



24.09.2021

013_WRG bei RLT

Ansprechpartner:



Inhalt

A Fragestellung	3
B Entwurf der Rechtsverordnung der Energieabteilung	4
C Bearbeitung der Fragestellungen	7
C.1 Fragestellungen aus der textlichen Ausarbeitung	7
C.1.1 Gibt es Gebäude, bei denen zwangsweise oder üblicherweise Lüftungsanlagen eingebaut sind, die die untenstehenden Anforderungen erfüllen?	7
C.1.2 Welcher Wärmerückgewinnungsgrad kann gefordert werden?	7
C.1.3 Ist die Definition der anrechenbaren, rückgewonnenen Wärmemenge angemessen?	10
C.1.4 Sind Nutzungsprofile außerhalb der DIN V 18599-10 zu definieren?	10
C.1.5 Sollte der Lüftungs-Nennvolumenstrom auf die NGF (m ²) oder das beheizte Volumen V _e (m ³) bezogen werden?	10
C.2 Grundsätzliche Fragestellungen	10
C.2.1 Vergleichbarkeit des Beitrags zur Zielerfüllung im Verhältnis zur EE-Pflicht und den weiteren Ersatzmaßnahmen	10
C.2.2 Angemessenheit der gewählten Parameter	11
C.2.3 Detailgrad der Regelung im Verhältnis zu den weiteren Ersatzmaßnahmen	11
C.2.4 Eindeutigkeit	11
C.2.5 Praxistauglichkeit	12
D Zusammenfassung	12
E Literaturverzeichnis	13

A Fragestellung


„Das Hamburger Klimaschutzgesetz sieht eine Nutzungspflicht von Erneuerbaren Energien vor und öffnet in §18 die Möglichkeit von Ersatzmaßnahmen. Details sind in der Umsetzungsverordnung geregelt. Bei der Überarbeitung des Gesetzes ist es geplant, die anrechenbaren Ersatzmaßnahmen um die Effizienzmaßnahme „Wärmerückgewinnung bei Lüftungsanlagen“ zu erweitern. Auch hierzu müssten Details in einer Rechtsverordnung geregelt werden.

Hierzu hat die Energieabteilung einen Entwurf erstellt, der sich an der Regelung aus Baden-Württemberg orientiert.

Der Entwurf ist zu prüfen auf

- Vergleichbarkeit des Beitrags zur Zielerfüllung im Verhältnis zur EE-Pflicht und den weiteren Ersatzmaßnahmen
- Angemessenheit der gewählten Parameter
- Detailgrad der Regelung im Verhältnis zu den weiteren Ersatzmaßnahmen
- Eindeutigkeit
- Praxistauglichkeit

Weiterhin sind die im Dokument gestellten Fragen zu beantworten.

Werte / Parameter können gerne bzw. bevorzugt in Bereichen, z.B. üblich, ambitioniert, oder „nach GEG, nach EH55, nach BEG EM etc.“ angegeben werden.“ 

B Entwurf der Rechtsverordnung der Energieabteilung

„Die Pflicht nach § 17 Absatz 1 HmbKliSchG kann durch den Einsatz einer Wärmerückgewinnungsanlage in Lüftungsanlagen erfüllt werden, soweit

1. der Wärmerückgewinnungsgrad der Anlage mindestens 70 Prozent beträgt sowie
2. die Leistungszahl, die aus dem Verhältnis von der aus der Wärmerückgewinnung stammenden und genutzten Wärme zum Stromeinsatz für den Betrieb der Wärmerückgewinnungsanlage ermittelt wird, mindestens 10 beträgt.

Für eine vollständige Pflichterfüllung muss die anrechenbare rückgewonnene Wärmemenge mindestens 15 Prozent des jährlichen Wärmeenergiebedarfs decken. Eine anteilige Pflichterfüllung ist möglich.

Die anrechenbare rückgewonnene Wärmemenge ist definiert als die Summe der rückgewonnenen Wärmemenge abzüglich des dreifachen Stromaufwands zum Betrieb der Wärmerückgewinnungsanlage.

Die anrechenbare rückgewonnene jährliche Wärmemenge ist

- a) nach anerkannten Regeln der Technik zu berechnen, wobei die angesetzten Betriebszeiten von Lüftungsanlagen die Betriebszeiten nicht überschreiten dürfen, die in den DIN V 18599-10 als Nutzungsprofile angegeben sind, oder
- b) kann pauschal durch Multiplikation des mittleren Betriebsvolumenstroms der Lüftungsanlage (Außenluftstrom der Zuluft) während der Heizzeit von Anfang Oktober bis Ende April mit dem Faktor 13 Kilowattstunden pro Jahr und Kubikmetern pro Stunde ermittelt werden, wenn

bei Wohngebäuden

- die von der Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung belüftete Nettogrundfläche maximal 1000 Quadratmeter beträgt [kann ggf. für Wohngebäude entfallen],
- der Lüftungs-Nennvolumenstrom mit höchstens neun [wohl max. Luftwechsel aus DIN 12831 von 3,6 1/h mit 2,5 m Deckenhöhe, besser: 2,5 m³/h, aus DIN 1946-6 abgeleitet für Intensivlüftung bei kleinster WE=höchster Bedarf, aufgerundet von 2,33 m³/h, ggf. für höhere Decken noch etwas weiter aufrunden, z.B. 3,0 m³/h] Kubikmetern pro Stunde und Quadratmeter belüfteter Nettogrundfläche angesetzt wird, und
- der mittlere Betriebsvolumenstrom der Lüftungsanlage während der Heizzeit von Anfang Oktober bis Ende April höchstens bis zum Anteil 1,0 des nach Buchstabe b) ansetzbaren Lüftungs- Nennvolumenstroms angesetzt wird.

bei Nichtwohngebäuden

- die von der Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung belüftete Nettogrundfläche maximal 1000 Quadratmeter beträgt,
- der Lüftungs-Nennvolumenstrom mit höchstens neun Kubikmetern pro Stunde und Quadratmeter belüfteter Nettogrundfläche angesetzt wird, und

- der mittlere Betriebsvolumenstrom der Lüftungsanlage während der Heizzeit von Anfang Oktober bis Ende April höchstens bis zu folgenden Anteilen des nach Buchstabe b) ansetzbaren Lüftungs- Nennvolumenstroms angesetzt wird:
 - für Wohnbereiche (Anteil in einem Nichtwohngebäude): 1,0,
 - für Bürobereiche: 0,37,
 - für Klassenzimmer in Schulen; Gruppenräume in Kindergärten: 0,2.

Im Übrigen sind maximal die in DIN V 18599-10 für die jeweilige Nutzung angegebenen Betriebszeiten der Lüftungsanlage anzusetzen.

Begründung

Allgemein

Der Einbau einer hocheffizienten Wärmerückgewinnungsanlage in Lüftungsanlagen ist eine Erfüllungsoption, die die Zielerreichung des HmbKliSchG unterstützt. Die rückgewonnene Wärmemenge abzüglich des dreifachen Stromaufwands zum Betrieb der Wärmerückgewinnungsanlage muss mindestens 15 % des jährlichen Wärmeenergiebedarfs für eine vollständige Pflichterfüllung oder bis zu 15 % für eine anteilige Pflichterfüllung decken.

Der Wärmerückgewinnungsgrad der Anlage muss außerdem mindestens 70 % und das Verhältnis von der aus der Wärmerückgewinnung stammenden und genutzten Wärme zu Stromeinsatz für den Betrieb der Wärmerückgewinnungsanlage mindestens 10:1 betragen. Für die Ermittlung der anrechenbaren rückgewonnenen Wärme bietet das Gesetz einen vereinfachten Nachweis an.

Begründung für den Abzug des dreifachen Stromaufwands

CO₂ bzw. Primärenergie für Wärme vs. Strom / Wertigkeit des Energieträgers

... für den Wärmerückgewinnungsgrad und Leistungszahl

Nur angemessen Effiziente Anlagen sollen anerkannt werden.

... Berechnung

1. Nach anerkannten Regeln der Technik
2. Vereinfacht, bestimmt auf Grundlage des Potentials:

Nicht für Lüftungsanlagen, die max. 1000 m² belüften, für größere ist eine individuelle Berechnung angemessen.

Nur bei Anlagen, die innerhalb des Erwartungsbereichs des Luftwechsels liegen.

Nur für Anlagen, die die üblichen Nutzungszeiten einhalten.

Herleitung bzw. Plausibilisierung der vereinfachten Rechenregel, Beispiel Wohngebäude.

Raumhöhe 2,5 m,

Luftwechsel angenommen 0,4 1/h

Erforderlicher permanenter Außenluftvolumenstrom dafür $1 \text{ m}^2 \times 2,5 \text{ m} \times 0,4 \text{ 1/h} = 1 \text{ m}^3/\text{h}$

T_a im Schnitt: 6°C

T_i im Schnitt: 20°C

Wärmekapazität: 0,36 Wh/m³K (fast trocken)

Und die Heizperiode 6 Monate.

Lüftung ohne Wärmerückgewinnung:

$$1 \text{ m}^3/\text{h} \times (20-6) \text{ K} \times 0,36 \text{ Wh/m}^3 \times 24\text{h/Tag} \times 30 \text{ Tage/Monat} \times 6 \text{ Monate} = \text{ca. } 21 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Lüftung mit 75% WRG

$$21 \text{ kWh/a} \times (1-0,75) = \text{ca. } 5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

>>> 15 kWh/m²a Wärme eingespart

Stromverbrauch (Lüfter 0,2 + sonst. 0,1):

$$0,3 \text{ Wh/m}^3 \times 2 \times 24\text{h/Tag} \times 30 \text{ Tage/Monat} \times 6 \text{ Monate} = 1,3 \text{ kWh/m}^2\text{a} \text{ Stromverbrauch zusätzlich im Heizzeitraum“ (Hamburg, 2021)}$$

C Bearbeitung der Fragestellungen

C.1 Fragestellungen aus der textlichen Ausarbeitung

C.1.1 Gibt es Gebäude, bei denen zwangsweise oder üblicherweise Lüftungsanlagen eingebaut sind, die die untenstehenden Anforderungen erfüllen?

„Hintergrund: wir überlegen, ob es Ausnahmen von der Anerkennung geben sollte, wir möchten vermeiden, dass z.B. gesetzliche oder weitere Anforderungen sowieso oder üblicherweise eine RLT mit WRG bedingen und diese nun zusätzlich als EE-Pflichterfüllung gilt.“

Üblich bzw. notwendig sind Lüftungsanlagen vor allem in Gebäuden bzw. Gebäudebereichen mit hoher Belegungsdichte, da dort die Raumlufthygiene durch Fensterlüftung nicht ausreichend sichergestellt werden kann oder bei Gebäuden mit speziellen Hygiene- oder Sicherheitsanforderungen (z.B. Labore). Sofern der geforderte Wärmerückgewinnungsgrad über den gesetzlichen Anforderungen aus Tabelle 1 liegt, würde auch bei diesen Gebäuden eine Effizienzsteigerung erreicht, die eine Wertung als Ersatzmaßnahme zur Pflichterfüllung rechtfertigen kann. Eine Ausnahmenregelung würde hier nur zu einer Verkomplizierung führen und Anreizpunkte verpassen.

Tabelle 1: Übersicht der Rechtsgrundlagen mit Angaben zur Wärmerückgewinnung

Rechtsgrundlage	Wärmerückgewinnungsgrad	
	Wohngebäude	Nicht-Wohngebäude
GEG (Deutschland B. , 2020) H3 - geforderte Norm: DIN EN 13053 (Din, 2007)	≥ 40% bis 68%, je nach Laufzeit und Luftvolumenstrom	
Novelle: DIN EN 13053 (Din V. , 2020)	-	≥ 65%
DIN 18599-6 (DIN V. , 2018)	Standardwert 60%, Verbesselter Standardwert 80%, anzusetzen, wenn keine Planung vorliegt	
BEG (BmWi, 2021)	Keine zusätzliche Anforderung und in der Sanierung auch keine generelle Forderung einer Lüftungsanlage	
Ökodesign-Richtlinie (Parlament, 2009)	Kreislaufverbundsysteme 68%, andere WRG-Systeme 73%	

Im Wohnbereich sind vorzugsweise Gebäude, die eine hohe Energieeffizienz und damit auch Förderung erreichen wollen, mit Lüftungsanlagen ausgestattet. Diese können dort als Effizienzhaus bereits BEG-gefördert werden, wodurch eine höhere Effizienz der Wärmerückgewinnung als erhöhte Anforderung auch hier sinnvoll wäre.

C.1.2 Welcher Wärmerückgewinnungsgrad kann gefordert werden?

Seit 2018 liegen die auf europäischer Ebene verbindlich einzuhaltenden Anforderungen der ErP-Regelungen („Ökodesign-Richtlinie“) bei ≥ 68 % für Kreislaufverbundsysteme und

≥ 73 % für andere WRG-Systeme. Die Mindestanforderung sollte höher liegen, da die Einhaltung dieser Anforderungen in jedem Fall obligatorisch ist.

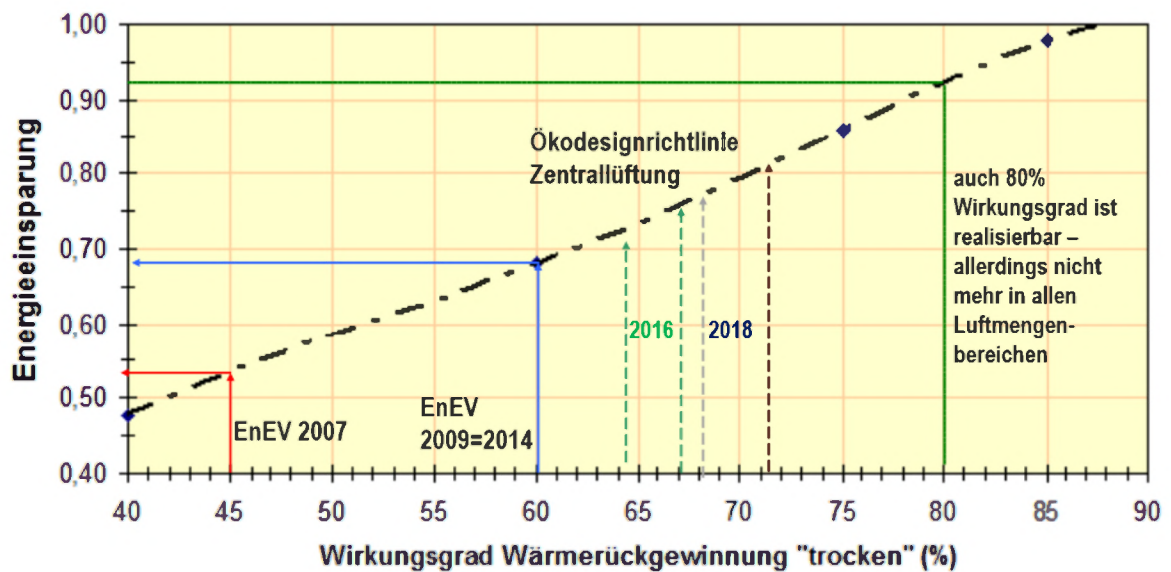


Abbildung 1: Entwicklung der gesetzlichen Anforderungen an die Mindest-Energieeffizienz von Lüftungsgeräten (Törpe, 2016)

Abbildung 1 zeigt den Verlauf, aber auch den vom Autor aufgezeigten Grenzbereich des Wirkungsgrades. Im Bereich der 80 % wird deutlich, dass durch hohe Wirkungsgrade höhere Druckverluste im Wärmetauscher entstehen können, die die Luftmengen reduzieren oder zu einer größeren Dimensionierung führen, weshalb die Forderungen ambitioniert im Bereich dieser Grenze anzuordnen wären.

Orientiert an der Ökodesign-Richtlinie (Parlament, 2009) lassen sich übliche, moderate und ambitionierte Forderungen ableiten, die in Tabelle 2 dargestellt sind.

Tabelle 2: Übersicht der verschiedenen Umgangsmöglichkeiten mit Anrechnung der WRG in Gesetzestexten aus Projekten der eec

Forderungen	Kreislaufverbundsysteme	andere WRG-Systeme
Ökodesign-Richtlinie (Parlament, 2009)	68%	73%
üblich	70%	75%
moderate	75%	80%
ambitioniert	80%	85%

Die Maßgabe der Leistungszahl aus dem GEG (Deutschland B. , 2020) Abschnitt 4 erfüllen Geräte, die gemäß der DIN 4719 eine E-Klassifizierung aufweisen, automatisch, so dass ein höherer Anspruch an die Effizienz anzuraten wäre.

Bei einem Vergleich der rechnerischen Bedarfe, mit optimalem Nutzerverhalten und optimal funktionierender WRG (18,7 % Heizwärmebedarfsersparnis), gegenüber den realen Einsparungen (2,4 % Heizwärmebedarfsersparnis) und Verbräuchen in einem Forschungsprojekt der Gemeinnützigen Bau- und Mietergenossenschaft Zürich, ergeben sich

große Diskrepanzen. Daraus lassen sich Rückschlüsse für die generelle Empfehlung einer Lüftungsstrategie beim Vergleich zwischen Fensterlüftung und kontrollierter Wohnungslüftung mit WRG ziehen. (Kevin Knecht, 2019)

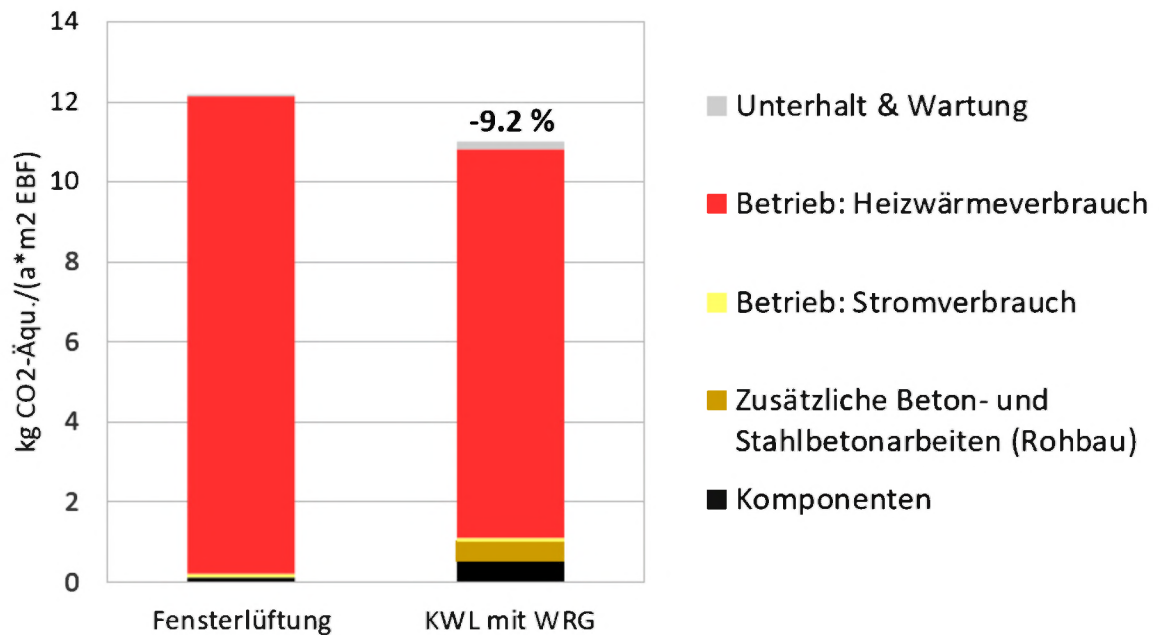


Abbildung 2: Vergleich von Fensterlüftung und kontrollierter Wohnungslüftung mit WRG in Zusammenspiel mit einer Gasheizung und optimalem Nutzerverhalten und optimal funktionierender WRG (Kevin Knecht, 2019)

Abbildung 2 zeigt eine geringe CO₂-Einsparung unter optimalen Verhältnissen bei Einsatz eines fossilen Wärmeerzeugers. Wohingegen beim Einsatz von Erdwärmesonden-Wärmepumpen, wie in Abbildung 3 erkennbar, ein höherer CO₂-Ausstoß zu erwarten ist.

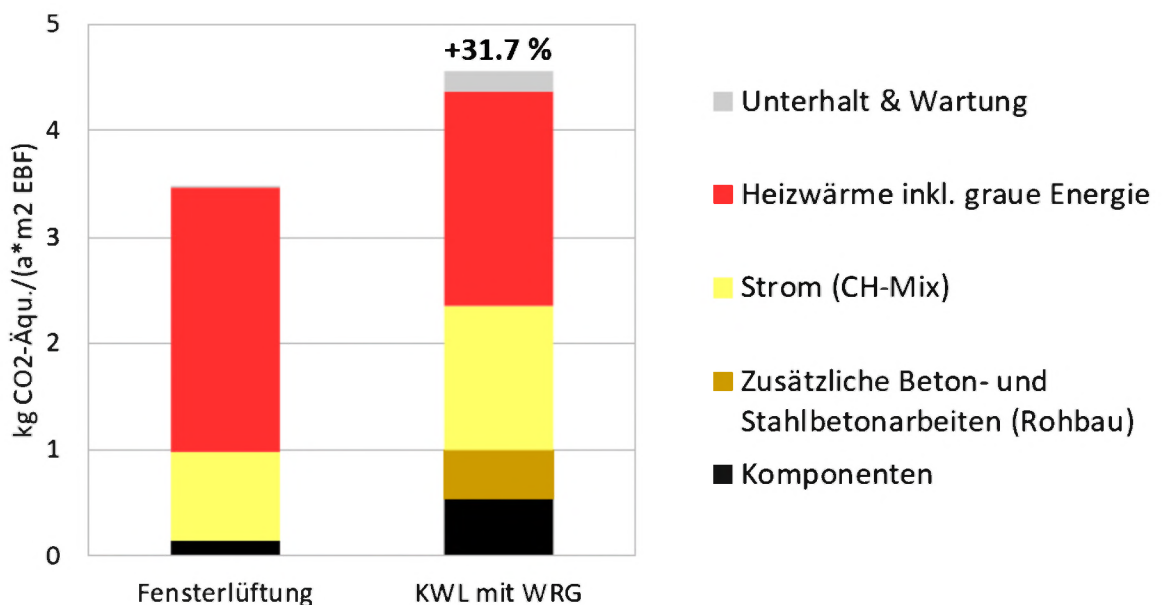


Abbildung 3: Vergleich von Fensterlüftung und kontrollierter Wohnungslüftung mit WRG in Zusammenspiel mit Erdwärmesonden-Wärmepumpen und optimalem Nutzerverhalten und optimal funktionierender WRG (Kevin Knecht, 2019)

Dies bestätigt sich noch deutlicher in der finanziellen Betrachtung, die in keinem Szenario der Untersuchung positiv für die KWL mit WRG ausfällt.

Dies zeigt, dass eine WRG mit hoher Effizienz notwendig ist um generell einen sinnvollen Einsatz rechtfertigen zu können.

C.1.3 Ist die Definition der anrechenbaren, rückgewonnenen Wärmemenge angemessen?

„Die anrechenbare rückgewonnene Wärmemenge ist definiert als die Summe der rückgewonnenen Wärmemenge abzüglich des dreifachen Stromaufwands zum Betrieb der Wärmerückgewinnungsanlage.“ Frage dazu: „Ist das eine angemessene Größenordnung oder sollte der PEF z.B. aus dem GEG (1,8) genommen werden?“

Zur Darstellung des Anlagenaufwandes mit Erstellung, Wartung und Instandhaltung ist ein höherer Faktor sinnvoll, als der aktuellste PEF, auch um zu hohe Luftmengen und Anlagendimensionen gegenüber höherer Effizienz nicht bevorzugen.

C.1.4 Sind Nutzungsprofile außerhalb der DIN V 18599-10 zu definieren?

Die DIN V 18599-10 (DIN, 2018) umfasst 41 übliche Nutzungen. Eine Definition weiterer Nutzungsprofile ist nicht notwendig.

C.1.5 Sollte der Lüftungs-Nennvolumenstrom auf die NGF (m^2) oder das beheizte Volumen V_e (m^3) bezogen werden?

Anzuraten ist ein Flächenbezug, da dadurch eine übermäßige Raumhöhe nicht positiv bewertet wird.

Der angegebene maximale Luftwechsel von $9 \text{ m}^3/(\text{m}^2\text{h})$ für Wohngebäude erscheint außerdem relativ hoch. Dies entspricht bei einer Raumhöhe von 2,50 m einem 3,6-fachen Luftwechsel. Zum Vergleich: Bei Laboren liegt der Luftwechsel in der Regel bei maximal 8 h^{-1} .

C.2 Grundsätzliche Fragestellungen

C.2.1 Vergleichbarkeit des Beitrags zur Zielerfüllung im Verhältnis zur EE-Pflicht und den weiteren Ersatzmaßnahmen

Die Anerkennung der Wärmerückgewinnung wird in den verschiedenen Quellen sehr unterschiedlich behandelt. Von einem vollkommenen Ausschluss als Ersatzmaßnahme nach BEG bis hin zu einer Anerkennung in beiden Bereichen des GEG.

Eine Anerkennung als Ersatzmaßnahme hätte das Potenzial Lüftungswärmeenergie gezielt zurückzuführen. Dieses Potenzial muss mit einem Erstellungsaufwand für die Anlage und für dessen Betrieb erwirtschaftet werden, sodass die Maßnahme einen rentablen Umfang darstellen muss, der auch diese Faktoren mitbetrachtet.

Tabelle 3: Übersicht der verschiedenen Umgangsmöglichkeiten mit Anrechnung der WRG in Gesetzestexten

Rechtsgrund- lage	Anwendungsbereich	
	Wohngebäude	Nichtwohngebäude
GEG (Deutschland B. , 2020)	Wärme- und Kälteenergiebedarf des zu sanierenden Gebäudes zu mindestens 50 Prozent decken	
BEG (BmWi, 2021)	keine Möglichkeit	
EEWärmeG (Deutschland, 2009)	Wärme- und Kälteenergiebedarf zu mindestens 50 Prozent decken (für Neubau)	
EWärmeG (Baden- Württemberg, 2015)	keine Möglichkeit	Die rückgewonnene Wärmemenge abzüglich des dreifachen Stromaufwands zum Betrieb der Wärmerückgewinnungsanlage muss mindestens 15 Prozent des jährlichen Wärmeenergiebedarfs decken

Die Anrechnung Baulicher Maßnahmen verhindert einen Wärmeverlust von 15 % und ist somit vergleichbar zu der Einsparung von Wärmeverlusten über die Lüftungsanlage, da deren technischer Aufwand durch die Zusatzbedingung des Energieeinsatzes angepasst wird.

C.2.2 Angemessenheit der gewählten Parameter

Der geforderter Wärmerückgewinnungsgrad ist, wie in Kapitel C.1.2 aufgezeigt, anzuheben, um reine Mitnahmeeffekte zu vermindern und einen ökologischen Einfluss zu erbringen.

Der maximale Lüftungs-Nennvolumenstrom wäre im entscheidenden Winterfall bei Wohngebäuden zu hoch, wie Kapitel C.1.5 zeigt.

C.2.3 Detailgrad der Regelung im Verhältnis zu den weiteren Ersatzmaßnahmen

Durch mögliche höhere Ansprüche an die Effizienz der Anlagen können Beschränkungen der Quadratmeterzahl oder der Luftmengen insbesondere im Wohnungsbau entfallen. Dort sind auch vereinfachte Berechnungen zuzulassen, da eine Nutzung rund um die Uhr angesetzt und kein industrieller Schwankungsbereich der Nutzung gesehen wird. Dadurch kann eine einfache Verständlichkeit erreicht werden.

C.2.4 Eindeutigkeit

Die Texte sind eindeutig formuliert und auch die Luftwechsel Grenzen verständlich dargelegt.

In der Begründung in Kapitel B verneint das oberhalb der Berechnung eingebrachte „Nicht“ falscher Weise die Anwendung auf Anlagen mit einer Bezugsfläche von maximal 1000 m².

C.2.5 Praxistauglichkeit

Eine Nachrüstung einer Lüftungsanlage ist ein finanziell und bautechnisch aufwändiges Unterfangen. Als Ersatzmaßnahme wird somit eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung in üblichen Fällen nur herangezogen, wenn diese im Zuge einer Umnutzung betriebsbedingt notwendig oder als Bestandsanlage mit saniert wird.

Als Sowieso-Maßnahme liegt dann die Chance der möglichen Ersatzmaßnahme bei einer deutlichen Steigerung der Effizienz dieser, weshalb höhere Anforderungen ratsam wären.

In Wohngebäuden sind Lüftungsanlagen hauptsächlich in strengeren Effizienzhaus-Klassen vorzufinden, werden dort bereits BEG-gefördert und benötigen dadurch einen höheren Anspruch, um die Hürde ökologisch lohnenswert zu gestalten.

D Zusammenfassung

In der Betrachtung konnte gezeigt werden, dass die vorliegende Ersatzmaßnahme keine Planungsentscheidung beeinflussen wird und somit von ihr ein Anreiz für eine höhere Effizienz der Wärmerückgewinnung ausgehen sollte, um einen zusätzlichen Nutzen zu erzielen.

Eine Anrechnung rein für Nichtwohngebäude wäre denkbar, da hier der Anteil der Lüftungsanlagen überwiegt. Auch eine einheitliche Entscheidung für oder gegen den Einsatz als Ersatzmaßnahme erscheint schlüssig.

Generelle Anreize zur Einsparung von Energie und CO₂ sind sehr erstrebenswert. Bei der Verwendung von Lüftungsanlagen können diese Einsparungen jedoch durch Fehlbedienungen oder falsche Einstellungen verfehlt werden. Deshalb wäre aus unserer Sicht eine Verknüpfung dieser Ersatzmaßnahme mit der Prüfung und Installation von Photovoltaik anzudenken, um den hohen Energieeinsatz einer Lüftungsanlage mit Umweltenergien zu decken.

E Literaturverzeichnis

- Baden-Württemberg, L. (2015). *Erneuerbare-Wärme-Gesetz*.
- BmWi. (2021). *Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude*. Bonn: Bundesanzeiger.
- Deutschland. (2009). *Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz - Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich*. Bonn: Bundesanzeiger.
- Deutschland, B. (2020). *Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz –GEG)*. Bonn: Bundesgesetzblatt.
- Din. (2007). DIN EN 13053: Lüftung von Gebäuden - Zentrale raumluftechnische Geräte - Leistungskennndaten für Geräte, Komponenten und Baueinheiten. Beuth.
- DIN. (2018). DIN V 18599-10 - Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung – Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten. Beuth.
- DIN, V. (September 2018). DIN V 18599-6: Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 6: Endenergiebedarf von Lüftungsanlagen. Beuth.
- Din, V. (Mai 2020). DIN EN 13053: Lüftung von Gebäuden - Zentrale raumluftechnische Geräte - Leistungskennndaten für Geräte, Komponenten und Baueinheiten.
- Hamburg, E. (2021). Rechtsverordnung der Energieabteilung.
- Kevin Knecht, D. S. (2019). *Vergleich der beiden Lüftungskonzepte*. Zürich.
- Parlament, E. (21. Oktober 2009). RICHTLINIE 2009/125/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 21. Oktober 2009 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte. Amtsblatt der Europäischen Union.

Törpe, M. (Februar 2016). Gesetzliche Anforderungen an die Mindest-Energieeffizienz von Lüftungsgeräten in Europa. AL-KO.