



**Rebe & Wein**

Edgar Müller | Oswald Walg

# Laubarbeiten im Weinbau

**Ulmer**

Edgar Müller, Oswald Walg  
Laubarbeiten im Weinbau

**Dr. Edgar Müller** ist am Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) Rheinhessen-Nahe-Hunsrück in Bad Kreuznach in Lehre, Beratung und Versuchswesen tätig.

**Oswald Walg** ist ebenfalls Lehrer und Berater für Weinbau am Dienstleistungszentrum ländlicher Raum in Bad Kreuznach.

Edgar Müller, Oswald Walg

# Laubarbeiten im Weinbau

107 Abbildungen  
18 Tabellen



# Inhaltsverzeichnis

Vorwort 6

## 1 Laubwandmanagement, ein Teil der Unternehmensstrategie 7

## 2 Laubwandmanagement, Biologische Grundlagen 10

- 2.1 Aufbau des Blattes 10
- 2.2 Photosynthese und Assimilate 12
  - 2.2.1 Ablauf der Photosynthese 12
  - 2.2.2 Einflussfaktoren auf die Photosyntheseleistung 13
  - 2.2.3 Bedeutung der Photosyntheseleistung 20
- 2.3 Atmung (Dissimilation) 25

- 2.3.1 Bedeutung und Ablauf 25
- 2.3.2 Einflussfaktoren und Konsequenzen 27
- 2.4 Sinks und sources 28
- 2.5 Apikaldominanz und akrotonisches Wachstum 29
- 2.6 Blatt/Frucht-Verhältnis (BFV) 30
- 2.7 Belichtung und Beschattung 32
- 2.8 Photosyntheseleistung und Assimilattransport als Lenkungsinstrumente 33

## 3 Praxis der Laubarbeiten und Laubwandgestaltung bei der Spalierreizehung 36

- 3.1 Ausbrecharbeiten 38
  - 3.1.1 Weinbauliche Bedeutung 38
  - 3.1.2 Technik 42



3.1.3	Kosten und Arbeitswirtschaft	50
3.2	Heftarbeiten	52
3.2.1	Weinbauliche Bedeutung	52
3.2.2	Technik	52
3.2.3	Arbeitswirtschaft und Kosten	65
3.3	Laubschnitt (Gipfeln)	68
3.3.1	Laubschnitt als Werkzeug zur Ertrags- und Reifesteuerung	68
3.3.2	Technik	82
3.3.3	Kosten und Arbeitswirtschaft	87
3.4	Teilentblätterung (TE)	88
3.4.1	Varianten von Teilentblätterungsmaßnahmen	90
3.4.2	Ziele und Möglichkeiten der Beeinflussung von Qualitätskriterien	93
3.4.3	Sonnenbrandrisiken	114
3.4.4	Beeinflussung der Wuchskraft	116
3.4.5	Teilentblätterungsstrategien	117
3.4.6	Technik	119
3.4.7	Kosten und Arbeitswirtschaft	135

## **4 Laubarbeiten bei alternativen Erziehungssystemen 136**

4.1	„Klassischer“ Minimalschnitt	136
4.2	Minimalschnitt im Spalier	144
4.3	Sonstige Erziehungssysteme	152
4.3.1	Einzelfahlerziehung	153
4.3.2	Weitraumanlagen	153
4.3.3	Umkehrerziehung	155
4.3.4	Vertikoerziehung	158
4.3.5	Lyra-Erziehung	159
4.3.6	Scott-Henry-Erziehung	161

## **Service 163**

Bildquellen	163
Literaturverzeichnis	163
Register	168

## Vorwort

*„Mit Hilfe der Energie des Sonnenlichts wandelt die Pflanze Kohlendioxid und Wasser in Zucker um“.*

Kaum ein Schüler, der nicht im Rahmen von Prüfungen diesen Sachverhalt so oder so ähnlich beschreiben musste. Mit Recht – denn dieser so simpel klingende aber in Wirklichkeit höchst erstaunliche und unglaublich komplizierte Vorgang ist der Schlüssel des Lebens auf unserem Planeten.

Er ist auch die Grundlage der Weinbereitung – im quantitativen wie auch im qualitativen Sinne. Mit Ausnahme eines kleinen Gehalts an Mineralstoffen sind alle anderen wertgebenden Inhaltsstoffe eines Traubenmostes und des daraus entstehenden Weines Umwandlungsprodukte des bei der Photosynthese gebildeten Zuckers.

Allein diese Einsicht sollte ausreichen, dass die Kenntnis und die zielgerichtete Steuerung der Einflussfaktoren, von denen die Photosyntheseleistung und die Verwendung des Zuckers im pflanzlichen Stoffwechsels abhängt, eine der wichtigsten Qualifikationen darstellt, die von einem Winzer zu erwarten sind.

Die nicht oder nur sehr begrenzt steuerbare Einflüsse der Standort- und Witterungsbedingungen bieten Anlass zur Demut gegenüber der Natur. Güte und Menge des Ertrags werden dadurch aber nicht zu einem schicksalhaften Ereignis. Vielmehr zieht sich die Erkenntnis, im Rahmen des Laubwandmanagements Traubenbeschaffenheitsmerkmale zielgerichtet beeinflussen zu können, wie ein roter Faden durch die Ausführungen.

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen werden im Anschluss an die Darstellung der biologischen Zusammenhänge die zu treffenden Entscheidungen und die daraus resultierenden Maßnahmen aus pflanzenbaulicher Sicht dargelegt und die arbeitswirtschaftlichen und technischen Möglichkeiten zu deren Umsetzung erörtert.

Dieses Buch richtet sich vorrangig an alle, die mit den Grundlagen des Weinbaus bereits vertraut sind. Schüler an fortführenden Fachschulen und Studierende des Weinbaus sind eine wichtige, aber nicht die alleinige Zielgruppe. Die sprachliche Darstellung und die möglichst einfach gehaltene Darlegung durchaus komplizierter Zusammenhänge macht das Buch auch für Auszubildende, Seiteneinsteiger und Hobbywinzer lesenswert. Winzern im Berufsleben erschließen sich dadurch einerseits Zusammenhänge und Erklärungen für vorhandene Erfahrungen, während sich andererseits wenig oder unbekannte Möglichkeiten zur Realisierung bestimmter Zielsetzungen neu eröffnen.

Trauben zu erzeugen ist einfach. Die gewünschten Trauben zu erzeugen, mit denen sich eine Weinvision realisieren lässt, ist eine Mischung aus Wissenschaft, Erfahrung, Fingerspitzengefühl, Intuition und Kunst. Die Autoren wünschen sich, dass dieses Buch all denen, die sich dieser faszinierenden Aufgabe stellen, eine Hilfe ist.

Im Frühjahr 2013  
Edgar Müller, Oswald Walg

# 1 Laubwandmanagement, ein Teil der Unternehmensstrategie

Der unternehmerische Erfolg ist das vorrangige Ziel aller weinbaulichen Maßnahmen. Die Wahl eines Erziehungssystems, die Gestaltung von Laubwandstrukturen und die damit einhergehenden Laubarbeiten, in der Kombination heute oft als Laubwandmanagement bezeichnet, sind in der weinbaulichen Praxis daher zu recht stark von arbeitswirtschaftlichen und technischen Aspekten, also letztlich von Kosten- und weiteren betriebswirtschaftlichen Überlegungen geprägt.

Gerade bei dem Genussmittel Wein kann es sich jedoch aus unternehmerischer Sicht als Bumerang erweisen, wenn die Produktion zu stark von kurzfristigen oder allzu vordergründigen ökonomischen Aspekten geprägt ist und die Produktqualität darunter leidet. Auch eine teure Produktion kann rentabel sein, wenn sie ein sehr hochwertiges Produkt ermöglicht, das sich auf hohem Preisniveau vermarkten lässt.

Eine dauerhaft hohe Produktqualität lässt sich nur erzielen, wenn den biologischen Zusammenhängen des Laubwandmanagements hohe Beachtung geschenkt wird. Deren Kenntnis und die Fähigkeit, die Auswirkungen weinbaulicher Kulturmaßnahmen auf die biologischen Prozesse in der Rebe sowie auf das Umfeld der Rebe (z. B. Schadorganismen) abschätzen zu können, ist eine entscheidende Voraussetzung für die Erzeugung hochwertiger Weine.

Erfolgreich im Sinne der Produktqualität ist ein Weinbau insbesondere dann, wenn Weinqualität und -typizität als Endresultat aller weinbaulicher Bemühungen

keine Zufallsergebnisse sind. Vielmehr gilt es, Ziele zu formulieren, die die Grundlage für Bewirtschaftungsstrategien bilden. Die Strategien, die zu einem unternehmerisch erfolgreichen Weinbau beitragen, können indes sehr unterschiedlich sein:

- Bei knapper Fläche und hohen Kosten für den Ankauf oder die Pacht weiterer Flächen, kann unter Beachtung der Vermarktungskontingente eine hohe Flächenproduktivität [hl/ha] ein wichtiger Erfolgsmaßstab und damit ein sinnvolles Ziel sein.
- Ist Fläche reichlich bzw. kostengünstig verfügbar, ist die Flächenproduktivität für den Betriebserfolg von nachrangiger Bedeutung. In dieser Situation ist die Arbeitsproduktivität (hl/Akh) eine wichtigere Erfolgsgröße.
- In einem Betrieb, der in der Vermarktung sehr hochwertiger Weine im Hochpreissegment seinen wirtschaftlichen Erfolg sucht, treten die Kosten für bestimmte Bewirtschaftungsmaßnahmen in den Hintergrund, wenn diese Maßnahmen zur Realisierung hochgesteckter Qualitätsziele beitragen. Schafft es ein Betriebsleiter, außergewöhnliche Qualitäten zu erzeugen und zu hohen Preisen abzusetzen, kann er höchst erfolgreich sein, obwohl Flächen- und/oder Arbeitsproduktivität gering sind.

Diese unvollständige Auswahl strategischer Ausrichtungen macht deutlich, dass es in Weinbaubetrieben, ausgehend von den betriebsinternen Rahmenbedingungen (Topographie, Flächenstruktur und -größe,



Klima, Boden etc.) und den äußeren Rahmenbedingungen (rechtliche Einschränkungen, Vermarktungsformen und Vermarktungsumfeld etc.) sehr unterschiedliche Produktionsziele geben kann. Sie gilt es in Bewirtschaftungsstrategien umzusetzen. Dabei kann der gleiche Betrieb auf verschiedenen Flächen durchaus unterschiedliche Ziele verfolgen.

Diese Überlegungen gelten in besonderer Weise für alle Entscheidungen und Maßnahmen, die in ihrer Summe die Rebenerziehung ausmachen. Neben dem Rebschnitt und der Fruchtholzformierung kommt der Laubwandgestaltung und den damit einhergehenden Laubarbeiten dabei eine zentrale Bedeutung zu.

Aufgrund der betriebs- oder gar parzellenbezogen individuell unterschiedlichen Zielsetzungen ist eine Unterscheidung zwischen „richtigen“ und „falschen“ Laubarbeiten, zwischen empfehlenswerten und abzulehnenden Maßnahmen kaum möglich. Maßnahmen, die in einer bestimmten Situation ratsam sind, können in einer anderen unsinnig sein, wenn die Zielsetzungen und Rahmenbedingungen unterschiedlicher Ausgangssituationen sich deutlich unterscheiden.

Für die Antwort auf die Frage, wie ein optimales Laubwandmanagement in einer konkreten Fläche aussieht, ist es hilfreich, das sprichwörtliche „Pferd von hinten aufzuzäumen“. Das erwünschte Resultat der Bemühungen diktiert die Auswahl und Ausgestaltung der Maßnahmen. Am Anfang aller Überlegungen steht also die Frage „wo will ich hin?“ im Sinne der Formulierung eines oder auch mehrerer Ziele. Erst wenn diese Frage beantwortet ist, stellt sich die Frage nach dem Weg, also nach der Auswahl von Bewirtschaftungsmaßnahmen und deren konkreter Umsetzung.

Potenzielle Zielsetzungen können, wie oben angedeutet, vielgestaltig sein und stehen in Abhängigkeit von Rahmenbedingungen. Ein besonders wichtiges Zielobjekt ist die qualitative Beschaffenheit des Endprodukts, des Weines. Das Laubwandmanagement bietet zahlreiche Ansatzpunkte, um auf vielfältige Traubenbeschaffenheitsmerkmale bis hin zur Sensorik und Analytik des Mostes und damit auch des Weines Einfluss auszuüben.

Ein Wein, der bestimmten Idealvorstellungen entspricht, kann das Zufallsprodukt einer glücklichen Kombination besonders günstiger Standort- und Witterungsbedingungen sein. Die Wahrscheinlichkeit, ein önologisches Wunschergebnis zu erzielen, wird jedoch deutlich gesteigert, wenn im Weinberg gezielt darauf hingearbeitet wird. Die Frage „wie soll mein Wein sein?“, ist demnach ein wichtiger Ausgangspunkt des Laubwandmanagements. Es bietet vielgestaltige Möglichkeiten, einem konkreten önologischen Ziel näher zu kommen. In diesem Buch bilden sie einen Schwerpunkt der Ausführungen.

Inwieweit ein önologisches Ziel erreicht wird, ist auch eine Frage des Ertrags. Die Ertragssteuerung spielt daher zu Recht eine zentrale Rolle im Rahmen aller weinbaulichen Bemühungen zur Qualitätssteigerung. Heute verfügt der Winzer über ein breites Repertoire an Möglichkeiten, regulierend auf den Ertrag und damit einhergehend auch auf Traubenstrukturen Einfluss zu nehmen. Untersuchungen zu diesem Themenbereich bilden einen Schwerpunkt des weinbaulichen Versuchswesens der letzten 20 Jahre. Die Gestaltung des Anschnittniveaus, die Ausdünnung von Trauben (grüne Lese), der Einsatz von Bioregulatoren oder des Traubenvollernters im Sommer mit dem Ziel der Ertragsregulierung – um nur einige Beispiele zu nennen

sind wichtige Maßnahmen im Rahmen der oben genannten Bemühungen. In diesem Zusammenhang wird die Möglichkeit, auch im Wege des Laubwandmanagements Einfluss auf den Ertrag und Traubenstrukturen auszuüben, noch immer von manchen Winzern unterschätzt. Auch diese Thematik bildet einen Schwerpunkt dieses Buches.

Den richtigen Weg zum Ziel wird nur finden, wer mit den biologischen, insbesondere pflanzenphysiologischen Grundlagen und Zusammenhängen vertraut ist und den Rahmenbedingungen, unter denen gewirtschaftet wird, die gebührende Beachtung schenkt. Das Verständnis der biologischen Zusammenhänge bildet die Eintrittspforte zu einem zum Erfolg führenden Laubwandmanagement.

## 2 Laubwandmanagement, Biologische Grundlagen

Die Blattfläche ist die „Zuckerfabrik der Rebe“. Der dort im Wege der Photosynthese in Form von Glukose gebildete Zucker hat für die Pflanze und damit letztlich auch für den Wein in zweifacher Hinsicht eine herausragende Bedeutung:

- Aus dem Zucker werden im Wege zahlloser und auf vielfältigste Art und Weise miteinander vernetzter Stoffwechselschritte alle organischen Inhaltsstoffe der pflanzlichen Substanz und damit letztlich auch des Mostes und somit auch des aus ihm entstehenden Weines gebildet. Er ist der zentrale Grundbaustoff bzw. Rohstoff. Da mit Ausnahme von ca. 1 bis 2,5 g Mineralstoffen und dem Wasser selbst alle anderen wertbestimmenden Inhaltsstoffe organischer Natur sind, wird allein aus dieser Überlegung heraus die herausragende Bedeutung der Funktion des Zuckerproduzenten Rebblatt für das Endprodukt Wein ersichtlich.
- Für viele Prozesse, allen voran die Zellteilung und damit das Wachstum sämtlicher Organe, benötigt die Pflanze Energie. Neben seiner Rolle als Grundbaustoff für die Bildung wichtiger Inhaltsstoffe, dient der Zucker auch als Energiespender für energieverbrauchende Prozesse im pflanzlichen Stoffwechsel (vgl. Kap. 2.3.1).

Die Zuckerproduktion des Blattes ist somit die Grundlage für die Weinproduktion sowohl hinsichtlich der Menge wie auch der Beschaffenheit.

Die Leistungsfähigkeit einer Laub(wand)struktur im Sinne ihrer Zuckerproduktion hängt von vielfältigen Einflussfaktoren (z. B. Belichtung, Temperatur, CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft, Wasserhaushalt) ab. Auch wenn der Witterung dabei eine zentrale Rolle zukommt, verbleiben dem Winzer vielfältige Möglichkeiten der Einflussnahme. Um deren Wirkungsmechanismen zu verstehen, bedarf es grundlegender Kenntnisse der Morphologie (Bau) des Blattes und der damit im Kontext stehenden physiologischen Vorgänge und Zusammenhänge.

### 2.1 Aufbau des Blattes

Das Blatt weist an seiner Ober- und Unterseite eine einschichtige dichte Zellschicht, die Epidermis (Außenhaut) auf.

Die Epidermis ist mit einer Wachsschicht (Kutikula) überzogen, die für Wasser zwar weitgehend aber nicht völlig undurchlässig ist. Die aktuelle Dicke und damit auch die Durchlässigkeit der Wachsschicht für verdunstendes Wasser (kutikuläre Verdunstung) hängen vom langfristigen Wasserversorgungszustand der Rebe, der Exposition der Blätter zum Licht und den in den vorausgegangenen Tagen und Wochen herrschenden Witterungsbedingungen ab. In gewissen Grenzen ist im Wege einer Verdickung der Kutikula eine mittelfristige Anpassung an die Situation des Wasserhaushalts und den daraus resultierenden Notwendigkeiten möglich (vgl. Kap. 2.2.2). Die auf der oberseitigen Epidermis aufliegende Kutikula ist aufgrund der intensiveren Bestrahlung der zur

Sonne ausgerichteten Blattoberseite dicker als die Kutikula auf der Blattunterseite.

Unter der oberen Epidermis ist das Palisadengewebe (Palisadenparenchym) angeordnet. Bei Blättern, die schattiert heranwachsen, besteht es aus einer Zellschicht, bei Blättern, die unter guten Besonnungsverhältnissen heranwachsen, auch aus 2 oder gar 3 Zellschichten. Morphologische Sonnenblätter sind im ausgewachsenen Zustand daher etwas dicker als morphologische Schattenblätter. Letztere fühlen sich beim sensiblen Betasten mit den Fingern etwas weicher und zarter an. Die Zellen des Palisadengewebes sind reich an Chloroplasten, denjenigen Zellorganellen, in denen die Photosynthese abläuft. Das Palisadengewebe ist somit für den überwiegenden Teil der Photosyntheseleistung verantwortlich. Blätter mit einem mehrschichtigen Palisadengewebe können hohe Strahlungsintensitäten sehr gut nutzen, da bei hoher Lichtintensität das Licht durch die erste Zellschicht auch noch in die zweite und dritte Zellschicht eindringt, so dass die dort befindlichen Chloroplasten mit zunehmender Lichtintensität quasi nach und nach zugeschaltet werden.

In die untere Epidermis sind die aus jeweils 2 Schließzellen bestehenden Spaltöffnungen (Stomata) eingebettet. Durch diese Öffnungen nimmt das Blatt Kohlendioxid auf, während Sauerstoff und Wasserdampf an die Außenluft abgegeben werden. Hinter der Spaltöffnung liegt die Atemhöhle. Von ihr verzweigt sich ein System von Hohlräumen (Interzellularraum) in einem lockeren Zellverband, dem Schwammgewebe (Schwammparenchym). Dieses Hohlraumssystem dient dem Transport der genannten Gase.

Alle Stomata zusammen nehmen nur etwa 1 bis 2% der Blattfläche ein. Dennoch ist die stomatare Wasserverdunstung

wesentlich bedeutsamer als die kutikuläre Wasserverdunstung. Bei geöffneten Stomata sind sie für mehr als 99% der Wasserabgabe verantwortlich. Allerdings kann die Rebe bei angespannter Wasserversorgungssituation ihre Stomata schließen, so dass die Bedeutung der nicht kontrollierbaren kutikulären Wasserverdunstung dann deutlich ansteigt (vgl. Kap. 2.2.2).

Ausgehend vom Blattstiel verzweigen sich im Blatt die aus Xylem (Holzteil) und Phloem (Siebteil) bestehenden Leitbündel (Blattadern). Über das Xylem erfolgt der akropetale (aufwärts gerichtete) Transport von Wasser und Nährelementen (N, P, K etc.) aus dem Boden über den Spross in alle Teile des Blattgewebes. Über das Phloem werden die Produkte der Photosynthese (Glukose wie auch daraus gebildete Fruktose und Saccharose) zu den Orten des Bedarfs (sinks) transportiert. Im Sprosssystem kann dieser Transport in Abhängigkeit von den Notwendigkeiten sowohl akropetal wie auch basipetal (nach unten gerichtet) erfolgen (vgl. Kap. 2.4).

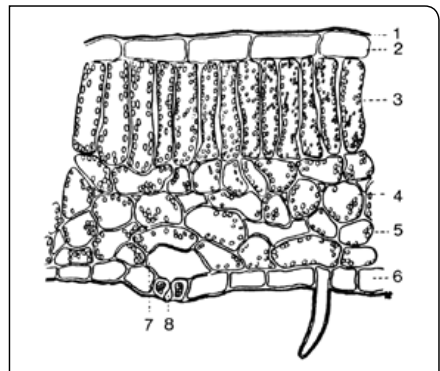


Abb. 1. Aufbau des Blattes im Querschnitt. 1 = Wachsschicht (Kutikula), 2 = obere Epidermis, 3 = Palisadengewebe, 4 = Schwammgewebe, 5 = Chloroplasten, 6 = untere Epidermis, 7 = Atemhöhle, 8 = Spaltöffnung.

## 2.2 Photosynthese und Assimilate

### 2.2.1 Ablauf der Photosynthese

Unter Nutzung von Energie des Sonnenlichts produzieren die Blätter aus den energiearmen anorganischen Ausgangssubstanzen Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) und Wasser ( $\text{H}_2\text{O}$ ) unter Abgabe von Sauerstoff ( $\text{O}_2$ ) Assimilate in Form von energiereichem Traubenzucker (Glukose =  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ). Daher kann man die Blätter durchaus als „biologische Solarkollektoren“ bezeichnen. Bei günstigen Einstrahlungsbedingungen wird ca. 0,5 bis 2% der im auftreffenden Licht vorhandenen Energie in „chemische Energie“ in Form von Glukose umgewandelt (z. Vgl.: Wirkungsgrad Photovoltaikmodule z. Z. ca. 5 bis 20%).

Der Ablauf der Photosynthese ist außerordentlich kompliziert. Manche Details der Abläufe sind auch heute noch Gegenstand der Grundlagenforschung, aber der Ausblick auf eine technische Nachahmung wandelt sich langsam von der realitätsfernen Utopie zur faszinie-

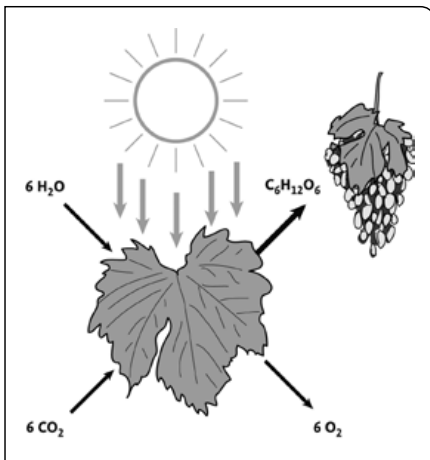


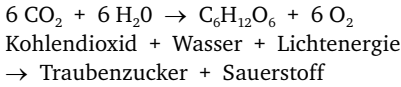
Abb. 2. Ablauf der Photosynthese.

Die technische Nachahmung der Photosynthese sowie Maßnahmen zur Optimierung der Photosyntheseleistung von Pflanzen könnten in Zukunft einen bedeutenden Beitrag für die globale Energieversorgung gewinnen. Im Bereich der Grundlagenforschung sind in den letzten Jahren wichtige Fortschritte zu verzeichnen. Die Dimension der damit einhergehenden Möglichkeiten machen folgende Vergleiche deutlich:

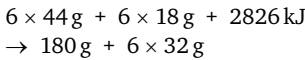
Die mittlere globale solare Einstrahlung auf unseren Planeten hat eine Leistung von ca. 120 000 Terrawatt. Die Leistung der global in allen zur Photosynthese befähigten Organismen (Pflanzen, Algen, einige Bakterien) stattfindenden Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie wird trotz des o. g. bescheiden klingenden Wirkungsgrads auf durchschnittlich ca. 125 Terrawatt geschätzt. Die durchschnittliche für die Deckung des globalen Energieverbrauchs erforderliche Leistung wird auf ca. 15 Terrawatt geschätzt. Damit liefert die Sonne in ungefähr einer Stunde so viel Energie, wie die Menschheit in einem Jahr verbraucht und die Leistung aller „grünen Kraftwerke“ in den zur Photosynthese befähigten Organismen übersteigt die Leistung aller global vorhandenen Stromverbraucher, Verbrennungsmotoren und Heizungen um ca. das 8-fache.

renden Vision. Eine zentrale Rolle für die Vorgänge spielen dabei die Chloroplasten mit dem darin enthaltenen grünen Blattfarbstoff Chlorophyll. Ein Teil der Lichtenergie des Sonnenlichts, speziell Wellenlängen im blauen Bereich um 420 und noch stärker im roten Bereich um 680 nm, wird von dem grünen Blattfarbstoff „eingefangen“ und verwertet und ermöglicht dann die Herstellung des energiereichen Zuckers aus den energiearmen Grundbaustoffen Kohlendioxid und Wasser.

In der Summe aller Einzelschritte ergibt sich hinsichtlich Art und Menge der umgewandelten Substanzen folgendes Ergebnis:



In Mol ausgedrückt ergibt sich folgende quantitative Umsetzung:



### 2.2.2 Einflussfaktoren auf die Photosyntheseleistung

Mit der Steuerung der Photosyntheseleistung im Wege des Laubwandmanagements ergeben sich Möglichkeiten, den von der Zuckerversorgung der Gescheine abhängigen Blütenablauf und Blütenerfolg, die Wachstumsprozesse der jungen Beeren und damit z. B. die Beerendicken, den Kompaktheitsgrad der Trauben und letztlich auch den Ertrag zu beeinflussen. In

der Reifephase kann durch Beeinflussung der Photosyntheseleistung die Zuckereinklagerung beeinflusst und damit, je nach Bedarf, der Reifefortschritt sowohl beschleunigt wie auch verlangsamt werden.

Die daraus erwachsenden vielfältigen Möglichkeiten, über die Laubarbeiten auf die Ertragsbildung sowohl quantitativ wie qualitativ Einfluss nehmen zu können, erfordert Kenntnisse über diejenigen Einflussfaktoren, von denen die Photosyntheseleistung abhängt.

- a) Je mehr Licht die Rebe „einzufangen“ vermag, desto höher ist ihre potenzielle Photosyntheseleistung. Da das Licht als Energielieferant für den Photosyntheseprozess dient, ist dies leicht nachvollziehbar. Der Winzer kann diesen so genannten Lichtgenuss (Lichtinterzeption) beeinflussen. Je größer die Blattfläche der Rebe und je günstiger die Stellung der Blätter zum Licht ist, desto höher ist der Lichtgenuss. Die optimale Gestaltung der Gassenbreite und Laubwandhöhe, der Rebenerziehung und

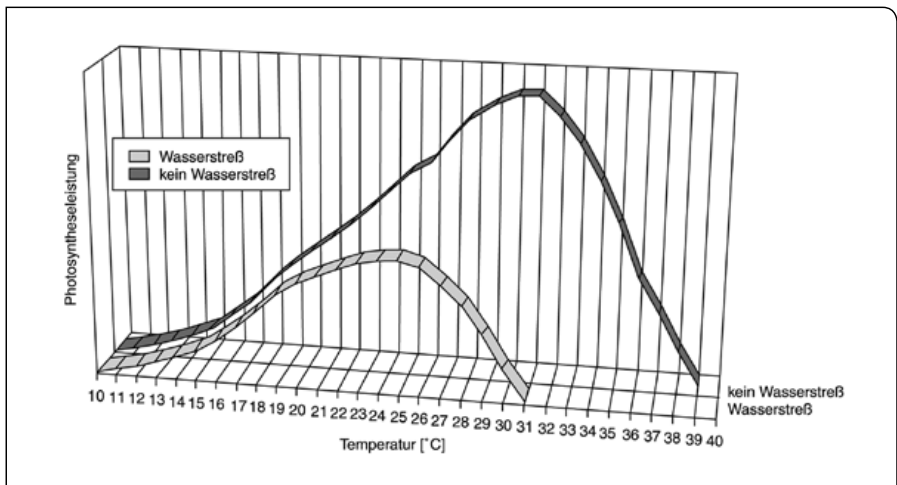


Abb. 3. Abhängigkeit der Photosyntheseleistung von Temperatur und Wasserversorgung (schematisch).

Laubwandbeschaffenheit (dichte oder lockere Laubwandstruktur) hat großen Einfluss auf den Lichtgenuss und damit auf die Photosyntheseleistung. Mit den Laubarbeiten beeinflusst der Winzer die Größe und Ausrichtung und damit die potenzielle Leistung der „biologischen Solarkollektoren“.

- b) Im Vergleich zu anderen bei uns angebauten Kulturpflanzen hat die Rebe recht hohe Ansprüche an die Temperatur. Im Gegensatz zur Lichtinterzeption hat der Winzer allerdings nur wenig Möglichkeiten der Einflussnahme. Prinzipiell steigt die Photosyntheseleistung mit zunehmender Temperatur, um dann nach dem Erreichen einer Optimaltemperatur wieder abzufallen. Eine fixe Optimaltemperatur lässt sich jedoch nicht angeben.
- c) Die Variabilität der für die Photosynthese optimalen Temperatur steht im Zusammenhang mit dem Wasserhaushalt bzw. dem Wasserversorgungsstatus der Rebe. Konkret geht es darum, inwieweit die Pflanze in der Lage ist, die Wasserverluste als Folge der Verdunstung von Wasser an den Spaltöffnungen (stomatäre Transpiration) und über die Kutikula durch Wasseraufnahme aus dem Boden zu ersetzen, bzw. welche „Anstrengung“ seitens der Pflanze notwendig ist, um die Wasserverluste zu ersetzen.

Um die Bedeutung des Wasserhaushalts für die Photosyntheseleistung verstehen zu können, bedarf es einiger Erläuterungen. Sie erklären, warum auch bei optimal erscheinenden Temperatur- und Lichtbedingungen die Photosyntheseleistung niedrig sein und warum eine kleinere Blattfläche zumindest temporär eine größere Photosyntheseleistung erbringen kann, als

eine größere Blattfläche. Vor allem aber haben die Zusammenhänge auch eine große Bedeutung für die Bemessung einer sinnvollen Blattfläche in einer Anlage. Nachfolgend eine vereinfachte Darstellung der physikalischen Zusammenhänge:

Der „Motor“ der Wasserverdunstung an den Spaltöffnungen ist das Energiepotenzial des Wassers (Wasserpotenzial). Stark vereinfacht ausgedrückt ist dieses Energiepotenzial umso höher, je mehr Wassermoleküle in einem bestimmten Volumen vorhanden sind. Demnach hat chemisch reines Wasser bei 4 °C das höchste Energiepotenzial, weil dies die „dichteste“ Vorkommensform von Wasser darstellt. Jegliche „Verunreinigung“ bzw. „Verdünnung“ des Wassers durch Vermischung mit anderen Stoffen oder durch Ausdehnung (Verdampfung) senkt sein Energiepotenzial. Gasförmig in der Luft vorhandenes Wasser hat verglichen mit flüssigem Wasser ein sehr niedriges Energiepotenzial, da in einem m<sup>3</sup> Luft nur wenige Gramm Wasser in gasförmiger Form gelöst vorkommen. Seine Dichte ist viel geringer. Dem Energiegefälle entsprechend „bewegt“ sich Wasser (ähnlich einer Bergabfahrt) daher vom flüssigen Zustand (hohes Energieniveau) in den gasförmigen Zustand (niedrigeres Energieniveau). Dies ist der Grund, warum z. B. Wasser aus einer Pfütze verdunstet und (gegen die Wirkung der Schwerkraft!) aufsteigt oder warum Wäsche auf der Leine trocknet. Gäbe es diese Energieform des Wassers (für die der Mensch keine „Sensoren“ hat und die er daher auch nicht bewusst wahrnehmen kann!) und das daraus resultierende Energiegefälle nicht, würde flüssiges Wasser nicht verdunsten.

Das Energiegefälle ist umso größer, je geringer die relative Luftfeuchte ist, so dass die Verdunstung bei trockener Luft