

Test-Report 10/2022

Terrario Reptile LED UVB 10.0

1) Zusammenfassung

- Es wurden drei Lampen getestet, unter der bei einem tschechischen Reptilienhalter mehreren Echsen Symptome einer Photo-Kerato-Conjunctivitis entwickelt haben.
- Alle drei Lampen strahlten kurzwelliges, nicht-terrestrisches UVB und UVC ab.
- Das Spektrum der Lampe hat einen großen Überlapp mit den Wirkspektren für Photokeratitis und Photoconjunctivitis, so dass es sehr wahrscheinlich ist, dass die Lampe ursächlich für die Erkrankung der Tiere war.

1) Zusammenfassung	1
2) Beschreibung der Lampe.....	1
2a) Erfahrungsbericht von Petr Vejřík	2
2b) Vergleich mit der Lampe „Lightstorm“.....	4
3) Spektrale Messung.....	4
3a) Beurteilung des Gesamtspektrums	5
3b) UV-Spektrum (Vitamin D3).....	6
4) Intensitätsmessungen	9
4a) Maximale Bestrahlungsstärke in verschiedenen Abständen ...	10
4b) Solarmeter-Verhältnis	10
5) Einschränkungen.....	11
6) Zitierte Literatur.....	11

Summary

- Three lamps were tested under which several lizards developed symptoms of photo-kerato-conjunctivitis at a Czech reptile keeper.
- All three lamps emitted shortwave, non-terrestrial UVB and UVC.
- The spectrum of the lamp has a large overlap with the action spectra for photokeratitis and photoconjunctivitis, so it is very likely that the lamp was causing the health issues in the reptiles.

... Summary
... Lamp Description
..... Case Report and Review by Petr Vejřík
..... Comparison with lamp “Lightstorm”
... Spectral Measurement
..... Review of the spectrum
..... UV Spectrum (vitamin D3)
... Intensity Measurements
..... Maximum irradiance in different distances
..... Solarmeter Ratio
... Limitations
... Literature cited

2) Beschreibung der Lampe

Drei Terrario Reptile LED UVB 10.0 3W Lampen wurden von Petr Vejřík zur Verfügung gestellt, nachdem er in mehreren Terrarien nach Einbau der Lampe Auffälligkeiten bei seinen Echsen beobachtet hat.

Die Lampen sind kleine E27 Reflektorlampen mit 5 Einzel-LEDs (1 x sichtbar, 2 x UVA, 2 x UVB) und haben laut Hersteller 3 Watt. Die Lampen werden intern (auch in der Messdatenbank) unter den Bezeichnungen SW37 ([Link](#)), SW38 ([Link](#)) und SW39 ([Link](#)) geführt.

Die Lampen zeigen deutliche Oxidationsspuren.

Lamp Description

Three Terrario Reptile LED UVB 10.0 3W lamps were supplied by Petr Vejřík, after observing abnormalities in his lizards in several terrariums after installing the lamp.

The lamps are small E27 reflector lamps with five individual LEDs (1 x white, 2 x UVA, 2 x UVB) and are specified as 3 Watt. The lamps were given the internal references SW37 ([Link](#)), SW38 ([Link](#)) and SW39 ([Link](#)). Measurement data is also available in the lamp database.

The lamps show significant signs of oxidation.



habe ich fünf Glühbirnen in die Terrarien eingebaut. Glücklicherweise ist die sechste Glühbirne kaputt gegangen, also habe ich sie nirgendwo installiert. Ab dem 28.08.2022 leuchten die Glühbirnen 12 Stunden am Tag. Ergebnis? Nach einer Woche relativ ungewöhnliches Verhalten von Eidechsen. Sie jagten mit geschlossenen Augenlidern, ihre Köpfe waren ungewöhnlich erhoben und sie waren immer versteckt, wenn sie nicht fraßen. Es trat erstmals bei der Art *Timon tangitatus* auf, wo ich Augentropfen einsetzte und sich der Zustand für eine Weile stabilisierte. Innerhalb von neun Tagen war bereits eine Rötung der Augenlider bemerkbar, die Augenlider sind geschwollen. Ich begann die Qualität des Produkts zu vermuten, über das ich versuchte, mehr Informationen zu finden. Ich habe hier eher negative Informationen gefunden: <https://www.terrarium.com.pl/led-uvb/>. *Timon tangitatus* entwickelte bereits am zehnten Tag, als ich all diese UV-Quellen entfernte, einen Bindehautentzündungs-ähnlichen Zustand. Ausfluss begann in den Augen zu erscheinen. Die Tiere nehmen immer noch gerne Futter an, aber ihre Augen sind geschlossen, sie versuchen ständig, sich zu kratzen und auszuziehen. Gleichzeitig änderte sie auf unnatürliche Weise die Farbe. Ich schaltete die Lampe aus und trug Ophthalmoframykoin auf die Augen der Eidechsen auf. Die Situation wird sich also wahrscheinlich verbessern. Bei der weiblichen *Lacerta bilineata* hat der Zustand wahrscheinlich sein schlimmstes Stadium erreicht. Im Augapfel (vielleicht nur auf der Hornhaut) trat eine gelbe eitrig Ablagerung auf. Ich habe Tobrex-Augensalbe verwendet und hoffe, das Auge der Eidechse zu retten. Dies sind erwachsene Individuen, und ich würde es sehr hassen, die Tiere zu verlieren, oder ich würde es hassen, wenn das Tier sein Augenlicht verlieren würde. *Lacerta viridis* verfärbte sich auf dem Rücken unnatürlich schwarz und wurde sehr apathisch. Es gab wieder Schwellungen und Rötungen der Augenlider. Schwellungen und Rötungen sind auch bei *Gallotia* schwerwiegend. *Lacerta trilineata* sieht bisher am besten aus, hier zeigt sich nur eine Schwellung der Augenlider. Natürlich könnte man meinen, dass die Ursache woanders liegen könnte. Ich halte *Timon lepidus*, *Eumeces schneideri*, *Pseudopus apodus*, *Acanthodactylus pardalis* und viele andere Arten von Agamen, Skinken und Eidechsen unter den gleichen Bedingungen, nur unter Entladungslampen oder unter REPTI PLANET UVB 10.0. Ich beobachte keine Veränderungen bei diesen Tieren, die nicht unter diese LED-Neuheit fallen. Ich bekomme daher einen sehr negativen Glauben, dass diese Neuheiten auf dem Markt, die von niemandem verifiziert wurden, sehr negative Auswirkungen auf das Verhalten von Tieren haben können, aber vor allem können sie die Augen in nur zehn Tagen schädigen (ich hoffe nicht irreversibel). Gleichzeitig wahrscheinlich auch die Haut, da sich alle Eidechsen, die unter dieser Lichtquelle waren, massenhaft ausziehen, verdunkeln und ständig kratzen. Ich war dem Produkt zugegebenermaßen von Anfang an etwas skeptisch gegenüber und habe versucht, unter den bekannten terraristischen Marken eine Alternative zu finden. Heute kann ich erklären, warum niemand mit einem solchen Produkt auf den Markt kam. Leider habe ich eher das Gegenteil erwartet, dass UVB-Strahlung im Licht kaum oder gar nicht dargestellt wird und dass sich nach längerer Anwendung einige Komplikationen mit Vitamin-D3-Mangel manifestieren könnten. Daher habe ich diese Ressource für Erwachsene verwendet, nicht für Jugendliche. Ich bin wütend auf mich selbst, dass ich meine Tiere einem solchen Experiment unterziehe und hoffe, dass alle Eidechsen ohne gesundheitliche Komplikationen überleben. Der negative Effekt hat sich in nur 10 Tagen manifestiert, was ich nicht einmal erwartet hatte. Ich kann mir nicht vorstellen, was er nach ein paar Monaten mit den Tieren machen würde. Natürlich ist es möglich, dass ich mich irre und das Problem etwas anderes sein könnte, aber angesichts der Gelegenheit, den Zustand eng verwandter Arten zu vergleichen, die unter den gleichen Bedingungen das gleiche Futter haben, nur unter unterschiedlicher Beleuchtung, bin ich dabei Schlechte Wirkung des Produkts Terrario Reptile's LED UVB 10.0 3W fast überzeugt und ich habe nicht einmal vor, weiter damit zu experimentieren. Ich schätze meine Tiere zu sehr. Ich weise nur darauf hin, dass dieser Artikel nicht dazu gedacht ist, das Produkt oder den Verkäufer in der Hitze eines

28/08/2022. The result? After a week, relatively non-standard behavior of lizards. They hunted with their lids closed, their heads were unusually raised, and they were always hidden when not feeding. It first appeared with the species *Timon tangitatus*, where I used an eye drop and the condition stabilized for a while. Within nine days, redness of the eyelids was already noticeable, the eyelids are swollen. I began to suspect the quality of the product, about which I tried to find more information. I found rather negative information here:

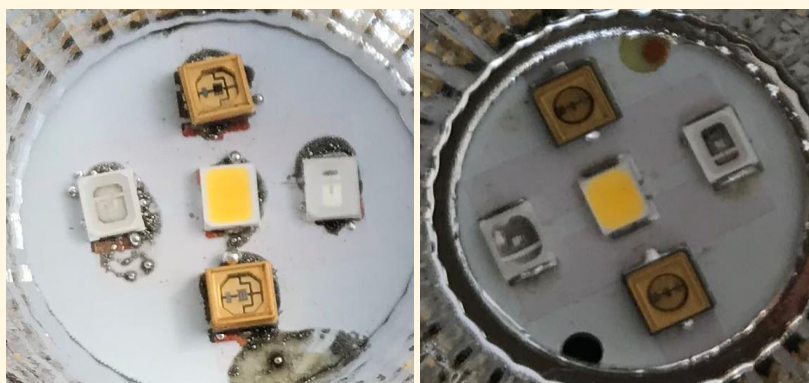
<https://www.terrarium.com.pl/led-uvb/>. *Timon tangitatus* developed a conjunctivitis-like condition already on the tenth day when I also removed all these UV sources. Discharge began to appear in the eyes. The animals are still willingly accepting food, but their eyes are closed, they are constantly trying to scratch and undress. At the same time, she unnaturally changed color. I turned off the lamp, applied Ophthalmoframyko into the lizards' eyes. So the situation is probably improving. In the case of the female *Lacerta bilineata*, the condition has probably reached its worst stage. A yellow purulent deposit appeared in the eyeball (perhaps only on the cornea). I used Tobrex eye ointment and hope to save the lizard's eye. These are adult individuals and I would very much hate to lose the animals, or I would hate for the animal to lose its sight. *Lacerta viridis* changed color unnaturally, on the back to black and became very apathetic. There was swelling and redness of the eyelids again. Swelling and redness are also strong in *Gallotia*. *Lacerta trilineata* look the best so far, only swelling of the eyelids is showing here. Of course, one might think that the cause could be elsewhere. I keep *Timon lepidus*, *Eumeces schneideri*, *Pseudopus apodus*, *Acanthodactylus pardalis* and many other species of agams, skinks and lizards. I do not observe any changes in these animals that are not under this LED novelty. I therefore acquire a very negative belief that these novelties on the market, which have not been verified by anyone, can have a very negative effect on the behavior of animals, but above all they can damage the eyes in just ten days (I hope not irreversibly). At the same time, probably the skin as well, since all the lizards that were under this light source en masse undress, darken and scratch constantly. I was admittedly a little skeptical about the product from the beginning and tried to find an alternative among the well-known terraristic brands. Today I can explain why no one came to the market with such a product. Unfortunately, I rather expected the opposite, that UVB radiation would be slightly represented in the light, or at all and that after long-term use some complications with a lack of vitamin D3 could occur. Therefore, I used this resource for adults, not for juveniles. I am angry with myself for subjecting my animals to such an experiment and I hope that all the lizards survive without health complications. The negative effect managed to manifest itself in just 10 days, which I did not even expect. I can't imagine what he would do with the animals after a few months. Of course, it is possible that I am mistaken, and the problem could be something else, but given the opportunity to compare the condition of closely related species that are in the same conditions, the same food, only under different lighting, I am about the ill effect of the product Terrario Reptile's LED UVB 10.0 3W almost convinced and I don't even intend to experiment with it further. I value my animals too much. I'm just pointing out that this article is not intended to damage the product or the seller in the heat of some competitive struggle, to obtain any compensation or refund. I don't do business and I don't ask for anything. I'm an avid terrarist who invested in a pretty reasonable looking and advertised product and because of that I have to deal with the unpleasant health complications of my inmates and I'll hope I don't lose any of them. I will just add that this product was delivered in paper boxes without any printing or information. I found out that it comes from China and there is almost no information on how to use it properly. How far it should be from the animals themselves, how long it can light up and so on. who invested in a fairly reasonable looking and advertised product and because of that I have to deal with unpleasant health complications of my inmates and I will hope that I don't lose any of them. I will just add that this product was delivered in paper boxes

Konkurrenzkampfes zu beschädigen, um irgendeine Art von Entschädigung oder Rückerstattung zu erhalten. Ich mache keine Geschäfte und verlange nichts. Ich bin ein begeisterter Terrarianer, der in ein ziemlich vernünftig aussehendes und beworbenes Produkt investiert hat, und deshalb muss ich mich mit den unangenehmen gesundheitlichen Komplikationen meiner Insassen auseinandersetzen und hoffe, dass ich keinen von ihnen verliere. Ich möchte nur hinzufügen, dass dieses Produkt in Papierschachteln ohne Aufdruck oder Informationen geliefert wurde. Ich habe herausgefunden, dass es aus China kommt und es fast keine Informationen darüber gibt, wie man es richtig verwendet. Wie weit es von den Tieren selbst entfernt sein sollte, wie lange es leuchten kann und so weiter. Aus diesem Grund warne ich euch Terrarianten. Bitte erwägen Sie, dieses Produkt zu kaufen und in Ihrem Betrieb zu verwenden. Aus den gleichen Gründen warne ich Sie als Verkäufer, erwägen Sie bitte, dieses Produkt zu verkaufen. Vielen Dank fürs Lesen und ich wünsche allen, solche Komplikationen zu vermeiden. Mit freundlichen Grüßen Petr Vejřík.

2b) Vergleich mit der Lampe „Lightstorm“

Die Lampe sieht auf den ersten Blick äußerlich der von mir im November 2020 getesteten Lampe der Marke Lightstorm sehr ähnlich.

Die folgenden Fotos zeigen die beiden Lampen im direkten Vergleich. Die Lightstorm (ID WL02) und Terrario Reptile (ID SW39) haben zwar das gleiche Gehäuse, jedoch hat der orange-kupferfarbene Ring eine leicht andere Farbe und die verbauten UV-LEDs unterscheiden sich deutlich sichtbar.



without any printing or information. I found out that it comes from China and there is almost no information on how to use it properly. How far it should be from the animals themselves, how long it can light up and so on. Who invested in a fairly reasonable looking and advertised product and because of that I have to deal with unpleasant health complications of my inmates and I will hope that I don't lose any of them. I will just add that this product was delivered in paper boxes without any printing or information. I found out that it comes from China and there is almost no information on how to use it properly. How far it should be from the animals themselves, how long it can light up and so on.

For this reason, I warn you terrariumists. Please consider purchasing this product and using it in your breeding. For these same reasons, I warn you sellers, please consider selling this product. Thank you for reading and I wish everyone not to see such complications. Sincerely, Petr Vejřík.

At first glance, the lamp looks very similar to the Lightstorm brand lamp I tested in November 2020.

The following photos show the two lamps in direct comparison. The Lightstorm (ID WL02) and Terrario Reptile (ID SW39) have the same housing, but the orange-copper ring has a slightly different color and the built-in UV LEDs are clearly different.

3) 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.

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.

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.

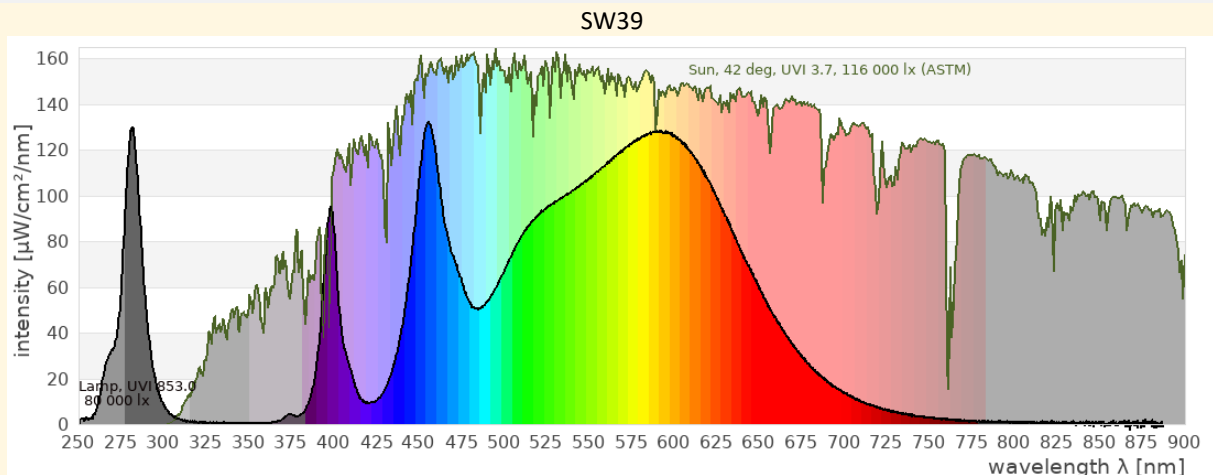
3a) Beurteilung des Gesamtspektrums

Das Spektrum wird relativ zum ASTM-Referenzsonnenspektrum gezeigt. Das ermöglicht den Vergleich des Lampenspektrums mit dem Spektrum von natürlichem Sonnenlicht. Sonnenlicht hat ein völlig kontinuierliches Spektrum ab ca. 295 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.

Review of the spectrum

The spectrum is shown relative to the ASTM solar reference spectrum. This enables comparison of the spectral power distribution of the lamp with that of natural sunlight. Natural sunlight has a completely continuous spectrum from a threshold around 295 nm.



	Lamp	ASTM Reference Sun
UVB (280 – 315 nm)	4,7%	0,1 %
UVA 1 (315 – 350 nm)	0,1%	1,3 %
UVA 2 (350 – 380 nm)	0,2%	1,9 %
VIS (380 – 780 nm)	91%	53 %
Full (250 – 880 nm)	100%	100 %
	5 cm	
UV Index	66,1	UVI 3,7
Lux	6200	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.

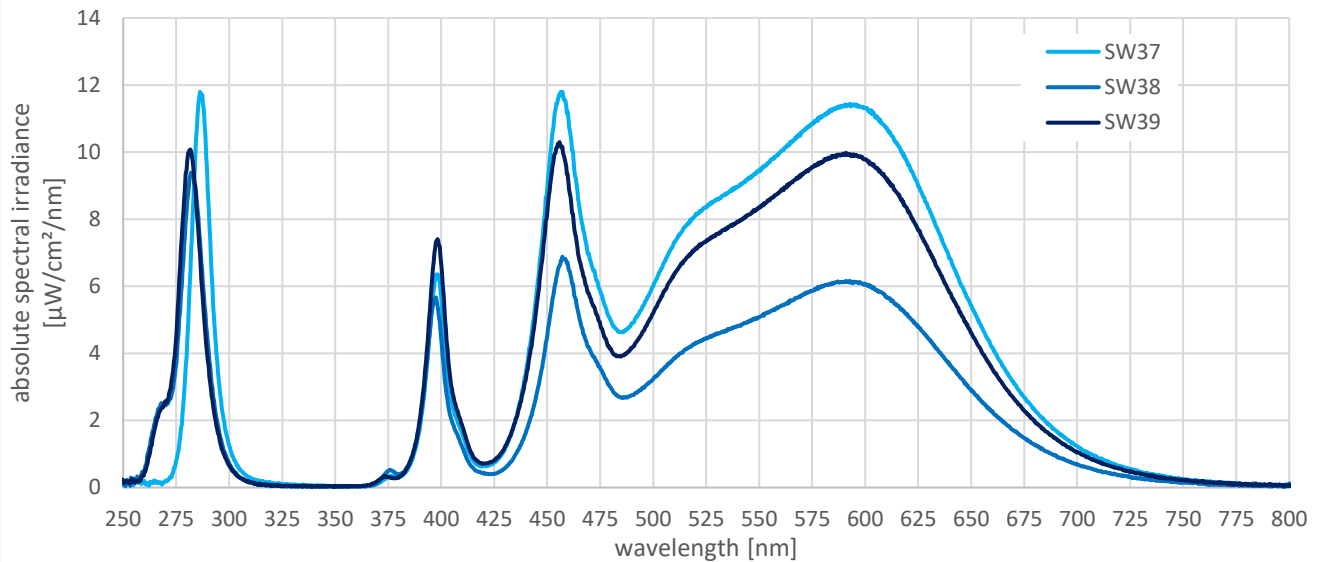
Zusätzlich sind im Spektrum die Emission der UVA-LEDs mit Maximum bei 400 nm und der UVB-LEDs mit Maximum bei 282 – 287 nm zu sehen.

Die Spektren der drei Lampen im sichtbaren Bereich und UVA sind identisch. Die unterschiedliche Intensität der drei LED-Typen ist durch die Unterschiedliche Position des Spektrometers bedingt. Bei einer Messung mit Ulbricht-Kugel würde die Emission der Einzel-LEDs optimal gemischt.

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 400 nm and the UVB LEDs with peak at 282 – 287 nm can be seen in the spectrum.

The visible and UVA spectra of the three lamps are identical. The different intensity of the three LED types is due to the different position of the spectrometer. When measuring with an integrating sphere, the emission of the individual LEDs would be optimally mixed.

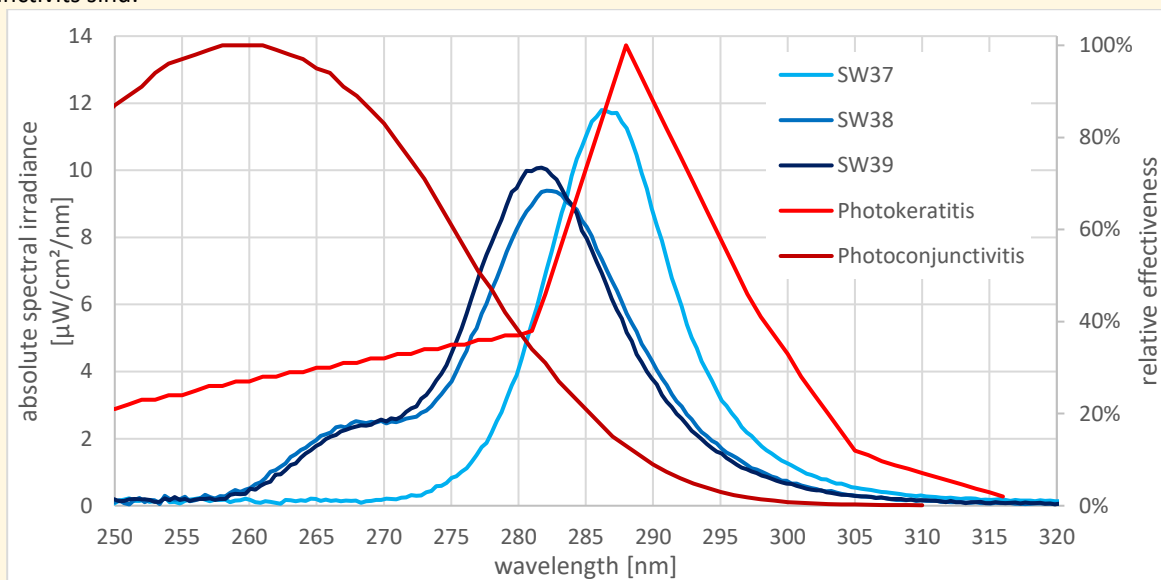


Im UV unterscheiden sich die Spektren. Während SW38 und SW39 etwas kurzwelliger sind und einen zusätzlichen „Buckel“ im kurzwelligeren Bereich haben, ist die Emission der Lampe SW37 etwas langwelliger.

Die UVB/C-LEDs emittieren Strahlung in den Wellenlängen, die besonders stark wirksam für Photokeratitis und Photoconjunctivits sind:

The spectra differ in the UV. While SW38 and SW39 have a slightly shorter wavelength and have an additional "hump" in the shorter wavelength range, the emission of lamp SW37 has a slightly longer wavelength.

The UVB/C LEDs emit radiation in the wavelengths that are particularly effective for photokeratitis and photoconjunctivitis:



Die beobachteten Symptome einer Photo-Kerato-Conjunctivitis bei den Tieren von Petr Vejřík lassen sich gut durch das Spektrum der Lampe erklären.

The observed symptoms of photo-kerato-conjunctivitis in Petr Vejřík's animals can be well explained by the spectrum of the lamp.

3b) 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. 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 den Nutzen aus der UV-Strahlung für dieses Spektrum perfekt

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

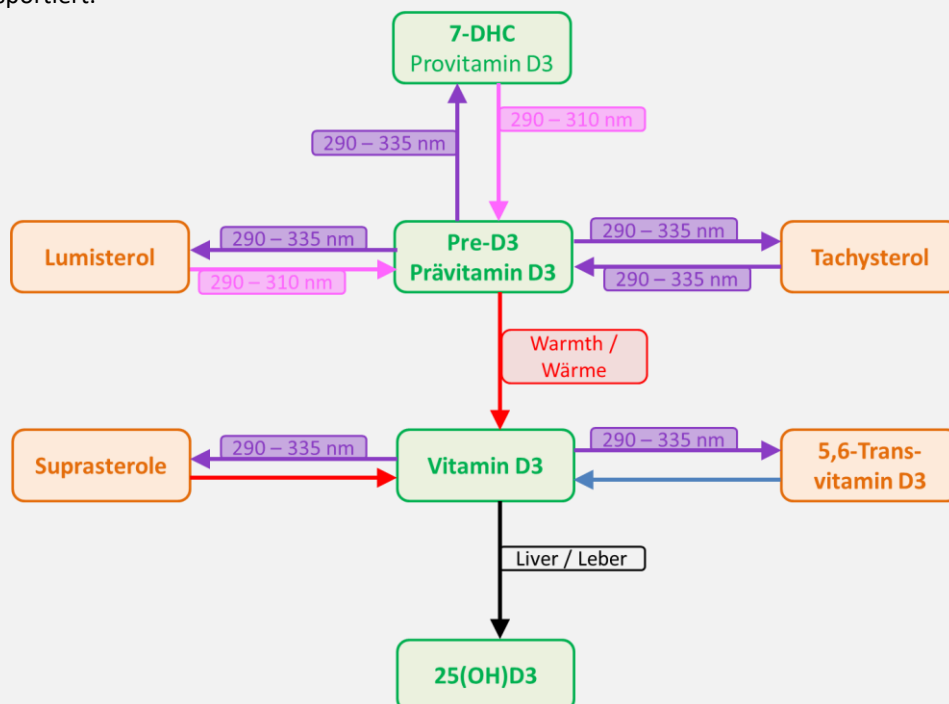
When balancing positive and negative effects of UV radiation, to me it seems most sensible to look out for a spectrum that best resembles the solar spectrum. This is based on the assumption that evolution will have optimized the protection strategies against UV and the benefits from UV perfectly for the solar spectrum. The solar UV spectrum starts at around 300

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.

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 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.

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 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.

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)
- — Wirkungsspektrum für die DNA-Schädigung (Setlow1974, DIN 5031-10), die Wirkungsspektren für andere schädigende Auswirkungen von UV-Strahlung, wie Photo-Kerato-Konjunktivitis sind ähnlich.
- — Wirkungsspektrum für die Vitamin-D3-Bildung (MacLaughlin1982, DIN 5031-10)

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

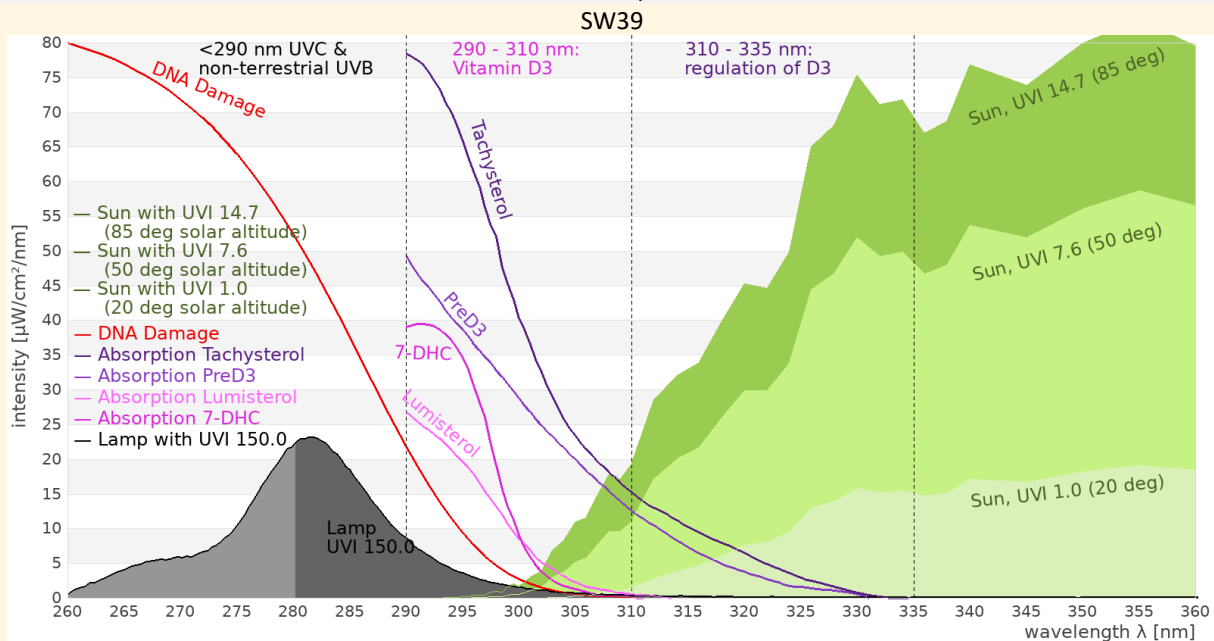
The longer wavelengths (310 – 335 nm) limit the amount of pre-D3 and thus Vitamin D3 that can be produced in the skin. These wavelengths act as a “brake” or “buffer” in the system. And sunlight has many times more intensity in the range 310 – 335 nm than in the range 290 – 310 nm.

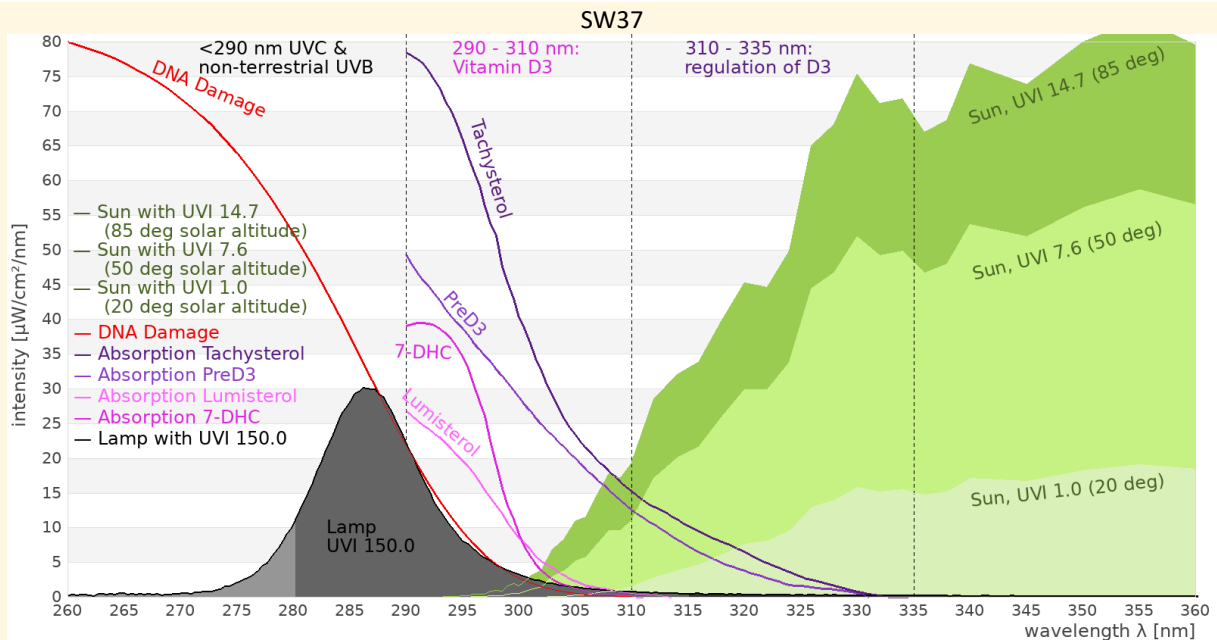
There is even a “back-up” process to remove any excess vitamin D3 if too much of this starts to accumulate for the DBP to take it away. Webb et al. (1989) found that wavelengths up to 330nm would degrade vitamin D3 remaining in skin, breaking it down into inert metabolites (5,6-transvitamin D3, suprasterol 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.
- — Action spectrum for Vitamin D3 production (MacLaughlin1982, DIN 5031-10)

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





Die Grafik zeigt:

- Die Lampe strahlt hauptsächlich gefährliches UVC oder nicht-terrestrisches UVB ab. Die Strahlung liegt im Bereich in dem Photo-Kerato-Conjunctivitis (UV-bedingte Entzündung der Horn- und Bindehaut des Auges) verursacht wird.
- Die Strahlung ist fast vollständig 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 keine Strahlung im Wellenlängenbereich vorhanden, durch den die Vitamin D3 Bildung reguliert wird (310 – 335 nm). 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.

Die beobachteten Symptome einer Photo-Kerato-Conjunctivitis bei den Tieren von Petr Vejřík lassen sich gut durch das Spektrum der Lampe erklären.

The graph shows:

- The lamp emits mainly hazardous UVC and UVB in the non-terrestrial UVB wavelengths. The radiation is in the wavelength range that causes Photo-Kerato-Conjunctivitis (UV-induced inflammation of the cornea and conjunctiva of the eye).
- Almost all 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 no UVB in the wavelengths which regulate the vitamin D3 synthesis in skin (310 – 335 nm). 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.

The observed symptoms of photo-kerato-conjunctivitis in Petr Vejřík's animals can be well explained by the spectrum of the lamp.

4) Intensitätsmessungen

Intensitätsmessungen werden mit Breitbandmessgeräten durchgeführt. Gegenüber dem Spektrometer sind sie einfacher in der Anwendung und haben ein robustes Signal-zu-Rausch-Verhältnis und sind einfach in der Anwendung. Sie eignen 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 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

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 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,

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

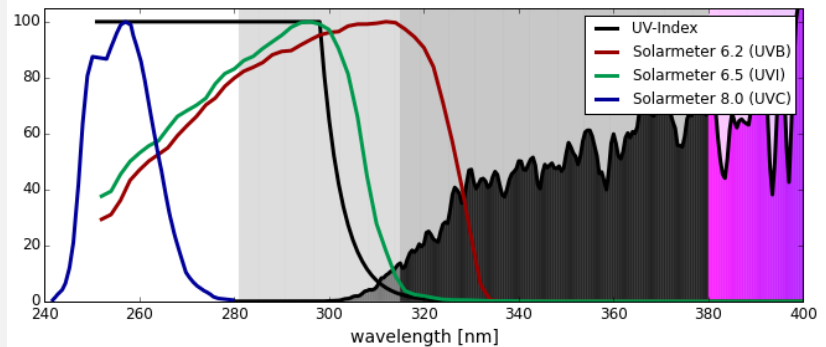
Das Gerät misst die UVC-Strahlung. Um fehlerhafte Messwerte aufgrund zu hoher UVA-Strahlung auszuschließen, wird der Messwert zusätzlich mit einem Schott UG11-Filter kontrolliert.

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.

4a) Maximale Bestrahlungsstärke in verschiedenen Abständen

Maximum irradiance in different distances



Age [h]	0,5			
Distance [cm]	5	10	15	20
Luxmeter [lx]				
Solarmeter 6.2 UVB [$\mu\text{W}/\text{cm}^2$] SW37				
Solarmeter 6.2 UVB [$\mu\text{W}/\text{cm}^2$] SW38				
Solarmeter 6.2 UVB [$\mu\text{W}/\text{cm}^2$] SW39	303			
Solarmeter 6.5 UVI SW37				
Solarmeter 6.5 UVI SW38				
Solarmeter 6.5 UVI SW39	39,9			
Solarmeter 8.0 UVC [$\mu\text{W}/\text{cm}^2$] SW37				
Solarmeter 8.0 UVC [$\mu\text{W}/\text{cm}^2$] SW38				
Solarmeter 8.0 UVC [$\mu\text{W}/\text{cm}^2$] SW39				
Solarmeter Ratio SW37				
Solarmeter Ratio SW38				
Solarmeter Ratio SW39	7,6			
Ratio Lux to UVI (as cross check)				
Ratio Lux to UVI (as cross check)				
Ratio Lux to UVI (as cross check)	0			

4b) 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

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.

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 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$) 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.

Natürliches Sonnenlicht hat ein Solarmeter-Verhältnis von ca. 50-60. Künstliche UV-Quellen mit einem Solarmeter-Verhältnis > 20 sind häufig und bisher nicht negativ aufgefallen. Auffällige Leuchtstofflampen zeichneten sich durch ein Solarmeter-Verhältnis < 15 aus.

Aufgrund der Fertigungstoleranzen variieren die Solarmeter-Verhältnisse, die aus unterschieden Messgeräten berechnet werden. Ich weiß, dass mein Solarmeter 6.5 vergleichsweise kleine Messwerte für Lampen mit nur kurzweiliger UVB-Strahlung (UVB-LEDs) liefert.

Das Solarmeter-Verhältnis ist 7-8. Das stimmt mit der Spektrometer-Messung überein, die keine Strahlung im Vitamin-D3-regulierenden Bereich (310-335-nm) zeigt.

5) 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, Betriebsbedingungen 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.

6) Zitierte Literatur

- 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.

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 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$) 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.

Natural sunlight has a Solarmeter ratio of 50 to 60. Artificial UV sources with a Solarmeter ratio > 20 are common and up to now have not shown negative effects. Fluorescent lamps that have been associated with eye and skin damage had Solarmeter ratios < 15 .

Due to production tolerances the Solarmeter ratios calculated from different meters vary. I know that my Solarmeter 6.5 gives comparably low readings for lamps with only short wavelength UVB emission (UVB LEDs).

The Solarmeter ratio of the is 7.9. This agrees with the spectrometer measurement, which shows no radiation in the vitamin D3-regulating range (310-335 nm).

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.

Literature Cited

- 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.
- 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.