

Gewünschte Wirkungen mit unerwünschten Nebeneffekten?

- Smartes Licht mit Lichtflimmern
- Energieverbrauch durch smarte Steuerungen und Datenflut

Dipl. Biol. Pamela Jentner, Baubiologische Messtechnikerin IBN

Pamela Jentner

- Diplom Biologin, Technische Universität München TUM
- Freie Sachverständige und Fachplanerin für Baubiologie
- Baubiologische Messtechnikerin IBN
- Baubiologische Beratungsstelle IBN, Freising
- Vorstandsmitglied Verband Baubiologie e.V. (VB)
- Fachberaterin am Bauzentrum München,
Referat für Gesundheit und Umwelt, Stadt München
- Radonfachperson
Bayerisches Landesamt für Umwelt LfU
Sächsisches Ministerium für Umwelt und Landwirtschaft SMUL

Vielfältige Auswahlmöglichkeiten

- Abwägung Vorteile / Nachteile / Nutzen / Kosten
- Hinterfragen, was man wirklich möchte/braucht
- Bewusste persönliche Entscheidungen
- Sinnvoller Einsatz der Technologien
- Entsprechende Nachfragen bei Herstellern
- Aspekte: Baubiologie, Ökologie, Nachhaltigkeit



Steuerung: Smartphone,
Sprachassistenten
z.B. Siri, Alexa

Unterschiedliche Einflüsse, Faktoren, Ziele

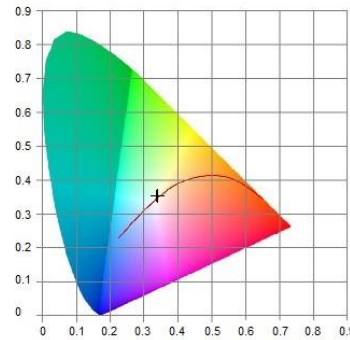
- Beleuchtungstechnik, Lichtqualitäten, Lichtflimmern
- Energieverbrauch
- Automatisierung, Bequemlichkeit, Komfort
- Smart Home, Vernetzung, Sensortechnologie, Datenverarbeitung, Steuerungen etc.
- Nutzerverhalten
- Sinnvoller Einsatz der Technologien

Natürliches Sonnenlicht

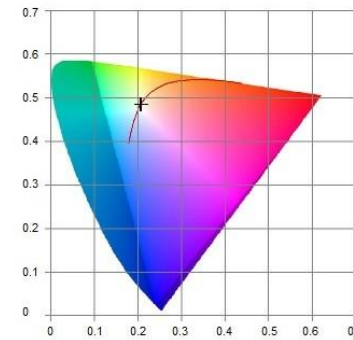


Benutzer :	Messzeit : 14:21:53	LUX : 93846
Modell-Nr. : MK350S	Lichtquelle : Sonne Himmel	CCT : 5183K
Memo :	Beleuchtungsstärke	CRI : 99,4
	Farbtemperatur	λD : 567nm
	Farbwiedergabe	λP : 549nm

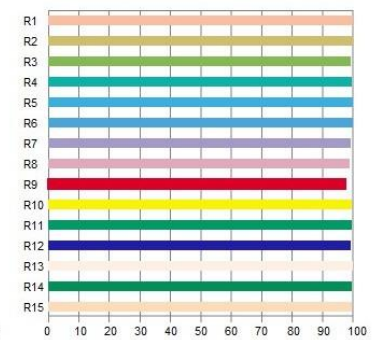
■ CIE1931



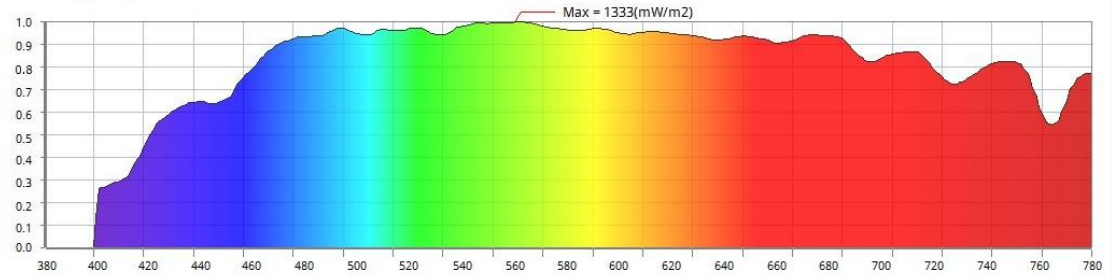
■ CIE1976



■ CRI



■ Spektrum



Flimmern 0 %

MK350 S UPRtek

Beleuchtungsstärke

Farbtemperatur

Lichtspektrum

Farbwiedergabe



Lichtmeter LM10 Fauser

Beleuchtungsstärke

Lichtflimmer-Anteil

Lichtflimmer-Frequenz

Optische / akustische Darstellung



Lichtflimmern

- **Natürliches Licht** ist gleichmäßig, ohne Frequenz, ohne stroboskopartige Taktung.
- **Lichtflimmern:** Welligkeit, Lichtschwankungen, Lichtmodulation, Flickern (englischer Sprachraum)
Definition: Zeitabhängige periodische Schwankungen des Lichtstroms
- Lichtflimmern tritt bei vielen Leuchtmitteln auf
- Dimmen, Lichtfarbe veränderbar: Häufig Lichtflimmern
- Lichtflimmern bisher kein verbindliches Qualitätskriterium für Hersteller
- Keine Verpflichtung zu Angaben auf Verpackungen
- Verschiedene Chargen des gleichen Leuchtmittels können Unterschiede beim Flimmern aufweisen

Flimmern 0 %



Flimmern 63 %



Lichtflimmern

- "Flimmerfrequenzen wirken sich, bewusst oder unbewusst wahrgenommen, negativ aus auf Augen, Gehirn, Hirnströme, Hormone, Nervosität, neurologische Abläufe, Verarbeitungs- und Steuerungscentren, Koordination, Stoffwechsel, Glukoseverbrauch, kapillaren Blutfluss oder Schlafqualität und können Migräne, Kopfschmerz oder epilepsieartige Anfälle auslösen."

Ludwig-Maximilians-Universität in München,
Dissertation von Dr. Christin Steigerwald.

Flimmern: bewusste und unbewusste Wahrnehmung

- Abhängig von verschiedenen Faktoren
- Frequenz und Amplitude der Lichtmodulation (Lichtschwankungen)
- Durchschnittliche Lichtintensität
- Wellenlänge
- Position des auftreffenden Lichts im Auge (Richtung des Lichts)
- Hell-/Dunkelanpassung des Auges

Bewusste Wahrnehmung

- bis ca. 85 Hz (Flimmerverschmelzungsfrequenz)
- Flimmerverschmelzungsfrequenz, Licht wird unterbrechungsfrei wahrgenommen

Unbewusste Wahrnehmung

- Bei bestimmten Situationen (z.B. PC-Monitore) bis ca. 2000 Hz

Stroboskop-Effekt / Perlschnureffekt: durch flimmerndes Licht an bewegten Objekten, z.B. flimmernde Leuchtquelle bewegt sich.



Flimmern: Theorie und Berechnung

Berechnung:

Welligkeit $W = \frac{\Phi_{\max} - \Phi_{\min}}{\Phi_{\max}} * 100\%$

Lichtstrom ϕ in Lumen (lm)

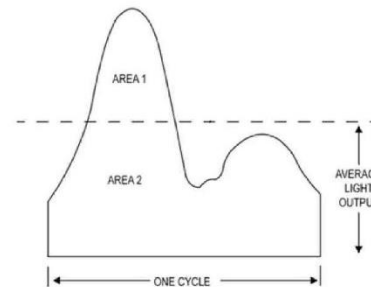
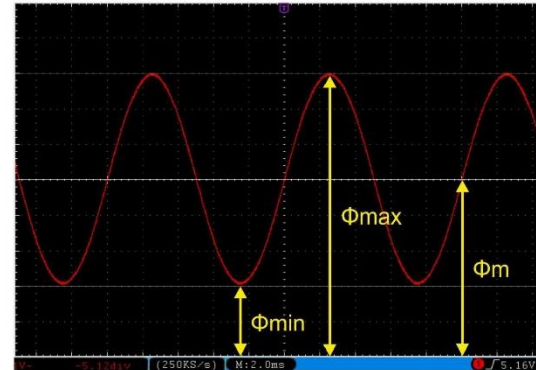
Entsprechend dem **Standard der baubiologischen Messtechnik SBM-2015.**

Flimmer % $fp = \frac{\Phi_{\max} - \Phi_{\min}}{\Phi_{\max} + \Phi_{\min}} * 100\%$

Flimmerindex $fi = \frac{\text{Area 1}}{\text{Area 1} + \text{Area 2}} * 100\%$

IES (Illuminating Engineering Society)
Lighting Handbook

Fauser
Elektrotechnik



www.fauser.biz

Weiterführende Informationen von Reiner Fauser, Fauser Elektrotechnik, siehe Internet Bauzentrum München, Veranstaltungsunterlagen, **Praxisforum Licht am 10.04.2018**



Flimmern: Empfehlungen und Grenzwerte

Standard der baubiologischen Messtechnik SBM-2015 A9:

Richtwerte	unauffällig	schwach	stark	extrem
Welligkeit %	< 2	2 - 10	10 - 50	> 50

Technische Regeln für Arbeitsstätten ASR A3.4:

Flimmern oder Pulsation dürfen nicht zu Unfallgefahren (z. B. durch stroboskopischen Effekt) oder Ermüdungen führen. Dies kann z. B. durch den Einsatz von elektronischen Vorschaltgeräten oder durch Drei-Phasen-Schaltung verhindert werden.

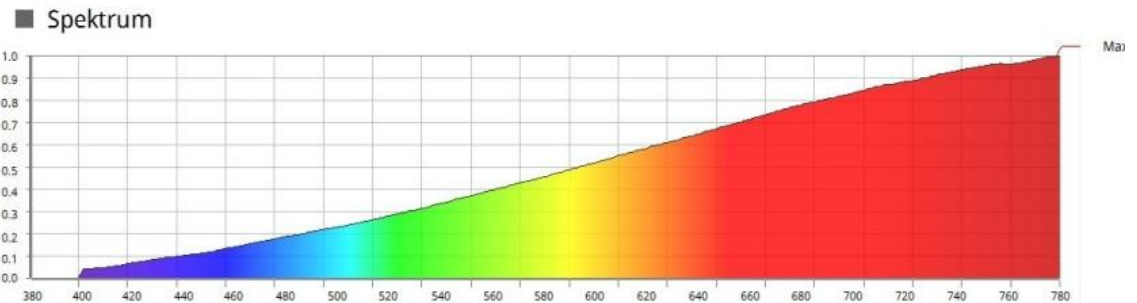
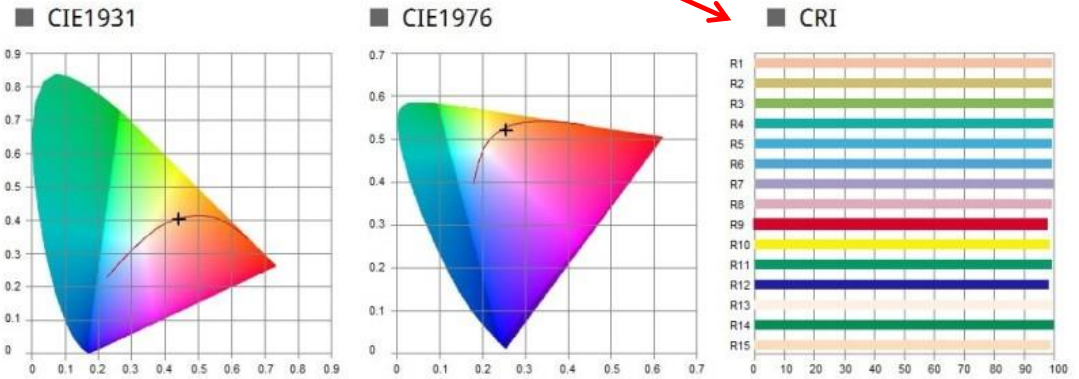
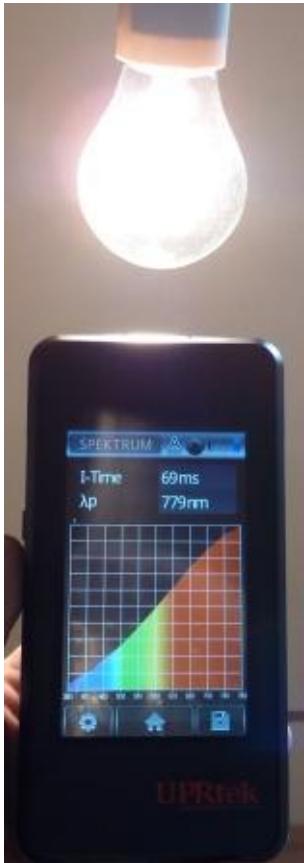
Gesetzliche Unfallversicherung: Sichere und gesundheitsgerechte Gestaltung von Bildschirmarbeitsplätzen

Das auf dem Bildschirm dargestellte Bild muss stabil und frei von Flimmern sein; es darf keine Verzerrungen aufweisen..

Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung (Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung - TierSchNutztV):

..., wobei bei Geflügel das künstliche Licht flackerfrei entsprechend dem tierartspezifischen Wahrnehmungsvermögen sein muss.

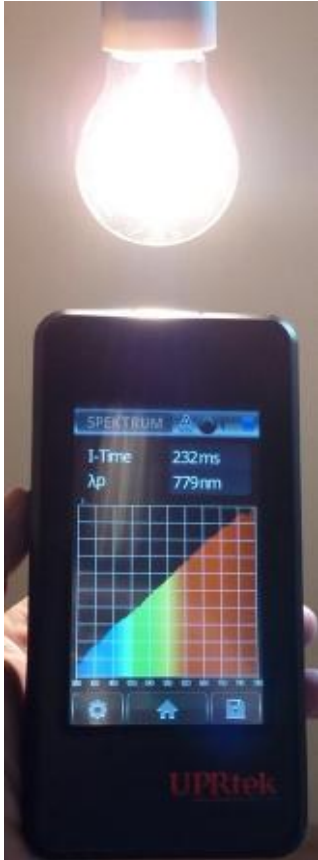
Benutzer :	Messzeit : 13:23:31	LUX : 5327
Modell-Nr. : MK350S	Lichtquelle : Glühlampe 2900K	CCT : 2913K
Memo :	Beleuchtungsstärke	CRI : 99,2
	Farbtemperatur	λ_D : 483nm
	Farbwiedergabe	λ_P : 779nm



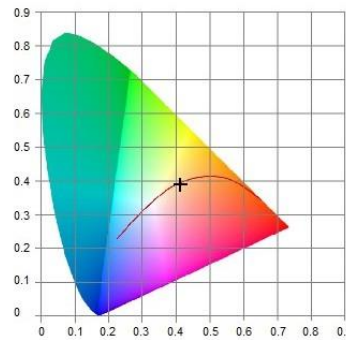
Flimmern 22% bei 100 Hz

Halogenglühlampe

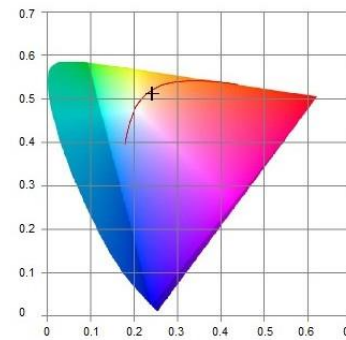
Benutzer :	Messzeit : 13:08:07	LUX : 1517
Modell-Nr. : MK350S	Lichtquelle : Halogenglühlampe	CCT : 3335K
Memo :	Beleuchtungsstärke	CRI : 98,2
	Farbtemperatur	λ_D : 482nm
	Farbwiedergabe	λ_P : 779nm



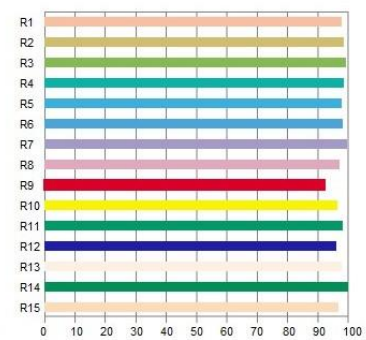
■ CIE1931



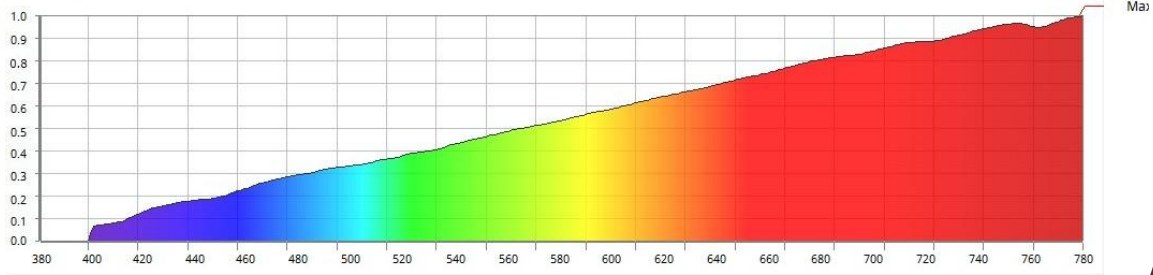
■ CIE1976



■ CRI



■ Spektrum

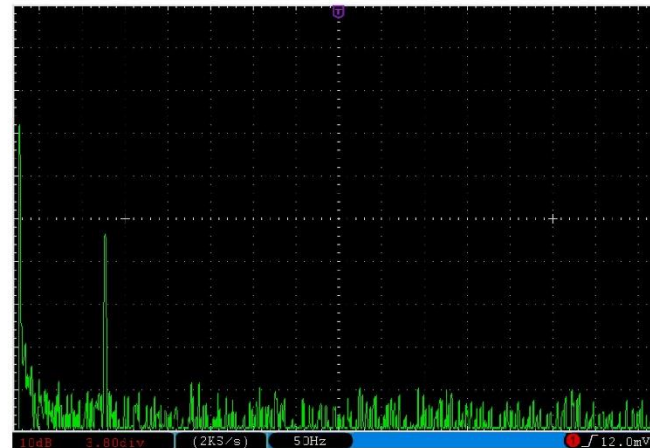
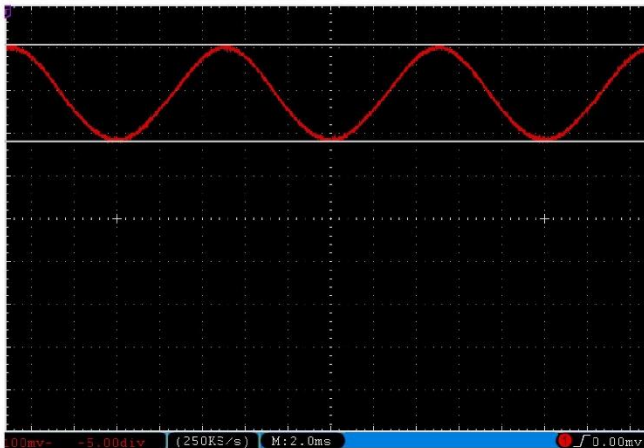


Flimmern 21% bei 100 Hz



Lichtmesstechnik – Flimmern

Flimmern: Beispiel Glühlampe

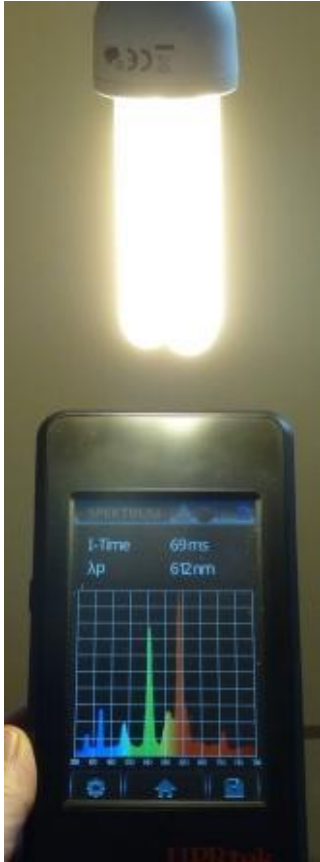


*Helligkeitsverlauf und Frequenzspektrum einer Glühlampe
(Flimmeranteil 23%, Flimmerfrequenz 100 Hz)*

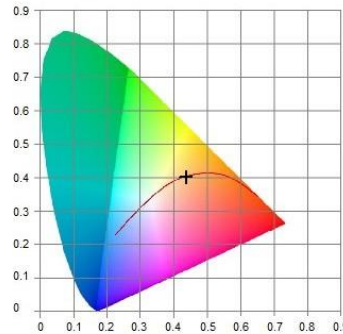
Bei Glüh- und Halogenlampen ist die Flimmerfrequenz stets 100 Hz und der Flimmeranteil liegt bei 15 % bis 25 %. Eine Ausnahme bilden Niedervolt-Halogenlampen mit elektronischen Netzteilen. Die Modulation ist sinusförmig und harmonisch.

Kompaktleuchtstofflampe „Energiesparlampe“

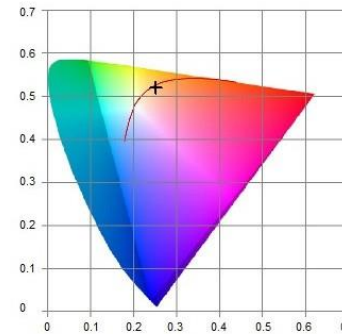
Benutzer :	Messzeit : 13:01:46	LUX : 1952
Modell-Nr. : MK3505	Lichtquelle : Kompaktleuchtst	CCT : 2969K
Memo :	Beleuchtungsstärke	CRI : 86,7
	Farbtemperatur	λ D : 583nm
	Farbwiedergabe	λ P : 612nm



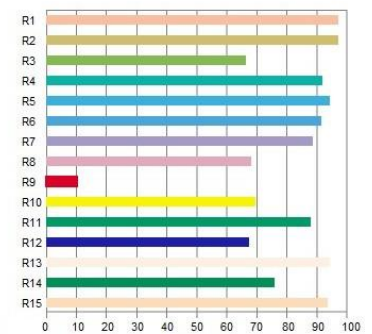
■ CIE1931



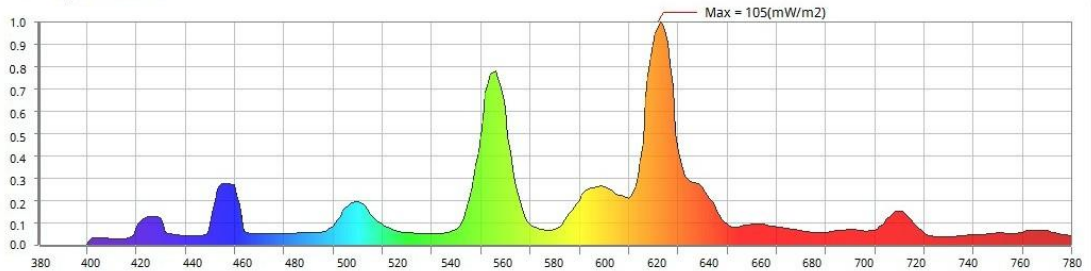
■ CIE1976



■ CRI



■ Spektrum

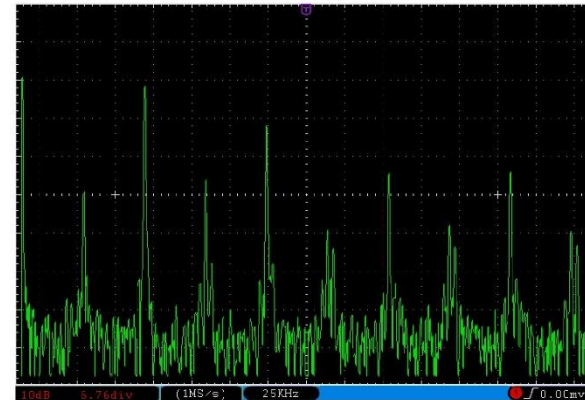
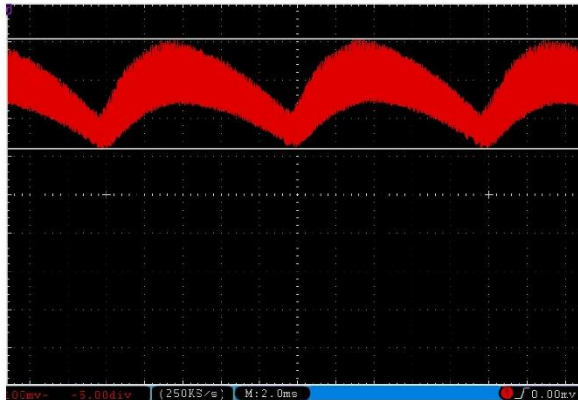


Flimmern 24% bei 79 kHz (79.000 Hz)



Lichtmesstechnik – Flimmern

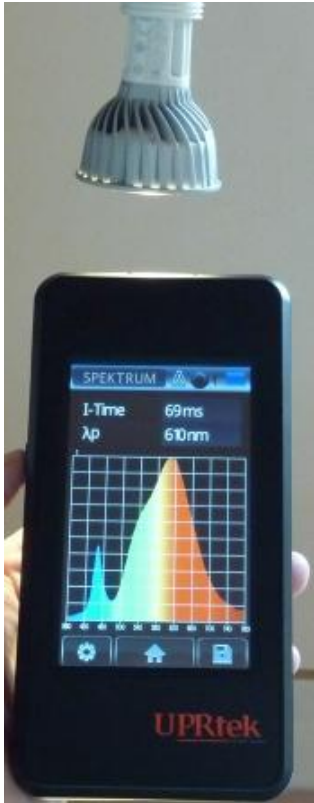
Flimmern: Beispiel Kompaktleuchtstofflampe



Helligkeitsverlauf einer Kompaktleuchtstofflampe (Flimmeranteil 31%, Flimmerfrequenz 49 kHz)

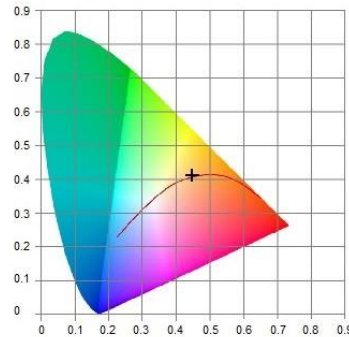
Kompaktleuchtstofflampen, auch Energiesparlampen genannt, verfügen wegen der eingebauten elektronischen Vorschaltgeräte über eine Flimmerfrequenz im Bereich von ca. 20 kHz bis 150 kHz. Der Flimmeranteil ist typischerweise 20% bis 40%.

LED Lampe 2.900 K

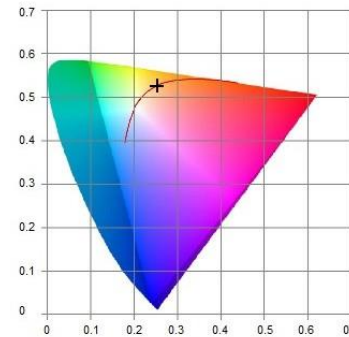


Benutzer :	Messzeit : 12:37:43	LUX : 5785
Modell-Nr. : MK3505	Lichtquelle : LED Lampe 2900K	CCT : 2905K
Memo :	Beleuchtungsstärke	CRI : 81,4
	Farbtemperatur	λD : 482nm
	Farbwiedergabe	λP : 610nm

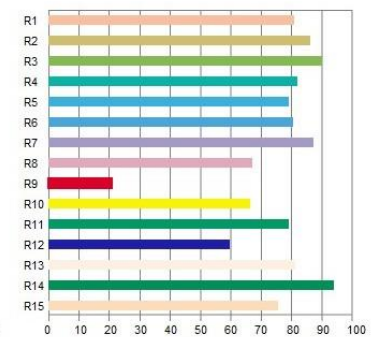
■ CIE1931



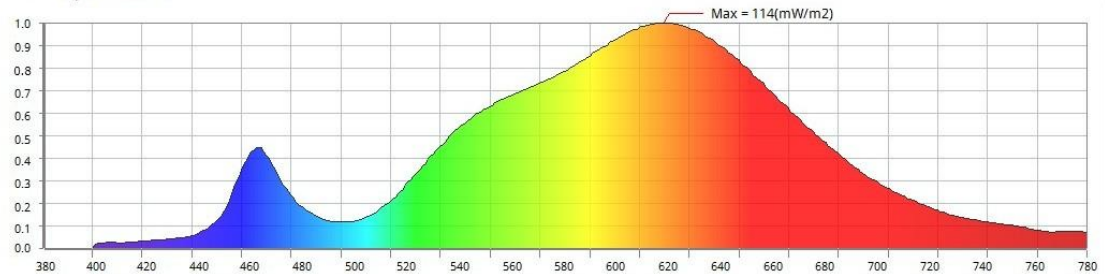
■ CIE1976



■ CRI



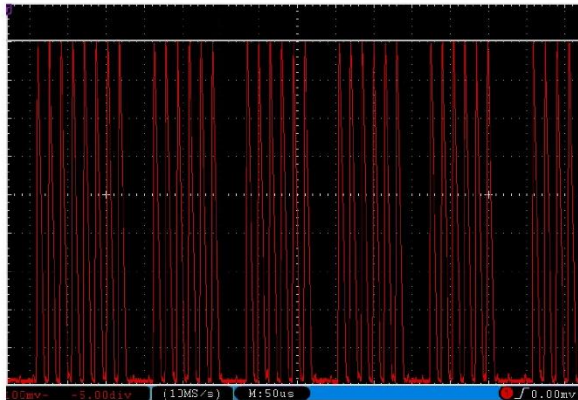
■ Spektrum



Flimmern 98% bei 120 Hz



Flimmern: Beispiel LED-Leuchtmittel III



Helligkeitsverlauf eines LED-Leuchtmittels (Flimmeranteil 100%, Flimmerfrequenz 49 kHz)

Da die Helligkeit einer LED nahezu verzögerungsfrei auf ihren Betriebsstrom reagiert, ist eine generelle Aussage über Flimmeranteil und Flimmerfrequenz bei diesen Leuchtmitteln nicht möglich. Der Flimmeranteil kann zwischen 0% bis 100% liegen, je nach verwendeter Spannungsquelle (Netzteil). Es sind Flimmerfrequenzen von 50 Hz bis zu einigen hundert Kilohertz möglich. Bei LED-Leuchtmitteln ist die Qualität der Spannungsquelle also von größter Wichtigkeit.

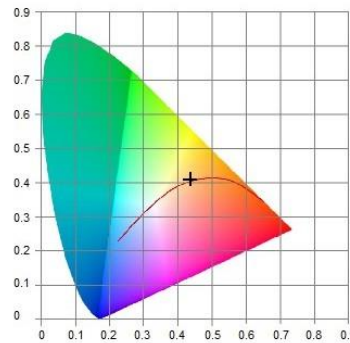
LED Lampe 3.000 Kelvin, PureZ

Benutzer :	Messzeit : 12:22:35	LUX : 2982
Modell-Nr. : MK350S	Lichtquelle : LED PureZ matt	CCT : 3040K
Memo :	Beleuchtungsstärke	CRI : 91,2
	Farbtemperatur	λ_D : 582nm
	Farbwiedergabe	λ_P : 617nm

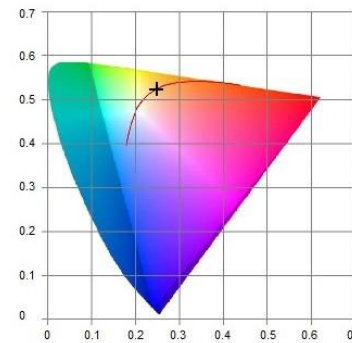


Flimmern <1%

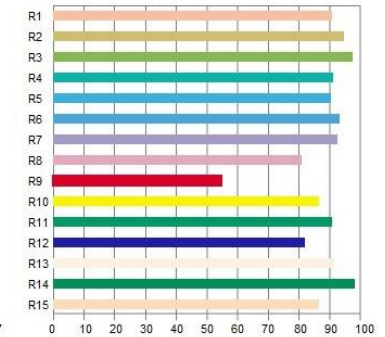
■ CIE1931



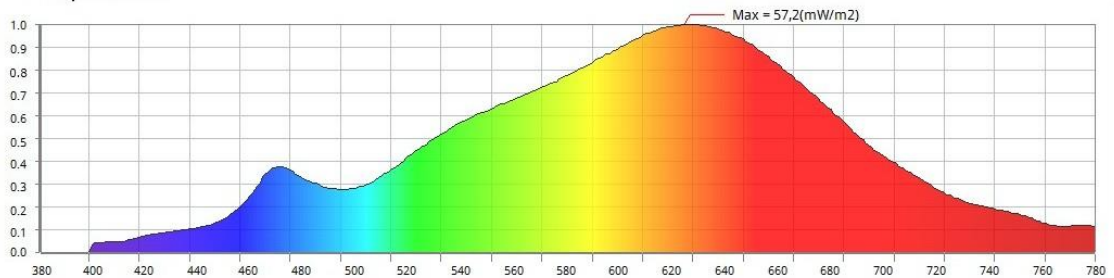
■ CIE1976



■ CRI



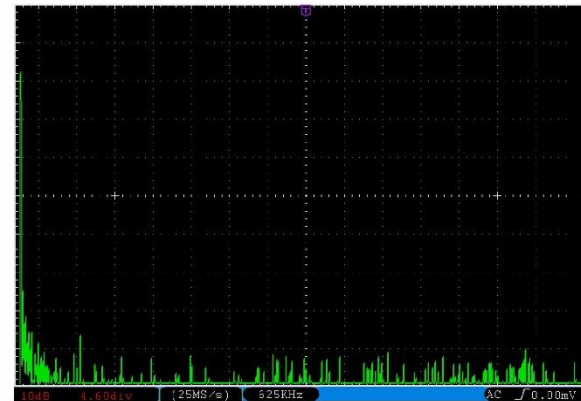
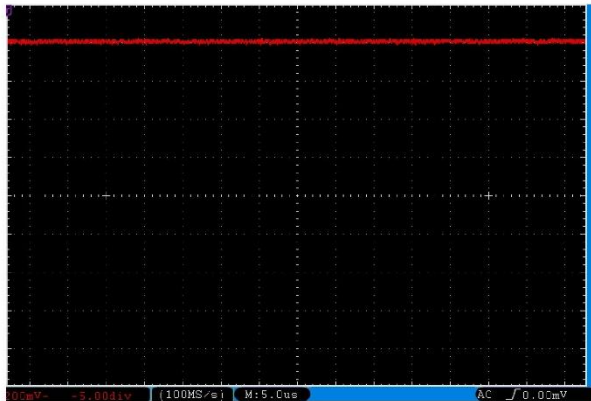
■ Spektrum





Lichtmesstechnik – Flimmern

Flimmern: Beispiel LED-Leuchtmittel IV



Helligkeitsverlauf eines LED-Leuchtmittels (Flimmeranteil <1%, keine Flimmerfrequenz)

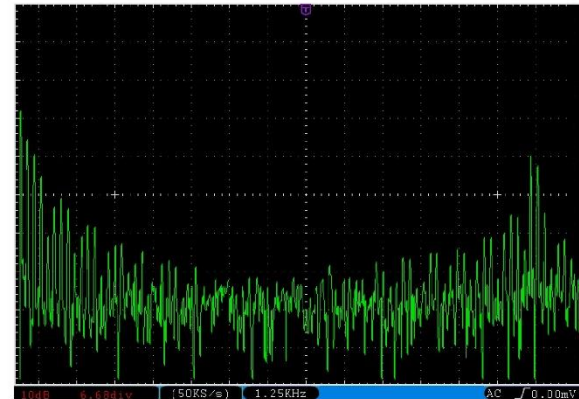
LED-Leuchtmittel stellen eine Alternative zur Glühlampe dar, diese sollten jedoch messtechnisch auf ihren Flimmeranteil geprüft werden. Auch bei Leuchtmitteln des selben Typs kann es produktionsbedingt zu Unterschieden kommen.

Verschiedene Hersteller bieten spezielle flimmerarme Leuchtmittel und Lampen an.



Lichtmesstechnik – Flimmern

Flimmern: Beispiel Monitor mit LED-Hintergrundbeleuchtung



Helligkeitsverlauf eines Monitor bei 80% Helligkeit (Flimmeranteil 62%, Flimmerfrequenz 220 Hz)

Bei Monitoren mit LED-Hintergrundbeleuchtung wird die Helligkeit über Pulsweitenmodulation geregelt. Wenn dann die Helligkeit auf Werte unter 100% eingestellt ist, kann dies einen Flimmeranteil von bis zu 100% zur Folge haben.

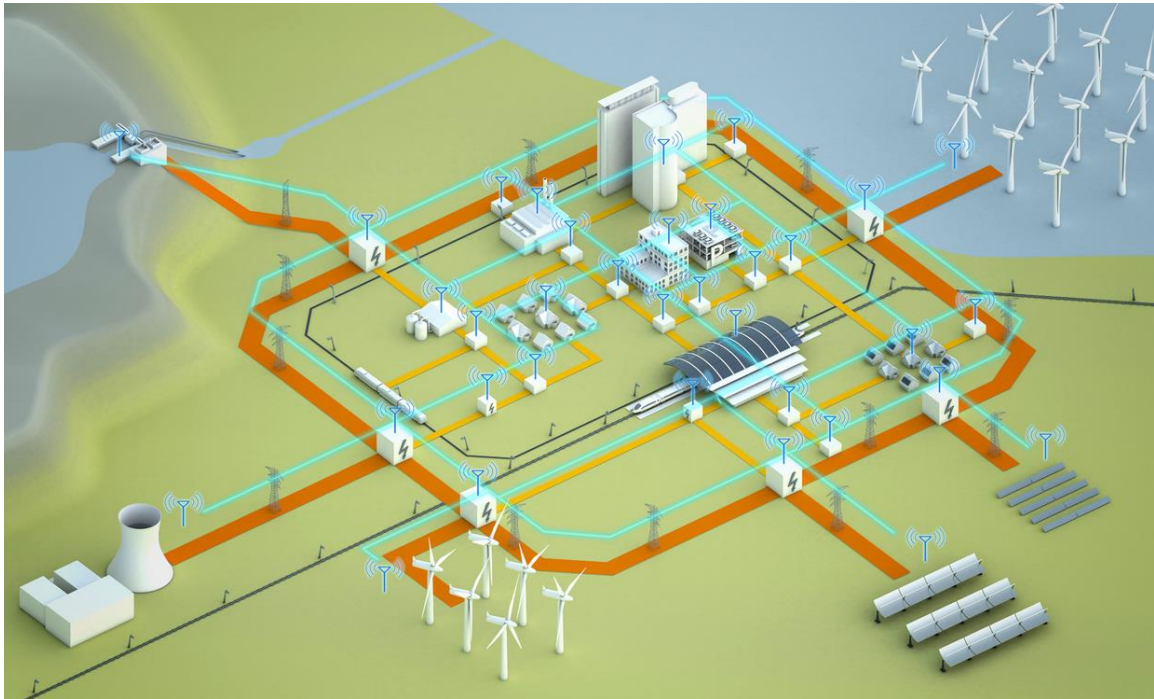
Wird die Helligkeit auf Maximum gestellt sinkt das Flimmer meist auf wenige Prozent.

Das selbe gilt auch für Fernseher mit mit LED-Hintergrundbeleuchtung.

Energieverbrauch durch (un)sinnige Beleuchtung? Licht-Smog, fehlende Dunkelheit bei Nacht?



High Tech, Energiewende, Smart Home und Smart Grid



Ein Smart Grid sorgt dafür, dass sich durch einen Energiefluss in beide Richtungen (orange Linie) und einen bidirektionalen Kommunikationsdatenfluss (blaugrüne Linie) erneuerbare Energiequellen besser ins Netz integrieren lassen. Während bei konventionellen Stromversorgungsnetzen die Erzeugung dem Verbrauch folgt, steuert ein Smart Grid auch den Verbrauch – abhängig von der Verfügbarkeit der elektrischen Energie im Netz.



Smart Home: Wie intelligente Technik unser Leben verändern könnte

Die Integration von technischen Verfahren und Systemen in Wohnräumen wird heute allgemein unter dem Begriff "Smart Home" zusammengefasst. Vor allem die digitale Vernetzung von Haushaltsgeräten sowie die Verknüpfung von Komponenten der Unterhaltungselektronik liegen in diesem Bereich aktuell im Trend. Doch wie funktioniert eigentlich die Technik hinter dem intelligenten Haus und welche Innovationen sind zukünftig zu erwarten?



Welche Innovationen tragen im Bereich Smart Home zum Erfolg bei und wie sieht die Entwicklung aktuell aus?

Da das Sammeln von Daten einen essentiellen Bestandteil der intelligenten Haustechnik darstellt, spielt vor allem die Entwicklung innerhalb der Sensortechnik eine wichtige Rolle für den Bereich Smart Home. Insbesondere wenn es um die Reduzierung des allgemeinen Energieverbrauchs geht, besitzen Detektoren für Licht, Bewegungen, Strom sowie Innen- und Außentemperatur eine große Relevanz. So ist aktuell zum Beispiel die Erfassung des Echtzeitverbrauchs von elektrischen Verbrauchern ein wichtiger Trend, von dem vor allem Lieferanten von Stromsensoren derzeit profitieren.

Dabei soll der aktuelle Verbrauch nicht nur numerisch erfasst werden, sondern gleichzeitig von einem Rechnersystem auf die Einzelgeräte heruntergebrochen werden. Auf diese Weise wird die Transparenz für den Eigentümer auf ein völlig neuartiges Niveau angehoben, das eine besonders detaillierte Analyse des Eigenverbrauchs ermöglicht. Diese Verschmelzung von Smart Home und **Smart Metering** eröffnet zudem die Möglichkeit, dass dem Endverbraucher je nach Tageszeit günstigere Energiekosten angeboten werden können, da der Energieversorger durch die Technik seine Kraftwerkinfrastruktur besser auszunutzen und Investitionen für Spitzenlastausbau vermeiden kann.

Smart? Kurzstudie zu Digitalisierung von Haushaltsgeräten: Ökologische Risiken müssen wirksam minimiert werden.

08. Mai 2018 | Energiewende, Ressourcen & Technik, Klimawandel

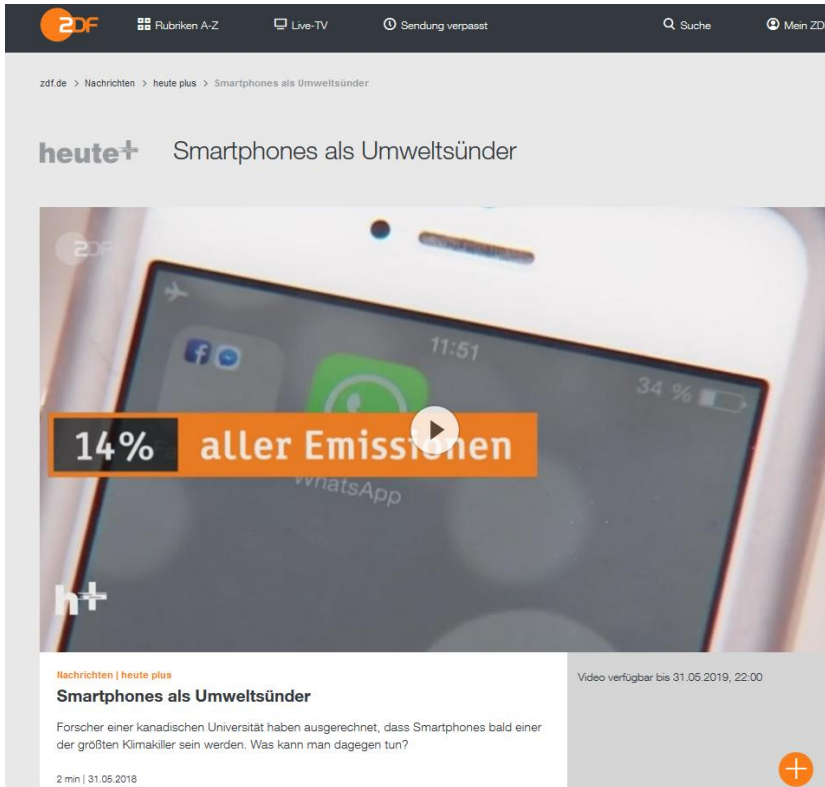


Immer mehr Geräte im Haushalt sind vernetzt, Tendenz steigend. Bis 2025 ist europaweit mit 1,7 Milliarden vernetzten Haushaltsgeräten zu rechnen, zusätzlich zu den "klassischen" Produkten der Informations- und Kommunikationstechnik wie Computern und Unterhaltungselektronik. "Sind Haushaltsgeräte rund um die Uhr empfangsbereit, um auf Sprachbefehle oder Signale anderer Geräte zu reagieren, kann das Umwelt und Verbraucher teuer zu stehen kommen. Die Stromrechnung eines Haushalts kann um bis zu 100 Euro pro Jahr steigen", so Dr. Ralph Hintemann, einer der Studienautoren. "Europaweit kann sich dieser Mehrverbrauch langfristig auf 70 Terawattstunden pro Jahr summieren. Das entspricht dem jährlichen Stromverbrauch aller privaten Haushalte Italiens."

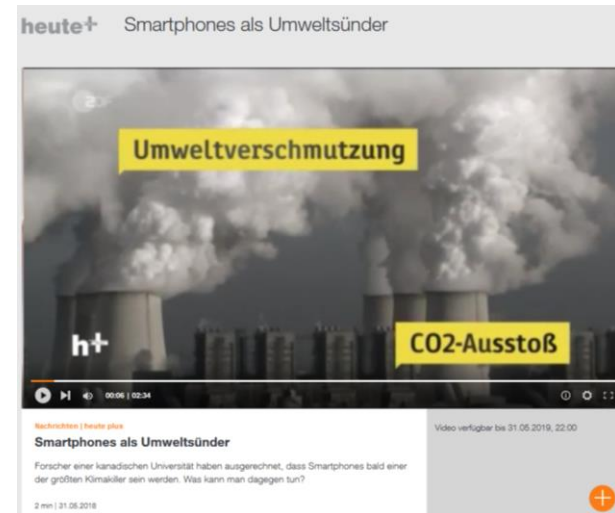
Darüber hinaus dokumentiert die Kurzstudie, dass der Energieverbrauch auch außerhalb der Haushalte zunehmen wird. Schon jetzt steigen der Datenverkehr und die dafür notwendigen Ressourcen in Übertragungsnetzen und Rechenzentren rasant an. "Der Trend, immer mehr Haushaltsgeräte zu vernetzen, wird diese Entwicklung weiter anfeuern", so Hintemann. Außerdem steige die Gefahr, dass der Verbrauch weiterer Rohstoffe enorm zunimmt, etwa wenn vernetzte Produkte schneller unbrauchbar werden, weil keine Sicherheitsupdates mehr verfügbar sind.

"Smarte" Lösungen dienen bisher vor allem als Motor für weiteres Wirtschaftswachstum. Ihre Folgen für die Umwelt und zukünftige Generationen werden dabei kaum berücksichtigt. Das ist unverantwortlich", sagt Colaço. "Die Bundesregierung muss die ökologischen Risiken der Digitalisierung wirksam minimieren." Ein erster Schritt im Smart Home Bereich müsse sein, den ökologischen Fußabdruck von vernetzten Geräten im gesamten Lebenszyklus zu reduzieren. Dazu seien strenge europäische Ökodesign-Vorgaben und mehr Transparenz für Verbraucher notwendig.

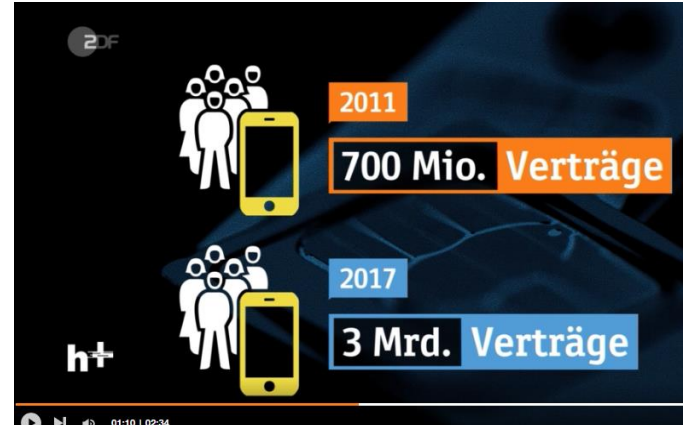
Smart Home, gesteuert mit Smartphones ?



ZDF: Smartphones als Umweltsünder,
Videoclip 2 min



Zwanghaft ständig ONLINE?



1 PB = 1.000.000.000.000.000 B = 1.000^5 B = 10^{15} bytes

Kanadische Forschungen: McMaster University, Hamilton Prognose: Smartphones und Rechenzentren ab 2040 die größte Gefahr für unser Klima: 14 % aller Emissionen weltweit

"We found that the ICT industry as a whole was growing but it was incremental," Belkhir explains. "Today it sits at about 1.5%. If continue, ICT will account for as much as 14% for the total global footprint by 2040, or about half of the entire transportation sector worldwide."

"For every text message, for every phone call, every video you upload or download, there's a data centre making this happen. Telecommunications networks and data centres consume a lot of energy to serve you and most data centres continue to be powered by electricity generated by fossil fuels. It's the energy consumption we don't see."

Among all the devices, trends suggest that by 2020, the most damaging devices to the environment are smartphones. While smartphones consume little energy to operate, 85% of their emissions impact comes from production.

A smartphone's chip and motherboard require the most amount of energy to produce as they are made up of precious metals that are mined at a high cost.

Smartphones also have a short life which drives further production of new models and an extraordinary amount of waste.

"Anyone can acquire a smartphone, and telecommunications companies make it easy for people to acquire a new one every two years. We found that by 2020 the energy consumption of a smartphone is going to be more than that of PCs and laptops."

Quelle: <https://www.eng.mcmaster.ca/news/study-shows-smartphones-harm-environment>

LATEST NEWS:



Study shows smartphones harm the environment

February 28, 2018

Data centres and smartphones will be the most damaging information and communications technologies to the environment by 2040, according to new research from W Booth School's Lotfi Belkhir.

At the end of winter term in 2014, Lotfi Belkhir was approached by a student taking his Total Sustainability and Management course who asked, "What does software sustainability mean?"

The Entrepreneurship and Innovation Associate Professor at the W Booth School of Engineering Practice and Technology didn't have an answer.



SWR > natürlich



"Stromfresser" Internet

Wie viel Energie braucht das Netz?

Egal ob am Tablet, Smartphone oder Laptop. Wir nutzen das Internet täglich. Mittlerweile sind 2,5 Milliarden Menschen auf der Welt online. Die Rechenzentren, auf denen die Daten liegen, machen das Internet erst möglich: Auf tausenden von Servern liegen Daten, auf die wir zugreifen, um nach Informationen zu suchen oder soziale Netzwerkplattformen zu nutzen. Um jederzeit auf das Internet zugreifen zu können, sind die Rechenzentren rund um die Uhr online. Der 24-Stunden-Betrieb hat aber auch einen Nachteil: Er verbraucht viel Strom.

aus der Sendung vom

Di, 3.1.2017 | 18.15 Uhr
SWR Fernsehen RP

MEHR ZUM THEMA IM WWW:

Forschungsprojekt "IT2Green"

Studie des Freiburger Öko-Instituts "Wachsender Strombedarf für Rechenzentren"

Greenpeace-Studie "Clicking Clean"

Wäre das Internet ein Land, hätte es nach einer Studie von Greenpeace den weltweit sechstgrößten Stromverbrauch. "Der Energiebedarf deutscher Rechenzentren liegt momentan bei zehn bis fünfzehn Terawattstunden - je nachdem welche Bilanzgrenzen man da zieht" sagt der Energieexperte Clemens Rhode des Fraunhofer-Instituts. Um den Energiebedarf der Rechenzentren zu decken, bräuchte es alleine vier mittelgroße Kohlekraftwerke. Weltweit wären 25 Atomkraftwerke notwendig, um genügend Strom für das Internet zu produzieren. Der Verbrauch vieler IT-Unternehmen ist mit dem Strombedarf einer Stadt vergleichbar. Laut "New York Times" verbrauchen zum Beispiel die Datenzentren von Google so viel Strom wie eine 200.000-Einwohnern-Stadt.



Clemens Rhode, Energieexperte des Fraunhofer-Instituts

Präfix-Schreibweise	Dezimal
1 mW (Milliwatt)	0,001 W
1 W (Watt)	1 W
1 kW (Kilowatt)	1.000 W
1 MW (Megawatt)	1.000.000 W
1 GW (Gigawatt)	1.000.000.000 W
1 TW (Terawatt)	1.000.000.000.000 W
1 PW (Petawatt)	1.000.000.000.000.000 W

Quelle: [https://de.wikipedia.org/wiki/Watt_\(Einheit\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Watt_(Einheit))

Quelle: <https://www.swr.de/natuerlich/stromfresser-internet-wie-viel-energie-braucht-das-netz/-/id=100810/did=14939750/nid=100810/17wfi2i/index.html>

Vielfältige Auswahlmöglichkeiten

- Abwägung Vorteile / Nachteile / Nutzen / Kosten
- Hinterfragen, was man wirklich möchte/braucht
- Bewusste persönliche Entscheidungen
- Sinnvoller Einsatz der Technologien
- Entsprechende Nachfragen bei Herstellern
- Aspekte: Baubiologie, Ökologie, Nachhaltigkeit

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Dipl. Biol. Pamela Jentner
OrangePep GmbH&Co.KG
D-85354 Freising
www.orangepep.de



Bildquellen:
Busch-Jäger, Barthelme, Ledvance