

DIPLOMARBEIT

Energiepolitik und Bauvorschriften in Schweden, Dänemark
und Norwegen: Ein Vergleich der Anforderungen an Gebäude,
regenerative Energienutzung und Energieverbrauchsnachweise

Energy Policy and Building Regulations in Sweden, Denmark and Norway: A Com-
parison of Requirements for Buildings, Renewable Energy Use and Energy Con-
sumption Certificates

Jennifer Sadlok B.Sc.

Matrikelnummer: 4818821

TU Dresden, Fakultät Architektur, Institut für Bauklimatik

Hochschullehrerin: Frau Dr.-Ing. P.Freudenberg

Termin der Abgabe: Dresden, 01.März 2024



Arbeit: Diplomarbeit (Bauingenieurwesen)

Student: Jennifer Sadlok (Matr.-Nr.: 4818821)

Titel (Deutsch): "Energiepolitik und Bauvorschriften in Schweden, Dänemark und Norwegen: Ein Vergleich der Anforderungen an Gebäude, regenerative Energienutzung und Energieverbrauchsnachweise"

Titel (Englisch): "Energy Policy and Building Regulations in Sweden, Denmark and Norway: A Comparison of Requirements for Buildings, Renewable Energy Use and Energy Consumption Certificates"

Aufgabenstellung:

Im Rahmen dieser Diplomarbeit soll eine tiefgreifende Analyse und ein Vergleich der Energiepolitik und Bauvorschriften in Schweden, Dänemark und Norwegen durchgeführt werden. Angesichts der wachsenden Bedeutung der europäischen Energie- und Klimaziele ist es von entscheidender Bedeutung, die spezifischen Herangehensweisen und Regelungen in diesen skandinavischen Ländern, vor dem Hintergrund ihres klimatischen und kulturellen Kontextes, zu verstehen und zu bewerten. Aus diesen Erkenntnissen können sich auch Schlussfolgerungen in Bezug auf die deutschen Regularien zum Energiebedarf von Gebäuden ergeben.

Die Diplomarbeit wird sich auf folgende Kernfragen konzentrieren:

- Welche spezifischen Anforderungen bezüglich des Gebäudeenergiebedarfs, insbesondere im Hinblick auf Heizenergie und die Nutzung regenerativer Energien, existieren in den genannten Ländern?
- Wie berücksichtigen diese Anforderungen die Energieversorgungsstruktur und die geografischen bzw. meteorologischen Besonderheiten der jeweiligen Länder?
- Wie werden energiesparendes Bauen und die Nutzung regenerativer Energien durch Gesetze und Verordnungen in diesen Ländern gefördert und reguliert?

Es wird erwartet, dass diese Diplomarbeit ein detailliertes Bild der energiepolitischen und baurechtlichen Landschaft in Schweden, Dänemark und Norwegen zeichnet. Die Ergebnisse sollen Unterschiede und Gemeinsamkeiten in den Ansätzen der Länder aufzeigen und ihre Wirksamkeit im Kontext der europäischen Ziele bewerten. Die Arbeit soll

wertvolle Einsichten für die Weiterentwicklung der Energieeffizienz und der Nutzung erneuerbarer Energien im Bauwesen liefern. Besondere Fragestellungen wie z.B. die Art und Sinnhaftigkeit der Nachweisführung, z.B. Referenzgebäudegrenzwerte oder absolute Grenzwerte; Heizperioden- oder Monatsbilanz- oder Simulationsverfahren, könnten ggf. zusätzlich betrachtet werden.

Arbeitsschritte

- Ermittlung nationaler Grundlagen: Untersuchung der geografischen und meteorologischen Bedingungen in Schweden, Dänemark und Norwegen. Analyse der Besonderheiten in der Energieversorgung und der energiepolitischen Rahmenbedingungen in den genannten Ländern. Erfassung relevanter sozioökonomischer und kultureller Faktoren, die die Energiepolitik und Bauvorschriften beeinflussen könnten.
- Datenerfassung und Normenanalyse: Sammlung und Auswertung europäischer sowie nationaler Normen und Verordnungen, die den Gebäudeenergiebedarf, Heizenergie und Nutzung regenerativer Energien betreffen. Systematische Erfassung der gesetzlichen Vorgaben und technischen Anforderungen in den jeweiligen Ländern.
- Vergleichende Analyse ausgewählter Kennwerte: Gegenüberstellung und Bewertung spezifischer Kennwerte wie Luftdichtheit, Heizenergiebedarf und Einsatz regenerativer Energien in den drei Ländern. Analyse der Wirksamkeit und Effizienz der verschiedenen nationalen Vorschriften und Standards.
- Untersuchung der Zusammenhänge zwischen nationalen Vorschriften und Besonderheiten: Bewertung, wie nationale Vorschriften durch geografische, meteorologische und energiepolitische Faktoren beeinflusst werden. Untersuchung der Wechselwirkungen zwischen nationalen Gegebenheiten und den ermittelten Bau- und Energievorschriften.
- Schlussfolgerungen und Vergleich mit deutschen Normen: Ableitung von Schlussfolgerungen aus dem Vergleich und Bewertung der Übertragbarkeit auf die deutsche Normung und Gesetzgebung. Diskussion über die Anwendung und Grenzwerte der Nachweisführung, einschließlich der Untersuchung relativer und absoluter Grenzwerte sowie der verwendeten Verfahren.

Betreuung und Prüfer:

Dr.-Ing. P. Freudenberg (Erstprüfer)

M. A. Bastian Funcke (Zweitprüfer) → Experte energiesparendes Bauen in DL

Termine:

Start:	05.09.2023
Konsultationen	in den ersten vier Wochen im wöchentlichen, danach ggf. im 2-wöchigen Turnus Aktuelle Vereinbarung: Mittwochs 18 Uhr 2-wöchentlich
Zwischenpräsentation:	nicht vorgesehen, dafür Probepäsentation zum Ende der Bearbeitungszeit
Abgabe:	01.03.2024

Sonstiges:

Link für Online-Besprechungen über Zoom:

<https://tu-dresden.zoom-x.de/j/8738042539>

Cloud-Ordner für den Datenaustausch:

<https://datashare.tu-dresden.de/s/c3M2TarbZKwHa4a>

Der Link ist vom Studenten und vom Betreuer für die Bearbeitung zu nutzen. Nach jeder Besprechung ist vom Studenten ein Protokoll zu erstellen und im o.g. Ordner abzuliegen. Eine Vorlage befindet sich bereits im Unterordner „Protokolle“. Ferner befinden sich im Ordner „Aufgabenstellung“ dieses Dokument sowie im Ordner „Schriftfassung“ eine Vorlage für die Projektarbeit im Word-Format.

Dresden, 01.09.2023

Dr.-Ing. P. Freudenberg

INHALTSVERZEICHNIS

Abbildungsverzeichnis.....	III
Tabellenverzeichnis.....	IV
Abkürzungs- und Symbolverzeichnis.....	V
1 Einleitung	1
1.1 Hintergrund der Arbeit	1
1.2 Zielsetzung und Forschungsfragen	2
1.3 Methodische Vorgehensweise	3
1.4 Aufbau der Arbeit	4
2 Energiepolitik und Klimaziele in Europa	5
2.1 Europäisches Klima- und Energiepaket.....	5
2.2 Übereinkommen von Paris	7
2.3 Europäisches Klimagesetz	9
2.4 Erneuerbare-Energien-Richtlinie (EERL).....	10
2.5 Energieeffizienz-Richtlinie (EED)	11
2.6 Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD).....	12
2.7 Governance-Verordnung	14
2.8 Klimaschutzindex.....	16
3 Besonderheiten der skandinavischen Länder	18
3.1 Klimatische Bedingungen der Länder.....	18
3.2 Kulturelle und politische Hintergründe	23
3.3 Vorhandene Energieversorgungsstrukturen.....	25
3.4 Nationale Klimaziele in Norwegen, Schweden und Dänemark.....	30
4 Nachweisverfahren und Anforderungen an den Gebäudeenergiebedarf	36

4.1	Norwegen.....	37
4.2	Schweden.....	44
4.3	Dänemark	50
4.4	Deutschland	56
4.5	Vergleich der Anforderungen der Länder.....	61
5	Förderung des energiesparenden Bauens und der Nutzung regenerativer Energien	66
5.1	Norwegen.....	66
5.2	Schweden.....	70
5.3	Dänemark	71
5.4	Deutschland	72
5.5	Vergleich der Länder	72
6	Zertifizierung von Gebäuden.....	74
6.1	Norwegen.....	74
6.2	Schweden.....	77
6.3	Dänemark	81
6.4	Deutschland	83
6.5	Vergleich der Länder	84
7	Diskussion	85
7.1	Zusammenfassung und Bestimmung von Gemeinsamkeiten und Unterschieden..	85
7.2	Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich der Forschungsfragen	92
7.3	Reflexion der Methodik und Grenzen der Arbeit	97
7.4	Ausblick und Handlungsempfehlung.....	98
7.5	Schlusswort	99
8	Literaturverzeichnis.....	100
9	Selbstständigkeitserklärung.....	109

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Fortschritte der EU bei der Umsetzung der Klima- und Energieziele (5).....	6
Abbildung 2: Der europäische Grüne Deal (10).....	9
Abbildung 3 : Kategorien des Klimaschutzindex (4).....	16
Abbildung 4 : Klimaschutzindex Bewertungsergebnisse (4)	17
Abbildung 5 : Europa auf der Karte (27).....	18
Abbildung 6: Durchschnittstemperaturen in Norwegen (29–32).....	19
Abbildung 7: Durchschnittstemperaturen in Schweden (34–36).....	20
Abbildung 8: Durchschnittstemperaturen in Dänemark (39–41).....	21
Abbildung 9: Durchschnittstemperaturen in den skandinavischen Ländern.....	22
Abbildung 10 Anteile erneuerbarer Energien in Europa (49).....	29
Abbildung 11: Beispiel Energielabel in Norwegen (95).....	75
Abbildung 12: Online einsehbare Daten des Energieausweises in Schweden (98)	79
Abbildung 13: Beispiel Energieausweis in Schweden (99).....	80

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1 Energieerzeugung in Norwegen (48).....	25
Tab. 2 Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Norwegen (50).....	25
Tab. 3 Energieerzeugung in Schweden (52)	26
Tab. 4 Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Schweden (52).....	26
Tab. 5 Energieerzeugung in Dänemark (53).....	27
Tab. 6 Stromerzeugung in Dänemark (53).....	27
Tab. 7 Vergleich der Länder und der EU	28
Tab. 8 Klimaziele in Norwegen, Schweden, Dänemark und der EU.....	34
Tab. 9 Grenzwerte des Nettoenergiebedarfs nach TEK17, Abschn. 14-2, Abs.1 Tabelle a (70)40	
Tab. 10 Grenzwerte mit Ermittlung des Nettoenergiebedarfs nach TEK17 (70).....	41
Tab. 11 Grenzwerte ohne Ermittlung des Nettoenergiebedarfs nach TEK17 (70)	42
Tab. 12 Grenzwerte gemäß Tabelle 9:2a der schwedischen Bauvorschriften (74)	48
Tab. 13 Zulässige U-Werte gemäß Anhang2, Tab.1 der dänischen Bauordnung (76).....	54
Tab. 14 Vergleich der Anforderungen an den Gebäudeenergiebedarf	62

ABKÜRZUNGS- UND SYMBOLVERZEICHNIS

°C	Grad Celsius
AEUV	Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union
CCPI	Climate Change Performance Index / Klimaschutzindex
EED	Energieeffizienz-Richtlinie
EERL	Erneuerbare-Energien-Richtlinie
EPBD	Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden
EU	Europäische Union
GWh	Gigawattstunden
NECP	National Energy and Climate Plan / Nationaler Energie- und Klimaplan
RED I/II/III	Renewable Energy Directive I/II/III (=EERL)
THG	Treibhausgase
TWh	Terrawattstunden
UN	United Nations / Vereinte Nationen

Alle weiteren erforderlichen Abkürzungen und Symbole werden im Text an erforderlicher Stelle erläutert.

1 EINLEITUNG

1.1 HINTERGRUND DER ARBEIT

Der Klimawandel und dessen Folgen wie die Erhöhung der weltweiten Durchschnittstemperaturen, die Zunahme extremer Wetterereignisse, Umweltveränderungen und Wasserknappheit stellen eine zunehmende Herausforderung dar.

Insbesondere die Energieversorgung spielt dabei einen zentralen Faktor, da der Großteil der weltweit erzeugten Energie noch immer aus fossilen Brennstoffen wie Kohle, Erdöl und Erdgas gewonnen wird (1). Diese Energiequellen sind endlich und schöpfen die natürlichen Ressourcen aus. Zudem wird bei ihrer Verbrennung eine große Menge an Treibhausgasen freigesetzt, die zur globalen Erwärmung beitragen. Daher ist ein Umstieg auf erneuerbare Energien notwendig, so dass die Abhängigkeit von fossilen Energiequellen verringert wird und die Emissionen von Treibhausgasen reduziert werden.

Der Gebäudesektor ist ebenfalls für einen großen Anteil des weltweiten Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen verantwortlich. Im Jahr 2022 machte der Energieverbrauch von Gebäuden 30 % des weltweiten Endenergiebedarfs aus und war für 26 % der Treibhausgasemissionen verantwortlich (2). Daher sind energieeffizientes Bauen und Sanieren sowie die Verwendung nachhaltiger Baumaterialien und die Nutzung regenerativer Energien in Gebäuden wichtige Bestandteile von Klimaschutzmaßnahmen für die Energiewende.

Hinsichtlich dieser Problematik wurden sowohl global als auch auf europäischer und nationaler Ebene Klimaziele sowie Maßnahmen und Vorschriften zur Erreichung dieser festgelegt.

Die skandinavischen Länder Norwegen, Schweden und Dänemark nehmen eine Vorreiterrolle in der Energiepolitik und insbesondere der Nutzung regenerativer Energien ein. In globalen Vergleichen zeigen sie sich besonders hinsichtlich der Klimaschutzbemühungen, der Nutzung regenerativer Energien und der Entwicklung innovativer Technologien vorbildlich. Dabei stehen die Länder aufgrund ihrer geografischen Lage und der damit einhergehenden klimatischen Bedingungen vor besonderen Herausforderungen (3,4).

Im Zuge dieser Arbeit werden die Energiepolitik und Bauvorschriften Norwegens, Schwedens und Dänemarks analysiert und es wird ein Vergleich der entsprechenden Klimaziele, Maßnahmen und Vorschriften angestellt. Angesichts der zunehmenden Bedeutung der globalen und europäischen Energie- und Klimaziele ist es notwendig, die spezifischen Herangehensweisen und Regelungen dieser Länder vor dem Hintergrund ihrer klimatischen und kulturellen Gegebenheiten zu analysieren und zu bewerten. Diese Erkenntnisse werden Schlussfolgerungen und Vergleiche in Hinblick auf deutsche Regularien zulassen und ermöglichen die Bewertung der Übertragbarkeit auf deutsche Normung und Gesetzgebung.

1.2 ZIELSETZUNG UND FORSCHUNGSFRAGEN

Die Zielsetzung dieser Arbeit besteht darin, eine detaillierte Analyse der energiepolitischen und baurechtlichen Anforderungen und Vorschriften in Norwegen, Schweden und Dänemark anzustellen, diese zu vergleichen und in Bezug zu den deutschen Regularien zu setzen. Dabei sollen die europäischen und nationalen Klimaziele, Vorschriften und Regularien berücksichtigt und die Umsetzung dieser in den Vorschriften analysiert werden. Aus dieser Zielsetzung ergeben sich folgende Forschungsfragen:

1. Welche spezifischen Anforderungen bezüglich des Gebäudeenergiebedarfs, insbesondere hinsichtlich des Heizenergiebedarfs und der Nutzung regenerativer Energien, bestehen in Norwegen, Schweden und Dänemark?
2. Wie berücksichtigen diese Anforderungen die Energieversorgungsstrukturen und die geografischen bzw. meteorologischen Besonderheiten der jeweiligen Länder?
3. Wie werden energiesparendes Bauen und die Nutzung regenerativer Energien durch Gesetze und Verordnungen in diesen Ländern gefördert und reguliert?
4. Wie sind die gewonnenen Erkenntnisse auf die deutschen Regularien übertragbar?

1.3 METHODISCHE VORGEHENSWEISE

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wird eine umfassende Analyse verschiedener Datenquellen durchgeführt. Dies schließt Regierungsdokumente, Gesetzestexte, Verordnungen, wissenschaftliche Studien, offizielle Berichte sowie statistische Informationen ein. Diese Daten wurden sowohl auf europäischer als auch auf nationaler Ebene erhoben, so dass ein Vergleich der Länder angestellt werden kann. Zudem kann der Bezug zu den europäischen Zielen und Vorgaben hergestellt werden. Bei der Erstellung der Arbeit wurde auf die zum Zeitpunkt der Recherche aktuellen Daten zugegriffen. Dies betrifft insbesondere die verwendeten Gesetzestexte, Vorschriften, Normen und Studien mit Stand im Zeitraum von Oktober 2023 bis Februar 2024. Die Auswahl der skandinavischen Länder Norwegen, Schweden und Dänemark erfolgte aufgrund ihrer Vorreiterrolle hinsichtlich der Nutzung regenerativer Energien und des Klimaschutzes sowie aufgrund ihrer geographischen und klimatischen Besonderheiten. Der Vergleich der Regularien und Umsetzungen dieser Länder ermöglicht es, die Auswirkungen unterschiedlicher Ansätze hinsichtlich der Energiepolitik und Baupolitik zu untersuchen. Die methodische Vorgehensweise dieser Arbeit gliedert sich in mehrere Arbeitsschritte.

Der erste Schritt beinhaltet die Ermittlung der globalen und europäischen Klimaziele und die zu deren Erreichung erlassenen Vorschriften und Maßnahmen. Zudem wird der aktuelle Stand hinsichtlich der Klimabemühung der Europäischen Union sowie den nationalen Bemühungen der ausgewählten Länder betrachtet. Hierzu werden die Gesetze und Verordnungen sowie Studien und offizielle Dokumente analysiert.

Im zweiten Schritt wird eine umfassende Untersuchung der geographischen und meteorologischen Bedingungen in den skandinavischen Ländern durchgeführt. Das beinhaltet die Analyse der Besonderheiten in der Energieversorgung und der energiepolitischen Rahmenbedingungen in den Ländern. Im Folgenden werden die nationalen Vorschriften, Normen und Verordnungen in Norwegen, Schweden und Dänemark, die den Gebäudeenergiebedarf und die Nutzung regenerativer Energien betreffen, gesammelt und ausgewertet. Es erfolgt eine systematische Erfassung der gesetzlichen Vorgaben und der technischen Anforderungen in den jeweiligen Ländern und eine Gegenüberstellung und Bewertung spezifischer

Kennwerte. Dabei wird untersucht, welche Unterschiede und Gemeinsamkeiten die Regularien in den Ländern aufweisen und wie die nationalen Vorschriften durch die geographischen Gegebenheiten beeinflusst werden. Der abschließende Schritt dieser Arbeit besteht darin, Schlussfolgerungen aus dem Vergleich der Länder abzuleiten und die Übertragbarkeit auf die deutsche Normung und Gesetzgebung zu bewerten. Es erfolgt eine Diskussion über die Anwendung der verwendeten Verfahren und Grenzwerte.

Diese methodische Vorgehensweise ermöglicht eine tiefgreifende Analyse und einen Vergleich der Energiepolitik und Bauvorschriften in Norwegen, Schweden und Dänemark. Sie trägt dazu bei, die spezifischen Herangehensweisen und Regularien der Länder zu bewerten und zu analysieren und lässt Schlussfolgerungen zur Nutzung regenerativer Energien und der Weiterentwicklung der Energieeffizienz von Gebäuden zu.

1.4 AUFBAU DER ARBEIT

Zur Beantwortung der Forschungsfragen gliedert sich der Hauptteil dieser Arbeit in fünf Kapitel, in denen die europäischen und nationalen Klimaziele, Regularien und Berechnungsmethoden betrachtet und analysiert werden.

In Kapitel 2 werden zunächst die globalen und europäischen Klimaziele und die hierzu erlassenen Gesetze betrachtet. Zudem wird untersucht, wie der aktuelle Stand der Länder Norwegen, Schweden und Dänemark hinsichtlich der nationalen Klimabemühungen ist. Kapitel 3 untersucht die Besonderheiten der skandinavischen Länder hinsichtlich der klimatischen Bedingungen, kultureller und politischer Hintergründe, der vorhandenen Energieversorgungsstrukturen sowie der nationalen Klimaziele der Länder. In Kapitel 4 werden die Nachweisverfahren und Anforderungen an den Gebäudeenergiebedarf der Länder sowie die Regularien in Deutschland untersucht und verglichen. Weiterhin werden in Kapitel 5 und 6 die Fördermöglichkeiten des energiesparenden Bauens und der Nutzung regenerativer Energien sowie die Vorschriften hinsichtlich der Zertifizierung von Gebäuden wiedergegeben, verglichen und analysiert. Im Schlussteil dieser Arbeit erfolgt eine Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich der Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Länder sowie der Forschungsfragen, eine Handlungsempfehlung zum weiteren Vorgehen und es wird ein Ausblick auf weitere Forschungsmöglichkeiten gegeben.

2 ENERGIEPOLITIK UND KLIMAZIELE IN EUROPA

Die Energiepolitik und Klimaziele in Europa stehen immer wieder im Mittelpunkt der aktuellen politischen und wissenschaftlichen Diskussionen. Um die globale Erwärmung zu begrenzen und den Übergang zu einer nachhaltigeren Wirtschaft zu unterstützen, hat die Europäische Union eine Reihe von Zielen und Maßnahmen festgelegt. Im Folgenden werden einige der für diese Arbeit relevanten europäischen Klimaziele sowie die zur Erreichung dieser getroffenen Maßnahmen und Vorschriften zusammengefasst und erläutert.

2.1 EUROPÄISCHES KLIMA- UND ENERGIEPAKET

Das Europäische Klima- und Energiepaket zielte darauf ab, die EU-Mitgliedsstaaten zu einer nachhaltigeren Energienutzung und einem geringeren Energieverbrauch zu bringen, während gleichzeitig die Reduzierung von Treibhausgasemissionen vorangetrieben wird. Es enthält konkrete Ziele und Maßnahmen, um den Anteil erneuerbarer Energien zu erhöhen und die Energieeffizienz zu steigern.

Das Europäische Klima- und Energiepaket war ein entscheidender Schritt in Richtung einer nachhaltigeren Zukunft. Es wurde eingeführt, um sicherzustellen, dass die EU ihre Klima- und Energieziele für das Jahr 2020 erreicht. Das Paket setzt drei Schlüsselziele:

1. Eine 20 %ige Reduzierung der Treibhausgasemissionen (im Vergleich zu den Werten von 1990)
2. Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energiequellen auf 20 % des EU-weiten Energieverbrauchs
3. Eine 20 %ige Steigerung der Energieeffizienz im Vergleich zu einer Entwicklung ohne weitere Effizienzanstrengungen

Das als 20-20-20-Ziele bekannte Klima- und Energiepaket wurde von der EU im Jahr 2007 beschlossen und ist 2009 in Kraft getreten. Dabei haben die EU-Mitgliedsstaaten verbindliche nationale Teilziele zur Erreichung des Gesamtziels bis 2020 festgelegt (5).

Auswertungen haben gezeigt, dass die Ziele bis 2020 EU-weit erreicht wurden. Auf die Anteile der einzelnen Länder wird aufgrund der Übersichtlichkeit und des zeitlichen Rahmens im Zuge dieser Arbeit nicht weiter eingegangen. Abbildung 1 zeigt den Stand im Jahr 2020 und Prognosen bis zum Jahr 2030.

Fortschritte der EU bei der Umsetzung der Klima- und Energieziele für 2020 und 2030

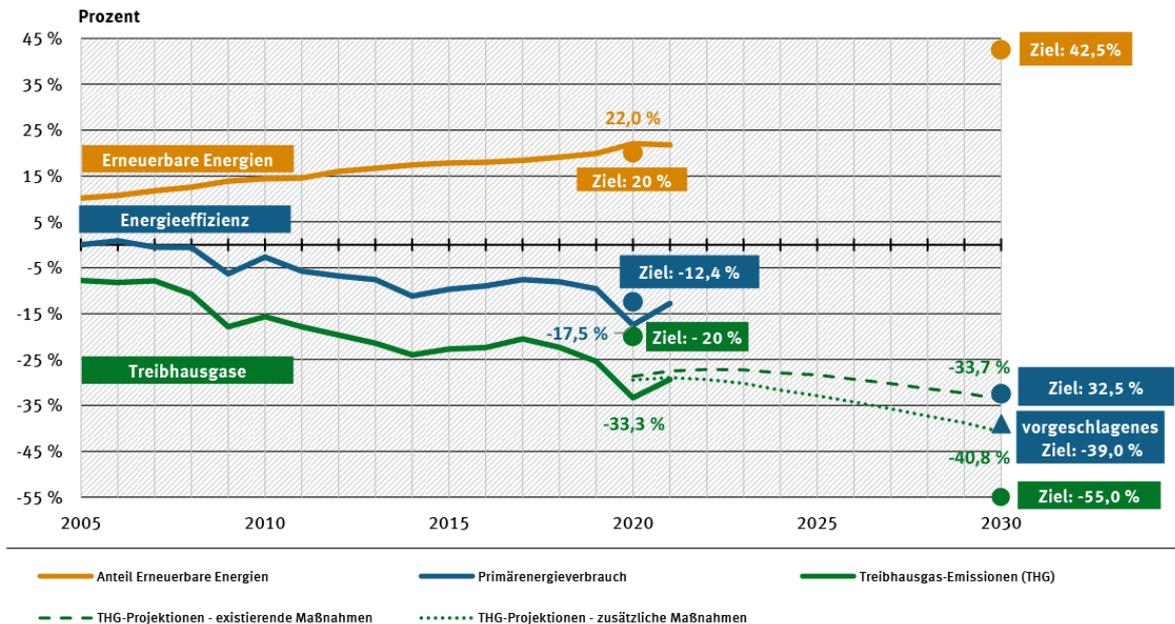


Abbildung 1: Fortschritte der EU bei der Umsetzung der Klima- und Energieziele (5)

1. Die EU-weite Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Jahr 2020 lag bei 33,3 %. Bei diesem Ergebnis sind jedoch die Auswirkungen der COVID-19-Pandemie zu berücksichtigen, da diese im Jahr 2020 weltweiten Einfluss auf die Industrie hatte.
2. Der Anteil erneuerbarer Energiequellen am Energieverbrauch in der EU lag im Jahr 2020 bei 22 %, so dass auch hier das Ziel von 20 % erreicht wurde.
3. Zur Steigerung der Energieeffizienz um 20 % im Vergleich zu einer Entwicklung ohne weitere Effizienzanstrengungen war gemäß der europäischen Umweltagentur eine Reduzierung des EU-weiten Primärenergieverbrauches von 12,4 % gegenüber dem Jahr 2005 erforderlich. Dieser Wert ist innerhalb der Europäischen Union ebenfalls übertroffen worden.

In allen Bereichen konnte das Verfehlen von Zielen einzelner Länder durch andere Mitgliedsstaaten kompensiert werden, so dass EU-weit die Zielvorgaben erreicht werden konnten (5).

2.2 ÜBEREINKOMMEN VON PARIS

Eines der ersten internationalen Abkommen, das spezifische Ziele für die Reduzierung von Emissionswerten für Industrieländer festlegte, war das Kyoto-Protokoll, das 1997 verabschiedet wurde und 2007 in Kraft trat. Als Weiterentwicklung des Kyoto-Protokolls wurde im Dezember 2015 während der 21. Konferenz der Vertragsparteien (COP21) der UN-Klimarahmenkonvention in Paris das Übereinkommen von Paris (Pariser Abkommen) verabschiedet. Mit Inkrafttreten im November 2016 stellt das Übereinkommen von Paris einen Wendepunkt in der globalen Klimapolitik dar. Im Gegensatz zum Kyoto-Protokoll, welches lediglich die Industriestaaten zur Reduzierung ihrer Treibhausgasemissionen verpflichtete, berücksichtigt das Übereinkommen von Paris die veränderte Leistungsfähigkeit der Schwellen- und Entwicklungsländer sowie deren steigenden Anteil an globalen Emissionen. Es wurde von 196 Parteien unterzeichnet und zielt darauf ab, die globale Temperatur auf weniger als 2 Grad Celsius über dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen, idealerweise sogar auf 1,5 Grad Celsius. Das Abkommen bezweckt, die globale Erwärmung auf ein Maß zu begrenzen, das für die Ökosysteme verträglich ist. Die Vertragsparteien verpflichten sich, nationale Klimaziele zu entwickeln und regelmäßig zu überprüfen. Das Ziel besteht darin, die Anpassungsfähigkeit an die unvermeidbaren Auswirkungen des Klimawandels zu verbessern und gleichzeitig die Emissionen von Treibhausgasen zu verringern. Zudem ist im Abkommen festgehalten, dass ab dem Jahr 2023 und danach alle fünf Jahre eine weltweite Bestandsaufnahme erfolgt. Hierbei werden die gemeinsamen Fortschritte bei der Verwirklichung der Vorgaben aus dem Übereinkommen von Paris überprüft und bewertet. Das Pariser Abkommen stellt einen wegweisenden Schritt hin zu einer koordinierten globalen Bekämpfung des Klimawandels dar. Es betont die Bedeutung der Zusammenarbeit aller Nationen, um die schlimmsten Auswirkungen des Klimawandels zu verringern (6).

Seit Unterzeichnung des Pariser Abkommens wurden sowohl weltweit als auch innerhalb von Europa viele Fortschritte zur Erreichung der Ziele gemacht. Der Klimawandel ist zu einem zentralen Thema des öffentlichen und politischen Diskurses geworden, und der Druck auf Regierungen und Unternehmen zur Ergreifung von Maßnahmen steigt stetig. Beim Abschluss des Abkommens 2015 war Bhutan das einzige Land, das sich ein solches Ziel gesetzt hatte. Netto-Null bezieht sich auf das Ziel, die Nettoemissionen von Treibhausgasen auf Null

zu reduzieren. Dies bedeutet, dass die Menge an Treibhausgasen, die in die Atmosphäre freigesetzt wird, durch Maßnahmen wie die Reduzierung von Emissionen und die Absorption von Treibhausgasen aus der Atmosphäre ausgeglichen wird. Die Tatsache, dass mittlerweile mehr als 90 Länder, die fast 80 % der weltweiten Emissionen ausmachen, sich zu einem Netto-Null-Ziel verpflichtet haben, macht deutlich, dass ein Wandel zur vollständigen Dekarbonisierung stattgefunden hat. So konnte die prognostizierte Emissionskurve abgeflacht werden. Während im Jahr 2015 von einem Temperaturanstieg von 3,6 bis 3,9 °C bis 2100 ausgegangen wurde, sind die heutigen Prognosen auf 2,7 °C gesunken.

Hinsichtlich Kosten und Angebot konnten erneuerbare Energien lange nicht mit den fossilen Brennstoffen konkurrieren, doch auch hier hat ein Wandel stattgefunden. Die Umstellung auf flexible, dezentrale Energiesysteme mit Wind-, Solar- und Wasserkraft hat dazu geführt, dass die Kosten für diese erneuerbaren Energien in den letzten 10 Jahren um 60 bis 90 % gesunken sind. Das führt dazu, dass sie in 90 % der Welt günstiger sind als fossile Brennstoffe (7).

Trotz der vielen Bemühungen und positiven Entwicklungen haben aktuelle Studien jedoch gezeigt, dass die EU-Staaten noch weit vom 1,5-Grad-Ziel des Pariser Abkommens entfernt sind. Ein Frankfurter Start-up hat hierzu eine Modellrechnung entwickelt, die die Wirkung von Unternehmen, Gebäuden und Finanzportfolios auf das Klima in Grad Celsius ausdrückt. Die Ergebnisse dieser Analyse zeigen, dass Kroatien und Zypern bei den Berechnungen am besten abschneiden. Würde global auf gleicher Art agiert werden wie in diesen beiden Staaten, würde die Erderwärmung bis zum Jahr 2100 bei 3,1 °C liegen. Deutschland erreicht einen Wert von 4,4 °C. Diese Ergebnisse machen deutlich, dass zur Erreichung der Ziele des Pariser Abkommens weitere Bemühungen und Maßnahmen zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen erforderlich sind (8).

2.3 EUROPÄISCHES KLIMAGESETZ

Zur Erreichung der im Übereinkommen von Paris gesetzten Klimaziele wurde mit Mitteilung COM(2019) 640 final vom 11.12.2019 der europäische Grüne Deal durch die Europäische Kommission vorgestellt (9). Abbildung 2 zeigt die darin vorgestellten Ziele und macht deutlich, dass für eine nachhaltige Zukunft und zur Erreichung der gesetzten Klimaziele eine Umgestaltung der europäischen Wirtschaft erforderlich ist.

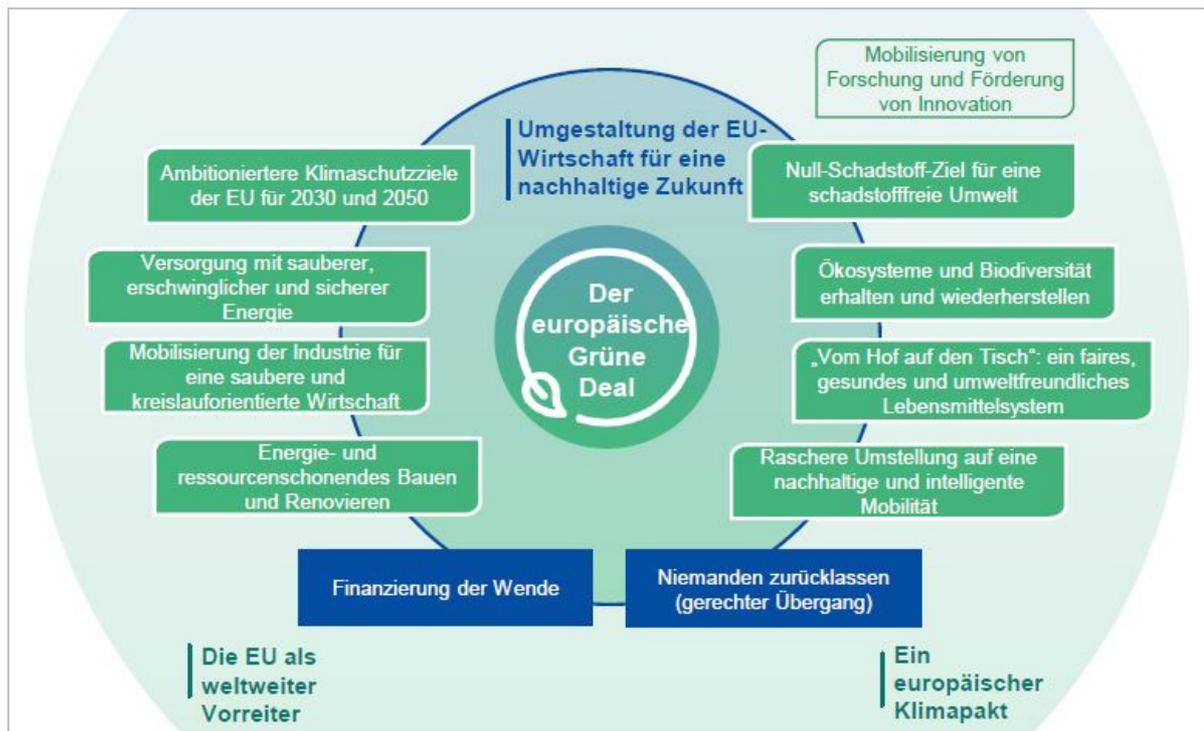


Abbildung 2: Der europäische Grüne Deal (10)

Zur Verwirklichung der im Green Deal festgesetzten Ziele wurde am 30. Juni 2021 durch das Europäische Parlament und den Rat der Europäischen Union das Europäische Klimagesetz verabschiedet (Verordnung (EU) 2021/1119), welches am 29. Juli 2021 in Kraft trat. In diesem wird bis 2050 die Klimaneutralität als langfristiges Klimaziel der EU festgelegt. Als Zwischenziel sind bis 2030 die Netto-Treibhausgasemissionen, verglichen mit den Werten von 1990, um 55 Prozent zu senken. Zudem sieht es vor, dass gemäß Artikel 6 und 7, ab dem 30. September 2023 und danach alle 5 Jahre sowohl die Fortschritte und Maßnahmen der Union als auch die nationalen Maßnahmen überprüft und bewertet werden. Auf Grundlage dieser Überprüfung werden Empfehlungen für weitere Maßnahmen und Verbesserungen ausgesprochen (11). Diese Meldung und Überprüfung der Maßnahmen und Ziele entspricht somit dem Überprüfungssturnus aus dem Übereinkommen von Paris.

Zur Erreichung der gesetzten Ziele für 2030 und 2050 wurde das Paket „Fit für 55“ erarbeitet. Es „umfasst eine Reihe von Vorschlägen zur Überarbeitung und Aktualisierung der EU-Rechtsvorschriften. Außerdem enthält es Vorschläge für neue Initiativen, mit denen sichergestellt werden soll, dass die Maßnahmen der EU im Einklang mit den Klimazielen stehen, die der Rat und das Europäische Parlament vereinbart haben.“ (12) Da im Zuge dieser Arbeit nicht alle behandelten Themenfelder relevant sind, werden hier lediglich die für diese Arbeit relevanten Vorschläge des Pakets „Fit für 55“ erläutert. Dies umfasste unter anderem eine Überarbeitung der Erneuerbare-Energien-Richtlinie (siehe Punkt 2.4) sowie eine Überarbeitung der Energieeffizienz-Richtlinie (siehe Punkt 2.5) und die Überarbeitung der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (siehe Punkt 2.6).

2.4 ERNEUERBARE-ENERGIEN-RICHTLINIE (EERL)

Ein wesentlicher Bestandteil der Klima- und Energiepolitik der Europäischen Union ist die Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen. Sie wurde eingeführt, um die Nutzung erneuerbarer Energiequellen zu erhöhen. Die erste Fassung der Richtlinie 2009/28/EG (REDI) legte fest, dass bis 2020 20 % des Energieverbrauchs in der EU aus erneuerbaren Quellen stammen müssen (13). Im Jahr 2018 wurde sie durch die Richtlinie (EU) 2018/2001 (REDII), welche im Dezember 2018 in Kraft getreten ist, abgelöst. Die Neufassung der EERL legte fest, dass bis 2030 mindestens 32 % des Energieverbrauchs der EU aus erneuerbaren Quellen stammen sollten. Bis Ende 2021 hatte die Europäische Union einen Anteil von fast 22 Prozent erneuerbarer Energien erzielt, was mit dem ursprünglichen Ziel der EU übereinstimmt, bis 2030 einen Anteil von 32 Prozent erneuerbarer Energien am Gesamtenergieverbrauch zu erreichen. Im Rahmen des Paketes „Fit für 55“ und des REPowerEU-Plans (14), welcher in Folge des Angriffskrieges Russlands auf die Ukraine, zur Unabhängigkeit von russischem Gas entwickelt wurde, erfolgte eine weitere Überarbeitung zur Erreichung der gesetzlich festgesetzten Klimaziele der EU (REDIII) (15). Die überarbeitete Richtlinie (EU) 2023/2413 ist am 20. November 2023 in Kraft getreten und muss bis zum 21. Mai 2025 von den Mitgliedsstaaten in nationales Recht umgesetzt werden. Mit Überarbeitung der EERL wurde der angestrebte Wert des Anteils erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch der EU bis zum Jahr 2030 auf mindestens 42,5 % erhöht. Darüber hinaus sollten die Mitgliedsstaaten sich bemühen, einen Anteil von 45 % zu erreichen (16).

2.5 ENERGIEEFFIZIENZ-RICHTLINIE (EED)

Mit Einführung der Energieeffizienz-Richtlinie 2012/27/EU am 25. Oktober 2012 wurde eine Reihe an Maßnahmen und Regeln festgelegt, die darauf abzielten, das von der EU für das Jahr 2020 festgelegte Energieeffizienzziel zu erreichen. Dieses sah vor, den Primärenergieverbrauch bis 2020 um 20 % zu senken. Die Energieeffizienz-Richtlinie legte die Endenergieeinsparverpflichtung fest, nach der die Mitgliedsstaaten der EU zwischen 2014 und 2020 jährlich Energieeinsparungen von 1,5 % des Endenergieabsatzes der Endverbraucher erzielen mussten. Im Jahr 2018 wurden zusätzliche Anforderungen durch die Überarbeitung der Energieeffizienz-Richtlinie eingeführt, um den Energieverbrauch in der gesamten EU weiter zu reduzieren, insbesondere für den Zeitraum zwischen 2021 und 2030. Die überarbeitete Richtlinie sieht vor, den Primärenergieverbrauch bis 2030 um 32,5 % im Vergleich zu einer Referenzentwicklung aus dem Jahr 2007 zu senken (17). Im Rahmen des Paketes „Fit für 55“ wurde die EED erneut überarbeitet. Die neue Richtlinie (EU) 2023/1791, welche am 10. Oktober 2023 in Kraft getreten ist, legt eine Verringerung des Primär- und Endenergieverbrauchs um mindestens 11,7 % fest, basierend auf dem aktuellen EU-Referenzszenario 2020. Dies bedeutet eine deutliche Steigerung der Ziele im Vergleich zur vorherigen Regelung. Die Mitgliedsstaaten müssen zur Erreichung der EU-weiten Ziele ihre nationalen Beiträge und Klimaziele festlegen und diese im Rahmen der Nationalen Energie- und Klimapläne (National Energy and Climate Plan – NECP) melden. Die Inhalte und Strukturen der NECPs werden in der Governance-Verordnung geregelt (siehe Punkt 2.7)

Gemäß Artikel 8 der EED wird die jährliche Einsparverpflichtung von 2024 bis 2030 schrittweise angehoben. Die Mitgliedsstaaten müssen in diesem Zeitraum neue jährliche Einsparungen von durchschnittlich 1,49 % des Endenergieverbrauchs gewährleisten, die bis zum 31. Dezember 2030 auf 1,9 % steigen sollen. Zusätzlich stärkt die EED die Rolle der öffentlichen Hand, indem sie neue Vorschriften einführt. Öffentliche Stellen müssen ihren jährlichen Energieverbrauch um 1,9 % senken, wobei der öffentliche Verkehr und die Streitkräfte Ausnahmen darstellen können. Außerdem sind die Mitgliedsstaaten verpflichtet, mindestens 3 % der Gesamtfläche aller Gebäude, die im Besitz öffentlicher Einrichtungen sind, jährlich energetisch zu sanieren (18).

2.6 RICHTLINIE ÜBER DIE GESAMTENERGIEEFFIZIENZ VON GEBÄUDEN (EPBD)

Gebäude in der Europäischen Union sind für 40 % des Energieverbrauchs und 36 % der Treibhausgasemissionen verantwortlich. Diese Zahlen beziehen sich hauptsächlich auf die Phasen des Baus, der Nutzung, der Renovierung und des Abrisses von Gebäuden. Daher ist die Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden ein entscheidender Faktor für die Erreichung des Ziels des europäischen Grünen Deals, bis 2050 klimaneutral zu sein. Derzeit sind etwa 75 % des Gebäudebestands in der EU nicht energieeffizient, was zu einem erheblichen Energieverlust führt. Um diesen zu reduzieren, sind Verbesserungen an bestehenden Gebäuden und der Einsatz intelligenter Lösungen und energieeffizienter Materialien beim Bau neuer Gebäude erforderlich. Die Renovierung bestehender Gebäude könnte den Gesamtenergieverbrauch in der EU um 5 – 6 % und die CO₂-Emissionen um etwa 5 % reduzieren. Allerdings wird jedes Jahr weniger als 1 % des nationalen Gebäudebestands renoviert. Da die Kosten oft das größte Hindernis für Renovierungen darstellen, erleichtern die neuen Vorschriften auch den Zugang zu Finanzmitteln für Gebäudeverbesserungen (19).

Zur Verbesserung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden in der EU, unter Berücksichtigung der verschiedenen klimatischen und lokalen Bedingungen der Länder, trat im Juli 2010 die Richtlinie (EU) 2010/31 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Energy Performance of Buildings Directive, EPBD) in Kraft. Diese Richtlinie diente der Festlegung von Mindestanforderungen und setzte einen gemeinsamen Rahmen für die Berechnung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (20).

Im Jahr 2018 erfolgte eine Überarbeitung der Richtlinie, sodass am 09. Juli 2018 die Richtlinie (EU) 2018/844 in Kraft trat. Die überarbeitete EU-Richtlinie 2018/844 fordert von den EU-Mitgliedsstaaten, umfassende Renovierungsstrategien zu entwickeln. Diese Strategien sollen dazu dienen, sowohl Wohn- als auch Nichtwohngebäude zu modernisieren, um bis zum Jahr 2050 einen Gebäudebestand zu erreichen, der sowohl energieeffizient ist als auch eine Reduzierung der CO₂-Emissionen aufweist. Weiterhin soll eine größere Transparenz und der Ausweis über die Energieeffizienz von Gebäuden geschaffen werden. Dies kann durch

die einheitliche Definition und Anwendung aller Parameter erreicht werden, die für die Berechnungen sowohl für die Zertifizierung als auch für die Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz erforderlich sind (21).

Zur Anpassung an die gesetzten Klimaziele, die Treibhausgasemissionen um 55 % zu senken und bis 2050 klimaneutral zu sein, schlug die Kommission im Rahmen des „Fit für 55“- Paketes eine Überarbeitung der Richtlinie (EU) 2018/844 vor. Die Überarbeitung sieht unter anderem die Ausgestaltung der Mindestenergieeffizienzstandards sowie die Auswirkungen auf bestehende Gebäude vor. Zudem sind detaillierte Anforderungen in Bezug auf Nullemissionsgebäude sowie die Weiterentwicklung und europaweite Vereinheitlichung des Energieausweises geplant. Die Europäische Kommission hat als Reaktion auf den Ukraine-Konflikt im Frühjahr 2022 den REPowerEU-Plan verabschiedet. Dieser Plan beinhaltet unter anderem die Verpflichtung zur Installation von Solaranlagen auf Dächern, das Verbot neuer Gas- oder Ölheizungen, eine Förderung von Wärmepumpen sowie steuerliche Anreize zur Förderung von Energieeinsparungen (22).

Das EU-Parlament hat die geänderte Neufassung der Richtlinie am 14. März 2023 angenommen, zum Zeitpunkt der Bearbeitung (31. Oktober 2023) war jedoch noch nicht bekannt, wann sie in Kraft tritt.

Derzeit liegt innerhalb der EU die jährliche Renovierungsquote von Gebäuden bei etwa 1 %, wobei Energieaspekte oft nicht berücksichtigt werden. Hauptfokus liegt meist auf der Energieeffizienz in der Lieferkette und der Verbesserung gebäudetechnischer Systeme. Der Einbau erneuerbarer Energiequellen ist selten, ebenso wie die Berücksichtigung der Gesamtenergieeffizienz (23). Da der Gebäudesektor einen wichtigen Aspekt bei der Erreichung der Klimaziele darstellt, wird die Wichtigkeit von Regularien für einen energieeffizienten Gebäudebestand deutlich.

2.7 GOVERNANCE-VERORDNUNG

Gemäß Artikel 194 des Vertrages über die Arbeitsweise der Europäischen Union (AEUV) wählen die Mitgliedsstaaten ihre Energiequellen und Energieversorgungsstrukturen selbst (24). Zur Herstellung einer Rechtsgrundlage für ein EU-weites Governance-Systems, das zur Erreichung der langfristigen Klimaziele und Überwachung der nationalen Maßnahmen dienen soll, trat am 24. Dezember 2018 die Verordnung (EU) 2018/1999 (Governance-Verordnung) in Kraft. Ein Schlüsselinstrument der Governance-Verordnung bilden die nationalen Energie- und Klimapläne (national energy and climate plan, NECP). Hiernach haben die Mitgliedsstaaten alle zehn Jahre Energie- und Klimapläne zu erstellen, welche über einen Zeitraum von zehn Jahren die Erreichung der langfristigen Klimaziele der EU forcieren. In Anhang eins der Governance-Verordnung wird der allgemeine Rahmen für die nationalen Energie- und Klimapläne festgelegt, welcher an die fünf Dimensionen der EU-Energieunion angelehnt ist (25):

- | | |
|-----------------------------------|--|
| Dekarbonisierung: | Es werden Ziele und Verpflichtungen festgelegt zur Obergrenze für Treibhausgasemissionen sowie weitere Maßnahmen zur Erreichung der Ziele und Vorgaben der Energieunion. Zudem müssen Angaben zum geplanten Ausbau erneuerbarer Energien gemacht werden. |
| Energieeffizienz: | Es werden die Beiträge zur Verwirklichung der Energieeffizienzvorgaben der Union festgelegt sowie Richtwerte für die langfristigen Strategien für die Renovierung des nationalen Gebäudebestandes an öffentlichen und privaten Gebäuden dargelegt. |
| Sicherheit der Energieversorgung: | Es werden Ziele für die stärkere Diversifizierung der Energiequellen- und versorgung in Drittstaaten festgelegt, so dass Abhängigkeiten verringert werden, nationale Energiesysteme flexibilisiert werden und die Widerstandsfähigkeit der regionalen und nationalen Energiesysteme verbessert wird. |

Energiebinnenmarkt: Es werden Vorgaben zur Verbundfähigkeit der Stromnetze insbesondere hinsichtlich der Nutzung erneuerbarer Energien festgelegt und Vorhaben für Stromübertragungs- und Gasfernleitungsinfrastruktur vorgestellt. Zudem werden Ziele für weitere Aspekte des Energiebinnenmarktes, wie etwa die Erhöhung der Systemflexibilität, festgelegt.

Forschung, Innovation und Wettbewerbsfähigkeit: Es werden Ziele und Finanzierungsvorgaben für öffentliche und private Forschung und Innovation und die Förderung von Technologien für saubere Energie festgelegt.

Die nationalen Energie- und Klimapläne sind in zwei Hauptteile unterteilt, einen politisch-strategischen und einen analytischen Abschnitt. Im politisch-strategischen Teil legen die Mitgliedsstaaten ihre nationalen Ziele und ihren Beitrag zu den EU-Zielen dar. Sie beschreiben die geplanten Strategien und Maßnahmen, um diese Ziele zu erreichen. Im analytischen Teil ihres NECP analysieren die Mitgliedsstaaten die aktuelle Lage im Energie- und Klimabereich anhand von Projektionen bestehender Maßnahmen und Folgeabschätzungen geplanter Maßnahmen, um zukünftige Entwicklungen zu prognostizieren (26).

2.8 KLIMASCHUTZINDEX

Zur Steigerung der Transparenz in der internationalen Klimapolitik wurde durch die Organisationen Germanwatch, NewClimate Institute und das Climate Action Network der Klimaschutzindex (Climate Change Performance Index – CCPI) entwickelt. Durch den Klimaschutzindex ist es möglich, eine Vergleichbarkeit der Klimaschutzbemühungen herzustellen und die Fortschritte einzelner Länder aufzuzeigen. Im jährlich veröffentlichten Klimaschutzindex werden anhand standardisierter Kriterien die Klimaleistungen von insgesamt 59 Ländern sowie der EU bewertet und verglichen.

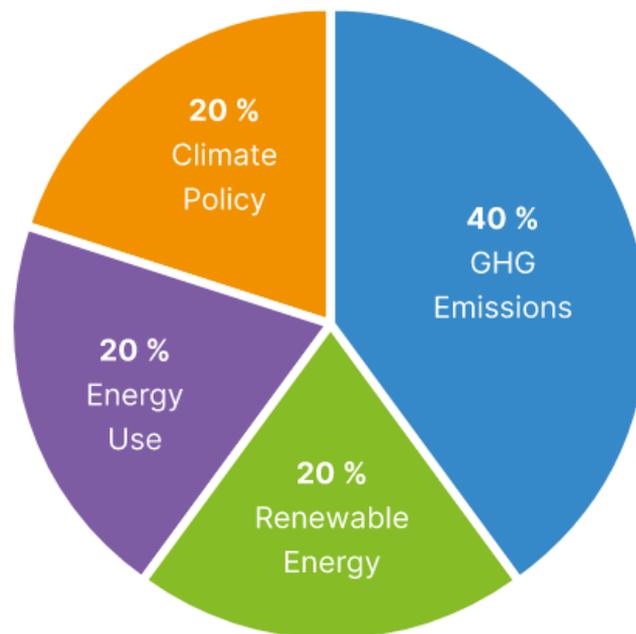


Abbildung 3 : Kategorien des Klimaschutzindex (4)

Abbildung 3 zeigt die Kategorien, nach welchen der Klimaschutzindex bemessen wird. Die Treibhausgasemissionen machen dabei 40 % der Gesamtbewertung, während die Kategorien „Erneuerbare Energien“, „Energienutzung“ und „Klimapolitik“ jeweils 20 % der Gesamtbewertung bestimmen. Diese 4 Kategorien sind in 14 Indikatoren zur Bewertung unterteilt. Um Umfang und Zeitrahmen dieser Arbeit nicht zu überschreiten, werde auf die Indikatoren und die Ermittlungsmethoden der einzelnen Kategorien sowie der Gesamtbewertung jedoch nicht weiter eingegangen.

Abbildung 4 zeigt die Ergebnistabelle des, zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Arbeit, aktuellen Klimaschutzindex 2023, welcher im November 2022 veröffentlicht wurde.

Rank	Rank change	Country	Score**	Categories
1.*	-	-	-	
2.	-	-	-	
3.	-	-	-	
4.	0 -	Denmark	79.61	
5.	0 -	Sweden	73.28	
6.	3 ▲	Chile	69.54	
7.	1 ▲	Morocco	67.44	
8.	2 ▲	India 🇮🇳	67.35	
9.	23 ▲	Estonia	65.14	
10.	-4 ▼	Norway 🇳🇴	64.47	
11.	-4 ▼	United Kingdom 🇬🇧	63.07	
12.	11 ▲	Philippines	62.75	
13.	6 ▲	Netherlands	62.24	
14.	2 ▲	Portugal	61.55	
15.	-1 ▼	Finland	61.24	
16.	-3 ▼	Germany 🇩🇪	61.11	
17.	1 ▲	Luxembourg	60.76	
18.	-6 ▼	Malta	60.42	
19.	3 ▲	European Union (27)	59.96	
20.	1 ▲	Egypt	59.37	
21.	-10 ▼	Lithuania	59.21	
22.	-7 ▼	Switzerland	58.61	
23.	11 ▲	Spain	58.59	
24.	0 -	Greece	57.52	
25.	1 ▲	Latvia	56.81	
26.	1 ▲	Indonesia 🇮🇩	54.59	
27.	-2 ▼	Colombia	54.50	
28.	-11 ▼	France	52.97	
29.	1 ▲	Italy	52.90	
30.	-1 ▼	Croatia	52.04	

Abbildung 4 : Klimaschutzindex Bewertungsergebnisse (4)

Aus der Abbildung geht hervor, dass die Plätze 1-3 nicht belegt sind und somit keines der bewerteten Länder die Gesamtbewertung „sehr gut“ erhalten hat. Das bedeutet, dass keines der bewerteten Länder genug unternimmt, um die Grenze der globalen Erwärmung von deutlich unter 2 °C gemäß Pariser Abkommen einzuhalten. Die Auswertung macht deutlich, dass sowohl Dänemark, als Land mit der besten Gesamtbewertung auf Platz 4, als auch Schweden (Platz 5) und Norwegen (Platz 10) allesamt mit einer Gesamtbewertung „gut“ abschneiden. Die Bewertung von Deutschland mit Platz 16 ist ebenfalls als „gut“ anzusehen, während die Bemühungen der Europäischen Union mit Platz 19 im Bereich „befriedigend“ liegen.

Daraus lässt sich ableiten, dass die Bemühungen der einzelnen Länder, insbesondere der hier betrachteten Länder Dänemark, Norwegen und Schweden bereits gute Standards aufweisen, jedoch noch Verbesserungen möglich sind. Dies gilt ebenfalls für die Klimabemühungen der Europäischen Union und der Mitgliedsstaaten.

3 BESONDERHEITEN DER SKANDINAVISCHEN LÄNDER

Die skandinavischen Länder Norwegen, Schweden und Dänemark weisen trotz ihrer geographischen Nähe und gemeinsamen kulturellen Wurzeln unterschiedliche klimatische Bedingungen und individuelle Ansätze in der Klimapolitik auf. Das folgende Kapitel untersucht die klimatischen Unterschiede sowie die kulturellen und politischen Hintergründe dieser Länder, erläutert die vorhandene Energieversorgungsstruktur und zeigt die nationalen Klimaziele auf. Des Weiteren erfolgt ein Vergleich sowohl der Länder als auch hinsichtlich der von der Europäischen Union vorgegebenen Ziele.

3.1 KLIMATISCHE BEDINGUNGEN DER LÄNDER

Die Klimabedingungen in Schweden, Norwegen und Dänemark sind stark von ihrer geographischen Lage und den umgebenden Gewässern beeinflusst. Während Schweden und Norwegen kalte Winter und gemäßigte Sommer aufweisen, ist das Klima in Dänemark das ganze Jahr über gemäßigt. Abbildung 5 zeigt die Lage von Norwegen, Schweden und Dänemark innerhalb von Europa. Sowohl Schweden als auch Norwegen liegen teilweise nördlich des Polarkreises. Hier ist die Sonne in den Wintermonaten je nach Region mehrere Tage bis Monate nicht direkt zu sehen und in den Sommermonaten geht sie je nach Region für mehrere Tage bis Monate nicht unter.

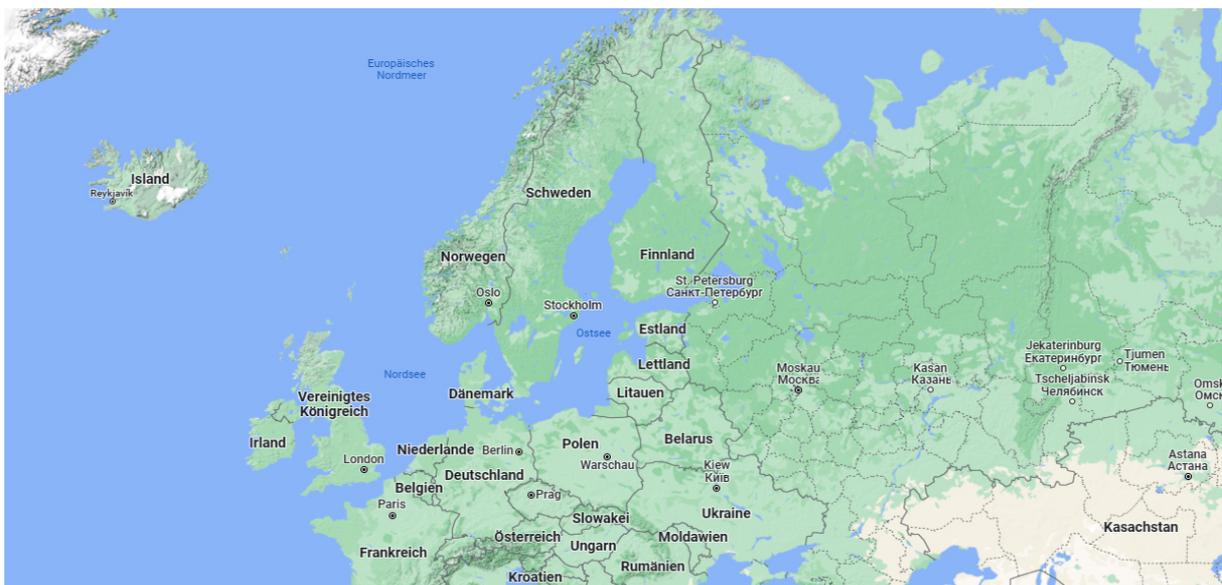


Abbildung 5 : Europa auf der Karte (27)

3.1.1 Norwegen

Norwegen erstreckt sich von den warmen Küstengebieten im Westen bis zu den kalten, subarktischen Regionen im Norden. Die Küstengebiete werden vom Golfstrom beeinflusst und haben vergleichsweise milde Winter mit einer Durchschnittstemperatur von bis zu $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ und kühle Sommer mit Temperaturen bis zu $17\text{ }^{\circ}\text{C}$. Die Binnenregionen Norwegens hingegen erleben kalte Winter mit viel Schnee und kurze, warme Sommer. In einigen Teilen Norwegens können die Temperaturen im Winter stark unter den Gefrierpunkt fallen. Im äußersten Norden Norwegens, oberhalb des Polarkreises, herrscht arktisches Klima, mit sehr kalten und schneereichen Wintern und kurzen, kühlen Sommern (28).

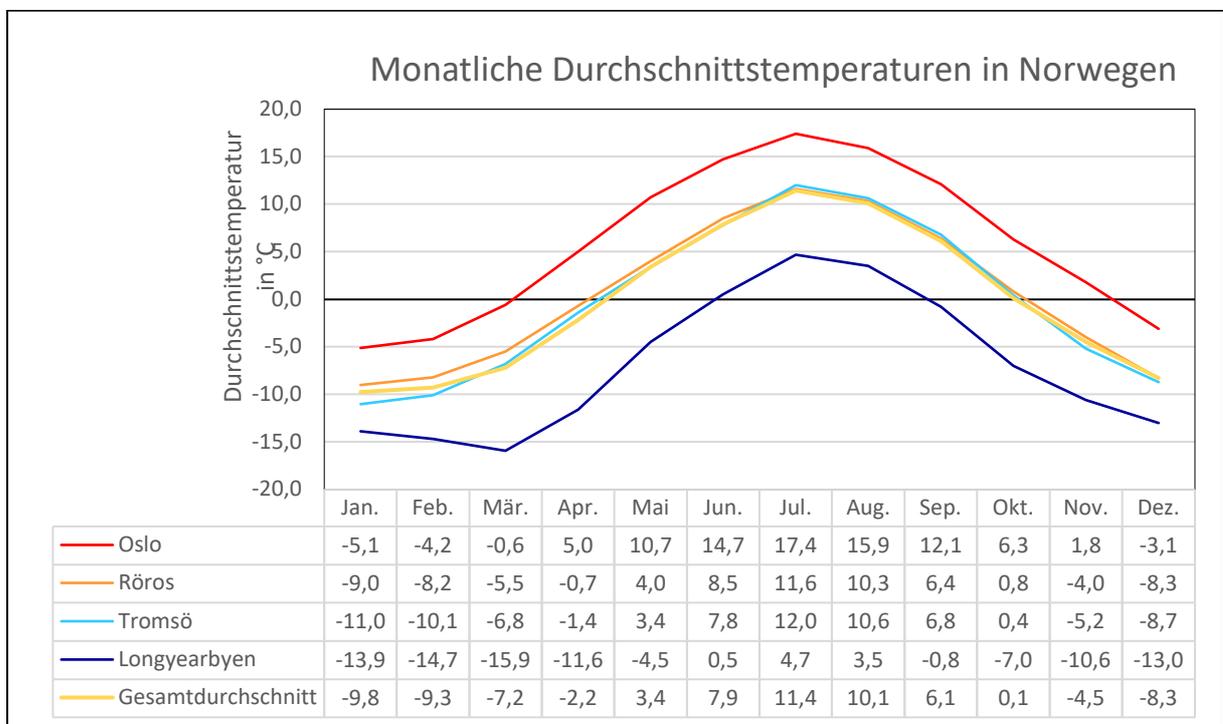


Abbildung 6: Durchschnittstemperaturen in Norwegen (29–32)

Abbildung 6 zeigt die monatlichen Durchschnittstemperaturen in den südlichen Küstenregionen Norwegens (hier: Oslo), den Binnengebieten (hier: Röros), den nördlichen Küstengebieten (hier: Tromsø) sowie dem Gebiet Spitzbergen (hier: Longyearbyen), welches nördlich des Festlandes innerhalb des Arktischen Ozeans liegt, bezogen auf die landesweite Durchschnittstemperatur. Während die Temperatur in den Binnengebieten sowie den nördlichen Regionen etwa dem Durchschnitt entsprechen, wird durch die Graphik deutlich, dass die südlichen Küstenregionen eine deutlich höhere Durchschnittstemperatur aufweisen und die

Durchschnittstemperatur auf Spitzbergen deutlich niedriger als der landesweite Durchschnitt ist. Da es sich bei den abgebildeten Temperaturen um Durchschnittswerte handelt, können die maximalen und minimalen Temperaturen in einzelnen Regionen deutlich höher oder niedriger liegen.

3.1.2 Schweden

Schweden erstreckt sich über eine Strecke von etwa 1500 km von Süden nach Norden und lässt sich daher in drei Klimazonen einteilen. Der Süden hat ein feuchtgemäßigtes Klima mit milden Wintern, die eine monatliche Durchschnittstemperatur von mehr als 0 °C aufweisen, und warmen Sommern mit einer Durchschnittstemperatur von 17 °C. Die östlichen Gebiete weisen ein kontinentales Klima auf. Hier sinkt die Temperatur in den Wintermonaten unter 0 °C, während im Sommer Temperaturen über 20 °C erreicht werden. Die nördlichen Regionen Schwedens, welche jenseits des Polarkreises liegen, weisen ein polares Klima auf. Im Winter werden durchschnittlich -12 – -14 °C erreicht und Temperaturen unter -40 °C sind keine Seltenheit. Die kurzen Sommer erreichen im Mittel Temperaturen von 12 – 14 °C (33).

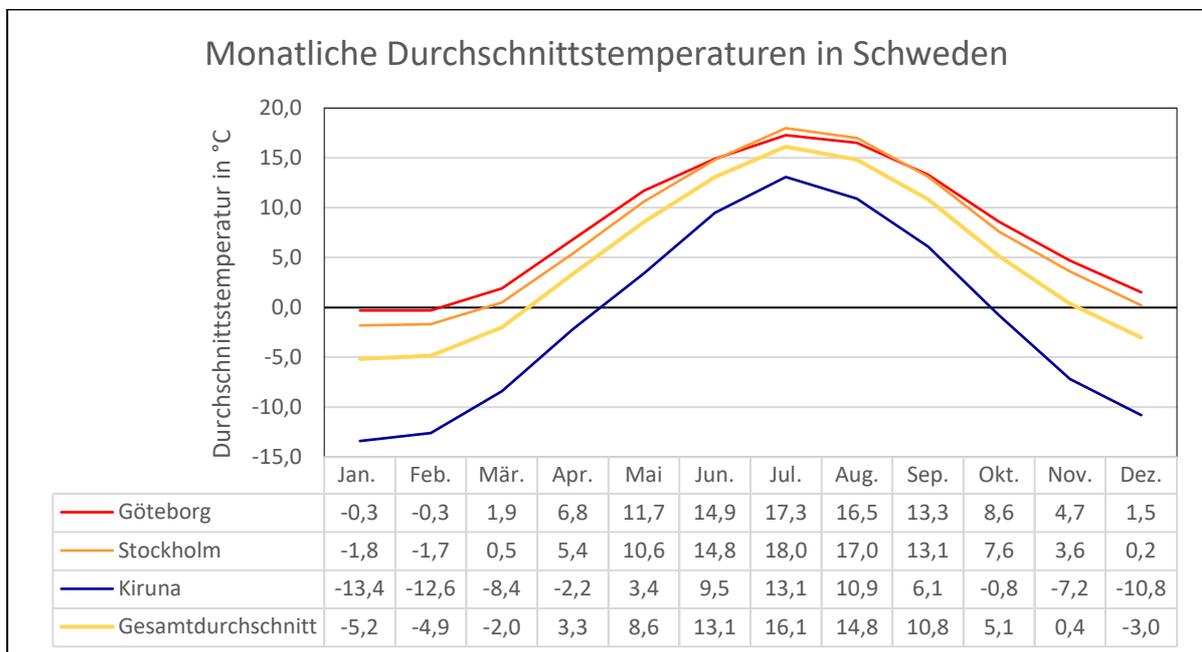


Abbildung 7: Durchschnittstemperaturen in Schweden (34–36)

Abbildung 7 zeigt die monatlichen Durchschnittstemperaturen in den südlichen Regionen Schwedens (hier: Göteborg), im Osten (hier: Stockholm) sowie in den nördlichen Regionen (hier: Kiruna) in Bezug auf einen landesweiten Durchschnitt. Die Abbildung macht deutlich,

dass die südlichen und in Landesmitte gelegenen Regionen Temperaturen erreichen, die knapp über dem landesweiten Durchschnitt liegen, während die nördlichen Regionen besonders in den Wintermonaten deutlich kältere Temperaturen aufweisen. Da es sich bei den abgebildeten Temperaturen um Durchschnittswerte handelt, können die maximalen und minimalen Temperaturen in einzelnen Regionen deutlich höher oder niedriger liegen.

3.1.3 Dänemark

Dänemark hat ein gemäßigtes, maritimes Klima mit milden Wintern und kühlen Sommern. Das Land ist von der Nordsee und der Ostsee umgeben, was zu einem stabilen, aber oft windigen Klima führt (37). Die Durchschnittstemperatur liegt im Winter bei etwa $-2 - +4$ °C und im Sommer erreichen die Temperaturen im Schnitt $15 - 22$ °C. Aufgrund der geographischen Ausdehnung Dänemarks von lediglich ungefähr 350×450 km unterscheiden sich die Regionen aus klimatischer Sicht kaum voneinander (38).

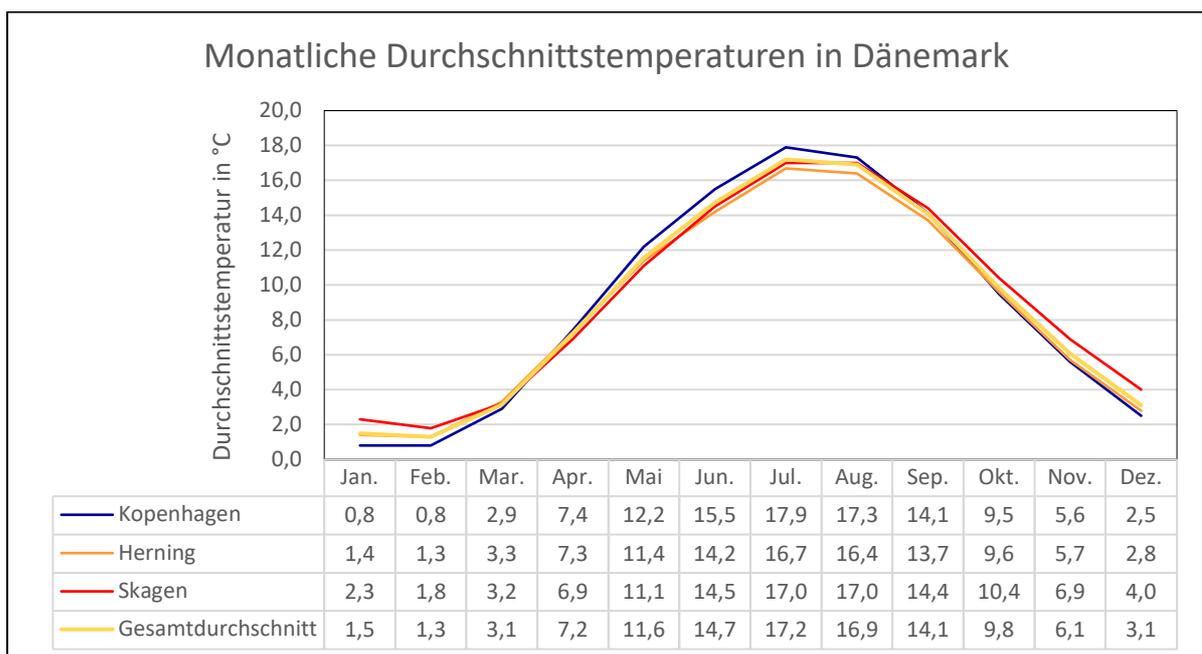


Abbildung 8: Durchschnittstemperaturen in Dänemark (39–41)

Abbildung 8 zeigt die monatlichen Durchschnittstemperaturen in den östlichen Regionen Dänemark (hier: Kopenhagen), im Landesinneren (hier: Herning) sowie in den nördlichen Küstenregionen (hier: Skagen) in Bezug auf einen landesweiten Durchschnitt. Die Abbildung macht deutlich, dass die Durchschnittstemperaturen im gesamten Land annähernd gleich sind und keine großen Abweichungen aufweisen.

3.1.4 Vergleich der klimatischen Bedingungen der Länder

Die Darstellungen der klimatischen Bedingungen in Norwegen, Schweden und Dänemark zeigen, dass in Norwegen und Schweden aufgrund der geografischen Ausbreitung das Klima je nach Region stark variieren kann, während in Dänemark in allen Regionen nahezu das gleiche Klima herrscht.

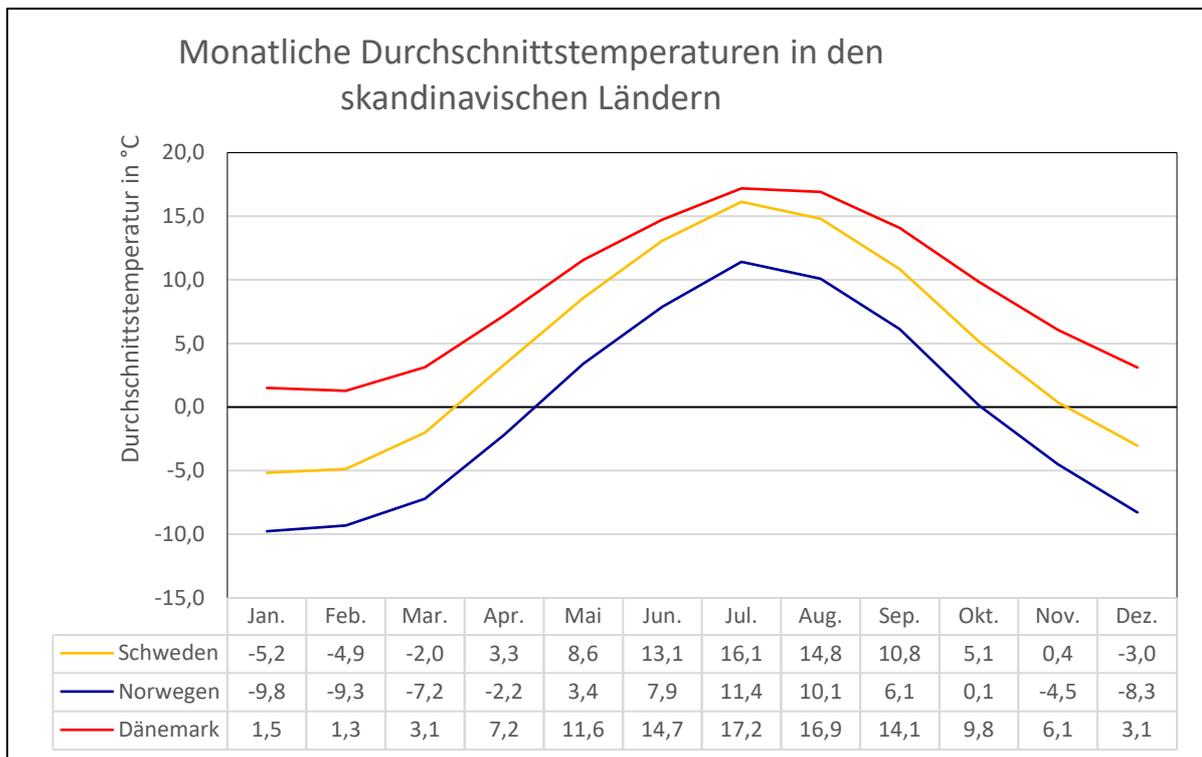


Abbildung 9: Durchschnittstemperaturen in den skandinavischen Ländern

Abbildung 9 zeigt einen Vergleich der Durchschnittstemperaturen der skandinavischen Länder. Es wird deutlich, dass die Länder trotz ihrer geographischen Nähe sehr unterschiedliche klimatische Bedingungen aufweisen. Diese variierenden Klimabedingungen stellen die Länder vor die Herausforderung, Vorschriften zu erlassen, die diesen Bedingungen gerecht werden. Im Weiteren wird untersucht, wie die einzelnen Länder die Unterschiede in den klimatischen Bedingungen hinsichtlich der Klimapolitik einzelner Regionen berücksichtigen und wie dies in den Gesetzen und Landesvorschriften umgesetzt wird. Insbesondere werden hierzu der Gebäudesektor und die Regularien hinsichtlich des energiesparenden Bauens untersucht.

3.2 KULTURELLE UND POLITISCHE HINTERGRÜNDE

3.2.1 Norwegen

Norwegen gehört zu den flächengrößten Ländern Europas. Es ist mit ungefähr 5,5 Millionen Einwohnern im europaweiten Vergleich jedoch eher dünn besiedelt (42,43). Weltweit gehört Norwegen zu den Ländern mit dem höchsten Lebensstandard. Verdeutlicht wird das dadurch, dass Norwegen auf der Rangliste „Human Development Reports“ der UN seit vielen Jahren einen der obersten Plätze einnimmt (44). Gemessen am Bruttoinlandsprodukt pro Kopf gehört es zu den reichsten Ländern der Welt (45). Norwegen ist heute eine konstitutionelle Monarchie mit einem parlamentarischen System. Es ist kein Mitglied der Europäischen Union, jedoch Teil des europäischen Wirtschaftsraumes. Im April 2023 hat Norwegen zudem mit der Europäischen Union eine „Grüne Allianz“ gegründet, mit dem Ziel, gemeinsam mit der EU die globalen Klimaziele zu erreichen und hinsichtlich des Klimaschutzes eng mit der EU zusammenzuarbeiten (46). Zudem ist Norwegen ein aktiver Akteur in der internationalen Politik, insbesondere hinsichtlich des Friedens, der Menschenrechte und des Klimaschutzes (47).

3.2.2 Schweden

Schweden gehört ebenfalls zu den flächengrößten Ländern Europas und ist flächenmäßig das größte der betrachteten skandinavischen Länder. Mit ungefähr 10,6 Millionen Einwohnern ist auch Schweden eher dünn besiedelt (42,43). Weltweit gehört Schweden ebenfalls zu den Ländern mit dem höchsten Lebensstandard. Verdeutlicht wird dies, da auch Schweden auf der Rangliste „Human Development Reports“ der UN seit vielen Jahren einen der obersten Plätze einnimmt (44). Gemessen am Bruttoinlandsprodukt pro Kopf gehört auch Schweden zu den reichsten Ländern der Welt (45). Politisch gesehen ist Schweden eine parlamentarisch-demokratische Monarchie und ist seit 1995 Mitglied der Europäischen Union und somit an die Klimaziele dieser gebunden.

3.2.3 Dänemark

Dänemark gehört europaweit aufgrund seiner vergleichsweise geringen Fläche und ungefähr 5,9 Millionen Einwohnern zu den dicht besiedelten Ländern Europas (43). Ebenso wie Norwegen und Schweden gehört Dänemark gemäß dem „Human Development Report“ der UN zu den Ländern mit dem höchsten Lebensstandard weltweit (44) und zählt, gemessen am Bruttoinlandsprodukt pro Kopf, ebenfalls zu den reichsten Ländern weltweit (45). Dänemark zählt zu den Gründungsstaaten der Europäischen Union und ist somit an die durch die EU festgelegten Klimaziele gebunden. Politisch gesehen ist Dänemark eine konstitutionelle Monarchie mit einem parlamentarischen System.

3.2.4 Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die skandinavischen Länder über ein stabiles Wirtschaftssystem und landesweiten Wohlstand verfügen. Daraus resultiert ein insgesamt hohes Bildungsniveau, aus dem sich ein hohes Bewusstsein für den Umweltschutz und eine nachhaltige Lebensweise ableiten lässt. Der vorhandene Wohlstand ermöglicht es den Ländern, insbesondere hinsichtlich des Klimaschutzes stets innovativ zu agieren und in nachhaltige Technologien und Forschung zu investieren. Das spiegelt sich ebenfalls im Bereich der Klimaziele und den getroffenen Maßnahmen wider. In den folgenden Kapiteln werden die nationalen Klimaziele Norwegens, Schwedens und Dänemarks analysiert sowie die vorhandenen Vorschriften insbesondere im Gebäudesektor aufgezeigt und interpretiert.

3.3 VORHANDENE ENERGIEVERSORGUNGSSTRUKTUREN

Aufgrund der unterschiedlichen geographischen Gegebenheiten in Norwegen, Schweden und Dänemark und Unterschieden im Vorkommen von natürlichen Ressourcen unterscheiden sich die Länder in der Art ihrer Energiegewinnung und -nutzung. Im Folgenden wird aufgezeigt, aus welchen Ressourcen die erzeugte Energie der Länder gewonnen wird und ein Vergleich der Energieversorgung Norwegens, Schwedens und Dänemarks angestellt.

3.3.1 Norwegen

Tabelle 1 zeigt die gesamte Menge der Energiegewinnung in Norwegen im Jahr 2022. Es wird deutlich, dass lediglich 6,5 % der gewonnenen Energie aus erneuerbaren Quellen stammen. Diese Verteilung ist darauf zurückzuführen, dass Norwegen große Öl- und Gasvorkommen besitzt, diese werden jedoch zu 98 % exportiert.

(Stand 2022)	[TWh]	%
gesamte Energiegewinnung	2510	100
davon aus erneuerbaren Energien	164	6,5
davon aus fossilen Ressourcen	2346	93,5

Tab. 1 Energieerzeugung in Norwegen (48)

Die Energiegewinnung aus erneuerbaren Quellen besteht zu fast 90 % aus der Gewinnung von Strom aus Wasserkraft, Windkraft und Solarenergie. Die übrigen 10 % der erneuerbaren Energien werden z.B. aus Biogasen und Kraft-Wärme-Kopplung gewonnen (48). Im Jahr 2021 wurden 74,1 % des gesamten Endenergieverbrauchs in Norwegen aus erneuerbaren Quellen gedeckt (49).

(Oktober 2023)	[GWh]	%
gesamte Stromerzeugung	13365	100
davon aus Wasserkraft	11775	88,1
davon aus Windkraft	1362	10,2
davon aus Solarenergie	227	1,7

Tab. 2 Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Norwegen (50)

Tabelle 2 zeigt die erzeugte Strommenge aus erneuerbaren Energien im Oktober 2023 und aus welchen Quellen sie gewonnen wurden. Norwegen verfügt über eine gut ausgebaute Infrastruktur zur Gewinnung von Energie aus Wasserkraft, die etwa 88 % des erzeugten Stroms ausmacht. Dies liegt an seiner geographischen Lage, seinem großen Küstenanteil und der Struktur der Küstenregionen mit vielen Fjorden. Aufgrund des großen Anteils an Wasserkraft und der damit verbundenen emissionsarmen und günstigen Stromgewinnung, wird in Norwegen in vielen Bereichen der Energiebedarf durch Stromenergie gedeckt. So werden viele Gebäude in Norwegen mit Strom beheizt und auch in der Industrie wird Strom in größerem Umfang als Energiequelle genutzt als in anderen Ländern (51).

3.3.2 Schweden

Tabelle 3 zeigt die gesamte Menge der Energiegewinnung in Schweden im Jahr 2020. Es wird deutlich, dass etwa 42,5% der gewonnenen Energie aus erneuerbaren Quellen stammen (52).

(Stand 2022)	[TWh]	%
gesamte Energiegewinnung	508	100
davon aus erneuerbaren Energien	216	42,5
davon aus fossilen Ressourcen und Atomkraft	292	57,5

Tab. 3 Energieerzeugung in Schweden (52)

Im Jahr 2021 wurden 62,6 % des gesamten Energieverbrauchs in Schweden aus erneuerbaren Quellen gedeckt (49).

(Stand 2020)	[TWh]	%
gesamte Stromerzeugung	160,7	100
davon aus Wasserkraft	71,8	44,7
davon aus Windkraft	27,5	17,1
davon aus Solarenergie	1,0	0,6
davon aus Atomenergie	47,3	29,4
sonstige Quellen	13,1	8,2

Tab. 4 Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Schweden (52)

Tabelle 4 zeigt die erzeugte Strommenge in Schweden im Jahr 2020 und aus welchen Quellen sie gewonnen wurden. Es wird deutlich, dass etwa 62 % des erzeugten Stroms aus erneuerbaren Ressourcen gewonnen wird. Die restlichen Anteile werden aus Atomenergie und sonstigen Quellen, wie Kraft-Wärme-Kopplung, gewonnen. Die Stromerzeugung in Schweden besteht nicht zu 100 % aus erneuerbaren Energien, ist jedoch fast frei von fossilen Quellen und somit nahezu zu 100 % emissionsfrei. Auch in Schweden spielt die Gewinnung von Energie aus Wasserkraft eine große Rolle. Zudem setzt Schweden stark auf den Ausbau der Windenergie und investiert stark sowohl in Onshore-Windenergie als auch in die Planung von Offshore-Windparks (3).

3.3.3 Dänemark

Tabelle 5 zeigt die gesamte Menge der Energiegewinnung in Dänemark im Jahr 2021. Es wird deutlich, dass etwa 47,8 % der gewonnenen Energie aus erneuerbaren Quellen stammen.

(Stand 2021)	[TWh]	%
Gesamte Energiegewinnung	110,7	100
davon aus Erneuerbaren Energien	52,9	47,8
davon aus fossilen Ressourcen	57,8	52,2

Tab. 5 Energieerzeugung in Dänemark (53)

Im Jahr 2021 wurden 34,7 % des gesamten Endenergieverbrauchs in Dänemark aus erneuerbaren Quellen gewonnen (49).

(Stand 2021)	[TWh]	%
gesamte Stromerzeugung	33,1	100
davon aus Wasserkraft	0,02	0,05
davon aus Windkraft	16,1	48,6
davon aus Solarenergie	1,3	3,9
davon aus sonstigen erneuerbaren Quellen (v.a. aus Biomasse)	9,1	27,4
davon aus fossilen Quellen	6,6	20,0

Tab. 6 Stromerzeugung in Dänemark (53)

Tabelle 6 zeigt die erzeugte Strommenge in Dänemark im Jahr 2021 und aus welchen Quellen sie gewonnen wurden. Es wird deutlich, dass etwa 80 % des erzeugten Stroms aus erneuerbaren Ressourcen gewonnen werden, so dass etwa 20 % des erzeugten Stroms durch fossile Energie gewonnen werden.

3.3.4 Vergleich der Länder

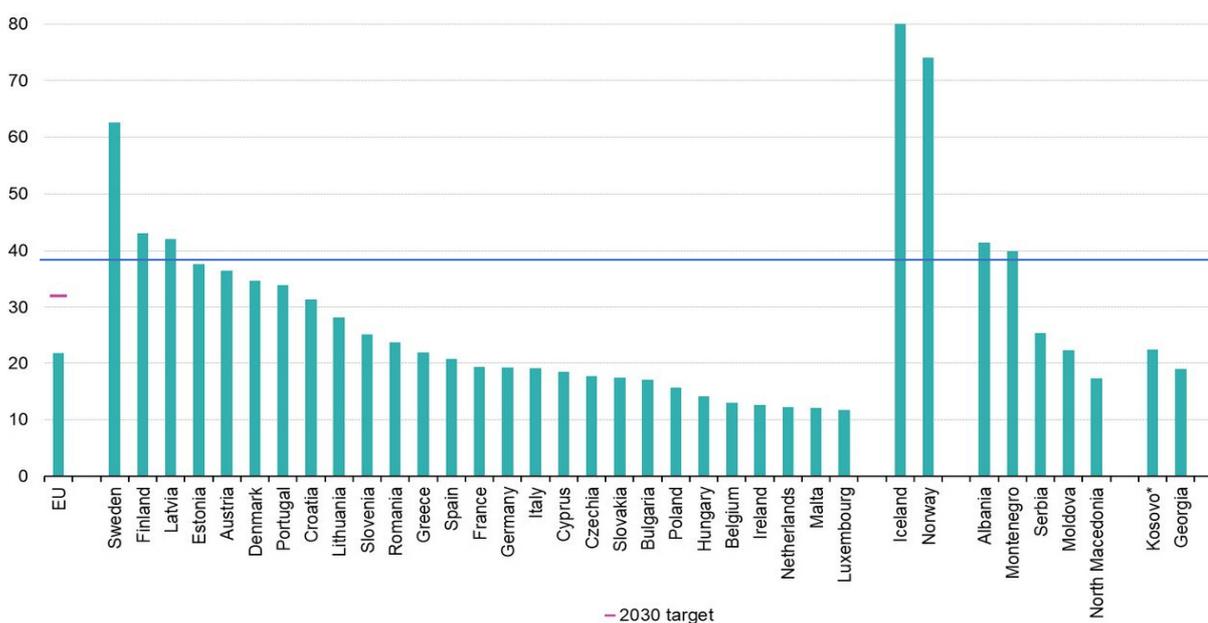
Die Auswertungen zeigen, dass Norwegen, Schweden und Dänemark bereits zu den führenden Ländern bei der Nutzung erneuerbarer Energien zählen. In allen drei Ländern wird bereits ein Großteil der gebrauchten Stromenergie aus erneuerbaren Quellen gewonnen. Norwegen gewinnt bereits 100 % des Stroms aus erneuerbaren Quellen. Das ist darauf zurückzuführen, dass die geographischen Gegebenheiten des Landes eine effektive Nutzung von Wasserkraft zulassen. Auch Schweden gewinnt einen Großteil des genutzten Stroms aus erneuerbaren Energien. Zudem nutzt Schweden, im Gegensatz zu Norwegen und Dänemark, Atomkraft. Trotz der umstrittenen Nutzung handelt es sich bei Atomkraft um eine emissionsfreie Energiequelle, da sie keine Treibhausgase erzeugt. Schwedens Stromversorgung besteht somit nicht vollständig aus erneuerbaren Quellen, ist jedoch zu 100 % emissionsfrei. Auch Dänemark gewinnt einen Großteil seines Stroms aus erneuerbaren Quellen. Ungefähr die Hälfte des verbrauchten Stroms wird aus Windkraft gewonnen. Wasserkraft und Solarenergie spielen eine untergeordnete Rolle und fast ein Drittel des Stroms wird aus sonstigen Quellen gewonnen. Hierzu zählt vor allem die Nutzung von Biomasse. Dänemark ist das einzige der Länder, welches 2021 noch fossile Energien für die Stromversorgung nutzte, da noch ungefähr 20 % des Strombedarfs durch fossile Energieträger wie Kohle, Mineralöl oder Erdgas gedeckt wurden.

(Stand 2021)	Anteil erneuerbaren Energien am gesamten Endenergieverbrauch	Anteil erneuerbaren Energien am erzeugten Strom	Anteil der Emissionsfreiheit am Stromverbrauch	Am meisten genutzte Quelle erneuerbarer Energien
Norwegen	74,1 %	100 %	100 %	Wasserkraft
Schweden	62,6 %	62 %	100 %	Wasserkraft
Dänemark	34,7 %	80 %	80 %	Windenergie
EU	21,8 %	39,4 % (54)	61,3 %	Windenergie

Tab. 7 Vergleich der Länder und der EU

Tabelle 7 zeigt einen Vergleich der Anteile erneuerbarer Energien sowie deren Anteil am erzeugten Strom, den Anteil emissionsfreien Stroms sowie die häufigste Quelle erneuerbarer Energie in Norwegen, Schweden, Dänemark und der Europäischen Union. Es wird deutlich, dass alle der drei betrachteten Länder in den genannten Kategorien bereits über dem EU-weiten Durchschnitt liegen, so dass Norwegen, Schweden und Dänemark zurecht Vorreiterrollen in der Klimapolitik einnehmen.

Share of energy from renewable sources, 2021 (% of gross final energy consumption)



* This designation is without prejudice to positions on status, and is in line with UNSCR 1244/1999 and the ICJ Opinion on the Kosovo declaration of independence.

Source: Eurostat (online data code: nrg_ind_ren)

eurostat 

Abbildung 10 Anteile erneuerbarer Energien in Europa (49)

Abbildung 10 zeigt den Anteil erneuerbarer Energien innerhalb der EU sowie Island, Norwegen und ausgewählte weitere Länder. Aus der Statistik lässt sich ableiten, dass die in dieser Arbeit betrachteten Länder den von der EU festgelegten Anteil an erneuerbaren Energien von 32 % bis 2030 bereits im Jahr 2021 erreicht hatten und zum Teil weit übertroffen haben. Mit der Überarbeitung der Erneuerbare-Energien-Richtlinie im Jahr 2023 und der Festlegung eines Anteils an erneuerbaren Energien am Gesamtenergieverbrauch von 42,5 % (siehe blaue Linie in Abbildung 9) haben Schweden und Norwegen auch dieses Ziel bereits 2021 übertroffen. Dänemark lag im Jahr 2021 mit einem Anteil erneuerbarer Energien am Gesamtenergieverbrauch von 34,7 % noch unter dem Wert von 42,5 %, arbeitet jedoch aktuell an einem weiteren Ausbau der Nutzung von Windkraft.

3.4 NATIONALE KLIMAZIELE IN NORWEGEN, SCHWEDEN UND DÄNEMARK

Zur Erreichung der globalen und europäischen Klimaziele haben die Länder eigene nationale Ziele festgelegt. Da Norwegen kein Mitglied der europäischen Union ist, sind sie nicht an die Vorgaben der EU gebunden, arbeiten in Klimafragen jedoch eng mit dieser zusammen. Schweden und Dänemark sind auf Grund der Governance-Verordnung verpflichtet, ihre nationalen Energie- und Klimapläne (NECP) vorzulegen. Im Folgenden werden die nationalen Klimaziele Norwegens, Schwedens und Dänemarks erläutert, verglichen und in Bezug auf die europäischen Klimaziele gesetzt. Da es für diese Arbeit nicht relevant ist, wird dabei auf eine Betrachtung einzelner Sektoren, wie das Emissionshandelsystem (ETS), das Steuersystem oder Vorgaben im Verkehrssektor, verzichtet.

3.4.1 Norwegen

Als Mitglied der UN hat sich Norwegen mit Unterzeichnung des Abkommens von Paris im Jahr 2015 dazu verpflichtet, die dort festgehaltenen Klimaziele zu erreichen. Norwegen ist kein Mitglied der Europäischen Union, jedoch Teil des Europäischen Wirtschaftsraumes und somit an das Abkommen über den Europäischen Wirtschaftsraum gebunden (55).

Im norwegischen Klimagesetz, welches 2018 in Kraft getreten ist, hat die Regierung festgehalten, dass bis zum Jahr 2030 die Treibhausgasemissionen um mindestens 40 % gegenüber dem Referenzjahr 1990 sinken müssen. Als langfristiges Klimaziel bis 2050 ist eine emissionsarme Gesellschaft vorgesehen. Das bedeutet, dass die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 um 80 – 95 % gegenüber 1990 gesenkt werden müssen. Weiterhin ist im norwegischen Klimagesetz festgelegt, dass die gesetzten Klimaziele, gemäß dem Abkommen von Paris, alle fünf Jahre überprüft und aktualisiert werden und jährlich dem Parlament zum Stand der Umsetzung der Klimaziele Bericht erstattet werden. Hinsichtlich der Klimaziele der EU wurde das Klimagesetz im Jahr 2021 aktualisiert. Die Neufassung sieht bis 2030 eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen von 50 – 55 % vor und das Ziel für 2050 wurde auf 90 – 95 % erhöht (56).

Zusätzlich haben die EU und Norwegen im April 2023 die „Grüne Allianz EU-Norwegen“ gegründet. In diesem Abkommen vereinbaren die beiden Parteien eine enge Zusammenarbeit zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen bis 2030 um mindestens 55 % gegenüber 1990. Unter anderem wurde hierbei vereinbart, die Anstrengungen zur Bekämpfung des Klimawandels zu verstärken, die Zusammenarbeit in Umweltfragen zu intensivieren, die Energiewende zu beschleunigen und die Zusammenarbeit in Forschung, Bildung und Innovation zu intensivieren. Mit diesem Abkommen hat Norwegen somit seine Klimaziele an die der Europäischen Union angepasst (57).

Im Oktober 2023 wurde von der norwegischen Regierung der nationale Klimastatus und Klimaplan veröffentlicht. Hier ist zu entnehmen, dass das Ziel für 2030 auf eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen um 55 % festgesetzt wurde. Auf die für diese Arbeit nicht relevanten Festlegungen wird im Rahmen der Arbeit nicht weiter eingegangen. Das betrifft unter anderem die Festlegungen bezüglich des Emissionshandelssystems, die Emissionen aus dem Verkehrssektor und aus Land- und Forstwirtschaft. Hinsichtlich der klimatischen Anforderungen an Gebäude und Baustellen wird im norwegischen Bericht über den Klimastatus und -plan festgehalten, dass die Regierung das Ziel hat, dass Norwegen klimafreundliche Gebäude und Baustellen aufweist. Zudem besteht der Plan, ein Maßnahmenpaket gegen Emissionen aus der Bauindustrie festzulegen. Bereits seit 2020 besteht in Norwegen ein Verbot, Gebäude mit Mineralöl zu heizen. Zusätzlich soll langfristig gesehen kein fossiles Gas zur Beheizung von Gebäuden genutzt werden (51).

Der Gebäudesektor ist für mehr als die Hälfte des Stromverbrauchs in Norwegen verantwortlich und der Stromverbrauch macht fast 80 % des gesamten Energieverbrauchs von Gebäuden aus, wovon mehr als die Hälfte auf das Heizen von Gebäuden zurückzuführen ist. Aufgrund des hohen Energieverbrauchs im Gebäudesektor hat die norwegische Regierung bereits im Jahr 2015 beschlossen, den Energieverbrauch bestehender Gebäude bis 2030 im Vergleich zu 2015 um 10 TWh zu reduzieren (58).

Weitere Vorschriften, Festlegungen und Bemessungsgrundlagen zur Energieeffizienz von Gebäuden werden in den nachfolgenden Kapiteln dieser Arbeit betrachtet.

3.4.2 Schweden

Als Mitglied der Europäischen Union ist Schweden an die Klimaziele der EU gebunden und muss die getroffenen Maßnahmen gemäß den Vorgaben dokumentieren. Am 01.01.2018 ist hierfür das schwedische Klimagesetz in Kraft getreten (Klimat lag; 2017:720) (59). Es regelt die klimapolitische Arbeit der Regierung, worauf sie abzielt und wie sie durchzuführen ist. Im Klimagesetz sind keine konkreten Ziele festgelegt. Es regelt lediglich, dass im Haushaltsentwurf jährlich ein Klimabericht vorgelegt werden muss und alle vier Jahre ein Aktionsplan, welcher sowohl die EU-weiten Verpflichtungen berücksichtigt als auch nationale Ziele festlegt.

Im Juli 2023 wurde der, gemäß Governance-Verordnung geforderte, Entwurf des nationalen Energie- und Klimaplan Schwedens (NECP) veröffentlicht. Hier ist zu entnehmen, dass Schweden eine Reduzierung von Treibhausgasemissionen um 63 % bis 2030 und bis 2045 die Klimaneutralität anstrebt. Somit liegt Schwedens Ziel der Klimaneutralität fünf Jahre früher als von der EU vorgegeben. Zudem ist gemäß NECP festgelegt, dass Schwedens Energienutzung bis 2030 50 % effizienter sein soll im Vergleich zum Referenzjahr 2005 (60).

Die Beheizung von Gebäuden erfolgt überwiegend durch Wärmepumpen und Fernwärme. Wärmepumpen liefern mehr Wärmeenergie als sie an elektrischer Energie verbrauchen und die Fernwärme in Schweden wird hauptsächlich aus erneuerbaren Energiequellen gewonnen. Da zudem das Heizen mit fossilen Brennstoffen aufgrund der hohen CO₂-Steuern teuer ist, ist der Ausstoß von Treibhausgasemissionen für die Beheizung von Gebäuden bereits gering.

Die Vorschriften und Regularien hinsichtlich der Energieversorgung und Energieeffizienz von Gebäuden werden in den nachfolgenden Kapiteln dargelegt und erläutert.

3.4.3 Dänemark

Dänemark ist ebenfalls Mitglied der Europäischen Union und somit an die durch die EU vorgegebenen Klimaziele gebunden. Zur Erreichung dieser Ziele wurde im Jahr 2020 das dänische Klimagesetz verabschiedet. In diesem wird vorgeschrieben, dass Dänemark den Ausstoß von Treibhausgasen bis zum Jahr 2030 um 70 % reduziert und, wie von der EU vorgegeben, bis 2050 klimaneutral sein muss. Als zusätzliches Ziel wird eine Reduzierung des Treibhausgasausstoßes bis 2025 von 50 – 54 % festgelegt. Zudem sieht das Gesetz vor, dass Dänemark eine weltweite Vorreiterrolle hinsichtlich seiner Klimabemühungen einzunehmen hat und alle fünf Jahre ein nationales Klimaziel mit einer 10-Jahres-Perspektive festgelegt werden muss (61).

Im Juli 2023 wurde der nationale Energie- und Klimaplan gemäß der Governance-Verordnung vorgelegt. Hierhin werden die gesetzlich vorgeschriebenen Ziele benannt. Weiterhin wird beschrieben, dass ein starker Fokus auf die Energieeffizienz sowohl von Privathäusern als auch von öffentlichen Gebäuden gelegt werden soll (62).

In Dänemark werden ca. 63 % der Haushalte mit Fernwärme versorgt. Da seit 2013 für Neubauten und seit 2016 für Bestandsbauten der Einbau von Öl- und Erdgasheizungen verboten ist, nimmt der Anteil anderer Heizenergiequellen stetig zu (63).

Die Vorschriften und Regularien hinsichtlich der Energieversorgung und Energieeffizienz von Gebäuden werden in den nachfolgenden Kapiteln dargelegt und erläutert.

3.4.4 Vergleich der nationalen Klimaziele

Norwegen, Schweden und Dänemark haben ambitionierte Klimaziele und entsprechende Vorschriften und Gesetze hierzu erlassen. Norwegen ist nicht Mitglied der Europäischen Union, arbeitet hinsichtlich der Klimapolitik jedoch eng mit dieser zusammen und hat seine nationalen Klimaziele entsprechend angepasst.

Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Übersicht der nationalen Klimaziele Norwegens, Schwedens und Dänemarks verglichen mit den Vorgaben der Europäischen Union.

	Norwegen	Schweden	Dänemark	EU
THG-Reduzierung bis 2025	Keine Vorgaben	Keine Vorgaben	50 – 54 %	Keine Vorgaben
THG-Reduzierung Ziel bis 2030 (Referenzjahr 1990)	55 %	63 %	70 %	55 %
THG-Reduzierung Ziel bis 2045	Keine Vorgaben	100 % Klimaneutralität	Keine Vorgaben	Keine Vorgaben
THG-Reduzierung Ziel bis 2050	90 - 95 % Klimaneutralität	Keine Vorgaben	100 % Klimaneutralität	100 % Klimaneutralität
Anteil Erneuerbarer Energien am Gesamtenergieverbrauch	Keine Vorgaben	Keine Vorgaben	Keine Vorgaben	42,5 % bis 2030

Tab. 8 Klimaziele in Norwegen, Schweden, Dänemark und der EU

Aufgrund der Vorgaben der Europäischen Union und verschiedenen Vereinbarungen haben Norwegen, Schweden und Dänemark ähnliche nationale Klimaziele gefasst. Aus den bisherigen Ausführungen lässt sich ableiten, dass die drei Länder eine Vorreiterrolle hinsichtlich der Klimapolitik und den hierzu getroffenen Maßnahmen einnehmen.

Tabelle 8 zeigt die nationalen Klimaziele. Norwegen hält sich nahe an die Vorgaben der EU und hat gemäß der EU-weiten Klimaziele festgelegt, die Treibhausgasemissionen bis 2030 um 55 % zu reduzieren. Schweden und Dänemark haben ambitioniertere Ziele bis 2030. Schweden beabsichtigt, die Treibhausgasemissionen bis 2030 bereits um 63 % zu reduzieren und Dänemark hat das Ziel für 2030 auf 70 % festgelegt.

Langfristig gesehen beabsichtigt Schweden fünf Jahre früher als durch die Europäische Union vorgegeben, klimaneutral zu sein. Norwegen hingegen hat bis 2050 eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen von 90 – 95 % und nicht zu 100 % festgelegt. Klimaneutralität bedeutet, dass das Klima durch menschliche Handlungen nicht beeinflusst wird. Eine Wirtschaft, die klimaneutral ist, erzeugt entweder keine Treibhausgase, die den Klimawandel beeinträchtigen, oder die Emissionen werden vollständig ausgeglichen, sodass die Klimabilanz bei Null liegt (Netto-Null-Ziel) (64).

Hinsichtlich des Anteils erneuerbarer Energien sind in den Ländern keine Vorgaben getroffen worden. Die EU hat mit Aktualisierung der Erneuerbare-Energien-Richtlinie im Oktober 2023 einen Anteil von 42,5 % bis 2030 festgelegt. Norwegen und Schweden haben diesen Wert bereits heute übertroffen (vgl. Pkt. 3.3). In Dänemark liegt der Anteil erneuerbarer Energien am Gesamtenergieverbrauch bisher bei 34,7 %. Da die EERL der EU bis Oktober 2023 einen Anteil von 32 % vorschrieb, Dänemark diesen Wert bereits 2021 überschritten hat und der Ausbau regenerativer Energiequellen stetig voranschreitet, lässt sich ableiten, dass Dänemark ebenso wie Schweden und Norwegen bereits über einen fortschrittlichen Ausbau der erneuerbaren Energiequellen verfügt.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Norwegen, Schweden und Dänemark ihre Klimaziele unter Berücksichtigung der Vorgaben der Europäischen Union ambitioniert festgelegt haben. Insbesondere hinsichtlich der Nutzung erneuerbarer Energien nehmen die Länder bereits eine Vorreiterrolle ein und arbeiten an einem weiteren Ausbau dieser Energiequellen.

Im Weiteren werden insbesondere die getroffenen Maßnahmen im Gebäudesektor untersucht. Berücksichtigt werden hierbei die Vorgaben hinsichtlich des Gebäudeenergiebedarfs, der Energieversorgung von Gebäuden sowie Regularien und Förderungen bei der Nutzung regenerativer Energien und Zertifizierungsverfahren für Gebäude.

4 NACHWEISVERFAHREN UND ANFORDERUNGEN AN DEN GEBÄUDEENERGIEBEDARF

Der Gebäudesektor spielt eine zentrale Rolle in den Bestrebungen der Länder, die Ziele des Pariser Abkommens und die nationalen Klimaziele zu erreichen. Etwa 40 % des Energieverbrauchs und 36 % der Treibhausgasemissionen in der EU werden durch den Gebäudesektor verursacht. Studien haben gezeigt, dass etwa 35 % der ausgestoßenen Treibhausgase durch die Errichtung, Instandhaltung oder Abbruch von Gebäuden verursacht werden. Das bedeutet, dass 65 % der Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor auf die Nutzung der Gebäude zurückzuführen sind (65).

Der Gebäudeenergiebedarf ist ein entscheidender Faktor für die Energieeffizienz eines Gebäudes. Dieser setzt sich aus verschiedenen Komponenten wie dem Strombedarf für Haushaltsgeräte und Beleuchtung, dem Warmwasserbedarf und dem Heizenergiebedarf zusammen und gibt an, wie viel Energie benötigt wird, um ein Gebäude zu betreiben. Der Heizenergiebedarf nimmt dabei in der Regel den größten Anteil am Gebäudeenergiebedarf ein.

Aufgrund der klimatischen Bedingungen in Norwegen, Schweden und Dänemark spielt der Heizenergiebedarf in diesen Ländern eine zentrale Rolle. Im folgenden Kapitel werden die Vorschriften und Regularien hinsichtlich des Gebäudeenergiebedarfs in den betrachteten skandinavischen Ländern dargestellt. Da die Berechnungsgrundlagen und Definitionen in den einzelnen Ländern nicht identisch sind, wird zunächst untersucht, wie in den einzelnen Ländern der Gebäudeenergiebedarf und dessen Komponenten definiert werden. Anschließend werden die Vorschriften betrachtet und die Berechnungsmethoden wiedergegeben. Abschließend erfolgt ein Vergleich der Länder hinsichtlich der Definitionen, Vorschriften und Berechnungsmethoden. Da Wohngebäude den Großteil des Energieverbrauchs im Gebäudesektor ausmachen, wird in den Ausführungen dieser Arbeit besonders der Energieverbrauch von Wohngebäuden betrachtet. Auf eine Betrachtung der Anforderungen und Nachweisverfahren des sommerlichen Wärmeschutzes wird dabei aufgrund der Übersichtlichkeit und des Umfangs der Arbeit verzichtet.

4.1 NORWEGEN

Da Norwegen seinen Strombedarf bereits zu 100 % aus erneuerbaren Quellen deckt, stellt Strom die am häufigsten genutzte Energiequelle in Haushalten dar. Darüber hinaus zählt Holz zum Heizen von Gebäuden und für die Bereitstellung von Fernwärme zu den genutzten Energiequellen (66). Die Energieeffizienz von Gebäuden spielt auch in Norwegen bei den Klimabemühungen eine maßgebende Rolle. Hierzu zählen sowohl der Bauprozess als auch der Betrieb und die Nutzung bestehender Gebäude. Die norwegische Bauverordnung (TEK17) legt die Anforderungen, welche an den gesamten Nettoenergiebedarf und die Energieeffizienz eines Gebäudes gestellt werden, fest (67). Die Berechnungen erfolgen gemäß TEK17 nach Norm NS 3031:2014. Eine Festlegung eines Primärenergiebedarfes, wie in den europäischen Ländern üblich, erfolgt nach norwegischen Vorschriften nicht (68).

Da Norwegen ein Mitglied der europäischen Normengemeinschaft CEN ist, besteht eine Verpflichtung, nationale Normen zurückzuziehen, sofern sie in Widerspruch zu europäischen Normen stehen. Aufgrund der Veröffentlichung der europäischen Norm NS-EN ISO 52000-1 „Energieeffizienz von Gebäuden – Gesamtbewertung der Energieeffizienz von Gebäuden – Teil 1: Allgemeine Rahmen und Verfahren“ und dem damit einhergehenden Widerspruch zur nationalen Norm wurde die Norm NS 3031:2014 am 01.02.2018 zurückgezogen. In der Bauvorschrift wird jedoch weiterhin auf diese Norm Bezug genommen, so dass sie gemäß dem norwegischen Normungsinstitut „Standard Norge“ weiterhin anzuwenden ist. Zur Anpassung an die europäische Norm erfolgt aktuell eine Überarbeitung der Norm NS 3031:2014. Da diese jedoch noch andauert, wurde eine Spezifikation als ergänzendes Dokument veröffentlicht (SN-NSPEK 3031:2023), um kurzfristig den europäischen Anforderungen gerecht zu werden (69).

Gemäß TEK17 sind Gebäude so zu entwerfen und zu bauen, dass eine zufriedenstellende Energieeffizienz gewährleistet ist. Hierzu ist gemäß Abschnitt 14-2 nachzuweisen, dass der Nettoenergiebedarf des Gebäudes je nach Gebäudetyp einen Grenzwert nicht überschreitet. Zusätzlich sind gemäß Abschnitt 14-3 weitere Grenzwerte festgelegt, welche von dem Gebäude erfüllt werden müssen. Für Wohngebäude kann alternativ zum Nachweis des Nettoenergiebedarfs nachgewiesen werden, dass die Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte)

der einzelnen Bauteile nicht die Grenzwerte gemäß Abschnitt 14-2, Absatz 2 der norwegischen Bauverordnung überschreiten (70). Eine Unterteilung und differenzierte Berücksichtigung von Klimazonen erfolgt dabei nicht.

Nettoenergiebedarf

Der Nettoenergiebedarf in kWh/(m²a) gibt den Energiebedarf des Gebäudes ohne Berücksichtigung der Effizienz des Energiesystems und Leitungsverluste an. Er setzt sich zusammen aus dem Wärmeenergiebedarf und dem stromspezifischen Energiebedarf (71). Eine Berücksichtigung der Nutzung regenerativer Energien erfolgt bei der Berechnung nicht. Der Nettoenergiebedarf ist ein theoretischer Wert, anhand dessen berechnet wird, ob das Gebäude die Anforderungen der bautechnischen Vorschriften (TEK17) erfüllt.

Wärmeenergiebedarf

Der Wärmeenergiebedarf gibt den Energiebedarf an, der durch Wärmeübertragung gedeckt wird. Er setzt sich gemäß SN-NSPEK 3031:2023, Tabelle 4 aus dem Energiebedarf für Raumheizung, Lüftungswärme, Warmwasserbereitung, Raumkühlung und Lüftungskühlung zusammen. Der Energiebedarf für die Raumheizung und Lüftungswärme sowie der Energiebedarf zur Raumkühlung und Lüftungskühlung sind nach NS-ISO 52016-1 oder anhand einer validierten dynamischen Berechnungsmethode zu ermitteln. Auf eine detaillierte Beschreibung des Berechnungsverfahrens wird hinsichtlich des Umfangs im Rahmen dieser Arbeit verzichtet. Der Energiebedarf unter standardisierten Bedingungen für die Warmwasserbereitung ist SN-NSPEK 3031:2023, Anhang A zu entnehmen.

Stromspezifischer Energiebedarf

Der stromspezifische Energiebedarf setzt sich zusammen aus dem Energiebedarf für Ventilatoren, Pumpen, Beleuchtung und technische Anlagen. Zur Ermittlung des stromspezifischen Energiebedarfs sind teilweise standardisierte Werte gemäß SN-NSPEK 3031:2023, Anhang A zu verwenden. So werden zum Beispiel für die Betriebszeiten von Lüftungen oder für die Standard-Betriebszeiten für die Beleuchtung Werte vorgegeben.

Nach Ermittlung der einzelnen Anteile wird der Nettoenergiebedarf aus der Summe der Anteile bezogen auf die beheizte Innenfläche des Gebäudes ermittelt (71).

Nachweis der Wärmedurchgangskoeffizienten beim Nachweis des Nettoenergiebedarfs

Zusätzlich zum Nachweis des maximalen Nettoenergiebedarfs ist nachzuweisen, dass bestimmte Grenzwerte hinsichtlich der Energieeffizienz nicht überschritten werden (siehe Tabelle 9+10). Die zulässigen Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenbauteile werden nach NS-EN ISO 6946 ermittelt (72).

Wärmedurchgangskoeffizienten

der einzelnen Bauteile U Wärmeenergie pro Quadratmeter und Kelvin, die durch die einzelnen Bauteile transportiert wird in W/m^2K

Wärmedurchlasswiderstand R_{tot} Gesamt-Wärmedurchlasswiderstand in m^2K/W

Der Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils wird nach folgender Formel berechnet:

$$U = \frac{1}{R_{tot}} \quad 4.1$$

Der Gesamt-Wärmedurchlasswiderstand R_{tot} des Bauteils, das aus mehreren thermisch homogenen Schichten bestehen kann, wird nach folgender Formel berechnet:

$$R_{tot} = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se} \quad 4.2$$

Innerer

Wärmeübergangswiderstand R_{si} Wärmeübergangswiderstand der inneren Oberfläche in m^2K/W

Wärmeübergangswiderstand R_{se} Wärmeübergangswiderstand der äußeren Oberfläche in m^2K/W

Die Wärmeübergangswiderstände geben den Widerstand an, den die Luftgrenzschichten an den Bauteiloberflächen zur anliegenden Umgebungsluft innen und außen dem Wärmestrom entgegensetzen.

Wärmedurchlasswiderstand R_n Wärmedurchlasswiderstand der einzelnen Bauteilschichten in m^2K/W

Der Wärmedurchlasswiderstand der einzelnen Bauteilschichten gibt den Widerstand, den die einzelnen Bauteilschichten dem Wärmestrom entgegensetzen, an. Die Wärmedurchlasswiderstände werden nach folgender Formel berechnet:

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad 4.3$$

Dabei gibt d die Dicke der Bauteilschicht in m und λ die Bemessungs-Wärmeleitfähigkeit des Baustoffs in $W/(m \cdot K)$ an. Die Bemessungs-Wärmeleitfähigkeit λ kann nach NS-EN ISO 10456 berechnet werden oder anhand von Tabellenwerten ermittelt werden.

Maximal zulässige Werte für den Nettoenergiebedarf

Gebäudekategorie	Gesamter Nettoenergiebedarf [kWh/m ² a] (kWh je m ² beheizte Grundfläche pro Jahr)
Kleinhäuser und Ferienhäuser über 150 m ² beheizte Grundfläche	$100 + \frac{\text{beheizte Grundfläche im m}^2}{1600}$
Mehrfamilienhäuser	95
Bürogebäude	115
Hotels	170
Krankenhäuser	225

Tab. 9 Grenzwerte des Nettoenergiebedarfs nach TEK17, Abschn. 14-2, Abs.1 Tabelle a (70)

Zu den Kleinhäusern gehören nach Definition der TEK 17 sowohl Einfamilienhäuser als auch Reihenhäuser und Doppelhäuser. Für Reihenhäuser ist dabei die gesamte Häuserreihe und die damit verbundenen Flächen zu berücksichtigen. Gemäß TEK 17, Abschnitt 14-2, Absatz 5 dürfen die zulässigen Werte für den Nettoenergiebedarf um bis zu 10 kWh/m²a erhöht werden, wenn auf dem Grundstück mindestens 20 kWh/m²a Strom aus erneuerbaren Energien gewonnen wird.

Maximal zulässige Werte für den Wärmedurchgangskoeffizienten

	U-Wert Außenwand [W/m ² K] bzw. Dimension der Außenwand	U-Wert Boden an unbeheizte Fläche [W/m ² K]	U-Wert Fenster und Türen inkl. Rahmen [W/m ² K]	Luftleckrate bei 50 Pa Druckdifferenz (Luftwechselrate pro Stunde)
Alle Gebäude außer Wohngebäude und Ferienhäuser mit Blockbohlenaußenwänden	≤ 0,22 W/m ² K	≤ 0,18	≤ 1,2	≤ 1,5
Wohngebäude und Ferienhäuser mit Blockbohlenaußenwänden	Außenwanddicke ≥ 6“ (15,24 cm)	≤ 0,18	≤ 1,2	≤ 6,0

Tab. 10 Grenzwerte mit Ermittlung des Nettoenergiebedarfs nach TEK17 (70)

Tabelle 10 zeigt die zulässigen Grenzwerte für Wohngebäude nach TEK17, Abschnitt 14-3, Abs. 1, Tabelle a+b, die zusätzlich zum Nachweis des Nettoenergiebedarfs eingehalten werden müssen. Dabei werden die U-Werte der Außenbauteile sowie der Fenster und Türen begrenzt und Anforderungen an die Luftdichtigkeit des Gebäudes gestellt. Für Wohngebäude und Ferienhäuser, die in Blockbohlenbauweise, also aus gestapelten Baumstämmen hergestellt sind, werden keine Anforderungen an den U-Wert der Außenwände gestellt. Es wird jedoch eine Mindestdicke festgelegt. Zudem ist aufgrund der Bauweise eine höhere Luftleckrate zulässig.

Die Luftleckrate gibt an, wie oft die Luft im Gebäude je Stunde ausgetauscht wird, wenn eine Druckdifferenz 50 Pascal zwischen Innen und Außen besteht. Diese Messung wird in der Regel mittels einem Blower-Door-Test, bei dem ein künstlicher Über- oder Unterdruck erzeugt wird, durchgeführt. Die Menge an Luft, die innerhalb von einer Stunde ausgetauscht wird, zeigt die verlorene Luft und somit den Energieverlust des Gebäudes.

Nachweis der Wärmedurchgangskoeffizienten ohne Nachweis des Nettoenergiebedarfs

Alternativ zum Nachweis des Nettoenergiebedarfs und den Nachweisen der Wärmedurchgangskoeffizienten kann bei Wohngebäuden der Nachweis nach TEK17, Abschnitt 14-2, Absatz 2 erfolgen. Hierbei sind folgende Kriterien nachzuweisen:

Maßnahme	Kleinhaus	Mehrfamilienhaus
U-Wert Außenwände [$W/(m^2K)$]	$\leq 0,18$	$\leq 0,18$
U-Wert Dach [$W/(m^2K)$]	$\leq 0,13$	$\leq 0,13$
U-Wert Bodenplatte [$W/(m^2K)$]	$\leq 0,10$	$\leq 0,10$
U-Wert der Fenster und Türen [$W/(m^2K)$]	$\leq 0,80$	$\leq 0,80$
Anteil der Fenster und Türen bezogen auf die beheizte Innenfläche [%]	$\leq 25 \%$	$\leq 25 \%$
Jährlicher mittlerer Temperaturwirkungsgrad für Wärmerückgewinnungssysteme in Lüftungsanlagen [%]	$\geq 25 \%$	$\geq 25 \%$
Spezifische Ventilatorleistung in Lüftungsanlagen [$kWh/(m^3/s)$]	$\leq 1,5$	$\leq 1,5$
Luftleckrate pro Stunde bei 50 Pa Druckdifferenz	$\leq 0,6$	$\leq 0,6$
Gesamter Wärmebrückenwert bezogen auf die beheizte Innenfläche [$W/(m^2K)$]	$\leq 0,05$	$\leq 0,07$

Tab. 11 Grenzwerte ohne Ermittlung des Nettoenergiebedarfs nach TEK17 (70)

Wird bei Wohnhäusern auf den Nachweis des Nettoenergiebedarfs verzichtet, ist nachzuweisen, dass die Grenzwerte nach Tabelle 11 eingehalten sind. Die Festlegungen der Wärmedurchgangskoeffizienten sind strenger als bei der Nachweisführung mit Ermittlung des Nettoenergiebedarfs und es werden zusätzlich Grenzwerte für die zulässigen Fenster- und Türflächen, Anforderungen an Lüftungssysteme und zulässige Wärmebrücken festgelegt.

Die Ausführungen machen deutlich, dass bei der Nachweisführung eine Berücksichtigung des Standortes des Gebäudes lediglich bei der Ermittlung einzelner Werte, wie etwa des Heizenergiebedarfs, berücksichtigt wird. Eine differenzierte Betrachtung oder Festlegung der

Anforderungen anhand des Standortes besteht nicht. Zudem findet die Nutzung regenerativer Energien keine besondere Betrachtung. Die Anforderungen an die Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) und somit an die Gebäudehülle sind ebenfalls unabhängig vom Standort des Gebäudes.

Bestehende Gebäude

Die norwegische Bauvorschrift TEK 17 regelt die technischen Anforderungen an Neubauten auf Grundlage des Planungs- und Baugesetzes (Plan- og bygningsloven – pbl). Eine gesonderte Regelung der Einhaltung der Vorgaben für die Energiestandards gemäß TEK 17 existiert nicht, so dass grundsätzlich auch für die Sanierung, Umbauten, Anbauten und Nutzungsänderungen, sofern sie gemäß § 20 des Planungs- und Baugesetzes antragspflichtig sind, die energetischen Anforderungen wie für Neubauten bestehen (66,73).

4.2 SCHWEDEN

Der Gebäudeenergiebedarf hängt auch in Schweden von verschiedenen Faktoren ab. Der Heizenergiebedarf stellt dabei aufgrund der geographischen Lage und der klimatischen Bedingungen einen wichtigen Bestandteil des Energiebedarfs von Gebäuden dar. Je nach Region werden sehr niedrige Außentemperaturen erreicht, so dass der Heizwärmebedarf entsprechend hoch ist. Die Vorschriften hinsichtlich des Gebäudeenergiebedarfs werden durch die schwedische Behörde für Wohnungswesen, Bauwesen und Raumplanung (Boverket) festgelegt. Gemäß der schwedischen Bauvorschriften des Boverket BFS 2011:6 in der jeweils gültigen Fassung bis einschließlich BFS 2020:4 sind Gebäude so zu planen, dass der Energieverbrauch durch geringe Wärmeverluste, geringen Kühlbedarf, effizienten Heiz- und Kühlinsatz sowie effizienten Stromverbrauch begrenzt wird (74). Hierzu sind Grenzwerte für den Primärenergiebedarf des Gebäudes, die installierte elektrische Leistung für Heizung, die durchschnittlichen Luftleckagen der Gebäudehülle sowie der mittlere Wärmedurchgangskoeffizient der das Gebäude umschließenden Gebäudeteile festgelegt.

Primärenergiebedarf

Der Primärenergiebedarf EP_{pet} eines Gebäudes wird in kWh/(m²a) berechnet. Er gibt an, wie viel Energie das gesamte Gebäude bei normaler Nutzung in einem Jahr pro Quadratmeter Fläche benötigt. Berücksichtigt wird dabei die Energie aus Heizung (E_{suppv}), Komfortkühlung (E_{kyl}), Warmwasserbereitung (E_{tvo}) und der Gebäudeenergie (E_f). Weiterhin wird bei der Ermittlung des Heizenergiebedarfes die geographische Lage des Gebäudes berücksichtigt (F_{geo}) und ein Gewichtungsfaktor für den jeweiligen Energieträger (VF) eingebracht.

Heizenergie E_{suppv}	Energie zum Heizen des Gebäudes in kWh/a
Energie für Komfortkühlung E_{kyl}	Energie, die dem Gebäude zugeführt wird, um die Innentemperatur zu senken in kWh/a
Energie für Warmwasserbereitung E_{tvo}	Energie zur Bereitstellung von Warmwasser in kWh/a
Gebäudeenergie E_f	Energie für den Betrieb des Gebäudes, zum Beispiel Energie, die in Heizkabeln, Pumpen und Ventilatoren verbraucht wird in kWh/a

Geographischer Anpassungsfaktor F_{geo}	Berücksichtigt die Lage des Gebäudes bei der Angabe der Heizenergie. Die Heizenergie wird hierbei je nach Lage des Gebäudes durch einen Faktor zwischen 0,9 und 1,9 dividiert. In den kälteren Regionen z.B. Kiruna liegt der Wert höher (hier: 1,9) während in den wärmeren Regionen wie Gotland ein niedrigerer Faktor (hier: 0,9) zu verwenden ist.
Gewichtungsfaktor für den Energieträger VF	Erhöht oder verringert je nach Energieträger den Primärenergieverbrauch des Gebäudes; so wird etwa für fossiles Öl oder Gas der Faktor 1,8 verwendet, während beispielsweise für Biokraftstoffe der Faktor 0,6 zu verwenden ist
Fläche A_{temp}	Fläche aller Räume, die auf mehr als 10°C beheizt werden

Der Primärenergiebedarf des Gebäudes wird nach folgender Formel berechnet:

$$EP_{pet} = \frac{\sum_{i=1}^6 \left(\frac{E_{uppv,i}}{F_{geo}} + E_{kyl,i} + E_{tvv,i} + E_{f,i} \right) * VF_i}{A_{temp}} \quad 4.4$$

Installierte elektrische Leistung für die Heizung

Zur Stromeinsparung wird, gemäß der schwedischen Bauvorschriften, die Strommenge, die in einem Gebäude zum Heizen eingesetzt werden darf, je nach Gebäudegröße begrenzt. Hierbei wird die Energiemenge berücksichtigt, die für die Aufrechterhaltung des vorgesehenen Raumklimas, die Warmwasserbereitung und die Belüftung bei einem maximalen Energiebedarf des Gebäudes erforderlich ist (74).

Durchschnittliche Luftleckagen der Gebäudehülle

Gemäß Tabelle 9:2a der schwedischen Bauvorschrift des Boverket BFS 2011:6 in der jeweils gültigen Fassung bis einschließlich BFS 2020:4 ist lediglich für Einfamilienhäuser kleiner 50 m² ein Grenzwert für die zulässigen Leckagen in der Gebäudehülle festgelegt. Für alle anderen Gebäudetypen wird nach Abschnitt 9:26 festgelegt, dass das Gebäude so dicht sein muss, dass die Anforderungen an den Primärenergiebedarf und die installierte elektrische Heizleistung erfüllt werden. Zur Bestimmung von Leckagen und der Luftdurchlässigkeit der Gebäudehülle ist die Norm SS-ES ISO 9972:2015 anzuwenden. In dieser wird das Differenzdruckverfahren zur Ermittlung der Leckagen beschrieben. Da es für den Vergleich der Länder nicht relevant ist, wird im Zuge dieser Arbeit darauf verzichtet, die Berechnungsmethoden zu erläutern.

Mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient U_m

Der mittlere Wärmedurchgangskoeffizient U_m in W/m^2K ergibt sich aus der flächenmäßigen Mittelung der U-Werte der einzelnen Bauteile und gibt an, wie viel Wärmeenergie pro Quadratmeter und Kelvin durch die Gebäudehülle transportiert wird. Zusätzlich zu den U-Werten der einzelnen Bauteile werden zudem die Wärmedurchgangskoeffizienten für punktförmige Wärmebrücken χ und linienförmige Wärmebrücken Ψ berücksichtigt. Die Berechnung entspricht der Norm SS-EN ISO 13789:2017 (74,75).

Wärmedurchgangskoeffizienten

der einzelnen Bauteile U

Wärmeenergie pro Quadratmeter und Kelvin, die durch die einzelnen Bauteile transportiert wird in W/m^2K

Fläche des Bauteils A

Fläche des einzelnen Bauteils in m²

Wärmedurchgangskoeffizienten für

für linienförmige Wärmebrücken Ψ

Wärmeenergie, die pro Quadratmeter und Kelvin in Bereichen von linienförmigen Kältebrücken transportiert wird in W/m^2K . Diese treten beispielsweise an Stellen von Materialwechseln, Decken- und Dachanschlüssen auf.

Länge von linienförmigen

Wärmebrücken l_k

Länge einer linienförmigen Wärmebrücke in m

Wärmedurchgangskoeffizienten für

für punktförmige Wärmebrücken X

Wärmeenergie, die pro Quadratmeter und Kelvin in Bereichen von punktförmigen Wärmebrücken transportiert wird in W/m^2K . Diese treten beispielsweise an Stellen Befestigungsdübeln von Wärmedämmverbundsystemen auf.

Fläche der Gebäudehülle A_{om}

Fläche der thermischen Gebäudehülle im m^2 . Berücksichtigt werden die Teile der Gebäudehülle, die beheizte Räume nach außen, zum Erdreich oder teilweise beheizten Räumen begrenzen.

Der Mittlere Wärmedurchgangskoeffizient wird nach folgender Formel berechnet:

$$U_m = \frac{\sum_{i=1}^n U_i + \sum_{k=1}^m l_k \Psi_k + \sum_{j=1}^p X_j}{A_{om}} \quad 4.5$$

Maximal zulässige Werte

Gemäß Tabelle 9:2a der schwedischen Bauvorschrift, werden die Grenzwerte für den Primärenergiebedarf, die installierte elektrische Leistung zum Heizen, die zulässigen Leckagen in der Gebäudehülle sowie den mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten festgelegt. Tabelle 9 zeigt die Grenzwerte, die für Wohngebäude getroffen wurden.

	Primärenergiebedarf [kWh/m ² a]	Installierte elektrische Leistung zum Heizen [kW]	Durchschnitt der Luftleckagen in der Gebäudehülle bei 50 Pa Druckdifferenz [l/s m ²]	Mittlere Wärmedurchgangskoeffizient [W/m ² K]
Einfamilienhäuser > 130 m ² (A_{temp})	90	4,5 + 1,7*($F_{geo}-1$)	Gemäß Abschnitt 9:26 der Vorschriften	0,30
Einfamilienhäuser > 90 – 130 m ²	95			
Einfamilienhäuser > 50 – 90 m ²	100			
Einfamilienhäuser ≤ 50 m ²	Keine Anforderung	Keine Anforderung	0,6	0,33
Mehrfamilienhäuser	75	4,5 + 1,7*($F_{geo}-1$)	Gemäß Abschnitt 9:26 der Vorschriften	0,4

Tab. 12 Grenzwerte gemäß Tabelle 9:2a der schwedischen Bauvorschriften (74)

Hinsichtlich des Primärenergiebedarfs ist ersichtlich, dass je größer das Gebäude ist, desto strenger werden die Anforderungen. Während für Kleingebäude mit einer beheizten Fläche von weniger als 50 m² keine Anforderungen gestellt werden, ist für Mehrfamilienhäuser ein maximaler Primärenergiebedarf pro Quadratmeter und Jahr von 75 kWh festgelegt.

Die installierte elektrische Leistung, die zum Heizen verwendet wird, ist für alle oben aufgeführten Gebäudetypen auf den gleichen Wert begrenzt. Wie bei der Ermittlung des Heizenergiebedarfs zur Bestimmung des Primärenergiebedarfs wird auch bei der elektrischen Leistung, die zum Heizen verwendet wird, der Standort des Gebäudes durch den geographischen Anpassungsfaktor F_{geo} berücksichtigt. Das bedeutet, je kälter der Standort ist, desto höher liegt die zulässige Menge an elektrischer Energie zum Heizen des Gebäudes.

Für die zulässigen Leckagen in der Gebäudehülle ist lediglich für Einfamilienhäuser unter 50 m² ein Grenzwert festgelegt. Für andere Gebäudetypen ist die Gebäudehülle gemäß Abschnitt 9:26 so auszubilden, dass sie die Anforderungen an den Primärenergiebedarf und die

installierte elektrische Heizleistung erfüllen. Aus Tabelle 9 ist zudem ersichtlich, dass der mittlere Wärmedurchgangskoeffizient für Mehrfamilienhäuser höher liegen darf als bei Einfamilienhäusern. Das bedeutet, dass für Mehrfamilienhäuser geringere Anforderungen an die Gebäudehülle gestellt werden.

Aus den Ausführungen wird deutlich, dass der Standort bei der Ermittlung des Primärenergiebedarfs durch den geographischen Faktor berücksichtigt wird. Der unterschiedliche Energiebedarf aufgrund der stark unterschiedlichen klimatischen Bedingungen in den einzelnen Regionen hat somit Einfluss auf die Nachweisführung. Da aufgrund des geographischen Anpassungsfaktors in den kälteren Regionen eine Verringerung des Heizenergiebedarfs vorgenommen wird, findet also für diese Gebäude eine Erleichterung statt, da sie trotz kälteren Klimabedingungen keine höheren Anforderungen erfüllen müssen.

Bei der Ermittlung der Wärmedurchgangskoeffizienten wird der Standort des nachzuweisenden Gebäudes nicht berücksichtigt. Die Anforderungen an die Gebäudehülle sind somit unabhängig vom Standort.

Bestehende Gebäude

Für bestehende Gebäude, in denen um- oder angebaut wird oder eine geänderte Nutzung erfolgen soll, ist der Umfang der erforderlichen Maßnahmen hinsichtlich des Gebäudeenergiebedarfs abhängig vom Umfang der Baumaßnahme. Gemäß Abschnitt 9:92 kann auf eine Ermittlung des Primärenergiebedarfs des gesamten Gebäudes verzichtet werden, sofern es sich um geringfügige Änderungen handelt und für neue Bauteile, wie Wände, Decken, Fenster, Einzelbauteilnachweise über die Einhaltung der U-Werte geführt werden. Auch bei der Auslegung der Heiz- und Kühlsysteme ist der Umfang der Baumaßnahme zu berücksichtigen, um zu entscheiden, welche energetischen Maßnahmen erforderlich sind. Sind die geplanten Umbaumaßnahmen jedoch so umfangreich, dass sie einem Neubau gleichkommen oder erfolgt eine Nutzungsänderung, durch welche sich erhöhte Anforderungen ergeben, so sind die erforderlichen Nachweise für das gesamte Gebäude wie für einen Neubau zu führen (74).

4.3 DÄNEMARK

Die Vorschriften und erforderlichen Nachweise hinsichtlich des Gebäudeenergiebedarfs werden in Dänemark durch die Bauordnung BR18 (Bygningsreglementets) der Verkehrs-, Bau- und Wohnungsbaubehörde (Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen) geregelt (76). Nach BR18, Kapitel 11, sind Gebäude so zu planen, errichten, umzubauen und instand zu halten, dass ein unnötiger Energieverbrauch für Heizung, Lüftung, Kühlung, Warmwasserbereitung und Beleuchtung vermieden wird. Dabei werden Grenzwerte festgelegt, die nicht überschritten werden dürfen. Zusätzlich ist gemäß Kapitel 25 eine freiwillige Dimensionierung als Niedrigenergiegebäude möglich. Die Grenzwerte für die Nachweise sind für diese entsprechend verschärft, so dass ein niedriger Energieverbrauch erreicht wird. Aufgrund der Übersichtlichkeit und des Umfangs wird dieses Nachweisverfahren im Zuge dieser Arbeit nicht weiter berücksichtigt. Die dänische Bauordnung legt in den §§ 293 – 298 fest, dass die Beheizung von Gebäuden auf erneuerbaren Energien basieren muss. Unabhängig davon kann die Beheizung über Fernwärme erfolgen, wenn das Gebäude in einem Bereich errichtet wird, in dem ein Anschluss an das Fernwärmenetz möglich ist. Eine weitere Ausnahme besteht darin, dass § 295 vorgibt, dass ein Beheizen mit Erdgas dann zulässig ist, wenn im zu bebauenden Gebiet bereit ein Erdgasversorgungsnetz besteht. Weiterhin ist eine Befreiung möglich, wenn im Einzelfall entschieden wird, dass das Gebäude zum Beheizen mit erneuerbaren Energien nicht geeignet ist. Dies kann beispielsweise aufgrund der Lage des Gebäudes auf dem Grundstück, der Grundstücksgröße oder lokaler Entwicklungspläne für Fernwärmenetz der Fall sein. Wird das Gebäude nicht mit erneuerbaren Energien beheizt, so ist nachzuweisen, dass diese andere Teile der Energieversorgung des Gebäudes decken.

Beim Neubau eines Wohngebäudes sind im Wesentlichen vier Anforderungsebenen zu berücksichtigen:

Energierahmen

Der Energierahmen legt den Gesamtenergiebedarf an zugeführter Energie eines Gebäudes für Heizung, Lüftung, Kühlung und Warmwasserbereitung fest. Die zugeführte Energie für Beleuchtung ist gemäß BR18 §§ 259 und 260 nur für Nichtwohngebäude zu berücksichtigen. Die Nachweise sind auf Grundlage der Anweisung 213 „Energiebedarf in Gebäuden“ des

dänischen Bauforschungsinstitutes zu erstellen (SBI-Anvisining 213 – Bygningers energibehov) (70).

Wird Strom aus erneuerbaren Quellen gewonnen, darf dieser berücksichtigt werden. Es darf jedoch maximal eine Reduzierung der zugeführten Energie um 25 kWh/m²a berücksichtigt werden. Zudem sind die unterschiedlichen Energiequellen bei der Berechnung des Energiebedarfs unterschiedlich zu gewichten. Zur Ermittlung des Primärenergiebedarfs ist nach BR 18, § 252 die entsprechende Energiequelle zu faktorisieren. Durch Strom gewonnene Energie ist dabei mit dem Faktor 2,5 zu gewichten, Fernwärme mit dem Faktor 0,8 und sonstige Energiequellen mit dem Faktor 1,0 (76).

Bei der Berechnung des Energierahmens, welches nach SBI-Anweisung 213 auf Grundlage des Berechnungsprogrammes Be18 erfolgt, wird sowohl die Qualität der Gebäudehülle, die Lage und Ausrichtung des Gebäudes, die Heizungsanlage sowie die Lüftungs- und Klimaanlage im Gebäude berücksichtigt.

Der maximale Primärenergiebedarf eines Wohngebäudes darf nach §259 pro Jahr höchstens folgenden Wert aufweisen:

$$30 + \frac{1000}{\text{beheizte Grundfläche in m}^2} \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad 4.6$$

Anforderung an die Luftdichtheit

Zur Speicherung von Wärme und zur Vermeidung von Wärmeverlusten muss der Nachweis an die Luftdichtheit der Gebäudehülle erbracht werden. Nach BR18, § 263 ist der Volumenstrom durch Leckagen in der Gebäudehülle bei einer Druckdifferenz von 50 Pa pro Quadratmeter beheizter Fläche auf 1,0 l/s begrenzt.

Die Luftdichtheit wird bei der Energierahmenberechnung nachgewiesen und kann durch eine Druckprüfung mittels Blower-Door-Test überprüft werden.

Transmissionswärmeverlust Φ_t

Die Transmissionswärmeverluste geben an, wie viel Wärme aus dem Gebäude über die Außenbauteile verloren geht. Der maximale Transmissionswärmeverlust darf nach § 264 pro Quadratmeter Grundfläche höchstens folgenden Wert aufweisen:

$$12,0 + \frac{6,0}{E} + \frac{300}{A} \quad W/m^2 \quad 4.7$$

E gibt die Anzahl der Stockwerke an. Hierzu wird die gesamte beheizte Fläche durch die bebaute Bodenfläche dividiert und A gibt die beheizte Grundfläche an.

Die Berechnung der Transmissionswärmeverluste erfolgt auf Grundlage der nationalen Norm DS 418. Bei linienförmigen Bauteilen sowie in Bereichen von Materialwechseln sind Wärmebrücken zu berücksichtigen, so dass je nach Bauteilart unterschiedliche Berechnungsmethoden anzuwenden sind. Im Folgenden werden beispielhaft die Berechnungsformeln für Flächenbauteile wie Wände, Decken und Bodenplatten sowie für die Anschlussbereiche um Fenster und Türen dargelegt (77).

Für Flächenbauteile wie Wände, Decken und Bodenplatten wird er nach folgender Formel berechnet:

$$\Phi_t = UA(\theta_i - \theta_e) \quad W \quad 4.8$$

Der Transmissionswärmeverlust aufgrund von Wärmebrücken an der Fuge um Fenster und Türen wird nach folgender Formel berechnet:

$$\Phi_t = \Psi_{sa} l_{sa} (\theta_i - \theta_e) \quad W \quad 4.9$$

resultierender

Wärmedurchgangskoeffizient U Wärmeenergie pro Quadratmeter und Kelvin, die durch die Gebäudehülle transportiert wird in W/m^2K

Fläche Gebäudehülle A Fläche der Gebäudehülle abzüglich der Fenster und Türen in m^2

Wärmeverluste Ψ_{sa}	Wärmeverluste an den Wärmebrücken im Bereich der Anschlussfugen von Fenstern und Türen in W/mK
Auslegungsinntemperatur θ	Die Innentemperatur von Wohnräumen ist mit 20°C anzusetzen. In Arbeitsräumen wird die Innentemperatur unter Berücksichtigung der ausgeführten Arbeiten ermittelt. Für Räume mit Fußbodenheizung wird bei der Ermittlung des Wärmeverlustes durch die Bodenplatte eine Innentemperatur von 30°C angesetzt.
Bemessungsaußentemperatur θ_e	Die Bemessungsaußentemperatur wird im Allgemeinen auf -12° C festgelegt. Für die Bemessungsbodentemperatur sind 10°C anzusetzen.

Zum Vergleich der berechneten Werte mit den vorgegebenen Grenzwerten und zur Überprüfung der Zulässigkeit, ist der ermittelte Transmissionswärmeverlust durch die gesamte Außenfläche zu teilen.

Allgemeine Anforderungen an die Gebäudehülle

Die einzelnen Gebäudeteile müssen so gedämmt werden, dass die Grenzwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten gemäß Anhang 2, Tabelle 1 der dänischen Bauvorschriften nicht überschritten werden. Die U-Werte sind ebenfalls nach der Norm DS 418 „Berechnung von Wärmeverlusten in Gebäuden“ zu ermitteln (77).

Wärmedurchgangskoeffizienten der einzelnen Bauteile U	Wärmeenergie pro Quadratmeter und Kelvin, die durch die einzelnen Bauteile transportiert wird in W/m^2K
Innerer Wärmeübergangswiderstand R_{si}	Wärmeübergangswiderstand der inneren Oberfläche in m^2K/W

Wärmeübergangswiderstand R_{se} Wärmeübergangswiderstand der äußeren Oberfläche in m^2K/W

Wärmedurchlasswiderstand R_i Wärmedurchlasswiderstand der einzelnen Bauteilschichten in m^2K/W

Der Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils wird nach folgender Formel berechnet:

$$U = \frac{1}{R_{si} + R_{se} + \sum_{i=1}^n R_i} \quad 4.10$$

Die Wärmeübergangswiderstände geben den Widerstand an, den die Luftgrenzschichten an den Bauteiloberflächen zur anliegenden Umgebungsluft innen und außen dem Wärmestrom entgegensetzen.

Der Wärmedurchlasswiderstand der einzelnen Bauteilschichten gibt den Widerstand, den die einzelnen Bauteilschichten dem Wärmestrom entgegensetzen, an. Die Wärmedurchlasswiderstände werden nach folgender Formel berechnet:

$$R_i = \frac{d}{\lambda} \quad 4.11$$

Dabei gibt d die Dicke der Bauteilschicht in m und λ die Bemessungs-Wärmeleitfähigkeit des Baustoffs in $W/(m \cdot K)$ an. Die Bemessungs-Wärmeleitfähigkeit λ kann anhand von Tabellenwerten ermittelt werden.

Tabelle 13 zeigt einen Auszug der zulässigen U-Werte der einzelnen Bauteile gemäß der dänischen Bauordnung. Die gesamte Tabelle ist in Anhang 2 von BR18 zu finden.

Bauteil	Maximaler U-Wert [W/(m ² K)]
Außenwände und an Erdreich grenzende Kellerwände	0,30
Bodenplatten	0,20
Decken und Dachkonstruktionen	0,20
Außentüren mit Glasscheiben	1,50
Fenster	1,80

Tab. 13 Zulässige U-Werte gemäß Anhang 2, Tab.1 der dänischen Bauordnung (76)

Bestehende Gebäude

Für bestehende Gebäude wird nach BR18 unterschieden, ob es sich um eine Nutzungsänderung, eine Erweiterung oder einen Umbau handelt.

Bei Nutzungsänderungen kann nach BR18, § 267 der Energierahmen wie bei einem Neubau sowie der Nachweis der Wärmedurchgangskoeffizienten gemäß Anhang 2, Tabelle 1 erbracht werden. Alternativ kann nachgewiesen werden, dass die Anforderungen an die Gebäudehülle gemäß Anhang 2, Tabelle 2 eingehalten werden. Die hier festgelegten U-Werte sind strenger als nach Tabelle 1. So darf beispielsweise der U-Wert einer Außenwand bei einem Neubau nach Tabelle 1 maximal $0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ betragen. Wird Tabelle 2 angewendet, liegt der Maximalwert bei $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ (76). Anforderungen an die Luftdichtheit oder Anteile erneuerbarer Energien bestehen bei Nutzungsänderungen nicht.

Die Energieanforderungen für einen Anbau können mit drei verschiedenen Methoden erfüllt werden. Es besteht die Möglichkeit, die Nachweise wie bei der geänderten Nutzung zu führen. Der Nachweis der U-Werte nach Anhang 2, Tabelle 2 ist jedoch nur zulässig bis zu einer Fensterfläche des Anbaus von 22 % der Außenwandfläche. Das dritte Nachweisverfahren besteht darin, einen Wärmeverlustrahmen aufzustellen. Die zulässigen Grenzwerte für die U-Werte und Transmissionswärmeverluste sind anhand der Werte aus Anhang 2, Tabelle 2 der dänischen Bauordnung zu ermitteln. Der tatsächliche Wärmeverlust des Anbaus darf die so ermittelten Grenzwerte nicht überschreiten. Zudem sind die U-Werte der einzelnen Bauteile gemäß Anhang 2, Tabelle 1 nachzuweisen.

Erfolgt ein Umbau oder eine Sanierung des Gebäudes, die nicht zu den vorher genannten Maßnahmen zählen, wie etwa das Aufbringen eines neuen Dachaufbaus oder die Sanierung der Fassade, so sind weitreichendere energetische Maßnahmen und Nachweise erforderlich. Da es für diese Arbeit nicht relevant ist, werden die erforderlichen Maßnahmen und Berechnungsmethoden nicht weiter beschrieben.

4.4 DEUTSCHLAND

Zur Vergleichbarkeit der Anforderungen und Überprüfung, ob Deutschland von Norwegen, Dänemark und Schweden hinsichtlich der Anforderungen an Gebäude und der dazu erforderlichen Nachweise lernen kann, werden im Folgenden die Berechnungsmethoden und Anforderungen nach Gebäudeenergiegesetz (GEG) erläutert.

Gemäß § 1 zielt das GEG auf einen möglichst sparsamen Einsatz von Energie in Gebäuden einschließlich einer zunehmenden Nutzung erneuerbarer Energien zur Erzeugung von Wärme, Kälte und Strom für den Gebäudebetrieb ab. Gebäude sind demnach so zu errichten, dass der Gesamtenergiebedarf für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung und Kühlung die Höchstwerte nach § 15 (für Wohngebäude) und § 18 (für nicht Wohngebäude) GEG nicht überschreiten. Weiterhin sind Energieverluste beim Heizen und Kühlen durch baulichen Wärmeschutz zu vermeiden und der Wärme- und Kälteenergiebedarf zumindest anteilig durch erneuerbare Energien zu decken (78).

Nach GEG ist der Gesamtenergiebedarf eines Gebäudes nachzuweisen. Bei diesem handelt es sich um den Jahres-Primärenergiebedarf, der sich bei Wohngebäuden aus Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung und Kühlung des Gebäudes ergibt. Zusätzlich zum Energiegehalt der eingesetzten Energieträger werden dabei der elektrische Strom sowie die vorgelagerten Prozessketten bei der Gewinnung, Umwandlung, Speicherung und Verteilung mittels eines Primärenergiefaktors berücksichtigt (78).

Der Jahres-Primärenergiebedarf für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung und Kühlung eines zu errichtenden Wohngebäudes darf nach GEG das 0,55fache des Wertes für ein Referenzgebäude, das die gleiche Geometrie, Gebäudenutzfläche und Ausrichtung aufweist, nicht überschreiten. Die technische Ausführung des Referenzgebäudes ist in Anlage A des Gebäudeenergiegesetzes festgelegt. In Anhang A werden Festlegungen hinsichtlich der Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenbauteile, Luftdichtheit der Gebäudehülle, Art der Heizungsanlage sowie die Art der Anlagen zur Warmwasserbereitung, der Kühlung und der Lüftung des Gebäudes getroffen. Daraus wird der zulässige Energiebedarf des nachzuweisenden Gebäudes ermittelt. Zusätzlich darf gemäß §16 der spezifische, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust (H'_{T} -Wert in $W/(m^2K)$) des zu errichtenden Gebäudes den des Referenzgebäudes nicht übersteigen. Dieser

Wert gibt die Gesamtsumme der U-Werte aller Gebäudekomponenten wie Wände, Fenster, Türen und Dach an. Er stellt den Energieverlust oder die Verlustleistung in Relation zur gesamten Fläche des Gebäudes dar.

Nach GEG ist der Jahres-Primärenergiebedarf nach DIN 18599: 2018-09 zu ermitteln. Die Berechnung nach DIN V 4108-6 ist seit dem 01.01.2024 nicht mehr zulässig. Abweichend von DIN 18599: 2018-09, ist gemäß § 20 GEG bei der Ermittlung des Primärenergiebedarfs der Endenergiebedarf für elektrische Nutzeranwendung nicht zu berücksichtigen. Weiterhin sind die Wärmedurchgangskoeffizienten gemäß DIN 18599-2: 2018-09 und DIN 4108-4: 2017-03 zu ermitteln.

DIN 18599 („Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung“) wird insgesamt in 13 Teile unterteilt. Im Folgenden werden die Inhalte der einzelnen Teile beschrieben (79). Dabei ist zu beachten, dass nicht alle Teile für jeden Gebäudetypen relevant sind. So wird etwa bei Wohngebäuden die Beleuchtung nicht separat ermittelt, während für Nichtwohngebäude eine Ermittlung des Endenergiebedarfs für Beleuchtung nach DIN 18599-Teil 4 erfolgt.

Teil 1: „Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger“

- Überblick über das Vorgehen bei der Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs
- Beschreibung des allgemeinen Bilanzierungsverfahrens
- Beschreibung des Vorgehens bei der Zonierung von Gebäuden
- Darstellung der Primärenergiefaktoren

Teil 2: „Nutzenergiebedarf für Heizung und Kühlung von Gebäudezonen“

- Festlegung der Rechenverfahren für Heizwärme- und Kühlbedarf in einer Gebäudezone aus dem Zusammenwirken von bau- und anlagentechnischen Eigenschaften und der Nutzung des Gebäudes

- | | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none">- Hierzu sind alle in der Gebäudezone auftretenden Wärmequellen und Wärmesenkungen (einschließlich der Ergebnisse aus den anderen Normteilen) zu bestimmen und zu berücksichtigen |
| Teil 3: „Nutzenergiebedarf für energetische Luftaufbereitung“ | <ul style="list-style-type: none">- Ermittlung des Nutzenergiebedarfs für die thermische Luftaufbereitung und des Energiebedarfs für Luftförderung- Relevant für die Bewertung der raumluftechnischen Anlagen in Nichtwohngebäuden |
| Teil 4: „Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung“ | <ul style="list-style-type: none">- Beschreibung des Verfahrens zur Ermittlung des Endenergiebedarfs für die Beleuchtung von Nichtwohngebäuden |
| Teil 5: „Endenergiebedarf von Heizsystemen“ | <ul style="list-style-type: none">- Ermittlung des Energiebedarfs des Heizsystems in den verschiedenen Prozessschritten (Übergabe, Verteilung, Speicherung und Erzeugung)- Berechnung der anlagentechnischen Verluste in den jeweiligen Prozessen und Berücksichtigung in den weiteren Bilanzierungsschritten |
| Teil 6: „Endenergiebedarf von Lüftungs-, Luftheizungsanlagen und Kühlsystemen für den Wohnungsbau“ | <ul style="list-style-type: none">- Ermittlung des Energiebedarfs von Wohnungslüftung, Luftheizanlagen und Kühlsystemen in Wohngebäuden |
| Teil 7: „Energiebedarf von Raumluftechnik- (RLT) und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau“ | <ul style="list-style-type: none">- Ermittlung der Nutzwärmeabgabe für die Heizfunktion von RLT-Anlagen- Ermittlung der Erzeugernutzkälteabgabe für Raumkühlung und RLL-Kühlung |
| Teil 8: „Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen“ | <ul style="list-style-type: none">- Berechnung des Energiebedarfs für die Trinkwarmwasserbereitung |

- | | |
|--|--|
| Teil 9: „End- und Primärenergiebedarf von stromproduzierenden Anlagen“ | - Berechnung des gesamten Endenergiebedarf und des Energieaufwands für Systeme mit stromproduzierenden Anlagen, der der Wärmeerzeugung zuzurechnen sind |
| Teil 10: „Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten“ | - Randbedingungen für Wohn- und Nichtwohngebäude, Klimadaten für das Referenzklima Deutschland und Richtwerte für den Trinkwasserbedarf |
| Teil 11 : „Gebäudeautomation“ | - Einflüsse der Steuerung, Regulierung und Gebäudeautomation für den Energiebedarf eines Gebäudes |
| Teil 12: „Tabellenverfahren für Wohngebäude“ | - Aus den einzelnen Kapiteln vorberechnete Tabellen nach allgemeinen Ansätzen, die zur energetischen Bewertung von Wohngebäuden genutzt werden können |
| Teil 13: „Tabellenverfahren für Nichtwohngebäude | - Aus den einzelnen Kapiteln vorberechnete Tabellen nach allgemeinen Ansätzen, die zur energetischen Bewertung von Nichtwohngebäuden genutzt werden können |

Durch die Aufteilung der Norm in die genannten Teile ist eine bedarfsorientierte Berechnung für das jeweilige Gebäude möglich. Die Umrechnung in den Primärenergiebedarf der je Energieträger bilanzierten heizwertbezogenen Endenergie erfolgt mittels des Primärenergiefaktoren gemäß Anlage 4 des GEG.

Der Primärenergiefaktor berücksichtigt die Energiemenge, die außerhalb der Systemgrenze bei der Gewinnung, Umwandlung und Verteilung des Energieträgers durch vorgelagerte Prozessketten benötigt wird. Er variiert je nach Energieträger und berücksichtigt daher die unterschiedlichen Energieaufwände, die mit verschiedenen Energieträgern verbunden sind. Dadurch dient der Primärenergiefaktor als Bewertungsfaktoren für die Bewertung der Umweltwirksamkeit des Energiebedarfs (80).

Bei der Ermittlung des Endenergiebedarfes ist gemäß GEG §20 Abs.5 der Anteil nicht zu berücksichtigen, der durch solare Strahlungsenergie und Umweltwärme gewonnen wird und im unmittelbaren räumlichen Zusammenhang zum Gebäude steht. Weiterhin darf nach § 23 des Gebäudeenergiegesetzes Strom aus erneuerbaren Energien, der im unmittelbaren räumlichen Zusammenhang zum Gebäude erzeugt wird, bei der Ermittlung des Primärenergiebedarfes in Abzug gebracht werden.

Aufgrund der Komplexität der Berechnung, der Anzahl der zu führenden Nachweise und der Anzahl an anzuwendenden Normen wird auf eine Darlegung des Nachweisverfahrens nach GEG im Zuge dieser Arbeit verzichtet.

Seit Inkrafttreten des Gebäudeenergiegesetzes im Jahr 2020 steht es immer wieder in Kritik. So kritisiert die deutsche Unternehmensinitiative Energieeffizienz (Denef), dass die Anforderungen im Vergleich zu den vorherigen Regularien nicht verschärft wurden. Weiterhin wurde kritisiert, dass keine Erleichterung in der Anwendung gegenüber den vorherigen Vorschriften erfolgte und es dem Gesetz durch die Komplexität und Anzahl der Paragraphen an Übersichtlichkeit fehlt (81). Ein weiterer Kritikpunkt war, dass das Referenzgebäude gemäß GEG – Anlage 1 und 2 weiterhin die Gasbrennwertheizung als Standard für Neubauten ansetzt, da zur Erreichung der Klimaneutralität in Deutschland vielmehr die Wärmepumpe zum Standard werden sollte (82).

4.5 VERGLEICH DER ANFORDERUNGEN DER LÄNDER

Die Anforderung an den Gebäudeenergiebedarf und die Berechnungsmethoden sind in den Ländern auf unterschiedliche Arten definiert. Es bestehen keine einheitlichen Berechnungsmethoden. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick der Anforderungen und zu führenden Nachweise gemäß der jeweiligen nationalen Vorschriften.

Parameter	Norwegen	Schweden	Dänemark	Deutschland	
Gebäudeenergiebedarf	Nettoenergiebedarf in kWh/m ² a	Primärenergiebedarf in kWh/m ² a	Primärenergiebedarf in kWh/m ² a	Primärenergiebedarf in kWh/m ² a	
Vorschrift zur Berechnungsmethode	NS 3031:2014	BFS2020:4	SBi -Anweisung 213 (BE 18)	GEG und DIN 18599	
Grenzwerte für den Nachweis					
1	Energiebedarf	Je nach Gebäudetyp feste Grenzwerte (siehe Tab.9)	Je nach Gebäudetyp feste Grenzwerte (siehe Tab.12)	Fester Grenzwert (siehe Formel 4.6)	Nachweis nach Referenzgebäudeverfahren (keine absoluten Grenzwerte)
2	Luftdichtheit	Feste Grenzwerte (siehe Tab.10)	Je nach Gebäudetyp teilweise Grenzwerte (siehe Tab.12)	Fester Grenzwert (siehe Abschnitt 4.3)	
3	Gebäudehülle	U-Werte für einzelne Bauteile festgelegt (siehe Tab.10)	Feste Grenzwerte für mittleren U-Wert (siehe Tab.12)	U-Werte für einzelne Bauteile festgelegt (siehe Tab.13)	
4	Sonstige Nachweise	Für Wohngebäude vereinfachter Nachweis möglich (siehe Tab. 11)	Installierte elektrische Leistung zum Heizen wird begrenzt	Zulässiger Transmissionswärmeverlust wird begrenzt	

Berücksichtigung der geographischen Lage im Energiebedarf	Bei der Ermittlung der einzelnen Parameter (z.B. Heizenergiebedarf) berücksichtigt + keine Beachtung bei der Nachweisführung	Bei der Ermittlung der einzelnen Parameter (z.B. Heizenergiebedarf) berücksichtigt + bei der Berechnung des Primärenergiebedarfes berücksichtigt	Bei der Ermittlung der einzelnen Parameter (z.B. Heizenergiebedarf) berücksichtigt + keine Beachtung bei der Nachweisführung	Bei der Ermittlung der einzelnen Parameter (z.B. Heizenergiebedarf) berücksichtigt + keine Beachtung bei der Nachweisführung
Berücksichtigung erneuerbarer Energien	Bei Erzeugung von min. 20 kWh/m ² beheizter Grundfläche Strom aus erneuerbarer Energie auf dem Grundstück, Erhöhung des zulässigen Nettoenergiebedarfs um bis zu 10 kWh/m ² a	Bei der Berechnung des Primärenergiebedarfes durch den Gewichtungsfaktor für den Energieträger berücksichtigt	Bei Gewinnung von Strom aus erneuerbarer Energie, darf zugeführte Energie um bis zu 25 kWh/m ² a verringert werden + bei Ermittlung des Primärenergiebedarfes berücksichtigt	Abzug selbst erzeugter Energie bei der Berechnung des Endenergiebedarfs
Heizenergiebedarf	NS-EN ISO 52016	SS-EN ISO 52016	DS-EN ISO 52016	DIN 18599
Verfahren zur Ermittlung des Heizenergiebedarfes	Monatsbilanzverfahren	Monatsbilanzverfahren	Monatsbilanzverfahren	Monatsbilanzverfahren

Tab. 14 Vergleich der Anforderungen an den Gebäudeenergiebedarf

Tabelle 14 und die Ausführungen unter den Punkten 4.1 – 4.4 machen deutlich, dass in allen Ländern Vorschriften und Regularien hinsichtlich des Gebäudeenergiebedarfes bestehen. Die Berechnungsansätze unterscheiden sich jedoch, so dass ein direkter Vergleich der Anforderungen nicht möglich ist.

Während in den EU-Ländern Schweden, Dänemark und Deutschland der Primärenergiebedarf als Nachweisgrundlage ermittelt wird, ist in Norwegen gemäß der nationalen Vorschriften der Nettoenergiebedarf des Gebäudes zu ermitteln.

Beim Nettoenergiebedarf handelt es sich um die Energie, die tatsächlich in einem Gebäude verbraucht wird. Die Art des Energieträgers oder Leitungsverluste bleiben dabei unberücksichtigt. Der Primärenergieverbrauch berücksichtigt die gesamte Energie, die benötigt wird, um den Nettoenergiebedarf zu decken. Das schließt die Energie, die zur Gewinnung, Speicherung, Umwandlung und Transport sowie die Effizienz des Energieträgers mit ein. Durch Anwendung eines Faktors, der abhängig von der Energieart ist, wird in Dänemark, Schweden und Deutschland die Art des Energieträgers berücksichtigt und somit der Primärenergiebedarf ermittelt.

Zur Überprüfung, ob die Anforderungen gemäß der jeweiligen nationalen Vorschriften eingehalten werden, sind in den skandinavischen Ländern feste Grenzwerte vorgegeben. Diese variieren aufgrund der unterschiedlichen Berechnungsmethoden jedoch, so dass ein direkter Vergleich nicht möglich ist. In Deutschland werden die Nachweise anhand eines Referenzgebäudes erbracht, so dass die Grenzwerte für jedes Gebäude individuell ermittelt werden. Die Ausführungen zeigen, dass der Gebäudeenergiebedarf in allen Ländern auf unterschiedliche Art berechnet wird. Der Standort des Gebäudes findet in allen Fällen bei der Ermittlung der einzelnen Parameter, wie etwa dem Heizenergiebedarf, Berücksichtigung. Eine Berücksichtigung des Standortes des Gebäudes für die festgelegten Grenzwerte oder bei der Berechnung des Gebäudeenergiebedarfs ist lediglich in den schwedischen Berechnungsvorgaben zu finden. Hier wird die ermittelte Heizenergie bei der Berechnung des Primärenergiebedarfes je nach Standort mit einem Faktor belegt, so dass die stark unterschiedlichen klimatischen Bedingungen im Land berücksichtigt werden.

Die Ermittlung der Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) erfolgt in allen Ländern auf die gleiche Art. Bei der Ermittlung der U-Werte findet der Standort des Gebäudes keine Berücksichtigung, so dass die Anforderungen an die Gebäudehülle unabhängig von den klimatischen Bedingungen sind. Die maximalen U-Werte der einzelnen Bauteile in Norwegen und Dänemark unterscheiden sich trotz der gleichen Berechnungsmethoden. So sind in Norwegen strengere Anforderungen an Bodenplatten und Wände gestellt. Dafür werden in Norwegen im Gegensatz zu Dänemark keine Vorgaben hinsichtlich der zulässigen Transmissionswärmeverluste gestellt. In Schweden werden keine Anforderungen an die Wärmedurchgangskoeffizienten für einzelne Bauteile gestellt. Hier ist der mittlere U-Wert des gesamten Gebäudes nachzuweisen.

Der Heizenergiebedarf ist in Deutschland gemäß Gebäudeenergiegesetz nach DIN 18599 zu ermitteln. Die dänischen und schwedischen Vorschriften verweisen auf EN ISO 13790:2008. Da diese jedoch durch EN ISO 52016 ersetzt wurde, ist der Heizenergiebedarf sowohl in Dänemark und Schweden als auch in Norwegen nach der Norm EN ISO 52016 und den entsprechenden nationalen Anhängen zu ermitteln. In den nationalen Anhängen sind die zu verwendenden Klimadaten und landesspezifische Parameter vorgeschrieben, so dass landesspezifische Anforderungen und Regularien berücksichtigt werden. Die Heizlast wird sowohl nach DIN 18599 als auch nach EN ISO 52016 nach dem Monatsbilanzverfahren ermittelt. Hierbei wird der Jahres-Heizwärmebedarf des Gebäudes durch eine Bilanzierung des Heizwärmebedarfes der einzelnen Monate ermittelt. Diese Bilanz berücksichtigt die monatlichen Wärmeverluste und stellt diese den Wärmegewinnen unter Berücksichtigung des Ausnutzungsgrades gegenüber.

Die Nutzung regenerativer Energieträger beeinflusst die Nachweisführung lediglich in geringem Maße. Bei der Ermittlung des Primärenergiebedarfes wird die Art des Energieträgers durch einen Faktor berücksichtigt. Dieser begünstigt die Nutzung regenerativer Energieträger. Einen Einfluss auf die zulässigen Grenzwerte haben regenerative Energien in Norwegen. Hier darf der zulässige Grenzwert des Nettoenergiebedarfs erhöht werden, wenn auf dem eigenen Grundstück Strom aus erneuerbarer Energie gewonnen wird. In Dänemark darf die zugeführte Energie reduziert werden, wenn der Strom aus erneuerbaren Quellen gewonnen wird.

Die Ausführungen machen deutlich, dass die Länder sowohl Gemeinsamkeiten als auch Unterschiede in der Nachweisführung des Gebäudeenergiebedarfs aufweisen. Das Nachweisverfahren hinsichtlich der Wärmedurchgangskoeffizienten weist in allen Ländern das gleiche Berechnungsverfahren auf, die zulässigen Grenzwerte unterscheiden sich jedoch.

Während in Schweden die zulässigen Grenzwerte sowie die erforderlichen Berechnungen in den nationalen Bauvorschriften (BFS 2011:6 in der jeweils gültigen Fassung bis einschließlich BFS2020:4) festgelegt werden, werden in Dänemark in der Bauordnung lediglich die Grenzwerte festgelegt. Zur Nachweisführung wird auf das Berechnungsprogramm (BE18) sowie die dazugehörige Anweisung 213 „Energiebedarf in Gebäuden“ des dänischen Bauforschungsinstitutes verwiesen. In der norwegischen Bauvorschrift werden ebenfalls lediglich die Grenzwerte festgelegt und zur Berechnung auf die Norm verwiesen. In Deutschland ist das Gebäudeenergiegesetz die maßgebende Vorschrift. Nach diesem wird auf unterschiedliche Normen und Normteile verwiesen. Dies führt dazu, dass eine Vielzahl unterschiedlicher Vorschriften zur Nachweisführung herangezogen werden müssen.

Weiterhin haben die Länder mit der Ermittlung des Primärenergiebedarfes die Vorgaben der Europäischen Union berücksichtigt und im nationalen Recht verankert. Auch wenn in Norwegen der Nettoenergiebedarf nachzuweisen ist, ist in der Norm SN-NSPEK 3031:2023 ein Berechnungsverfahren zur Ermittlung des Primärenergiebedarfes beschrieben, so dass auch die norwegischen Vorschriften den europäischen Vorgaben gerecht werden.

5 FÖRDERUNG DES ENERGIESPARENDEN BAUENS UND DER NUTZUNG REGENERATIVER ENERGIEN

Abgesehen von den Vorschriften, in denen die erforderlichen Maßnahmen für die Herstellung energieeffizienter Gebäude festgelegt werden, haben Norwegen, Schweden und Dänemark staatliche Förderprogramme entwickelt, die einen Anreiz bieten sollen, den Bau und die Nutzung eines Gebäudes möglichst energiesparend zu verwirklichen. Im folgenden Kapitel werden die Fördermöglichkeiten der Länder beschrieben und verglichen. So kann dargestellt werden, welche Förderungen vorhanden sind, um im Vergleich zu den deutschen Förderungen zu analysieren, welche Maßnahmen getroffen werden und wie diese umgesetzt werden. Die Wiedergabe aller vorhandenen Förderprogramme wäre an dieser Stelle zu umfangreich, so dass lediglich die Fördermöglichkeiten für private Bauherren näher betrachtet werden.

5.1 NORWEGEN

Zur Förderung von umweltfreundlichen und energieeffizienten Technologien wurde im Jahr 2001 das staatliche Unternehmen Enova SF als Teil des norwegischen Klima- und Umweltministeriums gegründet.

Die Hauptaufgaben von Enova umfassen die finanzielle Unterstützung von Projekten und Maßnahmen, die darauf abzielen, den Energieverbrauch zu senken, erneuerbare Energiequellen zu nutzen und innovative Technologien im Energiebereich einzuführen. Das Unternehmen vergibt finanzielle Anreize, Zuschüsse und Darlehen an Unternehmen, Kommunen und Privatpersonen, um den Übergang zu nachhaltigeren Energiepraktiken zu erleichtern.

Enova spielt eine wichtige Rolle bei der Umsetzung der norwegischen Energie- und Klimapolitik und trägt dazu bei, dass Norwegen seine Ziele im Bereich erneuerbare Energien und Umweltschutz erreicht (83).

Im Folgenden werden die Fördermöglichkeiten bei der Sanierung und Errichtung eines Gebäudes beschrieben, die durch Enova förderfähig sind (84).

Energieberatung

Wird zur Ermittlung geeigneter Maßnahme zur Steigerung der Energieeffizienz eines Gebäudes ein Energieberater beauftragt, ist eine Förderung von bis zu 5.000 NOK (ca. 445 €) möglich.

Nachträgliche Dämmung

Entscheidet sich ein Bauherr dazu, sein Gebäude nachträglich zu dämmen, kann je nach verwendeten Materialien und Dämmstärken die Energieeffizienz des Gebäudes signifikant verbessert werden. Als Einzelmaßnahme vergibt Enova für eine nachträgliche Dämmung eines Gebäudes keine Förderungen. Es besteht jedoch die Möglichkeit, mehrere Maßnahmen zu kombinieren und das Gebäude auf die aktuellen Energiestandards umzurüsten, so dass auch die nachträgliche Dämmung in die Förderung einbezogen wird.

Einbau neuer Fenster

Der Einbau neuer Fenster zur Reduzierung von Wärmeverlusten ist als Einzelmaßnahme ebenfalls nicht förderfähig.

Einbau einer Lüftungsanlage

Wird ein Lüftungssystem eingebaut, welches die Außenluft filtert und entfeuchtet, so dass das Raumklima verbessert wird und die Gefahr von Feuchtigkeitsschäden und Kondensation minimiert wird, ist eine Förderung von bis zu 5.000 NOK (ca. 445 €) möglich.

Modernisierung des gesamten Gebäudes

Bei der energetischen Sanierung des gesamten Gebäudes und einer Verbesserung der Energieeffizienz ist eine Förderung von bis zu 150.000 NOK (ca. 13.000 €) möglich. Maßnahmen zur Sanierung des gesamten Gebäudes sind eine Kombination von verschiedenen Einzelmaßnahmen, wie die nachträgliche Dämmung, der Austausch der Fenster und Türen, nachträgliche Dämmung der Dachkonstruktion und Einbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe.

Einbau von Heizungsmanagementsystemen

Der Einbau von Systemen zur Kontrolle und Regulierung des Energieverbrauches durch die Heizung ist als Einzelmaßnahme nicht förderfähig.

Einbau einer Erdwärmepumpe

Die Erdwärmepumpe zählt zu den effizientesten Wärmepumpen. Dabei wird die im Erdreich gespeicherte Energie verwendet, um Heizenergie zu erzeugen. Der Einbau einer Erdwärmepumpe kann bis zu einem Betrag von 10.000 NOK (ca. 890 €) gefördert werden.

Einbau sonstiger Wärmepumpen

Der Einbau sonstiger Wärmepumpen zur Erzeugung von Heizenergie ist als Einzelmaßnahme nicht förderfähig.

Nachträgliche Installation von Solarkollektoren

Werden nachträglich Solarkollektoren zur Nutzung von Sonnenenergie zum Heizen und zur Warmwasserbereitung installiert, kann bis zu einem Betrag von 10.000 NOK (ca. 890 €) gefördert werden.

Einbau eines Pufferspeichers

Durch einen Pufferspeicher wird die überschüssige Energie einer Energiequelle wie Solarkollektoren oder Wärmepumpen gespeichert. So werden Betriebskosten gesenkt und der Wirkungsgrad der Energiequelle erhöht. Der Einbau eines Pufferspeichers kann mit bis zu 5.000 NOK (ca. 445 €) gefördert werden.

Einbau einer wasserbasierten Heizanlage

Bei wasserbasierten Heizungsanlagen (z.B. Fußbodenheizung) zirkuliert Wasser, das durch eine Wärmequelle erhitzt wird, über Rohre. So wird die Wärme gleichmäßig im gesamten Gebäude verteilt. Der Einbau eines solchen Heizsystems kann mit bis zu 10.000 NOK (ca. 890 €) gefördert werden.

Einbau einer Holzpellettheizung

Bei einer Holzpellettheizungsanlage werden Holzpellets verbrannt und zur Erhitzung des Wassers im Heizungskreislauf genutzt. Der Einbau einer Pellettheizung wird mit bis zu 10.000 NOK (ca. 890 €) gefördert.

Einbau eines Biomassekessels

Im Biomassekessel werden Biokraftstoffe verbrannt und somit die erzeugte Wärme zum Heizen und zur Warmwasserbereitung genutzt. Der Einbau eines Biomassekessels kann mit bis zu 10.000 NOK (ca. 890 €) gefördert werden.

Wärmerückgewinnung aus Grauwasser

Bei der Wärmerückgewinnung aus Grauwasser wird die Wärme von fäkalienfreien Abwässern zum Vorwärmen von Frischwasser verwendet. Der Einbau eines entsprechenden Systems kann mit bis zu 2.500 NOK (ca. 220 €) gefördert werden.

Aus der Ausführung wird deutlich, dass der norwegische Staat einige Fördermöglichkeiten zur energetischen Sanierung von Bestandsgebäuden und für den Neubau von Gebäuden geschaffen hat. Das Einzelmaßnahmen teilweise nicht förderfähig sind wird damit begründet, dass Enova innovative und neue Systeme bei Markteinführung fördert, um so den Absatz anzukurbeln und das Produkt auf dem Markt zu etablieren. Bei einer Kombination verschiedener Systeme und einer energetischen Sanierung des Gesamtgebäudes ist jedoch auch eine Förderung von Maßnahmen, die als Einzelmaßnahmen nicht förderfähig sind, möglich.

5.2 SCHWEDEN

In Schweden ist es seit Juli 2023 für Privatpersonen möglich, einen Zuschuss für die energetische Sanierung ihres Wohnhauses zu beantragen. Voraussetzung hierfür ist es, dass ein Einfamilienhaus, wozu auch Doppelhaushälften, Reihenhäuser und freistehende Einfamilienhäuser zählen, dauerhaft bewohnt wird. Zusätzlich muss das Gebäude bisher mittels Strom oder Gas beheizt werden und das Warmwasser muss ebenfalls über Strom oder Gas bereitgestellt werden (85).

Gemäß der schwedischen Behörde für Wohnungswesen, Bauwesen und Raumplanung (Boverket) können folgende Maßnahmen gefördert werden:

- Installation eines Wasser- oder Luftwärmeverteilungssystems
- Anschluss an das Fernwärmenetz
- Installation einer Wärmepumpe
- Installation einer Heizungsanlage, die mit Biokraftstoff betrieben wird

Zusätzlich kann, sofern die Zuschüsse für den Einbau einer neuen Heizungsanlage beantragt wurden, ein Zuschuss für folgende Maßnahmen beantragt werden:

- Nachträgliche Dämmung des Gebäudes
- Austausch der Fenster und Türen
- Windabdichtung des Gebäudes

Die Zuschüsse können prinzipiell nur für die Sachkosten beantragt werden. Die anfallenden Arbeitskosten werden durch die schwedische Regierung nicht gefördert. Die angefallenen Sachkosten werden maximal zu 50 % bezuschusst, jedoch maximal 30.000 SEK (ca. 2665 €) für Heizungsanlagen und maximal 30.000 SEK für energetische Ertüchtigungen der Gebäudehülle. Es werden jedoch keine Zuschüsse unter 10.000 SEK (ca. 890 €) gewährt, so dass die anfallenden Kosten mindestens bei 20.000 SEK (ca. 1780 €) liegen müssen. Die Förderung kann online bei der Wohnungsbehörde oder bei der jeweils zuständigen Kreisverwaltung beantragt werden. Zudem gibt es in Schweden in den einzelnen Kommunen Energie- und Klimaberater. Diese beraten kostenlos darüber, welche Maßnahmen für die Steigerung der Energieeffizienz eines Gebäudes geeignet sind und geben Hilfestellungen für die Förderung der Maßnahmen (86).

5.3 DÄNEMARK

Da insbesondere privaten Bauherren oft das Wissen und der Überblick über die Möglichkeiten des energiesparenden Bauens und energetischen Sanierungen fehlt, hat die dänische Energieagentur Maßnahmen für eine qualifizierte Beratung geschaffen (87).

Zur Erhaltung von Zuschüssen wurde ein Bewerberpool geschaffen, welcher jährlich ab Frühjahr zur Verfügung steht und unter dem sich Bauherren, die ihr Gebäude energetisch sanieren möchten, für eine Förderung von 5.000 – 10.000 DKK (ca. 670 – 1340 €) bewerben können. Folgende Voraussetzungen müssen hierfür erfüllt werden (88):

- Das Gebäude muss ganzjährig bewohnt sein
- Es muss ein Energieausweis der Kategorie E, F oder G vorliegen und seit Ausstellung dürfen am Gebäude keine Änderungen vorgenommen worden sein
- Das Projekt darf zum Zeitpunkt der Bewerbung noch nicht begonnen oder abgeschlossen sein
- Es darf für das gleiche Projekt noch keine Förderung in Anspruch genommen worden sein
- Die Arbeiten müssen von einem zertifizierten Unternehmen vorgenommen werden

Sind diese Voraussetzungen erfüllt, kann für folgende Sanierungsmaßnahmen ein Zuschuss beantragt werden:

- Nachträgliche Dämmung von Wänden, Decken und Dächern
- Austausch der Fenster
- Einbau eines Lüftungssystems
- Austausch von elektrischen Heizkörpern durch ein wasserbasiertes Heizsystem
- Ausstellung eines Energieausweises

Zusätzlich können verschiedene Einzelmaßnahmen gefördert werden:

- Ist ein Anschluss an das Fernwärmenetz nicht möglich, kann der Austausch der gas-, öl- oder holzbasierten Energieversorgung durch eine Wärmepumpe mit einem Betrag bis zu 27.000 DKK (ca. 3615 €) gefördert werden

5.4 DEUTSCHLAND

Auch in Deutschland gibt es Förderprogramme, die Anreiz zur energetischen Sanierung und zur Errichtung energieeffizienter Gebäude geben. So bietet die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) an (89). Hierbei werden verschiedene Fördermöglichkeiten je nach geplantem Vorhaben angeboten. Die Angebote bestehen in Form von direkt ausgezahlten Zuschüssen für die Sanierung, Erwerb oder Errichtung einer Immobilie, günstigen Krediten oder Tilgungszuschüssen (90). Zusätzlich existieren Fördermöglichkeiten für Einzelmaßnahmen zur energetischen Sanierung (91) und für die Inanspruchnahme einer Energieberatung (92).

5.5 VERGLEICH DER LÄNDER

Die Ausführungen machen deutlich, dass sowohl Norwegen als auch Schweden, Dänemark und Deutschland unterschiedliche Förderprogramme zur energetischen Sanierung, die Errichtung energieeffizienter Gebäude und die Nutzung regenerativer Energien entwickelt haben. Während Norwegen sehr detailliert aufschlüsselt, welche Maßnahmen bzw. Maßnahmenkombinationen förderfähig sind, werden in Schweden und Dänemark die Angaben allgemein gemacht. Zudem fällt auf, dass in Schweden und Norwegen eine Beantragung von Fördermitteln jederzeit möglich ist, während Dänemark einen Bewerberpool eingerichtet hat, der jährlich aktualisiert wird und ausläuft, sobald die bereitgestellten finanziellen Mittel aufgebraucht sind, so dass eine Bewerbung erst im folgenden Jahr wieder möglich ist.

In Norwegen wird durch das staatliche Unternehmen Enova SF eine Vielzahl an Förderungen für energieeffiziente und umweltfreundliche Technologien angeboten. Die Priorität liegt auf der finanziellen Unterstützung von Projekten, die den Energieverbrauch von Gebäuden senken, erneuerbare Energiequellen nutzen und neue Technologien einführen. Es gibt Gelegenheiten zur Förderung von Dienstleistungen wie Energieberatung, nachträglicher Dämmung, Lüftungssysteme, der Modernisierung des gesamten Gebäudes, der Installation von Heizungsmanagementsystemen, Erdwärmepumpen, Solarkollektoren, Pufferspeichern, wasserbasierten Heizanlagen, Holzpellettheizungen, Biomassekesseln und der Wärmerückgewinnung aus Grauwasser. Hervorzuheben ist zudem, dass es möglich ist, verschiedene Maßnahmen zu kombinieren, um eine umfassende energetische Sanierung durchzuführen.

In Schweden liegt der Schwerpunkt auf der Unterstützung energetischer Renovierungen von Einfamilienhäusern, die bisher mit Strom oder Gas beheizt wurden und dauerhaft bewohnt werden. Es wird unterstützt, Systeme zur Wärmeverteilung von Wasser oder Luft zu installieren, an das Fernwärmenetz anzuschließen, Wärmepumpen zu verwenden, Heizungsanlagen mit Biokraftstoff zu installieren und Maßnahmen zur energetischen Ertüchtigung der Gebäudehülle zu ergreifen, wie zum Beispiel Dämmung und Fensteraustausch. Bis zu 50 % der Sachkosten werden durch die Förderung finanziert, jedoch nicht mehr als 30.000 SEK pro Maßnahmenkategorie.

Für Gebäude, die ganzjährig bewohnt sind und einen Energieausweis der Kategorie E, F oder G besitzen, gibt es in Dänemark Förderungen für die energetische Sanierung. Einige Maßnahmen, die gefördert werden können, sind die nachträgliche Dämmung, der Austausch von Fenstern, der Einbau von Lüftungssystemen, die Umstellung auf wasserbasierte Heizsysteme und die Ausstellung eines Energieausweises. Falls der Anschluss an das Fernwärmenetz nicht möglich ist, sind auch Zuschüsse für den Einbau von Wärmepumpen möglich.

In Deutschland stellt die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) zusammen mit dem Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) eine Reihe von Fördermöglichkeiten im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) zur Verfügung. Für die Renovierung, den Erwerb oder die Errichtung energieeffizienter Gebäude können Zuschüsse in Form von direkten Zuschüssen, günstigen Krediten oder Tilgungszuschüssen gewährt werden. Es werden auch individuelle Maßnahmen zur energetischen Wiederherstellung und Energieberatung unterstützt.

Da die anfallenden Kosten in den einzelnen Ländern nicht näher betrachtet wurden, kann kein Vergleich der Beträge der einzelnen Förderungen durchgeführt werden. Da es sich dabei in der Regel um Einzelfallentscheidungen, abhängig von den geplanten Maßnahmen und den beantragten Mitteln, handelt, ist ein Vergleich ohnehin nicht zielführend.

Festzuhalten ist an dieser Stelle also, dass in allen Ländern Fördermöglichkeiten bestehen und die Errichtung und Sanierung energieeffizienter Gebäude und die Nutzung regenerativer Energien durch staatliche Unterstützung vorangetrieben wird.

6 ZERTIFIZIERUNG VON GEBÄUDEN

Gemäß der europäischen Richtlinie Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD) ist es verpflichtend, bei Verkauf, Vermietung oder Verpachtung eines Gebäudes einen Energieausweis vorzulegen. Diese Vorgabe wurde durch die Länder in den nationalen Vorschriften umgesetzt. Im Folgenden werden die Grundlagen und maßgebenden Vorschriften sowie die erforderlichen Parameter zur Ausstellung eines Energieausweises in Norwegen, Schweden und Dänemark betrachtet und mit der Umsetzung in Deutschland verglichen.

6.1 NORWEGEN

Kapitel 8 des norwegischen Energiegesetzes (Energiloven) legt fest, dass der Eigentümer eines Gebäudes bei Verkauf, Neubau oder Vermietung über einen gültigen Energieausweis verfügen muss (93). Gemäß § 8 – 1 muss dieser aus einer Dokumentation der zugrundeliegenden Angaben, einem Energielabel sowie einer Maßnahmenliste für Energiesparmaßnahmen bestehen und ist 10 Jahre gültig. Weder in den norwegischen Bauvorschriften (TEK17) noch im Energiegesetz ist näher definiert, wie eine solche Zertifizierung des Gebäudes in Form des Energieausweises durchzuführen ist.

Das staatliche Unternehmen Enova SF, das Teil des norwegischen Klima- und Umweltministeriums ist, stellt die erforderlichen Informationen zur Ausstellung des Energieausweises zur Verfügung. Die Ausstellung erfolgt über die Eingabe der Informationen auf der Internetplattform und kann für bestehende Wohngebäude vom Eigentümer selbst getätigt werden. Für Gewerbebauten und Neubauten ist die Erstellung des Energieausweises durch einen Experten vorgeschrieben (94). Der Energieausweis besteht aus folgenden Komponenten:

Energielabel

Das Energielabel besteht aus einer Energiebewertung und einer Heizleistungsbewertung.

Energiebewertung

Zuordnung zu den Klassen A-G als Gesamtbewertung des Energiebedarfs des Gebäudes. Sie basiert auf einer Berechnung der gelieferten Energie, unabhängig vom tatsächlich gemessenen Energieverbrauch. Die Berechnung erfolgt auf Grundlage des Bruttoenergiebedarfs, welcher nach SN-NSPEK 3031:2023 berechnet wird. Im Wesentlichen erfolgt die Berechnung wie die Berechnung des Nettoenergiebedarfs, es werden jedoch die Wärmeverluste aus der Speicherung und Verteilung in den Heiz- und Kühlsystemen, also die Wirkungsgrade der Anlagen, berücksichtigt.

Heizleistungsbewertung

Gibt Auskunft darüber, ob der Energiebedarf für die Beheizung des Gebäudes und zur Warmwasserbereitung durch andere Energiequellen als Strom und Öl gedeckt werden kann. Die Heizleistungsbewertung gibt keine Auskunft darüber, wie viel Energie das Gebäude verbraucht, sondern lediglich in welcher Form diese Energie aufgrund der angegebenen Heizgeräte genutzt werden kann.

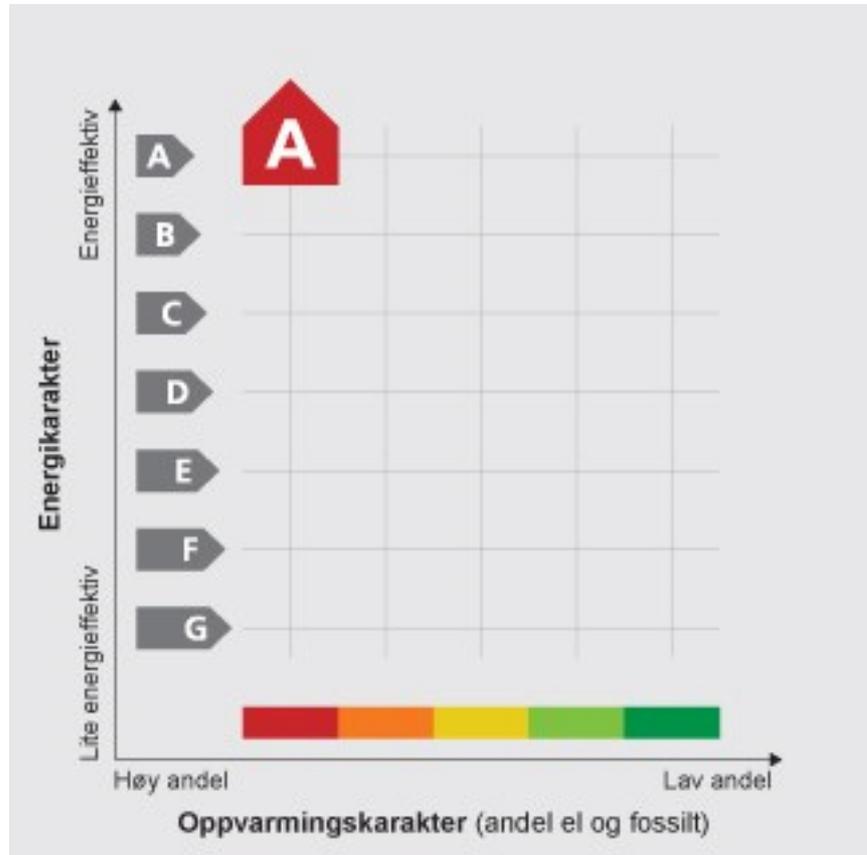


Abbildung 11: Beispiel Energielabel in Norwegen (95)

Abbildung 11 zeigt beispielhaft ein Energielabel. Auf der y-Achse ist die Energiebewertung des Gebäudes zu sehen. In diesem Fall erfolgt eine Bewertung mit der Kategorie A. Der Bruttoenergieverbrauch liegt also unterhalb des festgelegten Grenzwertes für die beste Bewertungsstufe. Auf der x-Achse ist die Heizleistungsbewertung zu sehen. Die Zuordnung erfolgt in die rote und somit schlechteste Kategorie. Das bedeutet, dass die Heizung und Warmwasserbereitstellung des angegebenen Gebäudes über fossile Energieträger erfolgt.

Gemessener Energieverbrauch

Die Angabe des gemessenen Energieverbrauchs ist in Wohngebäuden freiwillig. Bei Angabe der Verbräuche der letzten drei Jahre wird der durchschnittliche Energieverbrauch angegeben.

Maßnahmenliste

Je mehr Informationen zum Gebäude durch den Eigentümer eingetragen werden, desto detaillierter wird der Maßnahmenkatalog zur Verbesserung der Energieeffizienz ausgegeben.

Zusammenfassung

Hier werden alle wichtigen Daten, die als Grundlage der Energiekennzeichnung angegeben wurden, zusammengefasst.

6.2 SCHWEDEN

Die Erforderlichkeit zur Erstellung eines Energieausweises wird in Schweden im Gesetz zur Energiedeklaration für Gebäude (Lag om energideklaration för byggnader) geregelt (96). Zusätzlich hat die schwedische Wohnungsbaubehörde (Boverket) mit Vorschrift BFS 2007:4 in der jeweils gültigen Fassung bis einschließlich BFS 2021:3 Vorschriften und allgemeine Hinweise zur Anwendung des Gesetzes veröffentlicht (97).

In diesem Gesetz wird in § 8 geregelt, dass bei Errichtung, Verkauf oder Vermietung eines Gebäudes ein Energieausweis erforderlich ist. Zudem ist es nach § 8a vor der Vermietung eines Gebäudes erforderlich, die Heizungs- und Klimaanlage vor Ausstellung des Energieausweises zu überprüfen.

Gemäß § 9 des Gesetzes muss der Energieausweis Angaben zu folgenden Punkten enthalten:

Energetische Leistung des Gebäudes

Hier ist der nach schwedischer Bauvorschrift des Boverket BFS 2011:6 in der jeweils gültigen Fassung bis einschließlich BFS 2020:4 ermittelte Primärenergieverbrauch anzugeben.

Funktionsprüfung der Lüftungsanlage

Sofern eine Lüftungsanlage vorhanden ist, ist eine Funktionsprüfung durchzuführen und das Ergebnis im Energieausweis festzuhalten.

Ergebnis der Radonmessung

Radon ist ein natürliches Bodengas, das aufgrund seiner Radioaktivität zu schweren gesundheitlichen Folgen führen kann. Da in einigen Gebieten in Schweden ein erhöhtes Radonvorkommen im Boden vorhanden ist, ist bei Erstellung des Energieausweises nachzuweisen, dass im Gebäude bestimmte Grenzwerte der Radonkonzentration nicht überschritten werden.

Maßnahmenvorschläge

Hier werden Maßnahmen angegeben, die zur Verbesserung der Energieeffizienz des Gebäudes beitragen können.

Energiebewertung

Auf Grundlage des ermittelten Primärenergiebedarfes ist das Gebäude den Energieklassen A-G zuzuordnen. Grundlage zur Bewertung ist der zulässige Primärenergiebedarf eines Neubaus, der der Klasse C zuzuordnen ist. Die Zuordnung erfolgt nach folgenden Werten:

Klasse A: Primärenergiebedarf liegt bei weniger als 50 % des zulässigen Wertes

Klasse B: Primärenergiebedarf liegt bei 50 – 75 % des zulässigen Wertes

Klasse C: Primärenergiebedarf liegt bei 75 -100 % des zulässigen Wertes

Klasse D: Primärenergiebedarf liegt bei 100 – 135 % des zulässigen Wertes

Klasse E: Primärenergiebedarf liegt bei 135 – 180 % des zulässigen Wertes

Klasse F: Primärenergiebedarf liegt bei 180 – 235 % des zulässigen Wertes

Klasse G: Primärenergiebedarf liegt bei mehr als 235 % des zulässigen Wertes

Weiterhin ist im Energieausweis der Energieverbrauch für Heizung, Komfortkühlung, Warmwasser und Strom anzugeben.

Falls die Überprüfung der Heizungs- und Klimaanlage gemäß § 8a erforderlich ist, ist eine Bewertung der Effizienz und der Größe des Wärmeerzeugers und der Klimaanlage im Verhältnis zum Wärme- und Kühlbedarf anzugeben.

Die Gültigkeit des Energieausweises beträgt 10 Jahre.

Auf der Internetseite der schwedischen Wohnungsbaubehörde können unter Angabe der Adresse die Daten aller Gebäude abgerufen werden, sofern für diese ein Energieausweis ausgestellt wurde. Hier werden die wichtigsten Angaben aus dem Energieausweis kostenfrei zur Einsicht freigegeben (98).

VÄLJ ENERGIDEKLARATION – steg 2 av 5

Klicka på adressen för att se basuppgifterna eller välj den energideklaration som du vill beställa.

Energideklarations-ID	Postadress	Energiklass
<input type="checkbox"/> 1165372	Göteborg	
Miraallén 37 ▾		
Energideklarations-ID: 1165372		
Energiprestanda, primärenergital: 51 kWh/m ² och år		
Specifik energianvändning (tidigare energiprestanda): 29 kWh/m ² och år		
Radonmätning: Inte utförd		
Ventilationskontroll (OVK): Utförd		
Energideklarationen i sin helhet finns hos: Byggnadsägare		
Energideklarationen utförd: 2021-03-22		

Abbildung 12: Online einsehbare Daten des Energieausweises in Schweden (98)

Abbildung 12 zeigt die Daten, welche zu jedem Gebäude in Schweden, für das ein Energieausweis ausgestellt wurde, einsehbar sind.

Es wird sowohl die Energieklasse (hier B) als auch der Primärenergiebedarf angegeben. Zudem wird der spezifische Energieverbrauch angegeben. Dieser war bis 2017 der maßgebende Bemessungswert für die Nachweise in Schweden und dient jetzt lediglich als Zusatzinformation. In dem vorliegenden Beispiel in Abbildung 12 ist zudem ersichtlich, dass keine Radonmessung und keine Überprüfung einer Lüftungsanlage durchgeführt wurden. Weiterhin ist ersichtlich, dass der vollständige Energieausweis beim Eigentümer des Gebäudes verblieben ist und das Ausstellungsdatum der 05.10.2021 war.

Die Form des ausgestellten Energieausweises ist in Anlage 2 der Vorschrift BFS 2007:4 in der jeweils gültigen Fassung bis einschließlich BFS 2021:3 vorgeschrieben. Im Folgenden wird beispielhaft der passende Energieausweis aus dem Beispiel in Abbildung 11 dargestellt (99).

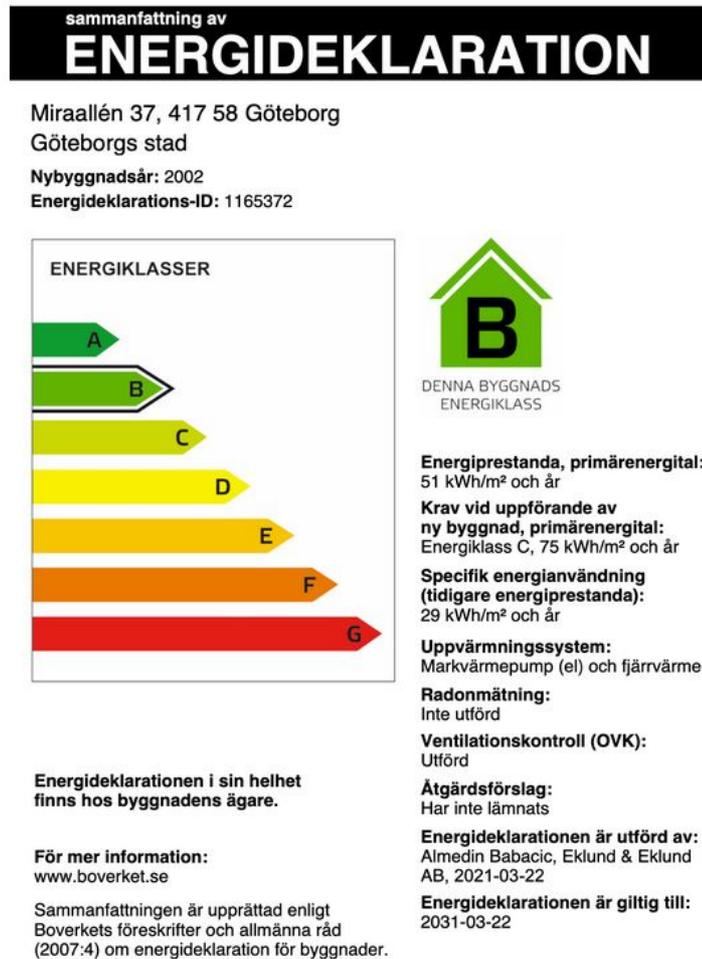


Abbildung 13: Beispiel Energieausweis in Schweden (99)

Abbildung 13 zeigt, dass die zuvor genannten Daten enthalten sind. Zusätzlich wird beschrieben, nach welcher Vorschrift der Ausweis ausgestellt wurde und die Zuordnung zur entsprechenden Energieklasse bildlich dargestellt. Als zusätzliche Informationen, welche aus der Zusammenfassung in Abbildung 12 nicht hervorgehen, wird die vorhandene Beheizungsart des Gebäudes (Uppvärmningssystem) angegeben (hier: elektrische Erdwärmepumpe und Fernwärme) sowie das Gültigkeitsdatum bis 22.03.2031.

6.3 DÄNEMARK

In Dänemark wird die Ausstellung von Energieausweisen im Gesetz zur Förderung der Energieeinsparung in Gebäuden LBK Nr. 1923 (Lov om fremme af energibesparelser i bygninger) (100) sowie der Verordnung zur Energiekennzeichnung von Gebäuden BEK Nr. 549 (Bekendtgørelse om energimærkning af bygninger) (101) geregelt.

Der Energieausweis ist bei Errichtung, Vermietung oder Verkauf eines Gebäudes zu erstellen und muss gemäß § 3 des Gesetzes zur Förderung der Energieeinsparung in Gebäuden folgende Angaben enthalten:

Energetische Leistung des Gebäudes

Hier ist der nach dänischer Bauvorschrift BR18 ermittelte Primärenergieverbrauch des Gebäudes anzugeben.

Maßnahmenvorschläge

Hier werden Maßnahmen angegeben, die zur Verbesserung der Energieeffizienz des Gebäudes beitragen können.

Dokumentation

Hier sind alle relevanten Informationen zum Gebäude, die zur Erstellung des Energieausweises erforderlich sind, anzugeben. Zudem ist, unter Berücksichtigung der aktuellen Energiepreise, das Einsparpotenzial zu berechnen und Angaben zu machen, welche Maßnahmen das größte Einsparpotenzial bieten. Gemäß § 24 ist der Energieausweis von einem Energieberater oder einer zum Ausstellen von Energieausweisen berechtigten Person zu erstellen. Dieser hat den Energieausweis gemäß dem Handbuch für Energieberater BEK Nr. 548 (Bekendtgørelse om Håndbog for Energikonsulenter – HB2023) zu erstellen (103). Zusätzlich sind im Energieausweis Angaben zu den Energieträgern, der Wärmeversorgung, und den Heiz-, Kühl- und Lüftungssystemen und den Treibhausgasemissionen zu machen.

Energieklasse

Anhand des berechneten Primärenergiebedarfes wird das Gebäude der Energieklasse A-G zugeordnet.

Die Zuordnung zu den Energieklassen erfolgt gemäß Handbuch für Energieberater, Punkt 9.2.4, auf Grundlage der zulässigen Werte für den Energieverbrauch eines Neubaus:

- Klasse A2020: Primärenergiebedarf liegt unter dem nach aktueller Bauverordnung BR18 vorgeschriebenen Wert für ein Niedrigenergiehaus gemäß Kapitel 25 (Bauklasse 2020)
(Primärenergiebedarf $\leq 27,0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ für Wohngebäude)
- Klasse A2015: Primärenergiebedarf liegt unter den vorgeschriebenen Werten für einen Neubau nach Bauverordnung von 2015 (BR15)
(Primärenergiebedarf $\leq 30 + 1000/A \text{ kWh/m}^2\text{a}$ für Wohngebäude)
- Klasse A2010: Primärenergiebedarf liegt unter den vorgeschriebenen Werten für einen Neubau nach Bauverordnung von 2015 (BR10)
(Primärenergiebedarf $\leq 52,5 + 1650/A \text{ kWh/m}^2\text{a}$ für Wohngebäude)
- Klasse B: Primärenergiebedarf liegt unter dem vorgeschriebenen Wert für einen Neubau nach Bauverordnung von 2008 (BR08) oder 1998+Ergänzungen (BR98s)
(Primärenergiebedarf $\leq 70,0 + 2200/A \text{ kWh/m}^2\text{a}$ für Wohngebäude)
- Klasse C: Primärenergiebedarf $\leq 110 + 3200/A \text{ kWh/m}^2\text{a}$ für Wohngebäude
- Klasse D: Primärenergiebedarf $\leq 150,0 + 4200/A \text{ kWh/m}^2\text{a}$ für Wohngebäude
- Klasse E: Primärenergiebedarf $\leq 190,0 + 5200/A \text{ kWh/m}^2\text{a}$ für Wohngebäude
- Klasse F: Primärenergiebedarf $\leq 240 + 6500/A \text{ kWh/m}^2\text{a}$ für Wohngebäude
- Klasse G: Primärenergiebedarf $> 240 + 6500/A \text{ kWh/m}^2\text{a}$ für Wohngebäude

Da es sich bei dem Energieausweis insbesondere aufgrund der Maßnahmenvorschläge und Einsparberechnungen um ein mehrseitiges Dokument handelt, ist eine beispielhafte Abbildung an dieser Stelle nicht möglich.

6.4 DEUTSCHLAND

In Deutschland basiert der Bedarfsausweis auf der Berechnung des Endenergiebedarfs und des Primärenergiebedarfs. Beide Werte sind im Energieausweis anzugeben. Der Endenergiebedarf gibt den Energiebedarf an, der tatsächlich am Gebäudeeingang für Heizung, Kühlung, Warmwasser, Lüftung und Beleuchtung des Gebäudes benötigt wird. Es wird also der Energieverbrauch direkt im Gebäude angegeben. Der Primärenergieverbrauch berücksichtigt zusätzlich die Energieverluste während der Gewinnung, Umwandlung, Übertragung und Verteilung der Energie bis zum Gebäudeeingang. Der Verbrauchsausweis basiert auf dem tatsächlichen Energieverbrauch der letzten drei Jahre (78). Aufgrund von schwankenden Benutzergewohnheiten stellt dies jedoch keinen verlässlichen Wert für die Verbrauchswerte des Gebäudes dar. Der Verbrauchsausweis ist zu erstellen für bestehende Gebäude mit mindestens fünf Wohneinheiten und für Nichtwohngebäude mit einer Nutzfläche von mehr als 500 m². Der Bedarfsausweis ist in Deutschland dann zu erstellen, wenn ein Gebäude neu errichtet oder umfassend saniert wird. Bei Verkauf oder Vermietung eines Gebäudes oder einer Wohnung hat der Eigentümer gemäß GEG einen Energieausweis vorzulegen. In diesem Fall steht es dem Eigentümer frei zu wählen, ob er einen Verbrauchs- oder Bedarfsausweis erstellen lässt. Die Zuordnung zu der Energieeffizienzklasse erfolgt im Gegensatz zu Norwegen, Schweden und Dänemark (Klassen A-G) in Deutschland zu den Klassen A+ - H. Die Zuordnung zur Energieeffizienzklasse wird gemäß Anlage 10 des GEG anhand der Endenergie vorgenommen:

Energieeffizienzklasse A+:	Endenergie ≤ 30 kWh/m ² a
Energieeffizienzklasse A:	Endenergie ≤ 50 kWh/m ² a
Energieeffizienzklasse B:	Endenergie ≤ 75 kWh/m ² a
Energieeffizienzklasse C:	Endenergie ≤ 100 kWh/m ² a
Energieeffizienzklasse D:	Endenergie ≤ 130 kWh/m ² a
Energieeffizienzklasse E:	Endenergie ≤ 160 kWh/m ² a
Energieeffizienzklasse F:	Endenergie ≤ 200 kWh/m ² a
Energieeffizienzklasse G:	Endenergie ≤ 250 kWh/m ² a
Energieeffizienzklasse H:	Endenergie > 250 kWh/m ² a

6.5 VERGLEICH DER LÄNDER

Die Ausführungen zeigen, dass sowohl in Norwegen als auch in Schweden und Dänemark Vorschriften zur Erstellung eines Energieausweises bestehen, so dass den Vorgaben der EU Sorge getragen wird. In allen Ländern erfolgt eine Zuordnung zu Energieklassen (A-G) unter Berücksichtigung des Energiebedarfes des Gebäudes. Es erfolgt also eine Bewertung der energetischen Qualität des Gebäudes. Ein direkter Vergleich hinsichtlich der Zuordnungen zu den Energieklassen ist an dieser Stelle nicht möglich, da die Grenzwerte und Berechnungsmethoden in den Ländern unterschiedlich sind. Während in Norwegen der Bruttoenergiebedarf für die Einordnung zugrunde gelegt wird und die vorhandene Heizleistung bei der Bewertung berücksichtigt wird, basieren die Energieausweise in Schweden und Dänemark auf dem Primärenergiebedarf. Da sich hier jedoch die Berechnungsmethoden und Grenzwerte für die Bewertung unterscheiden, ist ein Vergleich ebenfalls nicht möglich. Die Berechnungsmethoden orientieren sich an den jeweiligen nationalen Bauvorschriften und werden in Bezug zu den zulässigen Grenzwerten im jeweiligen Land gesetzt. Zusätzlich sind in allen Ländern Empfehlungen zu Steigerung der Energieeffizienz zu machen. In Dänemark ist diese Empfehlung zudem unter Berücksichtigung der Energiepreise und des damit verbundenen Einsparpotenzials auszustellen.

Vergleicht man die Vorschriften und Inhalte der drei Länder mit den in Deutschland erforderlichen Nachweisen nach Gebäudeenergiegesetz, fällt zunächst auf, dass in Norwegen, Schweden und Dänemark keine Unterscheidung zwischen Energiebedarfsausweis und Energieverbrauchsausweis vorgenommen wird. Der gemessene Energieverbrauch wird hier lediglich als zusätzliche Angabe im Energieausweis aufgenommen.

Da sowohl die Eingabe als auch die Ausgabe- und Grenzwerte sich von den norwegischen, schwedischen und dänischen Vorgaben unterscheiden, ist auch hier ein direkter Vergleich der Zuordnungen nicht möglich. Es ist jedoch festzuhalten, dass in allen Ländern Regularien zur Erstellung eines Energieausweises bestehen und dieser bei Errichtung, Verkauf oder Vermietung eines Gebäudes oder Gebäudeteiles verpflichtend ist. Da in den aktuellen Vorgaben der EU keine vereinheitlichte Struktur für die Zertifizierung von Gebäuden vorgeschrieben ist, erfüllen alle betrachteten Länder mit ihren nationalen Gesetzen und Berechnungsmethoden die europäischen Vorgaben.

7 DISKUSSION

7.1 ZUSAMMENFASSUNG UND BESTIMMUNG VON GEMEINSAMKEITEN UND UNTERSCHIEDEN

Der Klimawandel und seine Auswirkungen, darunter steigende Durchschnittstemperaturen, extreme Wetterereignisse, Umweltveränderungen und Wasserknappheit, stellen eine wachsende Herausforderung dar. Sowohl die Energieversorgung als auch der Gebäudesektor nehmen dabei weltweit eine Schlüsselrolle ein. Ein Großteil der global erzeugten Energie stammt noch immer aus fossilen Quellen und der Bau und Betrieb von Gebäuden steigert den globalen Energiebedarf und die Treibhausgasemissionen.

Hinsichtlich dieser Problematik wurden sowohl auf globaler Ebene als auch innerhalb der Europäischen Union auf nationaler Ebene Ziele, Maßnahmen und Vorschriften erarbeitet, die dem Klimawandel entgegenwirken sollen.

Mit dem Abkommen von Paris, das 2015 in Kraft getreten ist, wurde weltweit festgelegt, den weltweiten Temperaturanstieg und somit die globale Erwärmung zu begrenzen. Zur Erreichung dieses Zieles sind von den Vertragsparteien nationale Klimaziele festzulegen und umzusetzen.

Hierzu wurden auf europäischer Ebene Maßnahmenpakete erarbeitet, die sicherstellen sollen, dass die Vorgaben aus dem Abkommen von Paris erreicht werden. So ist im Jahr 2009 das europäische Klima- und Energiepaket (20-20-20-Ziel) in Kraft getreten, im Jahr 2019 wurde der europäische Green Deal vorgestellt und 2021 das Paket „Fit für 55“. Auf Grundlage dieser Maßnahmen wurden durch die Europäische Union verschiedene Gesetze und Richtlinien erlassen, die darauf abzielen, die gesetzten Klimaziele zu erreichen. Hierzu zählen unter anderem die Erneuerbare-Energien-Richtlinie (EERL), die Energieeffizienz-Richtlinie (EED) und die Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD). Zusätzlich wurde mit der Governance-Verordnung ein EU-weites Überwachungsinstrument geschaffen, das zur Überwachung der nationalen Maßnahmen dient, so dass die Länder zur regelmäßigen Erstellung von nationalen Energie- und Klimaplänen verpflichtet sind.

Untersuchungen haben gezeigt, dass die skandinavischen Länder Norwegen, Schweden und Dänemark im weltweiten Vergleich in ihren Klimaschutzmaßnahmen und ihrer Energiepolitik bereits fortschrittlich agieren und sie insbesondere bei der Nutzung regenerativer Energien eine Spitzenreiterrolle einnehmen. Die Länder verfügen über ein stabiles Wirtschaftssystem und Wohlstand, der es ihnen ermöglicht, insbesondere hinsichtlich des Klimaschutzes und der Entwicklung nachhaltiger Technologien innovativ zu agieren und zu investieren. Dabei stehen sie aufgrund ihrer geographischen Lage und räumlichen Ausdehnung vor der Herausforderung einer großen Bandbreite von Klimabedingungen.

Bei der Festlegung ihrer nationalen Klimaziele haben diese Länder teilweise Ziele gewählt, die strenger als die durch die Europäische Union getroffenen Vorgaben sind. Alle Länder streben langfristig eine Klimaneutralität an. Während Schweden beabsichtigt, bereits fünf Jahre vor den europäischen Vorgaben von 2050 zu 100 % klimaneutral zu sein, hat Norwegen bisher keine Zeitvorgabe für die 100 %ige Klimaneutralität beschlossen. Innerhalb der Europäischen Union wurde festgelegt, dass bis 2030 eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen von 55 % gegenüber 1990 erfolgen muss. In den norwegischen Vorschriften wurde dieses Ziel übernommen, während Schweden mit einer Reduzierung auf 63 % und Dänemark mit einer Reduzierung auf 70 % der Werte von 1990 strengere Regularien getroffen haben. Eine Festlegung des Anteils an erneuerbaren Energien wurde in den Ländern gesetzlich nicht festgehalten. Die Europäische Union hat einen Anteil erneuerbarer Energien von 42,5 % bis 2030 festgelegt. Während Norwegen und Schweden diesen Wert bereits erreicht haben, liegt in Dänemark der Anteil an erneuerbaren Energien momentan bei etwa 35 %. Da jedoch stetig am Ausbau der erneuerbaren Energiequellen gearbeitet wird, ist anzunehmen, dass auch Dänemark den vorgeschriebenen Anteil bis 2030 erreichen wird. Durch diese ambitionierten Ziele wird deutlich, dass die Klimapolitik und die damit verbundenen Bemühungen in den Ländern eine übergeordnete Rolle einnehmen.

Betrachtet man die Energieversorgungsstrukturen von Norwegen, Schweden und Dänemark, fällt auf, dass der Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Energieverbrauch des jeweiligen Landes bereits über dem europäischen Durchschnitt liegt. Aufgrund der geographischen Gegebenheiten wird in Schweden und Norwegen der größte Anteil erneuerbarer

Energien aus Wasserkraft gewonnen. In Dänemark wird durch zahlreiche Offshore-Windparks in der Nordsee und Ostsee der Großteil erneuerbarer Energie durch Windkraft gewonnen. Insbesondere bei der Stromerzeugung spielen erneuerbare Energien eine signifikante Rolle. So wird in Norwegen bereits 100 % des Stroms durch erneuerbare Energien bereitgestellt und auch Schweden und Dänemark liegen mit 62 % und 80 % deutlich über dem EU-weiten Durchschnitt von 39,4 %.

Da der Gebäudesektor etwa 40 % des Energieverbrauchs und 36 % der Treibhausgasemissionen in der EU verursacht, bietet dieser Sektor Einsparpotentiale zur Erreichung der festgelegten Klimaziele. Ein entscheidender Faktor für die Energieeffizienz eines Gebäudes stellt der Gebäudeenergiebedarf dar. Aufgrund der ambitionierten Ziele und der Vorreiterrolle hinsichtlich ihrer Energiepolitik wurden daher die Vorgaben und Berechnungsmethoden zum Gebäudeenergiebedarf in Norwegen, Schweden und Dänemark betrachtet.

In Norwegen ist gemäß den bautechnischen Vorschriften (TEK17) der Nettoenergiebedarf zu ermitteln. Dieser gibt den Energiebedarf des Gebäudes ohne Berücksichtigung der Effizienz des Energiesystems, also ohne Erzeuger-, Speicher- und Verteilungsverluste an und entspricht somit dem Nutzenergiebedarf in Deutschland. Der ermittelte Nettoenergiebedarf des Gebäudes darf zur Erfüllung des Nachweises einen festgelegten Grenzwert, der je nach Gebäudetyp in den Bauvorschriften festgelegt ist, nicht überschreiten. Zusätzlich dürfen gemäß TEK17 Grenzwerte für den Wärmedurchgangskoeffizienten für einzelne Bauteile, wie etwa die Außenwände und die Bodenplatte, nicht überschritten werden und es werden Vorgaben zur Luftdichtheit des Gebäudes gemacht. Gemäß TEK 17 dürfen die zulässigen Werte für den Nettoenergiebedarf um bis zu 10 kWh/m²a erhöht werden, wenn auf dem Grundstück mindestens 20 kWh/m²a Strom aus erneuerbaren Energien gewonnen werden. Die Grenzwerte und Berechnungsmethoden werden in Kapitel 4.1 aufgezeigt. Zusätzlich zu dem Nachweis des Nettoenergiebedarfs ist für Wohngebäude ein vereinfachter Nachweis möglich. In diesem Nachweisverfahren ist die Ermittlung des Nettoenergiebedarfes nicht erforderlich. Hierbei sind unter anderem die maximal zulässigen Wärmedurchgangskoeffizienten geringer als beim Nachweis mit Ermittlung des Nettoenergiebedarfs und der Flächenanteil von Fenstern und Türen wird begrenzt.

Gemäß den schwedischen Bauvorschriften des Boverket BFS2020:4 ist nachzuweisen, dass der Primärenergiebedarf eines Gebäudes die, je nach Gebäudetyp, festgelegten Grenzwerte nicht überschreitet. Bei der Ermittlung des Primärenergiebedarfs wird der vorhandene Heizenergiebedarf je nach Standort durch den geographischen Faktor verringert oder erhöht. Dies dient der Vergleichbarkeit der Ergebnisse unabhängig vom Standort des Gebäudes. Das bedeutet, dass der Heizenergiebedarf für Gebäude in kälteren Regionen für die Ermittlung des Primärenergiebedarfs verringert wird, während für die wärmeren Regionen eine Erhöhung des Heizenergiebedarfs vorgenommen wird. Zusätzlich ist je nach Energieträger ein Gewichtungsfaktor zu berücksichtigen. Fossile Energieträger wie Öl oder Gas werden dabei höher gewichtet, während die Energie aus regenerativen Quellen wie Biokraftstoffen zu einer Verringerung des Primärenergiebedarfes führt. Zusätzlich zum Primärenergiebedarf wird die zulässige installierte elektrische Leistung zum Heizen des Gebäudes begrenzt und es werden Vorgaben zur Luftdichtheit des Gebäudes gemacht. Ein Nachweis des Wärmedurchgangskoeffizienten für einzelne Bauteile ist nicht zu führen, allerdings ist der mittlere U-Wert des gesamten Gebäudes zu ermitteln und nachzuweisen, dass dieser die zulässigen Grenzwerte nicht überschreitet. Die Berechnungsmethoden und Grenzwerte werden in Kapitel 4.2 erläutert.

In Dänemark ist gemäß der Bauordnung BR18 ebenfalls nachzuweisen, dass der Primärenergiebedarf eines Gebäudes einen von der beheizten Grundfläche abhängigen absoluten Grenzwert nicht überschreitet. Durch die Verwendung eines Energiefaktors wird dabei berücksichtigt, aus welcher Quelle die verwendete Energie stammt. Die Nutzung von Fernwärme, welche in Dänemark aus erneuerbaren Energien bereitgestellt wird, führt durch den Energiefaktor zu einer Verringerung des Primärenergiebedarfs, während Stromenergie mit dem Faktor 2,5 zu multiplizieren ist und somit den Primärenergiebedarf erhöht. Sonstige Energiequellen werden mit dem Faktor 1,0 multipliziert und haben somit keinen weiteren Einfluss. Zusätzlich werden gemäß BR18 Anforderungen an die Luftdichtheit des Gebäudes, die Transmissionswärmeverluste sowie die Wärmedurchgangskoeffizienten einzelner Bauteile gestellt. Die Berechnungsmethoden und zulässigen Grenzwerte werden in Kapitel 4.3 erläutert.

In Deutschland wird zum Nachweis des Gebäudeenergiebedarfes ebenfalls der Primärenergiebedarf angewendet. Als Referenzwert dient jedoch kein absoluter Wert, sondern der Primärenergiebedarf eines Referenzgebäudes, das die gleiche Geometrie, Fläche und Ausrichtung wie das nachzuweisende Gebäude aufweist. Die Festlegungen zu den zulässigen Werten und erforderlichen Nachweisen werden im Gebäudeenergiegesetz festgelegt und die Ermittlung des Primärenergiebedarfes erfolgt nach DIN 18599:2018-09. Zusätzlich darf der auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust (H'_T -Wert in $W/(m^2K)$) des zu errichtenden Gebäudes den des Referenzgebäudes nicht übersteigen. Eine Berücksichtigung von erneuerbaren Energien findet durch den Primärenergiefaktor statt. Zudem kann auf dem Grundstück gewonnene Energie vom Endenergiebedarf abgezogen werden.

Hinsichtlich der Vorgaben zum Gebäudeenergiebedarf ist ein Vergleich der Vorgaben aufgrund unterschiedlicher Berechnungsmethoden und Nachweisverfahren nicht möglich. In allen betrachteten Ländern existieren Vorschriften, die zulässige Grenzwerte bezüglich des Gebäudeenergiebedarfes festlegen. Während Norwegen hierzu den Nettoenergiebedarf als maßgebenden Wert vorschreibt, ist in Schweden, Dänemark und Deutschland der Primärenergiebedarf der maßgebende Wert für die Nachweisführung. Der Standort des Gebäudes spielt außer in Schweden in der Nachweisführung der einzelnen Länder lediglich bei der Ermittlung des Heizenergiebedarfes, also bei der zu berücksichtigenden Außentemperatur, eine Rolle. Weiterhin werden in Norwegen, Schweden und Dänemark feste Grenzwerte für den Gebäudeenergiebedarf festgelegt, während in Deutschland der Nachweis anhand eines Referenzgebäudes zu führen ist. Da sowohl die nachzuweisenden Werte als auch die Grenzwerte auf unterschiedliche Weise ermittelt werden, ist ein Vergleich der Grenzwerte ebenfalls nicht möglich.

Zusätzlich sind in allen Ländern vorgegebene Grenzwerte des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) einzuhalten. Während in Norwegen und Dänemark dieser Nachweis für einzelne Bauteile zu erbringen ist, ist in Schweden der mittlere Wärmedurchgangskoeffizient des gesamten Gebäudes zu ermitteln. In Deutschland erfolgt der Nachweis für Neubauten über den H'_T -Wert. Die U-Werte sind in allen Ländern auf die gleiche Art und Weise und unabhängig vom Standort zu ermitteln. Im Vergleich für einzelne Bauteile fällt auf, dass die

Grenzwerte in den einzelnen Ländern unterschiedlich streng sind. Während für Bodenplatten und Fenster in Norwegen die strengsten Anforderungen bestehen (U -Wert = $0,18 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ bzw. $1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$), sind die Anforderungen an die Außenwände in Dänemark am strengsten (U -Wert = $0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$). Eine detaillierte Betrachtung der Berechnungsmethoden und der zu führenden Nachweise sowie eine Gegenüberstellung erfolgt in Kapitel 4.

Neben den gesetzlichen Anforderungen zur Errichtung energieeffizienter Gebäude oder der energetischen Sanierung von Gebäuden wurden sowohl in Norwegen, Schweden und Dänemark als auch in Deutschland unterschiedliche Förderprogramme entwickelt. Diese sollen zusätzliche Anreize schaffen.

In Norwegen werden durch das staatliche Unternehmen Enova Projekte gefördert, die zur Reduktion des Energiebedarfs über die gesetzlichen Anforderungen hinaus beitragen. Eine finanzielle Unterstützung ist für verschiedene Einzelmaßnahmen und Maßnahmenkombinationen möglich. Eine detaillierte Auflistung der Fördermöglichkeiten erfolgt in Kapitel 5.1.

In Schweden werden durch die Behörde für Wohnungswesen, Bauwesen und Raumplanung (Boverket) ebenfalls finanzielle Anreize zur energetischen Sanierung und energieeffizienten Errichtung von Gebäuden geschaffen. Dies gilt vor allem für den Einbau neuer Heizungsanlagen in Verbindung mit energetischen Sanierungsmaßnahmen, wie etwa einer nachträglichen Dämmung der Fassade oder dem Austausch der Fenster.

Auch Dänemark bietet die Möglichkeit, staatlich geförderte finanzielle Zuschüsse für die energetische Sanierung und die Errichtung energieeffizienter Gebäude zu beantragen. Über einen Online-Bewerberpool ist eine Bewerbung für die Förderung möglich. Die genauen Bedingungen zur Förderung und die förderfähigen Maßnahmen werden in Kapitel 5.3 aufgezeigt.

In Deutschland gibt es ebenfalls Förderprogramme, die Anreize für die energetische Sanierung und den Bau energieeffizienter Gebäude schaffen. Die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) und das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) bieten gemeinsam die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) an. Diese Förderung umfasst verschiedene Möglichkeiten, abhängig von den geplanten Vorhaben. Die Fördermittel können in

Form von direkten Zuschüssen für Sanierung, Erwerb oder Neubau von Immobilien, günstigen Krediten oder Tilgungszuschüssen gewährt werden. Darüber hinaus gibt es Unterstützung für Einzelmaßnahmen zur energetischen Sanierung sowie Fördermöglichkeiten für die Inanspruchnahme von Energieberatungsdiensten.

Hinsichtlich der Zertifizierung von Gebäuden ist ein direkter Vergleich aufgrund der unterschiedlichen Berechnungsmethoden und Ausgabewerte nicht möglich. Aufgrund der europäischen Vorgaben sind die Länder verpflichtet, bei Verkauf, Vermietung oder Verpachtung eines Gebäudes einen Energieausweis vorzulegen. Da die aktuellen Vorschriften jedoch keine einheitliche Struktur für die Zertifizierung von Gebäuden festlegen, haben Norwegen, Schweden, Dänemark und Deutschland die erforderliche Zertifizierung auf unterschiedliche Art und Weise in den jeweiligen nationalen Bestimmungen festgelegt. Eine detaillierte Beschreibung der jeweiligen Anforderungen und der formellen Bedingungen für die Erstellung der Energieausweise wird in Kapitel 6 dargelegt.

Gemäß den norwegischen Vorgaben wird der Energieausweis auf Grundlage des Bruttoenergiebedarfs ausgestellt. Bei der Berechnung des Bruttoenergiebedarfes werden die Wärmeverluste aus der Speicherung und Verteilung in den Heiz- und Kühlsystemen berücksichtigt, so dass dieser etwa dem Endenergiebedarf in Deutschland entspricht. Auf Grundlage des Bruttoenergieverbrauches erfolgt eine Zuordnung zu den Gebäudeklassen A-G. Zusätzlich erfolgt, unabhängig von der Zuordnung zu den Gebäudeklassen, eine Bewertung des vorhandenen Heizungssystems. Die Bewertung des Heizungssystems erfolgt anhand einer Farbskala von rot (schlecht) bis grün (gut).

Auch in Schweden erfolgt eine Zuordnung zu den Energieklassen A-G. Die Grundlage für die Zuordnung stellt jedoch der Jahres-Primärenergiebedarf dar. Da in einigen Gebieten in Schweden ein erhöhtes Radonvorkommen im Boden vorhanden ist, ist zusätzlich anzugeben, ob eine Radonmessung durchgeführt wurde und wie das Ergebnis dieser Messung ausgefallen ist. Radon ist ein natürliches Bodengas, das aufgrund seiner Radioaktivität zu schweren gesundheitlichen Folgen führen kann.

In Dänemark ist ebenfalls eine Zuordnung zu den Energieklassen A-G auf Grundlage des Jahres-Primärenergiebedarfes vorgeschrieben. Die Klasse A unterscheidet sich dabei noch in

drei Klassen, je nach gewähltem Standard. Es ist zu unterscheiden, ob es sich um ein Gebäude handelt, das nach den Vorschriften von 2010 (BR10), 2015 (BR15) oder den aktuellen Vorgaben für Niedrigenergiehäuser nach BR18 errichtet wurde.

Der Energieausweis in Deutschland wird auf Grundlage des Endenergiebedarfs und des Primärenergiebedarfs ausgestellt. Der Endenergiebedarf gibt den Energiebedarf an, der innerhalb der bilanzierten Gebäudehülle für Heizung, Kühlung, Warmwasser, Lüftung und Beleuchtung benötigt wird und berücksichtigt die Erzeugungs-, Speicherungs- und Verteilungsverluste innerhalb des Gebäudes. Zudem sind in Deutschland zwei Arten von Energieausweisen möglich. Der Bedarfsausweis basiert auf der Berechnung des Endenergiebedarfes und der Verbrauchsausweis basiert auf dem tatsächlichen Verbrauch der letzten drei Jahre. Die Zuordnung zu der Energieeffizienzklasse erfolgt im Gegensatz zu Norwegen, Schweden und Dänemark (Klassen A-G) in Deutschland zu den Klassen A+ - H.

7.2 BEWERTUNG DER ERGEBNISSE HINSICHTLICH DER FORSCHUNGSFRAGEN

Im Folgenden werden die in der Einleitung aufgeführten Forschungsfragen auf Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse dieser Arbeit beantwortet.

- 1. Welche spezifischen Anforderungen bezüglich des Gebäudeenergiebedarfs, insbesondere hinsichtlich des Heizenergiebedarfs und der Nutzung regenerativer Energien, bestehen in Norwegen, Schweden und Dänemark?**

Die Anforderungen bezüglich des Gebäudeenergiebedarfes werden in Kapitel 4 betrachtet. Es wird deutlich, dass alle Länder unterschiedliche Berechnungsmethoden und Nachweisverfahren in den jeweiligen Vorschriften festlegen. Ein Vergleich der Berechnungsmethoden ist aufgrund der unterschiedlichen Ansätze nicht möglich, da der verwendete Gebäudeenergiebedarf nicht auf gleiche Art und Weise ermittelt wird. Die Nutzung regenerativer Energien wird in allen Ländern berücksichtigt, jedoch unterscheidet sich auch hier die Methodik. Da in Norwegen der Primärenergiebedarf für die Nachweisführung nicht erforderlich ist, finden erneuerbare Energiequellen keine Berücksichtigung durch einen Primärenergiefaktor.

Es ist jedoch möglich, durch Erzeugung von Strom auf dem eigenen Grundstück die Grenzwerte für den zulässigen Nettoenergiebedarf zu erhöhen. Einzelne Parameter, insbesondere der Heizenergiebedarf, werden nach den gleichen Normen ermittelt. Die Nachweisführung und Berechnungen erfolgen in allen Ländern auf Grundlage von Berechnungsmodellen und festen Grenzwerten, die einzuhalten sind. Zudem findet die Nutzung von Simulationen in den Regularien der Länder keine Beachtung.

2. Wie berücksichtigen diese Anforderungen die Energieversorgungsstrukturen und die geografischen bzw. meteorologischen Besonderheiten der jeweiligen Länder?

In den jeweiligen Nachweisverfahren finden die meteorologischen Besonderheiten der skandinavischen Länder keine signifikante Berücksichtigung. Bei der Ermittlung des Heizenergiebedarfes werden die Klimadaten des jeweiligen Landes bzw. der Standort des Gebäudes durch die anzusetzende Außentemperatur berücksichtigt. In Schweden fließt zusätzlich bei der Ermittlung des Primärenergiebedarfes ein geographischer Faktor ein. Dieser dient der Vergleichbarkeit der Ergebnisse, unabhängig vom Standort. Das bedeutet, dass der Heizenergiebedarf in den kälteren Regionen abgemindert wird und somit Gebäude in kälteren Regionen bevorteilt werden. Dies führt dazu, dass der Primärenergiebedarf für Gebäude in kälteren Regionen durch den geographischen Faktor gesenkt wird und diese Gebäude geringere Anforderungen als in wärmeren Regionen erfüllen müssen. Eine derartige Berücksichtigung des Standortes erfolgt in Dänemark und Norwegen nicht. Insbesondere in Norwegen, das aufgrund seiner Nord-Süd Ausdehnung größere Temperaturunterschiede innerhalb des Landes aufweist als Dänemark, bedeutet das, dass die Gebäude in den nördlichen Regionen einen höheren Heizenergiebedarf aufweisen und somit ein größerer Gebäudeenergiebedarf besteht als in südlichen Regionen.

Die vorhandenen Energieversorgungsstrukturen und der große Anteil erneuerbarer Energien, der bereits besteht, finden bei den Anforderungen an den Gebäudeenergiebedarf keine Berücksichtigung. Die Nutzung erneuerbarer Energien findet bei der Ermittlung des Primärenergiebedarfs durch den Primärenergiefaktor Berücksichtigung, ansonsten hat sie jedoch keinen weiteren Einfluss auf die Anforderungen an den Gebäudeenergiebedarf.

3. Wie werden energiesparendes Bauen und die Nutzung regenerativer Energien durch Gesetze und Verordnungen in diesen Ländern gefördert und reguliert?

Die Regulierung des energiesparenden Bauens erfolgt in Norwegen, Schweden und Dänemark durch Bauvorschriften und Gesetze. Zudem sind Schweden und Dänemark als Mitgliedsstaaten der Europäischen Union und Norwegen als Mitglied des Europäischen Wirtschaftsraumes und aufgrund von Abkommen zur Zusammenarbeit in Klimafragen an die Gesetze und Vorgaben der Europäischen Union gebunden. In den jeweiligen nationalen Vorschriften sind unter anderem die Anforderungen an den Gebäudeenergiebedarf, die Berechnungsmethoden und Vorgaben hinsichtlich der Zertifizierung von Gebäuden festgelegt. In allen Ländern bestehen einschlägige Vorschriften und Gesetze, um die Errichtung und Sanierung von Gebäuden möglichst energieeffizient zu machen. Wie in den vorherigen Ausführungen aufgezeigt wurde, unterscheiden sich diese inhaltlich, verfolgen jedoch alle die gleichen Ziele.

Zudem bestehen in allen betrachteten Ländern staatliche Förderprogramme und finanzielle Unterstützungen für die energetische Sanierung sowie die energieeffiziente Errichtung von Gebäuden. Auch hier bestehen Unterschiede in den Inhalten, förderbaren Maßnahmen und Förderhöhen. Die Ziele des energiesparenden Bauens dieser Fördermaßnahmen sind jedoch in allen Ländern gleich.

4. Wie sind die gewonnenen Erkenntnisse auf die deutschen Regularien übertragbar?

Insbesondere die skandinavischen Länder Norwegen, Schweden und Dänemark nehmen hinsichtlich ihrer Klimaziele und bei der Nutzung regenerativer Energien eine Vorreiterrolle ein. Diese Arbeit zeigt auf, dass in Norwegen, Schweden und Dänemark genauso wie in Deutschland Gesetze, Normen und Vorschriften existieren, die zur Erreichung der gesetzten Klimaziele dienen und dabei die Rolle des energieeffizienten Bauens berücksichtigen. Vergleicht man die Ziele und Vorgaben, fällt auf, dass sie Unterschiede aufweisen, jedoch aufgrund der europäischen Vorgaben alle darauf abzielen, die Klimaneutralität zu erreichen. Da die Zielvorgaben der Europäischen Union stetig angepasst und verschärft werden, liegen die

nationalen Klimaziele Norwegens, Schwedens und Dänemarks aktuell zwar teilweise noch über den europäischen Zielen, langfristig gesehen gleichen sie sich jedoch an.

Da das deutsche Gebäudeenergiegesetz und seine Novellierungen seit seiner Einführung im Jahr 2020 immer wieder für Kritik sorgen, stellt sich die Frage, ob Deutschland von anderen Ländern lernen kann und eine Übertragbarkeit von Gesetzen und Regularien sinnvoll ist. Betrachtet man die Regularien hinsichtlich des Gebäudeenergiebedarfes in Norwegen, Schweden und Dänemark, ist der signifikanteste Unterschied zunächst, dass in Deutschland keine festen Grenzwerte für den Gebäudeenergiebedarf festgelegt sind, sondern nach dem Referenzgebäudeverfahren vorgegangen wird. Beim Referenzgebäudeverfahren werden die individuellen Gegebenheiten wie die Größe und Abmessungen sowie die Ausrichtung und die Aufteilung der Hüllflächenanteile im Grenzwert berücksichtigt. Beim deutschen Nachweisverfahren werden also Defizite aus dem Gebäudeentwurf, wie etwa eine ungünstige Kubatur und Aufteilung und Größe der Fensterflächen, in das Referenzgebäude übernommen. Das führt dazu, dass bereits die Startbedingungen für die Nachweisführung je nach Gebäudeentwurf Unterschiede aufweisen. Die Tatsache, dass es vergleichsweise einfach ist, 50 % energieeffizienter als das zugehörige Referenzgebäude zu sein, belohnt einen energetisch ungünstigen Entwurf. Im Gegensatz dazu wird es bei einem bereits energetisch optimal erstellten Entwurf deutlich schwieriger sein, das prozentual gleiche Ziel zu erreichen.

Für die Berechnung des Gebäudeenergiebedarfes in Norwegen, Schweden und Dänemark sind ähnlich wie in Deutschland verschiedene Normen anzuwenden und es sind umfangreiche Berechnungen erforderlich. Betrachtet man die Berechnungsverfahren der Länder, fällt auf, dass lediglich in Schweden eine Berücksichtigung des Standortes des Gebäudes, zusätzlich zu den anzuwendenden Außentemperaturen zur Ermittlung des Heizenergiebedarfes, erfolgt. Dieser geographische Faktor reguliert jedoch den anzusetzenden Heizenergiebedarf in den kälteren Regionen nach unten, was zu einer Verringerung des Primärenergiebedarfes führt und somit die Gebäude in kälteren Regionen bei der Nachweisführung bevorteilt. Eine Übernahme auf deutsche Regularien scheint in dieser Hinsicht nicht zielführend, da es nicht zu einer Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden führen würde.

Die Ausführungen machen deutlich, dass die Nachweisverfahren des Gebäudeenergiebedarfes in Norwegen, Schweden und Dänemark zur Errichtung energieeffizienter Gebäude zielführend sind. Vergleicht man diese mit dem deutschen Nachweisverfahren, bringt die Nachweisführung anhand absoluter Grenzwerte den eindeutigen Vorteil, dass für ungünstigere Gebäudeentwürfe keine Übernahme der Defizite in die Grenzwerte erfolgt. Eine Festlegung absoluter Grenzwerte erscheint somit auch in Deutschland sinnvoll.

In allen betrachteten Ländern erfolgt eine stetige Anpassung der vorhandenen Regularien zur Erreichung der gesetzten Klimaziele und zur Umsetzung der europäischen Vorgaben in nationales Recht. Eine Übernahme der Gesetze und Richtlinien aus den skandinavischen Ländern würde in Deutschland aufgrund der vorhandenen Versorgungsstrukturen in der Umsetzung eine Herausforderung darstellen. In Deutschland ist der Ausbau erneuerbarer Energiequellen nicht so weit fortgeschritten wie in Norwegen, Schweden und Dänemark und die geographischen Voraussetzungen unterscheiden sich. Auch hier ist Deutschland jedoch auf dem Weg zum Ausbau der Energiequellen aus erneuerbaren Energien, so dass langfristig gesehen die Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern erreicht wird.

Die Länder Norwegen, Schweden und Dänemark zeigen, dass mit den entsprechenden Bemühungen und Regularien die Möglichkeit besteht, die europäischen Vorgaben zu übertreffen und so die gesetzten Klimaziele zu erreichen. Die Fortschritte in Deutschland sind noch nicht auf dem gleichen Niveau wie die skandinavischen Länder, jedoch auf einem guten Weg dorthin. Es wird stetig an der Umsetzung der europäischen Vorgaben und der Entwicklung innovativer Ansätze zur Erreichung der Ziele aus dem Pariser Abkommen gearbeitet. Sowohl bei der Anpassung der Gesetze, Vorschriften und Normen als auch beim Ausbau der erneuerbaren Energiequellen werden stetig Fortschritte gemacht.

Die Ausführungen machen deutlich, dass eine Übertragbarkeit der skandinavischen Regularien auf das deutsche Recht lediglich teilweise sinnvoll ist. Insbesondere hinsichtlich der Nachweisverfahren des Gebäudeenergiebedarfs kann Deutschland jedoch von diesen Ländern lernen.

7.3 REFLEXION DER METHODIK UND GRENZEN DER ARBEIT

Die Methodik dieser Arbeit bestand in der Literaturrecherche zur Ermittlung aller maßgebenden Informationen, Gesetze, Vorschriften und Normen sowie einer Inhaltsanalyse und einer vergleichenden Analyse der verwendeten Literaturquellen. Die Verwendung von Primär- und Sekundärquellen ermöglicht eine valide und zuverlässige Datenerhebung und Auswertung. Zudem ermöglicht die Verwendung von aktuellen und relevanten Datenquellen eine zielführende und aussagekräftige Darstellung der Energiepolitik und Bauvorschriften in Norwegen, Dänemark und Schweden und lässt einen fundierten Vergleich der Länder sowie den Bezug zu den deutschen Regularien zu.

Die Methodik der Arbeit weist jedoch auch Grenzen auf. Die umfassende Literaturrecherche erfordert einen hohen Zeitaufwand zur Erfassung aller relevanten Daten und der anschließenden Analyse und Interpretation. Zudem stellte die Verfügbarkeit der nationalen Vorschriften eine Herausforderung dar, da diese teilweise nur in den jeweiligen Landessprachen zur Verfügung stehen. Das hat zur Folge, dass aufgrund des Zeitrahmens nicht alle Aspekte der Energiepolitik und Bauvorschriften in den gewählten Ländern detailliert behandelt werden können. Das betrifft insbesondere ergänzende Informationen wie etwas zu Fördermitteln oder die Gesetze zur Wärmenetzplanung. Zudem ist eine Betrachtung der politischen Diskussionen hinsichtlich der vorhandenen und geplanten Versorgungsstrukturen aufgrund der umfangreichen Datenquellen und des zeitlichen Rahmens nicht möglich. Darüber hinaus sind die energiepolitischen Maßnahmen und die Umsetzung in Gesetzen und Vorschriften in einem stetigen Wandel. Sowohl die europäischen Vorschriften als auch die nationalen Regularien werden zur Verbesserung und Steigerung der Energieeffizienz regelmäßig aktualisiert, so dass lediglich eine Momentaufnahme zum Zeitpunkt der Erstellung der Arbeit aufgezeigt werden kann.

7.4 AUSBLICK UND HANDLUNGSEMPFEHLUNG

In dieser Arbeit wurde eine umfassende Analyse und Interpretation der Klimapolitik und Bauvorschriften in Norwegen, Schweden und Dänemark vorgenommen. Diese wurden in Bezug zu den deutschen Regularien gesetzt und die daraus abgeleiteten Forschungsfragen beantwortet. Es sind dadurch jedoch auch Fragen und Herausforderungen aufgetreten, die eine weitere Forschung erfordern. Weitere Forschungsmöglichkeiten bestehen insbesondere in Hinblick auf die Aktualität der Daten. Die Baupolitik, Gesetze und Bestimmungen werden stetig aktualisiert und angepasst, so dass zu untersuchen wäre, wie sich diese Anpassungen in den Ländern auswirken, um die Dynamik und Trends zu erfassen.

Darüber hinaus bestehen zusätzliche Forschungsmöglichkeiten in der Vertiefung weiterer Aspekte oder Themen, die in dieser Arbeit nicht ausführlich behandelt wurden. Dazu zählen zum Beispiel die Rolle anderer Akteure wie Energieversorger, Baustoffhersteller oder Hersteller von Anlagentechnik. Hier könnte berücksichtigt werden, ob aktuelle Studien zur Effizienz bestimmter Versorgungsarten oder technischen Anlagen existieren und Vergleiche angestellt werden. Eine weitere Vertiefung könnte durch die Aufstellung einer Kosten-Nutzen-Analyse der Energieeffizienzmaßnahmen in Gebäuden erfolgen. Hierbei könnte betrachtet werden, welche Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden die größte Wirkung erzielen und in welchem Maß diese bereits berücksichtigt werden.

Darüber hinaus lassen sich aus den Ergebnissen dieser Arbeit Handlungsempfehlungen für die Praxis der Energiepolitik und Umsetzung in den Bauvorschriften ableiten, die hinsichtlich der europäischen Zusammenarbeit der Länder sinnvoll erscheinen.

So würde etwa eine Harmonisierung der Bezeichnungen und Einheiten sowie der Nachweisverfahren und Berechnungsmethoden für den Gebäudeenergiebedarf eine leichtere Vergleichbarkeit ermöglichen, so dass Stärken und Schwächen der einzelnen Länder leichter identifiziert werden können. Die Vereinheitlichung der Normung, der Vorschriften und der Regularien auch auf sprachlicher Ebene würde die Vergleichbarkeit vereinfachen. Zudem könnte untersucht werden, ob die Zulässigkeit von einheitlichen Simulationen für die Nachweisführung zielführend ist.

Gleiches gilt für die Erstellung der Energieausweise. Eine Anpassung der Eingabe- und Ausgabewerte würde dafür sorgen, dass nicht nur innerhalb des jeweiligen Landes, sondern länderübergreifend ein Vergleich von Gebäuden hinsichtlich des Energieverbrauches möglich ist.

Eine solche Harmonisierung erscheint sinnvoll, da die Länder die gleichen Ziele verfolgen und aufgrund der europäischen Vorgaben verpflichtet sind, diese zu erreichen. Innerhalb der Europäischen Union und des Europäischen Wirtschaftsraumes erfolgt eine enge Zusammenarbeit mit Blick auf Erreichung der Klimaziele und der Vorgaben aus dem Pariser Abkommen, so dass eine Vergleichbarkeit und Harmonisierung diese Zusammenarbeit vereinfachen würden.

Da in Deutschland der Fortschritt, insbesondere hinsichtlich der Nutzung regenerativer Energiequellen, den Standard der skandinavischen Länder noch nicht erreicht hat, ist es zunächst ratsam, den Ausbau weiter voranzutreiben. Eine Überarbeitung der bestehenden Nachweisverfahren und eine europaweite Vereinheitlichung erscheint unter Berücksichtigung der genannten Aspekte zielführend und zweckmäßig.

7.5 SCHLUSSWORT

Die Ansätze Norwegens, Schwedens und Dänemarks hinsichtlich der Energiepolitik und Bauvorschriften stellen ein gutes Beispiel für effektive Strategien zur Reduzierung des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen von Gebäuden dar. Aufgrund ihrer besonderen geographischen und klimatischen Bedingungen zeigen die Länder, dass es trotz großer Herausforderungen möglich ist, die Energiepolitik nachhaltig zu gestalten und dem Klimawandel entgegenzuwirken. Eine uneingeschränkte Übertragbarkeit dieser fortschrittlichen und innovativen Klimapolitik und der zugehörigen Bauvorschriften auf andere Länder ist jedoch nicht ohne weiteres möglich. Abschließend ist zu sagen, dass Norwegen, Schweden und Dänemark, trotz unterschiedlicher Ansätze, zielorientiert und effektiv zur Erreichung der Klimaziele arbeiten und nicht grundlos eine weltweite Vorreiterrolle dabei einnehmen.

8 LITERATURVERZEICHNIS

1. Statista [Internet]. [zitiert 31. Januar 2024]. Weltweiter Energiemix nach Energieträger 2022. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/167998/umfrage/weltweiter-energiemix-nach-energetraeger/>
2. International Energy Agency. Energy Efficiency 2023 [Internet]. 2023 [zitiert 31. Januar 2024]. Verfügbar unter: <https://www.iea.org/>
3. Wind- und Solarenergie für Schwedens Energiewende | en:former [Internet]. [zitiert 14. November 2023]. Verfügbar unter: <https://www.en-former.com/schweden-forciert-die-energiewende-mit-wind-und-solarenergie/>
4. Climate Change Performance Index (CCPI) [Internet]. 2022 [zitiert 5. November 2023]. Verfügbar unter: <https://ccpi.org/>
5. Wilke S. Umweltbundesamt. Umweltbundesamt; 2013 [zitiert 21. Oktober 2023]. Europäische Energie- und Klimaziele. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/europaeische-energie-klimaziele>
6. Übereinkommen von Paris [Internet]. Nov 4, 2016. Verfügbar unter: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:22016A1019\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:22016A1019(01))
7. Angela Symons. euronews. 2024 [zitiert 17. Februar 2024]. Klima-Optimismus für das Jahr 2024: Fünf große Veränderungen seit dem Pariser Abkommen. Verfügbar unter: <https://de.euronews.com/green/2023/12/22/klima-optimismus-fur-das-jahr-2024-funf-grosse-veranderungen-seit-dem-pariser-abkommen>
8. ZDFheute [Internet]. 2023 [zitiert 17. Februar 2024]. Neues Analysemodell: EU weit weg von Pariser Klimazielen. Verfügbar unter: <https://www.zdf.de/nachrichten/politik/analyse-eu-staaten-paris-klima-ziele-100.html>
9. Europäische Kommission, Generalsekretariat. Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Europäischen Rat, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss der Regionen - Der europäische Grüne Deal [Internet]. 2019 Dez [zitiert 22. Oktober 2023]. Report No.: COM(2019) 640 final. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=COM:2019:640:FIN>
10. Trüe C LLM, Scholz L. The EU Green Deal and its Implementation [Internet]. Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG; 2023. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.5771/9783957104205>
11. Verordnung (EU) 2021/1119 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Juni 2021 zur Schaffung des Rahmens für die Verwirklichung der Klimaneutralität und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 401/2009 und (EU) 2018/1999 („Europäisches Klimagesetz“) [Internet]. OJ L Juni 30, 2021. Verfügbar unter: <http://data.europa.eu/eli/reg/2021/1119/oj/deu>

12. „Fit für 55“ [Internet]. 2023 [zitiert 22. Oktober 2023]. Verfügbar unter: <https://www.consilium.europa.eu/de/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/>
13. Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG [Internet]. OJ L Apr 23, 2009. Verfügbar unter: <http://data.europa.eu/eli/dir/2009/28/oj/deu>
14. REPowerEU: affordable, secure and sustainable energy for Europe [Internet]. 2022 [zitiert 25. Oktober 2023]. Verfügbar unter: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowereu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_en
15. Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie (EU) 2018/2001, der Verordnung (EU) 2018/1999 und der Richtlinie 98/70/EG im Hinblick auf die Förderung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Aufhebung der Richtlinie (EU) 2015/652 des Rates [Internet]. E_36. Verfügbar unter: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?qid=1698161642718&uri=CONSIL%3APE_36_2023_INIT
16. Richtlinie (EU) 2023/2413 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Oktober 2023 zur Änderung der Richtlinie (EU) 2018/2001, der Verordnung (EU) 2018/1999 und der Richtlinie 98/70/EG im Hinblick auf die Förderung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Aufhebung der Richtlinie (EU) 2015/652 des Rates [Internet]. Okt 18, 2023. Verfügbar unter: <http://data.europa.eu/eli/dir/2023/2413/oj/deu>
17. Richtlinie 2012/27/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2012 zur Energieeffizienz, zur Änderung der Richtlinien 2009/125/EG und 2010/30/EU und zur Aufhebung der Richtlinien 2004/8/EG und 2006/32/EG (Text von Bedeutung für den EWR)Text von Bedeutung für den EWR [Internet]. Mai 4, 2023. Verfügbar unter: <http://data.europa.eu/eli/dir/2012/27/2023-05-04/deu>
18. Richtlinie (EU) 2023/1791 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. September 2023 zur Energieeffizienz und zur Änderung der Verordnung (EU) 2023/955 (Neufassung) [Internet]. OJ L Sep 13, 2023. Verfügbar unter: <http://data.europa.eu/eli/dir/2023/1791/oj/deu>
19. Im Blickpunkt – Energieeffizienz von Gebäuden [Internet]. 2020 [zitiert 3. November 2023]. Verfügbar unter: https://commission.europa.eu/news/focus-energy-efficiency-buildings-2020-02-17_de
20. Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung) [Internet]. OJ L Mai 19, 2010. Verfügbar unter: <http://data.europa.eu/eli/dir/2010/31/oj/deu>

21. Richtlinie (EU) 2018/844 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 zur Änderung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und der Richtlinie 2012/27/EU über Energieeffizienz [Internet]. OJ L Mai 30, 2018. Verfügbar unter: <http://data.europa.eu/eli/dir/2018/844/oj/deu>
22. Abänderungen des Europäischen Parlaments vom 14. März 2023 zu dem Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung) (COM(2021)0802 – C9-0469/2021 – 2021/0426(COD)) [Internet]. [zitiert 17. Oktober 2023]. Verfügbar unter: https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2023-0068_DE.html
23. KELLY S. Bericht über die Durchführung der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden | A9-0321/2021 | Europäisches Parlament [Internet]. 2021 Nov [zitiert 17. Februar 2024]. Verfügbar unter: https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2021-0321_DE.html
24. Konsolidierte Fassung des Vertrags über die Arbeitsweise der Europäischen Union [Internet]. Juni 7, 2016. Verfügbar unter: http://data.europa.eu/eli/treaty/tfeu_2016/oj/deu
25. Verordnung (EU) 2018/1999 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 über das Governance-System für die Energieunion und für den Klimaschutz, zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 663/2009 und (EG) Nr. 715/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates, der Richtlinien 94/22/EG, 98/70/EG, 2009/31/EG, 2009/73/EG, 2010/31/EU, 2012/27/EU und 2013/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates, der Richtlinien 2009/119/EG und (EU) 2015/652 des Rates und zur Aufhebung der Verordnung (EU) Nr. 525/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates (Text von Bedeutung für den EWR.) [Internet]. OJ L Dez 11, 2018. Verfügbar unter: <http://data.europa.eu/eli/reg/2018/1999/oj/deu>
26. National energy and climate plans (NECPs) [Internet]. [zitiert 20. Oktober 2023]. Verfügbar unter: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/national-energy-and-climate-plans-necps_en
27. Google Maps [Internet]. [zitiert 5. November 2023]. Google Maps. Verfügbar unter: <https://www.google.de/maps/@55.1162277,2.9456125,4z/data=!5m1!1e4?entry=ttu>
28. Schmidt M. Norwegen-Service. 2019 [zitiert 5. November 2023]. Klima in Norwegen. Verfügbar unter: <https://www.norwegenservice.net/klima-in-norwegen>
29. Klima Longyearbyen: Temperatur, Klimatabelle & Klimadiagramm für Longyearbyen + Wetter [Internet]. [zitiert 10. November 2023]. Verfügbar unter: <https://de.climate-data.org/europa/norwegen/spitzbergen/longyearbyen-27870/>
30. Klima Oslo: Temperatur, Klimatabelle & Klimadiagramm für Oslo + Wetter [Internet]. [zitiert 10. November 2023]. Verfügbar unter: <https://de.climate-data.org/europa/norwegen/oslo/oslo-81/>

31. Klima Tromsø: Temperatur, Klimatabelle & Klimadiagramm für Tromsø + Wetter [Internet]. [zitiert 10. November 2023]. Verfügbar unter: <https://de.climate-data.org/europa/norwegen/troms/troms%3%b8-71/>
32. Klima Röros: Temperatur, Klimatabelle & Klimadiagramm für Röros + Wetter [Internet]. [zitiert 10. November 2023]. Verfügbar unter: <https://de.climate-data.org/europa/norwegen/sued-troendelag/roeros-12903/>
33. Klima Schweden: Wetter, beste Reisezeit & Klimatabelle [Internet]. [zitiert 10. November 2023]. Verfügbar unter: https://www.wetter-atlas.de/klima/europa/schweden.php?utm_content=cmp-true
34. Klima Kiruna: Temperatur, Klimatabelle & Klimadiagramm für Kiruna + Wetter [Internet]. [zitiert 10. November 2023]. Verfügbar unter: <https://de.climate-data.org/europa/schweden/norrbottens-laen/kiruna-10715/>
35. Klima Göteborg: Temperatur, Klimatabelle & Klimadiagramm für Göteborg + Wetter [Internet]. [zitiert 10. November 2023]. Verfügbar unter: <https://de.climate-data.org/europa/schweden/vaestra-goetalands-laen/goeteborg-197/>
36. Klima Stockholm: Temperatur, Klimatabelle & Klimadiagramm für Stockholm + Wetter [Internet]. [zitiert 10. November 2023]. Verfügbar unter: <https://de.climate-data.org/europa/schweden/stockholms-laen/stockholm-196/>
37. VisitDenmark [Internet]. [zitiert 5. November 2023]. Das Wetter und Klima in Dänemark. Verfügbar unter: <https://www.visitdenmark.de/daenemark/reiseplanung/das-wetter-daenemark>
38. Laenderdaten.info [Internet]. [zitiert 10. November 2023]. Klima und Temperaturen in Dänemark. Verfügbar unter: <https://www.laenderdaten.info/Europa/Daenemark/Klima.php>
39. Klima Kopenhagen: Temperatur, Klimatabelle & Klimadiagramm für Kopenhagen + Wetter [Internet]. [zitiert 10. November 2023]. Verfügbar unter: <https://de.climate-data.org/europa/daenemark/hauptstadtregion/kopenhagen-23/>
40. Klima Herning: Temperatur, Klimatabelle & Klimadiagramm für Herning + Wetter [Internet]. [zitiert 10. November 2023]. Verfügbar unter: <https://de.climate-data.org/europa/daenemark/region-mitteljuetland/herning-299/>
41. Klima Skagen: Temperatur, Klimatabelle & Klimadiagramm für Skagen + Wetter [Internet]. [zitiert 10. November 2023]. Verfügbar unter: <https://de.climate-data.org/europa/daenemark/region-nordjuetland/skagen-860277/>
42. Statista [Internet]. [zitiert 10. November 2023]. Die Länder und Gebiete Europas nach Fläche. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1258286/umfrage/laender-und-gebiete-europas-nach-flaeche/>

43. Statista [Internet]. [zitiert 10. November 2023]. EU - Bevölkerungsdichte in den Mitgliedstaaten. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/74693/umfrage/bevoelkerungsdichte-in-den-laendern-der-eu/>
44. United Nations. Human Development Index [Internet]. Human Development Reports. United Nations; [zitiert 10. November 2023]. Verfügbar unter: <https://hdr.undp.org/data-center/human-development-index>
45. Statista [Internet]. [zitiert 11. November 2023]. Rangliste der Länder mit dem höchsten BIP pro Kopf weltweit. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/166224/umfrage/ranking-der-20-laender-mit-dem-groessten-bruttoinlandsprodukt-pro-kopf/>
46. EU und Norwegen gründen Grüne Allianz [Internet]. [zitiert 10. November 2023]. Verfügbar unter: https://germany.representation.ec.europa.eu/news/eu-und-norwegen-grunden-grune-allianz-2023-04-24_de
47. Thuesen NP, Thorsnæs G, Røvik S. Norge. In: Store norske leksikon [Internet]. 2023 [zitiert 10. November 2023]. Verfügbar unter: <https://snl.no/Norge>
48. SSB [Internet]. [zitiert 14. November 2023]. Produksjon og forbruk av energi, energibalanse og energiregnskap. Verfügbar unter: <https://www.ssb.no/energi-og-industri/energi/statistikk/produksjon-og-forbruk-av-energi-energibalanse-og-energi-regnskap>
49. eurostat Statistics Explained [Internet]. [zitiert 17. November 2023]. Renewable energy statistics. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable_energy_statistics
50. SSB [Internet]. [zitiert 14. November 2023]. Elektrisitet. Verfügbar unter: <https://www.ssb.no/energi-og-industri/energi/statistikk/elektrisitet>
51. Service- og tryggingorganisasjonen til departementa, Herausgeber. Regjeringas klimastatus og -plan [Internet]. regjeringen.no; 2023 [zitiert 13. November 2023]. Verfügbar unter: <https://www.regjeringen.no/n/dokumenter/regjeringas-klimastatus-og-plan/id2997247/>
52. Swedish Energy Agency [Internet]. [zitiert 14. November 2023]. Statistics of the Swedish energy balance. Verfügbar unter: <https://www.energimyndigheten.se/en/facts-and-figures/statistics/>
53. Energistyrelsen [Internet]. 2016 [zitiert 14. November 2023]. Månedlig og årlig energistatistik. Verfügbar unter: <https://ens.dk/service/statistik-data-noegletal-og-kort/maanedlig-og-aarlig-energistatistik>
54. Wie wird Strom in der EU erzeugt und verkauft? [Internet]. 2023 [zitiert 18. November 2023]. Verfügbar unter: <https://www.consilium.europa.eu/de/infographics/how-is-eu-electricity-produced-and-sold/>

55. Abkommen über den Europäischen Wirtschaftsraum - Schlußakte - Gemeinsame Erklärungen der Vertragsparteien - Erklärung der Regierungen der EG-Mitgliedstaaten und der EFTA-Staaten - Übereinkommen - Vereinbarte Niederschrift - Erklärungen einzelner oder mehrerer Vertragspartner des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum [Internet]. OJ L 001 3.1.1994, p. 3 Dez 13, 1993. Verfügbar unter: http://data.europa.eu/eli/agree_international/1994/1/oj/deu
56. Lov om klimamål (klimaloven) - Lovdata [Internet]. LOV-2017-06-16-790 + LOV-2021-06-18-129 Jan 1, 2018. Verfügbar unter: <https://lovdata.no/dokument/LTI/lov/2017-06-16-60>
57. European Commission - European Commission [Internet]. [zitiert 13. November 2023]. Neue Grüne Allianz EU-Norwegen zur Vertiefung der Zusammenarbeit. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip_23_2391
58. energidepartementet O og. Regjeringen.no. regjeringen.no; 2023 [zitiert 13. November 2023]. Handlingsplan for energieffektivisering i alle deler av norsk økonomi. Verfügbar unter: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/handlingsplan-for-energieffektivisering-i-alle-deler-av-norsk-okonomi/id2998036/>
59. Klimatlag (2017:720) [Internet]. [zitiert 25. November 2023]. Verfügbar unter: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/klimatlag-2017720_sfs-2017-720/
60. Sweden - Draft Updated NECP 2021-2030 [Internet]. [zitiert 20. Oktober 2023]. Verfügbar unter: https://commission.europa.eu/publications/sweden-draft-updated-necp-2021-2030_en
61. LOV nr 965 af 26/06/2020, Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet [Internet]. Verfügbar unter: <http://www.retsinformation.dk/eli/lta/2020/965>
62. Denmark - Draft Updated NECP 2021-2030 [Internet]. [zitiert 24. November 2023]. Verfügbar unter: https://commission.europa.eu/publications/denmark-draft-updated-necp-2021-2030_en
63. AG N. Dänemark plant 55 Prozent Erneuerbare Energien bis 2030 [Internet]. [zitiert 25. November 2023]. Verfügbar unter: <https://www.energiezukunft.eu/politik/daenemark-plant-55-prozent-erneuerbare-energien-bis-2030/>
64. Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung [Internet]. [zitiert 17. Februar 2024]. Klimaneutralität. Verfügbar unter: <https://www.bmz.de/de/service/lexikon/klimaneutralitaet-125078>
65. GmbH D. DGNB GmbH. 2021 [zitiert 28. November 2023]. DGNB veröffentlicht Studie zu CO₂-Emissionen von Bauwerken. Verfügbar unter: <https://www.dgnb.de/de/dgnb-richtig-nutzen/newsroom/presse/artikel/dgnb-veroeffentlicht-studie-zu-co2-emissionen-von-bauwerken>
66. Kommunal- og distriktsdepartementet og Olje- og energidepartementet, Direktoratet for byggkvalitet Norges vassdrags- og energidirektorat. Underlag for langsiktig strategi

- for energieeffektivisering ved renovering av bygninger [Internet]. 2022 März [zitiert 28. November 2023]. Verfügbar unter: <https://www.nve.no/energi/energisystem/energibruk/energibruk-i-bygg>
67. Bau & Infrastruktur [Internet]. [zitiert 30. November 2023]. Verfügbar unter: <https://norwegen.ahk.de/de/main-navigation/themen/bau-infrastruktur>
68. Tu.no [Internet]. 2022 [zitiert 28. November 2023]. Er norske bygg bærekraftige? Verfügbar unter: <https://www.tu.no/artikler/er-norske-bygg-baerekraftige/519623>
69. NS 3031 Beregning av bygningers energiytelse er trukket tilbake, men vises fortsatt til i byggt teknisk forskrift [Internet]. [zitiert 28. November 2023]. Verfügbar unter: <https://standard.no/fagomrader/energi-og-klima-i-bygg/bygningsenergi/ns-3031-beregning-av-bygningers-energiytelse-er-trukket-tilbake-men-vises-fortsatt-til-i-byggt-teknisk-forskrift/>
70. Byggt teknisk forskrift [Internet]. TEK17. Verfügbar unter: <https://web.dibk.no/regelverk/byggt-teknisk-forskrift-tek17/>
71. Standard Norge. SN-NSPEK 3031:2023 - Bygningers energiytelse Beregning av energibehov og energiforsyning. 2023.
72. Standard Norge. NS-EN ISO 6946:2017 - Building components and building elements – Thermal resistance and thermal transmittance – Calculation methods (ISO 6946:2017). 2017.
73. Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven) - Kapittel 20. Søknadsplikt - Lovdata [Internet]. Verfügbar unter: https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71/KAPITTEL_4-1#KAPITTEL_4-1
74. Boverkets byggregler – föreskrifter och allmänna råd [Internet]. Verfügbar unter: <https://www.boverket.se/sv/lag--ratt/forfattningssamling/gallande/bbr--bfs-20116/>
75. SIS - Bygg och anläggning. SS-EN ISO 13789:2017 - Byggnaders termiska egenskaper - Värmegenomgångskoefficienter - Beräkningsmetod. 2017.
76. Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen. Bygningsreglementet - BR18 [Internet]. [zitiert 17. Oktober 2023]. Verfügbar unter: <https://byggningsreglementet.dk/>
77. Dansk Standard - Danish Standards Association. DS 418:2011 + Till.1:2020 - Beregning af bygningers varmetab. 2020.
78. Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz - GEG) [Internet]. Jan 1, 2024. Verfügbar unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/geg/>
79. Leitfaden Energetische Gebäudebilanzierung nach DIN V 18599. Deutsche Energie-Agentur (dena); 2023.

80. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. DIN 18599-1 - Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 1 : Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger [Internet]. 2018 [zitiert 2. Januar 2024]. Verfügbar unter: <https://nautos-de.wwwdb.dbod.de/O9G/search/item-detail/DE30078360>
81. Gebäude Energieberater [Internet]. 2019 [zitiert 13. Februar 2024]. Gebäudeenergiegesetz - (Lob und) Tadel zum GEG-Entwurf. Verfügbar unter: <https://www.ggeb-info.de/gebaeudeenergiegesetz/gebaeudeenergiegesetz-lob-und-tadel-zum-geg-entwurf>
82. Dipl.-Ing. Bernd Genath. ingenieur.de. [zitiert 13. Februar 2024]. Gebäudeenergiegesetz: Kritik und Lob. Verfügbar unter: <https://www.ingenieur.de/fachmedien/hlh/wissen/das-plus-und-minus-des-gebaeudeenergiegesetzes/>
83. Enova [Internet]. 2023 [zitiert 11. Dezember 2023]. Smarte energi- og klimatiltak. Verfügbar unter: <https://www.enova.no/privat/alle-energitiltak/>
84. Enova [Internet]. [zitiert 12. Januar 2024]. Oversiktside for privatpersoner. Verfügbar unter: <https://www.enova.no/privat/>
85. Svensk författningssamling. Förordning om bidrag för energieffektivisering i småhus [Internet]. SFS 2023:402 Juni 16, 2023. Verfügbar unter: https://www.boverket.se/sv/energi-guiden/energirenovera-smahus/2.lonsamhet/sok_bidrag/
86. Sök bidrag för energieffektivisering i småhus - Energiguiden - Boverket [Internet]. [zitiert 12. Januar 2024]. Verfügbar unter: https://www.boverket.se/sv/energi-guiden/energirenovera-smahus/2.lonsamhet/sok_bidrag/
87. Energistyrelsen [Internet]. 2016 [zitiert 13. Januar 2024]. Byggeri og renovering. Verfügbar unter: <https://ens.dk/ansvarsomraader/energibesparelser/byggeri-og-renovering>
88. Energistyrelsen [Internet]. 2023 [zitiert 13. Januar 2024]. Søg tilskud. Verfügbar unter: <https://spareenergi.dk/privat/soeg-tilskud>
89. BAFA - Förderprogramm im Überblick [Internet]. [zitiert 13. Januar 2024]. Verfügbar unter: https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Foerderprogramm_im_Ueberblick/foerderprogramm_im_ueberblick_node.html
90. Förderprodukte für bestehende Immobilien – Übersicht | KfW [Internet]. [zitiert 13. Januar 2024]. Verfügbar unter: <https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestandsimmobilie/Foerderprodukte/Foerderprodukte-fuer-Bestandsimmobilien.html>
91. BAFA - Förderwegweiser Energieeffizienz [Internet]. [zitiert 13. Januar 2024]. Verfügbar unter: https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienzwegweiser/energieeffizienzwegweiser_node.html

92. BAFA - Bundesförderung der Energieberatung für Wohngebäude [Internet]. [zitiert 13. Januar 2024]. Verfügbar unter: https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieberatung/Energieberatung_Wohngebäude/energieberatung_wohngebäude_node.html
93. Energidepartementet. Lov om produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordeling og bruk av energi m.m. (energiloven) [Internet]. LOV-2023-06-16-73 Jan 1, 1991. Verfügbar unter: https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1990-06-29-50/KAPITTEL_8#KAPITTEL_8
94. Om energimerkeordningen | Enova [Internet]. [zitiert 14. Januar 2024]. Verfügbar unter: <https://www.enova.no/energimerking/om-energimerkeordningen/>
95. Energimerking.no - Hva betyr energimerket for meg? [Internet]. [zitiert 14. Januar 2024]. Verfügbar unter: <https://www.energimerking.no/no/energimerking-bygg/kjopeleiebolig1/hva-betyr-energimerket-for-meg/>
96. Klimat- och näringslivsdepartementets RSE. Lag om energideklaration för byggnader [Internet]. 2006:985 mit letzter Änderung 2020:238 Juni 21, 2006. Verfügbar unter: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/lag-2006985-om-energideklaration-for-byggnader_sfs-2006-985/
97. Boverket. Boverkets föreskrifter och allmänna råd om energideklaration för byggnader [Internet]. BFS 2007:4 mit letzter Änderung BFS2021:3, BFS 2007:4 mit letzter Änderung BFS2021:3. Verfügbar unter: <https://www.boverket.se/sv/energideklaration/energideklaration/>
98. Boverket [Internet]. [zitiert 16. Januar 2024]. Sök och hämta energideklaration. Verfügbar unter: <https://www.boverket.se/sv/energideklaration/sok-energideklaration/>
99. Energideklaration [Internet]. [zitiert 16. Januar 2024]. Verfügbar unter: <https://www.brfsannegardshammen.se/?rid=1088&page=energideklaration>
100. Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet. Bekendtgørelse af lov om fremme af energibesparelser i bygninger [Internet]. Okt 8, 2021. Verfügbar unter: <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2021/1923>
101. Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet. Bekendtgørelse om energimærkning af bygninger [Internet]. Mai 15, 2023. Verfügbar unter: <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2023/549>
102. Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet. Bekendtgørelse om Håndbog for Energikonsulenter (HB2016) [Internet]. Dez 15, 2015. Verfügbar unter: <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2015/1759>
103. Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet. Bekendtgørelse om Håndbog for Energikonsulenter (HB2023) [Internet]. Mai 15, 2023. Verfügbar unter: <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2023/548>

9 SELBSTSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsinstitution vorgelegt und ist auch noch nicht veröffentlicht worden.

Dresden, den 01.03.2024

.....

(Jennifer Sadlok)