DE: Allgemeine Information, identisch in allen Testreports	EN: General information, identical for all test reports
DE: Messwerte und Beurteilung dieser Lampe	EN: Measurement and analysis of specific lamp

Test-Report 07/2023

No-Name / Unbranded UVB LED Lamps
Reptile UVB 10.0 3W
Reptile UVB 8W

1) Zusammenfassung

- Beide Lampen nutzen UVB LEDs bei 306 – 307 nm Maximumswellenlänge. Ich halte das Spektrum für ungeeignet zur naturnahen Vitamin-D3-Synthese im Terrarium bevor nicht Tierexperimente zeigen, dass das Spektrum sicher ist, wenn die Tiere ihr Sonnenverhalten in einem Terrarium entsprechend der Ferguson-Zonen selbst wählen.
- Die Lampen strahlen kein nicht-terrestrisches UVB & UVC ab, so dass keine erhöhte Verbrennungsgefahr besteht.

Summary

- Both lamps use a 306 – 307-nm-LED for UVB. I think the spectrum is unsuitable for natural vitamin D3 synthesis in the terrarium unless animal experiments prove it is safe to use for self-regulatory basking of reptiles according to Ferguson zones.
- The lamps do not emit non-terrestrial UVB & UVC, so there is no increased risk of burns.

1) Zusammenfassung ..... 1 … Summary
2) Testanlass ..... 1 … Reason for Test
3) Beschreibung der Lampe ..... 1 … Lamp Description
4) Visuelle Lichtverteilung und Flicker ..... 3 … Visual Light Distribution
5) Elektrischer Verbrauch ..... 4 … Power Consumption
6) Spektrale Messung ..... 4 … Spectral Measurement
6a) Beurteilung des Gesamtspektrums ..... 4 …… Review of the spectrum
6b) Für den Menschen sichtbares Spektrum ..... 5 …… Spectrum visible to humans
6c) Für Reptilien sichtbares Spektrum ..... 6 …… Spectrum visible to reptiles
6d) UV-Spektrum (Vitamin D3) ..... 7 …… UV Spectrum (vitamin D3)
6e) Sorgen bzgl UVB-LEDs ..... 10 …… Concerns about UVB LEDs
7) Intensitätsmessungen ..... 11 … Intensity Measurements
7a) Maximale Bestrahlungsstärke in verschiedenen Abständen ... 13 …… Maximum irradiance in different distances
7b) Solarmeter-Verhältnis ..... 13 …… Solarmeter Ratio
8) Einschränkungen ..... 14 … Limitations
9) Zitierte Literatur ..... 14 … Literature cited

2) Testanlass

Zwei Lampen einer nicht identifizierbaren Marke wurden von einer dritten Person für einen Test zur Verfügung gestellt.

Reason for Test

Two lamps of a non-identified brand were supplied by a third person for a test.

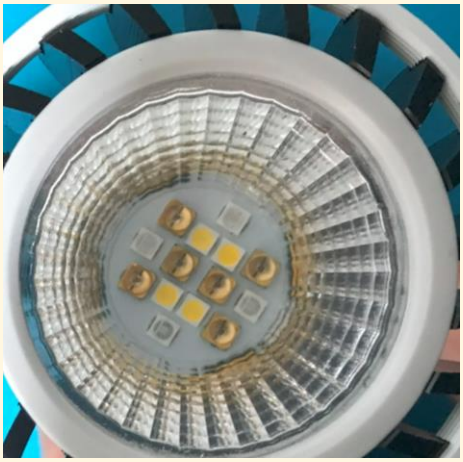
3) Beschreibung der Lampe

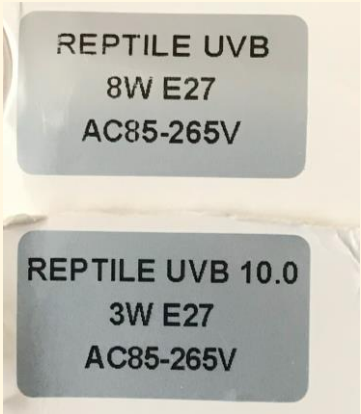
Die erste Lampe ist ein 14-LED E27-Spotstrahler und auf dem Lampensockel und der ansonsten neutralen Verpackung als „REPTILE UVB 10.0 8W“ bezeichnet. Sie enthält 6 goldene UVB-LEDs, 4 gelbe Standard-LEDs für weißes Licht und 4 weiße UVA-LEDs. Die Lampe wird intern (auch in der Messdatenbank) unter der Bezeichnung SW78 (Link) geführt.
Die zweite Lampe ist ein 5-LED E27-Spotstrahler und auf dem Lampensockel und der ansonsten neutralen Verpackung als „REPTILE UVB 3W“ bezeichnet. Sie enthält 2 goldene UVB-LEDs, 1 gelbe Standard-LEDs für weißes Licht und 2 weiße UVA-LEDs. Die Lampe wird intern (auch in der Messdatenbank) unter der Bezeichnung SW79 (Link) geführt.

Lamp Description

The first lamp is a 24-LED UV emitting LED spot with E27. It is labelled „REPTILE UVB 10.0 8W“ on the lamp socket and the otherwise neutral box. It contains 6 golden UVB LEDs, 4 yellow standard LEDs for white light and 4 white UVA LEDs. The lamp is given the internal ID SW78 and also available in the lamp database (link)
The second lamp is a 3-LED UV emitting LED spot with E27. It is labelled „REPTILE UVB 3W“ on the lamp socket and the otherwise neutral box. It contains 2 golden UVB LEDs, 1 yellow standard LEDs for white light and 2 white UVA LEDs. The lamp is given the internal ID SW79 and also available in the lamp database (Link)

Copyright: Dr. rer. nat. Sarina Wunderlich, https://www.licht-im-terrarium.de, sarina_wunderlich@gmx.de
Weitergabe nur als vollständige pdf-Datei gestattet – Only the complete pdf file may be circulated.
Version 02.07.2023





Die 3W Lampe verwendet das gleiche Gehäuse wie die Hobby UV Vital (von mir getestet 2022, link to pdf) und die VivTech SurSun (von mir getestet 2021, link to pdf). Die Dioden und der

The 3W lamp uses the same housing as the Hobby UV Vital tested by me in 2022 (link to pdf) and as the VivTech SurSun bulbs tested by me in 2021 (link to pdf). The diodes and the print look very close to the VivTech lamp.

Druck auf dem Lampensockel ähneln sehr stark der VivTech Lampe.

4) Visuelle Lichtverteilung und Flicker

Die Verteilung der sichtbaren Strahlung wird mit einem Foto einer weißen, beleuchteten Fläche visualisiert. Falls Unterschiede im UVA-Spektrum zu erwarten sind wird das Foto auch mit einer UVA-Kamera aufgenommen (Sony NEX-6 mit entferntem UV/IR-Sperrfilter vor dem CCD Sensor; ZEISS Touit 1.8/32 Linse; heliopan UG1 Filter; Empfindlichkeit ca. 360 nm – 380 nm).

Zur Beurteilung des Flickerns der Lampen wird ein Opple Lightmaster G3 genutzt, das den Flicker-Index (soll < 0,1), Modulationstiefe und Frequenz berechnet. Aufgrund der 50 Hz Netzspannung haben alle Lampen eine Intensitätsvariation mit

Visible Light Distribution and Flicker

The distribution of visible light is visualized by a photo of a white illuminated area. If difference between visible and UVA spectrum are expected, this photo is also taken with a UVA camera (Sony NEX-6 with removed UV/IR-cutoff filter in front of the CCD sensor; ZEISS Touit 1.8/32 lens; heliopan UG1 filter; sensitivity approximately ca. 360 nm – 380 nm).

For flicker evaluation an Opple Lightmaster G3 is used, which calculated flicker index (should be < 0.1), modulation depth and frequency. Because of the 50 Hz line voltage frequency all lamps will have intensity fluctuations with 100 Hz frequency.

Copyright: Dr. rer. nat. Sarina Wunderlich, https://www.licht-im-terrarium.de, sarina_wunderlich@gmx.de
Weitergabe nur als vollständige pdf-Datei gestattet – Only the complete pdf file may be circulated.

100 Hz Frequenz. Durch eine geeignete elektronische Schaltung kann die Amplitude dieser Variation minimiert werden.
Lampen mit elektronischen Vorschaltgeräten können zusätzlich mit höherer Frequenz flimmern.

Electronics can be used to minimize the amplitude of this fluctuation. Lamps with electronic ballasts can have an additional intensity fluctuation at higher frequencies.

Reptilien und Amphibien scheinen nach verschiedenen Studien eine geringere oder ähnlich große Flimmerfusionsfrequenz wie der Mensch zu haben. Ich gehe daher davon aus, dass für Reptilien die Beurteilung des OppleLightmaster gültig ist. Vögel haben jedoch eine sehr viel höhere Flimmerfusionsfrequenz.

According to various studies, reptiles and amphibians appear to have a lower or similar fibrillation fusion frequency to humans. I therefore assume that the opinion of the OppleLightmaster is valid for reptiles. However, birds have a much higher flicker fusion frequency.

Das sichtbare Licht ist – typisch für LEDs – sehr gleichmäßig verteilt. Da – insb. bei der 3W Lampe SW79 – nur eine geringe Zahl von weißen LEDs und einer UVA-LED verwendet wird, entstehen aus Reptiliensicht zwangsläufig farbige Schatten. Diesen Effekt habe ich in Abschnitt 3 im Testbericht der UVB-LEDs der Marke VivTech beschrieben.

As is typical for LEDs, the visible light is very evenly distributed. Since only a small number of white and UVA LEDs are used – especially in the 3W lamp SW79 -, the formation of colored shadows from the reptile's perspective is inevitable. I described this effect in section 3 in the test report of the UVB LEDs from the VivTech brand.

	8W / SW78	3 W / SW78
Flicker index	0.003 („no risk“	0.012 („no risk“)
Modulation depth	1,1 %	4.5 %
Frequency	> 19 000 Hz	180 Hz

5) Elektrischer Verbrauch

Der elektrische Verbrauch wird mit einem „Brennenstuhl Primera-Line Energiemessgerät PM 231 E“ gemessen.
Die Spannung ist durch die Netzspannung vorgegeben. Leistung und Strom sind durch die Lampe bestimmt. Der Leistungsfaktor ist definiert als „reale absorbierte Leistung“ / „Scheinbare Leistung im Stromnetz“. Wegen der Belastung des Stromnetzes werden Industriekunden oft höhere Kosten berechnet, wenn der Leistungsfaktor klein ist. Für Privatkunden hat der Leistungsfaktor nur sehr geringe Bedeutung.

Power Consumption

Electrical parameters are measured with a “Brennenstuhl Primera Line PM 231 E Power Meter”.
The voltage is determined by the line voltage. Power and current are given by the lamp. The power factor = real absorbed power / apparent power flowing in the circuit. Because of the strain on the electric network, industrial customers are often charged a higher cost when the power factor is low. For private customers, the power factor is of little importance.

	SW79	SW78
Spannung / voltage [V]	235	234
Leistung / power [W]	2,6	7,5
Strom / current [A]	0,02	0,06
Leistungsfaktor / Power factor	55	64

Die Leistungsaufnahme ist etwas geringer gemessen als angegeben, jedoch ist die Messgenauigkeit des Geräts bei so kleinen Leistungen auch gering.

The measured power consumption is a little lower than specified, but the measurement accuracy of the device is also low with such low power.

6) Spektrale Messung

Die spektrale Bestrahlungsstärke wird mit einem „Ocean Optics USB 2000+“ Spektrometer mit Streuscheibe zur Kosinuskorrektur und Kalibration sowohl auf Wellenlänge als auch absolute Bestrahlungsstärke durchgeführt. Das Spektrometer misst im Bereich 250 nm bis 880 nm mit einer Auflösung von 0,38 nm.
Professionelle Photometrische Messungen beinhalten die Verwendung einer Ulbrichtkugel. Das ist hier nicht der Fall und kann die Ergebnisse verfälschen. Ohne Ulbrichtkugel ist auch keine Bestimmung des gesamten Lichtstroms (Lumen) möglich. Die spektrale Messung wird je nach Lampe in einem individuellen geringen Abstand durchgeführt. So kann das Signal-zu-Rausch-Verhältnis durch eine hohe Intensität optimiert werden. Das Spektrum in verschiedenen Abständen hat die gleiche Form, lediglich die Gesamtintensität ändert sich.

Spectral Measurement

Spectral measurements are taken with an “Ocean Optics USB 2000+” spectrometer with cosine corrector. It is calibrated for wavelength and absolute irradiance. The measurement range is 250 nm to 880 nm with a resolution of 0.38 nm.

Professional photometric tests include the usage of an integrating sphere (Ulbricht sphere). This is not the case here and can adulterate the results. Without an integrating sphere it is not possible to determine the total luminous flux (lumen). The spectral measurements are taken in an individual distance for each lamp to improve the signal to noise ratio. The shape of the spectrum does not depend on the distance, only the absolute intensity changes.

6a) Beurteilung des Gesamtspektrums

Das Spektrum wird relativ zum ASTM-Referenzsonnenspektrum gezeigt. Das ermöglicht den Vergleich des Lampenspektrums

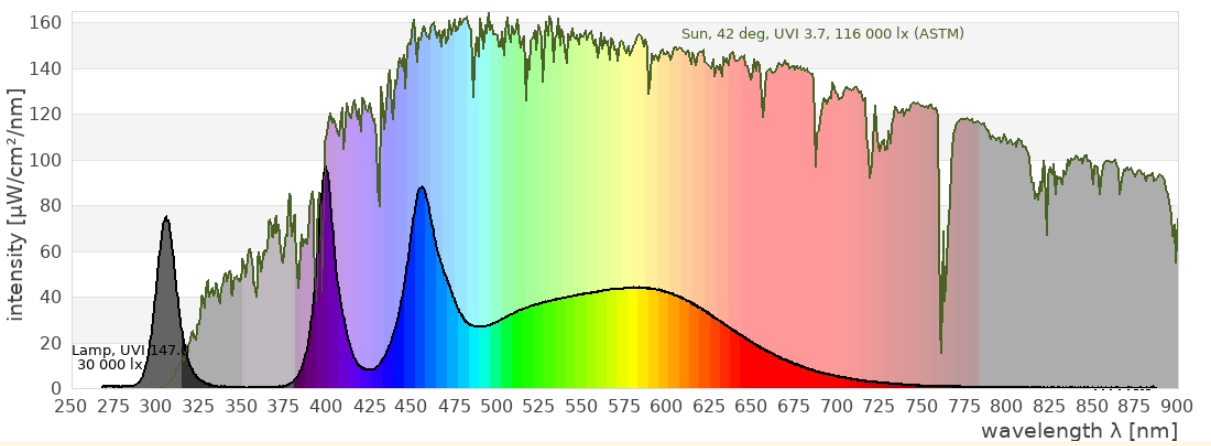
Review of the spectrum

The spectrum is shown relative to the ASTM solar reference spectrum. This enables comparison of the spectral power

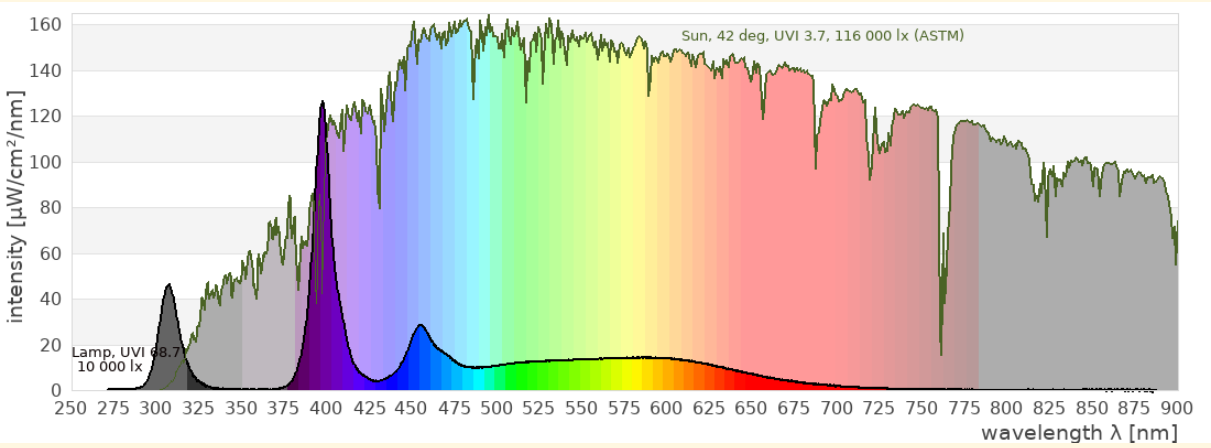
mit dem Spektrum von natürlichem Sonnenlicht. Sonnenlicht hat ein völlig kontinuierliches Spektrum ab ca. 295 nm.

distribution of the lamp with that of natural sunlight. Natural sunlight has a completely continuous spectrum from a threshold around 295 nm.

SW78



SW79



	SW78 (8W)	SW79 (3W)	ASTM Reference Sun
UVB (280 – 315 nm)	8,6%	10,5%	0,1%
UVA 1 (315 – 350 nm)	0,2%	0,5%	0,9%
UVA 2 (350 – 380 nm)	1,1%	1,9%	2,8%
VIS (380 – 780 nm)	89,9%	86,6%	80,2%
Full (250 – 880 nm)	100,0%	100,0%	100,0%
	30 cm	10 cm	
UV Index	9,9	25,6	UVI 3,7
Lux	2030	3720	116 000 lx

Das Spektrum im sichtbaren Bereich ist typisch für eine weiße LED mit blauer Primär-LED und Leuchtstoff für den grün-gelb-orange Farbbereich.
Zusätzlich sind im Spektrum die Emission der UVA-LEDs mit Maximum bei 397 – 399 nm und der UVB-LEDs mit Maximum bei 306 – 307 nm zu sehen.

The spectrum in the visible range is typical for a white LED with a blue primary LED and phosphor for the green-yellow-orange color range.
In addition, the emission of the UVA LEDs with peak at 397 – 399 nm and the UVB LEDs with peak at 306 – 307 nm can be seen in the spectrum.

6b) Für den Menschen sichtbares Spektrum

Nach Definition der internationalen Beleuchtungskomission CIE (*Commission Internationale de l'Éclairage*) wird für das Farbsehen des Menschen der Spektralbereich von 380 nm bis 780 nm herangezogen.
Der Balkengraph zeigt, welche Lichtmenge von den drei Zapfen im menschlichen Auge wahrgenommen wird. Zum Vergleich ist auch hier das Sonnenspektrum und dessen Wirkung auf die Zapfen gezeigt.

Spectrum visible to humans

The international illumination comission CIE (*Commission Internationale de l'Éclairage*) defines that the range 380 nm to 780 nm shall be used for colour calculations.

The bar chart indicates the amount of light seen by the three cones in the human eye. For comparison also here the solar spectrum and its action on the three cones is shown.

Copyright: Dr. rer. nat. Sarina Wunderlich, https://www.licht-im-terrarium.de, sarina_wunderlich@gmx.de
Weitergabe nur als vollständige pdf-Datei gestattet – Only the complete pdf file may be circulated.
Version 02.07.2023

Die Software „Ocean View“ des Spektrometers berechnet basierend darauf den Farbort, die Farbtemperatur und die Farbwiedergabewerte. Diese Werte gelten nur für das menschliche Farbsehen.
Im CIE-Farbdreieck sind die Farborte der Primärfarben als farbige Linie dargestellt, die Farborte verschiedener Phasen des Tageslichts als Kreuze, die Farborte von Schwarzkörperstrahler als schwarze Linie und der Farbort der Lampe als schwarzer Punkt.
Die korrekte Berechnung der Farbeigenschaften einer Lampe sollte mit einem kalibrierten Spektrometer und einer Ulbricht-Kugel erfolgen. Die Ulbricht-Kugel mischt das Licht verschiedener Abstrahlrichtungen der Lampe und verhindert Verfälschungen des Spektrums durch Reflexionen an der Umgebung. Eine solche Messung kann ich nicht durchführen, daher ist die Farbberechnung hier fehlerbehaftet.

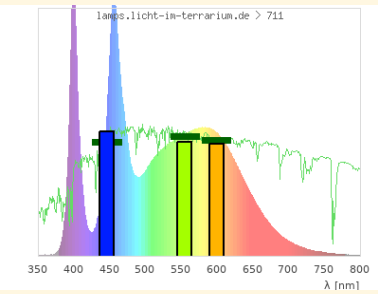
The spectrometer software “Ocean View” calculates the colour coordinate, correlated colour temperature and colour rendering indices based on that. They are valid for human colour vision only.
The CIE colour triangle shows the colour coordiantes of the primary colours as coloured line, the colour coordinates of different phases of daylight as crosses, the colour coordinates of black body radiators as black line and the colour coordinate of the lamp as black dot.
The calculation of the color properties of a lamp should be done with a calibrated spectrometer and an integrating sphere. The integrating sphere mixes the light emitted by the lamp under different directions and prevents the spectrum from being distorted by reflections from the surroundings. I can not carry out such a measurement, so the color calculation here is faulty.

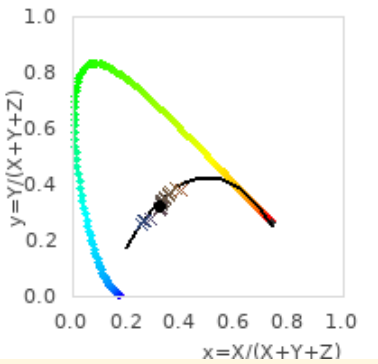
Der Farbort des Lichts ist nicht nahe genug am Planckschen Kurvenzug um die Voraussetzungen für die Berechnung des Farbwiedergabeindex (CRI / Ra) und der korrigierten Farbtemperatur (CCT) durch die Spektrometersoftware zu erfüllen. Dies wird durch den Eintrag: DC<5.4E-3 = FALSE angezeigt. Trotzdem bietet die Software eine Schätzung auf der Grundlage der bereitgestellten Daten.

The colour of the light is not quite close enough to the Planckian locus to be within the range required for accurate calculation of the Colour Rendering Index (CRI) and Corrected Colour Temperature (CCT) by the spectrometer software. This is indicated by the entry: DC<5.4E-3 = FALSE. Even so, the software provides an estimate based upon the data provided.

	SW78	SW79
(x,y)	(0,32 ; 0,32)	(0,32 ; 0,32)
CCT [Kelvin]	**6085K**	**6324K**
CRI	**87,9**	**91,7**
R1 (light grayish red)	88,2	92,5
R2 (dark grayish yellow)	94,6	94,8
R3 (strong yellow green)	94,9	95,4
R4 (moderate yellowish green)	85,7	92,1
R5 (light buish green)	88,0	92,8
R6 (light blue)	90,3	94,9
R7 (light violet)	87,5	90,8
R8 (light reddish purple)	74,4	80,5
R9 (strong red)	31,9	46,8
R10 (strong yellow)	85,5	87,7
R11 (strong green)	84,5	90,9
R12 (strong blue)	68,8	81,7
R13 (light yellowish pink, human complexion)	90,4	90,9
R14 (moderate olive green)	97,8	97,3
R15 (Japanese complexion)	85,9	90,4
DC<5.4E-3	false	false

SW78





6c) Für Reptilien sichtbares Spektrum

Während der Mensch für das Farbsehen drei Photorezeptoren (Blau, Grün, Rot/Orange) besitzt, sind es bei Reptilien je nach Art drei (UV, blau, grün) oder vier (UV, blau, grün, rot). Das Farbsehen von Reptilien unterscheidet sich daher grundlegend vom Farbsehen des Menschen. Insbesondere der UVA-Bereich ist wichtig, damit alle Photorezeptoren Licht sehen. Nur dann erscheint das Licht weiß(lich) und volles Farbsehen ist möglich. Der für Reptilien sichtbare Spektralbereich liegt ja nach Art zwischen 350 nm und 600 nm / 800 nm.
Die folgenden Grafiken zeigen das Spektrum im Bereich, der für Reptilien sichtbar ist, zusammen mit den Signalen, die vier Photorezeptoren erhalten würden. Die Empfindlichkeits-kurven der vier Photorezeptoren sind Gaußförmig bei 560 nm, 497 nm,

Spectrum visible to reptiles

While humans have three photo receptors (blue, green, orange/red), reptiles have three (uva, blue, green) or four (uva, blue, green, red). The colour vision of reptiles therefore differs fundamentally from the colour vision of humans. Especially the UVA range is necessary so that all photo receptors see light. Only then the light looks white(ish) and full colour vision is possible. The spectral range visible to reptiles ranges from 350 nm to 600 nm / 800 nm.

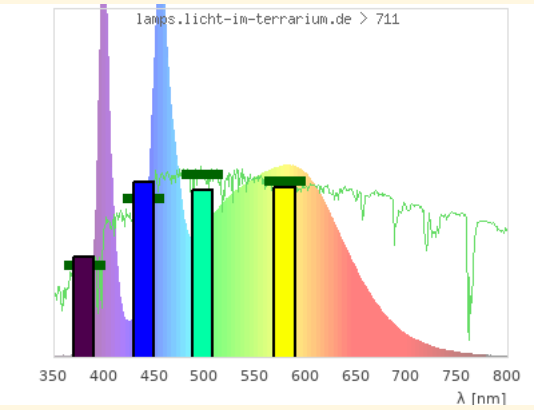
The following graphs show the spectrum in the range visible to reptiles together with the signals that four photo receptors would receive. The photo receptors sensitivity spectra are of gaussian shape at the peak wavelengths 560 nm, 497 nm, 440

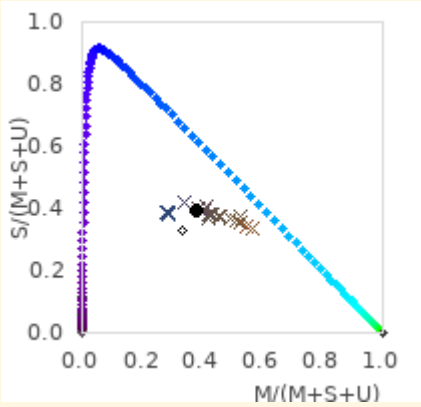
Copyright: Dr. rer. nat. Sarina Wunderlich, https://www.licht-im-terrarium.de, sarina_wunderlich@gmx.de
Weitergabe nur als vollständige pdf-Datei gestattet – Only the complete pdf file may be circulated.
Version 02.07.2023

440 nm und 380 nm. Diese Abschätzung basiert auf Studien zum Farbsehen von Reptilien. In Grün sind das Spektrum der Sonne und deren Signale auf die Photorezeptoren gezeichnet. Basierend auf den UV-, Blau- und Grün-Rezeptor wird ein Farbraum berechnet analog zum CIE Farbraum des menschlichen Betrachters (siehe 6b). Die farbigen Kreuze kennzeichnen Farborte von verschiedenen Tageslichtphasen. Der schwarze Punkt zeigt den Farbort der Lampe.
Ich glaube, dass diese Adaption des Farbortes mathematisch sinnvoll ist und Farbräume werden auch in der wissenschaftlichen Forschung zum Farbsehen von Tieren gemacht (Kelber2003), ich habe jedoch noch keine Anwendung auf Lichtquellen in der wissenschaftlichen Literatur gesehen.
Nur sehr wenige Lampen bilden den sichtbaren Spektralbereich für Reptilien sonnenähnlich nach. Das sind manche Metallhalogeniddampflampen ohne UVB und sehr wenige Vollspektrum-Leuchtstofflampen. Die meisten UVB-Metallhalogeniddampflampen haben einen zu hohen UVA-Anteil, die meisten Leuchtstoffröhren einen zu geringen UVA-Anteil. Sie haben aus Reptiliensicht einen Farbstich (UVA oder Komplementärfarbe zu UVA). LEDs ohne UVA haben aus Reptiliensicht die gesättigte Komplementärfarbe zu UVA.

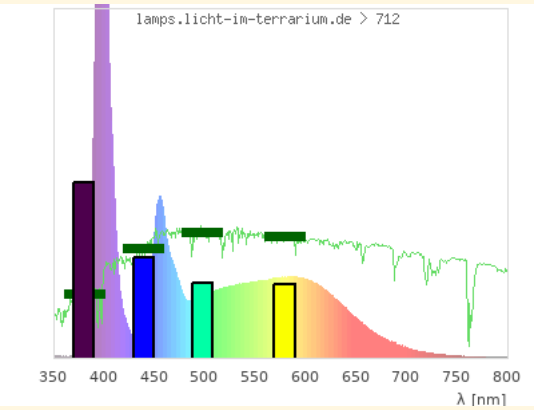
nm, and 380 nm. This is an estimate based on studies on reptile colour vision. In green the spectrum and signal of sunlight is shown.
Based on the UV, blue and green photo receptors a colour space is calculated in analogy to the CIE colour space for the human observer (see 6b). The coloured crosses indicate the colour coordinates of different phases of daylight. The black dot shows the colour coordinate of the lamp.
I believe that this adaption of colour space makes sense mathematically and colour spaces are used in scientific research regarding colour vision of animals (Kelber2003), however I have not seen the application to light sources in the scientific literature.
Only very few lamps the visible spectral range for reptiles in a sun-like manner. These are some metal halide lamps without UVB and very few full spectrum fluorescent lamps. Most UVB metal halide vapor lamps emit too much UVA, most fluorescent tubes not enough UVA. From a reptile's perspective, they have a color cast (UVA or complementary color to UVA). From the reptile point of view, LEDs without UVA have the saturated complementary color to UVA.

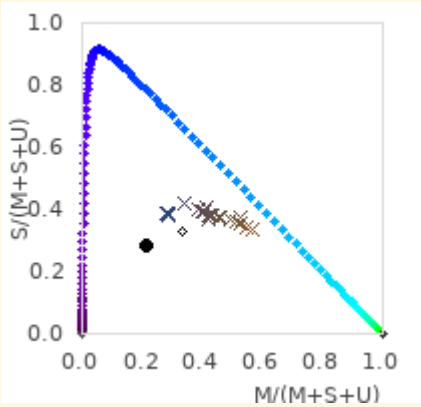
SW78





SW79





Aus Reptiliensicht wirkt das Spektrum der 8W Lampe SW78 halbwegs ausbalanciert, so dass das Licht einen weißlichen Eindruck erwecken dürfte.
Bei der 3W Lampe SW79 ist der UVA-Anteil meiner Ansicht nach zu hoch.

From a reptile's perspective the spectrum of the 8W lamp SW78 seems to be roughly balanced, likely resulting in whiteish light.
I consider the UVA content of the 3W lamp SW79 too high.

6d) UV-Spektrum (Vitamin D3)

Das Spektrum im UV-Bereich hat in der Terraristik eine besondere Bedeutung, da Lampen zur Vitamin-D3-Versorgung der Tiere eingesetzt werden. UV-Strahlung im Bereich 250 nm bis 320 nm ist in der Lage Vitamin D3 aus 7DH umzuwandeln.

UV Spectrum (Vitamin D3)

The spectrum in the UV range is of special importance in reptile husbandry because lamps are used as vitamin d3 supply. UV radiation in the range 250 nm to 320 nm is able to convert 7DHC to Vitamin D3. At the same time, UV radiation is

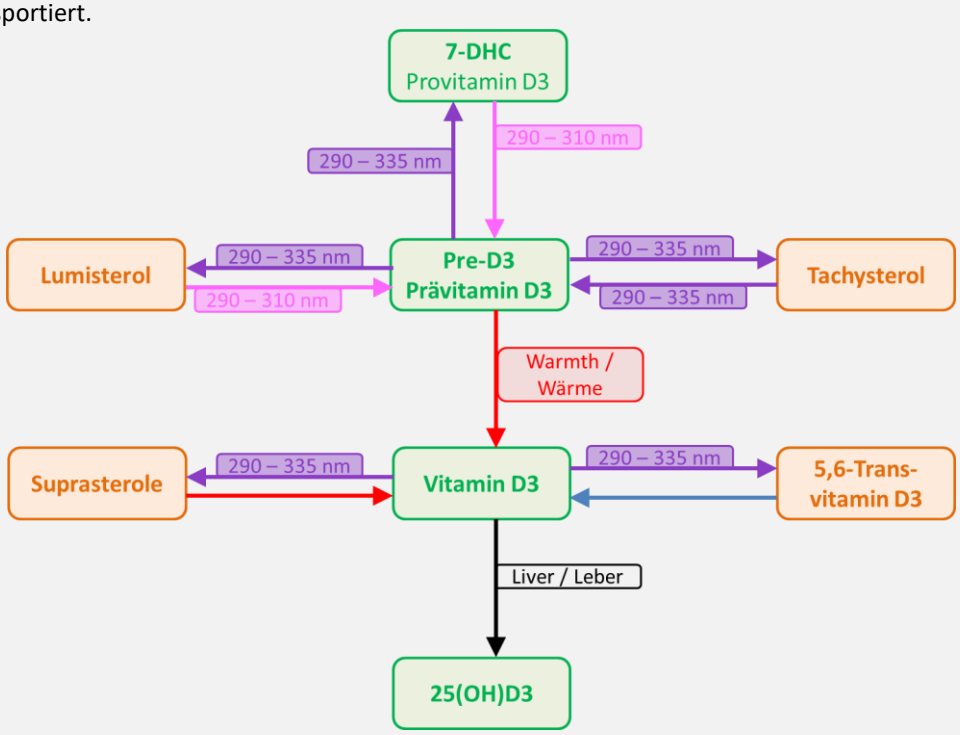
Copyright: Dr. rer. nat. Sarina Wunderlich, https://www.licht-im-terrarium.de, sarina_wunderlich@gmx.de
Weitergabe nur als vollständige pdf-Datei gestattet – Only the complete pdf file may be circulated.
Version 02.07.2023

Gleichzeitig hat die UV-Strahlung aber auch zellschädigende Wirkung. Die Zellschädigende Wirkung nimmt mit kürzerer Wellenlänge zu.
Bei der Abwägung zwischen positiven und negativen Eigenschaften der UV-Strahlung erscheint es mir am sinnvollsten auf eine große Ähnlichkeit zum Sonnenspektrum zu achten. Dem liegt die Annahme zugrunde, dass die Evolution die Mechanismen zum Schutz vor UV-Strahlung als auch die Nutzen aus der UV-Strahlung für dieses Spektrum perfekt optimiert hat. Das Sonnenspektrum beginnt bei etwa 300 nm und steigt fast linear bis 400 nm an. Strahlung mit einer Wellenlänge kleiner als 300 nm sollte daher im Lampenspektrum nur zu einem sehr geringen Teil, unter 290 nm gar nicht vorhanden sein. Eine ansteigende Intensität von 300 nm bis mind. 335 nm ist zur Regulierung der Vitamin D3 Produktion sehr empfehlenswert.
Bei der Bildung von Vitamin D3 in der Haut durch UV-Strahlung findet eine komplexe chemische Gleichgewichtsreaktion statt. In der Haut liegen 7DHC-Moleküle vor. Wenn ein 7DHC-Molekül ein UV-Photon mit kurzer Wellenlänge absorbiert, ändert es seine chemische Struktur und wandelt sich so in preD3 um. In einer warmen Umgebung wandelt sich das preD3-Molekül mit einer geringen Wahrscheinlichkeit (d.h. nach einiger Zeit) in Vitamin D3 um. Während dieser Zeit kann es aber auch passieren, dass das preD3-Molekül ein weiteres UV-Photon absorbiert und sich dann entweder in 7DHC, Tachysterol oder Lumisterol umwandelt. Wichtig ist, dass preD3 im Gegensatz zu 7DHC auch UV-Photonen mit einer recht großen Wellenlänge bis 335 nm absorbieren kann. Davon gibt es im Sonnenlicht sehr viele. Es ist bei natürlichem Sonnenlicht daher recht unwahrscheinlich, dass ein preD3-Molekül sich in Vitamin-D3 umwandeln kann. Sofern das jedoch gelingt, bindet das Vitamin-D3-Molekül dann an das Vitamin-D3-bindenden Protein (DBP) und wird über den Blutkreislauf abtransportiert.

damaging to cells. This cell-damaging effect increases with shorter wavelength.

When balancing positive and negative effects of UV radiation, to me it seems most sensible to look out for a spectrum that best resembles the solar spectrum. This is based on the assumption that evolution will have optimized the protection strategies against UV and the benefits from UV perfectly for the solar spectrum. The solar UV spectrum starts at around 300 nm and increases almost linearly towards 400 nm. Radiation with a wavelength below 300 nm should therefore be almost absent in a lamp's spectrum and radiation below 290 nm wavelength must never be present. An increase in the intensity from 300 nm to at least 335 nm is strongly recommended to regulate the production of vitamin D3.

A complex chemical equilibrium reaction takes place when vitamin D3 is formed in the skin as a result of UV radiation. 7DHC molecules are present in the skin. When a 7DHC molecule absorbs a short-wavelength UV photon, it changes its chemical structure, turning into preD3. In a warm environment, the preD3 molecule converts to vitamin D3 with a low probability (i.e. after some time). However, during this time it can also happen that the preD3 molecule absorbs another UV photon and then converts to either 7DHC, Tachysterol or Lumisterol. It is important that preD3, in contrast to 7DHC, can also absorb UV photons with a larger wavelength of up to 335 nm. There are a lot of them in sunlight. It is therefore quite unlikely that a preD3 molecule can convert into vitamin D3 in natural sunlight. However, if this is successful, the vitamin D3 molecule then binds to the vitamin D3-binding protein (DBP) and is transported away via the bloodstream.



Auch die Lumisterol- und Tachysterol-Moleküle können erneut ein UV-Photon absorbieren und sich zurück in preD3 umwandeln. In der Haut findet somit ein ständiger „Tanz" der

The Lumisterol and Tachysterol molecules can also absorb another UV photon and convert back into preD3. In the skin, there is a constant "dance" of the molecules between the four

Moleküle zwischen den vier verschiedenen Stadien statt. Nach einiger Zeit bildet sich ein chemisches Gleichgewicht, bei dem die einzelnen Moleküle sich weiterhin ständig umwandeln, die Gesamtzahl der 7DHC/preD3/Lumisterol/Tachysterol-Moleküle aber konstant bleibt. MacLaughlin et al. (1982) haben gezeigt, dass das Spektrum des Sonnenlichts zum Verhältnis 10-20% 7DHC / 15-20% preD3 / 50-60% Lumisterol / 3-6% Tachysterol führt.

Die längeren Wellenlängen (310 – 335 nm) begrenzen somit die Menge an Prävitamin D3 und damit Vitamin D3, die in der Haut gebildet werden kann. Diese Wellenlängen wirken im System als „Bremse“ oder „Puffer“. Und Sonnenlicht, wofür dieser Prozess evolutionär optimiert wurde, hat im Bereich 310 – 335 nm eine vielfach höhere Intensität als im Bereich 290 – 310 nm.

Es gibt darüber hinaus sogar eine Ausfallsicherung, um überschüssiges Vitamin D3 zu entfernen, wenn sich so viel in der Haut ansammelt, dass DBP es nicht mehr entfernen kann. Webb et al. (1989) fanden heraus, dass Wellenlängen bis zu 330 nm das in der Haut verbleibende Vitamin D3 abbauen und in inerte Moleküle umwandelt (5,6-Trans-Vitamin-D3, Suprasterol I und Suprasterol II)

Die folgende Grafik zeigt das Spektrum der Lampe im Vergleich zu anderen Spektren:

- — Sonnenspektrum bei 20° Sonnenstand (UV-Index 1,0)
- — Sonnenspektrum bei 50° Sonnenstand (UV-Index 7,6)
- — Sonnenspektrum bei 85° Sonnenstand (UV-Index 14,7)
- — Wirkspektrum für die DNA-Schädigung (Setlow1974, DIN 5031-10), die Wirkspektren für andere schädigende Auswirkungen von UV-Strahlung, wie Photo-Kerato-Konjunktivitis sind ähnlich.
- — Molare Absorptionsspektren der 4 Moleküle, die an der Vitamin-D3-Bildung beteiligt sind (MacLaughlin1982)

Das Ausmaß, in dem das UV-Spektrum der Lampe unter jedes Wirkspektrum fällt, bestimmt die Risiken und den Nutzen.

different stages. After some time a chemical equilibrium is formed in which the individual molecules continue to constantly convert, but the total number of 7DHC/preD3/Lumisterol/Tachysterol molecules remains constant. MacLaughlin et al. (1982) showed that the spectrum of sunlight results in the ratio 10-20% 7DHC / 15-20% preD3 / 50-60% Lumisterol / 3-6% Tachysterol.

The longer wavelengths (310 – 335 nm) limit the amount of pre-D3 and thus Vitamin D3 that can be produced in the skin. These wavelengths act as a “brake” or “buffer” in the system. And sunlight has many times more intensity in the range 310 – 335 nm than in the range 290 – 310 nm.

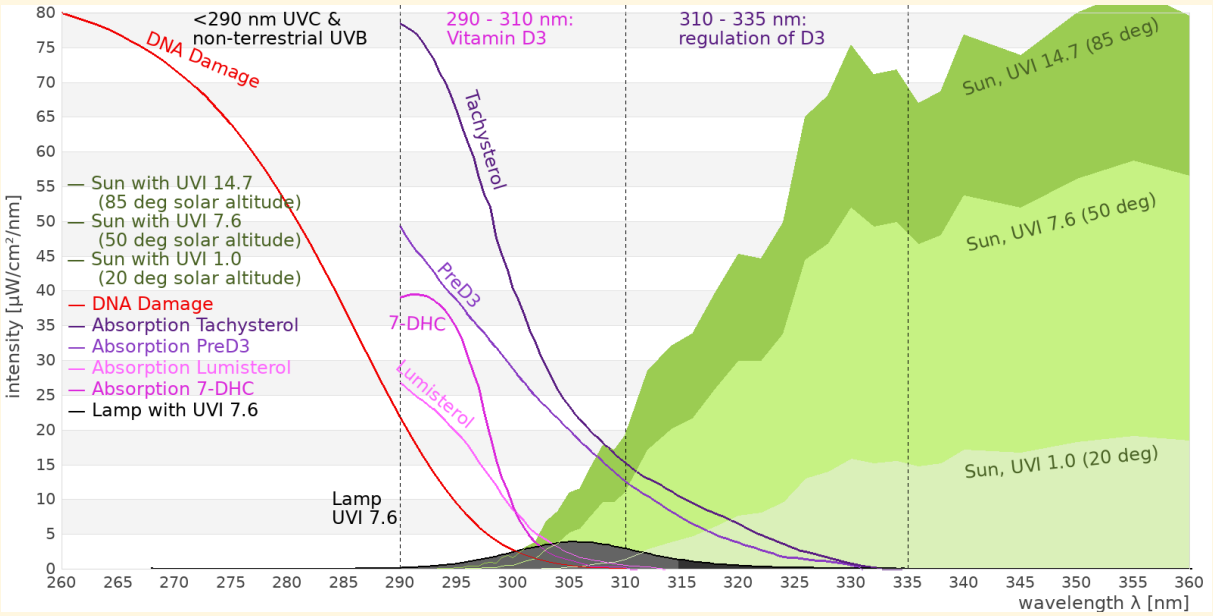
There is even a “back-up” process to remove any excess vitamin D3 if too much of this starts to accumulate for the DBP to take it away. Webb et al. (1989) found that wavelengths up to 330nm would degrade vitamin D3 remaining in skin, breaking it down into inert metabolites (5,6-transvitamin D3, suprasterol I, and suprasterol II).

The following graph shows the lamp’s spectrum in comparison to other spectrums:

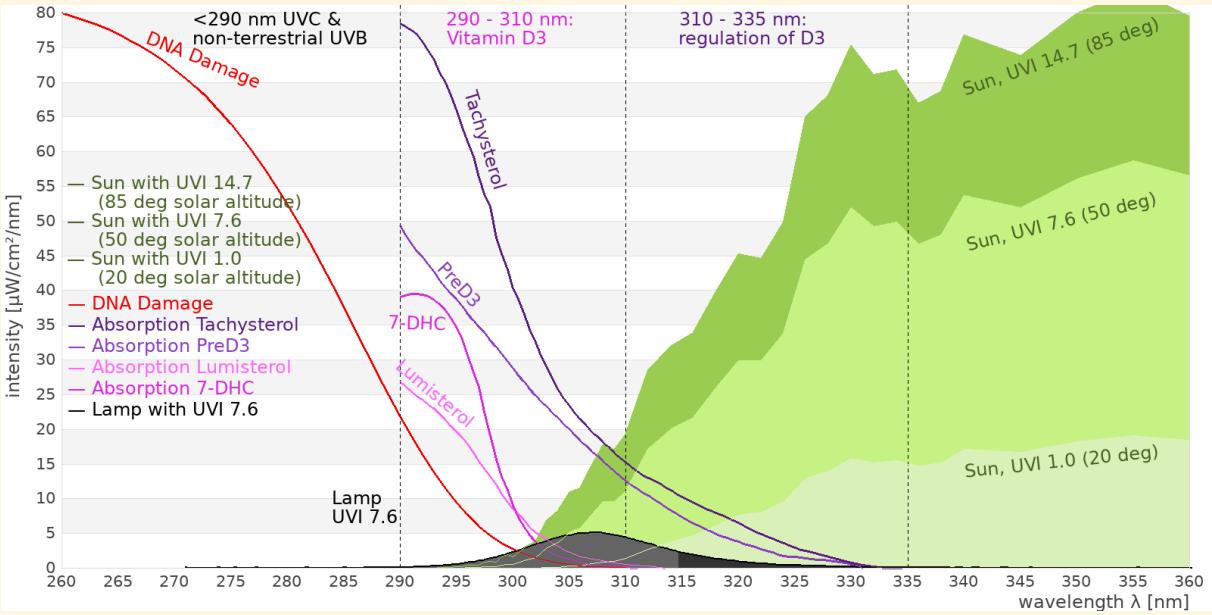
- — Solar spectrum for 20° solar altitude (UV index 1.0)
- — Solar spectrum for 50° solar altitude (UV index 7.6)
- — Solar spectrum for 85° solar altitude (UV index 14.7)
- — Action spectrum for DNA damage (Setlow1974, DIN 5031-10), the action spectra for other damaging effects of UV radiation, such as photo-kerato-conjunctivitis, are similar to this one.
- — Molar absorption spectra of the 4 molecules involved in vitamin d3 synthesis (MacLaughlin1982)

The extent to which each UV spectrum falls under each action spectrum determines the risks and benefits.

SW78



SW79



Die Grafik zeigt:

- Die Lampen strahlen kein gefährliches UVC oder nicht-terrestrisches UVB ab.
- Ein Teil der Strahlung ist unterhalb von 300 nm. Das Risiko von DNA-Schädigung ist daher größer als bei natürlichem Sonnenlicht.
- Es ist Strahlung im Wellenlängenbereich vorhanden, durch den Vitamin D3 in der Haut gebildet wird (290 – 315 nm).
- Es ist Strahlung im Wellenlängenbereich vorhanden, durch den die Vitamin D3 Bildung reguliert wird (310 – 335 nm). Allerdings ist der Anteil sehr viel geringer als bei natürlichem Sonnenlicht. Diese Lampe wird bei gleichem UV-Index wahrscheinlich eine stärkere Vitamin-D3-Bildung anregen als natürliches Sonnenlicht. Es besteht das Risiko einer Vitamin-D3-Überdosierung.

Ich halte das Spektrum für ungeeignet zur naturnahen Vitamin-D3-Synthese im Terrarium bevor nicht Tierexperimente zeigen, dass das Spektrum sicher ist, wenn die Tiere ihr Sonnenverhalten in einem Terrarium entsprechend der Ferguson-Zonen selbst wählen. Siehe nächster Abschnitt:

The graph shows:

- The lamps do not emit hazardous UVC, or UVB in the non-terrestrial UVB wavelengths.
- A proportion of its output is below 300nm. The risk of DNA damage is therefore greater than for natural sunlight.
- There is UVB in the wavelengths which enable vitamin D3 synthesis in skin (290 – 315 nm).
- There is UVB in the wavelengths which regulate the vitamin D3 synthesis in skin (310 – 335 nm). However, the proportion is much lower than in natural sunlight. This lamp will likely enable stronger Vitamin D3 synthesis than natural sunlight at the same UV-index. There is a risk of Vitamin-D3 overdose.

I think the spectrum is unsuitable for natural vitamin D3 synthesis in the terrarium unless animal experiments prove it is safe to use for self-regulatory basking of reptiles according to Ferguson zones. See next section:

6e) Sorgen bzgl UVB-LEDs

Das Spektrum der derzeit erhältlichen UVB-LEDs weicht stark vom Sonnenspektrum ab: Selbst wenn 310-nm-LEDs eingesetzt werden, die im Bereich < 310 nm fast exakt mit dem Sonnenspektrum übereinstimmen (in einem Abstand in dem UV-Index 7,6 erreicht wird), ist nahezu keinen Intensität im Bereich 310 – 335 nm vorhanden, der wichtig für die Begrenzung der Vitamin-D3-Bildung ist (siehe detaillierte Erklärung in 6d). Das wird auch durch das Solarmeter-Verhältnis < 30 widergespiegelt (siehe 7b).
Anhand des Spektrums erwartet man daher, dass die natürlichen Schutzmechanismen vor einer Vitamin-D3-Überdosierung ausgehebelt werden könnten. Wenn das Spektrum von 310-nm-LEDs in der Terraristik eingesetzt werden soll, sind dringend Studien notwendig, bei denen verschiedene Reptilienarten mit realistischen UV-Indizes (entsprechend der Ferguson-Zonen z.B. UV-Index 5,0 für Bartagamen) für einen längeren Zeitraum von mehreren Monaten bestrahlt werden. Regelmäßige Blutuntersuchungen aller Parameter des Vitamin-D3-Kalzium-Komplexes

Concerns about UVB-LEDs

The spectrum of the currently available UVB LEDs deviates strongly from the solar spectrum: Even if 310 nm LEDs are used, which in the range < 310 nm almost exactly match the solar spectrum (at a distance in which the UV index is 7.6), there is almost no intensity in the 310 – 335 nm range, which is important for limiting vitamin D3 formation (see detailed explanation in 6d). This is also reflected by the solar meter ratio < 30 (see 7b).

Based on the spectrum, it is therefore expected that the natural protective mechanisms against a vitamin D3 overdose could be undermined. If the spectrum of 310 nm LEDs is to be used in terraristics, studies are urgently needed in which various reptile species are exposed to realistic UV indices (corresponding to the Ferguson zones, e.g. UV index 5.0 for bearded dragons) for a longer period of time for several months. Regular blood tests of all parameters of the vitamin D3-calcium complex (parathyroid hormone, serum calcium, ionized calcium, vitamin D3, 25OHD3; the latter measured with

Copyright: Dr. rer. nat. Sarina Wunderlich, https://www.licht-im-terrarium.de, sarina_wunderlich@gmx.de

Weitergabe nur als vollständige pdf-Datei gestattet – Only the complete pdf file may be circulated.

(Parathormon, Serum-Kalzium, ionisiertes Kalzium, Vitamin D3, 25OHD3; letztere gemessen mit der verlässlicheren LC-MS/MS-Methode) können die Sorge vor Vitamin-D3-Überdosierung entkräften oder bestätigen.

the more reliable LC-MS/MS method) can allay concerns about vitamin D3 overdose or confirm.

Die Sorgen vor einer Vitamin-D3-Überdosierung stützen sich nicht nur auf die oben genannte Theorie. Die bisher einzige Studie an Reptilien stammt von Cusack2014: Juvenile Bartagamen wurden mit einem Prototyp einer UVB-LED-Lampe von ZooMed bestrahlt. Als Vergleich diente eine Gruppe von Tieren ganz ohne UVB und eine Gruppe mit einer UVB-Leuchtstofflampe. Die LED-Lampe bestand aus mehreren UVB-LEDs mit unterschiedlicher Wellenlänge (300, 310, 320, 355 nm), so dass die Ergebnisse sicherlich nicht auf die aktuell typischen UVB-Terrarienlampen übertragbar sind. In der LED-Gruppe war der UV-Index im Mittel 0,24, in der Leuchtstofflampen-Gruppe 0,92. In beiden Fällen also ein extrem geringer UV-Index, obwohl Bartagamen in Ferguson-Zone 3 sonst ein UV-Index zwischen 3 und 7 empfohlen wird. Wenig überraschend blieben die Vitamin-D3-Blutwerte der Gruppe ohne UV konstant niedrig (um 120 nmol/l) und auch die Blutwerte der Tiere mit der Leuchtstoffröhre mit viel zu geringem UV-Index stiegen nur minimal auf 130 nmol/l. Völlig überraschend hatten die Tiere der LED-Gruppe, trotz fast nicht messbarem UV-Index (0,24) sehr hohe Blutwerte von fast 200 nmol/l, die während der gesamten Studiendauer von 11 Monaten auch kontinuierlich stiegen.

Concerns about vitamin D3 overdose aren't just based on the above theory. The only study on reptiles to date comes from Cusack2014: juvenile bearded dragons were exposed to a prototype UVB LED lamp from ZooMed. A group of animals without any UVB and a group with a UVB fluorescent lamp served as a comparison. The LED lamp consisted of several UVB LEDs with different wavelengths (300, 310, 320, 355 nm), so the results are certainly not transferrable to the currently typical UVB terrarium lamps. The average UV index in the LED group was 0.24, in the fluorescent lamp group it was 0.92. In both cases an extremely low UV index was used, although a UV index between 3 and 7 is otherwise recommended for bearded dragons in Ferguson zone 3. Unsurprisingly, the vitamin D3 blood levels in the group without UV remained constantly low (around 120 nmol/l) and the blood levels of the animals with the fluorescent tube, which had a UV index that was far too low, rose only minimally to 130 nmol/l. Completely surprisingly, the animals in the LED group had very high blood values of almost 200 nmol/l, despite an almost immeasurable UV index (0.24), which also increased continuously over the entire study period of 11 months.

Dieses Spektrum sollte nicht nur mehr preD3 und Tachysterol sondern auch deutlich weniger Lumisterol bilden. Es ist auch denkbar, dass die geänderte Menge an Lumisterol und Tachysterol gesundheitliche Auswirkungen haben. Bei Lumisterol wird diskutiert, ob es vor Krebserkrankungen schützt (Dixon2011). Sakich2022 wirft die Hypothese auf, Lumisterol könnte von Reptilien genutzt werden, um die UVB-Intensität zu erkennen. Nach ersten Versuchen scheinen Reptilien sehr gut in der Lage zu sein, sich der korrekten Menge an UV auszusetzen. Welche Methode sie nutzen, um die UV-Stärke zu erkennen, ist noch ungeklärt. Falls Lumisterol hierbei eine Rolle spielt, würden sich Reptilien unter 310-nm-LEDs deutlich länger sonnen, da weniger Lumisterol gebildet wird. Und dass wo wegen der stärkeren Vitamin-D3-Bildung eigentlich eine deutlich geringere Sonnendauer notwendig ist.

The LEDs spectrum is not only is exptected to form more preD3 and tachysterol but also significantly less lumisterol. It might be, the changed amounts of lumisterol and tachysterol have health effects. In the case of lumisterol, there is debate as to whether it protects against cancer (Dixon2011). Sakich2022 hypothesizes that lumisterol could be used by reptiles to detect UVB intensity. Recent trials suggest that reptiles are very capable of exposing themselves to the correct amount of UV. The method they use to detect the UV intensity is still unclear. If lumisterol plays a role, reptiles might bask under 310 nm LEDs much longer because less lumisterol is formed. And that where because of the stronger formation of vitamin D3, a significantly shorter duration of sun exposure is actually necessary.

Cusack, L., Rivera, S., Lock, B., Benboe, D., Brothers, D. & Divers, S. (2017) Effects of a light-emitting diode on the production of cholecalciferol and associated blood parameters in the bearded dragon (pogona vitticeps). Journal of zoo and wildlife medicine, 48 1120–1126.

Dixon, K. M., Norman, A. W., Sequeira, V. B., Mohan, R., Rybchyn, M. S., Reeve, V. E., Halliday, G. M. & Mason, R. S. (2011) 1α,25(OH)2-Vitamin D and a Nongenomic Vitamin D Analogue Inhibit Ultraviolet Radiation–Induced Skin Carcinogenesis. Cancer Prevention Research, 4 1485–1494.

Sakich, N. B. & Tattersall, G. J. (2022) Regulation of Exposure to Ultraviolet Light in Bearded Dragons (Pogona vitticeps) in Relation to Temperature and Scalation Phenotype. Ichthyology & Herpetology, 110 477–488.

7) Intensitätsmessungen

Intensitätsmessungen werden mit Breitbandmessgeräten durchgeführt. Gegenüber dem Spektrometer sind sie einfacher in der Anwendung und haben ein robustes Signal-zu-Rausch-Verhältnis und sich einfach in der Anwendung. Sie eigenen sich daher gut, die räumliche Verteilung der UV-Strahlung und die Alterung der Lampen zu messen.

Die Beleuchtungsstärke wird mit einem „Voltcraft MS-200LED“ Luxmeter gemessen. Dieses Gerät misst die sichtbare

Intensity measurements

Intensity measurements are performed using broadband meters. Compared to the spectrometer, these are easier to use and have a robust signal to noise ratio and are easy to use. They are therefore suitable to measure the spatial distribution of the light and monitor the aging process.

The illuminance is measured with a “Voltcraft MS-200LED” lux meter. This meter measures the visible irradiance weighted

Bestrahlungsstärke gewichtet mit der Empfindlichkeit des menschlichen Auges. Das Messgerät misst bis 400.000 Lux. Zum Vergleich: direkte Messungen des Sonnenlichts nur fünf Minuten nach Sonnenaufgang erreichen 3.000 – 5.000 Lux. Bei klarem Wetter werden mittags oft Werte von 120.000 bis 150.000 Lux beobachtet.

- Die UV-Bestrahlungsstärke wird mit Solarmeter UV-Radiometern gemessen. Diese Messgeräte haben sich in den letzten Jahren aufgrund des Preis-Leistungs-Verhältnisses durchgesetzt und werden von zahlreichen Terrarianern aber auch in der Wissenschaft und Feldforschung eingesetzt (Ferguson2009, Dobbinson2016, Lindgreen2008). UV-Index-Werte im Jahres- und Tagesverlauf sind häufig aus dem Wetterbericht bekannt.
- Solarmeter 6.5: UV-Index
  Das Gerät misst die erythemgewichtete UV-Bestrahlungsstärke, d.h. Wellenlängen unterhalb von etwa 315 nm wobei kürzere Wellenlängen stärker gewichtet werden als längere Wellenlängen. Diese Eigenschaft ist wichtig, um sowohl die Eignung der Lampe für Vitamin-D-Synthese als auch ihr Gefährdungspotential einschätzen zu können.
- Solarmeter 6.2: UVB
  Das Gerät misst die UVB-Bestrahlungsstärke bis ca. 330 nm.

Solarmeter 8.0: UVC
Das Gerät misst die UVC-Strahlung. Um fehlerhafte Messwerte aufgrund zu hoher UVA-Strahlung auszuschließen, wird der Messwert zusätzlich mit einem Schott UG11-Filter kontrolliert.

Im März 2023 fand auf der Tagung der British Herpetological Society (BHS) und Advancing Herpetological Husbandry (AHH) ein großer Solarmeter-Vergleich statt (Griffiths & Wunderlich 2023). Von 74 Solarmeter UV-Index-Messgeräten hatten 3 Messgeräte einen umgebauten oder beschädigten Sensor, ein Messgerät einen AlGaN-Sensor und ein Messgerät auffällig geringe Messwerte. Die übrigen 69 Messgeräte hatten eine Standardabweichung von 12% (310-nm-LED), 16% (Mischlichtlampen), 16% (HQI) und 19% (Leuchtstofflampe). Von 13 Solarmeter UVB-Messgeräten war die Standardabweichung 20%, 18%, 11%, 11%. Meine eigenen Messgeräte messen nahe am Mittelwert.

with the sensitivity of the human eye. The meter measures up to 400,000 lux.
For comparison, direct solar readings only five minutes after sunrise reach 3,000 – 5,000 lux. In clear weather, mid-day direct solar readings of 120,000 to 150,000 lux are often seen.

The irradiance of UV light is measured with Solarmeter UV broadband meters. These broadband meters have become widely accepted within reptile keepers and scientific research due to their cost-performance ratio (Ferguson2009, Dobbinson2016, Lindgreen2008). UV-Index values of natural sunlight are often known from weather forecasts.

- Solarmeter 6.5: UV-Index
  It measures the UV irradiance weighted with the action function for UV induces erythema. Mainly light below 315 nm is detected, and shorter wavelengths are more strongly counted than longer wavelengths. This feature is important to assess the ability of the lamp to enable production of vitamin d3 but also the risk of uv damage.
- Solarmeter 6.2: UVB
  It measures UVB intensity up to 330 nm.
- Solarmeter 8.0: UVC
  It measures UVC. To rule out faulty measurements due to UVA leakage, the measured value is checked again with a Schott UG11-filter.

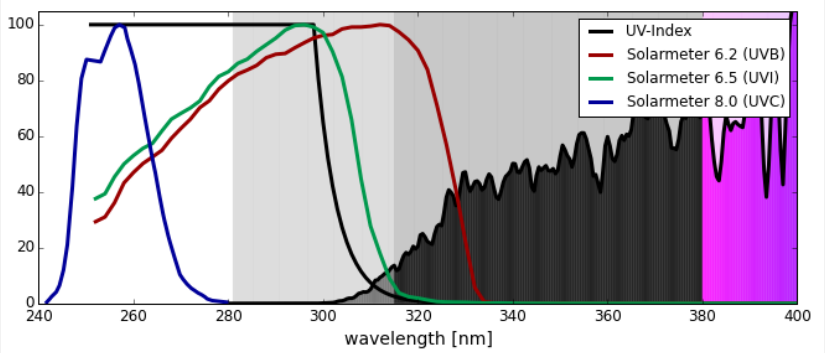
In March 2023, a major Solarmeter comparison took place at the meeting of the British Herpetological Society (BHS) and Advancing Herpetological Husbandry (AHH) (Griffiths & Wunderlich 2023). Of 74 Solarmeter UV index measuring devices, 3 measuring devices had a modified or damaged sensor, one measuring device had an AlGaN sensor and one measuring device had noticeably low readings. The remaining 69 measuring devices had a standard deviation of 12% (310 nm LED), 16% (self-ballasted mercury vapour lamp), 16% (metal halide) and 19% (fluorescent lamp). From 13 Solarmeter UVB measuring devices, the standard deviation was 20%, 18%, 11%, 11%. My own meters read close to the mean.

		LED 310 nm	MLR	HQI	Fluorescent
Solarmeter UV-Index	n	69	69	69	69
	my meter	15,1	10,8	5,5	6,4
	std	12%	16%	16%	19%
	mean	16,5	13,1	5,1	7,9
	min	9,5	6,9	4,3	2,0
	max	21,5	20,0	10,4	10,3
Solarmeter µW/cm² UVB	n	13	13	13	13
	my meter	275	183	215	121
	std	20%	18%	11%	11%
	mean	245	170	201	117
	min	165	119	164	98
	max	334	244	240	152

Copyright: Dr. rer. nat. Sarina Wunderlich, https://www.licht-im-terrarium.de, sarina_wunderlich@gmx.de
Weitergabe nur als vollständige pdf-Datei gestattet – Only the complete pdf file may be circulated.
Version 02.07.2023

7a) Maximale Bestrahlungsstärke in verschiedenen Abständen

Maximum irradiance in different distances



SW78 (8W)

Distance [cm]	10	20	30	40	50
Solarmeter 6.2 UVB [µw/cm²]	766	224	105	60	39
Solarmeter 6.5 UVI	72,5	21,3	10	5,8	3,8
Solarmeter Ratio	10,6	10,5	10,5	10,3	10,3

SW79 (3W)

Distance [cm]	10	20	30	40	50
Solarmeter 6.2 UVB [µw/cm²]	339	94	44	25	16
Solarmeter 6.5 UVI	27,7	7,7	3,6	2,1	1,3
Solarmeter Ratio	12,2	12,2	12,2	11,9	12,3

7b) Solarmeter-Verhältnis

Um 2007 gab es international mehrere Fälle von Augen- und Hautschäden bei Reptilien, die unter Leuchtstofflampen mit einem Leuchtstoff vom Typ UVB313 gehalten wurden (Baines2010). Dieser Leuchtstoff strahlt ca. von 285 bis 350 nm mit einem Maximum bei 313 nm ab, also deutlich kurzwelliger als das Sonnenlicht. Dieser Leuchtstofftyp konnte sehr zuverlässig durch das Verhältnis der Messwerte des Solarmeter 6.2 und des Solarmeter 6.5 ermittelt werden.
Der Vergleich der spektralen Empfindlichkeitskurven des Solarmeter 6.5 und Solarmeter 6.2 mit den spektralen Absorptionskurven der chemischen Substanzen, die an der Gleichgewichtsreaktion der Vitamin-D3-Bildung in der Haut beteiligt sind, legt nahe, dass das Solarmeter-Verhältnis anzeigt, ob diese Gleichgewichtsreaktion unter der Lampe naturnah abläuft.
Das Solarmeter-Verhältnis wird berechnet in dem der Messwert des Solarmeter 6.2 (z.B. 300 µW/cm²) durch den Messwert des Solarmeter 6.5 (z.B. UVI 6) geteilt wird.
Natürliches Sonnenlicht hat ein Solarmeter-Verhältnis von ca. 50-60. Leuchtstofflampen mit einem Solarmeter-Verhältnis 25-30 sind häufig und bisher nicht negativ aufgefallen. Auffällige Leuchtstofflampen zeichneten sich durch ein Solarmeter-Verhältnis < 15 aus. Auch UV-HQI-Strahler haben typischerweise Werte um 30. UV-Quecksilberdampflampen haben teilweise niedrige Werte, ohne negativ aufgefallen zu sein.
Aufgrund der Fertigungstoleranzen variieren die Solarmeter-Verhältnisse. Bei meinem Messgeräte-Paar erhalte ich für verschiedene Lampen folgende Werte:

Solarmeter Ratio

Around 2007 several cases of eye and skin damage in reptiles kept under fluorescent lamps with a phosphor of type UVB313 (Baines2010). This phosphor emits light between 285 nm and 350 nm with a peak at 313 nm. The UV spectrum is shifted towards shorter wavelengths compared to natural sunlight. This phosphor was reliably identified by the ratio of the measured values of Solarmeter 6.2 and Solarmeter 6.5.

Comparing the spectral sensitivities of Solarmeter 6.2 and Solarmeter 6.5 with the spectral absorption curves of the chemical substances that take part in the chemical equilibrium reaction of vitamin d3 synthesis in the skin suggests that the Solarmeter ratio could indicate whether this equilibrium reaction runs sub natural.

The Solarmeter ratio is calculated by dividing the reading of the Solarmeter 6.2 (e.g. 300 µW/cm²) by the reading of the Solarmeter 6.5 (e.g. UVI 6).
Natural sunlight has a Solarmeter ratio of 50 to 60. Fluorescent lamps with a Solarmeter ratio of 25-30 are common and have not been associated with negative effects so far. Conspicuous fluorescent lamps were characterized by a Solarmeter ratio < 15. UV-metal-halide lamps also typically have values around 30. UV mercury vapor lamps sometimes have low values without being noticed negatively.

Due to production tolerances the Solarmeter ratios calculated from different meters vary. For my pair of meters I receive the following ratios for various lamps:

Lamp	Solarmeter Ratio
275-nm-LED	7.6
279-nm-LED	7.3
307-nm-LED	11.5

Copyright: Dr. rer. nat. Sarina Wunderlich, https://www.licht-im-terrarium.de, sarina_wunderlich@gmx.de
Weitergabe nur als vollständige pdf-Datei gestattet – Only the complete pdf file may be circulated.
Version 02.07.2023

310-nm-LED	17
T5 Arcadia	29
T5 MegaRay Zone2	42
T5 MegaRay Zone3	35

Das Solarmeter-Verhältnis ist 10 – 12. Das stimmt mit der Spektrometer-Messung überein, die wenig Strahlung im Vitamin-D3-regulierenden Bereich (310-335-nm) zeigt.

The Solarmeter ratio is 10 – 12. This agrees with the spectrometer measurement, which shows little radiation in the vitamin D3-regulating range (310-335 nm).

8) Einschränkungen

Die Messungen wurden von mir als Physikerin nach bestem Wissen durchgeführt und Quellen und Rahmenbedingungen angegeben. Ich glaube, dass die Messungen aussagekräftig und zuverlässig sind. Trotzdem entsprechen die Messgeräte und Methoden nicht denen zertifizierter Testlabore.

Messungen an einer geringen Anzahl von Lampen lassen keine generellen Aussagen zu. Von Lampe zu Lampe gibt es Schwankungen aufgrund des Alters der Lampe, Betriebs-bedingungen wie Spannung oder Temperatur sowie Produktionsschwankungen von Charge zu Charge und innerhalb einer Charge.

Ich rege eine Überprüfung meiner Ergebnisse durch zertifizierte Testlabore und Diskussion mit Experten an. Ich bin dankbar für Feedback.

Limitations

The measurements have been performed to my best knowledge as a physicist and all sources and parameters have been given. I believe that the measurements are meaningful and reliable. Nevertheless, the measurement devices and methods do not correspond to that of professional and certified test laboratories.

Test of a limited number of lamps do not allow general statements. There are variations from lamp to lamp because of age, operating conditions like voltage or temperature, and production fluctuations from lot to lot but also within one lot.

I encourage verification of my results by a certified test laboratory and discussion with experts. I am open to feedback.

9) Zitierte Literatur

Literature Cited

- Baines, F. M. 2010. Photo-Kerato-Conjunctivitis in Reptiles. Paper read at 1st International Conference on Reptile and Amphibian Medicine, March 4—7, at München.
- Baines, F. M. (2016) How much UV-B does my reptile need? The UV-Tool, a guide to the selection of UV lighting for reptiles and amphibians in captivity. Journal of Zoo and Aquarium Research, 4.
- DIN 5031-10: Strahlungsphysik im optischen Bereich und Lichttechnik: Photobiologisch wirksame Strahlung, Größen, Kurzzeichen und Wirkungsspektren. Mar 2000. Deutsches Institut für Normung e.V.
- DIRECTIVE 2006/25/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 5 April 2006 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to risks arising from physical agents (artificial optical radiation) (19th individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC).
- Dobbinson, S., Niven, P., Buller, D., Allen, M., Gies, P. & Warne, C. (2016) Comparing Handheld Meters and Electronic Dosimeters for Measuring Ultraviolet Levels under Shade and in the Sun. Photochemistry and Photobiology, 92 208–214.
- Ferguson, G. W., Brinker, A. M., Gehrmann, W. H., Bucklin, S. E., Baines, F. M. & Mackin, S. J. (2009) Voluntary exposure of some western-hemisphere snake and lizard species to ultraviolet-B radiation in the field: how much ultraviolet-B should a lizard or snake receive in captivity? Zoo Biology, 28.
- Griffiths, T., Wunderlich, S. 2023 Radiometer Test data review https://bit.ly/42b2Jdr
- Holick, M. F. (2016) Biological Effects of Sunlight, Ultraviolet Radiation, Visible Light, Infrared Radiation and Vitamin D for Health. Anticancer Research, 36 1345–1356.
- Kelber, A., Vorobyev, M. & Osorio, D. (2003) Animal colour vision - behavioural tests and physiological concepts. Biological Reviews, 78 81–118.
- Lindgren, J., Gehrmann, W. H., Ferguson, G. W. & Pinder, J. E. (2008) Measuring Effective Vitamin D3-Producing Ultraviolet B Radiation Using Solartech's Solarmeter® 6.4 Handheld, UVB Radiometer. Bulletin of the Chicago Herpetological Society, 43 57–62.
- MacLaughlin, J., Anderson, R. & Holick, M. F. (1982) Spectral character of sunlight modulates photosynthesis of previtamin D3 and its photoisomers in human skin. Science, 216 1001–1003.
- Setlow, R. B. (1974) The wavelengths in sunlight effective in producing skin cancer: a theoretical analysis. Proceedings of the National Academy of Sciences, 71 3363–3366.
- Guidelines on Limits of Exposure to Broad-Band Incoherent Optical Radiation (0.38 to 3µm). (1997) Health Physics, 73 539–554.

Copyright: Dr. rer. nat. Sarina Wunderlich, https://www.licht-im-terrarium.de, sarina_wunderlich@gmx.de
Weitergabe nur als vollständige pdf-Datei gestattet – Only the complete pdf file may be circulated.
Version 02.07.2023