



LfL

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

**„Praxiserhebung zu Nährstoffbedarf, Nährstoffentzügen
und Erträgen von Arznei- und Gewürzpflanzen
zur Umsetzung der neuen Düngeverordnung“**

Abschlussbericht

Projektangaben

Förderkennzeichen: G2/N/18/08
Laufzeit des Vorhabens: 01.01.2019-31.12.2021
Projektleitung: Dr. Heidi Heuberger, LfL IPZ 3d

Am Projekt beteiligte Institutionen

LfL IPZ 3d: Dr. Heidi Heuberger, Maria Baier, Selina Volkmer
LfL AQU 2: Dr. Günter Henkelmann

Danksagung

Wir danken den Landwirtinnen und Landwirten in allen Betrieben und den Firmen, die ihre Kulturlächen für den Probenzug oder Rückstellmuster bereitgestellt und uns die ergänzenden Informationen dazu überlassen haben. Wegen der erforderlichen Daten-Anonymität dürfen wir uns nicht namentlich bei ihnen bedanken.

Herzlichen Dank allen Kolleginnen und Kollegen aus den Landesfachstellen und den Anbauberater der Firmen für die kollegiale und produktive Zusammenarbeit in Form von Daten- und Musterbereitstellung, eigenen Laboranalysen und ihrer Expertise bei der Bedarfsanalyse und Festlegung der Basisdaten:

Dr. Karin Rather u. David Löffler (LVG) in Baden-Württemberg, Kim Klee (LLH) Hessen, Kurt Graaff u. Dr. Karsten Lindemann-Zutz (LWK) Nordrhein-Westfalen, Kerstin Mahler u. Ingo Stöcker (DLR) Rheinland-Pfalz, Andrea Biertümpfel u. Hubert Heß (TLLLR) Thüringen, Dr. Hermann Laber (SMUL) Sachsen und Sachsen-Anhalt, Hanna Blum (Ökoplant e.V.), Andreas Schmitt, Birgit Rascher, Dr. Veronika Vikuk (LWG) Bayern, dem Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ) vertreten durch Dr. André Sradnick, Katia Heistermann, Dr. Carmen Feller und der verarbeitenden Industrie und ihren Vertretern: Dr. Peter Riedl u. Dustin Lloyd (Salus Haus), Wolfgang Gerlach (Bionorica), Oliver Krafka (Martin Bauer Group), Tanja Paeslack (Weleda), Dr. Konrad Denk (Voelpel), Dr. Michael Penzkofer u. Johannes Schiele (ESG Kräuter), Richard Bachl (Gäubodenkräuter)

Danke an ESG Kräuter GmbH für das zur Verfügung stellen des Saatguts für den Feldversuch „Prüfung unterschiedlicher Nährstoffentzüge und Blatt-Stängelanteile in Abhängigkeit der Bestandshöhe bei 3 Sorten von *Petroselinum crispum*“ in den Jahren 2019 und 2020. Gedankt sei auch Herrn Ludwig Schmidmeier mit seinem Team der BaySG Versuchsstation Baumannshof für die zuverlässige Durchführung des Feldversuchs.

Wir danken den Mitgliedern der LfL-Arbeitsgruppen IPZ 3d und AQU 2 für alle Unterstützung bei den Erhebungen und Analysen sowie IAB 2a und Dr. Sabine von Tucher, TU München, für den fachlichen Austausch beim Zusammenführen der Daten.

Schließlich danken wir dem Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten für die Finanzierung des Forschungsprojekts „Praxiserhebung zu Nährstoffbedarf, Nährstoffentzügen und Erträgen von Arznei- und Gewürzpflanzen zur Umsetzung der neuen Düngeverordnung“ einschließlich der erforderlich gewordenen Verlängerung mit Aufstockung.

Inhalt

	Seite
1	Zusammenfassung..... 10
2	Abstract 12
3	Einführung..... 14
4	Material und Methoden 16
4.1	Kooperativer Ansatz..... 16
4.2	Bedarfsanalyse 16
4.3	Gewinnung von Proben von Praxisflächen 19
4.3.1	Auswahl der Betriebe 19
4.3.2	Probenzug, Bemusterung und Probenaufbereitung..... 21
4.4	Feldversuch: Blatt-Stängelverhältnis und EV in Abhängigkeit von Sortentyp und Schnittregime bei Petersilie 24
4.5	Bestimmung der Nährstoffgehalte in pflanzlicher Matrix 25
4.6	Bestimmung des N _{min} -Gehalts im Boden..... 25
4.7	Auswertung 26
4.7.1	Aufbereitung der Erhebungs- und Labordaten..... 26
4.7.2	Festlegen der Düngebasisdaten 26
4.7.3	Festlegung der Faustzahlen aus der Blatt-Stängel Praxiserhebung..... 27
4.7.4	Statistische Auswertung 27
5	Ergebnisse 29
5.1	Untersuchte Kulturen 29
5.2	Nährstoffgehalte in den Ernteorganen und Ernterückständen..... 29
5.2.1	Nährstoffgehalte und Festsetzung der Basisdaten..... 29
5.2.2	Blattanteile im Kraut bzw. Blatt-Stängel-Verhältnis 34
5.2.3	Blattanteile bei Petersilie in Abhängigkeit von Sortentyp und Bestandshöhe bei der Ernte 38
5.2.4	N-Mineralisierungspotenzial von Ernterückständen 40
5.3	Wissenstransfer 43
5.4	Zusammenarbeit mit den Länderkollegen, Betrieben, Verarbeitern, anderen Forschungsstellen 46
5.5	Bundesweite Umsetzung 47
5.6	Forschungs- & Handlungsbedarf 47
5.7	Fazit und Ausblick 47
6	Literatur 49

7	Anhang	50
7.1	Ergebnis der Bedarfsanalyse zur Erhebung von Nährstoffgehalts- und Ertragsdaten.....	50
7.2	Anleitungen und Formblätter zur Probenahme der Pflanzenmuster	56
7.3	Abstract zum Vortrag beim Bernburger Winterseminar 2021	59

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Die Basisdaten im Kontext der Nährstoffdynamik im Boden (H. Heuberger und M. Baier, 2019).....	14
Abb. 2: Entscheidungsbaum für die Priorisierung der Arznei- und Gewürzpflanzenkulturen	17
Abb. 3: Aufruf in Praxis-Fachzeitschriften, hier „Gemüse“, Daten oder Muster von noch nicht untersuchten Kulturen für die Basisdatenoptimierung zur Verfügung zu stellen	20
Abb. 4: Vorbereitung einer Biomasse-Probe (Gerstengras) für die Trocknung.....	21
Abb. 5: Bestand eines Betriebes und Messen der Wuchshöhe.....	22
Abb. 6: Schneiden der Pflanzenproben in der Bandschneidemaschine mit Förderband....	22
Abb. 7: Separieren von Blättern und Stängeln mit dem Saugluft-Stufensichters und vorgeschaltetem Kompaktförderer mit Schüttelrinne	23
Abb. 8: Beerntung des Petersilie-Feldversuchs mit dem Hege Grünguternter	24
Abb. 9: Ausschnitt aus der Basisdaten-Grundtabelle für die Kulturen Dost (Origanum vulgare) und Färberdistel (Carthamus tinctorius). Oben die Excel-Spalten A-S, unten die Spalten T-AM.....	30
Abb. 10: Eintrocknungsverhältnisse von Blättern, Stängel und Kraut verschiedener Kräuterkulturen (Stichprobenumfang N: siehe Tab. 3; Fehlerindikator=Standardabweichung).....	36
Abb. 11: Blatt-Stängel-Verhältnisse in der Krautfrischmasse der drei Petersiliensorten in Abhängigkeit der Bestandshöhe zur Ernte; gemittelt über den ersten, zweiten und letzten Ernteschnitt 2019 (links) und 2020 (rechts) (Feldversuch am Baumannshof; 2019 N=9, 2020 N=3).	39
Abb. 12: Blatt-Stängel Verhältnisse (BSV) im frischen Kraut (Blatt mit Stängel) von drei Petersiliensorten in Abhängigkeit von der Bestandshöhe im ersten, zweiten und letzten (3) Ernteschnitt 2019 (links) und 2020 (rechts); Feldversuch am Baumannshof; 2019 N=3	39

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Ermittelte Basisdaten zur Düngeplanung in Kulturen, für die bislang keine solche Daten vorlagen; die Daten dienen zur Umsetzung der Düngeverordnung durch die Bundesländer in Deutschland (vgl. Erläuterungen im Text).....	33
Tab. 2: Blatt-Stängel Verhältnis bezogen auf die Frischmasse (frisches Kraut) und auf die Droge für Brennnessel, Dill, Liebstöckel, Petersilie und Schnittsellerie; Praxiserhebung 2020 (Stichprobenumfänge Tab. 3).....	35
Tab. 3: Stichprobenumfang, Bestandshöhe zur Probenentnahme, Blatt-Stängelverhältnisse und umgerechnete Blatt- bzw. Stängelanteile im frischen Kraut (Erntegut, Feldabfuhr) für fünf Kulturen der Praxiserhebung 2021.	35
Tab. 4: Nährstoffgehalte (% in Trockenmasse) in Blättern und Stängeln von Tee- und Küchenkräutern aus der Praxiserhebung 2020 (Stichprobenumfang N, siehe Tab. 3).....	37
Tab. 5: Nährstoffgehalte (%) und Trockensubstanzgehalte (TS in FM) in den frischen Stielen verschiedener Kräuter aus der Praxiserhebung 2020 und aus den Basisdaten, Tabelle 1d.....	37
Tab. 6 Daten zur Berechnung der anteiligen N-Menge in Stielen verschiedener Küchenkräuter bezogen auf die Stielemasse, die in Bayern potenziell als organischer Dünger ausgebracht werden.	38
Tab. 7: N-Fracht der Krauternterückstände und Nmin-Gehalte in 0-60 cm zur Abschätzung der N-Mineralisierung aus Krauternterückständen von Bärwurz (nach 4-jähriger Kultur), Meisterwurz (4-jährig), Engelwurz (überjährig), Baldrian (einjährig); Praxis-Stichproben 2019/2020.	42
Tab. 8: Priorisierung der Kulturen für die Erhebung von Daten – Ergebnis des Workshops vom 08.05.2019.....	50

Abkürzungen

Abb.	Abbildung
AELF	Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
AuG	Arznei- und Gewürzpflanzen
BaySG	Bayerische Staatsgüter
BSV	Blatt-Stängel-Verhältnis
BW	Baden-Württemberg
CFA	Continuous-Flow-Analyse
DFA	Deutscher Fachausschuss für Arznei-, Gewürz- und Aromapflanzen
DIN	Deutsches Institut für Normung e. V.
DLR	Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz
DUMAS	Verbrennungsmethode zur Bestimmung von Kohlenstoff, Sauerstoff und Schwefel in Pflanzen und Bodenproben
DüV	Düngeverordnung
EUROPAM	The European Herb Growers
EV	Eintrocknungsverhältnis
FAH	Forschungsvereinigung der Arzneimittel-Hersteller e.V.
FM	Frischmasse
FNR	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V.
HNV	Hauptfrucht-Nebenfrucht-Verhältnis
ICP-OES	Inductively coupled plasma optical emission spectrometry, übersetzt: Optische Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IGZ	(Bundes-)Institut für Gemüse- und Zierpflanzen
IPZ	Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der LfL
LfL	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Lkr.	Landkreis
LLH	Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen
N _{min}	mineralischer Stickstoff im Boden (Nitrat-N + Ammonium-N)
oTS	Organische Trockensubstanz (=oTM)
Tab.	Tabelle
TLL	Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (alte Bezeichnung; aktuell: TLLLR Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft und Ländlichen Raum)
TS	Trockensubstanz (=TM)
VDLUFA	Verband deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten e. V.

1 Zusammenfassung

Im zurückliegenden Projekt „Praxiserhebung zu Nährstoffbedarf, Nährstoffentzügen und Erträgen von Arznei- und Gewürzpflanzen zur Umsetzung der neuen Düngeverordnung“ der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) wurden die Dünge-Basisdaten der Arznei- und Gewürzkräuter erweitert und optimiert, um eine zuverlässige Rechengrundlage für die Düngebedarfsberechnung dieser Sonderkulturen zur Verfügung zu stellen.

Mit der Novellierung der Düngeverordnung 2017 (VO vom 26. Mai 2017 und 30. April 2020) wurde die Verbesserung der Datenbasis für die bedarfs- und umweltgerechte Düngung der feldmäßig in Bayern angebauten Arznei- und Gewürzpflanzen dringend erforderlich.

Um zuverlässigere Planungsdaten für die Betriebe bereitzustellen, wurden im Rahmen dieses Projekts die Basisdaten für rund 100 Arznei- und Gewürzpflanzenkulturen überarbeitet bzw. neu erstellt. Dieses Forschungsvorhaben wurde in Kooperation mit den Landeszuständigen für die Düngung von Arznei- und Gewürzpflanzen/Gemüse aus den verschiedenen Bundesländern und des Bundes sowie mit Vertretern von Verarbeitungsbetrieben sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene (Österreich, Schweiz) bearbeitet.

Während der Laufzeit des Projekts (2019-2021) erfolgte die Beprobung von 93 verschiedenen Kulturen und die Analyse von rund 700 Proben. Für jede Kultur wurden einzeln alle Analyseergebnisse und die erhobenen Daten aufgearbeitet und untereinander sowie mit weiteren Praxisdaten verglichen. Auf dieser Grundlage wurden die neuen Basisdatenparameter in einer Konsensentscheidung unter den Kooperationspartnern zur potenziellen Nutzung in allen deutschen Bundesländern festgelegt: Standardertrag des Haupternteprodukts sowie kulturbedingt von Nebenernteprodukten oder Ernterückständen, N-Bedarfswert, unvermeidbarer N_{\min} -Rest zur Berechnung des N-Bedarfswerts, die Gehalte von N, P_2O_5 , K_2O , MgO und teilweise S je dt Frischmasse, Eintrocknungsverhältnis, Trockensubstanzgehalt der Frischmasse und die zugrundeliegende Bodentiefe für die N-Düngebedarfsermittlung (N_{\min} -Bodenprobenahmetiefe). Die ursprüngliche in Bayern veröffentlichte Dünge-Basisdatenliste wurde auf Grund dieser Praxiserhebungen um 30 neue Kulturen erweitert.

Für einzelne Kulturen wurden zusätzliche Verfahren eingeführt, z.B. für die Verarbeitung wie Trocknung oder Frostung von Küchenkräutern wie Dill, Petersilie und Schnittlauch. Die Kulturen haben für diesen Verwendungszweck ein anderes Schnittregime und benötigen damit ein anderes Düngeregime, das mit den Vorgaben der Düngeverordnung (Frischmarkt orientiert) nicht umsetzbar war. Für Kümmel wurden Basisdaten zusätzlich für die zweijährige Anbauweise erarbeitet.

Zusätzlich wurden Untersuchungen zum Blatt-Stängel-Verhältnis von ausgewählten Krautdrogen und dem Nährstoffgehalt von bei der Verarbeitung anfallenden Kräuterstielen für die Wiederverwendung als organischen Dünger durchgeführt. Diese liefern dringend benötigte Orientierungswerte für die betriebsspezifische Ertragsermittlung ausgehend vom Blattdrogenertrag und für die Düngeplanung der Landwirtschafts- und Verarbeitungsbetriebe.

Die Dünge-Basisdatenliste wurde in Kooperation mit den Länderkollegen abgestimmt und allen beteiligten Fachstellen der Bundesländer und des Bundes zur Verfügung gestellt. Durch die kooperative Überarbeitung der Dünge-Basisdaten konnte ein hilfreiches Fundament für die Umsetzung der Düngeverordnung geschaffen werden. Für die Anwendung im Betrieb müssen die länderspezifischen Regelungen beachtet und die geltenden Datensätze verwendet werden. Sollten in einem Bundesland für Arznei- und Gewürzpflanzen noch

keine Basisdaten veröffentlicht sein, muss die Vorgehensweise mit den zuständigen Stellen des jeweiligen Bundeslandes z. B. unter Nutzung der im Projekt erarbeiteten Basisdaten abgestimmt werden.

Mit der verbesserten Datenbasis, nutzbar seit der Düngesaison 2021/22, ist die Düngplanung für praxisübliche Erträge, für die notwendigen Qualitäten sowie für die Nährstoffbilanzierung in der betrieblichen Praxis noch verlässlicher geworden. Überschätzungen des N- oder P-Bedarfs, die zu umweltbelastenden Nährstoffverlusten führen würden, sind damit künftig besser vermeidbar. Zudem zeigt sich jetzt schon, dass sich damit der Beratungsbedarf z.B. für einzelbetriebliche Bewertungen während der Düngplanung reduziert.

2 Abstract

The project „Practical survey on nutrient requirements, nutrient withdrawals and yields of medicinal and aromatic plants for the implementation of the new fertilization regulation“, has been carried out by the Bavarian State Research Center for Agriculture (LfL) in Freising, expanded and optimized the basic data set for the fertilization of medicinal and aromatic plants, thus providing a more reliable calculation basis for the determination of their fertilizer requirements.

With the amendment of the Fertilization regulation in 2017 (Regulations of May 26th, 2017 and April 30th, 2020), it became a matter of urgency to improve the database for fertilization standards for medicinal and aromatic plants in Bavaria, with a focus on the specific needs of individual species and environmental sustainability. It is now required that farmers formally document the calculation of fertilizer requirements, as well as fertilization procedures.

The project foresaw the acquisition of basic data for over 100 medicinal and aromatic plant crops, in order to provide a more reliable planning basis for farmers. It was carried out in cooperation with the regional authorities responsible for fertilization of medicinal and aromatic plants and vegetables, as well as with the representatives of both national and international production and processing companies (Austria, Switzerland).

Within the scope of the project from 2019 to 2021, approximately 700 samples for nutrient analysis were taken from a total of 93 different crops. For each crop, all analysis-results were then processed and compared with one another as well as with data and experiences from other sources. Based on this, the new basic data parameters were established in a consensual decision between the cooperation partners which allows their implementation in all German federal states. These basic parameters comprise the standard yield of the main harvest product as well as secondary harvest products or harvest residues (depending on crop type), N-requirement values and unavoidable residual N_{\min} levels that are needed to calculate N-requirement values, the content of N, P_2O_5 , K_2O , MgO and partly S per dt of fresh mass, drying ratio, dry matter content of the fresh mass, and underlying soil depth to determine N-fertilizer requirements (N_{\min} soil sampling depth). The project allowed for the original basic data list for fertilizers published in Bavaria to be expanded by 30 new crops.

Additional datasets were defined for example for kitchen herbs such as dill, parsley, and chives that are produced for drying or freezing. Their mode of production needs a different cutting regime and thus also requires a different fertilization regime compared to the specifications (related to fresh-market herbs) of the fertilization regulation. In addition, for caraway, a dataset was compiled for the two-year cultivation method.

Further data were collected for the leaf-stem ratio of selected medicinal and aromatic herbs, and the nutrient content of herb stems that are separated during processing was determined for potential reuse as organic fertilizer. These data were urgently needed to provide orientation values for the calculation of the farm-related yield to enable production and processing companies to efficiently plan their fertilization procedures.

The basic data list for fertilization was agreed upon with colleagues from various federal states and was made available to the specialist departments involved nationwide. The revision of the basic fertilizer data together with the cooperation partners helped to create a solid foundation for a harmonized implementation of the new fertilizer regulation. However, its application must still be implemented by the responsible authorities in the respective federal states, and the state-specific regulations must be followed by the farmers.

With the improved database, usable since the 2021/22 fertilization season, fertilization planning in operational practice will be even more reliable. It can be implemented for a wide range of farm-specific yields, for desired qualities and for nutrient balancing. Overestimation of the N- or P-requirement can also be avoided more reliably in the future, helping to prevent environmentally harmful nutrient losses. It is furthermore expected that this will reduce the overall need for consultation, for example in individual farm assessments, both during fertilization planning and in future controls.

3 Einführung

Die bedarfs- und umweltgerechte Düngung der Kulturen auf landwirtschaftlich und gartenbaulich genutzten Flächen, wurde mit der Düngeverordnung (DüV) von 2017 neu geregelt (VO vom 26. Mai 2017 und 30. April 2020). Unter anderem muss seit 2018 zu Beginn eines Düngjahres der N- und P-Düngebedarf in der Landwirtschaft und im Gartenbau ermittelt und schriftlich dokumentiert werden. Hierfür enthält die DüV Vorgaben für die wichtigsten Kulturen, für alle anderen Fruchtarten werden von den zuständigen Stellen die Düng-Basisdaten bereitgestellt. Bei diesen Basisdaten handelt es sich um Nährstoffbedarfsdaten, aus denen nach Anpassungen an die schlag- und betriebsspezifische Situation der Düngbedarf berechnet wird. Sie dienen als Grundlage für alle Berechnungen zur Düngbedarfsermittlung. Um die geplante Düngung auf den Bedarf der jeweiligen Kultur abzustimmen, sind viele Parameter des Nährstoffaustauschs zwischen Boden und Pflanze (siehe Abb. 1) zu berücksichtigen.

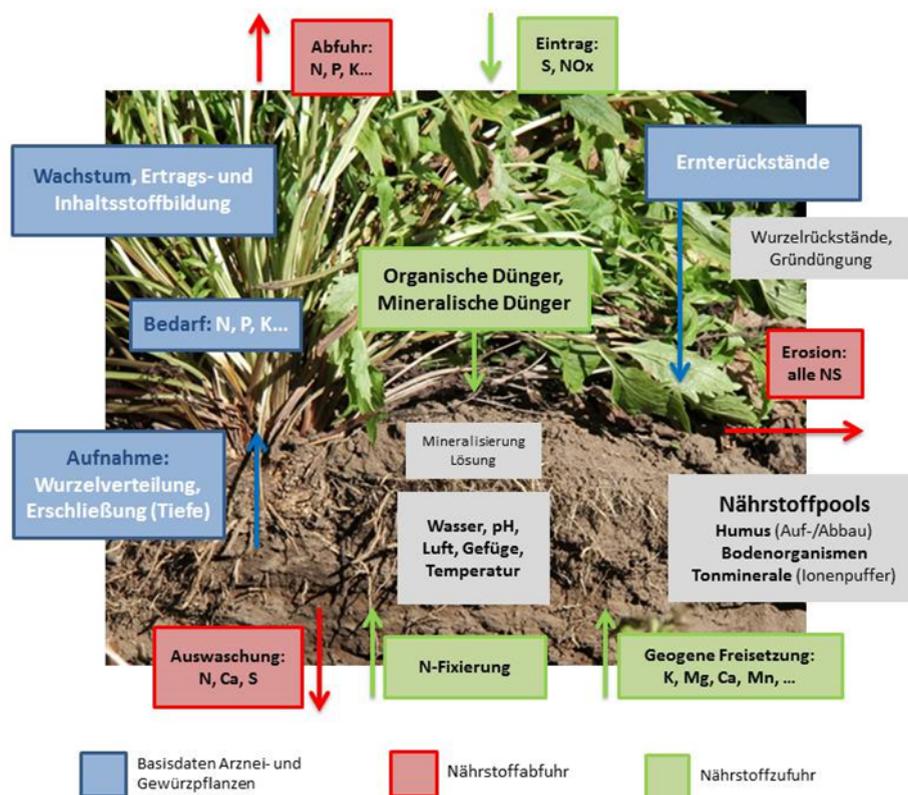


Abb. 1: Die Basisdaten im Kontext der Nährstoffdynamik im Boden (H. Heuberger und M. Baier, 2019)

Die bedarfsgerechte Düngung ist essenziell, da ansonsten das Überangebot an Nährstoffen, besonders N und P, ausgewaschen bzw. über Bodenerosion ausgetragen wird und sich dies umweltbelastend auf das Grundwasser bzw. die Fließgewässer auswirken kann. Aber nicht nur für die Umwelt wirkt sich eine Überdüngung schädlich aus. Auch für das Wachstum und die gewünschte Qualität der Kulturen ist eine optimale Versorgung anzustreben und

sowohl eine Überdüngung als auch eine Nährstoffunterversorgung zu vermeiden. Wenn im Falle einer Unterversorgung die Kultur nicht abgeerntet werden kann, verbleiben die Nährstoffe ungenutzt im Feld, was das Risiko des Nährstoffaustrags in die Umwelt erhöht.

In den Düng-Basisdaten für Arznei- und Gewürzpflanzen (Basisdaten Tabellen 1d und 9d der LfL <https://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/031245/index.php>) sind folgende Informationen enthalten:

- Entzugszahlen für N, P₂O₅, K₂O und MgO je 100 dt abgefahrenes Haupt- und Nebenernteprodukt sowie für oberirdische Ernterückstände
- Durchschnittlicher Ertrag (Standardertrag)
- Eintrocknungsverhältnis (EV)
- N-Bedarfswert
- N_{min}-Bodenprobenahmetiefe

4 Material und Methoden

4.1 Kooperativer Ansatz

Das Projekt zur Optimierung der Dünge-Basisdaten war von Anfang darauf ausgelegt, dass der Großteil der Untersuchungen an der LfL in Bayern stattfinden sollten. Dass aber gleichzeitig Partner aus dem ganzen Bundesgebiet „ins Boot“ geholt werden sollten, um eine möglichst große geographische Bandbreite und Vielfalt der Kulturen und Kulturverfahren abdecken zu können. Gleichzeitig bestand die Hoffnung, dass weitere Kapazitäten an Ressourcen (Personal, Labor) integriert werden könnten, um die Daten zu erheben und auch um sie gemeinsam auszuwerten und für eine bundesweite Anwendung abzustimmen.

Daher wurde in bundesweiten Veranstaltungen und Gremien zur Kooperation aufgerufen. Zudem wurden bekannte Fachkollegen im Bereich Arznei- und Gewürzpflanzen oder Düngung von Gemüse und anderen Sonderkulturen zur Mitwirkung angefragt.

Im Laufe des Projekts wurde ein Kooperationsnetzwerk etabliert, das an der Entwicklung des Konzepts, der Datenbereitstellung, Probenbereitstellung und der Abstimmung der Basisdaten beteiligt war. Vertreter folgender Einrichtungen und Firmen waren in der einen und/oder anderen Weise beteiligt: Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau, Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinland-Pfalz, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau Baden-Württemberg, Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt, Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft und Ländlichen Raum, Sächsisches Ministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Landesanstalt für Wein- und Gartenbau Bayern, AELF Fürth, Kitzingen, Pfaffenhofen und Nördlingen, Universität Bonn, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, SALUS Haus, Bolap, PHARMAPLANT, agrimed, Bionorica, Martin Bauer Group, ESG Kräuter, Waldland, Verein zur Förderung des Arznei- und Gewürzpflanzenanbaus in Bayern e. V. sowie der unabhängige Berater A. Kienast.

4.2 Bedarfsanalyse

Die große Vielfalt der im Arznei- und Gewürzpflanzensektor angebaute Kulturen zeigt sich in der Liste der in den Düngebasisdaten aufgeführten Arten, zum Beispiel in den Tabellen 1d und 9d der LfL (LfL 2018 und folgende). Da es sich meist um Sonderkulturen handelt, die im Vergleich zu den Ackerbaukulturen nur auf wenigen Hektaren angebaut werden, beruhte die Datenlage der Düngebasisdaten bislang auf Analyseergebnissen, die im Zuge von Anbauversuchen von staatlichen und privaten Forschungsstellen erarbeitet und als Sammlungen oder artspezifisch publiziert (Holz 2010, Bomme und Nast 1998, Hoppe 2012, Hoppe 2013, Anbautelegramme Thüringen) oder in Düngungsplanungsprogramme integriert wurden (z.B. „Düngung BW“ aus Baden-Württemberg, „LfL-Düngerbedarf“ aus Bayern, Excel-Programm „DBE-Betrieb GemüseErdbeereAckerbauH&G“ aus Rheinland-Pfalz, „Düngerbedarfsrechner“ des LLH in Hessen, „N-Expert“ des Leibniz-Instituts für Gemüse- und Zierpflanzenbau e.V. etc.). Zur Umsetzung der Düngungsverordnung ab Düngungsjahr 2018 wurden diese Daten von der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) in Abstimmung mit anderen zuständigen Landesstellen (v.a. Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz, Sachsen-Anhalt) gesichtet und umgerechnet, sowie für Kulturen ohne Daten Schätzwerte entsprechender ähnlicher Kulturen entwickelt (Heuberger 2018, Heuberger 2019).

Zu Beginn des hier berichteten Projekts erfolgte 2019 zunächst eine weitere Datenrecherche zu in Deutschland angebauten Kulturen von Arznei- und Gewürzpflanzen, für die Düngebasisdaten von staatlicher Seite vorgehalten werden müssen. Dies erfolgte durch Auswertung von Fachliteratur, den erneuten Aufrufen bei Seminaren und Gremiensitzungen Kulturen mit fehlenden oder nicht-zutreffenden Daten zu melden sowie einer Expertenbefragung mit staatlichen und privaten Beratern und Forschungsstellen.

Auf dieser Grundlage erfolgte die Zusammenstellung der Kulturliste für die Probenerhebung. Gleichzeitig entstand dadurch ein Netzwerk an bundesweiten Kooperationspartnern, mit denen im Workshop „Dünge-Basisdaten bei Arznei- und Gewürzkräutern“ am 08. Mai 2019 in Freising die Kulturliste und der Probenplan beurteilt und abgestimmt wurde. Als Entscheidungshilfe zur Priorisierung der Kulturen diente der Entscheidungsbaum (siehe Abb. 2).

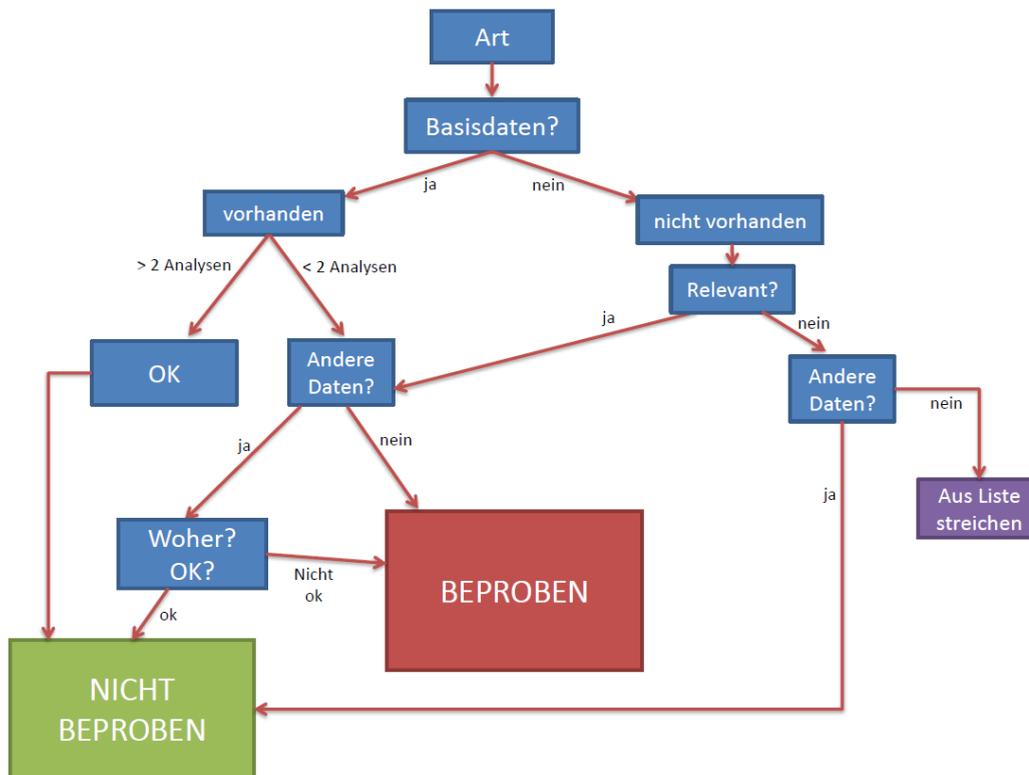


Abb. 2: Entscheidungsbaum für die Priorisierung der Arznei- und Gewürzpflanzenkulturen

Die unpriorisierte Kulturliste umfasste zu Beginn insgesamt 157 Arznei- und Gewürzpflanzenkulturen zur Bewertung. Es erfolgte die Streichung nicht relevanter Kulturen (kein Anbau in Deutschland) und die Priorisierung zur Datenerhebung anhand des Entscheidungsbaums für alle weiteren Arten. Außerdem wurden weitere Arten aus dem Beratungsumfeld der teilnehmenden KollegInnen aufgenommen.

Im Rahmen des Workshops wurden zudem Absprachen hinsichtlich der Kooperation unter allen Beteiligten aus den Bundesländern und aus den Verarbeitungsfirmen getroffen und vorhandene Daten abgeglichen. Sowohl bei der LWK Nordrhein-Westfalen, der Universität Bonn als auch beim DLR Rheinland-Pfalz standen begrenzte Kapazitäten zur Probennahme und beim DLR auch zur Analytik zur Verfügung, die ins Projekt eingebracht wurden. Daher wurde eine Anleitung zur Probennahme von Biomasse zusammengestellt, um die Proben

bei möglichst gleichen Bedingungen zu entnehmen. Zudem wurde eine Anleitung zum Einsenden von Rückstellmustern aus der Praxis (Anbau, Verarbeitung) erstellt.

Weitere Faustzahlen für die betriebsspezifische Düngebedarfsermittlung

Bei Küchenkräutern und manchen Teekräutern erfolgt die Entlohnung der Landwirte nach Gewicht der trockenen Blätter. Aus diesem Grund kennen die meisten Anbauer nur die Drogengewichte der Blätter nach der Verarbeitung, bei welchem ein entscheidender Teil des Krautaufwuchses (Stängel) bereits separiert wurde. Der Stängelanteil bleibt unbekannt und somit auch der gesamte Krautertrag samt Nährstoffentzug, der vom Feld abgefahren wurde. Diese entscheidenden Informationen werden aber für die Ermittlung der bedarfsorientierten Düngung benötigt. Für die Düngebedarfsermittlung werden realistische Stängelanteile und EV benötigt, um von den Daten der Blattdrogenerträge möglichst praxisnahe Krautfrischmasse-Erträge abzuleiten. Diese sind seitens der Behörde die Grundlage für die Festlegung des N-Bedarfswerts mit den zugehörigen Standarderträgen und Nährstoffgehalten in der Krautfrischmasse. Ebenso werden die Daten zur Ermittlung der betriebseigenen Erträge im Rahmen der Düngeplanung benötigt.

Doch nicht nur für die Festlegung und Anwendung des N-Bedarfswerts ist der Stängelanteil und dessen Nährstoffgehalt von Bedeutung. Die bei der Verarbeitung vor der Trocknung aussortierten Stängel werden aufgrund der Feldhygiene in der Regel auf einem anderen als dem Ursprungsschlag ausgebracht und gelten dadurch als organische Dünger. Auch für diesen organischen Dünger muss der Nährstoffgehalt bekannt sein und angerechnet werden, um eine bedarfsgerechte Düngung für die jeweilige Zielkultur durchführen zu können.

Um diese Informationslücken zu schließen, wurden 2020 im Rahmen einer Masterarbeit (S. Volkmer, TU München) auf verschiedenen Praxisbetrieben Erhebungen zum Blatt-Stängel-Verhältnis, zum Eintrocknungsverhältnis und zu den Nährstoffgehalten der Kräuterstiele von ausgewählten Gewürz- und Teekräutern durchgeführt. Folgende Kulturen wurden untersucht:

- Petersilie (*Petroselinum crispum* var. *Crispum* [Mill.] Nyman ex A.W. Hill)
- Dill (*Anethum graveolens* L.)
- Liebstöck (*Levisticum officinale* W.D.J. Koch)
- Schnittsellerie (*Apium graveolens*)
- Große Brennnessel (*Urtica dioica* L.)

Petersilie ist in Bayern mit rund 500 ha Anbaufläche (Bayerischer Gartenbaubericht 2020) und in Deutschland mit rund 1000 ha (Plescher et al. 2014) die wichtigste Gewürzkräuterkultur. Von Petersilie werden verschiedene Sortentypen angebaut. In der einjährigen Kultur werden je nach Schnittregime vier bis sechs Mal geerntet. Es wird erwartet, dass sowohl der Sortentyp als auch das Schnittregime einen Einfluss auf das Blattstängel-Verhältnis hat. Diese Einflussfaktoren sowie deren Relevanz für die Düngeplanung wurden daher in einem zweijährigen Feldversuch auf der Versuchsstation Baumannshof der BaySG untersucht.

N-Mineralisierung aus Ernterückständen. Bislang wird im Vollzug der DüV angenommen, dass aus Ernterückständen von Arznei- und Gewürzpflanzenkulturen keine nennenswerte, d.h. für die Folgekultur anrechnungswerte Menge an N mineralisiert wird. Um dies zu überprüfen wurden in Kulturen, die eine hohe Masse an Ernterückständen bzw. N-Fracht

hinterlassen, auf den Praxisschlägen zum Erntezeitpunkt im Herbst und vor der ersten Düngung im Frühjahr der Nmin-Gehalt im Boden bestimmt.

4.3 Gewinnung von Proben von Praxisflächen

An die Bedarfsermittlung schloss sich 2019 bis 2020 die Praxiserhebung bei den Anbaubetrieben durch Probennahmen aus den Kulturen an (siehe Kapitel 4.3.2). Diese ergab sich in Abhängigkeit von Erntezeitpunkt der verschiedenen Kulturen vor Ort. Hinzu kam 2019-2022 die Bereitstellung von Ernte- oder Rückstellmustern durch die Betriebe oder durch die abnehmenden Firmen. Hierbei wurden zunächst diejenigen Kulturen bevorzugt beprobt bzw. bemustert, welche mit hoher Priorität ausgewiesen wurden, da für diese keine bzw. unzureichende Daten vorliegen (Rote Kulturen). Aber auch „Gelbe Kulturen“ wurden systematisch beprobt und bemustert. Zur Ermittlung des Blatt-Stängel-Verhältnisses oder des Eintrocknungsverhältnisse wurden in begründeten Fällen auch „Grüne Kulturen“ bemustert.

Da es sich bei vielen Kulturen der Arznei- und Gewürzkräuter um seltene Nischenkulturen handelt, bei welchen kein jährlicher Anbau erfolgt, war es nicht in jedem Beprobungsjahr möglich, alle Kulturen mit mangelnder Datenlage zu beproben. Bei manchen Kulturen konnten auch bis 2021 keine Produzenten gefunden werden, so dass diese Kulturen entgegen der ursprünglichen Einschätzung doch nicht relevant zu sein scheinen. Diese Kulturen können bei Bedarf, d.h. auf Nachfrage in einer späteren Saison untersucht werden.

4.3.1 Auswahl der Betriebe

In Bayern sammelt der Verein zur Förderung des Arznei- und Gewürzpflanzenanbaus e. V. die Anbauflächen der Kulturen in den verschiedenen bayerischen Anbaugebieten. Diese Daten werden an der LfL gesammelt und archiviert, so dass darüber Zugang zu einer Vielzahl an Kulturen bzw. den anbauenden Betrieben entstand. Weitere Betriebe bzw. Kulturen waren der Projektleiterin durch die Beratungsarbeit im Allgemeinen und zur Umsetzung der Düngeverordnung im Speziellen bekannt. Weitere Betriebe, die relevante Kulturen anbauten, wurden durch die kooperierenden Länder- und Firmenvertreter erschlossen. Waren für eine Kultur mehr als zwei Betriebe bekannt (Zielumfang zur Beprobung), wurden möglichst geographisch diverse Betriebslagen ausgewählt und gegebenenfalls verschiedene Produktionsverfahren abgedeckt. Damit bestand die Chance bei bedeutenderen Kulturen (was der Anbau in mehr als 2 rasch zu findenden Betrieben nahelegt) die Bandbreite an Ertrag und Nährstoffgehalt zu erfassen. Insbesondere in der Pfalz und in Nordrhein-Westfalen wurden Muster aus Beständen für den Frischkräutermarkt oder für die Frostung gewonnen.

Weitere Betriebe konnten über „Mundpropaganda“ während der Betriebsbesuche zur Beprobung oder bei Gesprächen nach Vorträgen bzw. in Veranstaltungen durch die Projektbearbeiterin in Erfahrung gebracht werden.

Nach anfänglicher Skepsis der Landwirte gegenüber einer Datenerhebung im Zusammenhang mit der neuen Düngeverordnung, haben diese rasch sehr gut mit der Projektbearbeiterin zusammengearbeitet, sobald der Nutzen des Ergebnisses, nämlich praxistaugliche Düngebasisdaten, den Landwirten bewusst gemacht werden konnte.

Als sich im Sommer 2021 zeigte, dass für einige der zur Untersuchung vorgesehenen Kulturen keine Flächen bzw. Betriebe gefunden werden konnten, wurde in den Fachzeitschriften Gemüse (siehe Abb. 3), den Naturland Nachrichten und im Bioland Magazin aufgerufen,

etwaige Bestände oder Produktmuster zur Untersuchung zur Verfügung zu stellen. Die Resonanz war jedoch gering.

BEWÄSSERUNG & DÜNGUNG

Projekt zur Optimierung der Dünge-Basisdaten

Wissenslücken schließen

Die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) in Freising arbeitet in bundesweiter Kooperation an einem Projekt zur Optimierung der Dünge-Basisdaten bei Arznei- und Gewürzkräutern. Für dieses Projekt werden priorisiert Kulturen beprobt, für welche bisher keine ausreichenden Daten zur Verfügung stehen. Diese Proben werden in Praxisschlägen gezogen oder aus Rückstellmustern gewonnen und anschließend beim LfL-internen Labor auf Nährstoffgehalte (N, P, K, Mg, Ca, S) untersucht.

Auf Grundlage dieser Analyseergebnisse werden die Dünge-Basisdaten nach Bedarf und praxisnah angepasst. Maria Baier ist an der LfL mit der Projektbearbeitung betraut.

Ziel: Düngplanung verbessern

Das Ziel des Projekts ist die Verbesserung der Datenbasis für die bedarfs- und umweltgerechte Düngung der feldmäßig in Bayern angebauten Arznei- und Gewürzpflanzen. Dies umfasst die Erhebung von Entzugs- und Ertragszahlen für Kulturen, für die bislang keine Basisdaten oder nur Schätzwerte vorliegen, sowie für Kulturen, deren Basisdaten auf einer geringen Stichprobengröße oder einer geringen Standortrepräsentativität beruhen.

Umweltbelastungen vermeiden

Mit der verbesserten Datenbasis soll die Düngplanung für praxisübliche Erträge und notwendige Qualitäten sowie für die Nährstoffbilanzierung in der betrieblichen Praxis verlässlicher werden. Auch Überschätzungen sollen aufgedeckt und künftig umweltbelastende Verluste vermieden werden. Alle Analyseergebnisse der Beprobungen werden derzeit ausgewertet und mit den

kooperierenden Kollegen anderer Bundesländer abgestimmt. Auf dieser Grundlage werden die Dünge-Basisdaten optimiert und bundesweit veröffentlicht werden.

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Freising

Die Nachtkerze ist eine der Pflanzen, für die noch Daten gesucht werden.



Daten und Rückmeldung erwünscht

Der Betreuerin des Projekts, Maria Bauer, fehlen noch Daten zu einer Reihe von Kräutern. Für die Datenerhebung sucht sie noch Probenmuster von folgenden Kulturen:

- > Adonisröschen - *Adonis vernalis*
- > Belfuß - *Artemisia vulgaris*
- > Drachenkopf, Iberscher - *Lallemantia iberica*
- > Färberhunds kamille - *Anthemis tinctoria*
- > Färbekrapp - *Rubia tinctorum*
- > Färberknöterich - *Polygonum tinctorium*
- > Färberwaid - *Isatis tinctoria*
- > Goldmellisse - *Monarda didyma*
- > Lungenkraut - *Pulmonaria officinalis*
- > Nachtkerze - *Oenothera biennis*
- > Rainfarn - *Tanacetum vulgare*
- > Steinklee, Weißer - *Melilotus albus*
- > Schiefenblume, Bittere - *Iberis amara*

Wer diese Kulturen im Anbau hat, möchte sich bitte bei der Projektbetreuerin melden: Maria Baier, E-Mail: maria.baier@lfl.bayern.de, Mobil: 0173-5665030.

LfL

Noch mehr Informationen

Weitere Informationen zum beschriebenen Projekt finden Sie hinter dem QR-Code links. Die Tabellen mit den aktuellen Düng-Basisdaten für Arznei- und Gewürzkräuter (Bayern) sind rechts hinterlegt.



Abb. 3: Aufruf in Praxis-Fachzeitschriften, hier „Gemüse“, Daten oder Muster von noch nicht untersuchten Kulturen für die Basisdatenoptimierung zur Verfügung zu stellen

4.3.2 Probenzug, Bemusterung und Probenaufbereitung

Die Entnahme der Biomasse-Proben für die Ermittlung der Nährstoffgehalte und -entzüge erfolgte zum einen auf Praxisbetrieben, zum anderen wurden Proben aus Versuchen von staatlichen und privaten Forschungsstellen verwendet. Die Durchführung der Praxiserhebungen geschah von allen beteiligten Kooperationspartnern einheitlich entsprechend des beim Workshop am 08.05.19 erarbeiteten Leitfadens (siehe Anhang 7.2). Die Probennahme von Biomasse fand zum jeweiligen Erntezeitpunkt der Kultur statt. Bei der Entnahme der Proben wurde darauf geachtet, dass das zu untersuchende Material nicht verändert oder verunreinigt wird. Bei jeder Kultur wurden viermal eine Fläche von mind. 0,5 m² beerntet, die Frischmasse bestimmt und eine Mischprobe von einem Kilogramm entnommen. Bei Bedarf erfolgte anschließend die grobe Zerkleinerung des frischen Ernteguts (siehe Abb. 4), um die Trocknungszeit und Handhabung zu erleichtern. Die Mischprobe wurde in einem Trocknungssieb im Trockenschrank bei 80 °C getrocknet und deren Drogengewicht samt Eintrocknungsverhältnis (EV) ermittelt. Bei den Ernteproben handelte es sich neben Kraut, Blüten und Wurzeln auch um Druschfrüchte.



Abb. 4: Vorbereitung einer Biomasse-Probe (Gerstengras) für die Trocknung

Bei Wurzel- und Druschkulturen wurden auch die Krauternterückstände und Druschrückstände untersucht. Dazu wurden von der entnommenen Stichprobe der Wurzelproben die Frischmasse der Krauternterückstände pro Pflanze bestimmt und bei den Druschfrüchten ebenfalls eine erntefähige Mischprobe der ganzen oberirdischen Pflanze vom Acker entnommen, mithilfe des Alledreschers Pelz K35 aufbereitet und in Samen und Strohrückständen aufgetrennt. Auf dieser Basis wurde der Biomasseanteil der Ernterückstände bestimmt. Bei den Erntestoppeln oder auch bei den Pflanzenwurzeln der Krautdrogen erfolgte aus arbeitstechnischen Gründen keine Untersuchung.

Für die Ermittlung des Blatt-Stängel Verhältnisses im frischen Kraut von Brennnessel, Dill, Liebstöckel, Petersilie und Schnittsellerie wurden die frischen Krautproben überwiegend auf Feldbeständen in Praxisbetrieben entnommen.



Abb. 5: Bestand eines Betriebes und Messen der Wuchshöhe

Pro Kultur wurden auf fünf, bei Brennnessel auf zwei verschiedenen Betrieben Krautproben entnommen. Die Entnahme der Krautproben fand zum betrieblichen Erntezeitpunkt der Kultur statt. Die Praxisbestände wurden vorwiegend beim ersten und nach Möglichkeit auch beim zweiten Schnitt im Jahr beprobt. Es wurde an verschiedenen Stellen die Bestandshöhe ermittelt (siehe Abb. 5), eine Stichprobe von jeweils 1 m einer Reihe aus dem Bestand entnommen und zu einer Mischprobe mit einem Gesamtgewicht von 1 kg zusammengefügt. Im Anschluss folgte, wie im Verarbeitungsbetrieb üblich, die Aufbereitung der Proben.

Um sowohl für die BSV-Praxiserhebung als auch im Petersilienversuch (siehe Kapitel 4.4) möglichst praxisnahe Daten zu generieren, wurde für die Blatt-Stängel-Trennung das frische Kraut mit dem Bandschneider Sormac BSM-150 in 2 cm lange Stücke geschnitten (siehe Abb. 6). Die Krautstücke wurden in einem Saugluft-Stufensichter (Baureihe „Pelz“ Typ 2, Baumann Saatzuchtbedarf; Abb. 7) durch ein Luftstromverfahren in Blätter und Stängel aufgetrennt. Die Frischmasse der Fraktionen sowie das Drogengewicht nach Trocknung im Trockenschrank bei 80°C wurde erfasst. Infolgedessen wurde das Blatt-Stängel- und das Eintrocknungsverhältnis berechnet. Die getrockneten Fraktionen wurden im Labor auf Nährstoffgehalte untersucht.

Zusätzlich zu den im Feld entnommenen Ernteproben, wurden von landwirtschaftlichen Produzenten und von Verarbeitern Drogenmuster (mind. 300 g Probenmenge) für die Nährstoffgehaltsuntersuchungen zur Verfügung gestellt.



Abb. 6: Schneiden der Pflanzenproben in der Bandschneidemaschine mit Förderband



Abb. 7: Separieren von Blättern und Stängeln mit dem Saugluft-Stufensichters und vorge-schaltetem Kompaktförderer mit Schüttelrinne

Sowohl für die selbst entnommenen Proben als auch bei den Erntemustern der Betriebe wurden anhand des Probenbegleitscheins und eines Fragebogens „Kultur-Charakteristika“ (siehe Anhang 7.2) zusätzliche Informationen zum Kulturbestand der jeweiligen Pflanzenprobe erfasst: vorgenommene Düngung, Bodenart, Anzahl der Schnitte und Ertragsmengen.

Die getrockneten Pflanzenmuster wurden an die LfL Abteilung Qualitätsuntersuchung zum Vermahlen und zur Untersuchung auf Nährstoffgehalte und Restfeuchte übergeben (siehe Kapitel 4.7)

Bei den Kulturen Meisterwurz, Engelwurz, Bärwurz und Baldrian, bei deren Wurzernte kleinere oder größere Mengen an Krauterückständen mit entsprechender N-Fracht anfallen, wurden auf Praxisschlägen dieser Kulturen zum Erntezeitpunkt im Herbst 2019 und vor der ersten Düngung im Frühjahr 2020 Bodenproben in 0-30 und 30-60 cm Tiefe gezogen. Die im Herbst beprobte Fläche wurde unterteilt und die Ernterückstände belassen bzw. entfernt. Im Frühjahr wurden Bodenproben von den Teilflächen entnommen. Der N-Gehalt der Ernterückstände wurde bestimmt. Die Bodenproben wurden bei LfL AQU auf ihren N_{\min} -Gehalt untersucht (siehe Kapitel 4.6). Die Differenz zwischen den N_{\min} -Gehalten im Herbst und denen im Spätwinter wurde als Anhaltspunkt für die N-Mineralisierung herangezogen. Da die Landwirte spätestens im Spätwinter die Grundbodenbearbeitung vornehmen, war es erforderlich, die zweite Probenahme sehr früh anzusetzen. Für eine weitere Probenahme wäre der Untersuchungsort nicht mehr auffindbar gewesen. Auf Grund dieser Limitierungen und sehr geringer N_{\min} -Unterschiede zwischen Herbst und Spätwinter wurde diese Untersuchung im Winter 2020/21 nicht wiederholt.

4.4 Feldversuch: Blatt-Stängelverhältnis und EV in Abhängigkeit von Sortentyp und Schnittregime bei Petersilie

In einem Feldversuch mit der für Bayern und Deutschland bedeutenden Kräuterkultur Petersilie sollten folgende Fragen geklärt werden:

- Welche Auswirkungen haben unterschiedliche Bestandshöhen zur Ernte (Schnittregime) und Sortentypen auf das Blatt-Stängel-Verhältnis (BSV) von Petersilie?
- Wie unterscheidet sich der Nährstoffentzug durch die verschiedenen Wuchshöhen und Wuchseigenschaften der Sorten?
- Müssen die Orientierungswerte für das Blatt-Stängel- und das Eintrocknungsverhältnis nach Sorten und Schnittregime differenziert werden?
- Gibt es eine ideale Bestandshöhe zur Ernte im Hinblick auf hohe Blattanteile (hohes BSV) und einen hohen Gesamt-Blattertrag (ganze Saison)?

Der Feldversuch wurde 2019 und 2020 auf der Versuchsstation Baumannshof der Bayerischen Staatsgüter (BaySG; Manching, Lkr. Pfaffenhofen) als zweifaktorielle randomisierte Blockanlage mit drei Wiederholungen durchgeführt. Für die Prüfung der Sortentypen wurden die in der Praxis häufig genutzten Sorten Argon (Sortentyp Einfacher Schnitt), Peione (Sortentyp Gigante) und Orfeo (Sortentyp Mooskrause) ausgewählt. Als Ziel-Bestandshöhen waren 15 cm, 20 cm oder 25 cm vorgesehen.

Mit einer Präzisionssämaschine wurde am 04.04.2019 bzw. 06.04.2020 das Petersiliensaatgut 4-reihig mit einem Reihenabstand von 30 cm und der Saatstärke 12 kg/ha ca. 1,5 cm tief ausgesät. Die Parzellengröße betrug 12 m² und wurde ohne Randreihen angelegt. Düngung. Nach Bedarf wurde Überkopf mit einem Düsenwagen beregnet.



Abb. 8: Beerntung des Petersilie-Feldversuchs mit dem Hege Grünguternter

Die Höhe der Petersilienbestände wurde regelmäßig mit Hilfe einer Kunststoffscheibe und mittigem Meterstab ermittelt (siehe Abb. 5, Kapitel 4.3.2). Das Kraut der jeweiligen Variante wurde bei Erreichen der vorgesehenen Bestandshöhe in einer Schnitthöhe von 5cm mit dem Hege Parzellen Grünguternter geerntet (siehe Abb. 8). Da witterungs- und arbeitstechnisch bedingt nicht immer genau zur vorgesehenen Bestandshöhe geerntet werden konnte, wurde bei allen Schnitterminen die Bestandshöhe an 5 Punkten pro Parzelle ermittelt. Bei jedem Erntetermin wurde die Krautfrischmasse erfasst. Aus dem Erntegut des 1., 2. und letzten Schnitts wurden 1 kg frisches Kraut je Parzelle entnommen und an diesen der Blatt- und Stängeldrogenertrag, Blatt-Stängel-Verhältnis (frisch, Droge), das Eintrocknungsverhältnis (Blatt, Stängel) und die Nährstoffgehalte von Blättern und Stängeln ermittelt (Methode siehe Kapitel 4.5). Aus Kapazitätsgründen konnten nicht alle Ernteschnitte in dieser Intensität ausgewertet werden. Nach Praxiserfahrungen kann der zweite Schnitt als repräsentativ für die weiteren Schnitte in der Hauptwachstumsphase im Sommer betrachtet werden.

Die Aufbereitung in Form der Blatt-Stängel-Trennung wurde aus arbeitstechnischen Gründen nur beim ersten, zweiten und letzten Schnitt der jeweiligen Variante durchgeführt, da bei diesen Schnitten aufgrund der Etablierung des Pflanzenbestandes (erster und zweiter Schnitt) und der veränderten Tag-Nachtlängen im Laufe der Saison (letzter Schnitt) die deutlichsten Unterschiede zu erwarten sind.

4.5 Bestimmung der Nährstoffgehalte in pflanzlicher Matrix

Im Anschluss an die Probenaufbereitung wurden Drogenmuster an der LfL bzw. die Drogenmuster des Dienstleistungszentrums Ländlicher Raum Rheinland-Pfalz wurden am Institut für Agrar- und Umweltanalytik (Freyburg, Rheinland-Pfalz) nach DIN- und VDLUFA Methoden auf ihren Gehalt an N, P, K, Ca und Mg, sowie bei Apiaceen, Brassicaceen und *Allium*-Arten auch der S-Gehalt untersucht sowie bei allen Mustern der Restfeuchtegehalt ermittelt.

Die Bestimmung der Elemente K, Mg, Ca, P und S erfolgte mit ICP-OES nach einem Aufschluss der fein vermahlene Probe in Königswasser entsprechend der Methode des VDLUFA Methodenbuchs Band II.1 „Untersuchung von Düngemitteln“ und „Bestimmung von Mikronährstoffen in Düngemittelextrakten“, 7. Ergänzung 2019, 4.2.4 bzw. Methode 9.5.1 und nach der DIN EN 16943:2017-07 (VDLUFA 1995).

Die Gehaltsbestimmung von N wurde durch Verbrennung in einem Elementaranalysator TruMac CNS der Fa. LECO Version 1.3x, nach DUMAS durchgeführt. Die Methode ist unter VDLUFA Methodenbuch Band III „Futtermittel“, 5.Erg. 2004, 4.1.2 und für Lebensmittelzeugnisse unter DIN EN ISO 16634-2:2016-11 beschrieben (VDLUFA 1976).

Die Restfeuchte wurde gravimetrisch nach Rücktrocknung bis zur Gewichtskonstanz bestimmt (VDLUFA Methodenbuch Band III „Futtermittel“, Methode 3.1) (VDLUFA 1976).

4.6 Bestimmung des N_{\min} -Gehalts im Boden

Die Bodenproben wurden bis zur Untersuchung eingefroren. Die Bestimmung der Gehalte an Nitrat und Ammonium erfolgte nach den Methoden aus dem VDLUFA Methodenbuch Band I, „Die Untersuchung von Böden“ (VDLUFA 1991):

- Abschnitt A 6.1.2.1, 3. Teillieferung 2002, „Bestimmung von Ammonium-Stickstoff durch Continuous-Flow-Analyse“ (CFA; CF-Analyzer der SEAL Analytical GmbH)
- Abschnitt A 6.1.4.1, 3. Teillieferung 2002, „Bestimmung von mineralischem Stickstoff (Nitrat und Ammonium) in Bodenprofilen (N_{\min} -Labormethode).

Dabei wurden Ammonium-N und Nitrat-N nach spezifischer Reaktion photometrisch bei 660 nm (Ammonium-N) bzw. 550 nm (Nitrat-N) detektiert.

Unter Annahme einer durchschnittlichen Bodendichte von $1,4 \text{ g/cm}^3$ und einem angenommenen Trockensubstanz-Gehalt (TS-Gehalt) von 81 % Frischboden wurde auf den Gehalt von $\text{NH}_4\text{-N}$ bzw. $\text{NO}_3\text{-N}$ je ha und je Bodenschicht hochgerechnet. Bei augenscheinlich nasserem Böden wurde der Bodenwassergehalt gravimetrisch nach VDLUFA Methodenbuch Band I „Die Untersuchung von Böden“, Kap. 2.1 ermittelt (VDLUFA 1991).

4.7 Auswertung

4.7.1 Aufbereitung der Erhebungs- und Labordaten

Für jedes in der Praxiserhebung an der LfL oder am DLR untersuchte Muster wurden die Labordaten in % Nährstoffgehalt bezogen auf die Trockenmasse hochgerechnet auf den Nährstoffgehalt in der Frischmasse in kg Nährstoff in Oxidform je 100 dt Frischmasse (FM). Dazu wurden der Restfeuchtegehalt in der Droge, der Umrechnungsfaktor von Element zu Oxidform eines Nährstoffs, sowie das ermittelte, vom Betrieb genannte oder von EUROPAM abgeschätzte Eintrocknungsverhältnis herangezogen (Novak 2018).

Die Nährstoffmengen je 100 dt FM von Haupternteprodukt und gegebenenfalls von Nebenernteprodukt und/oder Ernterückständen (auf dem Acker verbleibend) eines untersuchten Bestands wurden in einer Tabelle zusammengeführt, die in ihrer Struktur und Funktion der „Basisdaten-Grundtabelle“ von LfL IAB 3d für alle Kulturen des Ackerbaus entspricht. Der Frischmasseertrag von Haupt- und Nebenernteprodukt (in der Regel Ernterückstände) in dt/ha eines Feldbestands bzw. einer Erntecharge wurde entweder auf der Basis der entnommenen Stichproben oder aus den Drogenerträgen des betreffenden Schlags oder Betriebs sowie aus einem der oben genannten Eintrocknungsverhältnissen errechnet.

4.7.2 Festlegen der Düngebasisdaten

Die Basisdaten für die (bayerischen) Tabellen 1d und 9d für die Arznei- und Gewürzpflanzen (LfL 2022a) wurden in einem bundesweiten Abstimmungsprozess festgelegt. Dazu wurden im ersten Schritt die, wie in Kapitel 4.7.1 beschrieben, erstellten Basisdaten-Grundtabelle für alle im Projekt untersuchten Kulturen an die Kooperationspartner verschickt, mit der Bitte um Ergänzung, Plausibilitätstest, Abgleich mit den Erfahrungswerten aus der eigenen (Beratungs)Praxis etc. entweder in Schriftform oder im Rahmen der folgenden Workshops.

Der zweite Schritt war die gemeinsame Beratung der Datensätze für jede Kultur in insgesamt vier mehrstündigen Online-Workshops. Die Bewertung der erhobenen Daten in der Basisdaten-Grundtabelle erfolgte im Vergleich mit den Erfahrungswerten aus der Praxis. Bei jeder Kultur, von der mehrere Datensätze vorlagen, wurde für alle relevanten Parameter der Mittelwert bzw. der Median gebildet, um mögliche Ausreißer zu neutralisieren und die Werte noch zuverlässiger zu machen. Die Ausreißer in den Nährstoffgehalten, Entzügen, Erträgen oder Eintrocknungsverhältnissen wurden auf ungewöhnliche Anbaubedingungen hin überprüft, was zum Ausschluss von Daten aus nicht repräsentativen Situationen wie zum Beispiel starke Mindererträge durch Trockenheit führte. Fehlten z.B. bei den untersuchten Produktmustern (Rückstellmuster) die Nährstoffgehalte oder Erträge der Nebenernteprodukte, wurden diese aus den anderen Datensätzen einer Kultur ergänzt.

Die Festlegung des Frischmasse-Standardertrages einer Kultur erfolgte auf der Basis des ermittelten und festgelegten Eintrocknungsverhältnisses sowie der errechneten Drogenerträgen aus den

Erhebungen, ergänzt durch Literaturdaten und Erfahrungswerte zu den Drogenerträgen aus der (Beratungs-)Praxis. Außerdem wurden die Ertragserwartungen in unterschiedlichen Anbausystemen z.B. frische Küchenkräuter oder getrocknete Küchenkräuter abgeglichen. Da für die Arznei- und Gewürzpflanzenkulturen in Bayern die Anpassung der betriebseigenen Erträge auf maximal +20% begrenzt ist, erfolgte für die Standarderträge bei Bedarf ein Zuschlag zu dem ermittelten Mittelwert und Median.

Der N-Bedarfswert (kg N/ha) für eine Kultur wurde errechnet aus der Summe der N-Entzüge des Haupternteprodukts, des Nebenernteprodukts und/oder der Ernterückstände, die sich aus den mittleren Nährstoffgehalten und den festgelegten Standard-Frischmasseerträgen ergeben, zuzüglich eines abgeschätzten unvermeidbaren und für die Qualitätserreichung notwendigen N_{\min} -Rests im Boden.

Die N-Bedarfswerte und Standarderträge wurden auf die nächste 5er Stelle ab- bzw. aufgerundet. Bei Kulturen mit einer sehr niedrigen Ertragserwartung der Frischmasse (bis 20 dt/ha) erfolgte keine Rundung. Die Eintrocknungsverhältnisse wurden auf eine Dezimalstelle gerundet.

Zudem wurde die Bodentiefe für den bei der Düngedarfsermittlung anzurechnenden N_{\min} -Gehalt zu Kulturbeginn festgelegt und der Trockenstanzgehalt der Frischmasse auf der Basis der LabortS und des Eintrocknungsverhältnisses berechnet.

4.7.3 Festlegung der Faustzahlen aus der Blatt-Stängel Praxiserhebung

Faustzahlen für die Ermittlung des betriebsspezifischen Ertrags

Für die Kulturen Brennessel, Dill, Liebstöckel, Petersilie und Schnittsellerie wurde der Mittelwert der Blatt-Stängel-Verhältnisse auf Basis der Frischmasse und auf Basis des Drogengewichts berechnet. Zudem wurden die Mittelwerte der Eintrocknungsverhältnisse für die Blattspreite und die Stängel dieser Kulturen berechnet. Auf dieser Basis wurde ein Berechnungsschema für die Ermittlung des betriebsspezifischen Frischmasseertrags – ausgehend vom Blattdrogenertrag – entwickelt.

Definition der Kräuterstiele aus der Verarbeitung als Organischer Dünger

Für jede der oben genannten 5 Kulturen sowie für Zitronenmelisse (Daten aus Basisdatentabelle 1d) wurde die Stickstofffracht der Stängel, die in Bayern bei der Verarbeitung potenziell anfallen, abgeschätzt. Dazu wurden die Stickstoffgehaltsdaten der Kräuterstängel, das Blattstängelverhältnis, der durchschnittliche Flächenertrag und die Anbaufläche der Kultur in Bayern herangezogen. Entsprechend des Anteils an der Stickstofffracht der Kräuterstängel-Arten wurde ein gewichteter mittlerer Stickstoffgehalt der Stängel über alle 6 Kräuterkulturen berechnet.

Die P-, K- und Mg-Gehalte der Kräuterstängel aus der Verarbeitung unterscheiden sich nur marginal unter den untersuchten Arten. Daher wurde bei diesen auf eine mengenbezogene Wichtung verzichtet.

4.7.4 Statistische Auswertung

Die statistische Verrechnung der Daten des zweifaktoriellen Petersilienversuchs wurde für die beiden Versuchsjahre 2019 und 2020 getrennt vorgenommen. Die Verrechnung für 2019 erfolgte im Rahmen der Masterarbeit von Selina Volkmer an der TU München (Betreuung Dr. Sabine von Tucher, Lehrstuhl für Pflanzenernährung) mit Hilfe der Anwendung SPSS. Im Sinne der Kontinuität wurde auch die Auswertung der Daten aus 2020 in Zusammenarbeit mit der TU München durchgeführt.

Die Daten des frischen Krautertrags (FM), der Blatt- und Stängelträge (FM und TM) und des Blatt-Stängel-Verhältnisses (basierend auf FM) des Petersilienversuchs wurden mit dem Statistikprogramm SPSS (SPSS Statistics, Version 28.0.0.0, IBM, USA) varianzanalytisch ausgewertet. Die 2019 im Versuch enthaltene Variante 10 cm Bestandshöhe konnte (fast) nie zur vorgesehenen Bestandshöhe beerntet werden. Daher wurde diese Variante 2020 nicht wieder angelegt und deren Daten aus dem Jahr 2019 von der Auswertung ausgeschlossen.

Zunächst wurde eine univariate zweifaktorielle Varianzanalyse für die Faktoren Bestandshöhe und Sorte als feste Faktoren und mit den Ertragsdaten als abhängige Faktoren durchgeführt. Nach Überprüfung der Normalverteilung der Ergebnisse und der Homogenität der Varianzen mit Hilfe eines Levene-Tests und Begrenzen der Irrtumswahrscheinlichkeit auf $\alpha = 5\%$, werden über paarweise Mehrfachvergleiche mit Hilfe eines Tukey-HSD oder LSD-Tests die Mittelwertdifferenzen aller möglichen Paare von Gruppen auf ihre statistische Signifikanz überprüft.

Die statistische Auswertung erfolgte zum einen für die Bestandshöhen (15 cm, 20 cm und 25 cm) gemittelt über die drei Sorten pro Schnitt. Zum anderen wurde jeder Schnitt mit den jeweiligen, dazugehörigen Bestandshöhen einzeln analysiert, um Unterschiede zwischen den Sorten hinsichtlich der o.g. Ertragsdaten herauszufinden. Dies geschah mittels einer einfaktoriellen Varianzanalyse nach der gleichen Vorgehensweise wie oben beschrieben, nur dass ein Test auf Normalverteilung des gespeicherten standardisierten Residuums nach der ANOVA bei jeder einzelnen Höhe erfolgt.

Weitere Details sind in der Masterarbeit von S. Volkmer (2021) erläutert.

5 Ergebnisse

5.1 Untersuchte Kulturen

Der Workshop am 08.05.2019 ergab eine Kulturliste von 164 Kulturen, von denen 40% als „Rote Kulturen“ (=unbedingt beproben), 20% als „Gelbe Kulturen“ (=in geringem Umfang/bei Gelegenheit beproben) und 40% als „Grüne Kulturen“ (=keine Beprobung erforderlich) priorisiert. 17 Kulturen wurden als „kein Anbau in Deutschland“ bewertet, jedoch konnten im Lauf der drei Jahre doch Anbauflächen von z.B. Andorn, Odermennig oder Benediktenkraut gefunden und beprobt werden. In der Eingruppierung der Roten und Gelben Kulturen waren auch einige Kulturen enthalten, für die bisher keine Basisdaten publiziert waren. Die Liste ist im Anhang Kapitel 7.1, Tab. 8 einzusehen.

Während der Laufzeit des Projekts (2019-2021) erfolgte die Beprobung von 93 verschiedenen Kulturen und die Analyse von 693 Proben (einschließlich Blatt-Stängel-Untersuchungen aus Praxisflächen, vgl. Kapitel 5.2.2). Dabei wurden die Kulturen in einem oder in mehreren Beständen beprobt. Die Erhebung erfolgte in insgesamt 34 konventionell und 32 ökologisch wirtschaftenden Praxisbetrieben mit Schwerpunkt in Bayern sowie über die Kooperationspartner in Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz, Nordrhein-Westfalen und Österreich. Weitere Muster samt Ertragsdaten wurden von landwirtschaftlichen Betrieben und Verarbeitern zur Verfügung gestellt. Die Proben wurden auf ihren Gehalt an N, P, K, Ca und Mg, sowie Arten der Brassicaceen, Apiaceen und Alliaceen auch auf den S-Gehalt nach DIN-Methoden und Methoden des Verbandes Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) untersucht. Die Erträge der beprobten Ernteprodukte und gegebenenfalls der Ernterückstände wurden aus den Beständen ermittelt oder von den Betrieben angegeben.

Von folgenden Kulturen konnte keine Anbaufläche zur Beprobung gefunden werden: Adonisröschen, Beifuß, Färberhundskamille, Färbekrapp, Färberknöterich, Roter und Wolliger Fingehut, Goldmelisse, Echtes Herzgespann, Holunder, Hunds-Rose, Kalmus, Gemeine Königskerze, Lein, Leuzea, Echtes Löffelkraut, Lungenkraut, Luzerne, Mäusedorn, Mutterkorn, Quendel, Rainfarn, Reif-Weide, Pharmaweide, Seifenkraut, Roggen-Pollen, Taigawurzel, Waldmeister, Eingrifflicher Weißdorn und Yacon. Bisher in den Tabellen 1d und 9d stehende Arten ohne Flächen-Nutzungscode, für die lediglich Schätzwerte angegeben waren, wurden aus den Tabellen herausgenommen. Sobald ein Anbau bekannt wird, können von diesen im Rahmen der Beratung Proben entnommen oder angenommen, untersucht und Basisdaten definiert werden. Andere Arten, wie Hanf oder Buchweizen, die nicht originär zu den Arznei- und Gewürzpflanzen gehören, wurden in die Tabellen der Ackerbaukulturen verschoben bzw. mit den dortigen Werten abgeglichen.

5.2 Nährstoffgehalte in den Ernteorganen und Ernterückständen

5.2.1 Nährstoffgehalte und Festsetzung der Basisdaten

Das erste wichtige Ergebnis des Forschungsprojekts sind die Nährstoff- und Ertragsdaten der einzelnen Datensätze der Praxiserhebung sowie die flankierenden Informationen zu Standort und Anbauverfahren. Auf Grund der riesigen Menge an Daten und Datensätzen macht es wenig Sinn, diese im Rahmen des Berichts darzustellen.

An dieser Stelle werden beispielhaft die Daten und die Datenauswertung für die Kulturen Dost und Färberdistel vorgestellt. Die Labordaten aller Muster für die Reinnährstoffe sowie die berechneten Nährstoffgehalte in der Frischmasse der untersuchten Pflanzenproben sind

in Abb. 9 oben dargestellt. Die weiteren Daten, nämlich die Nährstoffgehalte im Nebenern-
teprodukt, was im Fall der Färberdistel das Stroh (Ernterückstand) ist, die ermittelten bzw.
erhaltenen Ertragsdaten, die festgelegte Bodenprobenahmetiefe für den anzurechnenden
N_{min}-Gehalt des Bodens, der N-Bedarfswert, der N_{min} Mindestvorrat (unverzichtbarer N_{min}-
Rest nach der Ernte) das Eintrocknungsverhältnis (EV), die Labor Identifikationsnummer
(Labor-ID) und die Bemerkungen, die im Lauf des Workshops zu den einzelnen Mustern
oder Entscheidungsprozessen gemacht werden.

"Rote Kulturen" Düng-Basisdaten Nährstoffgehalte AuG

Kultur	Pflanzenteil	Stickstoff (% TS)	Phosphor (% TS)	Calcium (% TS)	Kalium (% TS)	Magnesium (% TS)	Schwefel (% TS)	TS-Gehalt (Labor) in %	Nährstoffgehalt Haupternteprodukt								Nährstoffgehalt kg/	
									N	P ₂ O ₅	P	K ₂ O	K	MgO	Mg	S	N	N
Dost, Oregano	Bühendes Kraut	1,07	0,15	1,08	1,86	0,30	0,07	92,14	0,23	0,07	0,03	0,48	0,40	0,11	0,06	0,07		
Bisherige Basisdaten Dost, Oregano	Bühendes Kraut								0,50	0,14	0,06	0,52	0,43	0,17	0,10	0,04		
Beschluss Dost, Oregano																		
Färberdistel	Samen	2,02	0,54	0,27	0,76	0,24	0,13	93,79	1,43	0,88	0,38	0,65	0,54	0,28	0,17	0,13		0,20
	Samen	1,76	0,38	0,17	0,65	0,19	0,11	94,78	1,24	0,61	0,27	0,55	0,46	0,22	0,13	0,11		0,13
	Samen	2,73	0,63	0,25	0,68	0,27	0,17	94,49	1,92	1,02	0,44	0,58	0,48	0,31	0,19	0,17		0,20
	Stroh, Samenernterückst.	0,92	0,19	1,48	2,30	0,14	0,07	91,94	0,33	0,16	0,07	1,00	0,83	0,08	0,05	0,07		
	Stroh, Samenernterückst.	0,61	0,05	1,05	1,67	0,08	0,05	91,66	0,33	0,06	0,03	1,09	0,90	0,07	0,04	0,05		
	Stroh, Samenernterückst.	0,91	0,10	1,67	1,22	0,23	0,08	92,00	0,49	0,12	0,05	0,79	0,66	0,21	0,12	0,08		
MW Färberdistel	Samen	2,17	0,52	0,23	0,70	0,23	0,14	94,35	1,53	0,83	0,36	0,59	0,49	0,27	0,16	0,14		0,38
	Stroh, Samenernterückst.	0,81	0,11	1,40	1,73	0,15	0,07	91,87	0,38	0,12	0,05	0,97	0,80	0,12	0,07	0,07		
Median Färberdistel	Samen	2,02	0,54	0,25	0,68	0,24	0,13	94,49	1,43	0,88	0,38	0,58	0,48	0,28	0,17	0,13		0,3309636
	Stroh, Samenernterückst.	0,91	0,10	1,48	1,67	0,14	0,07	91,94	0,33	0,12	0,05	1,00	0,83	0,08	0,05	0,07		
Bisherige Basisdaten Färberdistel	Samen								2,67	1,12	0,49	0,66	0,55	0,30	0,18	0,16		0,35
Beschluss Färberdistel	Stroh, Samenernterückst.								0,35	0,14	0,06	0,48	0,40	0,08	0,05	0,03		

"Rote Kulturen" Düng-Basis

Kultur	Pflanzenteil	Nährstoffgehalt kg/dt FM								Ertrag Haupter- nte- produkt dt/ha FM	Ertrag Krautru- ck- stände dt/ha FM	Bodenpr- o- nahmetie- fe in cm	Stickstoff- bedarfs- wert in kg N/ha	Mindest- vorrat kg N/ha	Labor-ID	Bemerkung	
		N	P ₂ O ₅	P	K ₂ O	K	MgO	Mg	S								
Dost, Oregano	Bühendes Kraut									120			68	40	5	EP1900643	Schwesheim?
Bisherige Basisdaten Dost, Oregano	Bühendes Kraut									120	30	100	40	5		TLLR 1998; Entzüge publiziert	Beproben wenn mögl., sonst D
Beschluss Dost, Oregano										120	30		40	5			
Färberdistel	Samen	0,20	0,09	0,04	0,60	0,50	0,05	0,03	0,07	41	203		118	20	1,5	EP1900665	Ertrag und EV überprüft und an
	Samen	0,13	0,02	0,01	0,44	0,36	0,03	0,02	0,05	21	70		55	20	1,5	EP1900667	
	Samen	0,20	0,05	0,02	0,32	0,26	0,08	0,05	0,06	41	135		124	20	1,5	EP1900669	
	Stroh, Samenernterückst.									203			87	20	3	EP1900666	
	Stroh, Samenernterückst.									70			43	20	2	EP1900668	
	Stroh, Samenernterückst.									135			86	20	2	EP1900670	
MW Färberdistel	Samen	0,38	0,12	0,05	0,97	0,80	0,12	0,07	0,07	34	136		123	20	1,5		
	Stroh, Samenernterückst.									136			51	2			
Median Färberdistel	Samen	0,3309636	0,1238532	0,054	0,99614	0,82946	0,08363162	0,050428	0,065	41	135		118	1,5			
	Stroh, Samenernterückst.									135			45	2			
Bisherige Basisdaten Färberdistel	Samen	0,35	0,14	0,06	0,48	0,40	0,08	0,05	0,03	15	150	60	113	20	5		Beprobung 2021 H.N. Verhältnis
Beschluss Färberdistel	Stroh, Samenernterückst.									150			53	5			Ertrag Saluplantia, NS -> Analyse
										40	60		120	20			Erträge und EV überprüft

Abb. 9: Ausschnitt aus der Basisdaten-Grundtabelle für die Kulturen Dost (*Origanum vulgare*) und Färberdistel (*Carthamus tinctorius*). Oben die Excel-Spalten A-S, unten die Spalten T-AM.

Abkürzungen: AuG=Arznei- und Gewürzpflanzen; MW=Mittelwert; TS=Trocken-
substanz(gehalt); N, P, K, Mg, S, O (Nähr-)Elemente; EV=Eintrocknungsverhältnis.

Von der Kultur Dost konnte im Projektzeitraum lediglich ein einziges Muster beprobt und
untersucht werden (hellgrüne Zeile in Abb. 9). Die ermittelten Nährstoffgehalte in der
Frischmasse des Dostkrauts liegen weit unter den bisherigen Basisdaten (blaue Zeile). Da
bis zum Workshop im Juli 2021 keine weiteren Muster mehr akquiriert werden konnten,
wurde überprüft, woher die bisherigen Basisdaten stammten. Die Nährstoffentzugszahlen
und der Standardertrag wurden von der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft 1998
publiziert und werden daher nicht weiter hinterfragt. Die 2018 durch die LfL angesetzte
Bodenprobenahmetiefe, der N_{min}-Mindestvorrat zum Ende der Kultur und damit der N-Be-
darfswert sowie das Eintrocknungsverhältnis wurden im Workshopgremium überprüft und
im Ergebnis beibehalten. Somit wurden die Daten für Dost in den Tabellen 1d und 9d der
LfL nicht geändert.

Von der Färberdistel wurden von drei Praxisschlägen kurz vor der Ernte ganze Pflanzen beprobt. Diese wurden anschließend gedroschen und die Fraktionen Samen und Stroh wurden separat untersucht. Daraus ergeben sich die Labor-Nährstoffdaten für sechs Muster und die Nährstoffgehaltsdaten für das Haupternteprodukt (Samen) und das Nebenernteprodukt (Stroh) (Abb. Zz oben sowie unten links). Die Drogenertragsdaten des gereinigten Samenertrags von zwei Betrieben gingen in die Berechnung des Samenfrischertrags ein. Die Biomasse des Strohs (Nebenernteprodukt) wurde aus dem nach Labordrusch ermittelten Haupt:Nebenfruchtverhältnis (1:2,5) (HNV) errechnet. Allerdings wurde das HNV auf Grund der geringen Probenzahl als unsicher eingestuft und eine weitere Untersuchung angeregt. Leider ist es hierzu nicht mehr gekommen, so dass mit dem HNV 1:2,5 vorläufig gerechnet werden soll.

Die ermittelten Stickstoffgehalte der Samen lagen deutlich, die Phosphorgehalte etwas unter denen der bisherigen Basisdaten (Tabelle 1d; LfL 2018), Kalium und Magnesium wichen nur unwesentlich ab. Die Grundlage für die bisherigen Basisdaten waren die Gehalte der Nachtkerzensamen, da für Färberdistel damals (2018) keine Daten vorlagen. Somit ist den deutlich geringeren N- und P-Gehalten aus der aktuellen Untersuchung der Vorrang zu geben. Von diesen wurde schließlich der Mittelwert verwendet, wobei für N auf 1 Nachkommastelle abgerundet wurde, um dem niedrigeren Median Rechnung zu tragen. Die Nährstoffgehalte in den untersuchten Strohmustern lagen sehr nah an den bisherigen Basisdaten (von Nachtkerze abgeleitet). Es gingen dennoch die aktuell erhobenen in die Aktualisierung der Tabelle 1 der LfL-Basisdaten ein.

Die betriebsspezifischen Samen-Drogenerträge und die ermittelten Samen- und Stroh-Frischmasseerträge lagen deutlich über den bisher angesetzten Haupt- und Nebenfruchterträgen. Die bisherigen Daten stammten aus der Literatur (TLL 2005), wobei der niedrige Samenertrag angesetzt wurde. Als EV war in den bisherigen Versionen der Basisdaten Tabellen 1 EV=5 sowohl für den Samen als auch das Stroh angegeben, was jedoch ein Tippfehler war und nicht bemerkt wurde, da EUROPAM die EV's für alle Saaten bei 1,5 ansetzt. Dieser Faktor wurde nun übernommen und der für das Stroh auf 2,0 angesetzt, da die Bestände beim Drusch meist noch nicht vollständig abgetrocknet sind. Die Ertrags-Rohdaten und der Rechengang wurden nochmals überprüft und verifiziert, so dass den neuen Daten der Vorrang gegeben wurde. Der Samenertrag wurde auf 40 dt/ha, der Strohertrag auf 140 dt/ha gerundet festgelegt.

Nach Übernahme des N_{\min} -Mindestvorrats 20 kg N/ha, wie bei den meisten Druschfrüchten, und der N_{\min} -Bodenprobenahmetiefe von 60 cm, wie bei den meisten lange wachsenden, direkt gesäten Kulturen (Färberdistel wird überjährig angebaut), wurde auf dieser Basis der N-Bedarfswert im Abgleich von Mittelwert und Median festgelegt und dabei auf 120 kg N/ha gerundet.

Auf diese Weise wurden alle Kulturen „abgearbeitet“. Alle Daten, die von den bisherigen Basisdaten der Tabelle 1d und 9d der LfL abwichen, wurden in die Basisdaten-Grundtabelle von LfL IAB 3d übertragen und als geändert markiert. Zudem wurden für weitere (neue) 30 Kulturen oder Kulturverfahren die erarbeiteten Basisdaten in die Basisdaten-Grundtabelle eingetragen. In Tabelle

Tab. 1 sind diese neuen Kulturen mit den ermittelten Basisdaten aufgelistet.

Tab. 1: Ermittelte Basisdaten zur Düngeplanung in Kulturen, für die bislang keine solche Daten vorlagen; die Daten dienen zur Umsetzung der Düngeverordnung durch die Bundesländer in Deutschland (vgl. Erläuterungen im Text).

Kultur	Botanischer Name	Pflanzenteil	Ø Ertrag dt/ha FM	Nährstoffgehalt kg/dt Frischmasse				Stickstoffbedarfswert in kg N/ha	EV Faktor FM/Droge	Nmin-Probennahmetiefe mindestens in cm
				N	P2O5	K2O	MgO			
Ackerstiefmütterchen	Viola arvensis	Kraut	50	0,53	0,20	0,96	0,13	45	5,0	30
Andorn	Marrubium vulgare	Kraut i. Knospenstadium	300	0,49	0,19	0,79	0,16	185	6,0	60
Bärwurz	Meum athamanticum	Wurzeln	20	0,49	0,35	0,59	0,12	35	4,0	30
Bärwurz	Meum athamanticum	Krautrückstände	4	0,72	0,40	1,07	0,18			
Ballonrebe	Cardiospermum halicacabum	Kraut	185	0,71	0,26	0,79	0,14	150	4,0	30
Beinwell	Symphytum officinale	Wurzeln	110	0,49	0,23	0,94	0,07	120	4,0	60
		Krautrückstände	80	0,33	0,23	0,94	0,07			
Bertram, Römischer	Anacyclus pyrethrum	Wurzel	50	0,35	0,17	0,51	0,06	60	5,0	30
		Krautrückstände	50	0,45	0,21	0,85	0,09			
Dill (Dillspitzen)	Anethum graveolens	Dillspitzen	50	0,79	0,17	0,83	0,12	85	6,5	30
		Krautrückstände	60	0,28	0,08	0,80	0,04			
Drachenkopf, Iberischer	Lallemantia iberica	Samen	20	3,01	1,60	1,91	0,28	100	1,5	30
		Stroh, Samenemterückstände	20	0,95	0,55	3,31	0,20		1,0	
Efeu	Hedera helix	Blätter	100	0,38	0,12	0,50	0,09	60	5,0	60
Färbewaid	Isatis tinctoria	Blätter	150	1,00	0,23	1,08	0,13	190	6,0	30
Getreidegras		Kraut	55	0,80	0,20	0,79	0,09	75	5,0	60
Ginseng	Panax ginseng	Wurzeln (jährlicher Zuwachs, Ertrag)	6	0,79	0,24	0,79	0,09	25	3,0	30
Hafer, grüner	Avena sativa	Gras m. Blütenständen	115	0,59	0,22	0,83	0,09	110	3,0	60
Ingwer	Zingiber officinale	Knollen	420	0,20	0,07	0,83	0,05	200	10,0	60
		Krautemterückstände		0,36	0,05	1,31	0,11			
Kamille (Blüten)	Matricaria chamomilla	Blüten	20	0,42	0,21	0,81	0,11	65	5,0	60
Karde, Wilde	Dipsacus fullonum	Wurzel	200	0,58	0,14	0,49	0,08	185	7,0	60
Knoblauch	Allium sativum	Knollen	80	0,48	0,17	0,35	0,03	85	5,0	30
		Krautemterückstände	100	0,24	0,09	0,47	0,06			
Kümmel, zweijährig, ohne Ernte			0	2,65	1,15	0,55	0,38	20		60
Kümmel, zweijährig, Erntejahr		Samen	23	2,65	1,15	1,55	0,38	120	1,5	60
		Stroh, Samenemterückstände	170	0,23	0,21	1,05	0,08			
Kuhschelle, Wiesen-	Pulsatilla pratensis	Kraut	25	0,46	0,22	0,83	0,09	30	5,0	30
		Ganzpflanze	95	0,22	0,12	0,41	0,10	40	5,0	30
Mariendistel (Kraut)	Silybum marianum	Kraut	280	0,24	0,12	0,41	0,10	105	7,0	
Meistenwurz	Peucedanum ostruthium	Wurzeln (jährlicher Zuwachs, Ertrag)	100	0,35	0,26	0,82	0,13	40	4,0	30
		Krautemterückstände	30	1,00	0,61	1,85	0,16			
Nelkenwurz	Geum urbanum	Wurzel	150	0,25	0,18	0,27	0,20	115	5,0	30
		Krautemterückstände	100	0,55	0,17	0,66	0,33			
Odermennig	Agrimonia eupatoria	Kraut	160	0,49	0,15	0,67	0,18	100	5,0	60
Pestwurz	Petasites hybridus	Blätter	50	0,63	0,15	0,91	0,35	115	5,0	30
		Wurzeln	130	0,32	0,15	0,56	0,05		5,0	
Rosenwurz	Rhodiola rosea	Wurzeln (jährlicher Zuwachs, Ertrag)	50	0,62	0,15	0,56	0,05	50	5,0	60
Schlüsselblume	Primula veris	Blüten	25	0,34	0,12	0,64	0,07	95	7,0	60
		Krautemterückstände	65	0,39	0,15	1,01	0,10			
Schwertlilie	Iris germanica	Rhizom	50	0,30	0,09	0,31	0,04	50	4,0	60
		Krautemterückstände	70	0,24	0,08	0,66	0,04			
Senf, Schwarzer		Samen	12	3,23	1,81	0,65	0,35	80	1,5	60
		Stroh, Samenemterückstände	18	1,13	0,60	1,14	0,22			
Steinklee, Weißer	Mellilotus albus	Blühendes Kraut	350	0,58	0,14	0,41	0,03	225	5,0	30
Tausendgüldenkraut	Centaureum erythraea	Blühendes Kraut	80	0,30	0,09	0,58	0,04	45	4,0	30

Die Basisdaten-Gesamtliste der im Projekt bearbeiteten Arznei- und Gewürzpflanzenkulturen mit allen Daten aus den Workshop-Bearbeitungen, wurden nach Abschluss der Workshops allen Kooperationen noch einmal zur Durchsicht und Überprüfung geschickt. Nach kleineren Ergänzungen und Anpassungen konnten die Daten aller Arznei- und Gewürzpflanzen aus der Basisdaten-Gesamtliste von IAB 3d als aktuellen Abschluss des gemeinsamen Werks an alle Beteiligten übergeben werden.

In Bayern wurden die Daten im Herbst 2021 in die Programmierung der LfL-Rechenprogramme übernommen, sowohl in das Excel basierte Rechenprogramm als auch in das Online-Rechenprogramm. Damit stehen die erweiterten und optimierten Basisdaten für Arznei- und Gewürzpflanzen ab der Düngesaison 2021 und 2022 in der Praxis zur Verfügung. Die als pdf herausgegebenen Basisdaten Tabellen 1d und 9d wurden im Dezember 2021 ebenfalls aktualisiert und auf der Homepage von LfL IAB 3 <https://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/031245/index.php> publiziert.

Auf die LfL-Rechenhilfen und auf die Basisdaten-Tabellen wird von der Fachseite „Pflanzen- und umweltgerechte Düngung von Arznei- und Gewürzpflanzen in Bayern 2022“ (<https://www.lfl.bayern.de/ipz/heilpflanzen/188161/index.php>) verlinkt, so dass Produzenten von Arznei- und Gewürzpflanzen immer auf die aktuellen Daten zugreifen können.

5.2.2 Blattanteile im Kraut bzw. Blatt-Stängel-Verhältnis

Blatt-Stängel-Verhältnis zur Berechnung des betriebsspezifischen Ertrags

In der Saison 2020 wurden in den Beständen verschiedener bayerischer Betriebe insgesamt 4 Muster von Brennnessel, 5 von Dill, 6 von Liebstöckel, 13 von Petersilie und 7 von Schnittsellerie untersucht. Die Untersuchungen wurden von Selina Volkmer im Rahmen ihrer MSc-Arbeit an der TU München durchgeführt (Volkmer 2021).

Die Blatt-Stängel-Verhältnisse (BSV) im frischen Kraut-Erntegut von Brennnessel, Dill, Liebstöckel, Petersilie und Schnittsellerie lagen zwischen 0,63 und 2,07, die Relationen im Drogenstatus betragen zwischen 0,89 und 3,32 (siehe Tab. 2). Die Variabilität der BSVs innerhalb einer Kultur waren zum Teil beträchtlich, die Standardabweichungen betragen 25% bis ca. 75% des Mittelwerts. Dazu haben sicherlich die unterschiedlichen Bestandshöhen zum Erntetermin beigetragen (siehe Tab. 3), die jedoch in der Praxis unvermeidbar sind. Die Ergebnisse des Petersilienversuchs belegen den Zusammenhang deutlich: je höher der Bestand desto geringer der Blattanteil im Kraut (siehe Kapitel 5.2.3). Ob zudem Einflüsse durch Sorten, Bestandsdichten, Alter der Kultur oder Witterung hinzukommen, bleibt spekulativ und müsste, wie für Petersilie, genauer untersucht werden. Bei Petersilie hatten z.B. die glattblättrigen Sorten im Mittel ein geringeres Blatt-Stängel-Verhältnis im Kraut als die mooskrause Sorte.

Bisher wurde den Betrieben für diese Kulturen ein BSV von 1, d.h. von 1:1 vorgegeben. Für Zitronenmelisse war das BSV, basierend auf den Melisse-Standarderträgen der Tabelle 1d, auf 2, d.h. 2:1 definiert. In der Praxis traten jedoch immer wieder Verständnisprobleme auf mit dem Verständnis und der Anwendung des BSV auf. Daher wurden für die Saison 2022 das BSV aus der Erhebung in den Stängelanteil im frischen Kraut umgerechnet (siehe Tabelle yy), gerundet und auf der Internetseite „Pflanzen- und umweltgerechte Düngung von Arznei- und Gewürzpflanzen in Bayern 2022“ veröffentlicht (LfL 2022a).

Für die Hochrechnung von Blattdrogenertrag auf den frischen Krautertrag wird zusätzlich zum BSV auch das Eintrocknungsverhältnis (EV) benötigt. Das EV der Blätter, Stängel und

für das ganze Kraut (vor der Fraktionierung) aus der Praxiserhebung an den fünf Blattkräutern ist in Abb. 10 dargestellt.

Tab. 2: Blatt-Stängel Verhältnis bezogen auf die Frischmasse (frisches Kraut) und auf die Droge für Brennessel, Dill, Liebstöckel, Petersilie und Schnittsellerie; Praxiserhebung 2020 (Stichprobenumfänge Tab. 3).

	Blatt-Stängel-Verhältnis (Frischmasse)				Blatt-Stängel-Verhältnis (Droge)			
	Mittelwert	Standard- abweichung	Min.	Max.	Mittelwert	Standard- abweichung	Min.	Max.
Brennessel	0,63	0,16	0,48	0,78	0,89	0,24	0,64	1,15
Dill	1,40	0,96	0,40	2,77	2,81	1,64	0,74	4,68
Liebstöckel	0,94	0,33	0,40	1,22	1,52	0,53	0,64	2,21
Petersilie	2,07	1,59	0,78	4,76	3,32	2,59	1,35	7,72
Schnittsellerie	1,50	0,56	1,02	2,34	2,94	0,98	2,07	4,38

Tab. 3: Stichprobenumfang, Bestandshöhe zur Probenentnahme, Blatt-Stängelverhältnisse und umgerechnete Blatt- bzw. Stängelanteile im frischen Kraut (Erntegut, Feldabfuhr) für fünf Kulturen der Praxiserhebung 2021.

	Anzahl Muster	Bestands- höhe, cm	Blatt-Stängel- Verhältnis, x Blatt : 1 Stängel	Blattanteil im Kraut, % =BSV/(BSV+1)*100%	Stängelanteil im Kraut, % =1-(BSV/(BSV+1))*100% oder =100%-Blattanteil
Brennessel	4	50-100	0,63	39%	61%
Dill	5	20-40	1,40	58%	42%
Liebstöckel	6	(25)30-50	0,94	48%	52%
Petersilie	13	> 20	2,07	67%	33%
Schnittsellerie	7	25-30	1,50	60%	40%

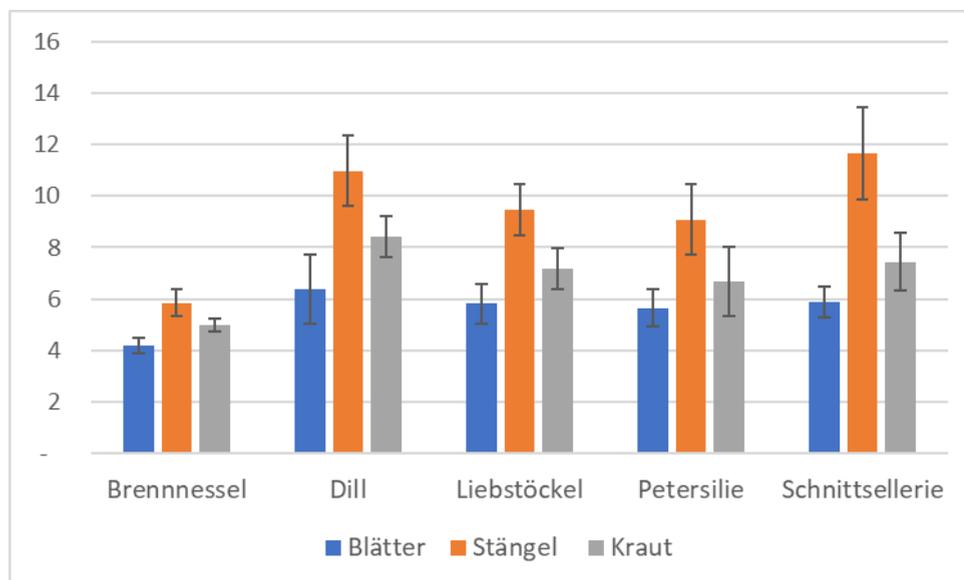


Abb. 10: Eintrocknungsverhältnisse von Blättern, Stängel und Kraut verschiedener Kräuterkulturen (Stichprobenumfang N: siehe Tab. 3; Fehlerindikator=Standardabweichung)

Im Betrieb kann für die Ermittlung des Krautfrischmasseertrags zunächst von der Blattdroge auf das frische Blatt (Blatt-FM) hochgerechnet werden. Im nächsten Schritt wird dann das Blatt-Stängel-Verhältnis im frischen Kraut herangezogen. Für manche Anwender ist das BSV zu abstrakt, daher sind in Tab. 3 BSV auch in den Blatt- bzw. Stängelanteil am frischen Kraut (im Erntegut, Feldabfuhr) umgerechnet aufgeführt.

Die Kraut-Frischmasse (Kraut-FM) kann somit hochgerechnet werden über die Formeln:

$$\text{Kraut-FM} = \text{Blatt-FM} / \text{Blattanteil}$$

oder

$$\text{Kraut-FM} = \text{Blatt-FM} * (\text{BSV} + 1) / \text{BSV}$$

Der Rechengang könnte auch so aussehen, dass der Blattdrogenertrag zuerst mit dem BSV (BSV-Droge!) auf den Krautdrogenertrag hochgerechnet und dann mit dem EV-Kraut auf den Krautfrischertrag umgerechnet wird. Das bedeutet, dass für jede Art EVs für Blätter und Kraut, bzw. die BSVs sowohl bezogen auf die Droge als auch auf die Frischmasse benötigt und bei der betrieblichen Düngebedarfsermittlung korrekt angewendet werden müssten. Dies ist auf Grund der Fehleranfälligkeit und des enormen Beratungsbedarfs nicht praktikabel. Es sollen daher noch für jede der hier untersuchten fünf Kulturen ein mittleres EV und ein darauf abgestimmtes BSV festgelegt werden, die mit den Nährstoffentzugszahlen und den N-Bedarfswerten korrespondieren. Dies muss im Anschluss an das Forschungsprojekt und nach Berichterstattung noch einmal sorgfältig gerechnet und mit den Kollegen an LfL IAB sowie mit den Fachkollegen des Projektnetzwerks abgestimmt werden. Eine klare Anleitung soll dann zur Düngezeit 2022/23 auf der zu aktualisierenden Internetseite „Pflanzen- und umweltgerechte Düngung von Arznei- und Gewürzpflanzen in Bayern“ (LfL 2022b) publiziert werden.

Kräuterstängel aus der Verarbeitung als Organischer Dünger

Da die Stängel in vielen Verfahrensketten vor der Trocknung herausgereinigt werden, fallen diese als „Abfall“ an. Bei den Küchenkräutern Dill, Liebstöckel, Petersilie und Schnittsellerie handelt es sich bei den Stängeln um die Blattstiele, das Blatt ist die Blattspreite. Die aussortierten Stängel werden in manchen Betrieben in eine Biogas-Anlage eingespeist. In den meisten Fällen werden die frischen Stängel aber wieder zurück aufs Feld gebracht, aus phytosanitären und auch logistischen Gründen nicht auf dasselbe Feld. Damit sind die frischen Kräuterstängel als organischer Dünger zu bewerten und müssen bei der Düngung des Zielfeldschlags angerechnet werden. Daher wurden die Blatt- und Stängelmuster auf ihre Nährstoffgehalte untersucht.

Tab. 4: Nährstoffgehalte (% in Trockenmasse) in Blättern und Stängeln von Tee- und Küchenkräutern aus der Praxiserhebung 2020 (Stichprobenumfang N, siehe Tab. 3)

	Blatt	Stängel										
Brennnessel	4,64	2,79	0,50	0,42	3,47	4,65	0,64	0,25	4,26	1,34	0,26	0,17
Dill	4,77	3,06	0,45	0,40	4,12	7,30	0,43	0,29	1,98	2,02	0,73	0,17
Liebstöckel	4,03	2,39	0,43	0,44	3,07	6,59	0,59	0,50	3,30	1,99	0,51	0,17
Petersilie	3,65	1,83	0,32	0,33	5,19	7,61	0,32	0,26	1,52	1,09	0,16	0,05
Schnittsellerie	3,59	2,03	0,36	0,33	3,93	8,68	0,37	0,22	3,59	1,75	0,89	0,21

Die Nährstoffgehalte in der Stängeltrockenmasse sind, mit Ausnahme von Kalium, niedriger als in den Blättern. Die Nährstoffgehalte in der Frischmasse sind auf Grund des geringeren Trockensubstanzgehalts der Stängel noch unterschiedlicher (nicht dargestellt). Der Kaliumgehalt ist in frischen Stängeln nun auch niedriger als in den frischen Blättern.

Die Nährstoffgehalte der frischen Stiele variierten wenig zwischen den untersuchten Kräutern (Tab. 5). Daher wurde mit den LfL IAB Verantwortlichen zur Umsetzung der Düngerverordnung in Bayern abgestimmt, dass ein einheitlicher organischer Dünger „Kräuterstiele...“ definiert werden kann und dass für diesen auch die Nährstoffgehalte vorgegeben werden können.

Der N-Gehalt in den Brennnesselstielen lag deutlich höher als der der Küchenkräuter. Daher hätte eine einfache Mittelwertbildung zu einer Überschätzung des N-Gehalts in Kräuterstielen geführt. Die Basisdaten Tabelle 5 gibt für die Nährstoffgehalte organischer Dünger nur 1 Nachkommastelle an, was im Fall des N-Gehalts der Stiele zum Aufrunden auf 0,3 geführt und noch weiter überschätzt hätte. Daher wurde der anteilige N-Eintrag aus diesen Verarbeitungsrückständen bezogen auf die Anbaufläche der Kulturen in Bayern berechnet (siehe Tab. 6) und ein mittels dieses Anteils gewichteter Mittelwert für den N-Gehalt der Kräuterstiele ermittelt (siehe Tab. 5). Von allen anderen Nährstoffen wurde der einfache Mittelwert über die Kräuterarten als Nährstoffgehalt für den organischen Dünger herangezogen. Seit der Anbausaison 2021 können die Landwirte den organischen Dünger „Heil- und Gewürzpflanzenstiele, frisch (15 % TM)“ mit 2,3 kg N/t und 1,3 kg P₂O₅/t (Dünger Nr. 95 in Basisdaten Tabellen 5a und 5b) bei ihrer Düngedokumentation verwenden. Als Schüttgewicht für frische Stiele wurde ein erster Erfahrungswert von 360 kg Frischmasse/m³ in der Praxis ermittelt.

Tab. 5: Nährstoffgehalte (%) und Trockensubstanzgehalte (TS in FM) in den frischen Stielen verschiedener Kräuter aus der Praxiserhebung 2020 und aus den Basisdaten, Tabelle 1d.

Art	N	Anzahl	EV	S	N	Ca	K ₂ O	MgO	P ₂ O ₅	TS in
		Betriebe								FM (%)
Brennnessel	4	2	5,8	0,03	0,48	0,23	0,95	0,07	0,17	16%
Dill	5	5	11,0	0,02	0,29	0,18	0,80	0,04	0,14	8%
Liebstock	6	4	9,4	0,02	0,26	0,22	0,83	0,09	0,13	10%
Petersilie	13	5	7,7	0,01	0,20	0,13	1,11	0,06	0,13	12%
Schnittsellerie	7	5	11,7	0,02	0,17	0,15	0,88	0,03	0,07	8%
Zitronenmelisse	Basisdaten 1d		5,0		0,30		0,97	0,09	0,11	19%
MW alle			8,44	0,02	0,28	0,18	0,92	0,06	0,13	12%
MW Küchenkräuter			9,95	0,01	0,23	0,17	0,91	0,05	0,12	10%
MW alle, gewichtet nach N-Eintrag/BY					0,23					
SD alle			2,38	0,01	0,12	0,04				3%
SD Küchenkräuter			1,75	0,00	0,05	0,04				2%

Tab. 6 Daten zur Berechnung der anteiligen N-Menge in Stielen verschiedener Küchenkräuter bezogen auf die Stielemasse, die in Bayern potenziell als organischer Dünger ausgebracht werden.

Art	N-Gehalt, % in FM Stiele	Anteil Stiele im frischen Kraut, %	Stiele FM, dt/ha	Anbaufläche in BY, ha	kg N in BY	% des N in BY
Brennnessel	0,48	0,62	200	20	1.913	6%
Dill	0,29	0,44	100	120	3.438	12%
Liebstock	0,26	0,53	275	30	2.127	7%
Petersilie	0,20	0,48	200	500	20.284	69%
Schnittsellerie	0,17	0,41	275	30	1.431	5%
Zitronenmelisse	0,30	0,33	100	13	390	1%
Gesamt					29.583	100%

5.2.3 Blattanteile bei Petersilie in Abhängigkeit von Sortentyp und Bestandshöhe bei der Ernte

Petersilie wird in Bayern auf rund 500 ha, in Deutschland auf über 1000 ha kultiviert und zählt damit zu einer der relevantesten Kulturen im den Sektor Arznei- und Gewürzpflanzen in Deutschland. Es sind drei Sortentypen (glatte „Einfache Schnitt“, glatte „Gigante“ und „mooskrause“) im Anbau, wobei der Anbau von glatter Petersilie für die Verarbeitung in Bayern überwiegt.

Im Zuge der Beratung zur Düngebedarfsermittlung kam die Frage auf wie stark der Blattanteil in Petersilie variiert, wobei Sortentyp und die Bestandshöhe zur Ernte (d.h. das Schnittregime) als wichtigster Einflussfaktor vermutet wurden. Zudem könnten sich der erste Schnitt, der meist als Schröpschnitt zur Erzielung eines homogeneren Bestands vorgenommen wird, von den weiteren Ernten in der Hauptwachstumsphase und der letzten Ernte vor dem Frost unterscheiden.

An dieser Stelle soll nur auf die Ergebnisse der Blatt-Stängelverhältnis Untersuchungen eingegangen werden. Eine differenzierte Auswertung weiterer Parameter erfolgt derzeit noch in Zusammenarbeit mit der TU München in Vorbereitung für eine wissenschaftliche Publikation. Diese soll dann auch eine Bewertung enthalten, ob die Faustzahl Blatt-Stängel-Verhältnis für die betriebspezifische Ertragsberechnung (im Rahmen der Düngbedarfsermittlung) nach Sorten oder Schnittregimen differenziert vorgenommen werden sollte.

Bei allen drei Sorten nahm das BSV im frischen Kraut (d.h. Blattspreite mit Stängel) eindeutig mit steigender Bestandshöhe ab (Abb. 11). Dabei war der Effekt bei der mooskrausen Sorte Orfeo besonders ausgeprägt. Diese Sorte hatte bei Ernte zur Bestandshöhe von 15 cm ein BSV von bis zu 6, was einem Blattanteil von 85% entspricht. Allerdings war der Blatt-ertrag deutlich niedriger als bei einer Ernte zu 20 oder 25 cm Bestandshöhe (Daten nicht dargestellt).

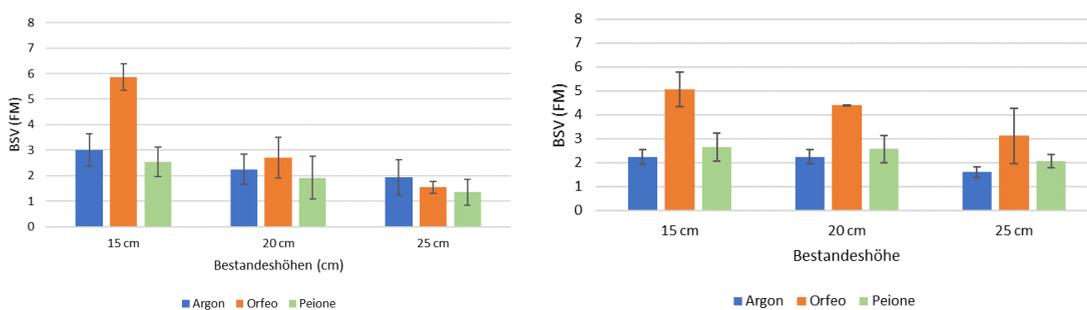


Abb. 11: Blatt-Stängel-Verhältnisse in der Krautfrischmasse der drei Petersiliensorten in Abhängigkeit der Bestandshöhe zur Ernte; gemittelt über den ersten, zweiten und letzten Ernteschnitt 2019 (links) und 2020 (rechts) (Feldversuch am Baumannshof; 2019 N=9, 2020 N=3).

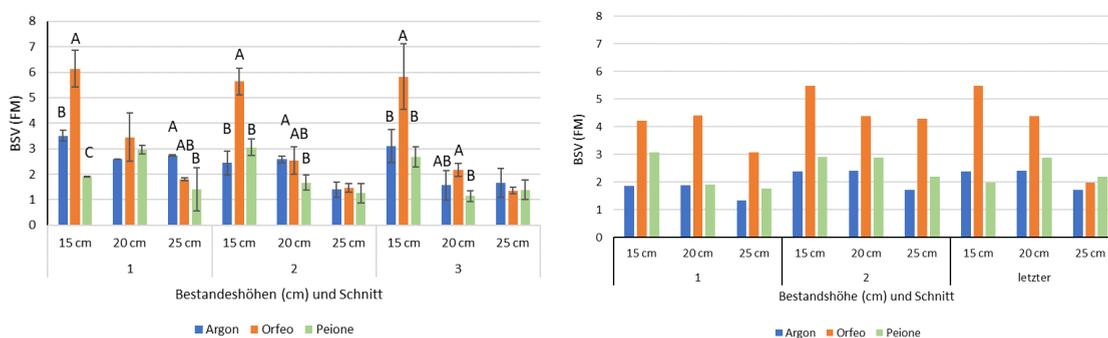


Abb. 12: Blatt-Stängel Verhältnisse (BSV) im frischen Kraut (Blatt mit Stängel) von drei Petersiliensorten in Abhängigkeit von der Bestandshöhe im ersten, zweiten und letzten (3) Ernteschnitt 2019 (links) und 2020 (rechts); Feldversuch am Baumannshof; 2019 N=3

Mittelwerte mit gleichem Buchstaben an einem Termin und innerhalb einer Bestandshöhe unterscheiden sich nicht signifikant (p=5%)

Im Versuchsjahr 2019 hatte die Bestandshöhe keinen Einfluss auf das BSV von Peione, bei Argon war der Einfluss vom Schnitttermin abhängig. Betrachtet man die verschiedenen Schnitttermine, variierte das BSV bei den glatten Sorten Argon (Typ Einfache Schnitt) und Peione (Typ Gigante) bei den drei Bestandshöhen 15, 20 und 25 cm zwischen 3:1 und 1:1 (siehe Abb. 12). 2020 schien das BSV bei einer Bestandshöhe von 25 cm niedriger als bei den niedrigeren Beständen. Da aus Gründen der Zeitknappheit 2020 das BSV aus einer Mischprobe über die Wiederholungen bestimmt wurde, kann hier keine statistisch begründete Aussage getroffen werden.

Die betriebliche Erfahrung, dass der Zuwachs bei überständiger Petersilie (und anderen Küchenkräutern) mit über 25 cm vorwiegend aus Stängeln besteht, kann mit der gemessenen BSV-Entwicklung bestätigt werden. In der Praxis wird Petersilie häufig auch in Getreideabstand, also ca. 13 cm Reihenabstand gesät. Im Versuch betrug die Reihenweite 30 cm. Daher ist anzunehmen, dass die Effekte des sinkenden Blatt-Stängel-Verhältnisses bei den engeren Reihenabständen schon bei etwas niedrigeren Bestandshöhen einsetzen.

Das BSV ist jedoch nicht das einzige Entscheidungskriterium. Die Pflanzengesundheit, der Ertrag über alle Schnitte hinweg, die Befahrbarkeit der Flächen (Bodenfeuchte) und die Trocknerkapazitäten bestimmen im betrieblichen Alltag die angestrebte Bestandshöhe. Diese und die im Feldversuch ebenso erhobenen Kraut- und Blattdrogenerträge liefern daher einen wichtigen Beitrag zur Gestaltung der Schnitt-Strategie.

Bei einer ersten Betrachtung der Daten zeigte lediglich die mooskrause Sorte Orfeo unter einem hochfrequenten Schnittregime – d.h. niedriger Bestandshöhe zur Ernte – ein sehr hohes Blatt-Stängel-Verhältnis. Alle anderen Sorten und Bestandshöhen zur Ernte ergaben BSVs vor allem zwischen 1:1 und 3:1. Inwiefern diese Variation und die Abweichung von Orfeo auf den Nährstoffbedarf und Entzug auswirkt, muss die noch ausstehende Auswertung zeigen. Erst dann kann entschieden werden ob differenzierte Faustzahlen oder gar neue Verfahren für die Düngedarfsplanung bei Petersilie aufgestellt werden müssen.

5.2.4 N-Mineralisierungspotenzial von Ernterückständen

Besonders bei Wurzelerten fallen oft große Mengen an Krauternterückständen an, welche nach der Ernte auf dem Schlag verbleiben und aus denen der Stickstoff in der Folge mineralisiert wird. Daher wurde auf Praxisflächen stichprobenartig untersucht welches Mineralisierungspotenzial diese Rückstände ab der Ernte (Herbst) bis zum Frühjahr haben. Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden auf ausgewählten Schlägen der Wurzelkulturen Bärwurz, Meisterwurz, Engelwurz und Baldrian zum Zeitpunkt der Ernte 2019 Kraut-Biomasseproben zur Nährstoffgehaltsbestimmung entnommen sowie Bodenproben zur Ermittlung des N_{min}-Gehalts. Im „Frühjahr“ 2020, nach dem Auftauen des Bodens, wurde an derselben Stelle auf Teilflächen mit belassenen Krautrückständen und auf Teilflächen mit entfernten Krautrückständen erneut der N_{min}-Gehalt des Bodens untersucht.

Da die Betriebe im ausgehenden Winter die Grundbodenbearbeitung vornehmen wollten, musste die 2. Bodenprobenahme sehr früh erfolgen. Damit war die Absicht, im Frühjahr zu beproben gescheitert. Zudem war der Bodenbearbeitungstermin sehr kurzfristig angesetzt worden (Zeitfenster Bodenbefahrbarkeit vor Ort), so dass auf einigen Schlägen, die im Herbst beprobt wurden, die Folgeuntersuchung im „Frühjahr“ nicht realisiert wurde. Dadurch kamen nur fünf vollständig erfasste Stichproben zustande.

Die N-Fracht in den Krauternterückständen von Bärwurz und Meisterwurz war mit 14 bzw. 30 kg N/ha sehr viel geringer als ursprünglich angenommen (siehe Tab. 7). Das Auswahlkriterium war eine erwartete N-Menge im Kraut von mindestens 80 kg N/ha. Die N-Gehalte betragen 0,72 kg N/dt Bärwurz-Krautrückstand (frisch) und 1,0 kg N/dt Meisterwurz-Krautrückstand (frisch) und lagen damit ca. doppelt bis dreifach so hoch wie die N-Gehalte im Krauternterückstand anderer Wurzelkulturen in Basisdaten-Tabelle 1d. Ausschlaggebend für die geringe N-Fracht war, dass der Frischmasseertrag des Krauts dieser Kulturen deutlich geringer war als für diese vierjährigen Kulturen erwartet worden war. Die N_{\min} -Gehalte von Mitte September 2019 und von Mitte Februar 2020 unterscheiden sich praktisch nicht. Im Herbst war N_{\min} im Boden zufriedenstellend erschöpft und bis zum ausgehenden Winter reicherte sich kein weiterer N_{\min} an.

Für die biomassereichen Kulturen Engelwurz und Baldrian lagen die N-Frachten wie erwartet über 80 kg N/ha. Auf Grund des erhobenen mittleren N-Gehalts von 0,66 kg N/dt Krautrückstands (frisch) der Engelwurz und den durchschnittlichen Kraut-Frischmasseertrags von 400 dt/ha (Basisdaten Tabelle 1d) ergab sich für Engelwurz eine N-Fracht von 264 kg N/ha. Der aus Versuchen am Baumannshof stammende N-Gehalt in Tabelle 1d liegt dagegen bei 0,15 kg N/dt Kraut-Frischmasse. Der N_{\min} Rest im Boden der vollständig untersuchten Stichprobe war mit 50 kg N/ha nicht auffällig. Die N_{\min} Reste von zwei weiteren Stichproben betragen 31 kg N/ha (0-60 cm bzw. 12 kg N/ha (nur 0-30 cm), deren N-Gehalte im Krautrückstand sind im o.g. Mittelwert berücksichtigt. Der in der Praxis ermittelte N-Gehalt im Kraut zum Erntezeitpunkt kann daher nicht auf eine N-Luxusversorgung zurückgeführt werden.

Auf Grund der starken Diskrepanz sollen in einem aktuell stehenden Engelwurz-Versuch am Baumannshof sowie aus Praxisbeständen weitere Krautrückstands- und Wurzelmuster von Engelwurz auf ihren Nährstoffgehalt untersucht, der N_{\min} -Rest zur Ernte bestimmt und die Basisdaten gegebenenfalls angepasst werden.

Tab. 7: N-Fracht der Krauternterückstände und N_{\min} -Gehalte in 0-60 cm zur Abschätzung der N-Mineralisierung aus Krauternterückständen von Bärwurz (nach 4-jähriger Kultur), Meisterwurz (4-jährig), Engelwurz (überjährig), Baldrian (ein-jährig); Praxis-Stichproben 2019/2020.

Kultur	N im Kraut- rückstand <i>kg N/ha</i>	N_{\min} Beprobung im Herbst		N_{\min} Beprobung vor Winter- Bodenbearbeitung		
		Termin	N_{\min} in 0-60 cm <i>kg N/ha</i>	Termin	N_{\min} in 0-60 cm <i>kg N/ha</i>	
					ohne KR	mit KR
Bärwurz	14	16.09.2019	40	13.02.2020	44	38
Meisterwurz	30	16.09.2019	46	13.02.2020	48	36
Engelwurz, europ. (humos)	264	16.09.2019	52	30.01.2020	48	63
Engelwurz, europ. (sandig)	264	16.09.2019	48	30.01.2020	41	42
Baldrian	116	01.10.2019	375	30.01.2020	99	104

Auch der N-Gehalt in den frischen Baldrian-Krautrückständen lag in der untersuchten Einzelprobe mit 0,77 N/dt gut doppelt so hoch wie der Gehalt von 0,28 kg N/dt in Tabelle 1d. Anders als bei Engelwurz war der N_{\min} Rest in Höhe von 375 kg N/ha exorbitant. Der Wert wurde im Labor überprüft und bestätigt. Dennoch bleiben Zweifel an der Repräsentativität der Bodenprobe bzw. des N_{\min} -Gehalts, da die Stichprobe aus einem der Engelwurz-Betriebe stammt und so ähnliche Kulturbedingungen und die gleiche Witterung vorherrschten.

Auch bei Baldrian sollten in Praxisbeständen und anstehenden Versuchen der LfL weitere Proben (incl. N_{\min} -Rest zur Ernte) gezogen und untersucht werden.

Insgesamt zeigte sich keine bedeutende Zunahme der N_{\min} -Gehalte von der Ernte bis zur Bodenbearbeitung im Januar/Februar, selbst bei den Stichproben mit hoher N-Fracht der Krauternterückstände von Engelwurz und Baldrian. Im untersuchten Baldrianbestand kam es möglicherweise zu einer massiven N-Auswaschung, sofern es sich beim N_{\min} -Rest im Herbst nicht um ein Artefakt handelt. Das N-Nachlieferungspotenzial dieser beiden Kulturen müsste im Rahmen eines Versuchs auf einer Versuchsstation ermittelt werden, da das Monitoring der N-Freisetzung aus Ernterückständen intensive Beprobungen, eine exakte Wiederfindung der Flächen sowie eine Beprobung bis zum Anbau der Folgekultur erfordert. Dies ist auf Praxisflächen nicht zu schaffen. Aus diesem Grund wurden diese Mineralisierungsuntersuchungen nach dem Frühjahr 2020 nicht fortgeführt. Einen Versuch war es dennoch wert. Die mitwirkenden Betriebe konnten dabei für die N_{\min} -Rest Situation und die Nährstofffracht ihrer Ernterückstände sensibilisiert werden. Deshalb wurde die frühere Annahme, dass die Krauternterückstände eine deutliche Auswirkung auf die N_{\min} -Entwicklung im Boden haben könnte, wieder verworfen.

5.3 Wissenstransfer

Der Wissenstransfer zur Optimierung der Düngebasisdaten für Arznei- und Gewürzpflanzen verlief sehr ausgeprägt in beide Richtungen, da das Wissen aus der Praxis (Anbau, Beratung) wichtiger Bestandteil der Datenerhebung und Basisdatenfestlegung war und als Ergebnis auch der Praxis wieder zur Nutzung verfügbar gemacht werden musste.

Schon im Zuge der Umsetzung der DüV 2018 hat die LfL nicht nur Basisdaten für den Bayerischen Hoheitsvollzug, sondern durch Datenaustausch und Abstimmung vor allem mit den Beratern der LVG Heidelberg, des DLR Rheinpfalz, der Thüringer LLR (für Mittel-/Ostdeutschland) und der Bundeskoordinatorin Düngung Gemüse im IGZ (Dr. Carmen Feller) auch für die bundesweite Nutzung aufgestellt (siehe Kapitel 4.2). Analog zur Koordinierung der Lückenindikationsversuche und der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln nach Art. 51 Pflanzenschutzverordnung (Minor Uses Crops) durch die Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt hat Bayern für diese Thematik die Verantwortung für die bundesweite Koordinierung der Düngebasisdaten für diese Sonderkulturen übernommen. Dies hat sich sinnvoll aus der bisherigen Datensammlung und Aufbereitung an der LfL ergeben (Bomme und Nast 1998).

Der Wissensaustausch im Zuge der Datenerhebung und -Auswertung im Projekt- ist in Kapitel 4.7.1 ausführlich dargelegt.

Seit 2018 wurde auf Tagungen, in Gremiensitzungen und über den Verein zur Förderung des Arznei- und Gewürzpflanzenanbaus über die Umsetzung der DüV informiert und auf die neuen Basisdaten hingewiesen. Dabei wurde die Branche aufgerufen sowohl den Bedarf an Daten für weitere Kulturen und an Anpassung vorhandener Daten zu melden und möglicherweise in den Forschungsstellen, den Firmen und aus der Beratungspraxis vorliegende Daten zur Verfügung zu stellen.

26.01.2018 Vortrag „Neue Düngeverordnung – vom Nährstoffentzug zum Düngebedarf Spezielles zu den Arznei- und Gewürzpflanzen“, Mitgliederversammlung Ökoplant, Altenkirchen ca 50 Teilnehmer.

27.02.2018 Vortrag „Neue Düngeverordnung – vom Nährstoffentzug zum Düngebedarf Spezielles zu den Arznei- und Gewürzpflanzen“ Mitgliederversammlung des Vereins zur Förderung des Arznei- und Gewürzpflanzenanbaus in Bayern“ in Allershausen, ca, 40 Teilnehmer.

08.03.2018 Vortrag „Neue Düngeverordnung – vom Nährstoffentzug zum Düngebedarf Basisdaten für die Arznei- und Gewürzpflanzen“ bei der Beratung des Deutschen Ausschuss für Arznei-, Gewürz- und Aromapflanzen, Bad Hersfeld, ca 25 Teilnehmer.

10.-13.09.2018 Poster „Nährstoffgehalte und N-Bedarfswerte für die bedarfs- und umweltgerechte Düngung (neue Düngeverordnung) – Beurteilung der Datengrundlage. 8. Tagung Arznei- und Gewürzpflanzenforschung, ca. 130 Teilnehmer.

20.02.2019 Vortrag „Die neue Düngeverordnung – Erfahrungen aus einem Jahr Anwendung bei Kräutern“. Tagungsband 29. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen vom 19.02. bis 20.02.2019, S. 33-35

28.03.2019 Vortrag „Umsetzung der DüV bei Arznei- und Gewürzpflanzen“ bei der Dienstbesprechung von LfL-IPZ mit den Vertretern der Fachzentren Pflanzenbau der Bezirke

26.06.2019 Vortrag „Erhebung von Basisdaten zur verbesserten Umsetzung der DüV“ bei der Sitzung der Forschungsvereinigung der Arzneimittel-Hersteller in Bruckmühl, ca 30 Teilnehmer

09.01.2020 Koordinierungsgespräch zwischen LfL und LWG zur „Düngeverordnung Gemüse/Heil- und Gewürzpflanzenbau“ im Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF)

06.02.2020 Workshop „Handhabung der Düngebedarfsermittlung bei Arznei- und Gewürzpflanzen“ in Freising, ca. 15 Teilnehmer

19.11.2020 Sitzung des LfL-Öko Arbeitskreises Arznei- und Gewürzpflanzen

12.02.2021 Workshop zur „Handhabung der Düngebedarfsermittlung bei Arznei- und Gewürzpflanzen – Was ist neu 2021?“ (Online-Veranstaltung), 28 Teilnehmer

Der Aufruf an landwirtschaftliche Betriebe und Verarbeiter, sich zu melden wenn sie sehr selten angebaute Kulturen produzieren, wurde im Sommer 2021 in den praxisnahen Zeitschriften Gemüse 08/2021 (Siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) und Bioland 08/2021 publiziert.

Über die Website „Praxiserhebung: Bedarfsgerechte Düngung (neue DüV) von Arznei- und Gewürzpflanzen“ <https://www.lfl.bayern.de/ipz/heilpflanzen/215175/index.php> wurde über das Projekt und den aktuellen Stand der Erhebungen öffentlich informiert.

Die erweiterten und aktualisierten Basisdaten wurden im September 2021 in die Basisdaten-Grundtabelle von LfL IAB 3d übertragen. Damit wurden sie in die Aktualisierung der LfL Rechenprogramme (online und Excel) und der Basisdatentabellen (pdf) 1d „Nährstoffgehalte von Heil- und Gewürzpflanzen“ und 9d „Stickstoffbedarfswerte von Heil- und Gewürzpflanzen in Abhängigkeit des Ertragsniveaus“ aufgenommen. Sofern für eine der neuen Kulturen zu diesem Zeitpunkt noch Muster im Labor waren und Nährstoffergebnisse ausstanden, wurden bislang vorhandene Basisdaten für diese Kulturen nur in die pdf-Version der Basisdaten aufgenommen. Diese können nach Dateneingang flexibler aktualisiert werden.

Des Weiteren wurden die Basisdaten für „Küchenkräuter (Dill, Kerbel, Koriander, Blatt Petersilie für Verarbeitung)“ als Zweitfrüchte und der organische Dünger „Heil- und Gewürzpflanzenstiele, frisch“ festgelegt und in die Rechenprogramme bzw. die Tabellen 1b und 9b bzw. in den Tabellen 5a „Nährstoffgehalte organischer Dünger zum Zeitpunkt der Ausbringung, nach Berücksichtigung der anrechenbaren Stall- und Lagerverluste“ und 5b „Weitere Informationen zu organischen Dünger“ aufgenommen.

Alle erarbeiteten und mit den Kooperationspartnern abgestimmten Düngebasisdaten sind an alle mitwirkenden Länderfachkollegen, die bundesweite Koordinatorin für die Umsetzung der DüV bei Gemüse und an die mitwirkenden Firmenvertreter verschickt worden. Die Daten wurden in Excelformat weitergegeben, damit sie in den Ländern gegebenenfalls angepasst und in die Datenbanksysteme für die Düngung integriert werden können. Fachstellen der Bundesländer, die sich nicht im Netzwerk vertreten waren, können die Daten über die LfL (IPZ 3d) oder über die Bundeskoordination für Gemüse am IGZ erhalten.

Die Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt, nämlich neue und aktualisierte Basisdaten für die Düngeplanung wurden in folgenden Veranstaltungen vorgestellt:

23.02.2021 Vortrag „Optimierte Düngebasisdaten für Arznei- und Gewürzpflanzen“ beim Bernburger Winterseminar (online), ca 200 Teilnehmer (Abstract siehe Anhang 7.3, im Tagungsband S. 15-16)

18.03.2021 Vortrag „Erhebung von Basisdaten zur verbesserten Umsetzung der DüV“ bei der Ökoplant Fragestunde, Online, ca. 30 Teilnehmer

11.11.2021 Mündlicher Bericht im LfL-Arbeitskreis Heil- und Gewürzpflanzen im ökologischen Landbau, Online, ca 20 Teilnehmer

23.11.2021 Vortrag „Erweiterte und angepasste Düngebasisdaten für Arznei- und Gewürzpflanzen 2022“ bei der der Sitzung der Forschungsvereinigung der Arzneimittel-Hersteller, online, ca 25 Teilnehmer

Und schließlich wurde in folgenden Publikationen über das abgeschlossene Projekt, seine Ergebnisse und den Zugang zu den – nun verbesserten - Düngebasisdaten berichtet.

IPZ (2022). IPZ-Kurzinformation Januar-Februar 2022.

M. Baier und H. Heuberger 2022. Optimierte Basisdaten zur Düngplanung bei Arznei- Duft- und Gewürzpflanzen. Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen 26, 22-27.

Zwei weitere Publikationen zu den Ergebnissen aus den Blatt-Stängel Untersuchungen bei Küchenkräutern und bei Petersilie im Speziellen sind in Vorbereitung für die Zeitschrift Arznei- und Gewürzpflanzen:

M. Baier, S. Volkmer, S. v. Tucher, G. Henkelmann, H. Heuberger. Blatt-Stängel-Verhältnisse in Blattkräutern und deren Nährstoffgehalte. Teil 1: Vergleich verschiedener Küchen- und Teekräuter in Bezug auf Blatt-Stängel-Verhältnis, EV und Verwendung der Kräuterstiele als organischer Dünger.

M. Baier, S. Volkmer, S. v. Tucher, G. Henkelmann, H. Heuberger. Blatt-Stängel-Verhältnisse in Blattkräutern und deren Nährstoffgehalte. Teil 2: Einfluss von Bestandshöhe und Sortentyp auf das Blatt-Stängelverhältnis und den Nährstoffgehalt der Kräuterstängel für die Verwendung als organischer Dünger bei *Petroselinum crispum* var. *crispum*

5.4 Zusammenarbeit mit den Länderkollegen, Betrieben, Verarbeitern, anderen Forschungsstellen

Die Zusammenarbeit mit den Kollegen aus den anderen Landesfachstellen, den Betrieben, Verarbeitern und anderen Forschungsstellen war die Grundlage für dieses Forschungsprojekt zur Optimierung der Düngebasisdaten. Die Zusammensetzung des Netzwerks an Kooperationspartnern ist bereits in Kapitel 4.1 beschrieben. Die Initiative Bayerns zur Koordination der Düngebasisdaten für die Arznei- und Gewürzpflanzenkulturen und deren Erweiterung wurde sehr positiv aufgenommen und von vielen Seiten – wie beschrieben – aktiv unterstützt. Die Erhebung der Daten mit Musterzug bzw. Mustereinsendung erfolgte in insgesamt 34 konventionell und 32 ökologisch wirtschaftenden Praxisbetrieben, was ebenfalls die breite Unterstützung der Datenerhebung zeigt.

Die zur Bedarfsanalyse und Auswertung durchgeführten Workshops fanden 2019 in Freising und ab 2020 in Form von Webex-Meetings statt. Die Onlinetreffen waren zwar durch die Coronamaßnahmen bedingt, sie waren jedoch sehr hilfreich. Der geringere Zeit- und Kostenaufwand für die Teilnahme ermöglichte die meist regelmäßige Teilnahme und die Beiträge von räumlich oder thematisch weiter entfernten Kolleg*innen. So kam der Blick aus dem Kräuteranbau für den Frischmarkt (Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz, Nordrhein-Westfalen) und das Hintergrundwissen zur Umsetzung der DüV bei Gemüse aus dem Kollegenkreis der Gemüse-Koordinierungsstelle am IGZ hinzu. Zudem ließen sich durch das flexiblere Online-Format mehr und kürzere Workshops für die Besprechung der erhobenen Daten und Festlegung der Basisdaten organisieren, in denen kürzere Abschnitte der Liste bearbeitet wurden, was der Konzentrationsfähigkeit sehr entgegenkam. Durch die Aufteilung auf mehrere Workshops konnten in einem iterativen Prozess noch fehlende Informationen bis zum Folgetermin ergänzt werden. Insgesamt wurden sieben Workshops durchgeführt:

08.05.2019 Workshop für die Bedarfsanalyse

26.05.2020 Workshop zur Zwischenbilanzierung von Probenerhebung und Bedarf

03.02.21, 25.03.21, 13.04.21, 17.06.21 und 24.07.21 Workshops zur Datenauswertung und Festlegung der neuen bzw. aktualisierten Basisdaten durchgeführt.

Die erarbeiteten und im Netzwerk abgestimmten Daten wurden allen Kooperationspartnern zur Verfügung gestellt, so dass sie in die länderspezifischen Basisdatenlisten und Rechenprogramme integriert werden können. Über das IGZ oder die LfL sind die Daten auch den bislang nicht beteiligten Bundesländern bei Bedarf zugänglich.

Die Vielfalt der Kulturen und die Innovationsstärke der Arznei- und Gewürzpflanzenbranche wird weitere Ergänzungen und Aktualisierungen der Düngebasisdaten erforderlich machen. Daher vereinbarten die Kooperationspartner auch in Zukunft Änderungs- und Erweiterungsbedarf zu melden und sich an der Aktualisierung z. B. mit Daten beizutragen. Die Koordination von Bedarf und neuen Daten wird auch künftig in Bayern liegen und von LfL/IPZ 3d übernommen. Damit hat sich Bayern für das Thema Düngebasisdaten „den Hut aufgesetzt“ und die koordinierende Verantwortung übernommen. So können die – wie überall, aber bei diesen Sonderkulturen besonders – knappen Ressourcen effizient eingesetzt und Doppelarbeit sowie zwischen den Ländern divergierende Datenpools vermieden werden.

5.5 Bundesweite Umsetzung

Die Auswertung der Dünge-Basisdaten für Arznei- und Gewürzkräuter wurde abgeschlossen und allen beteiligten Fachstellen der Bundesländer und des Bundes zur Verfügung gestellt. Dort konnten seit Herbst 2021 die Daten in die jeweiligen Rechenprogramme und in die schriftlichen Vorgaben zur Düngebedarfsermittlung und Nährstoffbilanzierung der Bundesländer eingepflegt und anschließend öffentlich zur Verfügung gestellt werden. Eine Rückmeldung, in welchen Ländern die Daten wie umgesetzt wurden, liegt nicht vor und wurde auch nicht abgefragt. Nicht beteiligte Landesfachstellen können die Daten von der Bundeskoordination Düngung von Gemüse beim IGZ sowie bei LfL-IPZ3d erhalten.

Durch die kooperative Überarbeitung der Dünge-Basisdaten konnte ein hilfreiches Fundament für die bundesweit einheitliche oder zumindest abgestimmte Umsetzung der Düngeverordnung für die Arznei- und Gewürzpflanzenkulturen geschaffen werden. Für die Anwendung in den Betrieben müssen dennoch immer die länderspezifischen Regelungen beachtet und bei fehlenden oder schwierig umsetzbaren Daten mit den zuständigen Stellen im jeweiligen Bundesland Kontakt aufgenommen werden.

Die Faustzahlen für die Blatt-Stängelverhältnisse bei Küchenkräutern wurden nicht im Zuge der Basisdaten-Erstellung unter den Kooperationspartnern abgestimmt. Daher kommen die Blatt-Stängelverhältnisse zunächst in Bayern zur Anwendung (LfL 2022b). Die Fachstellen der anderen Länder wurden darüber und über die anstehende Publikation der Daten in der Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen informiert.

5.6 Forschungs- & Handlungsbedarf

Die Daten und die Kulturliste wurden sorgfältig überarbeitet und ergänzt. Natürlich können die Basisdaten dennoch nicht alle Anbausituationen abdecken (z.B. bei stark abweichender Ertragserwartung, EV etc.), sie können Unstimmigkeiten aufweisen oder es können auch neue Kulturen zu den kultivierten Arznei- und Gewürzpflanzen hinzukommen. Somit ist zu erwarten, dass auch in Zukunft die Dünge-Basisdatenliste vereinzelt ergänzt oder angepasst werden muss. Falls Anbauer Abweichungen von ihren Erfahrungswerten bemerken oder Arznei- und Gewürzpflanzenkulturen, welche in Deutschland im Anbau sind, nicht in der Basisdatenliste aufgeführt sind, dann haben die Produzenten, Berater oder/und Verarbeitungsfirmen die Möglichkeit, der vor Ort zuständigen Behörde (z.B. Landwirtschaftsamt) den Änderungs- oder Anpassungsbedarf zu melden. Diese leiten den Änderungsbedarf oder die Fragestellung an die Landesfachstelle weiter, so dass diese Datenerhebungen und bundesweit koordinierte Anpassungen anstoßen kann. Die bayerische LfL wird diese bundesweite Aufgabe weiter koordinieren.

5.7 Fazit und Ausblick

Um noch zuverlässigere Daten für alle deutschlandweit im Anbau befindlichen Kulturen für die Betriebe bereitzustellen, wurden in den zurückliegenden drei Jahren für über 160 Arznei- und Gewürzpflanzenkulturen die jeweiligen Dünge-Basisdaten überprüft. Darauf basierend wurden für 93 Kulturen Muster und Daten aus der Praxis erhoben und die vorhandenen Basisdaten angepasst sowie um Basisdaten für 30 Kulturen bzw. Kulturverfahren ergänzt.

Mit der verbesserten Datenbasis, nutzbar seit der Düngesaison 2021/22, wird die Düngeplanung für praxisübliche Erträge, für die notwendigen Qualitäten sowie für die

Nährstoffbilanzierung in der betrieblichen Praxis noch verlässlicher werden. Überschätzungen des N- oder P-Bedarfs, die zu umweltbelastenden Nährstoffverlusten führen würden, sind damit künftig deutlich besser vermeidbar. Durch die Blatt-Stängel-Untersuchungen bei Kräuterkulturen, von denen nur Blattware ohne Stängel verkauft werden, erhielten die Landwirte realistischere Orientierungswerte für die Ermittlung der betriebsspezifischen Frischmasse-Abfuhr an die Hand. Dadurch wird erwartet, dass sich der Beratungsbedarf z.B. für einzelbetriebliche Bewertungen sowohl während der Düngeplanung als auch im Zuge künftiger Kontrollen reduziert bzw. auf niedrigem Niveau einstellt.

6 Literatur

1. Bomme, U. und Nast, D. (1998): Nährstoffentzug und ordnungsgemäße Düngung im Feldanbau von Heil- und Gewürzpflanzen. *Z Arznei Gewürzpfl* 3, S. 82-90.
2. Heuberger, H. (2018). Nährstoffgehalte und N-Bedarfswerte für die bedarfs- und umweltgerechte Düngung (neue Düngeverordnung) – Beurteilung der Datengrundlage. Posterabstract in: F. Marthe et al. (Hrsg.), Tagungsband 8. Tagung Arznei- und Gewürzpflanzenforschung. In: Julius-Kühn-Archiv Nr. 460, S. 10. – 13. September 2018; S.115-117. <https://doi.org/10.5073/jka.2018.460.000> (open access)
3. Heuberger, H. (2019). Die neue Düngeverordnung – Erfahrungen aus einem Jahr Anwendung bei Kräutern. Tagungsband 29. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen vom 19.02. bis 20.02.2019, S. 33-35
4. Holz, . (2010): Düngung. In: Hoppe, B. (Hrsg.) (2010): Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus. Band 2 Grundlagen des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus II. Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen SALUPLANTA e.V. Bernburg, 768 S.
5. Hoppe, B. (Hrsg.) (2012). Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus. Band 4 Arznei- und Gewürzpflanzen A – K. Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen SALUPLANTA e.V. Bernburg, 800 S.
6. Hoppe, B. (Hrsg.) (2013): Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus. Band 5 Arznei- und Gewürzpflanzen L - Z. Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen SALUPLANTA e.V. Bernburg, 800 S.
7. LfL 2022a: Basisdaten (Düngeberatung/Düngerecht). Internetseite, letzter Abruf am 01.04.2022: <https://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/031245/index.php>
8. LfL 2022b: Pflanzen- und umweltgerechte Düngung von Arznei- und Gewürzpflanzen in Bayern 2022. Internetseite, letzter Abruf am 01.04.2022: <https://www.lfl.bayern.de/ipz/heilpflanzen/188161/index.php>
9. Novak, J. (2018). The European Herb Growers Association (EUROPAM) position on drying (dehydration) factors for medicinal and aromatic plants (MAPs). *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants* 11 DOI:10.1016/j.jarmap.2018.07.002
10. TLL (Hrsg.) 2005: Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von Saflor. 1. Auflage, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft 14 Seiten.
11. VDLUFA (Hrsg.) 1995: Das VDLUFA Methodenbuch Band II Die Untersuchung von Düngemitteln, Methode 3.5.2.7. 4. Auflage 1995, einschl. 1.-7. Ergänzungslieferung.
12. VDLUFA (Hrsg.) 1991: Das VDLUFA Methodenbuch Band I Die Untersuchung von Böden. 4. Aufl. 1991, Gesamtwerk einschl.1. - 7. Teillieferung. Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten, Darmstadt.
13. VDLUFA (Hrsg.) 1976: Das VDLUFA Methodenbuch Band III Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. 3. Auflage 1976 Gesamtwerk einschl. 1.-8. Ergänzungslieferung
14. Volkmer, S. (2021): Praxiserhebung zu Blatt- und Stängel-verhältnissen und Nährstoffgehalten und Entzügen ausgewählter Küchenkräuter und Teepflanzen. MSc-Arbeit im Studiengang Agrarwissenschaften, TU München, Lehrstuhl Crop Physiology; 154 Seiten.

7 Anhang

7.1 Ergebnis der Bedarfsanalyse zur Erhebung von Nährstoffgehalts- und Ertragsdaten

Tab. 8: Priorisierung der Kulturen für die Erhebung von Daten – Ergebnis des Workshops vom 08.05.2019

Kultur	Botanischer Name	Pflanzenteil
	beprobten	
	nicht beproben	
	ungeklärt	
	streichen / kein Anbau	
Ackerschachtelhalm	Equisetum arvense	Kraut (sterile Triebe)
Ackerstiefmütterchen	Viola arvensis	Kraut
Adonisröschen	Adonis vernalis	Blühendes Kraut
Akelei ¹⁾	Aquilegia	Blühendes Kraut
Alant	Inula helenium	Wurzeln Krauternterückstände
Ampfer, Krauser ¹⁾	Rumex crispus	Kraut nach der Blüte
Ampfer, Wiesen- ¹⁾	Rumex acetosa	Blatt
Anis ¹⁾	Pimpinella anisum	Samen (Droge!) Stroh, Samenernterückst.
Andorn	Marrubium vulgare	Blühendes Kraut
Artischocke (Kardone) ¹⁾	Cynara scolymus	Kraut
Arzneifenchel	Foeniculum vulgare	Früchte (Droge!) Kraut ohne Früchte
Arzneirhabarber	Rheum palmatum	Wurzeln Krauternterückstände
Bärlauch	Allium ursinum	Blätter
Bärwurz	Meum athamanticum	Blätter Samen Wurzeln
Baikal-Helmkraut	Scutellaria baicalensis	Wurzeln Krauternterückstände
Baldrian	Valeriana officinalis	Wurzeln Krauternterückstände
Ballonrebe	Cardiospermum halicacabum	
Basilikum	Ocimum basilicum	Kraut b. Blühbeginn
Beifuß	Artemisia vulgaris	Kraut Wurzeln
Beifuß, Besen-	Artemisia scoparia	Kraut
Beinwell, Gemeiner	Symphytum officinale	Wurzeln

Benediktenkraut	Cnicus benedictus	Kraut
Bergarnika	Arnica montana	Blütenkörbe Krauternterückstände Wurzeln
Bertram, Römischer	Anacyclus pyrethrum	Wurzeln
Bibernelle, Kleine	Pimpinella saxifraga	Wurzeln Krauternterückstände
Bockshornklee	Trigonella foenum-graecum	Samen (Droge!) Krauternterückstände
Bohnenkraut, einjährig	Satureja hortensis	Blühendes Kraut
Bohnenkraut, Berg-	Satureja montana	Blühendes Kraut
Borretsch	Borago officinalis	Blühendes Kraut
Braunelle	Prunella	Kraut zu Ende der Blüte
Brennnessel, Große	Urtica	Nicht blühendes Kraut
		Wurzeln
Brennnessel, Kleine	Urtica	Blühendes Kraut
Brunnenkresse ¹⁾	Nasturtium officinale	Kraut
Buchweizen	Fagopyrum esculentum	Blühendes Kraut
Dill, Frischmarkt	Anethum graveolens	Kraut
Dill, Industrieware	Anethum graveolens	Kraut b. Knospenansatz
Dill, Dillspitzen		Dillspitzen
Dinkelgras	Triticum aestivum subsp. spelta	Gras
Dost, Oregano	Origanum vulgare	Blühendes Kraut Frischware
Drachenkopf	Dracocephalum moldavica	Blühendes Kraut
Drachenkopf, Iberischer	Lallemantia iberica	
Eibisch	Althaea officinalis	Wurzeln Krauternterückstände
Eisenkraut, Echtes	Verbena officinalis	Kraut
Engelwurz, Chinesische	Angelica sinensis	Wurzeln Krauternterückstände
Engelwurz, Europäische	Angelica archangelica	Wurzeln Krauternterückstände
Engelwurz, Sibirische	Angelica dahurica	Wurzeln Krauternterückstände
Enzian ohne Ernte	Gentiana lutea	
Enzian, Gelber	Gentiana lutea	Wurzeln nach 4 Jahren
Estragon, Deutscher	Artemisia dracunculus	Nicht blühendes Kraut
Färberdistel ¹⁾	Carthamus tinctorius	Samen Stroh, Samenernterückst.
Färberhundskamille	Anthemis tinctoria	
Färbekrapp	Rubia tinctoria	Wurzeln
Färberknöterich	Polygonum tinctorium	

Färbewaid	<i>Isatis tinctoria</i>	Blätter Samen Wurzeln
Federmohn, 1. Standjahr ¹⁾	<i>Macleaya cordata</i>	Kraut
Federmohn, ab 2. Standjahr ¹⁾		Kraut
Fingerhut, Roter	<i>Digitalis purpurea</i>	Blätter Samen
Fingerhut, Wolliger	<i>Digitalis lanata</i>	Blätter
Frauenmantel	<i>Alchemilla</i>	Blühendes Kraut
Gartenkresse	<i>Lepidium sativum</i>	Kraut bis Blühbeginn
Gartenpimpinelle	<i>Sanguisorba minor</i>	Kraut
Geißraute ¹⁾	<i>Galega officinalis</i>	Kraut
Gerstengras	<i>Hordeum vulgare</i>	Gras
Ginseng	<i>Panax ginseng</i>	Wurzeln
Goldmelisse	<i>Monarda didyma</i>	Kraut, blühend Blüten
Goldrute	<i>Solidago</i>	Blühhorizont
Hafer, grüner		Gras
Hanf	<i>Cannabis sativa</i>	Schäben Samen Blüten Blätter
Herzgespann, Echtes	<i>Leonurus cardiaca</i>	Blühendes Kraut
Holunder	<i>Sambucus nigra</i>	Blüten
Hunds-Rose	<i>Rosa canina</i>	Früchte (Droge!)
Indigolupine	<i>Baptisia australis</i>	
Johanniskraut	<i>Hypericum perforatum</i>	Blühendes Kraut
Kalmus	<i>Acorus calamus</i>	Wurzelstock
Kamille	<i>Matricaria chamomilla</i>	Blüten, Blühhorizont Kraut ohne Blüten
Kapuzinerkresse ¹⁾	<i>Tropaeolum</i>	Blühendes Kraut
Kerbel ¹⁾	<i>Anthriscus cerefolium</i>	Kraut
Koriander, Kraut	<i>Coriandrum sativum</i>	Kraut für Blattdroge
Koriander ¹⁾	<i>Coriandrum sativum</i>	Samen (Droge!) Stroh, Samenernterückst.
Kornblume	<i>Centaurea cyanus</i>	Blühendes Kraut Blüten Kraut ohne Blüten
Kostuswurzel, Indische	<i>Saussurea costus</i>	Wurzel Krauternterückstände
Königskerze, Gemeine	<i>Verbascum phlomoides</i>	Blüten
Kuhsschelle, Wiesen-	<i>Pulsatilla pretensis</i>	Kraut
Kümmel	<i>Carum carvi</i>	Früchte (Droge!)

Lavendel	Lavandula angustifolia	Kraut ohne Früchte Blütenähren Erntestoppel nach Ernte
Lein, Gemeiner	Linum usitassimum	Samen
Leuzea	Leuzea carthamoides	Wurzeln
Liebstockel	Levisticum officinale	Nicht blühendes Kraut Wurzeln
Löffelkraut, Echtes	Cochlearia officinalis	Blätter
Löwenzahn ¹⁾ Löwenzahn, Kaukasischer (Wurzeln) ¹⁾	Taraxacum officinale	Kraut Wurzeln Krauternterückstände
Lungenkraut	Pulmonaria officinalis	Kraut
Luzerne	Medicago sativa	
Mädesüß, Echtes ¹⁾	Filipendula ulmaria	Blühendes Kraut
Majoran	Origanum majorana	Kraut bei Blühbeginn
Malve, Blaue	Malva sylvestris	Blühendes Kraut Blüten Blütenernterückstand
Mariendistel ¹⁾	Silybum marianum	Samen (Droge!) Stroh, Samenernterückst.
Mäusedorn	Ruscus aculeatus	Wurzeln
Meerrettich	Armoracia rusticana	Wurzeln Krauternterückstände
Meisterwurz	Peucedanum ostruthium	Wurzeln Wurzelstock
Melde ¹⁾	Atriplex	Kraut
Mohn	Papaver somniferum	Samen und Kapseln Stroh, Samenernterückst.
Mönchspfeffer	Vitex agnus-castus	Blätter Früchte
Muskatteller Salbei	Salvia sclarea	Blühendes Kraut
Mutterkorn	Secale cornutum	Früchte
Mutterkraut	Tanacetum parthenium	Blühendes Kraut
Mutterkraut, Chin.	Leonurus japonicus	Blühendes Kraut
Nachtkerze, Gemeine	Oenothera biennis	Samen (Droge!) Stroh, Samenernterückst.
Odermennig	Agrimonia eupatoria	Blühendes Kraut
Pestwurz	Petasites hybridus	Wurzelstock
Petersilie, Blatt-	Petroselinum crispum	Blätter bis 1. Schnitt
Petersilie, Blatt-	Petroselinum crispum	Blatt nach 1 Schnitt Stängel
Pfefferminze, Minzen	Mentha × piperita	Nicht blühendes Kraut, 3 Schnitte

Quendel	<i>Thymus pulegioides</i>	Blätter Kraut
Rainfarn	<i>Tanacetum vulgare</i>	Blüten Kraut
Reif-Weide, Pharmaweide	<i>Salix daphnoides</i>	
Ringelblume	<i>Calendula officinalis</i>	Blühendes Kraut Blütenkörbe Kraut ohne Blüten
Roggen (Roggenpollen)	<i>Secale cereale</i>	
Rosenwurz	<i>Rodiola rosea</i>	
Rosmarin ¹⁾	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Nicht blühendes Kraut
		Pflanzenstoppel nach Ernte
Rotwurzelsalbei	<i>Salvia miltiorrhiza</i>	Wurzeln Krauternterückstände
Salbei	<i>Salvia officinalis</i>	Nicht blühendes Kraut
Saposhnikovia	<i>Saposhnikovia divaricata</i>	Wurzel Krauternterückstände
Schabzigerklee	<i>Trigonella caerulea</i>	Blühendes Kraut
Schafgarbe	<i>Achillea</i>	Blühhorizont
Schleifenblume, Bittere ¹⁾	<i>Iberis amara</i>	Kraut
Schlüsselblume	<i>Primula veris</i>	Wurzeln Krauternterückstände
Schnittknoblauch ¹⁾	<i>Allium tuberosum</i>	Kraut
Schnittlauch	<i>Allium schoenoprasum</i>	Kraut, bis 1. Schnitt
Schnittlauch, nach 1. Schnitt		gesät, nach 1 Schnitt
Schnittlauch, für Treiberei		Anbau f. Treiberei
Schöllkraut	<i>Chelidonium majus</i>	Blühendes Kraut
Schwarzkümmel, Echter	<i>Nigella sativa</i>	Samen (Droge!) Stroh
Schwertlilie, Verschiedenfarbige	<i>Iris versicolor</i>	Wurzeln
Seifenkraut	<i>Saponaria officinalis</i>	Kraut Wurzeln
Sellerie, Schnitt- ¹⁾	<i>Apium graveolens</i>	Kraut
Senf, Brauner ¹⁾	<i>Brassica juncea</i>	Samen Stroh, Samenernterückst.
Senf, Gelber/Weißer ¹⁾	<i>Sinapis alba</i>	Samen Stroh, Samenernterückst.
Siegesbeckie	<i>Sigesbeckia pubescens</i>	Blühendes Kraut
Sonnenhut, schmalblättriger	<i>Echinacea angustifolia</i>	Blühendes Kraut Wurzeln (jährl. Zuwachs) Wurzeln
Sonnenhut, blasser	<i>Echinacea pallida</i>	Blühendes Kraut Wurzeln (jährl. Zuwachs)

		Wurzeln
Sonnenhut, Purpur	Echinacea purpurea	Blühendes Kraut Wurzeln (jährl. Zuwachs) Wurzeln
Spitzwegerich	Plantago lanceolata	Kraut
Stechapfel, Gemeiner	Datura stramonium	Blätter Samen
Steinklee, Gelber	Melilotus officinalis	Blühendes Kraut
Steinklee, Weißer	Melilotus albus	Blühendes Kraut
Stundenblume	Tagetes erecta	
Taigawurzel	Eleutherococcus senticosus	
Tausendgüldenkraut	Centaurium erythraea	Blühendes Kraut
Thymian	Thymus vulgaris	Blühendes Kraut
Tollkirsche ¹⁾	Atropa belladonna	Kraut
Tragant, Chinesischer	Astragalus membranaceus	Wurzeln Krauternterückstände
Waldmeister	Galium odoratum	Blühendes Kraut
Weidenröschen	Epilobium parviflorum	Kraut
Weißdorn, eingrifflicher	Crataegus	Blüten Blätter Früchte
Weizengras	Triticum aestivum	Gras
Wermut, Beifuß	Artemisia absinthium	Nicht blühendes Kraut
Wiesenflockenblume	Centaurea jacea	
Wiesenknopf, Kleiner ¹⁾	Sanguisorba minor	Kraut
Winterheckenzwiebel ¹⁾	Allium fistulosum	Kraut
Yacon		
Ysop	Hyssopus officinalis	Blühendes Kraut
Zitronenmelisse	Melissa officinalis	Nicht blühendes Kraut Stängel Blätter
Zitronenverbene ¹⁾	Aloysia citrodora	Kraut

7.2 Anleitungen und Formblätter zur Probenahme der Pflanzenmuster



Anleitung zur Probennahme von Biomassen für Nährstoffgehaltsanalyse

- **Zeitpunkt der Probennahme**
 - Zur Ernte der Kultur
- **Geräte, Material, Werkzeuge**
 - Die Entnahme der Proben muss so erfolgen, dass das zu untersuchende Material nicht verändert oder verunreinigt wird
 - Saubere, trockene Geräte und Behältnisse

→ Probennahme von Frischmasse

- **Kraut, Blüten und Samen**
 - Erntegut muss marktfähig sein
 - 4 x mind. 0,5 m² (*) - ernten, zusammenführen; FM bestimmen, Stichprobe (1kg) nehmen, wiegen und trocknen (Gewichtskonstanz), TM wiegen
 - In gleicher Weise die Rückstände erfassen, boden-eben abschneiden
 - Das zu untersuchende Material muss einen Umfang von 1 kg haben und eine Mischprobe des Bestandes darstellen. Somit wird eine möglichst hohe Homogenität der Probe sichergestellt.
 - Bei großen Pflanzen: Material von mind. 10 Pflanzen ernten und beproben
 - (*) ganze Reihen ernten, Anzahl Reihen erfassen, die genaue beerntete Fläche im Nachgang berechnen
- **Frischen Wurzeln**
 - Es ist darauf zu achten, dass die verschiedenen Größen der Wurzeln in gleichen Teilen vorhanden sind
 - Die Probengröße sollte bei Wurzelproben 1kg umfassen.
 - Ernterückstände nach der Ernte oder kurz vor der Ernte beproben.

Sollte es nicht möglich sein, die frische Biomasseprobe innerhalb von 1-2 Tagen an die LfL zur Untersuchung zu schicken, muss das Pflanzenmaterial durch Trocknung an der Luft oder im Trockenschrank bei max. 80°C getrocknet werden.

→ Probennahme von Drogen

- Die Drogenprobe sollte ein Gewicht von 300g haben
- **Verpackung, Kennzeichnung und Transport der Probe**
 - Die entnommene Probe soll in sauberen, trockenen Papiertüten, die gesamte Lieferung in feuchtigkeitsundurchlässigen Behältnissen (z.B. Kunststoffbeutel in Karton) verpackt werden
 - Beschriftung der Probe mit wasserfestem Stift mit folgenden Angaben:
 - Name des Betriebs, Datum Probenentnahme, Bezeichnung des zu untersuchenden Materials (Kultur, Pflanzenteil)
 - Die Probe ist baldmöglichst mit **Beilage des Probenbegleitscheins** an die LfL zu schicken:

Postadresse, DHL:	Paketdienstadresse:
Maria Baier Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft IPZ 3d Vöttinger Straße 38 85354 Freising	Maria Baier Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft IPZ 3d Am Gereuth 2 85354 Freising

Probenbegleitschein

Untersuchung auf Nährstoffgehalt der Biomasse



Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
 Institut für Pflanzenschutz, Arbeitsgruppe IPZ 3d (Heil- und Gewürzpflanzen)
 Tel.: 08161/71-4450 Fax: 08161/71-5225 Mail: Maria.Baier@LfL.bayern.de

Postadresse, DHL: Maria Baier
 Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
 IPZ 3d
 Vöttinger Str. 38
 85354 Freising

Paketdienstadresse: Maria Baier
 Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
 IPZ 3d
 Am Gereuth 2
 85354 Freising

Probe/Kultur	Datum Probenahme:
	Probenehmer:
Sorte	Proben ID: (einzutragen vom Labor)
Untersuchungsmaterial <input type="checkbox"/> Blätter <input type="checkbox"/> Wurzel <input type="checkbox"/> Stängel <input type="checkbox"/> Knollen <input type="checkbox"/> Triebe/Zweige <input type="checkbox"/> Saatgut <input type="checkbox"/> Blüten <input type="checkbox"/> Ernterückstand	Eingangsdatum: (einzutragen vom Labor)
	Untersuchungsmaterial geeignet (einzutragen vom Labor) <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
Zustand des Untersuchungsmaterials: <input type="checkbox"/> Frisch <input type="checkbox"/> Getrocknet → Trocknungsmethode: _____ bei _____ °C	
Einsender/Name/Adresse:	
Telefon:	Fax:
E-Mail:	
Betrieb/Name/Adresse:	
Telefon:	Fax:
E-Mail:	
Anmerkungen:	

Proben-Nr.	Analytikumfang
	<input checked="" type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> CaO <input checked="" type="checkbox"/> P ₂ O ₅ <input type="checkbox"/> S <input checked="" type="checkbox"/> K ₂ O <input checked="" type="checkbox"/> MgO

Kultur-Charakteristika

Praxiserhebung Basisdaten für Heil- und Gewürzpflanzen



Betrieb/Name/Adresse:		
Telefon:	Fax:	
E-Mail:		
Wirtschaftsweise:	<input type="checkbox"/> biologisch	<input type="checkbox"/> konventionell
<input type="checkbox"/> Sonstiges		
Anmerkungen:		
Kultur		
Fruchtart/Kultur:		
Verwendung:	<input type="checkbox"/> Frischmarkt	<input type="checkbox"/> Frostung
<input type="checkbox"/> Trocknung		
Ernteprodukt, ggf. Stadium:		
<input type="checkbox"/> Blätter	<input type="checkbox"/> Wurzel	
<input type="checkbox"/> Stängel	<input type="checkbox"/> Knollen	
<input type="checkbox"/> Triebe/Zweige	<input type="checkbox"/> Saatgut	
<input type="checkbox"/> Blüten	<input type="checkbox"/> Sonstiges: _____	
Erntestadium:		
Ernteschritte pro Jahr:		
Ertrag Frischmasse pro Jahr (dt/ha):	Drogenertrag pro Jahr (dt/ha):	EV*:
Datum Ernte:		
Wie hoch ist der Stängelanteil? (bei Krautdrogen)		
Was passiert mit Krautrückständen?	<input type="checkbox"/> Produkt	<input type="checkbox"/> Org. Dünger
<input type="checkbox"/> verbleibt auf Feld		

*EV= Eintrocknungsverhältnis

Standortgrunddaten			
Schlagbezeichnung (Mehrfachantrag):			
Kulturfläche (ha):			
Standjahr der Kultur:			
Bodenart:		pH:	
Humusanteil:	<input type="checkbox"/> kleiner 4 %	<input type="checkbox"/> größer 4 %	
Wasserschutzgebiet?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	
Vorfrucht			
Vorfrucht:			
Abfuhr von Ernterückständen?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	
Zwischenfrucht			
Zwischenfrucht:	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja, wel-	
che? _____			
Mit Nutzung?	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja	
Abfuhr von Ernterückständen?	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja	
Düngung			
Dünger:	1.	2.	3.
Düngerart:			
Düngermenge (kg/ha):			
Zeitpunkt der Düngung:			

7.3 Abstract zum Vortrag beim Bernburger Winterseminar 2021

M. Baier, G. Henkelmann, H. Heuberger (2021). Optimierte Düngebasisdaten für Arznei- und Gewürzpflanzen. Vortrag. Tagungsband 31. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen vom 23.02.2021, S. 15-16.

Mit der Novellierung der Düngeverordnung 2017 wurde die Verbesserung der Datenbasis für die bedarfs- und umweltgerechte Düngung der feldmäßig in Deutschland angebauten Arznei- und Gewürzpflanzen dringend erforderlich. Die Düngebedarfsermittlung und Düngung der Kulturen müssen nun vom Landwirt schriftlich dokumentiert werden. Verstöße sind Bußgeld bewehrt. Um zuverlässigere Planungsdaten für die Betriebe bereitzustellen, wurden im Rahmen eines Projekts für über 100 Arznei- und Gewürzpflanzenkulturen die jeweiligen Basisdaten ermittelt.

Die Basisdaten beinhalten die Stickstoff-, Phosphor-, Kali- und Magnesium Entzugszahlen, den N-Bedarfswert sowie die Frischmasse-Erträge des Ernteprodukts. Das Projekt umfasst die Erhebung von Entzugs- und Ertragszahlen für Kulturen, für die bislang nur Schätzwerte vorliegen, sowie für Kulturen, deren Basisdaten auf einer geringen Stichprobengröße oder einer geringen Standortrepräsentativität beruhen.

Zu Beginn des Projekts 2019 erfolgte zunächst eine genaue Datenrecherche zu in Deutschland angebauten Kulturen von Arznei- und Gewürzpflanzen durch Auswertung von Fachliteratur, einer Expertenbefragung bei Beratern und Forschungsstellen und dem fachöffentlichen Aufruf Daten- oder Anpassungsbedarf zu melden. Auf dieser Grundlage erfolgte die Zusammenstellung einer priorisierten Kulturliste für die Probenerhebung, welche mit den bundesweiten Kooperationspartnern beurteilt und abgestimmt wurde. Ebenso wurde eine Anleitung zur Probennahme von Biomasse erstellt, um die Proben bei möglichst ähnlichen Bedingungen zu entnehmen.

Die anschließende Praxiserhebung durch Probennahmen bei den jeweiligen Anbaubetrieben ergab sich in Abhängigkeit von Erntezeitpunkt der verschiedenen Kulturen vor Ort oder durch Bereitstellung von Erntemustern durch die Betriebe. Hierbei wurden zunächst diese Kulturen bevorzugt beprobt, welche mit hoher Priorität ausgewiesen wurden, da für diese keine bzw. unzureichende Daten vorliegen.

Während den Saisons 2019 und 2020 wurden knapp 100 verschiedene Kulturen in einem oder mehreren Beständen beprobt. Die Erhebung erfolgte in insgesamt 34 konventionell und 32 ökologisch wirtschaftenden Praxisbetrieben mit Schwerpunkt in Bayern sowie über die Kooperationspartner in Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz, Nordrhein-Westfalen und Österreich. Knapp 700 Proben wurden auf ihren Gehalt an N, P, K, Ca und Mg, sowie bei den Arten der Brassicaceen, Apiaceen und Alliaceen auch auf den S-Gehalt nach DIN-Methoden und Methoden des Verbandes Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) untersucht. Die Erträge der beprobten Ernteprodukte und gegebenenfalls der Ernterückstände wurden aus den Beständen ermittelt oder von den Betrieben angegeben.

Alle Analyseergebnisse der Beprobungen werden derzeit ausgewertet und mit den kooperierenden Kollegen anderer Bundesländer abgestimmt. Auf dieser Grundlage werden die Dünge-Basisdaten optimiert und bundesweit veröffentlicht werden.

Im Bayerischen Hoheitsbereich wurden die ersten Daten bereits genutzt, um neue Verfahren und einen organischen Dünger zu definieren. Diese wurden in die Rechen- und Dokumentationshilfen für die Saison 2021 aufgenommen. Für Petersilie und Schnittlauch wurden die Verfahren
„Petersilie,

Blatt-, für Verarbeitung, alle Schnitte“ bzw. „Schnittlauch, für Verarbeitung, alle Schnitte“ eingeführt. Bei diesen ist – abweichend von der Düngeverordnung – nur eine Düngebedarfs-ermittlung pro Vegetationsperiode vorgesehen mit einem N-Bedarfswert von 285 kg N/ha und einem Standardertrag (frisch, Blatt mit Stiel) von 500 dt/ha bei Petersilie und 310 kg N/ha bzw. 500 dt/ha bei Schnittlauch. Zudem wurden Basisdaten für Dill, Koriander und Petersilie als Zweitfrucht veröffentlicht. Stängel von Kräutern, die als Austrag nach der Verarbeitung nicht innerhalb von 5 Tagen auf dasselbe Feld oder auf ein anderes Feld verbracht werden, enthalten eine relevante N-Menge und zählen als organischer Dünger. Dafür wurde in den Basisdaten für landwirtschaftliche Kulturen in Bayern der organische Dünger „Heil- und Gewürzpflanzenstiele, frisch (12 % TM)“ mit 2,3 kg N/t und 1,3 kg P₂O₅/t definiert.

Mit der verbesserten Datenbasis, die ab Düngesaison 2022 nutzbar sein wird, wird die Düngeplanung für praxisübliche Erträge und die notwendigen Qualitäten sowie die Nährstoffbilanzierung in der betrieblichen Praxis noch verlässlicher werden. Überschätzungen, die zu umweltbelastenden Verlusten führen, können künftig vermieden werden. Zudem sollte damit der Beratungsbedarf z.B. für einzelbetriebliche Bewertungen sowohl während der Düngeplanung als auch im Zuge künftiger Kontrollen reduziert werden.