.94 | 9.3 –<br>10.0 | 954 -<br>1363 | 0.0259 | 0.0008 | 0.82****    | -32.4                                                                                             | 10 | 25 -<br>47 | Arab-<br>Con   | Changins,<br>Ellighausen,<br>Oensing | CH | Fontana et al.<br>(2022)                  |
| 24 | uL         | 30.0              | 68 | 5     | 6.0 –<br>7.5 | 1.00<br>–<br>2.00 | 9.7           | 735           | 0.1447 | 0.0078 | 0.70*       | -18.6                                                                                             | 6  | 11         | Arab-<br>Con   | Heidfeldhof                          | DE | Reimer et al.<br>(2023), Ruser<br>(2025)  |
| 25 | sL         | 15.0              |    | 3 - 4 | 5.4          | 2.44              | 6.3           | 867           | 0.1983 | 0.0068 | 0.90****    | -29.2                                                                                             | 11 | 23         | Arab-<br>Con   | Lauterbach                           | DE | Reichert<br>(1993)                        |
| 26 | tL         | 25.2              | 47 | 4 - 5 | 7.5          | 1.47              | 9.5           | 489           | 0.9388 | 0.0069 | 0.85****    | -136                                                                                              | 8  | 9          | Arab-<br>Con   | Fuchsenbigl                          | AT | Hösch &<br>Dersch (1997)                  |
| 27 | sL         | 21.6              |    | 4     | 6.4          | 1.57              | 8.7           | 500           | 0.8203 | 0.0075 | 0.98**      | -109                                                                                              | 10 | 6          | Arab-<br>Con   | Wengelsdorf                          | DE | Kerschberger<br>& Richter<br>(1985, 1988) |
| 28 | sL,<br>uL  | 17.0<br>–<br>25.0 |    | 4     | -            | -                 | 6.8 –<br>9.4  | 560 -<br>850  | 0.8133 | 0.0082 | 0.90****    | -99.2                                                                                             | 8  | 4          | Arab-<br>Con   | Sites of Lower<br>AT                 | AT | Köchl (1984)                              |
| 29 | sL         | 15.0<br>–<br>25.0 |    | 3 - 4 | 6.6          | -                 | 8.6           | 518           | 0.6543 | 0.0082 | 0.95*       | -79.8                                                                                             | 4  | 10         | PGrass-<br>Con | Iden                                 | DE | Greiner et al.<br>(2007), Riehl<br>(2010) |
| 30 | sL         | 15.0<br>–<br>25.0 |    | 3 - 4 | 6.4          | -                 | 6.5           | 618           | 0.6856 | 0.009  | 0.98**      | -76.2                                                                                             | 4  | 9          | PGrass-<br>Con | Hayn                                 | DE | Greiner et al.<br>(2007), Riehl<br>(2010) |
| 31 | L - T      | 25.0<br>–<br>35.0 |    | 4     | 5.9          | -                 | 7.1           | 760           | 0.5524 | 0.0051 | 0.96**      | -108                                                                                              | 4  | 9          | PGrass-<br>Con | Heßberg                              | DE | Greiner et al.<br>(2007), Riehl<br>(2010) |
| 32 | sL         | 17.0<br>–<br>25.0 |    | 4     | 5.3          | -                 | 7.4           | 722           | 0.1709 | 0.0054 | 0.97**      | -31.7                                                                                             | 4  | 8          | PGrass-<br>Con | Chistgrün                            | DE | Greiner et al.<br>(2007), Riehl<br>(2010) |
| 33 | sL         | 17.0<br>–<br>25.0 |    | 4     | 5.2          | -                 | 6.5           | 879           | 0.2795 | 0.0036 | 0.86*       | -65.0<br>– –<br>77.6                                                                              | 4  | 9          | PGrass-<br>Con | Forchheim                            | DE | Greiner et al.<br>(2007), Riehl<br>(2010) |
| 34 | Mo         | -                 |    | 6 = 4 | 5.6 –<br>6.2 | -                 | 9.0           | 514           | 0.6033 | 0.0183 | 0.41**      | -33.0                                                                                             | 14 | 10 -<br>19 | PGrass-<br>Con | Paulinenaue                          | DE | Riehl (2010),<br>Hertwig et al.<br>(2017) |
| 35 | Mo         | -                 |    | 6 = 4 | 6.0          | 29.0              | 8.7           | 527           | 0.9824 | 0.0136 | 0.81*       | -72.2                                                                                             | 5  | 19         | PGrass-<br>Con | Paulinenaue                          | DE | Käding &<br>Werner (1997)                 |
| 36 | sL,        | 17.0              |    | 4     | 5.8          | -                 | 7.0           | 900           | 0.57   | 0.0046 | 0.74*       | -124                                                                                              | 6  | 10         | PGrass-        | Vorwaldes,                           | DE | Rieder (1997)                             |

|      |     |               |            |       |              |                   |     |      |         |        |        |               |                        |    |            |                |                             |    |                                                                             |
|------|-----|---------------|------------|-------|--------------|-------------------|-----|------|---------|--------|--------|---------------|------------------------|----|------------|----------------|-----------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------|
|      | uL  | –<br>25.0     |            |       |              |                   |     |      |         |        |        |               | DL                     |    |            | Org            | Bavar. forest               |    |                                                                             |
| 37   | IS  | 7.0 –<br>14.0 | 23 -<br>29 | 3     | 5.8          | 5.26<br>–<br>6.41 | 5.8 | 1631 | 0.2503  | 0.0052 | 0.89*  | -48.1         | 5.0<br>AL              | 5  | 8          | PGrass-<br>Org | Tingvoll,<br>Research farm  | NO | Rittl et al.<br>(2023)                                                      |
| 38   | S   | up to<br>5.0  |            | 1     |              |                   |     |      | -0.0348 | 0.0041 | 0.37** | 8.5 –<br>12.0 | 6.8                    |    |            |                |                             |    |                                                                             |
| 38.1 | S   | 3.0 –<br>4.0  | 20         | 1     | 6.1          | 0.60<br>–<br>0.63 | 8.9 | 545  |         |        |        | -             | 7.9, 7.2<br>DL,<br>CAL | 5  | 8 - 14     | Arab-<br>Org   | Güterfelde                  | DE | Dittmann &<br>Zimmer<br>(2008), Adam<br>& Zimmer<br>(2025)                  |
| 38.2 | S   | 5.0           |            | 1     | 4.8          | -                 | 9.7 | 547  |         |        |        | -             | 5.1<br>DL,<br>CAL      | 4  | 9          | Arab-<br>Org   | Paulinenaue                 | DE | Belkner &<br>Wacker<br>(2019),<br>Belkner (2025)                            |
| 38.3 | S   | 4.5           |            | 1     | 6.1          | 1.17              | 7.9 | 964  |         |        |        | -             | 4.3<br>AL              | 7  | 4 - 8      | Arab-<br>Org   | Jyndevad                    | DK | Olesen et al.<br>(2000, 2002,<br>2005, 2007),<br>Askegaard et<br>al. (2003) |
| 38.4 | S   | 4.0           |            | 1     | 6.5          | 0.55              | 8.4 | 533  |         |        |        | -             | 9.7<br>CAL             | 1  | 29         | Arab-<br>Org   | Müncheberg                  | DE | Reckling et al.<br>(2015),<br>Reckling<br>(2026)                            |
| 39   | I'S | 5.0 –<br>12.0 |            | 2     |              |                   |     |      | 0.0547  | 0.007  | 0.21** | -7.8          | 11.8                   |    |            |                |                             |    |                                                                             |
| 39.1 | I'S | 6.0 –<br>8.0  |            | 2     | 6.1          | 0.64<br>–<br>0.86 | 9.1 | 542  |         |        |        | -             | 13.5<br>DL             | 3  | 11 -<br>19 | Arab-<br>Org   | Gülzow                      | DE | Gruber (2013),<br>Gruber &<br>Thamm (2004)                                  |
| 39.2 | I'S | 5.0 –<br>7.0  | 26         | 2     | 4.8 –<br>5.0 | 0.70<br>–<br>0.90 | 8.8 | 547  |         |        |        | -             | 9.1<br>CAL             | 5  | 5          | Arab-<br>Org   | Spröda                      | DE | Kolbe (2022)                                                                |
| 39.3 | I'S | 11.6          |            | 2 - 3 | 5.8          | 1.00              | 9.3 | 743  |         |        |        | -             | 12.1<br>CAL            | 1  | 8          | Arab-<br>Org   | Boschbeide,<br>Organic farm | DE | Nolte (1989)                                                                |
| 39.4 | I'S | 9.0           |            | 2     | -            | 2.20              | 7.3 | 704  |         |        |        | -             | 7.6<br>AL              | 1  | 12         | Arab-<br>Org   | Foulum                      | DK | Mikkelsen<br>(1999)                                                         |
| 39.5 | I'S | 8.8           | 13         | 2     | 6.5          | 2.29              | 7.3 | 704  |         |        |        | -             | 5.7<br>AL              | 13 | 4 - 5      | Arab-<br>Org   | Foulum                      | DK | Askegaard et<br>al (1999),<br>Askegaard &                                   |

|      |     |            |    |   |           |      |           |           |   |            |   |    |          |                         |    |                                            |
|------|-----|------------|----|---|-----------|------|-----------|-----------|---|------------|---|----|----------|-------------------------|----|--------------------------------------------|
| 39.6 | I'S | 8.8        | 13 | 2 | 6.5       | 2.29 | 7.3       | 704       | - | 12.9       | 2 | 8  | Arab-Org | Foulum                  | DK | Erikson (2000, 2002)                       |
| 39.7 | I'S | 8.8        | 13 | 2 | 6.5       | 2.30 | 7.3       | 704       | - | 13.1       | 6 | 21 | Arab-Org | Foulum                  | DK | Olesen et al. (2005, 2007)                 |
| 39.8 | I'S | 9.0 – 10.0 | 21 | 2 | 5.6 – 6.6 | 3.40 | 8.2 – 8.6 | 551 - 742 | - | 15.7, 14.4 | 2 | 18 | Arab-Org | Östra Ljungby, Önnestad | SE | Notaris et al. (2021), Harbo et al. (2022) |
| 39.9 | I'S | 5.0 – 12.0 |    | 2 | 6.5       | 0.80 | 8.4       | 533       | - | 16.5 CAL   | 1 | 29 | Arab-Org | Müncheberg              | DE | Andrist-Rangel et al. (2007)               |
|      |     |            |    |   |           |      |           |           |   |            |   |    |          |                         |    | Reckling et al. (2015), Reckling (2026)    |

|      |     |            |        |   |     |      |     |     |         |        |         |     |          |                   |    |                           |
|------|-----|------------|--------|---|-----|------|-----|-----|---------|--------|---------|-----|----------|-------------------|----|---------------------------|
| 40   | I'S | 5.0 – 12.0 |        | 2 |     |      |     |     | -0.0435 | 0.0045 | 0.57*** | 9.7 | 17.8     |                   |    |                           |
| 40.1 | I'S | 3.2        | 37     | 2 | 5.3 | 1.30 | 7.7 | 666 | -       | 23.7   | 6       | 21  | Arab-Con | Location C        | CS | Balik et al. (2020)       |
| 40.2 | I'S | 5.8        | 44     | 2 | 5.1 | 1.38 | 7.0 | 665 | -       | 20.7   | 6       | 21  | Arab-Con | Location B        | CS | Balik et al. (2019, 2020) |
| 40.3 | I'S | 5.0 – 7.0  | 26     | 2 | 5.3 | 1.00 | 8.8 | 547 | -       | 18.5   | 6       | 6   | Arab-Con | Spröda            | DE | Beckmann & Kolbe (2003)   |
| 40.4 | I'S | 4.0 – 8.0  | 4 - 10 | 2 | 5.0 | 2.10 | 9.2 | 850 | -       | 8.3    | 2       | 60  | Arab-Con | Hannighog, Dülmen | DE | Jate & Lammel (2022)      |

|      |    |             |         |   |     |      |     |     |        |        |         |       |          |                          |    |                                               |
|------|----|-------------|---------|---|-----|------|-----|-----|--------|--------|---------|-------|----------|--------------------------|----|-----------------------------------------------|
| 41   | IS | 12.0 – 17.0 |         | 3 |     |      |     |     | 0.1144 | 0.0082 | 0.41*** | -14.0 | 14.9     |                          |    |                                               |
| 41.1 | IS | 12.0        | 40 - 50 | 3 | 5.3 | 0.87 | 9.5 | 700 | -      | 21.4   | 1       | 9     | Arab-Org | Wiesengut                | DE | Zaller & Köpke (2004), Dietrich et al. (2024) |
| 41.2 | IS | 14.7 – 17.4 |         | 3 | 5.8 | 0.99 | 9.3 | 743 | -      | 17.2   | 1       | 8     | Arab-Org | Boschbeide, Organic farm | DE | Nolte (1989)                                  |
| 41.3 | IS | 15.5        | 12      | 3 | 7.4 | 1.01 | 7.8 | 626 | -      | 10.0   | 4       | 4 - 8 | Arab-    | Flakkebjerg              | DK | Askegaard et                                  |

|      |    |                   |            |       |              |                   |     |      |       |                                  |   |    |              |                           |    |                                     |                                              |
|------|----|-------------------|------------|-------|--------------|-------------------|-----|------|-------|----------------------------------|---|----|--------------|---------------------------|----|-------------------------------------|----------------------------------------------|
|      |    |                   |            |       |              |                   |     |      | AL    |                                  |   |    | Org          |                           |    |                                     | al. (2004),<br>Olesen et al.<br>(2005, 2007) |
| 41.4 | IS | 13.5              |            | 3     | 5.7 –<br>6.1 | 2.71              | 7.3 | 764  | -     | 5.3<br>AL                        | 3 | 20 | Arab-<br>Org | Bjärröd                   | SE | Kirchmann et<br>al. (2007)          |                                              |
| 41.5 | IS | 16.0              | 29         | 3     | 5.6          | 1.40              | 8.6 | 656  | -     | 13.2<br>AL                       | 2 | 18 | Arab-<br>Org | Bollerup                  | SE | Andrist-<br>Rangel et al.<br>(2007) |                                              |
| 41.6 | IS | 7.0 –<br>9.0      | 23 -<br>28 | 3     | 5.8          | 2.85<br>–<br>3.47 | 5.8 | 1631 | -29.2 | 5.1<br>AL                        | 5 | 7  | Arab-<br>Org | Tingvoll<br>Research farm | NO | Rittl et al.<br>(2023)              |                                              |
| 41.7 | Us | 5.4               | 68         | 3 - 4 | 6.5          | 1.20              | 7.7 | 493  | -14.4 | 18.1<br>Ammo-<br>nium<br>acetate | 6 | 21 | Arab-<br>Con | Location E                | CS | Balik et al.<br>(2020)              |                                              |
| 41.8 | IS | 15.0<br>–<br>19.0 | 35         | 3     | 6.3          | 2.90<br>–<br>3.50 | 3.6 | 600  | -     | 28.6<br>AL                       | 4 | 16 | Arab-<br>Con | Apelsvoll                 | NO | Korsaeth &<br>Eltun (2008)          |                                              |

|      |            |                   |            |       |     |                   |      |     |        |        |         |       |             |    |    |              |                                               |    |                                                            |
|------|------------|-------------------|------------|-------|-----|-------------------|------|-----|--------|--------|---------|-------|-------------|----|----|--------------|-----------------------------------------------|----|------------------------------------------------------------|
| 42   | sL,<br>uL  | 17.0<br>–<br>25.0 |            | 4     |     |                   |      |     | 0.1338 | 0.0018 | 0.33*** | -74.3 | 14.5        |    |    |              |                                               |    |                                                            |
| 42.1 | IS -<br>sL | 15.0<br>–<br>25.0 |            | 3 - 4 | 5.3 | -                 | 9.5  | 873 |        |        |         | -54.4 |             | 10 | 9  | Arab-<br>Con | Essen-<br>Bredeney                            | DE | Gericke &<br>Bärmann<br>(1964)                             |
| 42.2 | L          | 15.0<br>–<br>18.0 | 77 -<br>80 | 4     | 6.0 | 1.25              | 8.6  | 672 |        |        |         | -     | 11.4<br>DL  | 6  | 6  | Arab-<br>Con | Methau                                        | DE | Beckmann &<br>Kolbe (2003)                                 |
| 42.3 | uL         | 23.0              | 30 -<br>40 | 4     | 6.0 | 1.26<br>–<br>1.41 | 10.0 | 881 |        |        |         | -     | 24.4<br>CAL | 6  | 7  | Arab-<br>Con | Pforzheim                                     | DE | Landes (2003)                                              |
| 42.4 | sL,<br>uL  | 21.0              | 68         | 4     | 6.2 | 1.50<br>–<br>1.70 | 8.7  | 484 |        |        |         | -     | 12.5<br>DL  | 5  | 36 | Arab-<br>Con | Bad<br>Lauchstädt,<br>Static<br>fertilization | DE | Blake et al.<br>(1999)                                     |
| 42.5 | sL,<br>uL  | 21.0              | 68         | 4     | 6.2 | 2.09              | 8.6  | 480 |        |        |         | -     | 9.6<br>DL   | 8  | 42 | Arab-<br>Con | Bad<br>Lauchstädt,<br>Static<br>fertilization | DE | Ansorge<br>(1966),<br>Körschens &<br>Pfefferkorn<br>(2001) |

|    |     |      |  |   |  |  |  |        |        |        |       |     |  |  |  |  |  |
|----|-----|------|--|---|--|--|--|--------|--------|--------|-------|-----|--|--|--|--|--|
| 43 | sL, | 17.0 |  | 4 |  |  |  | 0.0933 | 0.0032 | 0.16** | -29.2 | 9.8 |  |  |  |  |  |
|----|-----|------|--|---|--|--|--|--------|--------|--------|-------|-----|--|--|--|--|--|

|      |           |                   |            |   |              |                   |      |     |   |             |    |    |                               |                      |    |                          |  |
|------|-----------|-------------------|------------|---|--------------|-------------------|------|-----|---|-------------|----|----|-------------------------------|----------------------|----|--------------------------|--|
|      | uL        | –<br>25.0         |            |   |              |                   |      |     |   |             |    |    |                               |                      |    |                          |  |
| 43.1 | L         | 15.4              | 73         | 4 | 5.5 –<br>5.9 | 1.22              | 9.8  | 641 | - | 5.3<br>DL   | 11 | 12 | Arab-<br>Org                  | Roda                 | DE | Farack et al.<br>(2021)  |  |
| 43.2 | sL,<br>uL | 22.0<br>–<br>25.0 |            | 4 | 6.4 –<br>6.7 | 1.33              | 11.8 | 792 | - | 14.9<br>CAL | 4  | 20 | Arab-<br>Org,<br>FVeg-<br>Org | Köln-<br>Auweiler    | DE | Hof-Kautz<br>(2019)      |  |
| 43.3 | sL,<br>uL | 15.0<br>–<br>30.0 |            | 4 | 5.5 –<br>6.3 | 1.22<br>–<br>1.45 | 9.0  | 542 | - | 4.2<br>CAL  | 3  | 10 | Arab-<br>Org                  | Köllitsch            | DE | Bauer &<br>Jäckel (2015) |  |
| 43.4 | L         | 13.8              | 70 -<br>80 | 4 | 5.8 –<br>6.3 | 1.10<br>–<br>1.30 | 8.6  | 711 | - | 8.0<br>DL   | 12 | 16 | Arab-<br>Org                  | Roda                 | DE | Meyer et al.<br>(2021)   |  |
| 43.5 | uL        | 22.0              | 70         | 4 | 7.0          | 1.30<br>–<br>1.50 | 9.1  | 469 | - | 19.4<br>CAL | 1  | 7  | Arab-<br>Org                  | Bernburg             | DE | Debruck &<br>Koch (2004) |  |
| 43.6 | uL        | 18.5              | 80         | 4 | 6.8          | 1.04              | 10.0 | 553 | - | 13.0<br>CAL | 5  | 8  | Arab-<br>Org                  | Frankenhau-<br>sen   | DE | Möller et al.<br>(2026)  |  |
| 43.7 | uL        | 17.0<br>–<br>25.0 | 50 -<br>65 | 4 | 6.5          | 0.90              | 10.4 | 706 | - | 4.0<br>CAL  | 1  | 13 | Arab-<br>Org                  | Dottenfelder-<br>hof | DE | Spiess et al.<br>(2010)  |  |

|      |     |                   |            |       |              |                   |      |     |         |        |         |     |             |   |       |              |                     |     |                         |
|------|-----|-------------------|------------|-------|--------------|-------------------|------|-----|---------|--------|---------|-----|-------------|---|-------|--------------|---------------------|-----|-------------------------|
| 44   | t`L |                   |            | 5     |              |                   |      |     | -0.0037 | 0.0067 | 0.53*** | 0.6 | 16.0        |   |       |              |                     |     |                         |
| 44.1 | t`L | 29.0<br>–<br>32.0 | 67 -<br>72 | 5     | 6.5 –<br>7.5 | 1.26              | 9.3  | 654 |         |        |         | -   | 11.1<br>CAL | 3 | 11    | Arab-<br>Org | Glattbacher-<br>Hof | DE  | Schulz (2012)           |
| 44.2 | t`L | 20.0<br>–<br>30.0 | 51 -<br>59 | 5     | 6.0 –<br>7.1 | 1.16<br>–<br>2.00 | 11.1 | 675 |         |        |         | -   | 9.9<br>CAL  | 4 | 20    | Arab-<br>Org | Müllheim            | DE  | Anonymous<br>(2017)     |
| 44.3 | t`L | 20.0<br>–<br>25.0 |            | 4 - 5 | 6.0          | 1.38              | 5.6  | 585 |         |        |         | -   | 14.6<br>AL  | 7 | 10    | Arab-<br>Org | Tartu               | EST | Keres et al.<br>(2020)  |
| 44.4 | t`L | 25.0<br>–<br>35.0 |            | 5     | 6.5 –<br>7.5 | 1.18<br>–<br>1.40 | 8.8  | 700 |         |        |         | -   | 12.1<br>CAL | 8 | 6     | Arab-<br>Org | Kleinhohen-<br>heim | DE  | Mathes (2023)           |
| 44.5 | utL | 35.0              | 50 -<br>70 | 5     | 7.5          | 1.45              | -    | 584 |         |        |         | -   | 17.5<br>OL? | 1 | 6     | Arab-<br>Org | Norfolk,<br>ADAS    | GB  | Cormack<br>(1999)       |
| 44.6 | tL  | 35.0<br>–<br>45.0 | 30 -<br>50 | 5     | -            | 1.62              | 10.6 | 610 |         |        |         | -   | 7.3<br>OL?  | 5 | 7 - 8 | Arab-<br>Org | Berkshire,<br>EFRC  | GB  | Stopes et al.<br>(1996) |
| 44.7 | T   | 69.6              |            | 5     | 7.1          | 2.53              | 7.2  | 720 |         |        |         | -   | 23.8        | 2 | 7     | Arab-        | Ensmad,             | DE  | Bauer (1992)            |



|      |        |             |         |       |           |             |       |       |        |        |         |              |                |    |    |              |                          |    |                                             |
|------|--------|-------------|---------|-------|-----------|-------------|-------|-------|--------|--------|---------|--------------|----------------|----|----|--------------|--------------------------|----|---------------------------------------------|
| 44.8 | t'L    | 25.0        | 52      | 4 - 5 | 5.8 – 6.0 | 3.30 – 4.00 | 5.6   | 785   |        |        |         | -65.9        | 11.3 AL        | 16 | 18 | Org Arab-Con | Organic farm As          | NO | Uhlen & Tweitnes (1995)                     |
| 44.9 | utL    | 26.0        | 65 - 70 | 5     | 6.6       | 1.40 – 1.60 | 10.0  | 880   |        |        |         | -            | 23.6, 29.2 CAL | 17 | 7  | Arab-Con     | Stockach, Weiherbach     | DE | Landes (2003)                               |
| 45   | sL     | 15.0 – 25.0 |         | 3 - 4 | 6.6       | -           | 8.6   | 518   | 0.6543 | 0.0082 | 0.95*   | -79.8        | 12.0 CAL       | 4  | 10 | PGrass-Con   | Iden                     | DE | Greiner et al. (2007), Riehl (2010)         |
| 46   | sL     | 15.0 – 25.0 |         | 3 - 4 | 6.4       | -           | 6.5   | 618   | 0.6856 | 0.009  | 0.98**  | -76.2        | 8.2 CAL        | 4  | 9  | PGrass-Con   | Hayn                     | DE | Greiner et al. (2007), Riehl (2010)         |
| 47   | L - T  | 25.0 – 35.0 |         | 4     | 5.9       | -           | 7.1   | 760   | 0.5524 | 0.0051 | 0.96**  | -108         | 4.3 CAL        | 4  | 10 | PGrass-Con   | Heßberg                  | DE | Greiner et al. (2007), Riehl (2010)         |
| 48   | L - T  | 35.0 – 45.0 |         | 5     | 7.0       | -           | 7.9   | 550   |        |        | 0.99**  | -20.0        | 13.8 CAL       | 4  | 10 | PGrass-Con   | Wechmar                  | DE | Greiner et al. (2007), Riehl (2010)         |
| 49   | sL     | 17.0 – 25.0 |         | 4     | 5.3       | -           | 7.4   | 722   | 0.1709 | 0.054  | 0.97**  | -31.7        | 9.2 CAL        | 4  | 10 | PGrass-Con   | Chistgrün                | DE | Greiner et al. (2007), Riehl (2010)         |
| 50   | sL     | 17.0 – 25.0 |         | 4     | 5.2       | -           | 6.5   | 879   |        |        | 0.86*   | -65.0 – 77.6 | 6.8 CAL        | 4  | 10 | PGrass-Con   | Forchheim                | DE | Greiner et al. (2007), Riehl (2010)         |
| 51   | Mo     | -           |         | 6 = 4 | 5.6       | -           | 9.0   | 514   | 0.5238 | 0.0235 | 0.67*   | -22.3        | 10.9 CAL       | 6  | 10 | PGrass-Con   | Paulinenaue              | DE | Greiner et al. (2007), Riehl (2010)         |
| 52   | Mo     | -           |         | 6 = 4 | 6.2       | 29.0        | 8.7   | 520   |        |        | 0.37*   | -45.0 – 64.2 | 10.5 DL        | 13 | 19 | PGrass-Con   | Paulinenaue              | DE | Käding et al. (2003), Hertwig et al. (2017) |
| 53   | sL, uL | 17.0 – 25.0 |         | 4     | 5.8       | -           | 7.0   | 900   | 0.57   | 0.0046 | 0.74*   | -124         | 8.7 DL         | 6  | 10 | PGrass-Con   | Vorwaldes, Bavar. Forest | DE | Rieder (1997)                               |
| 54   | IS     | 7.0 – 14.0  | 23 - 29 | 3     | 5.8       | 5.26 – 6.41 | 5.8   | 1631  | 0.2503 | 0.0052 | 0.89*   | -48.1        | 5.0 AL         | 5  | 8  | PGrass-Org   | Tingvoll, Research Farm  | NO | Rittl et al. (2023)                         |
| 55   | IS     | 10.0        | 20      | 2 - 3 | 5.5       | 1.23        | 8.5   | 774   | 0.3529 | 0.0094 | 0.99*** | -37.5        | 10.8 DL        | 4  | 11 | FVeg-Con     | Osnabrück                | DE | Niemann & Alt (1969)                        |
| 56   | sL     | 17.0        |         | 4     | 5.3 –     | -           | 8.0 – | 491 - | 0.5961 | 0.0108 | 0.98*** | -55.2        | 12.7           | 5  | 5  | FVeg-        | Rosenow,                 | DE | Linke et al.                                |

|      |    |                   |    |       |                     |                   |             |            |         |        |         |                     |                                               |    |            |                       |                                                         |    |                                           |
|------|----|-------------------|----|-------|---------------------|-------------------|-------------|------------|---------|--------|---------|---------------------|-----------------------------------------------|----|------------|-----------------------|---------------------------------------------------------|----|-------------------------------------------|
| 57   | tL | –<br>25.0<br>34.0 | 24 | 5     | 7.4<br>5.5 –<br>6.3 | 4.43<br>–<br>5.86 | 9.0<br>10.0 | 589<br>870 | 0.8713  | 0.0173 | 0.98*** | -50.4               | DL<br>6.3<br>Ammonium<br>acetat<br>5.6<br>CAL | 6  | 16         | Con<br>PGrass-<br>Con | Cunnersdorf,<br>Blösien<br>Hillsborough                 | GB | (1983)<br>Christie (1987)                 |
| 58   | uL | 23.0              | 54 | 4     | 5.8 –<br>6.6        | 4.20<br>–<br>4.90 | 6.9         | 811        | 0.026   | 0.0008 | 0.78(*) | -32.5               |                                               | 4  | 20         | PGrass-<br>Con        | Rengen                                                  | DE | Schellberg et<br>al. (1999)               |
| 59   |    |                   |    |       |                     |                   |             |            | -0.1326 | 0.0051 | 0.17(*) | 26.0                | 8.2                                           |    |            |                       |                                                         |    |                                           |
| 59.1 | S  | 2.0               |    | 1     | 5.7                 | 2.03              | 8.3         | 540        |         |        |         | 21.0                | 5.5<br>DL                                     | 7  | 10 -<br>15 | PGrass-<br>Con        | Paulinenaue                                             | DE | Kerschberger<br>et al. (1998)             |
| 59.2 | S  | 5.0               |    | 1     | 5.4                 | 1.74              | 9.3         | 800        |         |        |         | -                   | 10.8<br>AL                                    | 6  | 6 - 7      | PGrass-<br>Org        | Heino                                                   | NI | Baars (2002)                              |
| 60   |    |                   |    |       |                     |                   |             |            | 1.7066  | 0.0187 | 0.96*** | -80.0<br>--<br>91.3 | 11.9                                          |    |            |                       |                                                         |    |                                           |
| 60.1 | IS | 12.0<br>–<br>17.0 |    | 3 - 4 | 5.3                 | -                 | 6.8         | 950        |         |        |         | -                   | 6.6<br>DL                                     | 4  | 6          | PGrass-<br>Con        | Egg, Bayern                                             | DE | Rieder (1974)                             |
| 60.2 | sL | 15.0              |    | 3 - 4 | 5.4                 | 2.44              | 6.3         | 867        |         |        |         | -                   | 17.2<br>DL                                    | 12 | 23         | PGrass-<br>Con        | Lauterbach                                              | DE | Reichelt<br>(1993)                        |
| 61   |    |                   |    |       |                     |                   |             |            | 0.6584  | 0.009  | 0.52*** | -73.2               | 10.5                                          |    |            |                       |                                                         |    |                                           |
| 61.1 | uL | 15.0<br>–<br>25.0 | 50 | 3 - 4 | 6.1                 | -                 | 5.9         | 842        |         |        |         | -                   | 6.0<br>CAL                                    | 4  | 10         | PGrass-<br>Con        | Oberweiß-<br>bach                                       | DE | Greiner et al.<br>(2007), Riehl<br>(2010) |
| 61.2 | IS | 12.0<br>–<br>17.0 |    | 3 - 4 | 5.3                 | -                 | 6.8         | 950        |         |        |         | -                   | 6.6<br>DL                                     | 4  | 6          | PGrass-<br>Con        | Egg, Bayern                                             | DE | Rieder (1974)                             |
| 61.3 | sL | 15.0              |    | 3 - 4 | 5.4                 | 2.44              | 6.3         | 867        |         |        |         | -                   | 17.2<br>DL                                    | 22 | 23         | PGrass-<br>Con        | Lauterbach                                              | DE | Reichelt<br>(1993)                        |
| 61.4 | sL | 17.0<br>–<br>25.0 |    | 4     | 6.0                 | -                 | 7.0         | 1000       |         |        |         | -53.9               | 12.6<br>CAL                                   | 5  | 10         | PGrass-<br>Org        | (Aulendorf)<br>Alpenvor-<br>land, Baden-<br>Württemberg | DE | Elsässer et al.<br>(1998)                 |
| 61.5 | sL | 17.0<br>–<br>25.0 |    | 4     | 6.0                 | -                 | 7.0         | 1000       |         |        |         | -                   | 10.8<br>CAL                                   | 2  | 10         | PGrass-<br>Con        | (Aulendorf)<br>Alpenvor-<br>land, Baden-                | DE | Elsässer et al.<br>(1998)                 |

|      |           |                   |            |       |              |                   |     |     |        |        |         |                       |      |    |                |                           |    |                              |
|------|-----------|-------------------|------------|-------|--------------|-------------------|-----|-----|--------|--------|---------|-----------------------|------|----|----------------|---------------------------|----|------------------------------|
| 61.6 | sL,<br>uL | 17.0<br>–<br>25.0 |            | 4     | 4.5<br>5.0   | 3.00              | 8.2 | 428 |        |        | -       | 9.7<br>Mehlich<br>III | 4    | 55 | PGrass-<br>Con | Württemberg<br>Velka Luka | SL | Vargova et al.<br>(2020)     |
| 62   | IS        | 5.0 –<br>17.0     |            | 2 - 3 |              |                   |     |     | 0.3932 | 0.0088 | 0.31*** | -44.7                 | 11.5 |    |                |                           |    |                              |
| 62.1 | IS        | 16.4              | 17         | 3     | 5.2          | 0.99              | 7.8 | 607 |        |        | -       | OL                    | 4    | 13 | Arab-<br>Con   | Taastrup                  | DK | Van der Bom<br>et al. (2017) |
| 62.2 | IS        | 8.0               | 23         | 2 - 3 | 6.3          | 1.51              | 9.2 | 467 |        |        | -       | 10.1<br>DL            | 11   | 24 | Arab-<br>Con   | Halle, Rey A,<br>B, C     | DE | Stumpe et al.<br>(1990)      |
| 62.3 | IS        | 8.0               | 23         | 2 - 3 | 5.5 –<br>6.5 | 1.51              | 9.2 | 500 |        |        | -       | 14.3<br>DL            | 3    | 47 | Arab-<br>Con   | Halle, Rey<br>Monok.      | DE | Herbst et al.<br>(2018)      |
| 62.4 | IS        | 5.5               | 26 -<br>39 | 2 - 3 | 6.0          | 0.58<br>–<br>1.00 | 8.4 | 751 |        |        | -       | 10.2<br>DL            | 8    | 7  | Arab-<br>Con   | Balcyny                   | PL | Adamiak et al.<br>(2002)     |

**Table S3** Description of sites, trial setup and references as well as calculated results from long-term trials with magnesium (Mg)

| Number | Soil type <sup>1)</sup> | Clay content<br>(% DM) | Silt content<br>(% DM) | Soil type group<br>(VDLUFA) | pH value  | C <sub>org</sub> content<br>(% DM) | Temperature<br>(°C) | Precipitation<br>(mm a <sup>-1</sup> ) | Intercept<br>(a) | Slope<br>(b) | Multiple coefficient of<br>determination<br>(R <sup>2</sup> ) | Mg balance (Mg soil<br>change = 0)<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | Mg mean soil content /<br>Method of soil<br>analyses <sup>2)</sup><br>(mg 100g <sup>-1</sup> ) | No. of variants | Investigation periods<br>years | Cultivation system <sup>3)</sup> | Site, location,<br>institution <sup>4)</sup> | Country <sup>5)</sup> | References                    |
|--------|-------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------|------------------------------------|---------------------|----------------------------------------|------------------|--------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| 1      | S                       | 1.0 – 4.0              |                        | 1                           |           |                                    |                     |                                        | -0.022           | 0.0027       | 0.18**                                                        | 8.2                                                          | 3.1                                                                                            |                 |                                |                                  |                                              |                       |                               |
| 1.1    | S                       | 1.0 – 4.0              |                        | 1                           | 5.2 – 5.7 | 0.52 – 1.13                        | 7.5 – 8.0           | 540 – 600                              |                  |              |                                                               | 1.8                                                          | CaCl <sub>2</sub>                                                                              | 20              | 3 - 6                          | Arab-Con                         | 4 sites in E DE                              | DE                    | Kerschberger (1992)           |
| 1.2    | S                       | 5.0                    |                        | 1                           | 5.0 – 5.2 | 0.64 – 0.99                        | 8.0 – 8.2           | 600 – 630                              |                  |              |                                                               | 16.6                                                         | CaCl <sub>2</sub>                                                                              | 8               | 7                              | Arab-Con                         | Strohkirchen, Mihla                          | DE                    | Kerschberger & Richter (1991) |
| 1.3    | S                       | 3.0                    |                        | 1                           | 5.5       | 0.9                                | 10.1                | 550 – 640                              |                  |              |                                                               | -                                                            | CaCl <sub>2</sub>                                                                              | 18              | 14                             | Arab-Con                         | Speyer                                       | DE                    | Siegel & Rasp (1982)          |
| 2      | I'S                     | 5.0 – 12.0             |                        | 2                           |           |                                    |                     |                                        | 0.0181           | 0.0109       | 0.68***                                                       | -1.7 – 2.0                                                   | 3.1                                                                                            |                 |                                |                                  |                                              |                       |                               |
| 2.1    | I'S                     | 8.0                    |                        | 2                           | 4.2 – 4.5 | -                                  | 8.3                 | 580                                    |                  |              |                                                               | 0.0 – 6.0                                                    |                                                                                                | 11              | 4                              | Arab-Con                         | Klitzschen                                   | DE                    | Bruchholz (1963)              |
| 2.2    | I'S                     | 3.0 – 7.0              |                        | 2                           | 5.5 – 5.8 | 0.75 – 0.81                        | 8.0                 |                                        |                  |              |                                                               | -                                                            |                                                                                                | 6               | 6                              | Arab-Con                         | 2 sites E DE                                 | DE                    | Reiche & Pfleger (1983)       |
| 2.3    | I'S                     | 8.0                    |                        | 2                           | 5.0       | -                                  | 8.4                 | 533                                    |                  |              |                                                               | -                                                            | CaCl <sub>2</sub>                                                                              | 16              | 7 - 15                         | Arab-Con                         | 1 site E DE                                  | DE                    | Görlitz (1973)                |
| 2.4    | I'S                     | 6.5                    |                        | 2                           | 5.8       | 0.99                               | 8.4                 | 540                                    |                  |              |                                                               | -7.5                                                         | CaCl <sub>2</sub>                                                                              | 10              | 6                              | Arab-Con                         | Spröda                                       | DE                    | Jauert & Ansorge (1976)       |
| 2.5    | I'S                     | 4.0 – 10.1             |                        | 2                           | 5.5 – 6.0 | 0.52 – 1.13                        | 7.0 – 8.3           | 540 – 600                              |                  |              |                                                               | 1.0                                                          | CaCl <sub>2</sub>                                                                              | 5               | 3 - 6                          | Arab-Con                         | 4 sites in E DE                              | DE                    | Kerschberger (1992)           |
| 2.6    | I'S - IS                | 10.0 – 18.0            |                        | 2 - 3                       | 5.3 – 6.2 | -                                  | 8.0 – 8.6           | 551 – 589                              |                  |              |                                                               | 5.0                                                          | 5.5 CaCl <sub>2</sub>                                                                          | 3               | 4                              | FVeg-Con                         | Rosenow, Wilmersdorf,                        | DE                    | Linke et al. (1983)           |

| Cunnersdorf |    |             |         |       |           |             |      |     |         |        |         |              |                                        |    |    |          |             |    |                                                |
|-------------|----|-------------|---------|-------|-----------|-------------|------|-----|---------|--------|---------|--------------|----------------------------------------|----|----|----------|-------------|----|------------------------------------------------|
| 3           | IS | 14.0        | 34      | 3     | 5.8 – 6.2 | 2.44        | 4.5  | 600 | 0.1347  | 0.0221 | 0.91*** | -6.1         | 5.1 AL                                 | 13 | 13 | Arab-Con | Moystad     | NO | Riley et al. (2007)                            |
| 4           | IS | 16.6        |         | 4     | 7.1       | 1.73        | 8.6  | 476 | 0.0871  | 0.0042 | 0.98*** | -20.7        | CaCl <sub>2</sub>                      | 12 | 6  | Arab-Con | Schafstädt  | DE | Jauert & Ansorge (1976)                        |
| 5           | L  | 15.0 – 17.0 |         | 4     | 7.0       | 1.39        | 8.5  | 657 | 0.1255  | 0.0079 | 0.93*   | -15.9        | 3.4 CaCl <sub>2</sub>                  | 4  | 22 | Arab-Con | Höckelheim  | DE | Beisecker et al. (1988)                        |
| 6           | L  | 15.4        | 73      | 4     | 5.5 – 5.9 | 1.22        | 9.8  | 641 | 0.1259  | 0.0093 | 0.68**  | -9.6 - -13.5 | 9.5 CaCl <sub>2</sub>                  | 8  | 12 | Arab-Org | Roda        | DE | Farack et al. (2021)                           |
| 7           | L  | 15.4        | 73      | 4     | 5.5 – 5.9 | 1.22        | 9.8  | 641 |         |        | 0.89*   | -13.8        | 9.7 CaCl <sub>2</sub>                  | 4  | 12 | Arab-Org | Roda        | DE | Farack et al. (2021)                           |
| 8           | L  | 15.4        | 73      | 4     | 5.7 – 5.8 | 1.10        | 9.8  | 632 |         |        | 0.97(*) | -0.3 - -3.0  | 11.2 CaCl <sub>2</sub>                 | 3  | 7  | Arab-Org | Roda        | DE | Müller et al. (2022)                           |
| 9           | IS | 14.3 – 17.1 | 37      | 3     | 6.3       | 1.62        | 9.0  | 800 | 0.013   | 0.0134 | 0.69**  | -1.0 - -3.0  | CO <sub>2</sub> -Extr., Isotopen-Extr. | 8  | 26 | Arab-Org | Therwil     | CH | Tagmann et al. (2001), Fließbach et al. (2024) |
| 10          | L  | 15.0 – 18.0 | 77 - 80 | 4     | 5.7 – 6.2 | 0.97 – 1.22 | 8.4  | 693 | 0.029   | 0.0056 | 0.78*** | -5.2         | 9.5 CaCl <sub>2</sub>                  | 21 | 14 | Arab-Org | Methau      | DE | Kolbe (2022)                                   |
| 11          | L  | 15.0 – 18.0 | 77 - 80 | 4     | 5.7 – 6.2 | 0.97 – 1.22 | 8.4  | 693 |         |        | 0.78*** | -7.2         | 9.5 CaCl <sub>2</sub>                  | 21 | 14 | Arab-Org | Methau      | DE | Kolbe (2022)                                   |
| 12          | L  | 15.0 – 18.0 | 77 - 80 | 4     | 5.7 – 6.2 | 0.97 – 1.22 | 8.4  | 693 | 0.034   | 0.0072 | 0.79*** | -4.7         | 8.6 CaCl <sub>2</sub>                  | 9  | 14 | Arab-Org | Methau      | DE | Kolbe (2022)                                   |
| 13          | L  | 15.0 – 18.0 | 77 - 80 | 4     | 5.7 – 6.2 | 0.97 – 1.22 | 8.4  | 693 | 0.0265  | 0.0049 | 0.81*** | -5.4         | 10.4 CaCl <sub>2</sub>                 | 11 | 14 | Arab-Org | Methau      | DE | Kolbe (2022)                                   |
| 13.1        | Sl | 5.0 – 7.0   | 26      | 2     | 4.8 – 5.0 | 0.70 – 0.90 | 8.8  | 547 | -0.0144 | 0.0033 | 0.66*** | 4.4          | 4.9 CaCl <sub>2</sub>                  | 21 | 12 | Arab-Org | Spröda      | DE | Kolbe (2022)                                   |
| 14          | Sl | 5.0 – 7.0   | 26      | 2     | 4.8 – 5.0 | 0.70 – 0.90 | 8.8  | 547 | -0.0148 | 0.0031 | 0.70*** | 4.8          | 5.4 CaCl <sub>2</sub>                  | 12 | 12 | Arab-Org | Spröda      | DE | Kolbe (2022)                                   |
| 15          | uL | 30.0        | 68      | 5     | 6.0 – 7.5 | 1.00 – 2.00 | 9.7  | 735 |         |        | 0.85*** | -3.6         | 11.1 CaCl <sub>2</sub>                 | 6  | 11 | Arab-Con | Heidfeldhof | DE | Reimer et al. (2023), Ruser (2025)             |
| 16          | IS | 10.0        | 20      | 2 - 3 | 5.5       | 1.23        | 8.5  | 774 |         |        | 0.96**  | -6.5         | 3.4 CaCl <sub>2</sub>                  | 4  | 11 | FVeg-Con | Osnabrück   | DE | Niemann & Alt (1969)                           |
| 17          |    |             |         |       |           |             |      |     | -0.054  | 0.0046 | 0.41*** | 11.7         | 4.3                                    |    |    |          |             |    |                                                |
| 17.1        | S  | 5.3         |         | 1     | 6.6       | 1.00        | 10.2 | 626 | -0.0451 | 0.0048 | 0.43*   | 9.4          | CaCl <sub>2</sub>                      | 9  | 4  | Arab-Org | Darmstadt   | DE | Abele (1987)                                   |
| 17.2        | S  | 3.0 – 4.0   | 20      | 1     | 6.1       | 0.60 – 0.63 | 8.9  | 545 |         |        |         | -            | 7.4 CaCl <sub>2</sub>                  | 8  | 13 | Arab-Org | Güterfelde  | DE | Dittmann & Zimmer                              |

|      |   |     |      |   |     |      |     |     |  |   |                          |   |       |          |            |    |                                                             |
|------|---|-----|------|---|-----|------|-----|-----|--|---|--------------------------|---|-------|----------|------------|----|-------------------------------------------------------------|
| 17.3 | S | 4.5 |      | 1 | 6.1 | 1.17 | 7.9 | 964 |  | - | 2.9<br>AL                | 4 | 4 - 8 | Arab-Org | Jyndevad   | DK | (2008), Adam & Zimmer (2025)                                |
| 17.4 | S | 4.0 |      | 1 | 6.5 | 0.55 | 8.4 | 533 |  | - | 4.0<br>CaCl <sub>2</sub> | 1 | 29    | Arab-Org | Müncheberg | DE | Olesen & Askegaard (2000), Olesen et al. (2002, 2005, 2007) |
| 17.5 | S | 5.0 | 21   | 1 | 5.3 | 0.54 | 8.2 | 527 |  | - | 3.2<br>CaCl <sub>2</sub> | 5 | 18    | Arab-Con | Müncheberg | DE | Reckling et al. (2015), Reckling (2026)                     |
| 17.6 | S | 2.7 | 14.2 | 1 | 5.0 | 0.58 | 8.6 | 520 |  | - | 3.9<br>CaCl <sub>2</sub> | 8 | 19    | Arab-Con | Thyrow     | DE | Smukalski & Kundler (1984)                                  |
|      |   |     |      |   |     |      |     |     |  |   |                          |   |       |          |            |    | Schnieder (1990), Baumecker et al. (2009)                   |

|      |     |            |    |   |           |             |      |     |         |        |         |     |                       |   |         |          |            |    |                                           |
|------|-----|------------|----|---|-----------|-------------|------|-----|---------|--------|---------|-----|-----------------------|---|---------|----------|------------|----|-------------------------------------------|
| 18   |     |            |    |   |           |             |      |     | -0.0022 | 0.0068 | 0.59*** | 0.3 | 4.6                   |   |         |          |            |    |                                           |
| 18.1 | SI  | 5.0 – 7.0  | 26 | 2 | 4.8 – 5.0 | 0.70 – 0.90 | 8.8  | 547 |         |        | 0.62**  | 3.9 | 5.2 CaCl <sub>2</sub> | 9 | 12      | Arab-Org | Spröda     | DE | Kolbe (2022)                              |
| 18.2 | I'S | 6.0 – 8.0  |    | 2 | 6.1       | 0.64 – 0.86 | 9.1  | 542 |         |        |         | -   | 8.2 CaCl <sub>2</sub> | 2 | 11 - 19 | Arab-Org | Gülzow     | DE | Gruber & Thamm (2004), Gruber (2013)      |
| 18.3 | I'S | 5.0 – 12.0 |    | 2 | 6.5       | 0.80        | 8.4  | 533 |         |        |         | -   | 6.2 CaCl <sub>2</sub> | 1 | 29      | Arab-Org | Müncheberg | DE | Reckling et al. (2015), Reckling (2026)   |
| 18.4 | IS  | 10.0       |    | 2 | 6.1       | 1.14 – 1.27 | 11.2 | 772 |         |        |         | -   | 1.7 CaCl <sub>2</sub> | 6 | 7       | Arab-Con | Forchheim  | DE | Landes (2003)                             |
| 18.5 | I'S | 10.0       | 6  | 2 | 5.8       | 0.73 – 0.81 | 9.0  | 725 |         |        |         | -   | 1.5                   | 5 | 8       | Arab-Con | Woburn     | GB | Mattingly (1974), Mattingly et al. (1974) |

|      |     |            |    |   |     |      |     |     |        |        |         |      |                            |   |    |          |        |    |                              |
|------|-----|------------|----|---|-----|------|-----|-----|--------|--------|---------|------|----------------------------|---|----|----------|--------|----|------------------------------|
| 19   | I'S | 5.0 – 12.0 |    | 2 |     |      |     |     | 0.0081 | 0.0154 | 0.72*** | -0.5 | 3.1                        |   |    |          |        |    |                              |
| 19.1 | I'S | 8.8        | 13 | 2 | 6.5 | 2.30 | 7.3 | 704 |        |        |         | -    | 3.1<br>CaCl <sub>2</sub> ? | 6 | 21 | Arab-Org | Foulum | DK | Notaris et al. (2021). Harbo |

|      |    |     |    |   |     |      |     |     |  |  |   |                            |   |   |          |        |    |                                                                   |
|------|----|-----|----|---|-----|------|-----|-----|--|--|---|----------------------------|---|---|----------|--------|----|-------------------------------------------------------------------|
| 19.2 | IS | 8.8 | 13 | 2 | 6.5 | 2.29 | 7.3 | 704 |  |  | - | 3.1<br>CaCl <sub>2</sub> ? | 4 | 4 | Arab-Org | Foulum | DK | et al. (2022)<br>Olesen et al. (2000),<br>Askegaard et al. (2004) |
|------|----|-----|----|---|-----|------|-----|-----|--|--|---|----------------------------|---|---|----------|--------|----|-------------------------------------------------------------------|

|      |         |             |         |       |     |             |     |      |        |        |         |      |                            |   |       |            |                         |    |                                                                         |
|------|---------|-------------|---------|-------|-----|-------------|-----|------|--------|--------|---------|------|----------------------------|---|-------|------------|-------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------|
| 20   | IS      | 12.0 – 17.0 |         | 3     |     |             |     |      | 0.1812 | 0.0403 | 0.60*** | -4.5 | 3.5                        |   |       |            |                         |    |                                                                         |
| 20.1 | IS      | 15.5        | 12      | 3     | 7.4 | 1.01        | 7.8 | 626  |        |        |         | -    | 3.0<br>CaCl <sub>2</sub> ? | 4 | 4 - 8 | Arab-Org   | Flakkebjerg             | DK | Askegaard et al. (2004), Olesen et al. (2005, 2007) Rittl et al. (2023) |
| 20.2 | IS      | 7.0 – 9.0   | 23 - 28 | 3     | 5.8 | 2.85 – 3.46 | 5.8 | 1631 |        |        |         | -    | 3.7<br>AL ?                | 5 | 7     | Arab-Org   | Tingvoll Research farm  | NO |                                                                         |
| 20.3 | IS      | 7.0 – 14.0  | 23 - 29 | 3     | 5.8 | 5.26 – 6.41 | 5.8 | 1631 |        |        |         | -    | 4.0<br>AL ?                | 4 | 8     | PGrass-Org | Tingvoll, Research farm | NO | Rittl et al. (2023)                                                     |
| 20.4 | IS - sL | 17.4        |         | 3     | 6.3 | 1.91        | 9.3 | 560  |        |        |         | -    | CaCl <sub>2</sub>          | 2 | 7     | Arab-Con   | Wengelsdorf             | DE | Kerschberger & Richter (1991)                                           |
| 20.5 | IS      | 12.5        |         | 3     | 6.8 | 0.87        | 9.8 | 635  |        |        |         | -    | CaCl <sub>2</sub>          | 5 | 30    | Arab-Con   | Dikopshof               | DE | Gross (1983), Holz (1983)                                               |
| 20.6 | IS      | 5.5         | 26 - 39 | 2 - 3 | 6.0 | 0.58 – 1.00 | 8.4 | 751  |        |        |         | -    | 3.4<br>CaCl <sub>2</sub>   | 5 | 7     | Arab-Con   | Balcyny                 | PL | Adamiak et al. (2002)                                                   |

|      |           |                |            |   |              |                |      |     |        |        |         |                     |                           |   |    |                       |                      |    |                                                |
|------|-----------|----------------|------------|---|--------------|----------------|------|-----|--------|--------|---------|---------------------|---------------------------|---|----|-----------------------|----------------------|----|------------------------------------------------|
| 21   | sL,<br>uL |                |            | 4 |              |                |      |     | 0.1242 | 0.0089 | 0.61*** | -11.9<br>--<br>14.0 | 8.7                       |   |    |                       |                      |    |                                                |
| 21.1 | sL,<br>uL | 22.0 –<br>25.0 |            | 4 | 6.4 –<br>6.7 | 1.33           | 11.8 | 792 |        |        |         | -                   | 11.4<br>CaCl <sub>2</sub> | 4 | 17 | Arab-Org,<br>FVeg-Org | Köln-<br>Auweiler    | DE | Hof-Kautz<br>(2019)                            |
| 21.2 | sL,<br>uL | 15.0 –<br>30.0 |            | 4 | 5.5 –<br>6.3 | 1.22 –<br>1.45 | 9.0  | 542 |        |        |         | -                   | 11.2<br>CaCl <sub>2</sub> | 2 | 10 | Arab-Org              | Köllitsch            | DE | Bauer &<br>Jäckel (2015)                       |
| 21.3 | uL        | 17.0 –<br>25.0 | 50 -<br>65 | 4 | 6.5          | 0.90           | 10.4 | 706 |        |        |         | -                   | 3.9<br>CaCl <sub>2</sub>  | 3 | 13 | Arab-Org              | Dottenfelder-<br>hof | DE | Spiess et al.<br>(2010)                        |
| 21.4 | uL        | 23.0           | 30 -<br>40 | 4 | 6.0          | 1.26 –<br>1.41 | 10.0 | 881 |        |        |         | -                   | 3.8<br>CaCl <sub>2</sub>  | 8 | 7  | Arab-Con              | Pforzheim            | DE | Landes (2003)                                  |
| 21.5 | L         | 13.8           | 70 -<br>80 | 4 | 5.8 –<br>6.3 | 1.10 –<br>1.30 | 8.6  | 711 |        |        |         | -                   | 10.0<br>CaCl <sub>2</sub> | 8 | 16 | Arab-Org              | Roda                 | DE | Meyer et al.<br>(2021)                         |
| 21.6 | uL        | 23.0           | 54         | 4 | 5.8 –<br>6.6 | 4.20 –<br>4.90 | 6.9  | 811 |        |        |         | -                   | 12.1<br>CaCl <sub>2</sub> | 5 | 11 | PGrass-Con            | Rengen               | DE | Schellberg et<br>al. (1999),<br>Hejeman et al. |

|      |            |                |            |       |              |                |      |        |        |         |      |                          |   |    |            |                                           |    |                                     |
|------|------------|----------------|------------|-------|--------------|----------------|------|--------|--------|---------|------|--------------------------|---|----|------------|-------------------------------------------|----|-------------------------------------|
| 22   | t`L -<br>T | over<br>25.0   | 5          |       |              |                |      | 0.0689 | 0.0112 | 0.46*** | -6.2 | 5.9                      |   |    |            |                                           |    |                                     |
| 22.1 | tL         | 29.7           | 5          | 7.0   | 1.86         | 8.2            | 550  |        |        |         | 3.4  | CaCl <sub>2</sub>        | 3 | 7  | Arab-Con   | Kösnitz                                   | DE | Kerschberger<br>& Richter<br>(1991) |
| 22.2 | IU         | 13.0           | 83         | 4 - 5 | 6.6          | 1.29           | 8.5  | 629    |        |         | 1.4  | CaCl <sub>2</sub>        | 3 | 4  | Arab-Org   | Neu-<br>Eichenberg                        | DE | Schmidt<br>(1997)                   |
| 22.3 | t`L        | 20.0 –<br>30.0 | 51 -<br>59 | 5     | 6.0 –<br>7.1 | 1.16 –<br>2.00 | 11.1 | 675    |        |         | -    | 6.1<br>CaCl <sub>2</sub> | 6 | 20 | Arab-Org   | Müllheim                                  | DE | Anonymous<br>(2017)                 |
| 22.4 | uL         | 27.0           | 30 -<br>50 | 5     | 7.4          | 1.44 –<br>1.67 | 10.5 | 808    |        |         | -    | 4.3<br>CaCl <sub>2</sub> | 7 | 7  | Arab-Con   | Weiherbach                                | DE | Landes (2003)                       |
| 22.5 | utL        | 26.0           | 65 -<br>70 | 5     | 6.6          | 1.30 –<br>1.53 | 10.0 | 880    |        |         | -    | 5.8<br>CaCl <sub>2</sub> | 7 | 7  | Arab-Con   | Stockach                                  | DE | Landes (2003)                       |
| 22.6 | t`L        | 34.0           | 24         | 5     | 5.9          | 4.43 –<br>5.86 | 10.5 | 895    |        |         | -8.5 | 7.4<br>CaCl <sub>2</sub> | 7 | 46 | PGrass-Con | Hills-<br>borough,<br>Northern<br>Ireland | GB | Holland et al.<br>(2025)            |

### List of abbreviations and symbols

- 1) Soil types: soil types: S: sand; l`S: poor loamy sand; Us: sandy silt; lS, SL: high loamy sand; IU, Ut: clayey silt; utL: silty clay loam; sL: sandy loam; uL: silty loam; L: loam; t`L: slightly clayed loam; tL: clayed loam; lT: loamy clay; T: clay; Mo: moor.
- 2) Methods of soil analyses: DL: double lactate; CAL: calcium acetate-lactate; AL: ammonium lactate; OL: sodium bicarbonate; CaCl<sub>2</sub>: calcium chloride.
- 3) Cultivation systems: Arab-Con: Conventional arable farming; Arab-Org: Organic arable farming; PGrass-Con: Conventional permanent grassland; PGrass-Org: Organic farming permanent grassland; MoGrass-Con: Conventional farming peatland permanent grassland; FVeg-Con: Conventional farming field vegetables; FVeg-Org: Organic farming field vegetables.
- 4) Cardinal directions: N: north; E: east; W: west; S: south.
- 5) Country: AT: Austria; CS: Czech Republic; DK: Denmark; EST: Estonia; DE: Germany; IR: Ireland; NL: Netherlands; NO: Norway; PL: Poland; SL: Slovakia; SE: Sweden; CH: Switzerland; GB: United Kingdom.



## References on the long-term trials

- Abele U (1987) Einfluss mineralischer und organischer Düngung sowie der biologisch-dynamischen Präparate auf Qualitätsmerkmale pflanzlicher Produkte und auf Bodeneigenschaften. Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe A: Angewandte Wissenschaft, H. 345.
- Adam A, Zimmer J (2025) Ergebnisse der Ökologischen Demonstrationsfruchtfolge Güterfelde. Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung (LELF), Frankfurt (Oder) (written communication).
- Adamiak J, Stepień A, Adamiak E, Klimek D (2002) The impact of fertilization methods on the nutrient balance and changes of soil chemical features in crop rotation. Archives of Agronomy and Soil Science 48:435–443. <https://doi.org/10.1080/03650340215647>
- Albersmann W, Gericke S (1967) Ergebnisse von Phosphatdüngungsversuchen im Rheinland. Die Phosphorsäure 27:144–160.
- Albert E (1976) Die Ermittlung günstiger NPK-Verhältnisse und ihre Bedeutung für die Bemessung der PK-Düngung bei unterschiedlichem N-Düngungsniveau sowie die Erarbeitung von Parametern zur Eingliederung von PK-Mehrnährstoffdünger in das EDV-Projekt „Düngung“ (DS 77). Dissertation, Univ., Halle-Wittenberg.
- Albert E (1980) Wirkung langjährig differenzierter N-, P- und K-Düngung auf Nährstoffentzug, -bilanz und -ausnutzung sowie Nährstoffgehalt des Bodens. Archives of Agronomy and Soil Science 24:99–106.
- Albert E (1998) Einfluss der P-Düngung auf Ertragsleistung, P-Aufnahme und Veränderung der  $P_{DL}$ -Gehalte in Dauerversuchen. Infodienst der sächsischen Agrarverwaltung, Nr. 1:53–61.
- Albert E (2000) Wirkung einer langjährig differenzierten mineralisch-organischen Düngung auf die PK-Entzüge und Bilanzsalden sowie auf die Entwicklung der DL-löslichen Gehalte. Infodienst der sächsischen Agrarverwaltung, Nr. 11:51–60.
- Albert E, Lippold H (1997) NPK-Bilanzen in langjährigen Dauerversuchen mit differenzierter mineralisch-organischer Düngung. VDLUFA-Schriftenreihe 46:343–346.
- Albert E, Menge M (2001) Einfluss einer langjährigen differenzierten Düngung auf Ertragsleistung, Humusgehalt, Nährstoffbilanzen und DL-lösliche PK-Gehalte. In: Diepenbrock W (ed) Gestaltung der Anbauverfahren landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Berichte aus der Agrarwirtschaft. Shaker Verlag, Aachen, pp100–113.
- Amberger A (1984) Phosphatwirkung in Abhängigkeit von Standort und Bewirtschaftung. Die Bodenkultur 35:295–304.
- Amberger A, Sommer G, Gutser R (1971) Zur P-Dynamik weicherdiger Rohphosphate. Landwirtschaftliche Forschung 24:260–271.
- Andrist-Rangel Y, Edwards AC, Hillier S, Öborn I (2007) Long-term K dynamics in organic and conventional mixed cropping systems as related to management and soil properties. Agriculture, Ecosystems & Environment 122:413–426. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2007.02.007>
- Anonymous (1992) Wirkung hoher N-Gaben als mineralische und organische Dünger in Abhängigkeit von der Beregnung. Sächsische Landesanstalt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG), Leipzig (written communication).
- Anonymous (2017) Vorstellung der Ergebnisse aus den Jahren 1994 – 2014 des langjährigen Fruchtfolgeversuches in Müllheim. Fachgespräch mit der Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Landbau, Emmendingen-Hochburg (written communication).

- Ansorge H (1965) Nährstoffaufnahme und Nährstoffbilanz im „Statischen Düngungsversuch“ Lauchstädt nach 60jähriger Versuchsdauer. 2. Mitteilung: Phosphorsäure. Albrecht-Thaer-Archiv 9:631–650.
- Ansorge H (1966) Nährstoffaufnahme und Nährstoffbilanzen im „statischen Düngungsversuch“ Lauchstädt nach 60jähriger Versuchsdauer. 3. Mitteilung: Kali. Albrecht-Thaer-Archiv 10:259–277.
- Ansorge H, Müller S, Jauert R (1988) Einfluss einer unterschiedlichen Phosphordüngung auf Ertrag, Phosphorentzug und Phosphorgehalt des Bodens. Tagungsbericht der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Berlin, Nr. 267:261–266.
- Askegaard M, Eriksen J (2000) Potassium retention and leaching in an organic crop rotation on loamy sand as affected by contrasting potassium budgets. Soil Use and Management 16:200–205. <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2000.tb00193.x>
- Askegaard M, Eriksen J (2002) Exchangeable potassium in soil as indicator of potassium status in an organic crop rotation on loamy sand. Soil Use and Management 18:84–90. <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2002.tb00224.x>
- Askegaard M, Eriksen J, Olesen JE (2003) Exchangeable potassium and potassium balances in organic crop rotations on a coarse sand. Soil Use and Management 19:96–103. <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2003.tb00287.x>
- Askegaard M, Eriksen J, Søgaard K, Holm S (1999) Nutrient management and plant production in four organic dairy farming systems. In: Olesen JE, Eltun R, Gooding MJ, Jensen ES, Köpke U (eds) DARCOF report no. 1, Tjele, pp 257–265. <https://orgprints.org/id/eprint/3056/>. Accessed 11 August 2026
- Askegaard M, Olesen JE, Rasmussen IA, Driessen E, Nielsen E, Thomsen HC, Bak H, Lindberg JF (2004) Økologiske sædskifter til produktion af korn. [Organic crop rotations for cereal production.] Grøn Viden, Markbrug 298:1–20. <https://orgprints.org/id/eprint/7854/>. Accessed 11 August 2026
- Baars T (2002) Reconciling scientific approaches for organic farming research: Part II – Effects of manure types and white clover (*Trifolium repens*) cultivars on the productivity of grass-clover mixtures grown on a humid sandy soil. Louis Bolk Instituut Publications, Nr. G38. Louis Bolk Instituut, Bunnik. <https://orgprints.org/id/eprint/2415/>
- Bachthaler G, Wagner A (1971) Wirkung einer 14jährigen Stroh-Stallmist-Düngung auf Ertragsleistung und Bodenzustand eines Lößleins. Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch 48:421–441.
- Balík J, Černý J, Kulháněk M, Sedlár O, Suran P (2019) Balance of potassium in two long-term field experiments with different fertilization treatments. Plant, Soil and Environment 65:225–232. DOI:[10.17221/109/2019-PSE](https://doi.org/10.17221/109/2019-PSE)
- Balík J, Kulháněk M, Černý J, Sedlár O, Suran P (2020) Potassium fractions in soil and simple K balance in long-term fertilising experiments. Soil and Water Research 15:211–219. DOI:[10.17221/151/2019-SWR](https://doi.org/10.17221/151/2019-SWR)
- Bauer K, Jäckel U (2015) 10 Jahre Ökologische Bewirtschaftung von Acker- und Grünland im Lehr- und Versuchsgut Köllitsch. In: Berichte aus dem Ökolandbau. Schriftenreihe des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG), Dresden, pp 42–56. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/23862>. Accessed 11 August 2026
- Bauer U (1992) Untersuchungen zum Einfluß von Fruchtfolge und Düngung auf Ertrag, Qualität und Bodenfruchtbarkeit im biologisch-dynamischen Landbau: Ergebnisse eines Dauerversuches in Ensmad (Schwäbische Alb). Dissertation, Univ. Hohenheim, Stuttgart.

- Baumann E (1963) Ergebnisse der ersten sechsjährigen Rotation eines Dauerdüngungsversuches mit zeitlich und mengenmäßig differenzierter Kompost- und Stallmistdüngung zu Gemüse auf Sandboden. *Albrecht-Thaer-Archiv* 7:565–585.
- Baumecker M, Ellmer F, Köhn W (2009) Thyrow. In: *Dauerfeldversuche in Brandenburg und Berlin. Beiträge für eine nachhaltige landwirtschaftliche Bodennutzung*. Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg, Potsdam, pp 125–148.
- Baumecker M, Richter K, Pagel H (1992) Einfluss langjähriger differenzierter Düngung auf P- und K-Haushalt im Thyrower Nährstoffmangelversuch. In: *Dauerfeldversuche und Nährstoffdynamik, Symposium Dauerfeldversuche*, UFZ, Leipzig – Halle, pp 173–180.
- Baumgärtel G (1996) Ergebnisse langjähriger statischer Phosphatdüngungsversuche auf ackerbaulich genutzten Flächen. *VLDUFA-Schriftenreihe* 42:94–109. [https://www.vdlufa.de/wp-content/uploads/2021/05/SR042\\_1996\\_P-Duengungsversuche-Acker-Gruenland.pdf](https://www.vdlufa.de/wp-content/uploads/2021/05/SR042_1996_P-Duengungsversuche-Acker-Gruenland.pdf). Accessed 11 August 2026
- Baumgärtel G (1998) Ergebnisse langjähriger statischer Kaliumdüngungsversuche auf ackerbaulich genutzten Flächen im Gebiet der Landwirtschaftskammer Hannover. *VDLUFA-Schriftenreihe* 47:19–31. [https://www.vdlufa.de/wp-content/uploads/2021/05/SR047\\_1998\\_Kaliduengungsversuche-Acker-Gruenland.pdf](https://www.vdlufa.de/wp-content/uploads/2021/05/SR047_1998_Kaliduengungsversuche-Acker-Gruenland.pdf). Accessed 11 August 2026
- Beckmann U, Kolbe H (2003) Auswirkungen unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensitäten einer sechsfeldrigen Fruchtfolge auf Ertrag und Qualität der Ernteprodukte sowie Feldbilanz und Nährstoffentwicklung im Boden. In: *Umwelt und Extensivierung. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)*, 8(6):42–81. [file:///d:/Downloads/307\\_1.pdf](file:///d:/Downloads/307_1.pdf). Accessed 11 August 2026
- Beisecker R, Meyer B, Wildhagen H (1988) Versuch "20 Jahre Kali-Steigerung auf dem Dauerversuchsfeld Höckelheim/Süd-niedersachsen. Kalium-Bilanz und Veränderung der K-Reaktivität im Methodenvergleich eines Löss-Parabraunerde-Agrar-Ökosystems." *Göttinger Bodenkundliche Berichte* 94:1–121.
- Belkner C (2025) Einfluss von mineralischer Grundnährstoffdüngung auf Pflanzenertrag und Bodenfruchtbarkeit in einer ökologischen Fruchtfolge – Ergebnisse aus der zweiten Rotation 2019 – 2022. Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung (LELF), Frankfurt (Oder) (written communication).
- Belkner C, Wacker J (2019) Einfluss von mineralischer Grundnährstoffdüngung auf Pflanzenertrag und Bodenfruchtbarkeit in einer ökologischen Fruchtfolge – Ergebnisse aus der ersten Rotation 2014 – 2018. In: *Jahresbericht 2018 Landwirtschaft. Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung (LELF), Frankfurt (Oder)*, pp 29–31.
- Bergmann W, Witter B (1965) Die Wirkung der Phosphorsäure in statischen P-Steigerungsversuchen und der Verbleib der Restphosphorsäure im Boden. *Albrecht-Thaer-Archiv* 9:901–922.
- Blake L, Mercik S, Koerschens M, Goulding KWT, Stemperi S, Weigel A, Poulton PR, Powlson DS (1999) Potassium content in soil, uptake in plants and the potassium balance in three European long-term field experiments. *Plant and Soil* 216:1–14. <https://doi.org/10.1023/A:1004730023746>
- Blake L, Mercik S, Koerschens M, Moskal S, Poulton PR, Goulding KWT, Weigel A, Powlson DS (2000) Phosphorus content in soil, uptake by plants and balance in three European long-term field experiments. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 56:263–275. <https://doi.org/10.1023/A:1009841603931>
- Bruchholz H (1963) Magnesium im Boden und Magnesiumdüngung. Dissertation A, Univ., Leipzig.

- Bucher R (1977a) Ergebnisse eines 18jährigen Hyper- Thomasphosphatvergleichsversuches auf einem unterfränkischen Lößboden. Teil 1: Der Einfluß der Phosphate auf die Erträge und die Phosphatverwertung durch die Kulturarten. Landwirtschaftliche Forschung, SH 33II, Kongreßband 1976:114–129.
- Bucher R (1977b) Ergebnisse eines 18jährigen Hyper- Thomasphosphatvergleichsversuches auf einem unterfränkischen Lößboden. Teil II: Der Einfluß langjähriger, verschieden hoher Hyper- und Thomasphosphatdüngung auf die Anreicherung des Bodens an Phosphaten, ermittelt nach der DL-, CAL- und Wasserextraktionsmethode. Landwirtschaftliche Forschung, SH 33II, Kongreßband 1976:130–143.
- Bucher R, Bihler E (1981) Ergebnisse zweier langjähriger Kalidüngungsversuche im nordbayerischen Lößgebiet. Teil II: Die Veränderung der K-Vorräte im Boden mit und ohne K-Düngung. Landwirtschaftliche Forschung SH 58:178–186.
- Cormack WF (1999) Testing a stockless arable organic rotation on a fertile soil. In: Olesen JE, Eltun R, Gooding MJ, Jensen ES, Köpke U (eds) Designing and testing crop rotations for organic farming. DARCOF, Denmark, pp 115–124. <https://orgprints.org/id/eprint/3056/>. Accessed 11 August 2026
- Christie P (1987) Some long-term effects of slurry on grassland. The Journal of Agricultural Science 108:529–541. <https://doi.org/10.1017/S0021859600079910>
- De Notaris C, Jensen JL, Olesen JE, Da Silva TS, Rasmussen J, Panagea I, Rubæk GH (2021) Long-term soil quality effects of soil and crop management in organic and conventional arable cropping systems. Geoderma 403:115383. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115383>
- Debruck J, Koch W (2004) Ergebnisse zum Vergleich verschiedener Bewirtschaftungsweisen. Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau, Zentrum für Acker- und Pflanzenbau, Bernburg (written communication).
- Dietrich L, Dahn C, Fritz J, Berg M, Köpke U, Döring TF (2024) No yield advantage of biodynamic compost preparations in a long-term field trial. Renewable Agriculture and Food Systems 39, e30:1–9. <https://doi.org/10.1017/S1742170524000218>
- Diez T, Krauss M (1997) Wirkung langjähriger Kompostdüngung auf Pflanzenertrag und Bodenfruchtbarkeit. Agribiological Research 50:78–84.
- Dittmann B, Zimmer J (2008) Nährstoffflüsse im Ökologischen Landbau am Beispiel der Fruchtfolge in Güterfelde. Landesamt für ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung (LELF), Güterfelde (written communication).
- Elsässer M, Kunz HG, Briemle G (1998) Wirkung organischer und mineralischer Düngung auf Dauergrünland – Ergebnisse eines 12jährigen Düngungsversuches auf Wiese und Mähweide. Pflanzenbauwissenschaften 2:49–57.
- Emmerling C (2005) Aspekte der Phosphatversorgung ökologisch bewirtschafteter Böden. FB VI, Bodenkunde, Universität, Trier (30 pages, written communication).
- Farack K, Müller P, Schliephake W, Kolbe H (2021) Einfluss steigender organischer sowie mineralischer P- und K-Düngung auf Merkmale der Bodenfruchtbarkeit, Ertrag und Qualität der Fruchtarten in einem ökologischen Dauerversuch auf Lehm Boden. In: Berichte aus dem Ökolandbau 2021 – Dauerversuch zur organischen und mineralischen Grunddüngung. Dr. H. Kolbe, Schkeuditz. <https://orgprints.org/id/eprint/44335/>. Accessed 11 August 2026

- Fliessbach A, Krause HM, Jarosch K, Mayer J, Oberson A, Mäder P (2024) Der DOK-Versuch: Vergleich von biologischen und konventionellen Anbausystemen über 45 Jahre. Dossier Nr. 1260. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Frick, pp 1–52. <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1260-dok-dossier.pdf>. Accessed 11 August 2026
- Fontana M, Hirte J, Bélanger G, Makowski D, Elfouki S, Sinaj S (2022) Long-term K fertilization effects on soil available K, grain yield, and plant K critical value in winter wheat. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 123:63–82. <https://doi.org/10.1007/s10705-022-10208-2>
- Fritsch F (1986) Charakterisierung der Mobilität von durch langjährige Düngung mit verschiedenen Phosphatformen angereicherten anorganischen Bodenphosphaten. Dissertation, Univ., Bonn.
- Fröhlich H, Schröder E (1972) Die Beeinflussung der Ertragshöhe durch unterschiedliche organische Düngung im Feldgemüsebau auf leichten Böden. *Archiv für Gartenbau* 20:239–247.
- Früchtenicht K (1992) Nutzung der P- und K-Vorräte im Boden, Möglichkeiten und Grenzen. VDLUFA-Schriftenreihe 35, Kongressband 1992:139–142.
- Garz J, Merbach W, Schmidt L, Stumpe H, Beschow H, Büscher W (1999) Die Dauerdüngungsversuche in Halle (Saale). BG Teubner, Stuttgart.
- Gericke S, Bärmann C (1964) Neunjährige Versuche über die Wirkung der Nährstoffe im Stallmist. *Die Phosphorsäure* 24:71–95.
- Gericke S, Eichler H (1965) 12jährige Düngungsversuche über die Wirkung verschiedener Düngungsmaßnahmen auf Ertrag und Qualität von Wiesenheu. *Die Phosphorsäure* 25:66–87.
- Görlitz H (1973) Wirkung und Nachwirkung langjähriger Magnesiumdüngung und Kalkdüngung sowie ihre Wechselwirkungen mit der Form des Düngerstickstoffs auf anlehmigem Sandboden. *Archiv für Acker-, Pflanzenbau und Bodenkunde* 17:203–216.
- Grass K, Heyn J (1980) Ergebnisse von Feldversuchen mit Phosphatformen- und Kalkdüngung. *Landwirtschaftliche Forschung* 33:152–165.
- Greiner B, Chuppenies RS, Hertwig F, Hochberg H, Riehl G (2007) Düngung von Grünland mit Phosphor und Kalium nach Entzug – Auswirkungen auf die Nährstoffgehalte in der Pflanze und im Boden. In: Wrage N, Isselstein J (eds) *Neue Funktionen des Grünlands*. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau 8:78–82.
- Gross E (1983) Die chemischen Bodeneigenschaften des Dikopshofer Dauerdüngungsversuches nach 75 Jahren Versuchsdauer. Dissertation, Univ., Bonn.
- Gruber, H (2013) Auswirkungen einer langjährigen ökologischen Bewirtschaftung auf acker- und pflanzenbauliche sowie umweltrelevante Parameter am Standort Gülzow. Abschlussbericht Forschungs-Nr. 4/02, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (LALLF), Institut für Acker- und Pflanzenbau, Gülzow.
- Gruber H, Thamm U (2004) Entwicklung der Grundnährstoffgehalte und des pH-Wertes im Boden nach 10-jähriger Bewirtschaftung nach den Richtlinien des ökologischen Landbaus. Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (LALLF), Institut für Acker- und Pflanzenbau, Gülzow, pp 9–14. <https://orgprints.org/id/eprint/5125>. Accessed 11 August 2026
- Gruber H, Thamm U (2005) Standortspezifische Auswirkungen einer langjährigen ökologischen Bewirtschaftung auf acker- und pflanzenbauliche sowie umweltrelevante Parameter. Abschlussbericht, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (LALLF), Institut für Acker- und Pflanzenbau, Gülzow, pp 1–40. <https://orgprints.org/id/eprint/9346/>. Accessed 11 August 2026



- Harbo LS, De Notaris C, Zhao J, Olesen JE (2022) Productivity, light interception and radiation use efficiency of organic and conventional arable cropping systems. *European Journal of Agronomy* 132:126407. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2021.126407>
- Hauschildt E (1985) 20-jährige P-Düngungsversuche auf Parabraunerde aus Löß in Höckelheim, Südniedersachsen – P-Bilanz: Entzüge mit der Ernte, P-Vorratsänderung im Boden – Ertragswirksamkeit der P-Düngung. Diploma, Univ., Göttingen.
- Hausherr RM, Brack E, Flisch R (2007) Auswirkungen suboptimaler Düngung auf Ackerkulturen. *AgrarForschung* 14:400–405. [https://www.agrarforschungschweiz.ch/wp-content/uploads/2019/12/2007\\_09\\_1305.pdf](https://www.agrarforschungschweiz.ch/wp-content/uploads/2019/12/2007_09_1305.pdf). Accessed 11 August 2026
- Hege U, Offenberger K (1998) Ergebnisse von Kalidauerdüngungsversuchen auf Ackerland in Bayern. *VDLUFA-Schriftenreihe* 47:65–82. [https://www.vdlufa.de/wp-content/uploads/2021/05/SR047\\_1998\\_Kaliduengungsversuche-Acker-Gruenland.pdf](https://www.vdlufa.de/wp-content/uploads/2021/05/SR047_1998_Kaliduengungsversuche-Acker-Gruenland.pdf). Accessed 11 August 2026
- Hejzman M, Szaková J, Schellberg J, Tlustoš P (2010) The Rengen Grassland Experiment: relationship between soil and biomass chemical properties, amount of elements applied, and their uptake. *Plant and Soil* 333:163–179. <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0332-3>
- Herbst F, Gans W, Völker U (2018) Verlauf der Bodenreaktion und der pflanzenverfügbaren Nährstoffgehalte im 140-jährigen Ewigen Roggenbau in Halle (Saale). *Die Bodenkultur* 69:61–72. <https://doi.org/10.2478/boku-2018-0006>
- Hertwig F, Wacker J, Schuppenies R (2017) Ergebnisse 20-jähriger Untersuchungen zur Phosphor- und Kaliumdüngung von Niedermoorgrünland in Nordostdeutschland als Basis für eine entzugsgerechte Düngungsempfehlung. In: *Nachhaltige Futterproduktion auf Niedermoorgrünland. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau* 18:19–24. [https://www.zalf.de/de/aktuelles/DokumenteMeldungen/LSE/LSE\\_AKTUELL\\_2017AUG\\_Tagungsband%20AGGE.pdf](https://www.zalf.de/de/aktuelles/DokumenteMeldungen/LSE/LSE_AKTUELL_2017AUG_Tagungsband%20AGGE.pdf). Accessed 11 August 2026
- Hoberück JM (1978) Ermittlung optimaler Aufwandkombinationen von Gülle-, Stall- und Mineraldüngern zur Erzielung von Höchstträgen und Ableitung von Parametern zur Reproduktion der Bodenfruchtbarkeit bei konzentriertem Hackfrucht-Getreideanbau. Dissertation, Univ., Halle (Saale).
- Hof-Kautz C (2019): Wie entwickeln sich langjährige viehlose Fruchtfolgen unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus? Landwirtschaftskammer (LWK) Nordrhein-Westfalen, Köln-Auweiler (written communication).
- Holland JE, Gordon A, McLenaghan R (2025) Soil and herbage magnesium responses to long-term applications of mineral fertiliser and slurry. *Soil Use and Management* 41:e70120. <https://doi.org/10.1111/sum.70120>
- Holz J (1983) Zur Ertragsleistung, Ertragsentwicklung und Ertragssicherheit auf dem Dauerdüngungsversuch Dikopshof. Dissertation, Univ., Bonn.
- Hösch J, Dersch G (1997) Der internationale Stickstoffdauerdüngungsversuch (IOSDV) Wien nach neun Versuchsjahren. *Archiv für Acker-, Pflanzenbau und Bodenkunde* 42:67–77.
- Hösch J, Dersch G (1998) Nährstoffbilanz im Verlauf einer Fruchtfolge mit organischer und mineralischer Düngung. *VDLUFA-Schriftenreihe* 46, Kongressband 1997:367–370. [https://www.vdlufa.de/wp-content/uploads/2021/05/SR042\\_1996\\_P-Duengungsversuche-Acker-Gruenland.pdf](https://www.vdlufa.de/wp-content/uploads/2021/05/SR042_1996_P-Duengungsversuche-Acker-Gruenland.pdf). Accessed 11 August 2026
- Jate M, Lammel J (2022) Effect of balanced and integrated crop nutrition on sustainable crop production in a classical long-term trial. In: Meena VS, Choudhary M, Yadav RP, Meena SK (eds) *Sustainable crop production – Recent advances*. IntechOpen, London, pp 1–25. DOI: 10.5772/intechopen.102682 . Accessed 11 August 2026

- Jauert R, Ansorge H (1976) Einfluss von hoher N-Düngung und Beregnung auf die Nährstoffbilanz und Nährstoffversorgung des Bodens. Archiv für Acker-, Pflanzenbau und Bodenkunde 20:99–108.
- Johnston AE, Goulding KWT (1990) The use of plant and soil analyses to predict the potassium supplying capacity of the soil. Proceedings of the 22nd Colloquium of the International Potash Institute, Soligorek, USSR. International Potash Institute (IPI), Berne, pp 177-204.
- Johnston AE, Poulton PR (2019) Phosphorus in agriculture: A review of results from 175 years of research at Rothamsted, UK. Journal of Environmental Quality 48:1133–1144. <https://doi.org/10.2134/jeq2019.02.0078>
- Jungk A, Claassen N, Schulz V, Wendt J (1993) Pflanzenverfügbarkeit der Phosphatvorräte ackerbaulich genutzter Böden – Langfristige Feldversuche zur Nutzbarkeit des Bodenphosphors und zur Bewertung der Bodenuntersuchung. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 156:397–406.
- Käding H, Werner A (1997) Ergebnisse eines 35jährigen N-Düngungsversuches auf Niedermoor in Paulinenaue. Archiv für Acker-, Pflanzenbau und Bodenkunde 42:137–147. <https://doi.org/10.1080/03650349709385720>
- Käding H, Werner, A, Schalitz G (2003) Auswirkungen langjähriger N-Düngung auf Standorteigenschaften, Erträge, Stoffgehalte und Vegetationszusammensetzung des Niedermoorgrünlandes. Pflanzenbauwissenschaften 7:13–20.  
[https://www.openagrar.de/servlets/MCRFileNodeServlet/openagrar\\_derivate\\_00020782/PBW-7-1-2.PDF](https://www.openagrar.de/servlets/MCRFileNodeServlet/openagrar_derivate_00020782/PBW-7-1-2.PDF). Accessed 11 August 2026
- Keres I, Alaru M, Talgre L, Eremeev V, Luik A, Loit E (2020) Long-term effect of farming systems on the yield of crop rotation and soil nutrient content. Agricultural and Food Science 29:210–221. <https://doi.org/10.23986/afsci.85221>
- Kerschberger M (1992) Verhalten pflanzenverfügbarer P-, K- und Mg-Gehalte des Bodens bei langjähriger Düngung nach Pflanzenentzug auf leichten und mittleren Ackerböden. Tagungsbericht zum Symposium Dauerfeldversuche und Nährstoffdynamik. UFZ-Umweltforschungszentrum, Leipzig – Halle, pp 181–186.
- Kerschberger M, Marks G (1974) Beitrag zur Ermittlung des P-Düngerbedarfs und des pflanzenverfügbaren Phosphats in Ackerböden der DDR. Dissertation A, Univ., Berlin.
- Kerschberger M, Richter D (1985) Ergebnisse eines 6jährigen K-Steigerungsversuches auf einer Löß-Schwarzerde im Bezirk Halle. Archiv für Acker-, Pflanzenbau und Bodenkunde 29:135–141.
- Kerschberger M, Richter D (1988) Ergebnisse eines 12jährigen P-Steigerungsversuches auf einer Löß-Schwarzerde im Bezirk Halle. Archiv für Acker-, Pflanzenbau und Bodenkunde 32:369–377.
- Kerschberger M, Richter D (1991) Veränderung des Mg-Gehaltes in Ackerböden in Abhängigkeit von der Mg- und Kalkdüngung. Agribiological Research 44:261–267.
- Kerschberger M, Richter D (1992) Einfluss der K-Düngung nach Pflanzenentzug auf den DL-löslichen K-Gehalt des Bodens (Extraktionsmethode nach Egner und Riehm) in Dauerdüngungsversuchen auf Ackerland. Archiv für Acker-, Pflanzenbau und Bodenkunde 36:177–184.
- Kerschberger M, Richter D (1993) Kalium-Düngermengen zur Anhebung des doppelaktatlöslichen K-Gehaltes in Ackerböden. Agribiological Research 46:309–320.

- Kerschberger M, Schuppenies R, Domey S (1998) Bedarf an P- und K-Dünger auf einem grundwasserbeeinflussten, humosen Sandstandort unter dem Aspekt der Erhaltungsdüngung bei optimalem Ertrag. *Archiv für Acker-, Pflanzenbau und Bodenkunde* 42:433–443. <https://doi.org/10.1080/03650349809385745>
- Kesik K (1988) Phosphorbilanz im Boden bei differenzierter Phosphordüngung und Applikationsform. *Tagungsberichte der Landwirtschaftswissenschaften der DDR* 267:267–272.
- Kick H, Poletschny H (1974) Erfahrungen mit langjähriger, kontinuierlicher Strohdüngung. *Landwirtschaftliche Forschung* 30:146–152.
- Kirchmann H, Bergström L, Kätterer T, Mattsson L, Gesslein S (2007) Comparison of long-term organic and conventional crop-livestock systems on a previously nutrient-depleted soil in Sweden. *Agronomy Journal* 99:960–972. <https://doi.org/10.2134/agronj2006.0061>
- Köchl A (1984) Potassium balances in a series of field experiments. *Proceedings International Potash Institute* 18:177–185.
- Köhnlein J (1976) Ergebnisse 14jähriger Fruchtfolgedüngungsversuche mit Phosphat und Kalk auf jungdiluvialer Parabraunerde in Schleswig-Holstein. *Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch* 53:594–637.
- Köhnlein J (1981) Vergleiche zwischen erster und letzter Versuchsperiode der Kieler Dauerversuche mit steigenden Kaligaben auf Heidepodsol 1947 – 1961 und 1962 – 1977. *Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch* 58:668–698.
- Köhnlein J, Knauer N (1965) Ergebnisse der Kieler Dauerdüngungsversuche mit Phosphat und Kali. *Schriftenreihe der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität, Kiel*, H. 39.
- Kolbe H (2022) Zusammenführung der Ergebnisse von komplexen Dauersystemversuchen zur Untersuchung ökologischer Anbau- und Düngungsverfahren in zwei Anbausystemen (Marktfrucht und Futterbau) auf Ertrag, Produktqualität, Bodenfruchtbarkeit und Umweltwirkungen auf einem Sand- und Lößboden in Sachsen. In: *Berichte aus dem Ökolandbau 2022 – Möglichkeiten und Grenzen der Intensivierung*. Dr. H. Kolbe, Schkeuditz. <https://orgprints.org/id/eprint/44340/>. Accessed 11 August 2026
- Köppen D (1997) Langjährige Entwicklung des Gehaltes an pflanzenverfügbaren Nährstoffen in unterschiedlichen Bodennutzungssystemen. *Beiträge zur Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Bonn*, 4:122–128.
- Köppen D, Eich D, Bachmann U (1990) Einfluss differenzierter Düngung auf Bodenfruchtbarkeitskennziffern und Ertrag von Silomais, Winterweizen und Sommergerste in 3 Fruchtfolgerotationen auf Löß-Schwarzerde. *Archiv für Acker-, Pflanzenbau und Bodenkunde* 34:259–265.
- Korsaeth A (2012) N, P, and K budgets and changes in selected topsoil nutrients over 10 years in a long-term experiment with conventional and organic crop rotations. *Applied and Environmental Soil Science* (2012):539582. <https://doi.org/10.1155/2012/539582>
- Korsaeth A, Eltun R (2008) Synthesis of the Apelsvoll cropping system experiment in Norway – Nutrient balances, use efficiencies and leaching. In: Kirchmann H, Bergström L (eds) *Organic crop production – Ambitions and limitations*. Springer Science+Business Media B.V., pp 117–141. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9316-6\\_6](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9316-6_6)
- Körschens M, Pfefferkorn A (2001) Bewertung der Nährstoffgehalte im statischen Düngungsversuch Bad Lauchstädt. *Archiv für Acker-, Pflanzenbau und Bodenkunde* 46:177–186. <https://doi.org/10.1080/03650340109366172>
- Landes E (2003) Nachhaltige Kompostverwertung in der Landwirtschaft. Abschlussbericht 2003. Gütegemeinschaft Kompost Region Süd, Leonberg. <http://www.cre.ie/docs/DBU-Abschlussbericht.pdf>. Accessed 11 August 2026



- Lindenthal T (2000) Phosphorvorräte in Böden, betriebliche Phosphorbilanzen und Phosphorversorgung im Biologischen Landbau. Dissertation, Universität für Bodenkultur (BOKU), Wien.
- Linke E, Herold L, Bruchholz H (1983) Ergebnisse von Dauerdüngungsversuchen zur Prüfung verschiedener Kalidüngemittel und steigender Kaliaufwandmengen in einer Kartoffel-Feldgemüse-Fruchtfolge. Speziell Agrochemie. Forschung und Praxis 12:13–19.
- Loide V (2019) The results of an NPK-fertilisation trial of long-term crop rotation on carbonate-rich soil in Estonia. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science 69:596–605. <https://doi.org/10.1080/09064710.2019.1628292>
- Mathes SL (2023) Nutrient and soil organic matter budgets of the stockless organic research farm Kleinhohenheim. Master thesis, Univ., Hohenheim.
- Mattingly GEG (1974) The Woburn organic manuring experiment. I. Design, crop yields and nutrient balance, 1964 – 72. Rothamsted Experiment Station Report for 1973, pp 89–133. <https://doi.org/10.23637/ERADOC-1-34635>
- Mattingly GEG, Chater M, Poulton PR (1974) The Woburn organic manuring experiment. II. Soil analysis, 1964 – 72, with special reference to changes in carbon and nitrogen. Rothamsted Experiment Station Report for 1973, pp 134–151. <https://doi.org/10.23637/ERADOC-1-34636>
- Meyer D, Kolbe H, Schuster M (2021) Ergebnisse zur langjährigen Bewirtschaftung von Feldversuchsflächen der Versuchsstation Roda in Sachsen. In: Berichte aus dem Ökolandbau 2021 – Das Ökofeld Roda. Dr. H. Kolbe, Schkeuditz. <https://orgprints.org/id/eprint/44334/>. Accessed 11 August 2026
- Mikkelsen G (1999) Analysing non-replicated data in cropping systems. In: Olesen JE, Eltun R, Gooding MJ, Jensen ES, Köpke U (eds) DARCOF report no. 1, Tjele, pp 277–283. [https://orgprints.org/id/eprint/3056/1/dar\\_1.pdf](https://orgprints.org/id/eprint/3056/1/dar_1.pdf). Accessed 11 August 2026
- Mokry M (1996) P-Düngungsversuche – Baden-Württemberg. VDLUFA-Schriftenreihe 42:4–10. [https://www.vdlufa.de/wp-content/uploads/2021/05/SR042\\_1996\\_P-Duengungsversuche-Acker-Gruenland.pdf](https://www.vdlufa.de/wp-content/uploads/2021/05/SR042_1996_P-Duengungsversuche-Acker-Gruenland.pdf). Accessed 11 August 2026
- Mokry M (1998) K-Düngungsversuche – Baden-Württemberg. VDLUFA-Schriftenreihe 47:99–104. [https://www.vdlufa.de/wp-content/uploads/2021/05/SR047\\_1998\\_Kaliduengungsversuche-Acker-Gruenland.pdf](https://www.vdlufa.de/wp-content/uploads/2021/05/SR047_1998_Kaliduengungsversuche-Acker-Gruenland.pdf). Accessed 11 August 2026
- Möller M, Athmann M, Dreßen S, Weber TKD, Ruch B, Bruns C (2026) How to maintain soil fertility in stockless organic farming: Research concepts and insights from the first crop rotation of a long-term field experiment. Organic Agriculture 16:20. <https://doi.org/10.1007/s13165-026-00545-9>
- Mraczek M (1979) Einfluss von langjährigen Düngungsmaßnahmen und der Witterung im Rahmen eines sechsschlägigen Fruchtfolge-Düngungsversuches. I. Nährstoffgehalte im Boden, Ertragsentwicklung, Nährstoffwirkung, Wirtschaftlichkeit, Ertragssicherheit. Die Bodenkultur 30:234–255.
- Müller P, Schliephake W, Kolbe H (2022) Einfluss des Zwischenfruchtanbaus auf das Nachwirkungsvermögen organischer Düngemittel beim Anbau von Kartoffeln, Weizen und Mais auf einem Lehm Boden im ökologischen Landbau – Ergebnisse aus Feld- und Gefäßversuchen. In: Berichte aus dem Ökolandbau 2022 – Nachwirkungsvermögen von Zwischenfrüchten und organischer Düngung. Dr. H. Kolbe, Schkeuditz. <https://orgprints.org/id/eprint/44339/>. Accessed 11 August 2026
- Munk H (1975) Zur Grenzwertfeststellung bei der Bodenuntersuchung im DL-, CAL- und H<sub>2</sub>O-Auszug. Landwirtschaftliche Forschung, SH32:158–176.

- Munk H, Bärman C (1971) Zur Kennzeichnung des pflanzenverfügbaren Phosphats in lehmigen Böden durch verschiedene Bodenuntersuchungsmethoden. *Landwirtschaftliche Forschung* 24:272–284.
- Niemann J, Alt D (1969) Der Einfluss gestaffelter P-, K- und Mg-Düngung auf den Ertrag von Gemüsekulturen und den Verlauf der Nährstoffgehalte des Bodens in einem zehnjährigen Feldversuch. *Kali-Briefe, Fachgebiet 8*, 5. Folge.
- Nieschlag F (1959) Ergebnisse eines 20jährigen Kalidüngungsversuches auf humosem Sand. *Landwirtschaftliche Forschung* 12:87–97.
- Nolte C (1989) Bilanzierung des Nährstoffkreislaufes auf dem biologisch-dynamisch bewirtschafteten 'Boschheidehof' sowie Untersuchungen zum Phosphor- und Kaliumhaushalt in drei ausgewählten Böden im Vergleich zu drei Böden eines benachbarten konventionellen Betriebes. Dissertation, Univ., Bonn.
- Ohm M, Paulsen HM, Moos JH, Eichler-Löbermann B (2017) Long-term negative phosphorus budgets in organic crop rotations deplete plant-available phosphorus from soil. *Agronomy for Sustainable Development* (2017) 37:17. <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0425-y>
- Olesen JE; Askegaard M, Rasmussen IA (2000) Crop production during the first course of an organic crop rotation trial in Denmark. *Aspects of Applied Biology* 62:1–8. <https://orgprints.org/id/eprint/357/>. Accessed 11 August 2026
- Olesen JE; Askegaard M, Rasmussen IA (2005) Learning from a long-term crop rotation experiment. NJF Report, Nordic Association of Agricultural Scientists (NJF), 1:91–94. <https://orgprints.org/id/eprint/7873/>. Accessed 11 August 2026
- Olesen JE, Rasmussen IA, Askegaard M, Kristensen K (2002) Whole-rotation dry matter and nitrogen grain yields from the first course of an organic farming crop rotation experiment. *The Journal of Agricultural Science* 139:361–370. <https://doi.org/10.1017/S002185960200268X>
- Olesen JE; Hansen EM, Askegaard M, Rasmussen IA (2007) The value of catch crops and organic manures for spring barley in organic arable farming. *Field Crops Research* 100:168–178. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2006.07.001>
- Orlovius K (1989) Bodenkundliche Differenzierung als Grundlage einer schlagspezifischen Kali-Düngung, dargestellt an zwei Beispielsstandorten in Westfalen-Lippe. *VDLUFA-Schriftenreihe 28, Kongressband 1988, Teil II*:341–359.
- Orlovius K (1992) Bewertung der Bodenuntersuchung zur Kontrolle und Steuerung der Kali-Düngung. *VDLUFA-Schriftenreihe 35, Kongressband 1992*:290–297.
- Orlovius K (1996) Langjährige Versuchsergebnisse zur Ermittlung der optimalen Kali-Düngungshöhe und optimaler K-Gehalte im Boden in Bayern. *Agricultural Research* 49:83–96.
- Petzoldt L (2015) Phosphorversorgung im organischen Landbau. Langfristige Wirkung einer P-Düngung in Form von Rohphosphat, Fleischknochenmehl und aufgeschlossenem Phosphat auf Ertrag und P-Verfügbarkeit im organischen Landbau. Master thesis, Univ., Gießen.
- Poletschny H, Kick H, Würtele KH (1968) Ertragsbildung und P-Entzug bei einem Dauerversuch mit vier Düngerphosphaten. *Landwirtschaftliche Forschung* 21:213–221.
- Reckling M (2026) Ergebnisse zum Modelbetrieb Ökolandbau in Müncheberg. Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF), Müncheberg (written communication).

- Reckling M, Döring TF, Bloch R, Stein-Bachinger K, Bachinger J (2015) 20 Jahre Modellbetrieb für Ökolandbau in Müncheberg. Teil 2: Wie ertragslabil sind Körnerleguminosen im Vergleich zu Getreide und Mais? Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau 13. <https://orgprints.org/id/eprint/26912/>. Accessed 11 August 2026
- Rehbein G, Scharf H, Schönmeier H (1976) Zur Wirkung gestaffelter Güllegaben auf die Kaliumentzüge und den Kaliumhaushalt des Bodens. Archiv für Acker-, Pflanzenbau und Bodenkunde 20:395–406.
- Reiche D, Pflieger I (1983) Aufklärung der Mg-Dynamik und Ermittlung von Parametern zur Mg-Düngerbemessung zur Erzielung hoher Pflanzenerträge. Forschungsbericht 355/83, Institut für Düngungsforschung, Leipzig.
- Reichelt H (1993) Dauerversuche zur Erarbeitung von Grundlagen eines ökologisch betriebenen Ackerbaus in den Höhenlagen des Sächsischen Erzgebirges. Sächsisches Staatsministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten, Dresden.
- Reimer M, Kopp C, Hartmann T, Zimmermann H, Ruser R, Schulz R, Müller T, Möller K (2023) Assessing long term effects of compost fertilization on soil fertility and nitrogen mineralization rate. Journal of Plant Nutrition and Soil Science (2023):1–17. <https://doi.org/10.1002/jpln.202200270>
- Rieder JB (1974) Zur Ermittlung des Düngerbedarfes von Dauergrünland unter besonderer Berücksichtigung der Bodenuntersuchung. Landwirtschaftliche Forschung, SH31, Kongressband 1974:164–170.
- Rieder JB (1997) Vergleich von Mineral-, Gülle- und Stallmistdüngung auf einer dreischürigen Wiese im Vorwald des Bayerischen Waldes. SuB Heft, Nr. 7:IV-19–IV-23.
- Riehl G (2010) Ergebnisse der Dauerversuche zur Grunddüngung auf Grünland in Ostdeutschland. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG), Leipzig (written communication).
- Riley H (2007) Long-term fertilizer trials on loam soil at Møystad, south-eastern Norway: Crop yields, nutrient balances and soil chemical analyses from 1983 to 2003. Acta Agriculturae Scandinavica Section B - Soil and Plant Science 57:140–154. <https://doi.org/10.1080/09064710600766412>
- Rittl TF, Pommeresche R, Johansen A, Steinshamn H, Riley H, Løes AK (2023) Anaerobic digestion of dairy cattle slurry – long-term effects on crop yields and chemical soil characteristics. Organic Agriculture 13:547–563. <https://doi.org/10.1007/s13165-023-00447-0>
- Römer W, Wulff F, Claassen N (1999) Auswirkungen einer zehnjährigen differenzierten P-Düngung auf zwei Sandböden und die Aussagefähigkeit der DL-Methode. Agrobiological Research 52:287–295.
- Ruser R (2025) Einige ergänzende Ergebnisse zur Bodenuntersuchung für den Kompostversuch Heidfeldhof. Department of Fertilization and Soil Matter Dynamics, University of Hohenheim, Stuttgart (written communication).
- Schaumberg G, Heyn J (1996) Prüfung optimaler Phosphat-Versorgungsbereiche/Hessen. VDLUFA-Schriftenreihe 42:11–19. [https://www.vdlufa.de/wp-content/uploads/2021/05/SR042\\_1996\\_P-Duengungsversuche-Acker-Gruenland.pdf](https://www.vdlufa.de/wp-content/uploads/2021/05/SR042_1996_P-Duengungsversuche-Acker-Gruenland.pdf). Accessed 11 August 2026
- Schaumberg G, Heyn J (1998) Ergebnisse hessischer K-Steigerungsversuche. VDLUFA-Schriftenreihe 47:105–111. [https://www.vdlufa.de/wp-content/uploads/2021/05/SR047\\_1998\\_Kaliduengungsversuche-Acker-Gruenland.pdf](https://www.vdlufa.de/wp-content/uploads/2021/05/SR047_1998_Kaliduengungsversuche-Acker-Gruenland.pdf). Accessed 11 August 2026
- Schellberg J, Mösel, BM, Kühbauch W, Rademacher IF (1999) Long-term effects of fertilizer on soil nutrient concentration, yield, forage quality and floristic composition of a hay meadow in the Eifel mountains, Germany. Grass and Forage Science 54:195–207. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2494.1999.00166.x>

- Schilling G, Witter B (1965) Die Phosphatbilanz und die Phosphatbindungsformen im Boden bei statischen Felddüngungsversuchen. Albrecht-Thaer-Archiv 9:153–164.
- Schmidt H (1997) Viehlose Fruchtfolge im Ökologischen Landbau. Auswirkungen systemeigener und systemfremder Stickstoffquellen auf Prozesse im Boden und die Entwicklung der Feldfrüchte. Dissertation, Univ. Gesamthochschule, Kassel.
- Schnieder E (1990) Die Dauerversuche in Thyrow. In: Dauerversuche. Übersicht, Entwicklung der Ergebnisse von Feldversuchen mit mehr als 20 Jahren Versuchsdauer. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften, Berlin, pp 205–229.
- Schön M, Niederbudde EA, Mahkorn A (1976) Ergebnisse eines 20jährigen Versuches mit Mineral- und Stallmistdüngung im Lößgebiet bei Landsberg (Lech). Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau 143:27–37.
- Schönmeier H, Schiefer C (1992) Untersuchungen zu wesentlichen Wirkungen der Gülle in Dauerfeldversuchen. In: Rost D Schöberlein W (eds) Erkenntnisgewinn über Boden, Pflanze und Umwelt durch felddexperimentelle Arbeiten. Beiträge zur wissenschaftlichen Tagung aus Anlass des 35jährigen Bestehens der Versuchsstation Seehausen. Martin-Luther-Universität, Halle, pp 107–117.
- Schulz F (2012) Vergleich Ökologischer Betriebssysteme mit und ohne Viehhaltung bei Unterschiedlicher Intensität der Grundbodenbearbeitung. Effekte auf Flächenproduktivität, Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit. Dissertation, Univ., Gießen.
- Schulz H (1990) Einfluss zeitlich und mengenmäßig gestaffelter Güllegaben in Verbindung mit Stroh- und/oder Gründüngung auf Pflanzenerträge, Nährstoffgehalte und einige chemische Bodeneigenschaften. Dissertation A, Univ., Rostock.
- Schulz V (1994) Pflanzenverfügbares Kalium in norddeutschen Sandböden als Grundlage umweltschonender Kalium-Düngung von Ackerkulturen. Dissertation, Univ., Göttingen.
- Sheil TS, Wall DP, Culleton N, Murphy J, Grant J, Lalor STJ (2016) Long-term effects of phosphorus fertilizer on soil test phosphorus, phosphorus uptake and yield of perennial ryegrass. The Journal of Agricultural Science 154:1068–1081. <https://doi.org/10.1017/S0021859615001100>
- Siegel O, Rasp H (1982) Ergebnisse eines 12jährigen Kalium-Magnesium-Steigerungsversuches mit und ohne Kalkgabe und Zusatzberegnung. Landwirtschaftliche Forschung 35:170–183.
- Smukalski M, Kundler P (1984) Der Müncheberger Nährstoffsteigerungsversuch. In: Dauerdüngungsversuche der DDR. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften, Berlin, pp 187–196.
- Smukalski M, Rogasik J (1992) Nährstoffbilanzen und Entwicklung der Bodenfruchtbarkeit bei extensiven bis intensiven Wirtschafts- und Mineraldüngereinsatz. In: Tagungsbericht zum Symposium Dauerversuche und Nährstoffdynamik. UFZ-Umweltforschungszentrum, Leipzig – Halle, pp 36–41.
- Spieß H, Matthes C, Horst H, Schaaf H (2010) Wirkung von Kali- und Gesteinsmehldüngung in Abhängigkeit von *Digitalis purpurea*-Behandlungen auf Pflanze und Boden bei langjährig bio-dynamischer Bewirtschaftung. Ergebnisse aus dem Langzeitdüngungsversuch auf dem Dottenfelderhof. Landbauschule Dottenfelderhof, Bad Vilbel (written communication).
- Stocker K, Gericke S (1967) Wirkung langjähriger Phosphatdüngung auf Acker- und Grünland. Die Phosphorsäure 27:113–143.
- Stopes C, Bulson H, Welsh J, Woodward L (1996) Stockless organic farming – Research review 1987-1995. Elm Farm Research Centre, Hamstead Marshall.

- Stumpe H, Garz J, Hagedorn E (1990) Die Dauerdüngungsversuche auf dem Versuchsfeld in Halle. In: Dauerefeldversuche. Übersicht, Entwicklung und Ergebnisse von Feldversuchen mit mehr als 20 Jahren Versuchsdauer. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften, Berlin, pp 25–71.
- Stumpe H, Garz J, Scharf H (1994) Wirkung der Phosphatdüngung in einem 40jährigen Dauerversuch auf einer Sandlöß-Braunschwarzerde in Halle. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 157:105–110. <https://doi.org/10.1002/jpln.19941570208>
- Stumpe H, Garz J, Johannemann R, Buchte M (1989) Einfluss der K-Düngung auf den Ertrag und einige Bodeneigenschaften in einem Dauerversuch auf einer Sandlöß-Braunschwarzerde in Halle. Archiv für Acker-, Pflanzenbau und Bodenkunde 33:301–310.
- Tagmann HU, Oberson A, Oehl F, Frossard E (2001) DOK-Versuch: Phosphor-Bilanz und -Verfügbarkeit über 21 Jahre. AgrarForschung 8:318–323. [https://www.agrarforschungschweiz.ch/wp-content/uploads/2019/12/2001\\_08\\_115.pdf](https://www.agrarforschungschweiz.ch/wp-content/uploads/2019/12/2001_08_115.pdf). Accessed 11 August 2026
- Uhlen G, Tveitnes S (1995) Effects of long-term crop rotations, fertilizer, farm manure and straw on soil productivity. II. Mineral composition of plants, nutrient balances and effects on soil. Norwegian Journal of Agricultural Sciences 9:143–161.
- Van der Bom F, Magid J, Jensen LS (2017) Long-term P and K fertilisation strategies and balances affect soil availability indices, crop yield depression risk and N use. European Journal of Agronomy 86:12–23. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2017.02.006>
- Vargová V, Kanianska R, Kizeková M, Šiška B, Kováčiková Z, Michalec M (2020) Changes and interactions between grassland ecosystem soil and plant properties under long-term mineral fertilization. Agronomy 10:375. <https://doi.org/10.3390/agronomy10030375>
- Vetter H, Klasink A (1977) Ergebnisse langjähriger Kalisteigerungsversuche auf zwei Braunerden aus Löß. In: Vetter H (ed) Wieviel düngen? DLG-Verlag, Frankfurt (M), pp 99–117.
- Vogl W, Niederbudde EA (1984) Das Kaliumpotential von Böden des unterbayerischen Hügellandes bei langjährig unterschiedlicher K-Düngung. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 147:1–12. <https://doi.org/10.1002/jpln.19841470102>
- Von Boguslawski E, Von Lieres AL (1997) Die Wirkung von sechs Formen der organischen Düngung in Kombination mit Mineraldüngung in der Fruchtfolge einer Dauerversuchsreihe von 42 Jahren. VDLUFA-Schriftenreihe 46, Kongressband 1997:727–730.
- Von Fischer D (1996) Phosphatbedarfsprüfungen. VDLUFA-Schriftenreihe 42:110–122. [https://www.vdlufa.de/wp-content/uploads/2021/05/SR042\\_1996\\_P-Duengungsversuche-Acker-Gruenland.pdf](https://www.vdlufa.de/wp-content/uploads/2021/05/SR042_1996_P-Duengungsversuche-Acker-Gruenland.pdf). Accessed 12 August 2026
- Wechsung G (1990) Einfluss langjährig differenzierter Düngung auf P-Bilanz und P-Zustand des Bodens im Statischen Dauerversuch Lauchstädt. Dissertation, Humboldt-Univ., Berlin.
- Wendt J (1991) Wirkung von Dünger- und Bodenphosphor auf die Phosphorversorgung von Ackerkulturen. Dissertation, Univ., Göttingen.
- Wulff F (1996) Umweltschonende Kalium- und Phosphatdüngung. Feldversuche, Bodenanalysen und Modellberechnungen zur Bestimmung des Düngebedarfs von Ackerkulturen auf Sandboden. Dissertation, Univ., Göttingen.
- Würtele KH (1975) Phosphatnachlieferung und Phosphatverfügbarkeit auf 5 Grünlandstandorten bei unterschiedlich hoher Phosphatdüngung. Landwirtschaftliche Forschung, SH 32:233–242.
- Zaller JG, Köpke U (2004) Effects of traditional and biodynamic farmyard manure amendment on yields, soil chemical, biochemical and biological properties in a long-term field experiment. Biology and Fertility of Soils 40:222–229. <https://doi.org/10.1007/s00374-004-0772-0>