

# Untersuchung des Einflusses von Licht auf die Entwicklung von Schimmelpilzen

Tatsuaki Tanaka, Konsuke Takatori und Tomoe Doi

Traditionelle Wohnhäuser in Japan werden aus Holz gebaut, bei denen ein natürlicher Luftaustausch noch durch Fugen erfolgt. In den letzten Jahrzehnten sind jedoch immer mehr moderne Wohngebäude aus Beton entstanden, die luftdicht geplant wurden, um Energieverluste zu verringern. Das führt in den Wohnungen oft zu Tauwasserausfall und Beschädigungen durch Schimmelpilze. *Bild 1* ist ein traditionelles japanisches Wohngebäude, auf *Bild 2* ein modernes Wohngebäude mit Schimmelpilzbefall zu sehen.

Diese Probleme moderner Architektur führten den Autor und seine Arbeitsgruppe dazu, das Verhalten von Schimmelpilzen unter verschiedensten Bedingungen zu erforschen.

Schimmelpilze sind eine Gruppe von Mikroorganismen, die keine Photosynthese betreiben. Die Bildung von Sporen oder Pilzhut wird jedoch vom nahen UV-Licht in äußerst empfindlicher Weise beeinflusst [1].

Die Spektren, die Reaktionen verursachen, haben ihre spezifischen Spitzen bei 450nm und im Bereich zwischen 360 und 380nm. Diese Wirkung wird „Blaulichteffekt“ genannt [2]. Es gibt jedoch keine ausführlichen Aussagen über den Zusammenhang zwischen den Lichtverhältnissen und der Entwicklung von Schimmelpilzen, die häufig in Wohnumgebungen auftreten.

Diese Untersuchung soll klären, wie Licht Sporenbildung oder Kolonieeigenschaft der im Wohnraum auftretenden Schimmelpilze beeinflusst. Dazu werden zunächst zwei unterschiedliche Umgebungen gewählt, eine mit Licht bestrahlte, helle Umgebung und eine dunkle, ohne Lichteinfall. Nach Kultivierung der Schimmelpilzproben jeder Pilzart in diesen Umgebungen werden die Resultate verglichen.

## 1. Material und Methode

### 1.1 Die Schimmelpilze

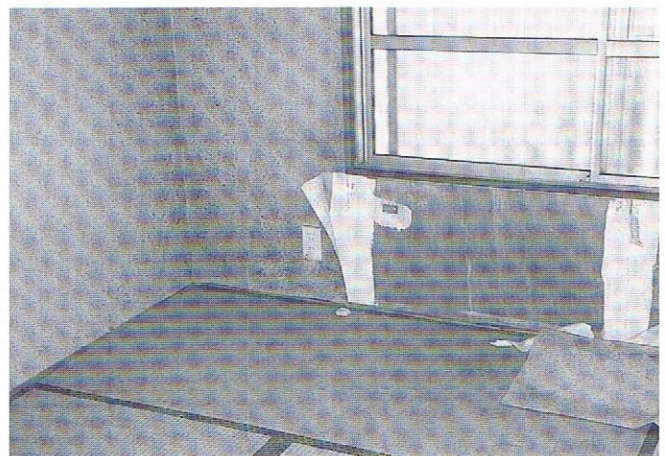
Untersucht wurden 35 Stämme von 24 Schimmelpilzarten. Diese wurden vom Autor und seiner Forschungsgruppe in Wohnungen gesammelt und identifiziert.

Wissenschaftlicher Name	Abstammungsnummer
<i>Alternaria alternata</i>	TTF006

<i>Arthrinium sp.</i>	TSY0661
<i>Arthrinium sp.</i>	TSY0671
<i>Aspergillus fumigatus</i>	TTF005
<i>Apergillus restrictus</i>	TTF001
<i>Apergillus versicolor</i>	OUT216
<i>Aureobasidium pullulans</i>	TSY-0-5
<i>Aureobasidium pullulans</i>	TSY0692
<i>Aureobasidium pullulans</i>	TTF007
<i>Botrytis cinerea</i>	TTF008
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	TMC168
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	TTF009
<i>Curvularia lunata</i>	TTF010



**Bild 1.** Eine traditionelle japanische Wohnung (gute Luftdurchlässigkeit, wenig Kondensation).



**Bild 2.** Eine vom Schimmelpilz befallene Wohnung. Moderne japanische Wohnungen sind sehr luftdicht, was oft zu Schimmelpilzbefall führt.

Tatsuaki Tanaka, Professor Dr., Ochanomizu Universität, Tokio, Japan, 2-1-1, Otsuka, Bunkyo (112-8610). – Kousuke Takatori: seit 1994 Schimmelpilzabteilungschef des staatlichen Forschungsinstituts für Hygiene – Tomoe Doi: Ochanomizu Universität, Tokio, Japan.



<i>Epicoccum purpurascens</i>	TSY0693
<i>Epicoccum purpurascens</i>	TTF011
<i>Fusarium sp.</i>	TTF002
<i>Fusarium sp.</i>	TTF003
<i>Nigrospora sp.</i>	TSY0051
<i>Nigrospora sp.</i>	TSY0512
<i>Nigrospora sp.</i>	TTF012
<i>Penicillium citrinum</i>	TTF004
<i>Penicillium waksmani</i>	OUT260
<i>Pestalotia sp.</i>	TSY0438
<i>Pestalotia sp.</i>	TTF016
<i>Phoma sp.</i>	TTF014
<i>Phoma sp.</i>	TTF015
<i>Stachybotrys chartarum</i>	TTF013
<i>Trichoderma sp.</i>	OUT724
<i>Trichoderma sp.</i>	TSY0736
<i>Trichoderma sp.</i>	TSY0867
<i>Mucor mucedo</i>	TTF017
<i>Rhizopus stolonifer</i>	TSY-0-2
<i>Chaetomium globosum</i>	TTF018
<i>Eurotium sp.</i>	TTF019
<i>Rhodotorula rubra</i>	TTF020

1.2 Die Nährböden

Als Nährboden für allgemeine Schimmelpilze wurde Kartoffel-Dextrose-Agar mit Chloramphenikol als Zusatz verwendet, für Schimmelpilze mit niedriger Wasseraktivität M40Y-Agar mit Chloramphenikol als Zusatz (M40YA).

1.3 Lichtbedingungen

Bei den Versuchen wurde eine Leuchtstofflampe mit einem Wellenlängenbereich von 400 nm bis 700 nm benutzt, deren Intensitätsmaximum bei 540 nm lag. Der Abstand der Leuchtstofflampe vom Nährboden betrug ca. 60 cm und die Beleuchtungsstärke am Nährboden war ca. 185 lx.

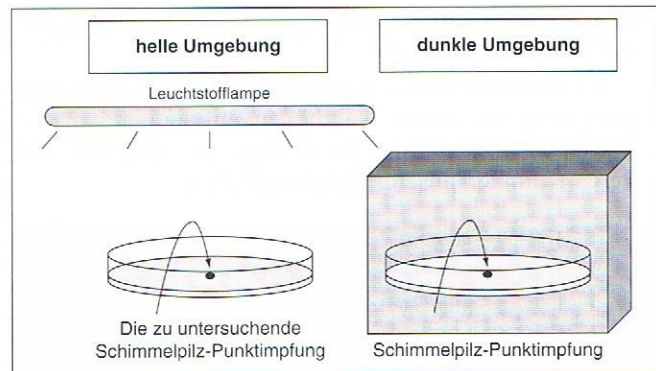


Bild 3. Vergleich des Wachstums in heller und dunkler Umgebung.

1.4 Methode

1.4.1 Vergleich des Wachstums in heller und dunkler Umgebung

1. Die zu untersuchenden Schimmelpilze wurden entweder auf PDA- oder M40YA-Böden 7 Tage lang bei 25 °C vorinkubiert.
2. Es wurden eine „helle Umgebung“ geschaffen, bei der die gesamte Oberfläche des Nährbodens bestrahlt wurde und eine „dunkle Umgebung“, bei der das Licht absolut abgeschirmt wurde.

Alle Proben wurden in einem Raum mit konstanter Temperatur bei 25 °C kultiviert.

3. Die vorinkubierten Schimmelpilze wurden punktförmig auf einen ebenen Nährboden aufgetragen und in der hellen sowie dunklen Umgebung 5 bis 10 Tage lang inkubiert (Bild 1). Anschließend wurden die Kolonien im Hinblick auf Sporenbildung, Farbton, Größe, Exudat und Pigmentbildung verglichen.

1.4.2 Kontrollversuche

1. Die auf Lichteinfall reagierenden Schimmelpilze wurden 7 Tage lang auf PDA-Böden bei 25 °C vorinkubiert.
2. Im Raum zur Kultivierung der Proben wurde zusätzlich ein Versuchsaufbau geschaffen, mit dem eine „Teilbestrahlung“ der Probe möglich war. Aus einer kreisfö-

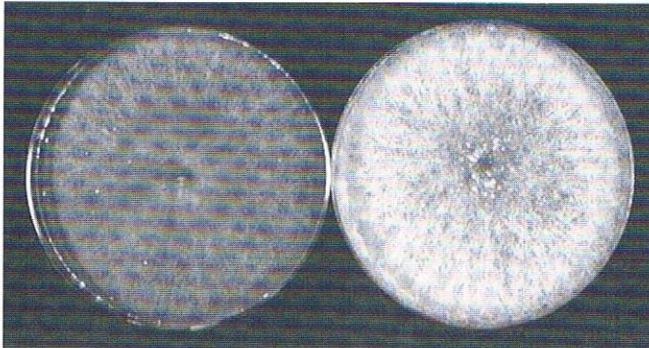
Tabelle 1. Ergebnisse des Wachstumsversuchs der Schimmelpilze in heller und dunkler Umgebung.

Schimmelpilze, bei denen der Einfluss des Lichts bestätigt wurde		Schimmelpilze, bei denen der Einfluss des Lichts nicht bestätigt wurde
Lichtempfindliche Schimmelpilze		Lichtempfindliche Schimmelpilze
<i>Alternaria alternata</i> TTF006	<i>Fusarium sp.</i> TTF003	<i>Aspergillus restrictus</i> TTF001
<i>Arthrinium sp.</i> TSY0661	<i>Nigrospora sp.</i> TTF012	<i>Aspergillus versicolor</i> OUT216
<i>Arthrinium sp.</i> TSY0671	<i>Pestalotia sp.</i> TSY0438	<i>Cladosporium cladosporioides</i> TMC168
<i>Aspergillus fumigatus</i> TTF005	<i>Pestalotia sp.</i> TTF016	<i>Cladosporium sphaerospermum</i> TTF009
<i>Aureobasidium pullulans</i> TSY-0-5	<i>Phoma sp.</i> TTF014	
<i>Aureobasidium pullulans</i> TSY0692	<i>Phoma sp.</i> TTF015	<i>Nigrospora sp.</i> TSY0051
<i>Aureobasidium pullulans</i> TTF007	<i>Stachybotrys chartarum</i> TTF013	<i>Nigrospora sp.</i> TSY0512
<i>Botrytis cinerea</i> TTF008	<i>Trichoderma sp.</i> OUT724	<i>Penicillium citrinum</i> TTF004
<i>Curvularia lunata</i> TTF010	<i>Trichoderma sp.</i> TSY0736	<i>Penicillium waksmani</i> OUT260
<i>Epicoccum purpurascens</i> TSY0693	<i>Trichoderma sp.</i> TSY0867	<i>Chaetomium globosum</i> TTF018
<i>Epicoccum purpurascens</i> TTF011	<i>Mucor mucedo</i> TTF017	<i>Eurotium sp.</i> TTF019
<i>Fusarium sp.</i> TTF002	<i>Rhizopus stolonifer</i> TSY-0-2	<i>Rhodotorula rubra</i> TTF020

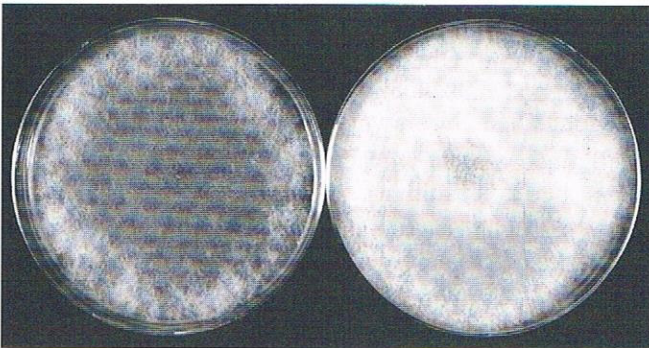


migen Blende mit 1.5 cm Durchmesser fiel dabei Licht auf einen Teil der Probe.

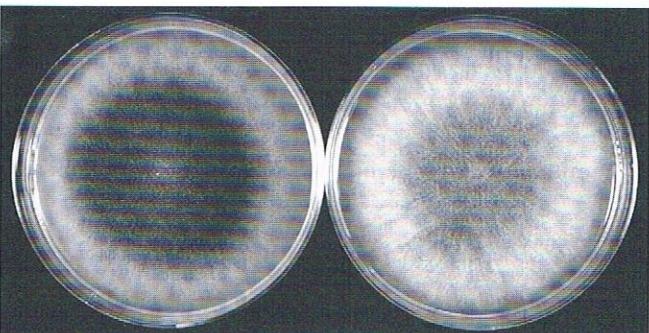
3. Die vorinkubierten Schimmelpilze wurden auch hier punktförmig auf ebene Nährböden aufgetragen, in der jeweiligen Umgebung 3 bis 11 Tage lang inkubiert und deren Kolonien anschließend verglichen.



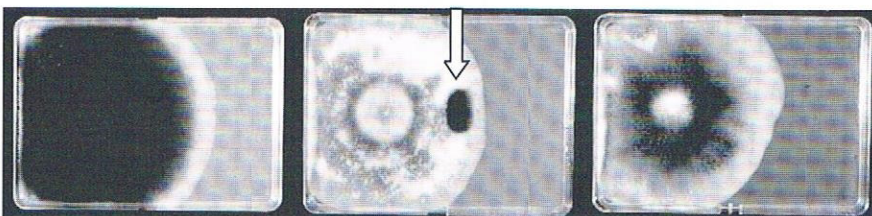
**Bild 4.** Vergleich des Wachstums in heller und dunkler Umgebung *Trichoderma* sp. TSY0867 (PDA, 25°C, 7 Tage).  
Links: helle Umgebung    Rechts: dunkle Umgebung



**Bild 5.** Vergleich des Wachstums in heller und dunkler Umgebung *Arthrinium* sp. TSY0661 (PDA, 25°C, 7 Tage).  
Links: helle Umgebung    Rechts: dunkle Umgebung



**Bild 6.** Vergleich des Wachstums in heller und dunkler Umgebung *Phoma* sp. TTF014 (PDA, 25°C, 7 Tage).  
Links: helle Umgebung    Rechts: dunkle Umgebung



**Bild 7.** *Alternaria alternata* TTF006 (PDA, 25°C, 11 Tage).  
Links: ganzflächige Bestrahlung,    Mitte: Teilbestrahlung an der mit dem Pfeil gezeigten Stelle,  
Rechts: Licht abgeschirmt.

## 2. Ergebnisse und Diskussion

### 2.1 Vergleich des Wachstums heller und dunkler Umgebung

Die untersuchten Schimmelpilze wurden in zwei Gruppen unterteilt, eine mit und eine ohne Lichteinfluss (Tabelle 1). Als von Licht beeinflussbare Schimmelpilze werden solche bezeichnet, die in Bezug auf Sporenbildung, Farbtöne, Größe, Exudat oder Pigmentbildung klare Unterschiede in den Proben aufweisen.

Bei 24 von insgesamt 35 Stämmen hat Licht das Wachstum der Schimmelpilze beeinflusst, die restlichen 11 Stämmen wiesen keinen klaren Unterschied in den Kulturen auf. Beispiele, in denen der Lichteinfluss zu erkennen ist, sind in den Bildern 4 bis 6 zu sehen.

*Trichoderma* sp. war in heller Umgebung dunkelgrün und bildete viele Sporen, während in dunkler Umgebung viele, weiße, etwas wattige Hyphen gebildet wurden (Bild 4).

*Arthrinium* sp. war in heller Umgebung dunkelrot und bildete zahlreiche Sporen, wogegen in dunkler Umgebung sehr viele weiße bis hellrote Hyphen gebildet wurden, die Erzeugung von Sporen aber äußerst gering war (Bild 5).

*Phoma* sp. bildete in heller Umgebung dunkelbraune Pycnidien, während in dunkler Umgebung viele Hyphen gebildet wurden (Bild 6).

Auch bei anderen lichtempfindlichen Schimmelpilzarten war in heller Umgebung die Bildungsfähigkeit von Sporen hoch, während in dunkler Umgebung meist wenig Sporen und mehr Hyphen gebildet wurden. In dunkler Umgebung können Schimmelpilze zwar auch genügend Sporen bilden, die Abschirmung des Lichts führt jedoch zu einem großen Unterschied in der Entwicklung der Kolonien.

### 2.2 Bestätigung des Lichteinflusses

Schimmelpilze, bei denen sich ein Einfluss des Licht auf ihr Wachstum nachweisen ließ, wurden in einem Kontrollversuch drei unterschiedlichen Bestrahlungsweisen unterworfen: einer ganzflächigen Bestrahlung, einer teilweisen Bestrahlung sowie einer totalen Lichtabschirmung. Beispiele dazu zeigen Bilder 7 und 8.

*Alternaria alternata* bildete im bestrahlten Teil viele dunkelbraune Sporen. Bei Teilbestrahlung ist deutlich zu erkennen, dass nur im bestrahlten Bereich sehr viele Sporen gebildet wurden, im lichtabgeschirmten Teil wurden viele Hyphen gebildet (Bild 7).

*Epicoccum purpurascens* bildete nur im bestrahlten Teil dunkelbraune Sporen, im nicht bestrahlten Teil wurden keine Sporen, sondern nur hellbraune Hyphen gebildet (Bild 8).

Diese Beobachtungen bestätigen, dass ganzflächig bestrahlte Schimmelpilze eine hohe Sporenbildungsfähigkeit besitzen, teilbestrahlte bilden nur im bestrahlten Bereich Sporen.

Eindrücklich ist zu erkennen, dass Schimmelpilze zwar keine Photosynthese betreiben, der Einfluss des Lichts auf ihr Wachstum jedoch ziemlich groß ist.



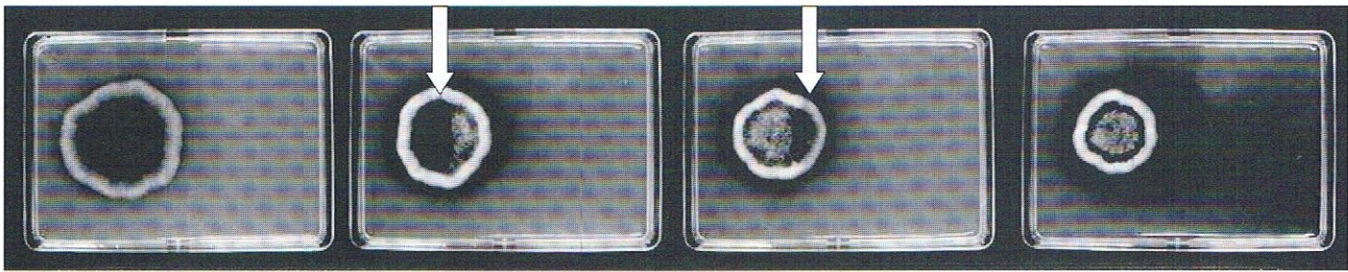


Bild 8. *Epicoccum purpurascens* TTF011 (PDA, 25°C, 11 Tage).

Links: ganzflächige Bestrahlung. Mitte: Teilbestrahlung an der mit dem Pfeil gezeigten Stelle. Rechts: Licht abgeschirmt.

### 3. Zusammenfassung

In dieser Arbeit wird der Einfluss von Licht auf das Wachstum von Schimmelpilzen untersucht.

Aus dem Vergleich des Schimmelpilzwachstums einer bestrahlten und einer unbestrahlten Probe konnte bei 24 von 35 Stämmen der das Wachstum fördernde Einfluss des Lichts bestätigt werden.

Schimmelpilzarten, die von Licht besonders stark beeinflusst wurden, waren *Trichoderma*, *Arthrinium*, *Phoma*, *Alternaria* und *Epicoccum*.

Gemeinsame Merkmale der lichtempfindlichen Schimmelpilze sind eine hohe Sporenbildungsfähigkeit und ein unterschiedlicher Farbton.

## Neuheiten und Firmenberichte

### Fortsetzung von Seite 141

Bauweise. Bei allen Modellen gehört ein verchromtes Zylinderschloss zum Standard.

Auch bei Faltpapierspendern, die komplett in Edelstahl gefertigt sind, kann zwischen Aufputz- und Einbauversionen gewählt werden. Die Geräte fassen 300 Handtücher im Europaformat 25 × 33 cm. Ein Sichtschlitz zur Füllstandskontrolle und ein solides Zylinderschloss gehören zur Standardausstattung. Unabdingbar ist ein ausreichend großer Papierkorb, zweckmäßigerweise direkt unter dem Handtuchspender. Offene Behälter kommen dem flüchtigen Besucher entgegen, der sich des benutzten Papiertuchs rasch entledigen möchte. Eine selbstschließende Klappe verhindert eine mögliche Brandgefahr durch Zigarettenkippen. Die Einbaumodelle können auch mit Seifencreme- oder Seifenschaumspender und Papierkorb ausgestattet werden. Letzteres ist vorteilhaft, da kein sichtbarer Abfall herumliegt.

### Edelstahl-Accessoires in der Toilette

Ein einfacher Haken an der Kabinenwand tut es zur Not zwar auch, er löst aber nicht das Problem mit der Reserverolle. In Gemeinschaftsanlagen sollte der Toilettenpapierspender die zweite Rolle enthalten, aber erst freigeben, wenn die laufende verbraucht ist. Mehr als eine zweite Rolle ist nicht erforderlich, selbst wenn die Kabinen nur einmal täglich gewartet werden sollten. Eine Edelstahl-

### Literatur

- [1] Tanaka, T.; Takatori, K. und Miura, K.: Hauptfungi in der Luft der japanischen Wohnumgebung – Hauptsächlich die Verbreitungsart von *Penicillium* und dessen biologische Eigenschaften. Gesundheitsingenieur 123 (2002) H. 3, S. 141–144.
- [2] Aihara, M.; Tanaka, T. and Takatori, K.: Effect of Temperature and Water Activity on the Growth of *Cladosporium sphaerospermum* and *Cladosporium caldosporioides*. Biocontrol Science 7 (2001) Nr. 3, S. 145–148.
- [3] Tanaka, T. und Kobayashi, F.: Untersuchung über Schimmelpilze und aussenseitige Wärmedämmung des Betonbaus bei Krankenhäusern. Gesundheitsingenieur 123 (2002) H. 6, S. 296–300.
- [4] Sedlbauer, K.: Vorhersage von Schimmelpilzbildung auf und in Bauteilen. Dissertation Universität Stuttgart (2001).

Abdeckung und ein Schloss gehören dazu. Damit ist eine sichere und saubere Papierversorgung gewährleistet.

Eine weitere Möglichkeit, die Papierversorgung zu rationalisieren, bieten Großrollenspendern in Edelstahl. Sie werden mit 400 m-Papierrollen bestückt und haben vergleichbar etwa die Kapazität von 13 bis 14 Normalrollen. Das Gehäuse wird mit einem Spezial-Inbus verschlossen. Ein Sichtschlitz dient der Füllstandskontrolle.

Eine Toilettenbürste mit Behälter und Tropfschale in Edelstahl komplettiert die Kabinenausstattung. Der Bürstenkopf sollte auswechselbar sein. Ob man der Kabine einen Aschenbecher spendiert, passend in Edelstahl, ist eine Gewissensfrage. Neben Urinalen vermeidet er, dass aufgeweichte Kippen aus dem Becken gefischt werden müssen.

Damenkabinen benötigen einen Behälter zur Aufnahme des Hygieneabfalls. Eine saubere Lösung bietet der CWS LadyCare Service. Der Edelstahlbehälter nimmt die auswechselbare LadyBox mit selbstschließendem Deckel und Sichtblende auf. Sie ist mit einem geruchsbindenden und desinfizierenden Gel gefüllt. Austausch und Entsorgung des Problemabfalls übernimmt der Dienstleister im Abonnement.

In dem Beitrag wurde deutlich, dass sich alle hygienisch erforderlichen Geräte und Ausstattungen für Waschraum, Toilette und Küche mit Edelstahl in idealer Weise realisieren lassen. Der Innenarchitekt kann mit Aufputz- und Einbau spendern seine Ideen phantasievoll umsetzen. Sich für Edelstahl entscheiden heißt, das derzeit Beste in Design, ausgereifter Spendertechnik, sicherer Hygiene und rationellem Unterhalt wählen.

boco/CWS