

IDEE-SEEGER

Ingenieurbüro Der EnergieEffizienz-Seeger

Christian Seeger

Dipl.-Wirtschaftsingenieur (FH)

Franz-Gleim-Straße 3

34212 Melsungen

Tel.: 05661 – 92899 – 0

Fax: 05661 – 92899 – 10

email: info@idee-seeger.de

Internet: www.idee-seeger.de

Lüftung und Kühlung von Gebäuden als Zukunftsaufgabe?

Erstmal die Grundlagen klären!

Lüftung Differenzierung

Wohngebäude

Nicht-Wohngebäude

Lüftung – Wohngebäude Bemessung der Lüftung



<https://plusenergie-kompetenz.de/arbeitsgruppe-lueftung/>

Lüftung – Wohngebäude gesetzliche Grundlagen

Wohngebäude

- DIN 1946-6 Lüftung von Wohnungen – Allgemeine Anforderungen, Anforderungen zur Bemessung, Ausführung und Kennzeichnung, Übergabe/Übernahme (Abnahme) und Instandhaltung
- 125 Seiten

Lüftung – Wohngebäude Mindestwerte Außenluftvolumen

DIN 1946-6:2009-05

Tabelle 5 — Mindestwerte der Gesamt-Außenluftvolumenströme^a $\dot{q}_{v,ges,NE}$ in $m^3/(h \cdot NE)$
für Nutzungseinheiten (NE)

Fläche der Nutzungs- einheit A_{NE} (in m^2)	≤ 30	50	70	90	110	130	150	170	190	210
Lüftung zum Feuchteschutz Wärmeschutz hoch ^c $\dot{q}_{v,ges,NE,FLh}$	15	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Lüftung zum Feuchteschutz Wärmeschutz gering ^d $\dot{q}_{v,ges,NE,FLg}$	20	30	40	45	55	60	70	75	80	85
Reduzierte Lüftung ^e $\dot{q}_{v,ges,NE,RL}$	40	55	65	80	95	105	120	130	140	150
Nennlüftung ^{f, b} $\dot{q}_{v,ges,NE,NL}$	55	75	95	115	135	155	170	185	200	215
Intensivlüftung ^g $\dot{q}_{v,ges,NE,IL}$	70	100	125	150	175	200	220	245	265	285

Die **Lüftung zum Feuchteschutz LFS** (0,3/0,4 x Nennlüftung) beschreibt eine nutzerunabhängige Lüftung im Minimalbetrieb, die unter üblichen Nutzungsbedingungen – ausgehend von reduzierten Feuchtelasten und Raumtemperatur – die Vermeidung von Schimmelpilz- und Feuchteschäden im Gebäude zum Ziel hat.

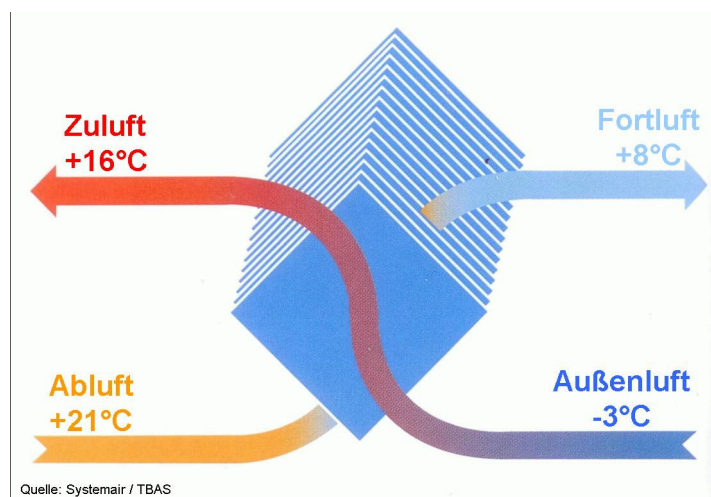
Die sogenannte **reduzierte Lüftung** (RL = 0,7 x Nennlüftung) ist eine nutzerunabhängige Lüftung, die unter üblichen Nutzungsbedingungen (Feuchte- und Schadstofflasten) Mindestanforderungen an die Raumluftqualität auch bei zeitweiliger Abwesenheit des Nutzers erfüllt. Diese würde beispielsweise zum Tragen kommen, wenn die Bewohner einer Wohnung morgens auf Arbeit gehen und erst abends wieder zu Hause sind. Auch hier sollte immer die Wohnsituation im Auge behalten werden, denn gerade an Wochenenden und während der Schlafzeiten könnte diese Auslegungsstufe nicht mehr ausreichen und es können sich Feuchtigkeit und Schadstoffe in den Wohnräumen ansammeln.

Die **Nennlüftung** (NL) beschreibt die notwendige Lüftung zur Gewährleistung des Bautenschutzes sowie der hygienischen und gesundheitlichen Erfordernisse bei planmäßiger Nutzung einer Nutzungseinheit – also im Normalbetrieb. Hier findet man den Begriff des hygienischen Luftwechsels (nach EnEV §6 Abs. 2). Die hygienische Mindestluftwechselrate ist ein Mindestmaß zur Sicherstellung von Frischluft. Unterhalb dieser kann es zu Geruchsproblemen, Staub- und Mikroorganismenbelastung sowie zu hohen Radonkonzentrationen kommen. Für ein gesundes Wohnklima sollte ein Lüftungskonzept im Sinne des hygienischen Luftwechsels nach der Nennlüftung ausgelegt werden.

Lüftung – Wohngebäude Außenluftvolumen – Heizleistung

	T _{ein}	- 15,00	- 10,00	- 5,00	-	5,00	10,00	20,00	25,00
	T _{aus}	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
	delta t	35,00	30,00	25,00	20,00	15,00	10,00	-	- 5,00
m²	m³/h	kW							
< 30	55	0,69	0,59	0,49	0,39	0,30	0,20	-	- 0,10
50	75	0,94	0,81	0,67	0,54	0,40	0,27	-	- 0,13
70	95	1,19	1,02	0,85	0,68	0,51	0,34	-	- 0,17
90	115	1,44	1,24	1,03	0,82	0,62	0,41	-	- 0,21
110	135	1,69	1,45	1,21	0,97	0,73	0,48	-	- 0,24
130	155	1,94	1,67	1,39	1,11	0,83	0,56	-	- 0,28
150	170	2,13	1,83	1,52	1,22	0,91	0,61	-	- 0,30
170	185	2,32	1,99	1,66	1,33	0,99	0,66	-	- 0,33
190	200	2,51	2,15	1,79	1,43	1,08	0,72	-	- 0,36
210	215	2,70	2,31	1,93	1,54	1,16	0,77	-	- 0,39

Lüftung Wärmerückgewinnung (WRG)



Lüftung – Wohngebäude

Lüfungsgerät mit Wärmerückgewinnung (WRG)



Lüftung – Nicht-Wohngebäude

gesetzliche Grundlagen

Nicht-Wohngebäude

- DIN EN 13779 Lüftung von Nichtwohngebäuden – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen für Lüftungs- und Klimaanlageanlagen und Raumkühlsysteme – **nicht gültig**
- DIN EN 15251 Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden – Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik – **nicht gültig**
- DIN EN 16798
 - Teil 1 Eingangsparameter für das Innenraumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden bezüglich Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik – **nicht gültig**
- Branchenspezifische Vorgaben

Lüftung – Nicht-Wohngebäude gesetzliche Grundlagen – DIN 15251 Kategorien

Tabelle 1 — Beschreibung der Anwendbarkeit der verwendeten Kategorien

Kategorie	Beschreibung
I	hohes Maß an Erwartungen; empfohlen für Räume, in denen sich sehr empfindliche und anfällige Personen mit besonderen Bedürfnissen aufhalten, z. B. Personen mit Behinderungen, kranke Personen, sehr kleine Kinder und ältere Personen
II	normales Maß an Erwartungen; empfohlen für neue und renovierte Gebäude
III	annehmbares, moderates Maß an Erwartungen; kann bei bestehenden Gebäuden angewendet werden
IV	Werte außerhalb der oben genannten Kategorien. Diese Kategorie sollte nur für einen begrenzten Teil des Jahres angewendet werden

ANMERKUNG Auch in anderen Normen wie z. B. EN 13779 und EN ISO 7730 wird eine Einteilung in Kategorien vorgenommen; diese können jedoch unterschiedlich benannt sein (A, B, C oder 1, 2, 3 usw.)

Welche Kategorie
hat dieser Raum?

ALB
HESSEN

Arbeitsgemeinschaft für
Rationalisierung, Landtechnik
und Bauwesen in der Land-
wirtschaft Hessen e. V.

31.10.2018
Folie: 11

Lüftung und Kühlung von
Gebäuden als Zukunftsaufgabe

IDEE-SEEGER
Ingenieurbüro Der Energie Effizienz

Lüftung – Nicht-Wohngebäude gesetzliche Grundlagen – DIN 15251

Tabelle B.2 — Beispiele für empfohlene Lüftungsraten für Nichtwohngebäude bei Standardbelegungsichte für drei Kategorien der Verschmutzung durch das Gebäude selbst. Für den Fall, dass Rauchen gestattet ist, gibt die letzte Spalte die zusätzlich geforderte Lüftungsrate an

Ge- bäude- bzw. Raum- typ	Kate- gorie	Grund- fläche m² je Person	q_p	q_B	q_{tot}	q_B	q_{tot}	q_B	q_{tot}	Zugabe bei Rauchen
			l/s, m² bei Belegung	l/s, m² bei sehr schadstoffarmen Gebäuden	l/s, m² bei schadstoffarmen Gebäuden	l/s, m² bei schadstoffarmen Gebäuden	l/s, m² bei schadstoffarmen Gebäuden	l/s, m² bei nicht schadstoffarmen Gebäuden	l/s, m²	
Einzel- büro	I	10	1,0	0,5	1,5	1,0	2,0	2,0	3,0	0,7
	II	10	0,7	0,3	1,0	0,7	1,4	1,4	2,1	0,5
	III	10	0,4	0,2	0,6	0,4	0,8	0,8	1,2	0,3
Groß- raum- büro	I	15	0,7	0,5	1,2	1,0	1,7	2,0	2,7	0,7
	II	15	0,5	0,3	0,8	0,7	1,2	1,4	1,9	0,5
	III	15	0,3	0,2	0,5	0,4	0,7	0,8	1,1	0,3
Konfe- renz- raum	I	2	5,0	0,5	5,5	1,0	6,0	2,0	7,0	5,0
	II	2	3,5	0,3	3,8	0,7	4,2	1,4	4,9	3,6
	III	2	2,0	0,2	2,2	0,4	2,4	0,8	2,8	2,0
Hör- bzw. Zu- schau- saal	I	0,75	15	0,5	15,5	1,0	16	2,0	17	
	II	0,75	10,5	0,3	10,8	0,7	11,2	1,4	11,9	
	III	0,75	6,0	0,2	6,2	0,4	6,4	0,8	6,8	
Restau- rant	I	1,5	7,0	0,5	7,5	1,0	8,0	2,0	9,0	
	II	1,5	4,9	0,3	5,2	0,7	5,6	1,4	6,3	5,0
	III	1,5	2,8	0,2	3,0	0,4	3,2	0,8	3,6	2,8
Klassen- raum	I	2,0	5,0	0,5	5,5	1,0	6,0	2,0	7,0	
	II	2,0	3,5	0,3	3,8	0,7	4,2	1,4	4,9	
	III	2,0	2,0	0,2	2,2	0,4	2,4	0,8	2,8	
Kinder- garten	I	2,0	6,0	0,5	6,5	1,0	7,0	2,0	8,0	
	II	2,0	4,2	0,3	4,5	0,7	4,9	1,4	5,8	
	III	2,0	2,4	0,2	2,6	0,4	2,8	0,8	3,2	
Kauf- haus	I	7	2,1	1,0	3,1	2,0	4,1	3,0	5,1	
	II	7	1,5	0,7	2,2	1,4	2,9	2,1	3,6	
	III	7	0,9	0,4	1,3	0,8	1,7	1,2	2,1	

ALB
HESSEN

Arbeitsgemeinschaft für
Rationalisierung, Landtechnik
und Bauwesen in der Land-
wirtschaft Hessen e. V.

31.10.2018
Folie: 12

Lüftung und Kühlung von
Gebäuden als Zukunftsaufgabe

IDEE-SEEGER
Ingenieurbüro Der Energie Effizienz

Lüftung – Nicht-Wohngebäude gesetzliche Grundlagen – DIN 15251

Tabelle B.3 — Beispiele für empfohlene Lüftungsraten bei Nichtwohngebäuden für drei Kategorien der Verunreinigung durch das Gebäude selbst. Die Raten sind je Person oder je m² Grundfläche angegeben

Kategorie	Luftstrom je Person l/s/pers	Luftstrom für Verunreinigungen durch Gebäudemissionen (l/s/m ²)		
		Sehr schadstoffarme Gebäude	Schadstoffarme Gebäude	Nicht schadstoffarme Gebäude
I	10	0,5	1	2
II	7	0,35	0,7	1,4
III	4	0,2	0,4	0,8

Tabelle B.4 — Beispiele für empfohlene CO₂-Konzentrationen oberhalb der Konzentration in der Außenluft für Energieberechnungen und Bedarfsregelung

Kategorie	Entsprechende CO ₂ -Konzentration oberhalb der Außenluftkonzentration für Energieberechnungen; in PPM
I	350
II	500
III	800
IV	< 800

Welche CO₂-Konzentration haben wir in diesem Raum?

ALB
HESSEN

Arbeitsgemeinschaft für
Rationalisierung, Landtechnik
und Bauwesen in der Land-
wirtschaft Hessen e. V.

31.10.2018
Folie: 13

Lüftung und Kühlung von
Gebäuden als Zukunftsaufgabe

IDEE-SEEGER
Ingenieurbüro Der Energie Effizienz

Lüftung – Nicht-Wohngebäude gesetzliche Grundlagen – ASR A3.6

Ausgabe: Januar 2012
geändert GMBI 2013, S. 359

Technische Regeln für Arbeitsstätten	Lüftung	ASR A3.6
--------------------------------------	---------	----------

2 Anwendungsbereich

- (1) Diese ASR gilt für Arbeitsplätze in umschlossenen Arbeitsräumen und berücksichtigt die Arbeitsverfahren, die körperliche Belastung und die Anzahl der Beschäftigten sowie der sonstigen anwesenden Personen. Es wird empfohlen, diese ASR auch für Pausen-, Bereitschafts-, Erste-Hilfe-, Sanitärräume und Unterkünfte anzuwenden.
- (2) entfallen
- (3) Werden am Arbeitsplatz Tätigkeiten mit Gefahrstoffen oder biologischen Arbeitsstoffen durchgeführt und können dabei Beschäftigte gefährdet werden, gelten hinsichtlich der stofflichen Gefährdungen an diesen Arbeitsplätzen die Vorschriften nach der Gefahrstoffverordnung oder der Biostoffverordnung einschließlich der entsprechenden Technischen Regeln.

ALB
HESSEN

Arbeitsgemeinschaft für
Rationalisierung, Landtechnik
und Bauwesen in der Land-
wirtschaft Hessen e. V.

31.10.2018
Folie: 14

Lüftung und Kühlung von
Gebäuden als Zukunftsaufgabe

IDEE-SEEGER
Ingenieurbüro Der Energie Effizienz

Lüftung – Nicht-Wohngebäude gesetzliche Grundlagen – ASR A3.6

Tabelle 1: CO₂-Konzentration in der Raumluft

CO ₂ -Konzentration [ml/m ³] bzw. [ppm]	Maßnahmen
<1000	Keine weiteren Maßnahmen (sofern durch die Raumnutzung kein Konzentrationsanstieg über 1000 ppm zu erwarten ist)
1000-2000	- Lüftungsverhalten überprüfen und verbessern - Lüftungsplan aufstellen (z. B. Verantwortlichkeiten festlegen) - Lüftungsmaßnahme (z. B. Außenluftvolumenstrom oder Luftwechsel erhöhen)
>2000	weitergehende Maßnahmen erforderlich (z. B. verstärkte Lüftung, Reduzierung der Personenzahl im Raum)

Lüftung – Nicht-Wohngebäude Außenluftvolumen – Heizleistung

T _{ein}	- 10,00	- 10,00	- 10,00	- 10,00	- 5,00	- 5,00	- 5,00	- 5,00
T _{aus}	5,00	10,00	15,00	20,00	5,00	10,00	15,00	20,00
delta t	15,00	20,00	25,00	30,00	10,00	15,00	20,00	25,00
m ³ /h	kW							
500	2,69	3,58	4,48	5,38	1,79	2,69	3,58	4,48
1.000	5,38	7,17	8,96	10,75	3,58	5,38	7,17	8,96
1.500	8,06	10,75	13,44	16,13	5,38	8,06	10,75	13,44
2.000	10,75	14,33	17,92	21,50	7,17	10,75	14,33	17,92
2.500	13,44	17,92	22,40	26,88	8,96	13,44	17,92	22,40
5.000	26,88	35,83	44,79	53,75	17,92	26,88	35,83	44,79
10.000	53,75	71,67	89,58	107,50	35,83	53,75	71,67	89,58
15.000	80,63	107,50	134,38	161,25	53,75	80,63	107,50	134,38
20.000	107,50	143,33	179,17	215,00	71,67	107,50	143,33	179,17
25.000	134,38	179,17	223,96	268,75	89,58	134,38	179,17	223,96
30.000	161,25	215,00	268,75	322,50	107,50	161,25	215,00	268,75
35.000	188,13	250,83	313,54	376,25	125,42	188,13	250,83	313,54
40.000	215,00	286,67	358,33	430,00	143,33	215,00	286,67	358,33
45.000	241,88	322,50	403,13	483,75	161,25	241,88	322,50	403,13
50.000	268,75	358,33	447,92	537,50	179,17	268,75	358,33	447,92

Lüftung – Kühlung

- Freie Nachtkühlung
- Erdwärmetauscher
- Adiabate Kühlung
- Klimakompressor
- Absorptionskälte

Lüftung – Kühlung gesetzliche Grundlage

Ausgabe: Juni 2010
zuletzt geändert GMBI 2018, S. 474

Technische Regeln für Arbeitsstätten	Raumtemperatur	ASR A3.5
--	----------------	----------

4.4 Arbeitsräume bei einer Außenlufttemperatur über +26 °C

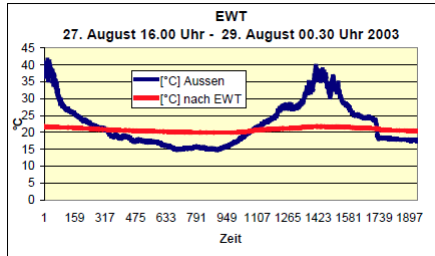
(1) Wenn die Außenlufttemperatur über +26 °C beträgt und unter der Voraussetzung, dass geeignete Sonnenschutzmaßnahmen nach Punkt 4.3 verwendet werden, sollen beim Überschreiten einer Lufttemperatur im Raum von +26 °C zusätzliche Maßnahmen, z. B. nach Tabelle 4, ergriffen werden. In Einzelfällen kann das Arbeiten bei über +26 °C zu einer Gesundheitsgefährdung führen, wenn z. B.:

- schwere körperliche Arbeit zu verrichten ist,
- besondere Arbeits- oder Schutzbekleidung getragen werden muss, die die Wärmeabgabe stark behindert oder
- hinsichtlich erhöhter Lufttemperatur gesundheitlich Vorbelastete und besonders schutzbedürftige Beschäftigte (z. B. Jugendliche, Ältere, Schwangere, stillende Mütter) im Raum tätig sind.

In solchen Fällen ist über weitere Maßnahmen anhand einer angepassten Gefährdungsbeurteilung zu entscheiden.

(2) Bei Überschreitung der Lufttemperatur im Raum von +30 °C müssen wirksame Maßnahmen gemäß Gefährdungsbeurteilung (siehe Tabelle 4) ergriffen werden, welche die Beanspruchung der Beschäftigten reduzieren. Dabei gehen technische und organisatorische gegenüber personenbezogenen Maßnahmen vor.

Lüftung – Kühlung Erdwärmetauscher



Quelle: www.komfortlüftung.at



Quelle: www.komfortlüftung.at

ALB
HESSEN

Arbeitsgemeinschaft für
Rationalisierung, Landtechnik
und Bauwesen in der Land-
wirtschaft Hessen e. V.

31.10.2018
Folie: 19

Lüftung und Kühlung von
Gebäuden als Zukunftsaufgabe

IDEE-SEEGER
Ingenieurbüro Der Energie Effizienz

Lüftung – Kühlung adiabate Kühlung



ALB
HESSEN

Arbeitsgemeinschaft für
Rationalisierung, Landtechnik
und Bauwesen in der Land-
wirtschaft Hessen e. V.

31.10.2018
Folie: 20

Lüftung und Kühlung von
Gebäuden als Zukunftsaufgabe

IDEE-SEEGER
Ingenieurbüro Der Energie Effizienz

Lüftung – Kühlung Absorptionskälte

EAW

Funktionsweise der Absorptionskälteanlage
WEGRACAL SE

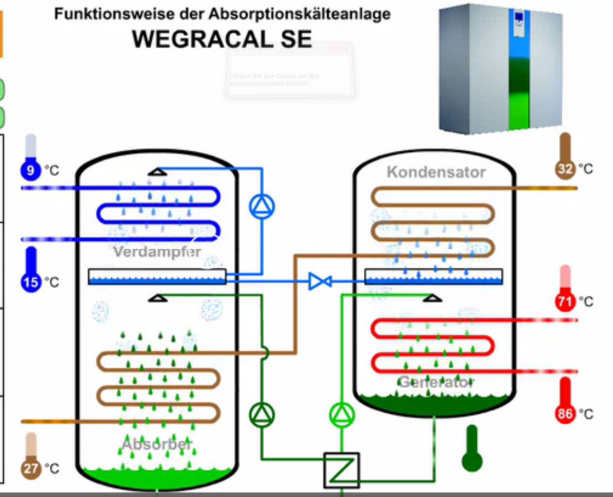
Abspielen
Pause

Ausdampfen des Kältemittels durch Zufuhr von **Heizwasser** im Generator. Kältemittelarme Lösung sammelt sich im Sumpf des Generators.

Der Kältemitteldampf wird kondensiert. Die freiwerdende Wärme wird an das **Kühlwasser** abgegeben.

Das verflüssigte Kältemittel wird über den **Verdampfer** verrieselt. Beim Verdampfen wird dem **Kaltwasserkreis** Wärme entzogen, wodurch dieser abkühlt.

Absorption des Kältemitteldampfes durch die verrieselte **arme Lösung**. **Kältemittelreiche Lösung** sammelt sich im Sumpf des Absorbers.



Quelle: <http://www.eaw-energieanlagenbau.de/absorber-akm.html>

ALB HESSEN
Arbeitsgemeinschaft für
Rationalisierung, Landtechnik
und Bauwesen in der Land-
wirtschaft Hessen e. V.

31.10.2018
Folie: 21

Lüftung und Kühlung von
Gebäuden als Zukunftsaufgabe

IDEE-SEEGER
Ingenieurbüro Der Energie Effizienz

Kühlung

Gehören Lüftung und Kühlung zwangsläufig zusammen?



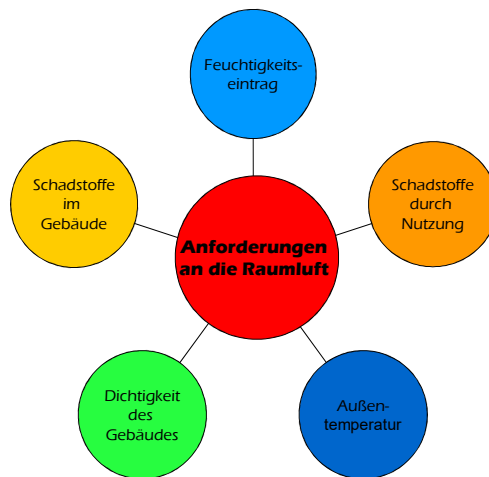
ALB HESSEN
Arbeitsgemeinschaft für
Rationalisierung, Landtechnik
und Bauwesen in der Land-
wirtschaft Hessen e. V.

31.10.2018
Folie: 22

Lüftung und Kühlung von
Gebäuden als Zukunftsaufgabe

IDEE-SEEGER
Ingenieurbüro Der Energie Effizienz

Lüftung und Kühlung von Gebäuden als Zukunftsaufgabe?



...vor allem durch
den **Klimawandel**
wird die **Kühlung** zur
Zukunftsaufgabe!

ALB
HESSEN

Arbeitsgemeinschaft für
Rationalisierung, Landtechnik
und Bauwesen in der Land-
wirtschaft Hessen e. V.

31.10.2018
Folie: 23

Lüftung und Kühlung von
Gebäuden als Zukunftsaufgabe

IDEE-SEEGER
Ingenieurbüro Der Energie Effizienz