



Aktenzeichen: BAFU-315.21-64559/1/9/1/1

Emissionsinventar stationäre Motoren und Gasturbinen – Zusammenfassung

Quelle:

Infras 2022: Emissionsinventar stationäre Motoren und Gasturbinen – Basisjahr 2019 und Zeitreihe 1990-2060. Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), Bern.

Das vorliegende Emissionsinventar der stationären Motoren und Gasturbinen in der Schweiz umfasst die in der Luftreinhalte-Verordnung (LRV), Anhang 2, Ziffern 82-83 geregelten Anlagen und schätzt deren Endenergieverbrauch und Emissionen für die Jahre 1990 – 2060. Es umfasst drei Anlagentypen:

- **Generatoren ohne Abwärmenutzung.** Diese werden fast ausschliesslich als Notstromaggregate eingesetzt. Als solche dürfen sie gemäss LRV zu Testzwecken maximal 50 Stunden pro Jahr betrieben werden und müssen dafür ausser einem Feinstaub- und Dieselpartikel-Grenzwert keine weiteren LRV-Emissionsgrenzwerte einhalten. Die grosse Mehrheit dieser Generatoren wird mit Diesel oder Heizöl Extraleicht (HEL) betrieben.
- **Kleine WKK-Anlagen.** Dabei handelt es sich um stationäre Motoren und (wenige) Gasturbinen mit Abwärmenutzung nach dem Prinzip der Wärme-Kraft-Kopplung (WKK). Die meisten dieser Aggregate sind Blockheizkraftwerke (BHKW) und produzieren Wärme und Strom, meist aus gasförmigen Brennstoffen. Dabei wird entweder Erdgas eingesetzt oder in Landwirtschaft, Industrie und Gewerbe anfallendes Biogas, in Abwasserreinigungsanlagen (ARA) anfallendes Klärgas oder in Deponien anfallendes Deponiegas verwertet.
- **Grosse Anlagen.** Dabei handelt es sich um Gasturbinen und GuD-Kraftwerke (kombinierte Gas- und Dampfturbinen) mit hohen individuellen Leistungen (im Bereich von >1 MW bis mehrere 100 MW elektrische Leistung). Solche Aggregate werden in Kraftwerken, Fernheizkraftwerken oder in der Industrie betrieben.

Im Basisjahr 2019 umfasst das Inventar knapp 8'000 Aggregate mit rund 12'800 MW Inputleistung, welche während rund 4.8 Millionen Stunden pro Jahr betrieben werden und rund 9.8 PJ Energie verbrauchen (Tabelle 1). Beim Bestand dominieren die Generatoren ohne WKK mit rund 6'500 Aggregaten, gefolgt von den kleinen WKK-Anlagen mit knapp 1'200 Aggregaten; von den grossen Anlagen sind aktuell 17 in Betrieb. Bei der installierten Leistung sind die Verhältnisse zwischen den Anlagentypen ähnlich wie beim Bestand. Beim Endenergieverbrauch machen die Generatoren ohne WKK jedoch nur rund 5% aus, während die beiden anderen Kategorien je rund die Hälfte des Rests verursachen. Dies liegt daran, dass die Generatoren ohne WKK als Notstromaggregate jährlich nur wenige Stunden für Testläufe betrieben werden, während die anderen beiden Anlagekategorien jährlich Tausende von Stunden laufen.

Die zeitliche Entwicklung der Mengengerüst-Parameter ist grundsätzlich zunehmend (Abbildung 1). Dabei verzeichnen aber die kleinen WKK- sowie die grossen Anlagen in den letzten zehn bis fünfzehn Jahren einen leicht rückgängigen Trend, was auf die Schliessung einiger grosser Anlagen in der Industrie



und den Ersatz kleiner WKK-Aggregate mit grösseren, aber auch ersatzlosen Stilllegungen kleinerer Aggregate zurückgeht.

Beide auf die Energieperspektiven 2050+ (EP2050+) des BFE gestützten Zukunftsszenarien sehen eine Zunahme der Strom- und Wärmeproduktion grosser und kleiner WKK-Anlagen vor, was sich in einem steigenden Endenergieverbrauch in der Zukunft auswirkt. Unter dem Klimazielszenario «Zero Basis» ist der Anstieg etwas weniger ausgeprägt; Biogas resp. Biomethan setzt sich als wichtigster Energieträger durch. Das «WWB»-Szenario, welches aktuelle Rahmenbedingungen unterstellt, sieht einen etwas stärkeren, von Erdgas dominierten Anstieg vor.

Tabelle 1: Bestand, Betriebsstunden, installierte Inputleistung und Endenergieverbrauch stationärer Motoren und Gasturbinen nach Anlagentyp im Jahr 2019.

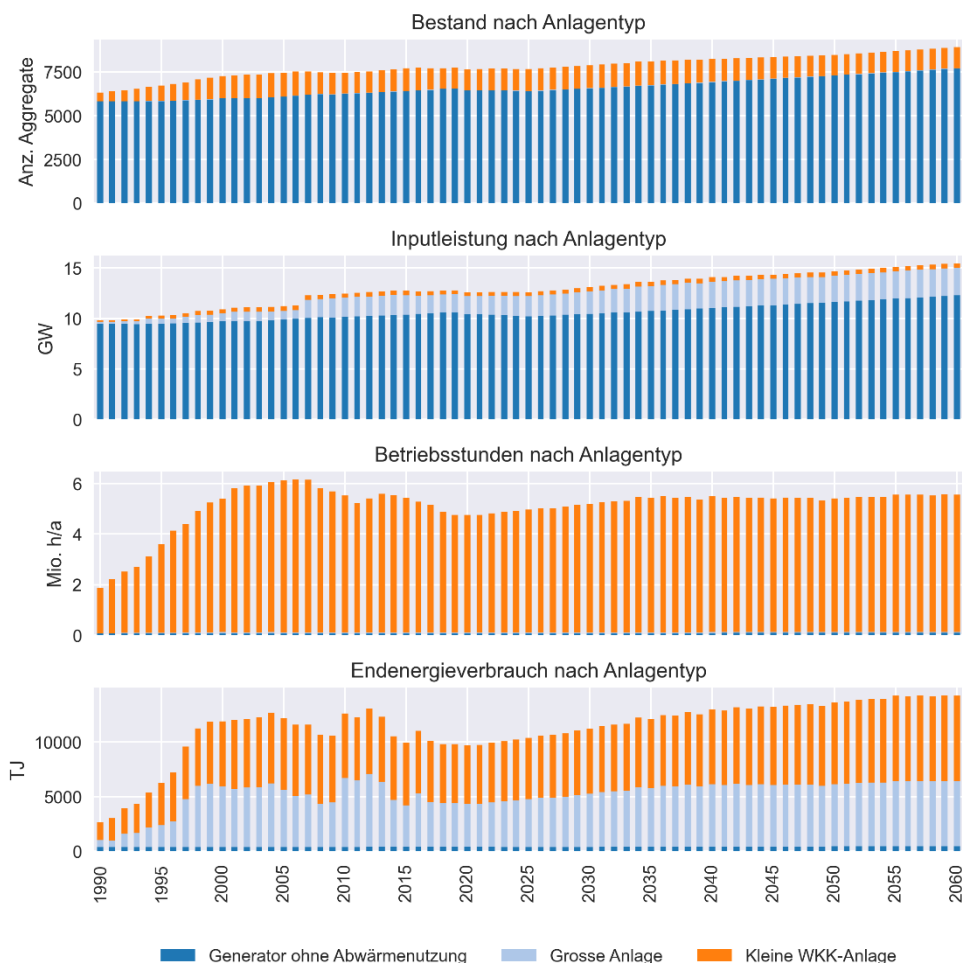
Anlagentyp	Anzahl Aggregate	Betr.Std. [1000 h]	Betr.Std. pro Aggregat und Jahr	Installierte Inputleistung [MW]	Inputleistung pro Aggregat [MW]	Endenergieverbrauch [PJ]
Generator ohne Abwärmenutzung	6'544	86	13	10'604	1.62	0.4
Kleine WKK-Anlage	1'188	4'645	3'910	386	0.32	5.4
Grosse Anlage	17	24	1'384	1'807	106.28	4.0
Summe/Mittelwert	7'749	4'755	614	12'796	1.65	9.8

Tabelle INFRAS. Quelle: eigene Auswertung

Die Emissionen stationärer Motoren und Gasturbinen betragen im Jahr 2019 rund 350'000 t fossiles CO₂, rund 1'100 t NO_x und rund 25 t Feinstaub (Tabelle 2). Beim fossilen CO₂ dominieren die grossen Anlagen, da sie hauptsächlich Erdgas verbrennen, während in kleinen WKK-Anlagen mehr Biogas als Erdgas eingesetzt wird, welches per Definition kein fossiles CO₂ ausstösst. Bei den Luftschadstoff-Emissionen dominieren hingegen die kleinen WKK-Anlagen, und auch die Generatoren ohne Abwärmenutzung verursachen im Vergleich zum Energieverbrauch überproportionale Luftschadstoff-Emissionen.

In der Zukunft sind unter dem Szenario «Zero Basis» alle Emissionen rückläufig. Der zunehmende Ersatz von Erdgas mit dem erneuerbaren Biogas/Biomethan lässt auch die fossilen CO₂-Emissionen schrumpfen. Unter dem Szenario «WWB» nehmen diese hingegen zu. Die Luftschadstoff-Emissionen nehmen dank der zu erwartenden zunehmenden Verbreitung von Abgastechnologien wie Partikelfiltern (v.a. bei Notstromaggregaten) oder Oxidations- sowie SCR-Katalysatoren (v.a. bei kleinen WKK-Anlagen) unter beiden Szenarien ab.

Abbildung 1: Bestand, installierte Inputleistung, Betriebsstunden und Endenergieverbrauch stationärer Motoren und Gasturbinen nach Anlagentyp über die Zeitreihe 1990-2060 (Szenario «Zero Basis»).



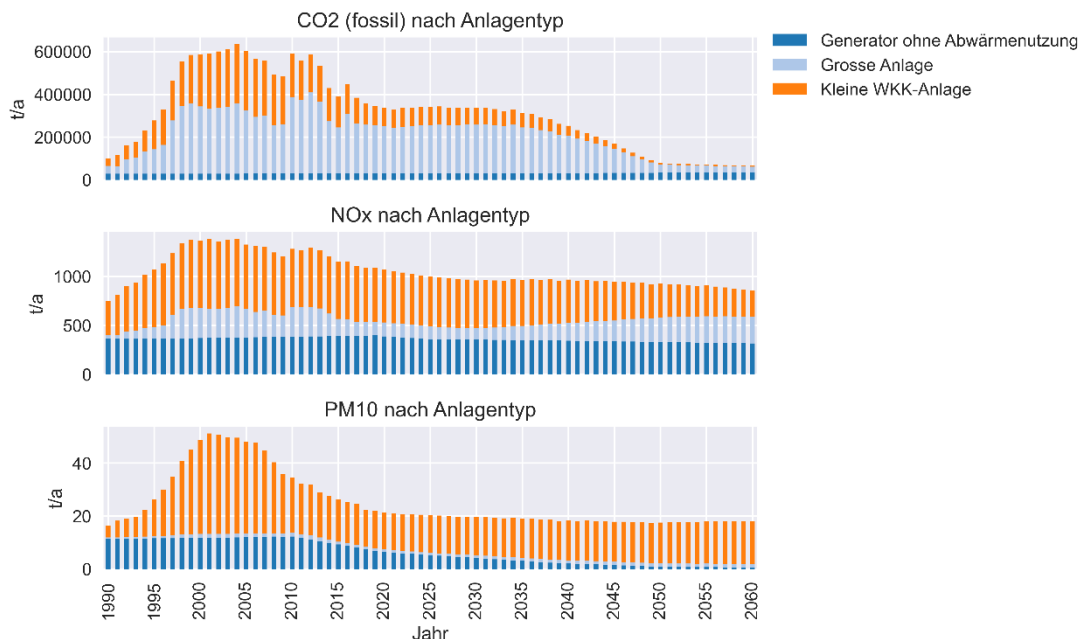
Grafik INFRAS. Quelle: eigene Auswertung

Tabelle 2: Emissionen stationärer Motoren und Gasturbinen nach Anlagentyp im Jahr 2019.

Anlagentyp	CO ₂ (fossil) [t/a]	NO _x [t/a]	CO [t/a]	PM10 [t/a]
Generator ohne Abwärmenutzung	31'304	397	58	7
Kleine WKK-Anlage	89'351	545	622	14
Grosse Anlage	225'849	142	47	1
Summe	346'504	1'084	727	22

Tabelle INFRAS. Quelle: eigene Berechnung

Abbildung 2: Fossile CO₂-, NO_x- und PM₁₀-Emissionen stationärer Motoren und Gasturbinen nach Anlagentyp, 1990-2060 (zukünftige Entwicklung gemäss Szenario «Zero Basis»).



Grafik INFRAS. Quelle: eigene Berechnung

Im Vergleich zur Vorgängerstudie, einem auf das Jahr 2014 beschränkten «Standbericht» zu den Emissionen der stationären Motoren und Gasturbinen (INFRAS 2016), wird als grösste Änderung der Bestand der Generatoren ohne WKK aktuell über doppelt so hoch eingeschätzt. Dies ist eine Folge der aktuell grösseren und repräsentativeren Stichprobe der für beide Studien ausgewerteten Verwendungsverpflichtungen des BAZG. Da die Generatoren ohne WKK hinsichtlich Bestand und installierter Leistung das Inventar dominieren (vgl. Abbildung 1), verdoppeln sich diese beiden Kennzahlen in etwa auch für das gesamte Inventar. Aufgrund der niedrigen Betriebsstunden der Generatoren ohne WKK wirkt sich diese Änderung jedoch kaum auf Endenergieverbrauch und Emissionen aus.