



Amt für Natur und Umwelt
Uffizi per la natira e l'ambient
Ufficio per la natura e l'ambiente



Vom Winde verweht

Pflanzenschutzmittel im Bündner Rheintal

Verfrachtung von Pflanzenschutzmitteln im Bündner Rheintal

Projekt des Amts für Natur und Umwelt (ANU) in Zusammenarbeit mit der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) und dem Landwirtschaftlichen Bildungs- und Beratungszentrum Plantahof Landquart

19.03.2024/Lö
Geschäfts-Nr. ANU 2021-368

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	2
2	Pflanzenschutzmittel als fester Bestandteil der Landwirtschaft	2
3	Luft, Boden, Pflanzen, Grund- und Oberflächengewässer auf Rückstände untersucht	3
3.1	Luft: Pflanzenschutzmittel über mehrere hundert Meter verfrachtet	3
3.2	Oberflächengewässer: Je weiter weg vom Rebberg, desto weniger Eintrag	5
3.3	Grundwasser: Keine Pflanzenschutzmittel nachgewiesen	5
3.4	Boden: Rückstände vorhanden	5
3.5	Pflanzen: Nur in konventionell bewirtschafteten Rebbergen Wirkstoffe festgestellt	5
4	Auswirkungen und Massnahmen	5
4.1	Akzeptable Tagesdosis nicht überschritten, trotzdem ist Vorsicht geboten	5
4.2	Vom Trinkwasser geht keine Gefahr aus	6
4.3	Gefährdung an Spiel- und Wohnplätzen unwahrscheinlich	6
4.4	Einfluss auf die Amphibien ist noch wenig untersucht	6
4.5	Mit Aktionsplan des Bundes Risiken verkleinern	6
4.6	Bioweinbau in Graubünden auf dem Vormarsch	6
5	Anhang	7
5.1	Literaturverzeichnis:	7
5.2	Messstandorte	8
5.3	Verhalten der Wirkstoffe in der Umwelt	10

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Prozesse zur Ausbreitung von Pflanzenschutzmitteln	4
Abbildung 2: Räumliche und zeitliche Abnahme der Folpet-Belastung	4
Abbildung 3: Übersicht Messstandorte	9

1 Zusammenfassung

Pflanzenschutzmittel schützen landwirtschaftliche Kulturen vor Krankheiten und Schädlingen. Ihr Einsatz hat aber auch Nebenwirkungen: die Pflanzenschutzmittel reichern sich in Böden und Gewässern an, beeinflussen Ökosysteme und bergen gesundheitliche Risiken für den Menschen. Das Amt für Natur und Umwelt (ANU) untersuchte von 2021 bis 2023 zusammen mit der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) und dem Landwirtschaftlichen Bildungs- und Beratungszentrum Plantahof, wie stark die Umwelt in der Bündner Herrschaft mit Pflanzenschutzmitteln aus dem Reb-, Acker- und Obstbau belastet ist.

Die Messergebnisse zeigen, dass die eingesetzten Pflanzenschutzmittel aus den konventionell bewirtschafteten Rebflächen, wegen der sogenannten Abdrift (Verfrachtung durch die Luft), über mehrere hundert Meter weit verfrachtet wurden. Die eingesetzten Wirkstoffe werden daher auch ausserhalb der Rebbaugelände nachgewiesen. Das gleiche gilt auch bei Pflanzenschutzmitteln, welche im Acker- und Obstbau eingesetzt werden, indem sie ebenfalls durch die Abdrift in weiter entfernt gelegene Gebiete getragen werden. Die Konzentrationen der untersuchten Pflanzenschutzmittel nimmt mit zunehmendem Abstand stark ab. Die höchsten Belastungen in Luft, Boden, Pflanzen, Oberflächen- und Grundwasser wurden jeweils nahe der Einsatzgebiete gemessen. Ausserhalb der Einsatzgebiete waren die Belastungen gering. Im Grundwasser wurden keine dieser Wirkstoffe nachgewiesen.

Welchen Einfluss die nachgewiesenen Belastungen auf die Gesundheit der Menschen hat, kann nicht abschliessend beurteilt werden. Die Risiken der eingeatmeten einzelnen Wirkstoffe und von Mehrfachexpositionen sind nahezu unerforscht. Die von der EU festgelegte «akzeptable Tagesdosis» (ADI) und die «höchste Dosis bei der kein schädlicher Effekt zu beobachten ist» (NOAEL) werden bei der vorliegenden Untersuchung deutlich unterschritten. Es ist deshalb anzunehmen, dass bei den untersuchten Oberflächengewässern, Spielplätzen und weiteren Siedlungsflächen nur ein äusserst geringes Risiko für die Bevölkerung durch Pflanzenschutzmittel aus Reb-, Acker- und Obstbau besteht. Es ist nachgewiesen, dass die für den biologischen Rebbaubau zugelassenen Pflanzenschutzmittel, keinen oder nur einen geringen Einfluss auf die Biodiversität haben. Die Reduktion des Einsatzes von allen in der Landwirtschaft eingesetzten Pflanzenschutzmitteln wird auch von der Biodiversitätsstrategie des Kantons Graubünden gefordert.

Dass die Belastungen ausserhalb der Anwendungsgebiete im Bündner Rheintal so rasch abnehmen ist sicherlich auch dem Umstand zu verdanken, dass zwischenzeitlich ein Drittel der Rebbaufäche biologisch bewirtschaftet wird, eine «präzise Applikationstechnik» im Rebbaubau durch den Kanton gefördert wird und der Aktionsplan des Bundes zur Risikoreduktion und nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln aus dem Jahr 2017 umgesetzt wird. Trotzdem gilt es weiterhin, die Abdrift von Pflanzenschutzmitteln möglichst zu vermindern oder zu vermeiden.

2 Pflanzenschutzmittel als fester Bestandteil der Landwirtschaft

Pflanzenschutzmittel sind Produkte, die zum Schutz von Pflanzen- und Pflanzenerzeugnissen vor Schadorganismen eingesetzt werden. Dazu gehören chemisch-synthetische und natürliche Wirkstoffe, aber auch Organismen wie räuberische Insekten oder pilzliche Gegenspieler. Je nach Verwendungszweck werden die Pflanzenschutzmittel in verschiedene Gruppen eingeteilt. Herbizide bekämpfen unerwünschte Pflanzen, Insektizide und Akarizide Schadinsekten und Fungizide Pilzkrankheiten. Pflanzenschutzmittel spielen in der heutigen Landwirtschaft eine wichtige Rolle. In der

Schweiz werden jährlich bis zu 2000 Tonnen aktive Wirkstoffe ausgebracht. Neben der erwünschten Bekämpfung von Unkräutern und Schädlingen werden aber oft auch nützliche Lebewesen vernichtet. Zudem erreichen nicht alle Pflanzenschutzmittel ihren Bestimmungsort. Ein Teil wird von Wind und Thermik durch die Luft getragen (Abdrift) oder gelangt in den Boden, in Nahrungsmittel, ins Grundwasser und in Seen und Bäche. Diese Rückstände können die Gesundheit des Menschen gefährden und zum Beispiel zu Hautverätzungen oder – nach Aufnahme von Insektizidnebeln über die Atemwege – zu Sehstörungen führen. Einige der Mittel gelten als krebserregend, verändern das Erbgut, greifen ins Hormonsystem ein oder lösen Fruchtbarkeitsstörungen aus.

3 Luft, Boden, Pflanzen, Grund- und Oberflächengewässer auf Rückstände untersucht

Das ANU liess im Jahr 2019 erstmals untersuchen, ob und wie stark Pflanzenschutzmittel aus dem Obstbau im Vinschgau ins Münstertal verfrachtet werden. Dabei konnte gezeigt werden, dass die Wirkstoffe über die Luft über die Grenze bis ins rund zehn Kilometer entfernte Valchava gelangten, ihre Konzentrationen aber deutlich abnahmen (ANU, 2019). In den Jahren 2021 bis 2023 koordinierte und führte die ZHAW im Auftrag des ANU eine Folgestudie in der Bündner Herrschaft durch. Die Analysen in der Luft wurden vom Umweltinstitut, München durchgeführt. Damit ist die Vergleichbarkeit der Ergebnisse der Studie aus dem Bündner Rheintal mit denjenigen im Münstertal garantiert. Die Analysen der weiteren Proben wurden vom Amt für Umwelt und Energie, Basel-Stadt (Oberflächenwasser), Bachema AG, Schlieren (Grundwasser), SGS Aargau, Oberentfelden (Boden und Pflanzenproben) durchgeführt. Ziel des Projekts war es abzuschätzen, wie weit Pflanzenschutzmittel aus dem Reb-, Obst- und Ackerbau über die Luft verfrachtet werden und wie stark Boden, Pflanzen, Grundwasser, stehende Oberflächengewässer sowie die Umgebung der Einsatzgebiete mit diesen Stoffen belastet sind.

Während der Anbausaison 2021 wurden an insgesamt 18 verschiedenen Standorten zwischen Untervaz und Maienfeld Proben auf Rückstände von Pflanzenschutzmitteln hin untersucht. An vier Standorten sammelten Passivsammler den Eintrag von Pflanzenschutzmitteln über die Luft. An vier Standorten wurde das Grundwasser, an drei Standorten das Oberflächengewässer und jeweils an 15 Standorten Boden und Pflanzen beprobt. Die Proben wurden auf einer konventionell bewirtschafteten und zwei biologisch bewirtschafteten Rebflächen, auf fünf Landwirtschaftsflächen, in drei Amphibienlaichgebieten von nationaler Bedeutung (Biotope), in vier Grundwasserpumpwerken sowie auf zwei Spielplätzen und einem Garten im Siedlungsgebiet genommen. Die Übersicht über die Standorte ist in Tabelle 1 zusammengestellt. Weil die Standardanalytiken für Luft-, Boden-, Wasser- und Pflanzenproben unterschiedlich ausgerichtet sind, wurden jeweils nicht immer dieselben Wirkstoffe analysiert. Neben den Standardmethoden wurde bei den Bodenproben zusätzlich ein neues Analyseverfahren angewendet und die Ergebnisse mit den Standardmethoden verglichen. Die Übersicht über die untersuchten Pflanzenschutzmittel ist in der Tabelle 2 zu finden.

3.1 Luft: Pflanzenschutzmittel über mehrere hundert Meter verfrachtet

Die Pflanzenschutzmittel werden durch verschiedene Prozesse weg von den Einsatzgebieten transportiert (siehe auch Abbildung 1). Die Pflanzenschutzmittel aus Obst-, Acker- und Rebbau werden deshalb auch an entfernten Standorten nachgewiesen. Die Verfrachtung wurde an vier Standorten mit Passivsammlern untersucht. Ein Passivsammler befand sich in einem biologisch bewirtschafteten Rebbau (LBN 048) innerhalb des Dorfs Malans. An diesem Standort wurden vier verschiedene rebbauspezifische Wirkstoffe nachgewiesen. In der Umgebung dieses Standortes

befinden sich weitere Rebflächen, die konventionell bewirtschaftet werden. Die weiteren Passivsammler befanden sich jeweils an einem Amphienlaichgebiet. Im Biotop Siechenstuden, das direkt an ein Reb- und Obstanbaugebiet grenzt, wurden drei Wirkstoffe gefunden. Der Sandweiher liegt etwa 1,5 Kilometer quer zur Hauptwindrichtung von den nächsten Rebbergen entfernt, das Biotop Hirschau knapp vier Kilometer gegen die Hauptwindrichtung. Dort wurden jeweils zwei resp. ein Wirkstoff festgestellt. Abbildung 2 zeigt am Beispiel des hauptsächlich im Rebbaubereich eingesetzten Folpets, dass die Wirkstoffmenge mit zunehmender Entfernung der Messstellen von den Rebbergen deutlich abnimmt. Die Messergebnisse zeigen, dass die Wirkstoffe aus den konventionell bewirtschafteten Rebflächen über mehrere hundert Meter verfrachtet werden und die Konzentrationen dabei stark abnehmen.

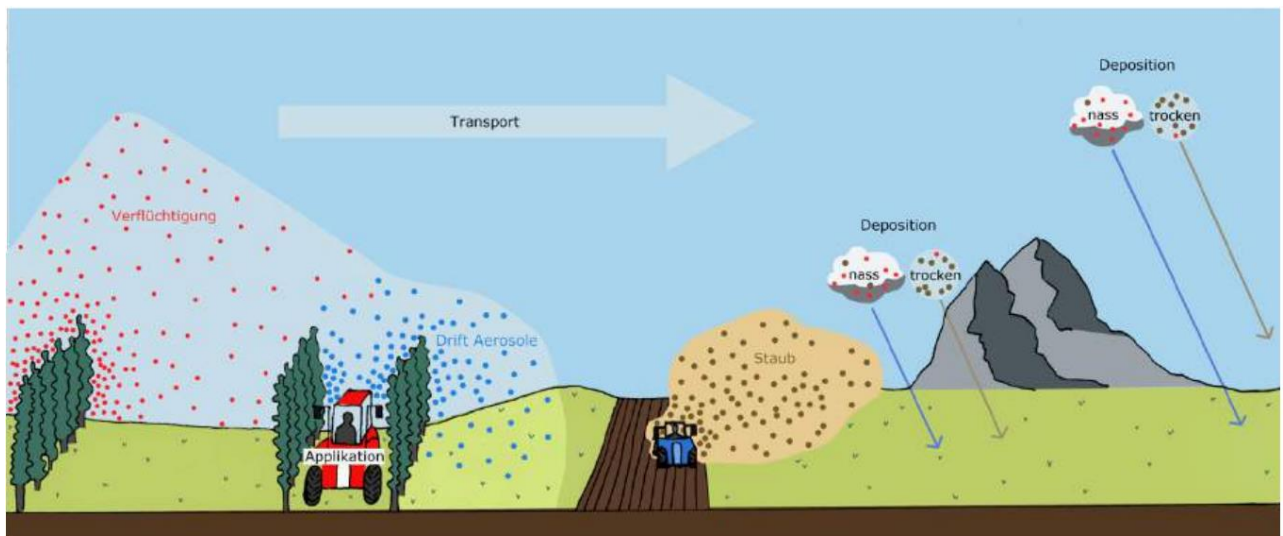


Abbildung 1: Prozesse zur Ausbreitung von Pflanzenschutzmitteln (Emissionen, Verfrachtung und Immissionen)

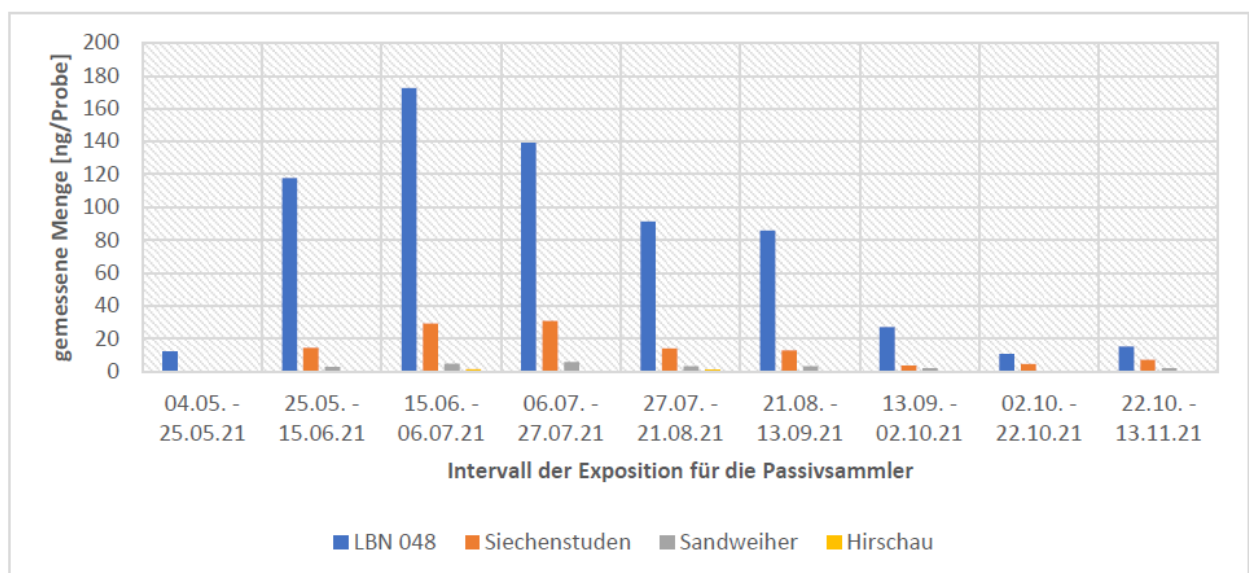


Abbildung 2: Räumliche und zeitliche Abnahme der Folpet-Belastung über eine Distanz bis rund vier Kilometer im Bündner Rheintal bei Malans quer zum Rhein im Jahr 2021. Folpet wird hauptsächlich als Fungizid im Rebbaubereich eingesetzt. Distanzen zum Standort LBN48 (Markstaller); Siechenstuden 2 km, Sandweiher: 2.5 km und Hirschau 4 km.

3.2 Oberflächengewässer: Je weiter weg vom Rebberg, desto weniger Eintrag

Untersucht wurden Oberflächenwasserproben aus den Weihern der drei Biotope Siechenstuden, Sandweiher und Hirschau. Am Standort Siechenstuden wurden drei verschiedene rebbauspezifische Wirkstoffe nachgewiesen, beim Sandweiher einer und in der Hirschau keiner. In den Siechenstuden wurden zudem weitere fünf Wirkstoffe nachgewiesen, die auch im Ackerbau eingesetzt wurden. Die Nähe zum konventionell bewirtschafteten Landwirtschaftsland ist also auch in Oberflächengewässern entscheidend für den Eintrag von Pflanzenschutzmitteln.

3.3 Grundwasser: Keine Pflanzenschutzmittel nachgewiesen

Grundwasserproben, welche bei vier Pumpwerken gesammelt wurden, wurden auf zwei rebbauspezifische Wirkstoffe hin analysiert. Es wurden keine dieser Pflanzenschutzmittel nachgewiesen.

3.4 Boden: Rückstände vorhanden

Im Boden wurden insgesamt drei rebbauspezifische Wirkstoffe festgestellt. Diese kamen nur an zwei von insgesamt 13 untersuchten Standorten vor. Bei beiden Standorten findet eine konventionelle Bewirtschaftung statt. In Proben vom seit 2015 biologisch bewirtschafteten Standortes in Malans und auch bei allen anderen landwirtschaftlich genutzten Standorten, im Siedlungsgebiet und auf den untersuchten Spielplätzen wurden mit den validierten Messmethoden keine Rückstände im Boden gefunden. Daraus lässt sich schliessen, dass die Pflanzenschutzmittel im Boden abgebaut oder ausgewaschen werden. Ein im Rahmen dieses Projekts durchgeführter Vergleich verschiedener Messmethoden zeigt jedoch, dass andere Verfahren die Bestimmungsgrenze senken und den Nachweis von Wirkstoffen im Boden ermöglichen. So liessen sich mit einer anderen Methode an verschiedenen Standorten Rückstände weiterer Wirkstoffe, darunter auch Atrazin (verboden seit 2012), nachweisen. Allerdings sind diese Methoden noch nicht validiert und gesichert. Dennoch deutet der Methodenvergleich darauf hin, dass die Gehalte von Pflanzenschutzmitteln im Boden mit der Standardmethode unterschätzt werden.

3.5 Pflanzen: Nur in konventionell bewirtschafteten Rebbergen Wirkstoffe festgestellt

Nur die Pflanzenproben des konventionell bewirtschafteten Rebbergs (MWL, Rebberg konventionell betrieben in Malans) wiesen Rückstände von insgesamt sechs Wirkstoffen auf. An allen anderen Messstandorten wurde in keiner der Proben Pflanzenschutzmittel nachgewiesen.

4 Auswirkungen und Massnahmen

4.1 Akzeptable Tagesdosis nicht überschritten, trotzdem ist Vorsicht geboten

Aufgrund der in der Luft gemessenen Konzentrationen der Pflanzenschutzmittel kann angenommen werden, dass die von der EU festgelegte «akzeptable Tagesdosis» (ADI) und die höchste Dosis, bei der «kein schädlicher Effekt zu beobachten ist» (NOAEL), nicht überschritten wurde. Die beiden Dosen wurden dazu anhand der gemessenen Konzentrationen in den Passivsammlern abgeschätzt und mit den festgelegten Dosen verglichen. Es gibt aber auch Stoffe, für die solche Grenzwerte nicht sinnvoll sind, weil bereits bei geringsten Dosen ein dauerhafter Schaden auftreten kann. Bei Stoffen, die krebserregend sind, die Fruchtbarkeit oder das Kind im Mutterleib schädigen, das Erbgut beeinflussen oder in das Hormonsystem eingreifen, erhöhen bereits sehr kleine Mengen die Wahrscheinlichkeit einer Schädigung. Für Chemikalien, auf die einer dieser vier Punkte zutrifft, gilt daher in der EU das Minimierungsgebot.

4.2 Vom Trinkwasser geht keine Gefahr aus

Da im Untersuchungsgebiet keine Rückstände von den untersuchten Wirkstoffen aus Rebbau, Obst- und Ackerbau im Grundwasser festgestellt wurden, geht vom Trinkwasser, nach heutigem Wissenstand, diesbezüglich keine Gefahr aus.

4.3 Gefährdung an Spiel- und Wohnplätzen unwahrscheinlich

Da in Boden- und Pflanzenproben keine Pflanzenschutzmittel nachgewiesen werden konnten, ist eine Gefährdung der Bevölkerung über den Boden oder die Pflanzen an den untersuchten Spiel- und Wohnplätzen unwahrscheinlich.

4.4 Einfluss auf die Amphibien ist noch wenig untersucht

Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln beeinflusst zudem die Biodiversität stark und eine Reduktion des Einsatzes wird deshalb auch von der Biodiversitätsstrategie des Kantons Graubünden gefordert. Zum Beispiel entwickeln sich einzelne Amphibien- und Fischarten wegen Pflanzenschutzmitteln negativ. Gerade Amphibien kommen wegen ihrer verschiedenen Lebensstadien und Lebensräume mit Pflanzenschutzmitteln in Nahrung, Wasser, Boden und Luft in Kontakt. Die Auswirkung ist bisher aber wenig untersucht.

4.5 Mit Aktionsplan des Bundes Risiken verkleinern

Der Bundesrat hat am 6. September 2017 den Aktionsplan zur Risikoreduktion und nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln verabschiedet. Ziel ist der Schutz des Menschen, der Umwelt und der Kulturen. Mit gut fünfzig Massnahmen sollen die Risiken halbiert und Alternativen zum chemischen Pflanzenschutz gefördert werden. So soll beispielsweise künftig anhand der Grösse der zu schützenden Blattfläche bestimmt werden, wie viel Spritzmittel zum Einsatz gelangen. In Weinbauversuchen liess sich so die ausgebrachte Spritzbrühenmenge um über zwanzig Prozent reduzieren (Bundesrat, 2017). Im biologischen Landbau dürfen Pflanzenschutzmittel verwendet werden, die pflanzlichen, tierischen, mikrobiellen oder mineralischen Ursprungs sind oder mit ihrer natürlichen Form identisch sind. Auf den Einsatz von Herbiziden wird ganz verzichtet. Deshalb ist es im biologischen Landbau besonders wichtig, die bekannten vorbeugenden Massnahmen zu ergreifen, um die Ausbreitung von Schadorganismen möglichst zu verhindern. Sortenwahl, Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Förderung von Antagonisten und standortgerechte Düngung stehen dabei im Vordergrund. Als direkte Bekämpfungsmassnahmen ist beispielsweise der Einsatz von Nützlingen und Lockstoffen (Pheromone oder Duftstoffe) oder die mechanische Unkrautbekämpfung zu nennen (Bundesrat, 2017). Pheromone oder Duftstoffe dienen zur Anlockung oder sexuellen Verwirrung von Schädlingen.

4.6 Bioweinbau in Graubünden auf dem Vormarsch

Auch der Kanton Graubünden ist bestrebt, das Risiko von Pflanzenschutzmitteln für Menschen, Grund- und Oberflächengewässer, Nichtzielorganismen oder die Bodenfruchtbarkeit zu senken. So setzen die Weinbäuerinnen und Weinbauer beispielsweise vermehrt auf moderne landwirtschaftliche Geräte, die Spritzmittel einsparen, oder sie pflanzen pilzresistente Rebsorten an. Das Landwirtschaftliche Bildungs- und Beratungszentrum Plantahof fördert zudem gezielt den Bioweinbau.

5 Anhang

5.1 Literaturverzeichnis

- 2014 BAFU Pflanzenschutzmittel (<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/chemikalien/dossiers/pflanzenschutzmittel.html>)
- 2017 Bundesrat Aktionsplan Pflanzenschutzmittel
(<https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/nachhaltige-produktion/pflanzenschutz/aktionsplan.html>)
- 2019 ANU Vom Winde verweht – Messung von Pflanzenschutzmitteln in der Luft im Münstertal
(https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/ekud/anu/aktuelles/mitteilungen/Seiten/20200929_Pestizide_Muenstertal_2019.aspx)
- 2023 ANU Biodiversitätsstrategie Graubünden 2023–2032
(https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/ekud/anu/aktuelles/mitteilungen/Seiten/20230810_Anhoerung_Biodiversitaetsstrategie.aspx)

5.2 Messstandorte

Bezeichnung / Nummer	Standort	Koordinaten	Luft	Gewässer	Grundwasser	Boden	Pflanzen
Biotope							
BSS	Siechenstuden, Biotop nahe Rebbaugelbiet	2'760'818.394 / 1'206'400.753					
Sandweg	Sandweg, Biotop im ackerbaulich genutzten Gebiet	2'759'799.723 / 1'206'038.376					
NGH	Hirschau, abgelegenes Biotop talaufwärts	2'760'156.777 / 1'202'863.69					
Rebberge							
LBN 048	Rebberg biologisch, Malans	2'762'216.741 / 1'205'601.785					
MWF	Rebberg, biologisch seit 2015, Malans	2'762'430.83 / 1'205'809.038					
MWF St2	Wiese neben dem Rebberg MWF, Malans	2'762'399.683 / 1'205'792.697					
MWL	Rebberg, konventionell, Malans	2'762'700.146 / 1'205'455.862					
Grundwasserpumpwerke							
PWF	Fläsch, Pumpwerk Mühle	2'757'503.982 / 1'209'155.243					
PWL	Landquart, Pumpwerk Viertellösen	2'761'226 / 1'201'532					
PWM	Maienfeld, Pumpwerk Gemeindegärten	2'759'035 / 1'207'421					
PWW	Malans, Pumpwerk Panxiesen	2'761'589 / 1'205'214					
Landwirtschaftsflächen							
LBN 001	Landwirtschaft, Igis, Ackerbau, gepflügt	2'763'023.76 / 1'202'120.768					
LBN 046	Landwirtschaft, Malans, Ackerbau, gepflügt	2'761'652.279 / 1'204'561.3					
LBN 047	Landwirtschaft, Untervaz, Pferdekoppel	2'760'429.401 / 1197447.49					
LBN 100	Landwirtschaft, Zizers, Ackerbau, gepflügt	2761266.424 / 1201151.089					
Spielplätze und Siedlungsgebiet							
SIG	Landquart, Spielplatz ausserhalb Siedlungsgebiets	2'762'496.309 / 1'202'282.73					
SMF	Maienfeld, Spielplatz innerhalb Siedlungsgebiets	2'758'876.917 / 1'208'166.022					
UPARB	Siedlungsgebiet Untervaz	2'759'881.276 / 1'200'112.803					

Tabelle 1: Untersuchungsstandorte und die beprobten Umweltkompartimente

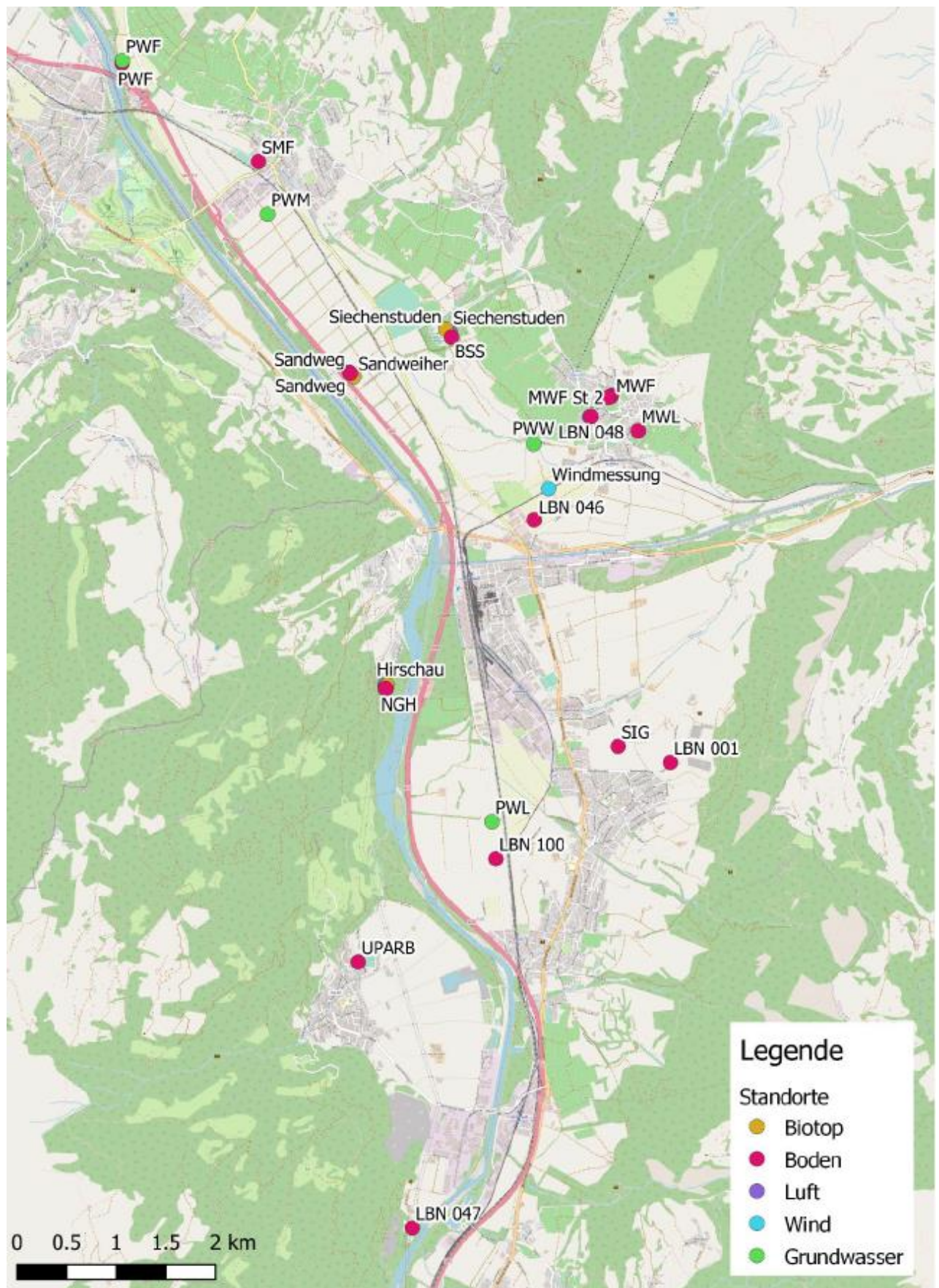


Abbildung 3: Übersicht Messstandorte

5.3 Verhalten der Wirkstoffe in der Umwelt

Für diejenigen Wirkstoffe, welche in mindestens vier untersuchten Umweltbereichen gemessen wurden, wird das Umweltverhalten kurz umrissen. Quelle: PubChem des US National Institutes of Health (PubChem (nih.gov)). Das Verhalten verschiedener Pflanzenschutzmittel variiert in der Umwelt stark. Während bei den einen bereits in der Luft ein Abbau durch Sonneneinstrahlung begünstigt werden kann, binden andere an Aerosole und werden über diese in Böden und Gewässer eingetragen. Von dort gelangen die Pflanzenschutzmittel im Allgemeinen nicht zurück in die Atmosphäre. Im Boden können Mobilität und Abbau stark variieren, je nach Pflanzenschutzmittel, aber auch je nach Boden. In den Gewässern binden die Pflanzenschutzmittel je nach ihren chemischen Eigenschaften mehr oder weniger stark an Festpartikel und gelangen so über die Zeit in die Sedimente.

Boscalid wird als Fungizid eingesetzt und gelangt so in die Umwelt. In der Luft liegt der Wirkstoff in der Partikelphase vor und wird durch nasse oder trockene Ablagerungen aus der Atmosphäre entfernt. Bei einer Freisetzung in den Boden wird Boscalid voraussichtlich immobil sein. Es ist nicht zu erwarten, dass der Wirkstoff von Bodenoberflächen zurück in die Atmosphäre gelangt. Biologische Abbauhalbwertszeiten im Boden von 100 bis 580 Tagen deuten darauf hin, dass es sich im Boden oder Wasser um einen langlebigen Stoff handelt. Wenn Boscalid in Wasser freigesetzt wird, ist zu erwarten, dass es an suspendierten Feststoffen und Sedimenten adsorbiert wird und nicht über die Wasseroberfläche zurück in die Atmosphäre gelangt.

Cyprodinil ist ebenfalls ein Fungizid, das über die Nutzung in der Landwirtschaft in die Umwelt gelangt. Der Wirkstoff liegt in der Luft sowohl in der Dampf- als auch in der Partikelphase vor. Cyprodinil in der Dampfphase wird in der Atmosphäre durch Reaktion mit photochemisch erzeugten Hydroxylradikalen abgebaut; die Halbwertszeit für diese Reaktion wird auf 1,9 Stunden geschätzt. In der Partikelphase wird der Wirkstoff durch nasse und trockene Ablagerung aus der Atmosphäre entfernt. Im Boden wird erwartet, dass Cyprodinil eine geringe bis leichte Mobilität aufweist und nicht von den Bodenoberflächen zurück in die Atmosphäre gelangt. Die Mineralisierung von Cyprodinil wurde in vier Böden mit 6 bis 25 Prozent angegeben, 54 bis 63 Prozent wurden in denselben Böden gebunden gefunden. Im Wasser wird erwartet, dass Cyprodinil an suspendierte Feststoffe und Sedimente adsorbiert und kaum über die Wasseroberfläche wieder in die Atmosphäre gelangt.

Fludioxonil wird als Fungizid verwendet und so in die Umwelt freigesetzt. In der Luft liegt der Wirkstoff in der Partikelphase vor und wird durch nasse oder trockene Ablagerungen aus der Atmosphäre entfernt. Es wird erwartet, dass Fludioxonil im Boden eine geringe, bis keine Mobilität hat und dass keine Verflüchtigung von feuchten Bodenoberflächen zurück in die Atmosphäre stattfindet. Die Halbwertszeit im Boden wird auf mit 6 bis 350 Tagen geschätzt. Im oberflächennahen Boden wurde eine Photodegradationshalbwertszeit von Fludioxonil von 1,6 Tagen festgestellt. Wenn Fludioxonil in Wasser freigesetzt wird, ist davon auszugehen, dass der Stoff an suspendierte Feststoffe und Sedimente adsorbiert. Der Wirkstoff ist in aquatischer Umgebung im Wesentlichen stabil, ausgenommen in oberflächennahen Bereichen, wo ebenfalls eine Photodegradation zu erwarten ist (Halbwertszeit 8,7 Tage). Mit einer Verflüchtigung von der Wasseroberfläche zurück in die Atmosphäre ist nicht zu rechnen.

Metalaxyl gelangt ebenfalls durch seinen Einsatz als Fungizid in die Umwelt. Wie Cyprodinil liegt Metalaxyl in der Atmosphäre sowohl in der Dampf- als auch in der Partikelphase vor. Metalaxyl in

der Dampfphase wird in der Atmosphäre durch Reaktion mit photochemisch erzeugten Hydroxylradikalen abgebaut; die Halbwertszeit für diese Reaktion in der Luft wird auf 14 Stunden geschätzt. Metalaxyl in der Partikelphase wird durch nasse und trockene Ablagerung aus der Atmosphäre entfernt. Eine Verflüchtigung von der Bodenoberfläche oder Wasseroberfläche in die Luft ist nicht zu erwarten. Metalaxyl wurde in aerob bebrüteten Böden mit einer Halbwertszeit von etwa 40 Tagen abgebaut. Bei einer Freisetzung in Wasser wird Metalaxyl voraussichtlich nicht an suspendierte Feststoffe und Sedimente adsorbiert.

Wirkstoff:	Mai	Juni	Juli	August	Luft	Oberflächen- gewässer	Grundwasser	Boden	Pflanzen
Azoxystrobin			Blau		Grün	Grün		Grün	Grün
Boscalid				Blau	Grün	Grün		Grün	Grün
Cyazofamid		Blau						Grün	Grün
Cyprodinil				Blau	Grün	Grün		Grün	Grün
Difenoconazol			Blau	Blau				Grün	Grün
Dimethomorph			Blau	Blau				Grün	Grün
Fenamidon		Blau						Grün	Grün
Fenhexamid			Blau	Blau				Grün	Grün
Fenpyroximate	Blau							Grün	Grün
Fludioxonil				Blau	Grün	Grün		Grün	Grün
Folpet	Blau	Blau	Blau	Blau	Grün			Grün	Grün
Fosetyl		Blau						Grün	Grün
Iprovalicarb			Blau	Blau		Grün		Grün	Grün
Mandipropamid		Blau	Blau	Blau				Grün	Grün
Metalaxyl		Blau	Blau	Blau	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün
Metrafenon		Blau	Blau	Blau				Grün	Grün
Penconazol		Blau	Blau	Blau			Grün	Grün	Grün
Proquinazid								Grün	Grün
Spiroxamin		Blau	Blau	Blau	Grün	Grün		Grün	Grün
Trifloxystrobin			Blau	Blau				Grün	Grün
Zoxamid			Blau	Blau				Grün	Grün

Tabelle 2: Wirkstoffe, die im Rebbau zum Einsatz kommen und durch den Plantahof im jährlichen Spritzplan erfasst werden. Blau hinterlegt sind Monate, in denen die Wirkstoffe im Untersuchungsgebiet zum Einsatz kamen. Grün hinterlegt sind die Umweltbereiche, in denen der Wirkstoff gemessen wurde. Grau hinterlegte Wirkstoffbezeichnungen wurden nirgends gemessen, orange hinterlegte wurden in vier oder fünf Umweltbereichen gemessen.