



## Leistungsbeschreibung des Programmpaketes LASAT 3.5

Für einige der aufgeführten Leistungsmerkmale (z.B. Anzahl zulässiger Emissionsquellen) sind Maximalwerte angegeben. Diese können häufig auch überschritten werden. Ob das möglich ist, hängt von der verwendeten Rechnerkonfiguration und der Kombination von Leistungsmerkmalen ab.

### 1. Hardware-Voraussetzungen, Leistung

- (a) Bevorzugte Rechner-Plattform: PC mit USB-Steckplatz für den Lizenzschlüssel. Arbeitsspeicher und Festplattenplatz mindestens 2 bzw. 10 GB.
- (b) Unterstützte Betriebssysteme: Windows (10 und 11, 64-Bit) und Linux (64-Bit, getestet unter Suse und Ubuntu).
- (c) Programme *Lasat*, *Lprwnd*, *Lopgam* nebenläufig (*multithreading*), optional Vorgabe der Rechenkern-Anzahl.

### 2. Sprache, Formate

- (a) Dokumentation, Parameterbezeichnungen und Fehlermeldungen in englischer Sprache.
- (b) Aufruf der Kernprogramme in einem Konsolenfenster (DOS-Eingabefenster unter Windows), interaktive Programme ausgestattet mit einer grafischen Benutzeroberfläche (Deutsch/Englisch).
- (c) Ein- und Ausgabedaten in Form von Textdateien (optional mit komprimiertem und binärem Datenteil) mit vollständig dokumentiertem Format (DEF und DMN).

### 3. Grenzschichtmodell *Lprprf*

Das Grenzschichtmodell (als Modul von *Lasat* und als separates Programm) berechnet die meteorologischen Profilkfunktionen auf dem vertikalen Rechennetz (Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Windgeschwindigkeitsfluktuationen, Austauschkoefizienten).

- (a) Im einfachsten Fall Vorgabe der Windgeschwindigkeit und Windrichtung in einer Messhöhe (Anemometerhöhe) sowie Vorgabe der Schichtungsstabilität (Obukhov-Länge oder Ausbreitungsklasse nach Klug/Manier).
- (b) Vorgabe von Profilwerten für bis zu 20 Messhöhen. Lineare Interpolation zwischen den Messhöhen, jenseits stetige Fortsetzung mit theoretischen Profilkfunktionen.
- (c) Vorgabe als Zeitreihe (maximal 9999 aufeinanderfolgende Intervalle) von Profilwerten, Obukhov-Länge, Stabilitätsklasse, Mischungsschichthöhe und Schubspannungsgeschwindigkeit.
- (d) Bei komplexem Gelände Einbeziehung eines diagnostischen Windfeldmodells (siehe *Lprwnd*).
- (e) Optional Profile nach VDI 3783-8 (TA Luft).
- (f) Vorgabe einer Niederschlagsrate, auch ortsabhängig.

### 4. Windfeldprogramm *Lprwnd*

Mit dem diagnostischen Windfeldmodell (als Modul von *Lprprf* und als separates Programm) wird aus den vorgegebenen Profilen und den Angaben zu Geländebeschaffenheit und Gebäuden ein dreidimensionales, divergenzfreies Windfeld berechnet.

- (a) Berücksichtigung von komplexem Gelände (Geländeprofil und/oder Gebäude) in den Randbedingungen des Strömungsfeldes.
- (b) Modellierung der Gebäudeumströmung unter Berücksichtigung von Rezirkulation und erhöhter Diffusion im Nachlaufgebiet.
- (c) Sammlung von berechneten Windfeldern in einer Bibliothek, von wo aus sie bei Bedarf abgerufen werden.
- (d) Übernahme von Windfeldern aus anderen Programmsystemen.

### 5. Ausbreitungsprogramm *Lasat*

- (a) Rechengebiet
  - i. Rechengebiet: Lokaler und regionaler Bereich (bis etwa 200 km Entfernung), atmosphärische Grenzschicht (bis etwa 2000 m Höhe).
  - ii. Rechennetz: Horizontal: Äquidistante Maschen mit einer Maschenweite typischerweise zwischen 5 m und 10 km. Anzahl der Maschen pro Raumrichtung maximal 400. Vertikal: Einteilung in maximal 200 beliebige Intervalle.
  - iii. Netzsachtelung: Bis zu 9 ineinander geschachtelte Netze. Änderung der Maschenweite zwischen den Netzebenen um einen Faktor 2.
  - iv. Randbedingungen: Horizontal offen oder periodisch, nach oben offen oder geschlossen.
- (b) Gelände
  - i. Charakterisierung durch Angabe einer Rauigkeitslänge und Verdrängungshöhe.
  - ii. Vorgabe eines Gelände Profils.
- (c) Gebäude
  - i. Definition als Quader, runder Turm, Polygonzug mit fester Höhe oder als Rasterdatei (Dachneigung parallel zum Gelände Profil). Maximal 200 Gebäude.
  - ii. Auflösung der Gebäude intern auf dem Rechennetz.
  - iii. Bei Netzsachtelung Berücksichtigung im feinsten Netz.
- (d) Quellen
  - i. Angabe von Punkt-, Linien-, Flächen-, Volumen- und Raster-Quellen. Maximal 1000 Quellen.
  - ii. Parametrische Erfassung einer Abgasfahnenüberhöhung nach VDI 3782-3 (PLURIS) oder explizite Vorgabe von gerichteter Austrittsgeschwindigkeit, Anfangsturbulenz und Abklingzeit dieser Größen.
- (e) Stoffe
  - i. Bündelung von Stoffen (maximal 60) zu Stoffgruppen (maximal 5).
  - ii. Zuordnung einer Sedimentationsgeschwindigkeit je Gruppe. Bei sedimentierendem Staub alternativ Vorgabe einer kontinuierlichen Korngrößenverteilung.
  - iii. Angabe von Emissionsrate, Depositionsgeschwindigkeit, Auswaschraten und Umwandlungsraten (Umwandlung erster Ordnung) für jeden Stoff.



- iv. Vorgabe ortsabhängiger Depositionsgeschwindigkeiten.
  - v. Vorgabe von Geruchsstoffen und bewerteten Komponenten entsprechend TA Luft (2021).
- (f) Zeitreihen
- i. Zeitabhängige Vorgabe von Meteorologie und Quell- und Stoffparametern über Zeitreihen (maximal 9999 aufeinanderfolgende Intervalle), auch verteilt auf mehrere unabhängige Dateien.
  - ii. Mittelungsintervall für Eingabe- und Ausgabedaten frei wählbar, typischerweise zwischen einer Minute und einem Jahr.
- (g) Programmablauf
- i. Kontrolle von Rechenzeit und Stichprobenfehler über die Anzahl der verwendeten Simulationspartikel.
  - ii. Programm-Unterbrechung und spätere Fortsetzung möglich.
  - iii. Dokumentation des Rechenlaufes und der gesamten freigesetzten Masse je Stoff in einer Protokolldatei.
- (h) Ergebnisse
- i. Über die einzelnen Gitterzellen gemittelte Konzentrationswerte, trockene und nasse Depositionsflüsse für eine fortlaufende Folge von Zeitintervallen. Bei Geruchsstoffen Ausgabe der Geruchsstundenhäufigkeit.
  - ii. Konzentrationszeitreihen (z.B. Stundenmittel) an vorgegebenen Monitorpunkten.
  - iii. Maximale Konzentrationswerte oder Konzentrationshistogramme zur Bestimmung von Quantilen.
  - iv. Schätzwert des Stichprobenfehlers für jeden Ausgabewert.
- 6. Zusatzprogramme**
- (a) *LASAT Tools*:
- i. Darstellung und Einsatz von OpenStreetMap-Karten aus dem Internet.
  - ii. Ansicht und Korrektur von Rauigkeitskatastern.
  - iii. Berechnung mittlerer Rauigkeitslängen.
  - iv. Prüfung der LASAT-Definitionsdateien.
  - v. Prüfung und Auswertung von Zeitreihen.
  - vi. Addition von Ergebnisdateien.
  - vii. Auswertung von Ergebnisdateien.
  - viii. Auswertung bewerteter Geruchsstoffe.
  - ix. Ergebnisprotokolle analog zu AUSTAL.
  - x. Auswertung von Ultraschall-Anemometer-Daten.
- (b) Interaktive Festlegung von Quell- und Gebäudeumrissen anhand eines Lageplans.
- (c) Interaktive Ergebnisdarstellung:
- i. Tabellarische Darstellung von Schnittebenen.
  - ii. Grafische Darstellung von horizontalen Konzentrationsverteilungen und Windfeldern (u.a. Isolinien-Darstellung, Überlagerung von Wertematrix, Hintergrundkarte, Geländeprofil, Quell- und Gebäudeumrissen).
- iii. Ausgabe als PNG-, PDF-, KML-Datei.
- (d) Programme zur Umwandlung von meteorologischen Zeitreihen/Statistiken in LASAT-Zeitreihen, einschließlich Niederschlag.
- (e) Programm zur Berechnung der  $\gamma$ -Submersion radioaktiver Stoffe.
- 7. Beispielrechnungen**
- Das Programmpaket enthält über 30 Beispielrechnungen, von einfach bis komplex, für typische Anwendungen.
- 8. TA-Luft-konforme Rechnungen**
- Im Referenzbuch sind die für eine Rechnung konform zur TA Luft (2021) notwendigen Parametersetzungen aufgeführt.
- 9. Verifikation**
- Das Modell ist nach Richtlinie VDI 3945-3 aufgesetzt und verifiziert. Die Tests können vom Benutzer nachgerechnet werden.
- 10. Dokumentation**
- Das Referenzbuch (ca. 360 Seiten) beschreibt die Bedienung der Programme, Aufbau und Format der Ein- und Ausgabedateien, Eingabeparameter, implementierte Modellansätze und die Verifikationstests.
- Das Arbeitsbuch (ca. 70 Seiten) erläutert die Installation des Programmsystems und gibt eine Einweisung anhand ausführlich beschriebener Beispielanwendungen.
- 11. Demo-Version**
- Ohne gültige Lizenz starten die Programme im Demo-Modus, in dem die Beispiele und Verifikationstests nachgerechnet werden können. Eine Demo-Version kann auf Anfrage kostenlos bereitgestellt werden.
- 12. Support**
- Vorort-Einführung, Beratung und Hilfe per E-Mail und Telefon sowie die Erstellung individueller Hilfsprogramme können bei Bedarf angeboten werden.
- 13. Bezug**

	<b>Ingenieurbüro Janicke</b> Gesellschaft für Umweltphysik Hermann-Hoch-Weg 1 D-88662 Überlingen
	E-Mail    info@janicke.de Internet    www.janicke.de Tel.        +49 (0) 7551 947 1818 Fax         +49 (0) 7551 947 1819

Zitierte Warenzeichen: Windows ist eingetragenes Warenzeichen von Microsoft, Linux ist eingetragenes Warenzeichen von Linus Torvalds, LASAT ist eingetragene Marke von Dr. Ulf Janicke.