

Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Abteilung Pflanzliche Erzeugung

Gustav-Kühn-Straße 8, 04159 Leipzig

Internet: <http://www.smul.sachsen.de/lfulg>

Bearbeiter: Dr. Hartmut Kolbe

E-Mail: hartmut.kolbe@smul.sachsen.de

Tel.: 0341 9174-149 Fax: 0341 9174-111

Einflussfaktoren auf Ertrag und Inhaltsstoffe der Kartoffel

I. Trockensubstanz und Stärke

1. Zusammensetzung und Bedeutung der Inhaltsstoffe Trockensubstanz und Stärke

Wird den Pflanzen das Wasser entzogen, so befinden sich alle Inhaltsstoffe, die eine Pflanze durch ihren Stoffwechsel gebildet oder die sie aus dem Boden oder aus der Luft aufgenommen hat, in der Trockensubstanz. Den Gehalt an Trockensubstanz oder Trockenmasse kann man relativ einfach durch passives Trocknen an der Luft oder durch andere genormte Verfahren ermitteln wie z.B. durch Bestimmung des spezifischen Gewichtes, Ofentrocknung bei 105 °C oder durch Gefriertrocknung, einem besonders schonenden Verfahren, den Pflanzen das Wasser zu entziehen (Abb. 1).

Diese Abbildung gibt einen räumlichen Einblick in einen Zellverband von Kartoffelknollen. Gut sichtbar sind die Zellwände, die getrockneten Bestandteile des Zellinhaltes und die Stärkekörner, die gewöhnlich den größten Platz in den Zellen einnehmen.

Im Durchschnitt bestehen Kartoffelknollen zu 20 - 25 % aus Trockensubstanz. Die Trockensubstanz selber hat ungefähr nachfolgende Zusammensetzung:

- 70 % Stärke**
- 9,5 % Rohprotein**
- 1 % Rohfett**
- 3 % Zucker**
- 2,5 % Säuren**
- 2,5 % Mineralstoffe**
- 11 % Ballaststoffe**
- 0,5 % Rest: u.a. Vitamine.**

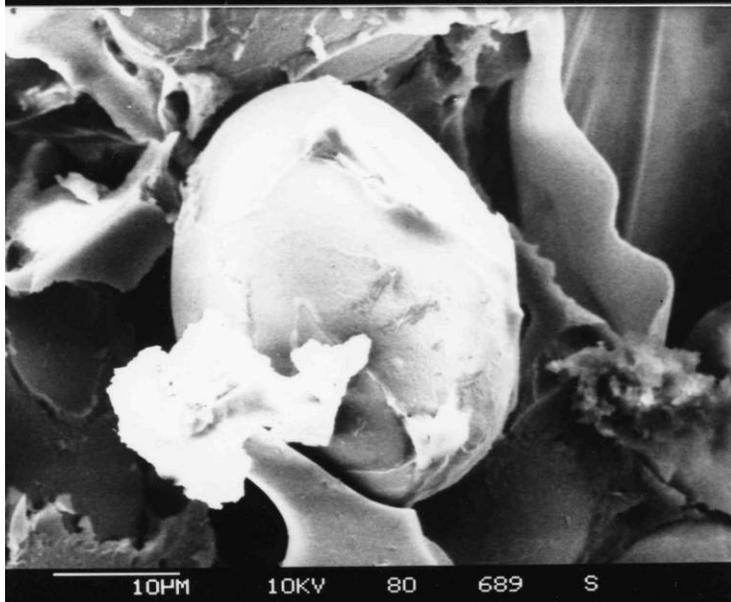
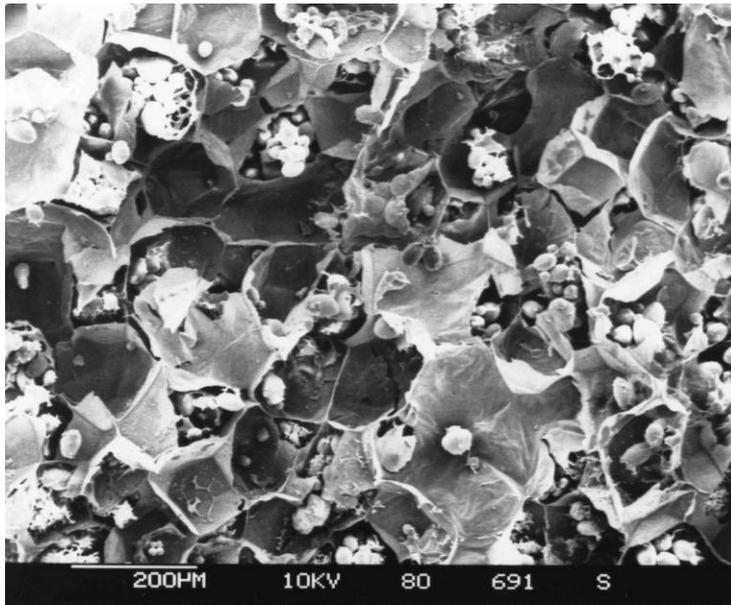


Abb. 1: Elektronenmikroskopische Aufnahmen von Zellverbänden mit Stärkekörnern der Kartoffelknolle

Die Stärke ist das Kohlenhydrat-Reservoir der Kartoffel. Die höchsten Gehalte befinden sich innerhalb des Gefäßbündelringes der Knolle. Die Stärke kann durch Hinzufügen von Jod sichtbar gemacht werden. Dadurch färbt sie sich rotviolett. Die Stärkekörner, deren Durchmesser 15 - 100 µm betragen, haben eine ovale Form und sind bei Durchleuchtung im Lichtmikroskop durch exzentrische Schichtungen gekennzeichnet (Abb. 2).

Kartoffelstärke besteht zu 20 % aus Amylose und zu 80 % aus dem verzweigten Amylopektin. Beides sind Aneinanderkettungen von Glucosemolekülen, die in charakteristischer Weise spiralförmig aufgewunden in den Stärkekörnern abgeschieden sind (Abb. 2).

Der Stärkegehalt von Kartoffelknollen kann, ähnlich dem der Trockensubstanz, durch Ermittlung des Unterwassergewichtes (Stärkewaage) bestimmt werden. Das so ermittelte spezifische Gewicht der Knollen steht in einer bestimmten Relation zum Gehalt an Stärke bzw. an Trockensubstanz. Eine weit verbreitete Labormethode ist die Bestimmung der Stärke mit dem Polarisationsapparat, indem die Größe der optischen Drehung der Kartoffelstärke (= abhängig von der spezifischen chemischen Struktur) im polarisierten Licht gemessen wird. Heute finden auch enzymatische Bestimmungsmethoden größere Verbreitung. Hierbei wird die Stärke zunächst in ihre chemischen Bestandteile, den Glucosemolekülen, gespalten. Infolge einer weiteren enzymatischen Umwandlung der Glucose wird dann der Verbrauch an Reduktionsäquivalenten (NADPH) gemessen, der dem Gehalt an Glucose bzw. an Stärke proportional ist.

Im Vergleich zu anderen Kulturarten weist die Kartoffelstärke eine besondere Qualität auf. Die Stärkekörner der Kartoffeln sind relativ groß und sie sind durch einen hohen Anteil an kleisterbildendem Amylopektin gekennzeichnet. Gehalt und Qualität der Stärke ist zudem ein Sortencharakteristikum. Im Handel befinden sich Sorten mit unter 13 % aber auch mit bis zu 19 % Stärke i.d. Frs. (ca. 65 - 80 % i.d. Trs.).

Neben der Verwendung im Haushalt und in der Ernährungsindustrie, z. B. als Dickungs- oder Bindemittel, hat die Kartoffelstärke heute auch als nachwachsender Rohstoff für sehr verschiedene Anwendungsgebiete eine zunehmende Bedeutung: Bindemittel, Dextrose-Zucker, Ethanol, Ausgangssubstanz für die chemische Industrie. Die bei der Stärkeherstellung entstehenden Nebenprodukte (Pülpe, Schlempe) können z. T. in der Tierernährung oder als Düngemittel eingesetzt werden. Deren Entsorgung kann aber auch erhebliche Umweltprobleme bereiten. Für den Ernährungssektor ist bei der Herstellung von Verarbeitungsprodukten (auch Veredelungsprodukte genannt) folgendes wichtig. Je höher der Gehalt an Trockensubstanz bzw. an Stärke ist, umso höher ist die Ausbeute z. B. an Kartoffel-Trockenprodukten und umso niedriger sind der Ölverbrauch und damit der Fettgehalt bei Fritierprodukten.

Für den Menschen ist die Kartoffelstärke erst nach dem Kochen verdaulich und stellt dann als Nahrungsbestandteil eine bedeutende Kohlenhydratquelle dar. Geschmack, Mehligkeit und auch der Zerkochungsgrad der Kartoffeln sind abhängig von dem Verhältnis zwischen Stärke und der übrigen Trockensubstanz. Aufgrund des hohen Wassergehaltes und der ernährungsphysiologisch günstigen Zusammensetzung der Trockensubstanz (geringer Kaloriengehalt, hochwertiges Protein, hohe Anteile an Mineralstoffen und Vitaminen) hat die Kartoffel für die menschliche Ernährung einen hohen Wert. Sie wird daher heute immer öfter auch in der Diät ernährung und als Babykost empfohlen. Hierzu tragen auch z. T. noch unbekannt sekundäre Inhaltsstoffe (Vitalstoffe, Lebensstoffe) bei, die besonders für die Bekömmlichkeit und Gesunderhaltung des Menschen wichtig sind. Zu dieser "Vollwertigkeit" trägt daher die Bereitung als Pellkartoffel am besten bei und Kartoffelgenießer wissen diese Zubereitungsform zu schätzen.

Für die Bildung und Erhaltung dieser hohen Qualität sind sowohl ausgewogene Aufwuchsbedingungen, schonende Ernte- und Lagerungsverfahren als auch eine schonende Garung und Zubereitung der Kartoffeln von Bedeutung.

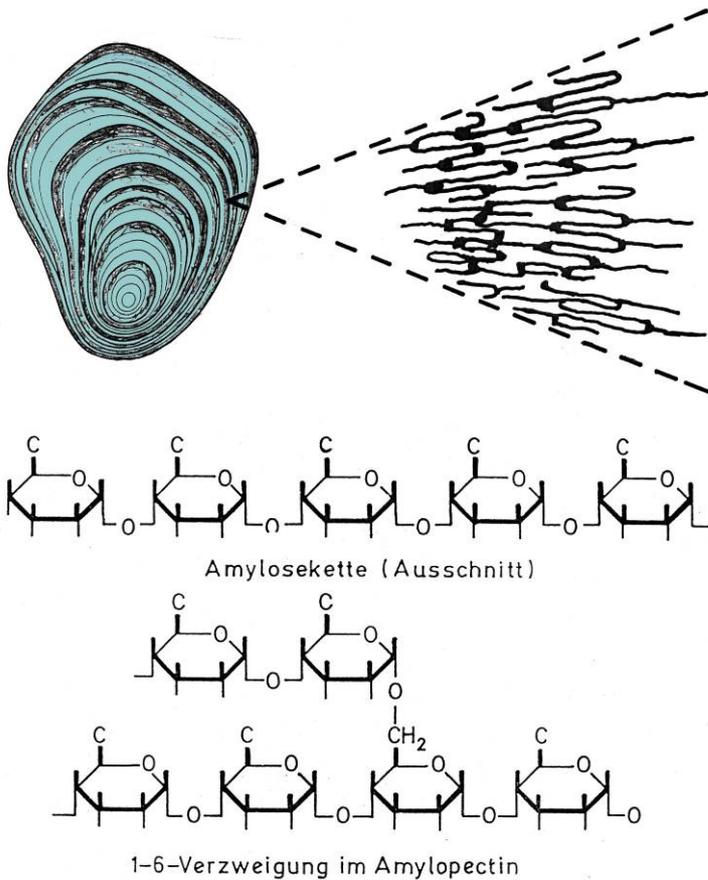


Abb. 2: Schematische Darstellung der Stärkekörner, Lagerung der Amylose- und Amylopektinstränge und der chemischen Struktur dieser Stärkekomponenten der Kartoffel (C = Kohlenstoff, O = Sauerstoff, H = Wasserstoff (unvollständig dargestellt))

2. Entwicklung im Verlauf der Vegetation

Die Entwicklung von Kartoffelpflanzen im Verlauf der Vegetationsperiode kann den nächsten graphischen Darstellungen entnommen werden (Abb. 3). Nach dem Aufgang durchläuft die junge Pflanze zunächst eine rasante Entwicklung mit stetig steigender Zunahme an Blattmasse und Stängeln und etwas zeitlich versetzt auch an Knollenmasse. Durch das Blühen der Kartoffelpflanzen wird in der Regel das Wachstum des Krautes beendet und es setzt danach wieder ein Abbau an Krautmasse und eine Umverlagerung in die Knollen ein, der bis zur Ernte in etwa 50 % der maximal gebildeten Trockenmasse des Krautes umfassen kann. Bereits einige Zeit vor der Ernte wird auch der Zuwachs an Knollenmasse beendet und die Knollenerträge beginnen wieder leicht abzunehmen.

Die Gehalte an Trockensubstanz verändern sich im Verlauf der Vegetation in folgender Weise (Abb. 3). In den Keimen und im ganz jungen Kraut sind zunächst relativ hohe Werte festzustellen. Sie fallen dann zwischenzeitlich etwas ab, steigen bis zum Zeitpunkt der maximal gebildeten Krautmasse wieder an und verbleiben auf diesem Niveau bis der Absterbeprozess durch eine deutliche Zunahme der Gehalte an Trockensubstanz sichtbar wird. In den Knollen nehmen dagegen die Gehalte an Trockensubstanz und an Stärke im Verlauf der Vegetation zunächst stetig zu und erreichen - ähnlich dem Knollenertrag - maximale Werte bereits einige Zeit vor der Ernte.

In den Blättern und Stängeln sind normalerweise die Gehalte an Stärke durch ein ausgeprägtes Maximum zur Hauptvegetationszeit gekennzeichnet. Die Gehalte können aber auch hohen Schwankungen unterworfen sein. Infolge extremer Witterung, z.B. bei sehr hohen Temperaturen, kann die Stärkeeinlagerung in die Knollen zum Erliegen kommen. Ein hoher Anteil dieser Assimilationsprodukte verbleibt dann meistens in den Stängeln. Dies kann dann bis zur Ernte, anders als in Abbildung 3 wiedergegeben, zu einer weiteren Anhebung der Werte im Blattwerk führen.

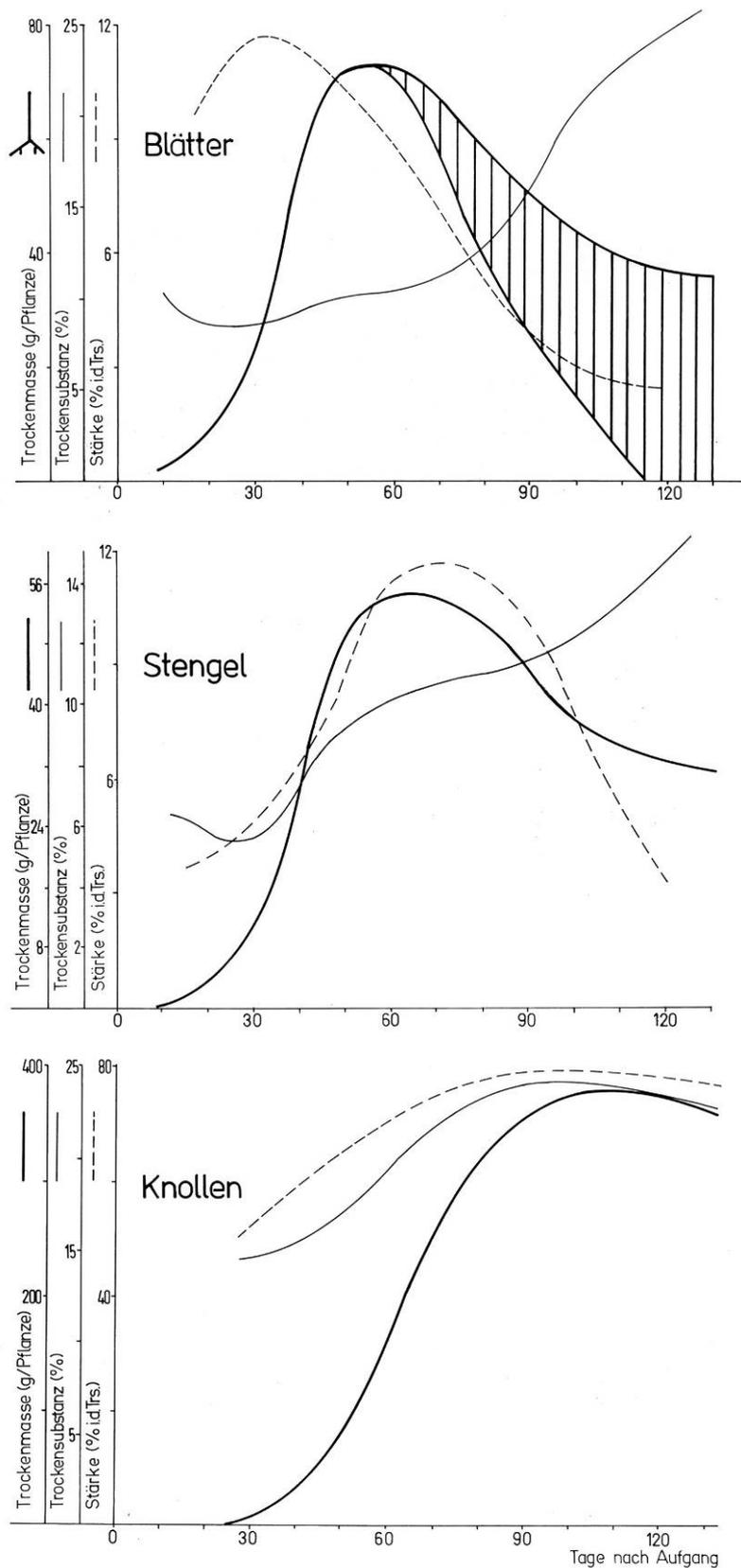


Abb. 3: Entwicklung der Trockenmasse und der Gehalte an Stärke und Trockensubstanz im Blatt, Stängel und Knolle im Verlauf der Vegetation

Zur Zeit des stärksten Wachstums zwischen dem 30. und 60. Tag nach dem Aufgang kann die tägliche maximale Bildung an Trockenmasse über 3 dt/ha betragen. Zu dieser Zeit werden gleichfalls täglich über 20 dt/ha an Wasser und 270 kg/ha an Stärke eingelagert. Dies sind ganz beachtliche Leistungen, die ein Bestand von einem Hektar mit ca. 40 000 Pflanzen vollbringen kann (siehe Tab. 1 u. 2).

Tab. 1: Aufnahme- und Veränderungsraten der Erträge und Inhaltsstoffe (je ha und Tag) im Verlauf der Vegetation

Merkmal	Dimension	Bereich (Tage nach Aufgang)					
		0 - 15	15 - 30	30 - 45	45 - 60	60 - 75	105 - 120
Frischmasse	kg	226	1178	2734	1383	575	-219
Wasser	kg	207	1085	2401	1055	271	-182
Trockenmasse	kg	19	93	333	328	304	-37
Stärke	kg	1,5	17	99	222	278	-29
Glucose	kg	0,2	4,5	20	47	-6,3	2,9
Fructose	kg	0,1	2,7	15	3,6	-4,1	2,6
Ascorbinsäure	g	71	510	2316	694	131	-353
Glycoalkaloide	g	35	126	331	124	13	-71
Rohprotein	kg	6	27	48	24	18	-4
Reinprotein	kg	5	17	41	15	0,3	-3
NPN-Verbindungen	kg	1,5	4,7	10	10	11	1,3
Nitrat	kg	1,1	4,2	1,6	-4,3	-1,8	0,1
Gesamt-N	kg	1,2	5,3	8,0	2,9	2,4	-0,5
P	kg	0,1	0,6	1,4	0,7	0,6	-0,1
K	kg	1,1	4,8	11,6	2,5	2,1	-0,4
Ca	kg	0,4	1,7	4,3	0,1	0,07	-0,2
Mg	kg	0,08	0,4	1,0	0,5	0,5	-0,1
Mn	g	1,5	7,6	26	3,3	1,2	-3,5
Na	g	32	128	268	68	-12	-8

Tab. 2: Verbleib der Mengen an Inhaltsstoffen z. Zt. der Ernte und Verluste (maximale aufgenommene Mengen = 100 %)

Merkmal	Knollen (%)	Kraut (%)	Verluste (%)
Frischmasse	70	14	16
Trockenmasse	78	14	8
Stärke	90	0,6	9
Ascorbinsäure	41	15	44
Glycoalkaloide	30	29	41
Rohprotein	76	17	7
Reinprotein	67	20	13
NPN-Verbindungen	94	6	0
Nitrat	3	4	93
Gesamt-N	76	17	7
P	87	11	2
K	84	9	7
Ca	7	84	9
Mg	39	53	8
Mn	19	64	17
Na	30	63	7

3. Einfluss des Wetters

Wie schon angedeutet wurde, verläuft die Bildung der Trockenmasse und der Gehalte an Inhaltsstoffen nicht immer so typisch, wie es in den vorhergehenden Abbildungen gezeigt wurde. Viele Umwelteinflüsse, so z.B. auch die Wetterbedingungen, wirken auf den Kartoffelbestand ein und können die Entwicklung des Bestandes entscheidend verändern. Als wesentliche Elemente des Wetters sind die Einstrahlung oder die Sonnenscheindauer, die Temperatur und die Niederschläge bzw. die Wasserversorgung des Bodens anzusehen. Der Ertrag und die Zusammensetzung der Knollen werden hier von jedes Jahr in anderen Weisen beeinflusst.

Wie aus Abbildung 4 hervorgeht, wirken steigende Durchschnittstemperaturen und Sonnenscheindauer (erhoben von den Wetterstationen von Mai - August) auf die Knollenerträge und auf die Gehalte an Trockensubstanz und Stärke in ähnlicher Weise ein. Die niedrigsten Werte werden sowohl bei sehr warmer Witterung, die zu einer hohen Veratmung an Kohlenhydraten führt, als auch in einstrahlungsarmen Jahren mit geringer Photosyntheseleistung gefunden. Maximale Werte werden demgegenüber in einem Temperaturbereich von 15,0 - 15,5 °C ermittelt (ca. 16 °C im Kartoffelbestand). Klimatische Lagen und Anbaujahre, die diese ausgewiesenen optimalen Durchschnittstemperaturen und gleichzeitig hohe Werte an Sonneneinstrahlung aufweisen, sind durch hohe Erträge und Stärkegehalte gekennzeichnet (Abb. 4).

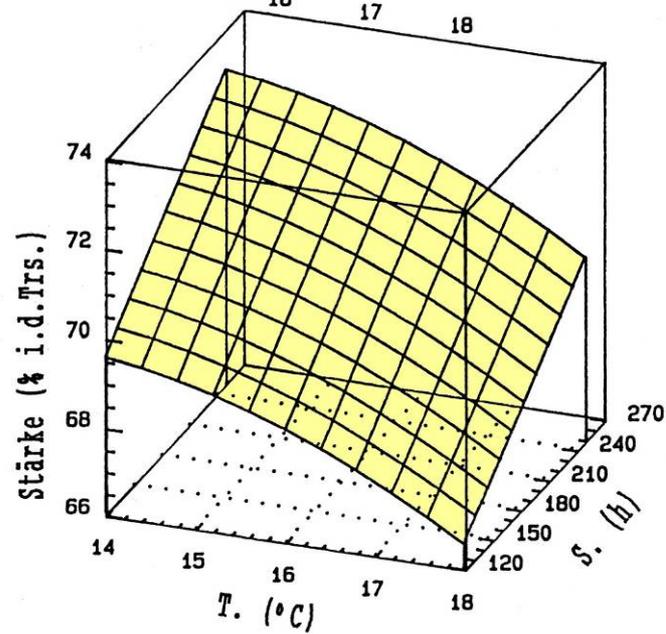
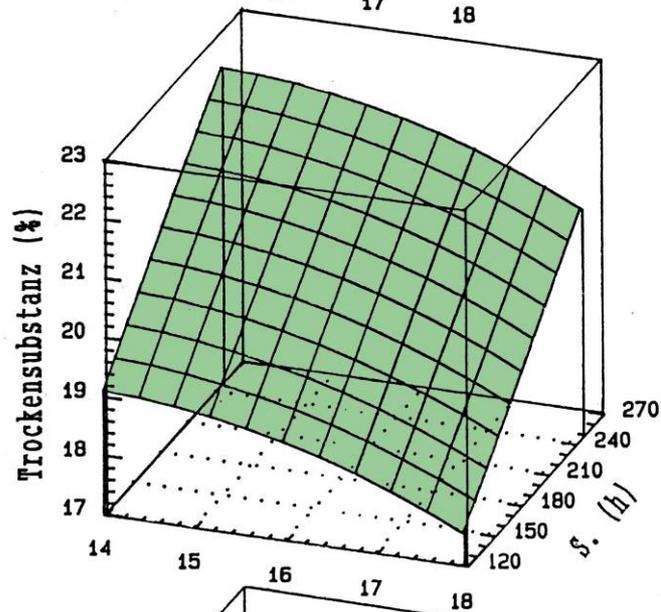
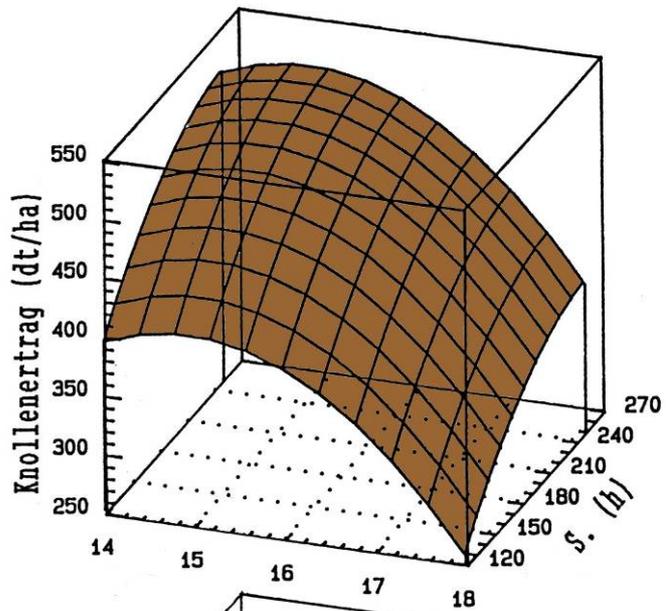


Abb. 4: Einfluss von Temperatur (T.) und Sonnenscheindauer (S.) auf die Knollenerträge und die Gehalte an Trockensubstanz und Stärke von Kartoffelknollen

Eine steigende Niederschlagsmenge führt im Allgemeinen über die Anhebung des Wasservorrates der Böden zunächst zu einer gerichteten Veränderung der Nährstoffversorgung der Pflanzen. Hierdurch werden die Erträge und die Zusammensetzung der Inhaltsstoffe in bestimmter Weise verändert (Abb. 5). Für die Ertragsbildung sind Niederschläge von 50 - 55 mm je Monat (April - September) optimal. Im Vergleich zu anderen Kulturarten ist das nicht besonders hoch. So ist bekannt, dass bei Kartoffeln eine mäßige Wasserversorgung im Vorsommer sich günstig auf die Ertragsbildung auswirkt, da hierdurch das Wurzelwachstum angeregt wird. Über den optimalen Bereich hinaus ansteigende Niederschläge können zwar die Verfügbarkeit z. B. an Phosphor im Boden weiter erhöhen doch steigt gleichzeitig die Verlagerung von anderen Nährstoffen, insbesondere von Stickstoff, unter den Wurzelraum der Kartoffeln an. Dies führt in der Regel zu einem Absinken der Knollenerträge, während die Gehalte an Stärke, etwas auch die an Trockensubstanz, in den Knollen noch ansteigen können.

Außerdem besteht ein direkter Einfluss steigender Niederschläge auf die Gehalte an Trockensubstanz, da sich eine Erhöhung der Bodenfeuchte sofort in einem Absinken der Werte an Trockensubstanz äußert. Erfahrungsgemäß werden nach Trockenphasen Knollen mit besonders hohen Gehalten an Trockensubstanz geerntet. Bei monatlichen Niederschlagsmengen unterhalb des in Abbildung 5 ausgewiesenen Bereiches kommt es zu Trockenschäden. Die Bestände zeigen Welkeerscheinungen und die Photosyntheseleistung ist deutlich gestört. Dies führt dann zu Ertragsdepressionen und gleichzeitig zu niedrigen Gehalten an Stärke in den Knollen.

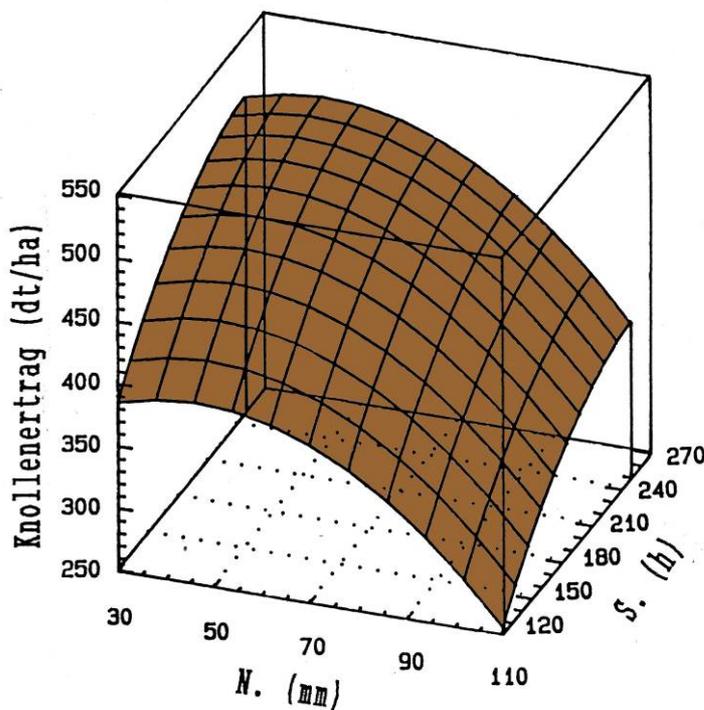


Abb. 5: Einfluss steigender Niederschläge (N.) und Sonnenscheindauer (S.) auf die Knollenerträge bei Kartoffeln

4. Einfluss der Nährstoffversorgung

Zwischen der Düngung und der Ernährung der Pflanzen mit den einzelnen Nährstoffen besteht ein Unterschied. So führt eine stark steigende N-Düngung oder organische Düngung z.B. mit Gülle in Abhängigkeit zur Bodenversorgung und zur Bodenart nicht nur zu einem Anstieg in der N-Versorgung der Pflanzen sondern auch zu einer Veränderung in der Ernährung mit anderen Nährstoffen. Diese veränderten Ernährungsbedingungen mit allen wichtigen Nährstoffen haben dann ganz bestimmte Auswirkungen auf die Ertragsbildung und besonders auf die Zusammensetzung der Inhaltsstoffe.

In den nachfolgenden Ergebnissen aus Gefäßversuchen werden daher die Knollenerträge und die Gehalte an Trockensubstanz und an Stärke nicht einer steigenden Düngung, sondern steigenden Gehalten an Stickstoff (N), Phosphor (P) und Kalium (K) in den Kartoffelknollen gegenübergestellt (Abb. 6). Die praxisrelevanten Nährstoffbereiche liegen in etwa zwischen 1,3 - 2,0 % N, 0,2 - 0,4 % P und 1,5 - 2,8 % K. Die Schwankungsbreite in den Gefäßversuchen liegt also höher als es normalerweise in der landwirtschaftlichen Praxis vorkommt. Durch Ableitung von mittleren Reaktionen aus den beiden Darstellungen können daher alle möglichen Auswirkungen der drei Nährstoffe auf die Erträge und die Gehalte an Inhaltsstoffen genau in Augenschein genommen werden. Infolge steigender N-Versorgung der Pflanzen erfolgt z.B. ein stetig abnehmender Ertragszuwachs bis auf etwa 2 % N i.d. Trs. der Knollen. Steigende P- und K-Versorgung führen in abgeschwächter Form zu ähnlichen Wirkungen auf die Erträge. Diese Reaktionen sind allgemein bekannt und werden das "Gesetz vom abnehmenden Ertragszuwachs" genannt.

Wie zu sehen ist, reagiert die Trockensubstanz und die Stärke ganz anders infolge ansteigender Nährstoffversorgung (Abb. 6). Bei einem hohen Ertrag werden nicht gleichzeitig auch hohe Werte an diesen Inhaltsstoffen gefunden. Die Gehalte an Trockensubstanz und Stärke steigen parallel zur P-Versorgung an, während bei steigendem N-Versorgungsgrad meistens ein Abfall zu verzeichnen ist. Dagegen führt eine steigende K-Ernährung zu den bekannten ungünstigen Auswirkungen auf die Gehalte an beiden Inhaltsstoffen. Im Vergleich zu den noch ansteigenden Knollenerträgen fallen die Gehalte an Trockensubstanz und besonders an Stärke i.d. Trs. immer dann stark ab, wenn gleichzeitig eine hohe N- und K-Versorgung vorliegt. Nach hoher N-Versorgung werden darüber hinaus auch nur rel. kleine Stärkekörner ausgebildet, so dass die Ausbeute und technologische Qualität der Stärke zusätzlich verringert wird.

Obwohl bekanntlich durch K-Düngung die Photosynthese und das Wachstum günstig beeinflusst werden, kommt es bereits ab ca. 1,5 % K an aufwärts zu absinkenden Werten an Trockensubstanz. Die Pflanzen nehmen dann in steigendem Maße Wasser auf, um das osmotische Potential der Zellen auszugleichen. Dadurch kann der Turgordruck so stark ansteigen, dass die Synthese und Einlagerung der Stärke gestört wird. Dies ist besonders dann der Fall, wenn im Vergleich zur steigenden Nährstoffversorgung nur noch geringe Ertragszuwächse zu erwarten sind (Abb. 6). Daher wirkt sich eine steigende K-Versorgung immer dann besonders ungünstig auf die Gehalte an Stärke aus, wenn durch eine hohe Stickstoffdüngung ein besonders hohes Ertragsniveau angestrebt wird.

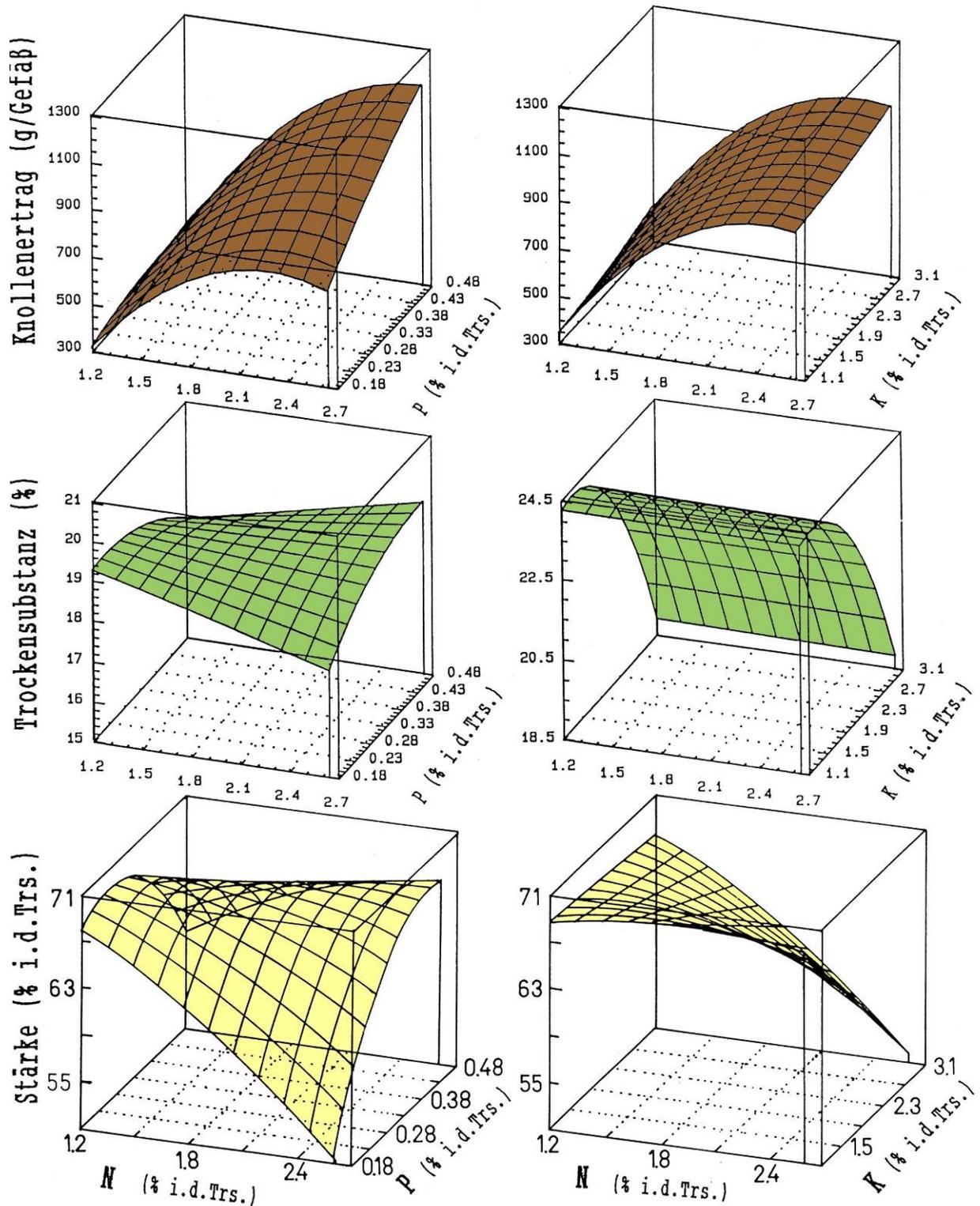


Abb. 6: Einfluss steigender Gehalte an Stickstoff (N), Phosphor (P) und Kalium (K) in Kartoffelknollen auf die Erträge und Gehalte an Trockensubstanz und Stärke

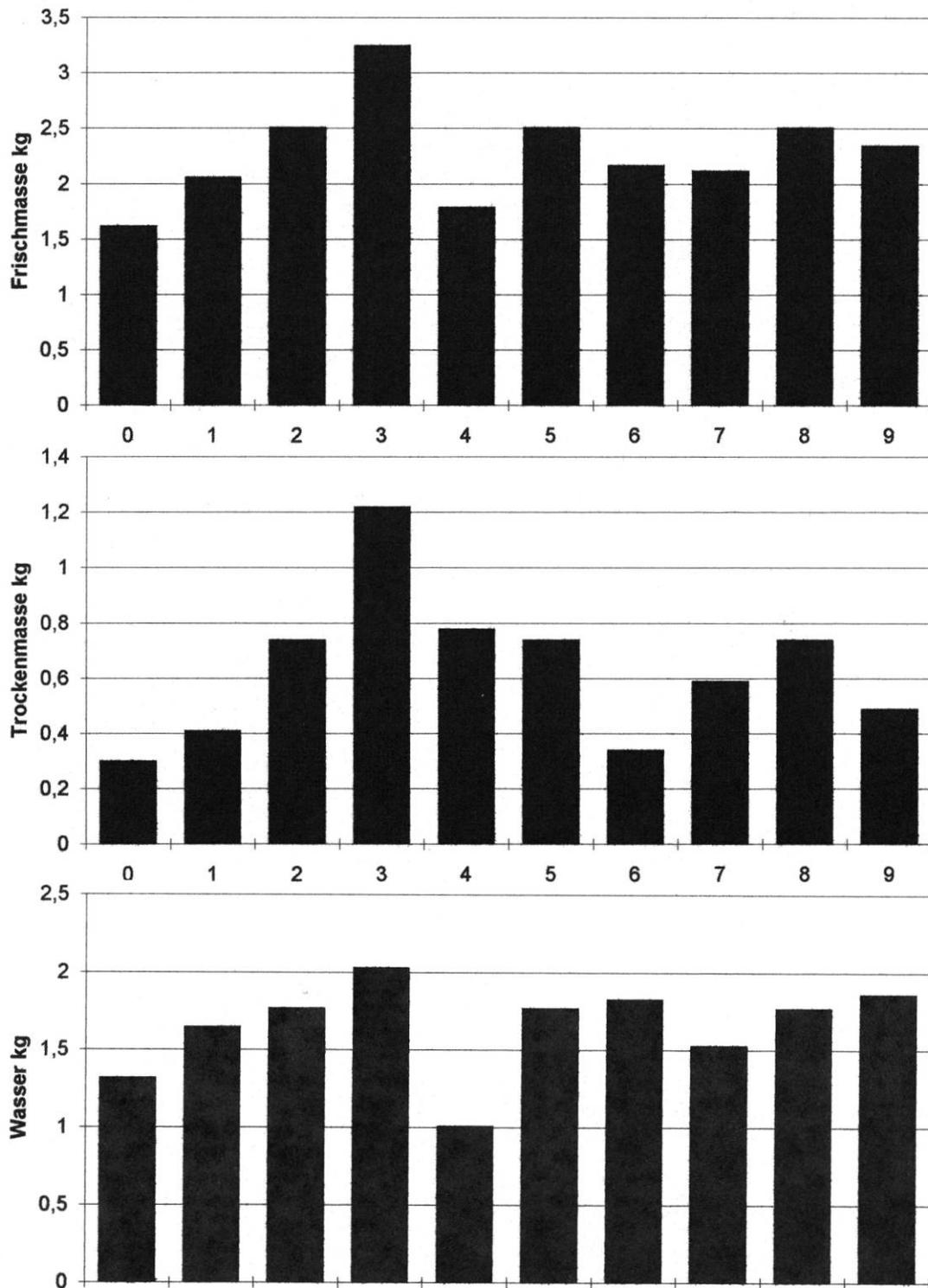
5. Einfluss der Lagerung

Die Lagerungstemperatur und die Höhe der rel. Luftfeuchtigkeit sind die wichtigsten Kriterien bei der Lagerung von Kartoffeln. Da Atmungsverluste und damit der Abbau an Reservekohlenhydraten bei Temperaturen um 3 °C am geringsten sind, werden besonders Speisekartoffeln bei niedrigen Temperaturen gelagert.

Eine warme Witterung, eine ungünstige Nährstoffversorgung sowie z.B. auch eine Krautentfernung und eine zu frühe Ernte führen zu einem unruhigen Stoffwechsel und zu einer erhöhten Atmung der Knollen im Lager. Hierdurch können Lagerungsverluste stark ansteigen.

In Abbildung 7 wird der Einfluss einer steigenden Düngung auf diese Zusammenhänge bei einer sechsmonatigen kontrollierten Lagerung dargestellt. Eine steigende N-Versorgung erhöht besonders die Verluste an Frischmasse und an Trockenmasse (ohne Keimung und Fäulnis) erheblich. Davon ist im Wesentlichen die Stärke betroffen, da sie den hauptsächlichen Anteil der Trockenmasse darstellt. Umgerechnet betragen hiernach die rel. monatlichen Verluste an Trockenmasse ohne Düngung (1,4 % N i.d. Trs. der Knollen) durchschnittlich 0,23 % und nach Düngung mit 80 kg N/ha 0,33 %, nach 120 kg N/ha 0,60 % und nach 160 kg N/ha (1,9 % N i.d. Trs. der Knollen) ca. 1,0 % der Trockenmasse. Werden andere Verlustquellen (Keimung, Fäulnis) hinzugerechnet, so können die Verluste bei kontrollierter Lagerung 2 - 3fach höhere Werte und bei Mietenlagerung auch 5fach höhere Werte annehmen.

Durch eine steigende P-Versorgung der Kartoffelbestände können dagegen die Trockenmasseverluste deutlich verringert werden (Abb. 7). Eine steigende K-Versorgung erhöht demgegenüber lediglich den Wasserverlust der Knollen im Verlauf der Lagerung. Ein hoher Wasserverlust wirkt sich ungünstig auf die äußere Qualität der Knollen aus. Die Knollen schrumpfen, es kommt zu Druckstellen und Schwarzfleckigkeit.



Variante	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N	0	80	120	160	120	120	120	120	120	120
P ₂ O ₅	0	120	120	120	80	120	160	120	120	120
K ₂ O	0	200	200	200	200	200	200	100	200	300
MgO	0	50	50	50	50	50	50	50	50	50

Abb. 7: Einfluss unterschiedlicher Düngung (kg/ha) auf die Gewichtsverluste an Frisch- und Trockenmasse von 100 kg Kartoffeln nach einer sechsmonatigen Lagerung (4 °C, ≥ 90 % rel. Luftfeuchte)

6. Schlussfolgerungen

In dieser Artikelserie werden Kriterien aufgezeigt, die im Verhältnis zur Ertragsreaktion eine Abschätzung der Änderung wichtiger Inhaltsstoffe, hier speziell der Gehalte an Trockensubstanz und Stärke, in Kartoffelknollen ermöglichen. Die Kenntnis der Zusammenhänge über die Veränderung dieser Inhaltsstoffe ist für den Landwirt und den Verarbeiter gleichermaßen wichtig, da diese Inhaltsstoffe maßgebend die Qualität der Kartoffelprodukte beeinflussen.

Sowohl die Wetterbedingungen als auch die Sorte und die Bodendüngung können die Gehalte an Trockensubstanz und Stärke in den Knollen zu etwa gleich hohen Anteilen verändern. Hiernach ist schon allein die klimatische Lage des Betriebes maßgebend für die langfristig zu erwartenden Stärkegehalte in den Knollen. Standorte mit einer kühlen aber sonnenreichen Witterung sind besonders geeignet, neben hohen Knollenerträgen, auch hohe Gehalte an Trockensubstanz und Stärke zu gewährleisten.

Steigt z.B. - auch infolge einer Klimaänderung - die Sonneneinstrahlung um 10 % (ca. 20 h/Monat) an, so werden in unseren Breiten die Knollenerträge um durchschnittlich 3 - 4 %, die Gehalte an Trockensubstanz um relativ 2,5 % und die Werte an Stärke um relativ ca. 1 % zunehmen. Steigen jedoch die mittleren Temperaturen um 1 °C an, so ist mit einer Abnahme der Knollenerträge um 6 - 7 % und zusätzlich auch mit einer Verringerung der Gehalte an Trockensubstanz und Stärke zwischen relativ 2 % und 5 % zu rechnen.

Die Gehalte an Trockensubstanz und Stärke in den Knollen können aber auch durch gezielte Maßnahmen beeinflusst werden. Dies sollte in der konventionellen Landwirtschaft bei der Berechnung der Düngungshöhe (N_{\min} -Methode, PC-Programme) ausgehend von mittel versorgten Böden und von einem mittleren Düngungsniveau (100 - 140 kg N, 110 kg P_2O_5 u. 160 - 220 kg K_2O/ha) durch Zu- oder Abschläge erfolgen. Wenn Stärkekartoffeln produziert werden, sollte eine mittlere N-Düngung, eine rel. hohe P-Düngung und eine niedrige oder gar keine K-Düngung erfolgen. Veredlungskartoffeln erhalten eine mittlere bis hohe N-Düngung, eine mittlere P-Düngung und eine rel. niedrige K-Düngung. Werden demgegenüber Speisekartoffeln produziert, so sollte eine niedrige bis mittlere N-Düngung und eine rel. hohe P- und K-Düngung verabreicht werden. Eine hohe Speisequalität und geringe Lagerungsverluste werden dadurch gewährleistet.

Im ökologischen Landbau stehen Düngemittel nicht im Überfluss zur Verfügung, daher muss mit den Nährstoffen sehr genau Haushalt geführt werden. Da auch die langfristige Versorgung mit Stickstoff über Leguminosen und organische Düngung auf einem rel. niedrigeren Niveau erfolgt, werden im Allgemeinen höhere Werte an Trockensubstanz und an Stärke in den Knollen vorgefunden und es können 50 - 70 % der Erträge des konventionellen Landbaues erzielt werden. In gesunden Beständen gewähren darüber hinaus die günstigen Bedingungen durch organische Düngung und guten Boden-zustand den Pflanzen ein optimales Wachstum, so dass im Verhältnis zur Nährstoffversorgung eine 10 - 20 % höhere Ertrags- und Kohlenhydratproduktion und somit eine bessere Nährstoffausnutzung gewährleistet wird als bei mineralischer Düngung im konventionellen Anbau. Ist im Verlauf der Fruchtfolge aufgrund zu niedriger Bodenversorgung eine P- und K-Düngung durchzuführen, sollte diese vor dem Kartoffelanbau erfolgen, da Kartoffeln auch wegen ihres geringen Wurzelsystems im Ertrag und Qualität deutlich darauf reagieren. Die P- und besonders die K-Versorgung der Bestände kann mit organischen Düngemitteln (Stallmist, Kompost) gewährleistet werden.

Weiterhin ist zu beachten, dass Kartoffeln besonders auf fruchtbaren Böden nicht nach mehrjährig angebauten Leguminosen stehen sollten. Kartoffeln lassen sich technisch zwar sehr gut nach Leguminosen anbauen, auch reagieren sie infolge der Leguminosenvorfrucht mit sehr hohen Erträgen, doch kann die Qualität der Knollen auf Grund einer rel. Überversorgung mit Stickstoff beeinträchtigt werden. Als Leguminosennachfrucht sollte daher besser z.B. Weizen angebaut werden, in dessen Folge dann die Kartoffel in die Fruchtfolge eingegliedert werden kann.

Für die Erzielung möglichst geringer Lagerungsverluste ist ebenfalls eine mäßige N- (und K-) Versorgung und eine rel. hohe P-Ernährung der Kartoffelbestände wichtig. Da diese Kriterien auf den ökologisch wirtschaftenden Betrieben in den meisten Fällen zutreffen, bleiben die Lagerungsverluste hier rel. niedrig. Darüber hinaus tragen günstige Erntebedingungen (nicht zu feucht, keine niedrigen Temperaturen) gleichfalls dazu bei, dass nur geringe Verluste im Verlauf der Lagerung festzustellen sind.