

SCHICHTMITTELWERT UND KURZZEITWERT: SO BEWERTET DUSTLIGHT DIE EXPOSITION

Die Staubexposition am Arbeitsplatz wird in der Regel an zwei Grenzwerten beurteilt: dem Schichtmittelwert und dem Kurzzeitwert (auf Englisch *TWA* und *STEL*). Der **Schichtmittelwert** ist die mittlere Konzentration über eine ganze Schicht; er wird mit dem **Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)** verglichen, der vor Langzeitbelastung schützt. Der **Kurzzeitwert (KZW)** begrenzt Konzentrationsspitzen, bewertet als 15-Minuten-Mittelwerte. Diese Application Note erklärt beide, was eine Kurzzeitwertphase ist — und wie Dustlight sie live auf dem Gerät und in der App berechnet.

FÜR	THEMA	GILT FÜR	PLÄNE
HSE-Manager und Sicherheitsfachkräfte	Expositionsbewertung mit Dustlight	Dustlight-Gerät, Mobile App & Web-App	Gerät: alle Pläne · App & Web-App: Business, Corporate

01 SCHICHTMITTELWERT — BEZOGEN AUF 8 STUNDEN

Der **Schichtmittelwert** ist die durchschnittliche Konzentration, bezogen auf eine standardmäßige **Arbeitsschicht von 8 Stunden** — kurze Spitzen sind erlaubt, solange die Schicht insgesamt unter dem AGW bleibt. Dustlight berechnet ihn jede Minute neu:

$$\text{Schichtmittelwert}_{\text{aktuell}} = \underbrace{\sum_{n=1}^N \frac{\text{Messwerte}(n)}{N}}_{\text{bisherige mittlere Konzentration}} \times \underbrace{\frac{t_{\text{gemessen}}}{8 \text{ h}}}_{\text{bisher gemessene Zeit (im Verhältnis zu 8 h)}}$$

N = Anzahl der Messwerte seit Mitternacht

t_{gemessen} = Messdauer des Geräts seit Mitternacht.

DUSTLIGHT-AUSWERTETAG · MITTERNACHT BIS MITTERNACHT

Viele Messgeräte starten die Auswertung beim Einschalten neu — Dustlight nicht.

Dustlight wertet einen Kalendertag aus — von **Mitternacht bis Mitternacht**, auf dem Gerät wie in der App. Es zählen alle Minuten seit Mitternacht, in denen das Gerät gemessen hat; Aus- und Einschalten setzt denselben Tag fort. Zurückgesetzt werden Schichtmittelwert und Kurzzeitwert, wenn sich Grenzwert, Material, Land oder Zeitzone ändern. Der Auswertetag kann vom arbeitsschutzrechtlichen Schichtzeitraum abweichen — eine Nachtschicht 22:00–06:00 wird an Mitternacht geteilt. Für eine formale Beurteilung ist der maßgebliche Schichtzeitraum zu berücksichtigen.

NUR 3 STUNDEN GEARBEITET? TROTZDEM GETEILT DURCH DIE 8-STUNDEN-SCHICHT

3 H GEMESSEN Ø 1 200 µg/m³	5 H NACHWEISLICH EXPOSITIONSFREI zählt als 0 µg/m³	=	SCHICHTMITTELWERT 450 µg/m³
0 h	3 h		8 h

Grenzwerte gelten für 8-Stunden-Schichten, daher wird auch eine kürzere Messung auf 8 Stunden bezogen.

Expositionsfreie Zeiten zählen als 0 µg/m³ — unbekannte Exposition darf nicht automatisch als expositionsfrei gelten. Da Dustlight jede Minute ohne Messwert mit 0 µg/m³ ansetzt, fällt der Schichtmittelwert zu niedrig aus, wenn nur 2 von 8 Arbeitsstunden gemessen werden.

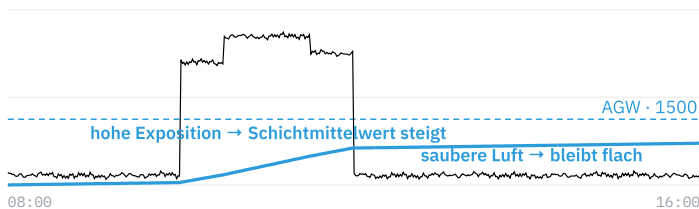
DEN SCHICHTMITTELWERT ABLESEN — ZWEI DARSTELLUNGEN

Derselbe Schichtmittelwert wird in zwei Formen angezeigt: als Konzentrationskurve in App und Web-App und als Dosis in Prozent auf dem Gerät.

IN APP & WEB-APP · SCHICHTMITTELWERT IN $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Die blaue Linie (in der App: 8h-TWA) ist **kumulativ**: Sie mittelt alle Messwerte seit Mitternacht über die vollen 8 Stunden und steigt nur — saubere Luft flacht sie ab, eine Spitze macht sie steiler (Grafik 1). Daneben zeigt eine Anzeige denselben Wert als Dosis.

— Direktmesswerte ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) — Schichtmittelwert (kumulativ)



Grafik 1 Der Schichtmittelwert (blau) steigt steil, solange die Exposition hoch ist, und flacht ab, sobald die Luft sauber ist — er sinkt nie.

AUF DUSTLIGHT · SCHICHTMITTELWERT ALS DOSIS IN %



Die Dosis (ausgeschöpfter Anteil des Tagesbudgets) gibt es auch in der App — entscheidend ist sie aber **in Echtzeit auf Dustlight**, direkt am Arbeitsplatz.

$$\text{Dosis} = \frac{\text{Schichtmittelwert}_{\text{aktuell}}}{\text{AGW}} \times 100 \%$$

Beispiel (AGW 2000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$):

$450 \mu\text{g}/\text{m}^3 \div 2000 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 22,5 \%$ — auf dem Display als TWA 23 % angezeigt.

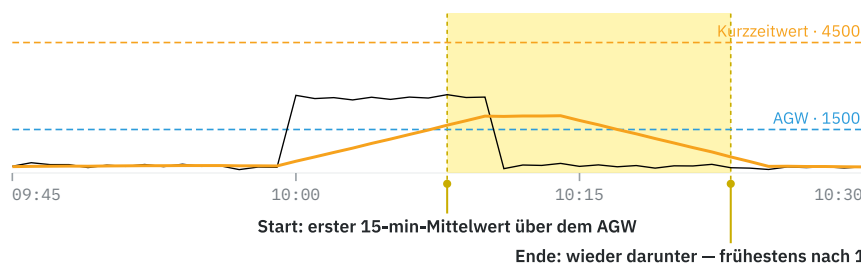
Der Dosiswert wird **gelb**, sobald er die Warnschwelle (standardmäßig 10 %) überschreitet, und **rot** oberhalb des AGW (100 %).

02 KURZZEITWERT — DER 15-MINUTEN-BLICK

Der Schichtmittelwert zeigt, *wie viel* Exposition über den Tag aufgetreten ist, aber nicht *wann*. Der **Kurzzeitwert** ergänzt diese zeitliche Dimension: Er begrenzt Konzentrationsspitzen, damit das Tagesbudget nicht in wenigen intensiven Episoden ausgeschöpft wird. Grundlage ist der **gleitende 15-Minuten-Mittelwert** — der Mittelwert der Messwerte der letzten 15 Minuten, jede Minute aktualisiert und auf dem Gerät live als **STEL** angezeigt. Für die meisten Staubarten ist kein stoffspezifischer Kurzzeitwert festgelegt; viele Länder wenden stattdessen einen allgemeinen **Überschreitungsfaktor (ÜF)** auf den AGW an: Kurzzeitwert = ÜF × AGW.

$$\text{Gleitender 15-min-Mittelwert} = \frac{\sum_{n \text{ in letzten 15 min}} \text{Messwerte}(n)}{15}$$

— Direktmesswerte ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) — Gleitender 15-min-Mittelwert — AGW — Kurzzeitwert — Kurzzeitwertphase



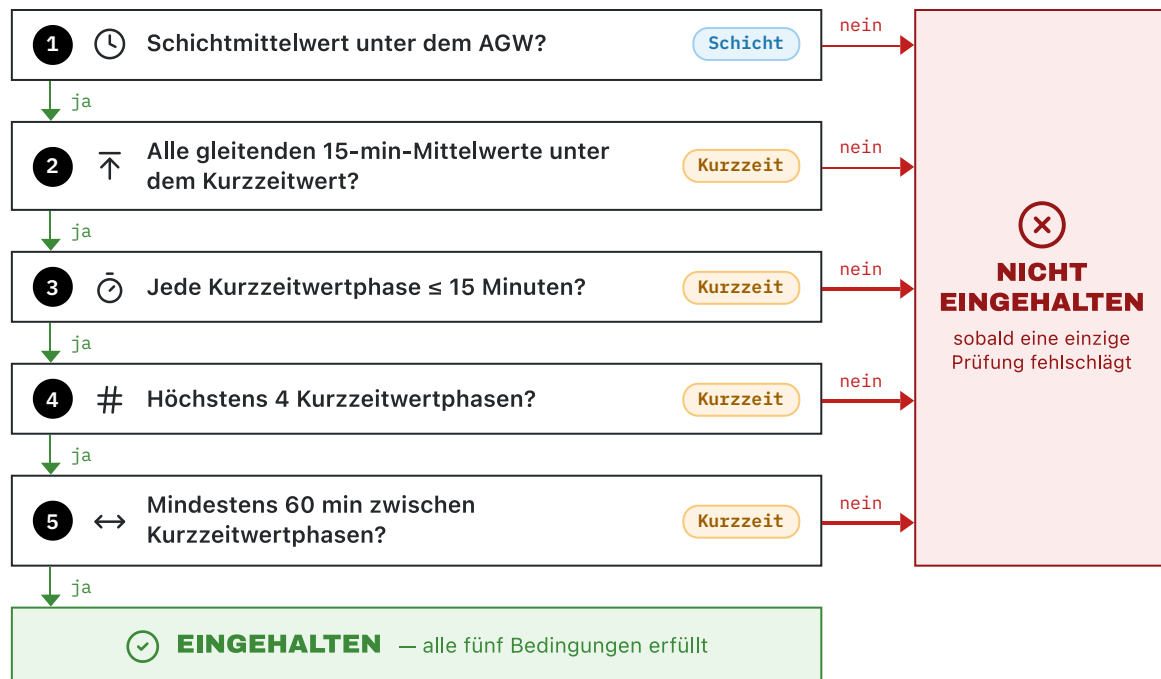
Grafik 2 Anatomie einer Kurzzeitwertphase im 45-Minuten-Ausschnitt um die Spitze. Beispielwerte: AGW 1500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ÜF 3 → Kurzzeitwert 4500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Der Mittelwert läuft dem Rohsignal um einige Minuten hinterher — das ist die Mittelung, keine Verzögerung des Geräts.

Sobald der gleitende 15-Minuten-Mittelwert **über den AGW** steigt, beginnt eine **Kurzzeitwertphase**. Sie endet, wenn der Mittelwert wieder unter den AGW fällt — **dauert aber immer mindestens 15 Minuten**. Solche Phasen sind nicht verboten, aber begrenzt: wie hoch, wie lang, wie viele, in welchem Abstand — siehe die fünf Bedingungen auf der nächsten Seite.

03 KURZZEITWERTBEDINGUNGEN — FÜNF PRÜFUNGEN

Jede Minute berechnet Dustlight den laufenden Schichtmittelwert und den gleitenden 15-Minuten-Mittelwert neu, erkennt Kurzzeitwertphasen und prüft alle fünf Bedingungen für den aktuellen Messtag. Daraus ergibt sich ein Urteil pro Schicht — **eingehalten** oder **nicht eingehalten** —, das die App zusammen mit dem aktuellen Zustand anzeigt (z. B. „Du befindest dich gerade in einer Kurzzeitwertphase“).

Flussdiagramm 1 Die fünf Prüfungen in der Reihenfolge, in der Dustlight sie durchführt



Flussdiagramm 1 Die gezeigten Werte — maximal 15 min Dauer, höchstens 4 Phasen, 60 min Abstand — sind die in den Beispielen verwendeten üblichen regulatorischen Standardwerte; sie sind je Land und Material einstellbar. Kurzzeitwertphasen erkennt Dustlight nur, solange das Gerät misst — ein Urteil „eingehalten“ gilt daher nur für die gemessene Zeit.

04 BEISPIELE

Sechs Beispieltage, ausgewertet mit den obigen Prüfungen. Alle Grafiken auf der nächsten Seite verwenden dieselbe Beispielkonfiguration:

- AGW $1500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ · Überschreitungsfaktor (ÜF) 3 → Kurzzeitwert $4500 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Dauer einer Kurzzeitwertphase $\leq 15 \text{ min}$ · höchstens 4 Kurzzeitwertphasen pro Tag · $\geq 60 \text{ min}$ Pause zwischen Kurzzeitwertphasen

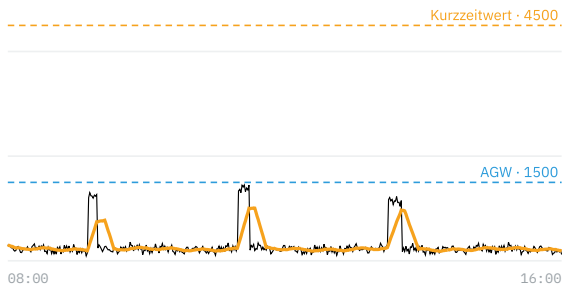
Bitte beachten: Dustlight misst alveolengängigen Staub optisch und dient der orientierenden Expositionsbewertung in Echtzeit. Eine formale Expositionsbeurteilung am Arbeitsplatz erfordert ein Messverfahren und eine Messstrategie, die den geltenden regulatorischen Anforderungen entsprechen; je nach Stoff und regulatorischem Kontext können zusätzliche oder Referenzmessungen erforderlich sein. Grenzwerte, Überschreitungsfaktoren sowie Dauer, Anzahl und Abstand der Kurzzeitwertphasen sind einstellbar und müssen den für Standort und Material geltenden Vorschriften folgen. Alle Beispielwerte in diesem Dokument dienen der Veranschaulichung.

Quellen: Emmel, C., Vossen, K., Koppisch, D. (2023): Beurteilung von Konzentrationsspitzen am Arbeitsplatz — eine Arbeitshilfe. Gefahrstoffe 83, Nr. 07-08 · TRGS 900, TRGS 402 (Begriffe nach TRGS 900 und Emmel et al.).

— Direktmesswerte ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) — Gleitender 15-min-Mittelwert - - - AGW - - - Kurzzeitwert ($\ddot{U}\text{F} \times \text{AGW}$)
Kurzzeitwertphase

Alles unter dem AGW

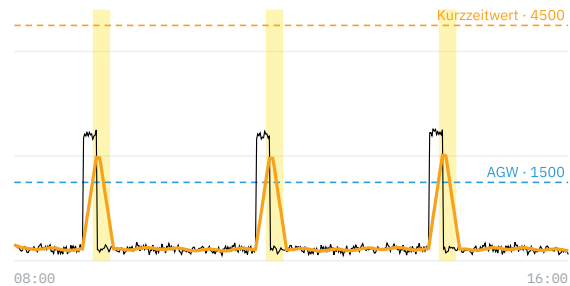
EINGEHALTEN



Grafik 3a Das Rohsignal zeigt Spitzen, doch kein 15-min-Mittelwert überschreitet den AGW. Es gibt keine Kurzzeitwertphasen; nichts weiter zu prüfen.

Drei Kurzzeitwertphasen, alle Regeln eingehalten

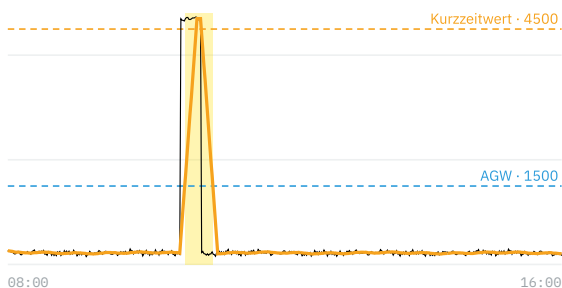
EINGEHALTEN



Grafik 3b Drei Phasen (gelb), jeweils ≤ 15 min, deutlich unter dem Kurzzeitwert, mehr als eine Stunde auseinander, Anzahl ≤ 4 . Alle fünf Bedingungen erfüllt.

Ein 15-min-Mittelwert über dem Kurzzeitwert

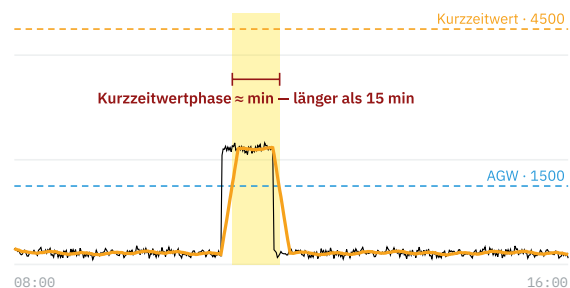
NICHT EINGEHALTEN



Grafik 3c Der gleitende Mittelwert selbst überschreitet den Kurzzeitwert (Bedingung 2) — nicht eingehalten, unabhängig davon, wie kurz oder selten die Spitze auftritt.

Kurzzeitwertphase länger als 15 Minuten

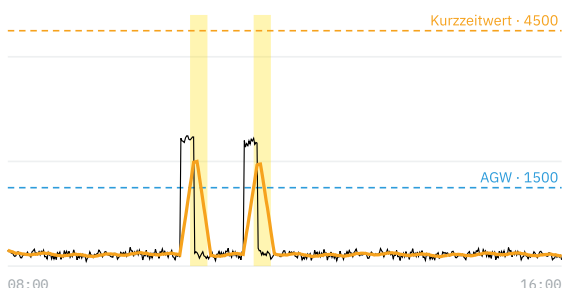
NICHT EINGEHALTEN



Grafik 3d Der Mittelwert bleibt ≈ 40 min über dem AGW; Bedingung 3 begrenzt eine Phase auf 15 min — nicht eingehalten.

Zwei Kurzzeitwertphasen weniger als 1 h auseinander

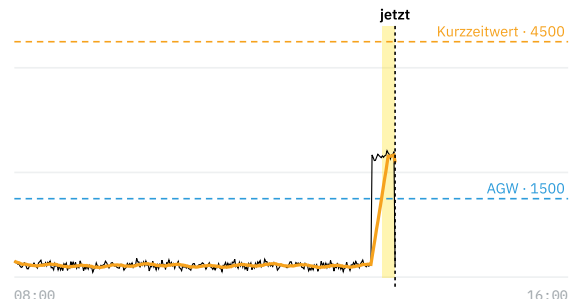
NICHT EINGEHALTEN



Grafik 3e Zwei gültige Phasen (jeweils ≤ 15 min, unter dem Kurzzeitwert) — aber die zweite beginnt ≈ 40 min nach dem Ende der ersten. Die Pause ist kürzer als 60 min, Bedingung 5 ist verletzt $\rightarrow$ nicht eingehalten.

Live: Eine Kurzzeitwertphase läuft gerade

LÄUFT



Grafik 3f Der Mittelwert hat den AGW vor ≈ 10 min überschritten und liegt noch darüber. Die App meldet bereits „Du befindest dich gerade in einer Kurzzeitwertphase“; das Urteil bleibt offen, bis die Phase endet. Liegt der Mittelwert nach 15 min noch darüber, gelten die Bedingungen für den Tag als nicht eingehalten.