

Untersuchungen zur Ausbreitung von herbizid-tolerantem Raps mittels GVO-Schnelltests

 Untersuchungsbericht September 2009

ID U53-S06-J09

Im Zuge der Untersuchung im Jahr 2009 wurden 51 Populationen von Ruderalraps in der Nähe von Ölmühlen, Siloanlagen, Verladehäfen, Bahnstrecken und Bundesstrassen entlang des Neckars untersucht. Dabei wurden Informationen zur genauen Lage (Georeferenzierung) und Art des Standorts sowie der Zahl der Pflanzen einer Population erfasst. Insbesondere in unmittelbarer Umgebung größerer Anlagen etablieren sich aus Transport- und Verladeverlusten oftmals Ruderalrapspopulationen mit mehreren Hundert Pflanzen. Leider liegen keine Informationen vor, wie viel (transgene) Rapssaat aus Ländern wie Kanada überhaupt nach Deutschland und Baden-Württemberg gelangt, wo diese genutzt wird und wie diese zu den Endverbrauchern transportiert wird.

Die von den Proben entnommenen Blätter wurden tiefgefroren und anschließend im Labor des Instituts für Landschafts- und Pflanzenökologie der Universität Hohenheim mit GVO-Schnelltests auf das Vorliegen einer Glyphosat- bzw. Glufosinattoleranz - die entsprechenden Komplementärherbizide sind Roundup bzw. Liberty - überprüft. Der Test basiert auf der Bindung des für die Herbizidtoleranz verantwortlichen Proteins



Abbildung 1: Standorte der Probennahme (beispielhaft)

an spezifischen Antikörpern und dem Auslösen einer Farbreaktion. Keine der aus den aufgefundenen Populationen entnommenen Blattproben erwies sich eindeutig als transgen bezüglich der Herbizidresistenz-Traits RuR und LL. Lediglich bei einer Probe wurde im Test eine leicht rötliche Bande erzeugt, die auf das Vorliegen einer Glufosinattoleranz hindeuten könnte. Der Verdacht eines Positivfundes bei dieser an einem Bundesstraßen-Parkplatz gesammelten Pflanze sollte unbedingt durch eine PCR-Analyse überprüft werden. Sämtliche Proben wurden der LUBW zur Durchführung molekularbiolo-



gischer Nachweise über das Vorliegen transgener Eigenschaften übergeben.

Die Überprüfung der Populationen mittels GVO-Schnelltests erwies sich insgesamt als geeignete Screeningmethode mit aussagefähigen Ergebnissen. Selbst Sammelproben aus mehreren Pflanzen einer größeren Population können mit nur einem Teststreifen überprüft werden, was die Kosten erheblich reduziert. Sollte bei einer Mischprobe ein Positivbefund vorliegen, müssen aber weitere Tests an jeder Einzelpflanze erfolgen, um zu klären, wie viele Pflanzen einer Population transgene Eigenschaften besitzen.

Aktuelle Änderungen im EU-Importrecht machen die erhöhte Einfuhr von HR-Rapssaat aus GVO-Anbauländern nach Deutschland sehr wahrscheinlich. Vor allem aus Kanada könnten in Zukunft große Chargen HR-Raps eingeführt werden, wenn es zum Beispiel zu trockenbedingten Ernteaussfällen bei Raps in Europa kommt. Es erscheint momentan allerdings unwahrscheinlich, dass es in näherer Zukunft zu einer ähnlich massiven Ausbreitung von HR-Raps wie in Japan kommen wird. In Europa sollten allerdings die großen Häfen mittels GV-Monitoring beobachtet werden, da hier GV-Saat

angelandet wird und es zu den ersten Transportausfällen kommen kann.

Für eine Routineüberwachung der Ausbreitungswege von transgener Rapssaat stellt die Kombination aus vorangehender Recherche von Flächen mit hoher Ausbreitungswahrscheinlichkeit und die punktuelle Überprüfung der entsprechenden Standorte mit einer Schnelltestmethode eine gangbare Methode dar. Mittels dieser können zügig und relativ kostengünstig auch größere Populationen auf das Vorhandensein von HR-Eigenschaften überprüft werden.

Der aktuelle Fall des Auftauchens transgener Leinsamen im Handel macht zudem klar, dass sich ein GV-Routine-monitoring in Zukunft nicht nur auf Raps beschränken sollte. Wie Raps besitzt auch Lein (*Linum usitatissimum*) heimische Hybridisationspartner, so dass ein Auskreuzen der betreffenden traits in die Wildflora prinzipiell denkbar ist. Anders als beim Raps liegen hier bislang jedoch nur wenige Erkenntnisse vor.

IMPRESSUM

HERAUSGEBER	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Postfach 10 01 63, 76231 Karlsruhe, www.lubw.baden-wuerttemberg.de
BEARBEITUNG	Dr. Jürgen Franzaring, Dr. Ingo Holz, Dipl. Agr.-Biol. Sebastian Weller und Prof. Dr. Andreas Fangmeier Universität Hohenheim, Institut für Landschafts- und Pflanzenökologie (320), 70599 Stuttgart. Für den Inhalt sind die Bearbeiter verantwortlich. Die geäußerten Interpretationen und Einschätzungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.
AUFTRAGGEBER	LUBW, Referat Medienübergreifende Umweltbeobachtung, Klimawandel; Projekt ID WV179 Kontakt: Dr. Jürgen Zipperle, Juergen.Zipperle@lubw.bwl.de , Tel 0721/5600-2292
BEZUG	http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/91063/ ID Umweltbeobachtung U53-S06-J09
STAND	September 2009, Internetausgabe Januar 2012

1 Einleitung

Transgener herbizidresistenter Raps (GM HR Raps) erlangt stetig mehr Bedeutung für den kommerziellen Anbau. 2008 betrug der Anteil von Raps-Sorten mit Genveränderung (GV-Sorten) im weltweiten Anbau bereits 21%. Damit gehört Raps nach Soja, Mais und Baumwolle zu den wichtigsten GV-Kulturen weltweit. In Kanada, eines der Hauptanbauländer für HR-Raps, sind bereits über 85 % der angebauten Rapsorten transgen bzw. herbizidresistent (James 2008).

Weltweite Warenflüsse und die jährlich steigende Nutzung von HR-Saatgut sowie das hohe Ausbreitungs- und Verwildерungspotential von Rapspflanzen (Schönfeld *et al.* 2004) machen die Ausbreitung und Etablierung von transgenen Ruderalrapspopulationen auch in Ländern wahrscheinlich, in denen zwar keine Anbaugenehmigung für solche Sorten besteht, Import von HR-Rapssaat aber erlaubt ist.

In der Vergangenheit tauchten in Deutschland und anderen Ländern, in denen es keine Zulassungen von GV-Raps gibt, immer wieder GV- verunreinigte Rapschargen in Handelsketten, auf Agrarflächen oder in der Umwelt auf (Demeke *et al.* 2006, Vermij 2006, Vogel 2006, Macilwain 2005, Marvier & Van Acker 2005, Smyth *et al.* 2002, Fürst 1999).

Ähnlich wie in Deutschland dürfen in Japan transgene Sorten nicht angebaut werden, der Import von HR-Raps ist aber erlaubt. Zudem findet kaum Rapsanbau statt und es wird wenig Rapssaat genutzt. Trotzdem belegen Studien das Vorhandensein und die massive Ausbreitung transgener HR-Rapspopulationen in Japan (Aono *et al.* 2006; Yoshimura *et al.* 2006). Vor allem in Hafennähe weisen bereits 90 % des Ruderalrapses transgene Eigenschaften auf (Kawata *et al.* 2009). Japan importiert jährlich ca. 2 Mio. Tonnen Rapssaat, der größte Teil davon stammt aus Kanada. Während die Ausbreitung von transgenem Ruderalrap in Kanada nicht sehr überraschend ist (Knispel *et al.* 2008), macht das Beispiel Japan deutlich, dass auch in Ländern ohne Anbaugenehmigung für GV-Raps Ausbreitungswege bestehen.

In Deutschland sprechen verschiedene Faktoren für eine mögliche Ausbreitung von transgenen Rapspopulationen:

- Seit dem Jahr 2000 ansteigende Rapsimporte aus Kanada zur Produktion von industriell genutzten Ölen. Zudem erteilte die EU-Kommission am 10. März 2009 die Genehmigung für die Einfuhr von gentechnisch verändertem T45-Raps in die EU zur Herstellung von Lebens- und Futtermitteln. Falls es bei den Hauptlieferländern von Importraps, wie etwa der Ukraine, zu Ernteausschlägen kommt, ist es sehr wahrscheinlich, dass durch diese neue Regelung in der Zukunft deutlich mehr Raps aus Kanada in die EU (und damit auch nach Deutschland) importiert wird. Ein weiterer Faktor, der nicht nur die reguläre, sondern auch unerkannte Einfuhr von transgenen Rapschargen aus Kanada ermöglicht, ist die EU-Regelung zum Import von Rapssaat aus Drittstaaten in die EU. Rapsimporte aus Kanada über Rotterdam könnten z.B. dort verzollt werden und bekämen damit den Status der „EU Gemeinschaftsware“. Beim Weitertransport nach Deutschland müsste nur eine so genannte Intrastat-Meldung (Meldepflicht für innergemeinschaftlichen Warenverkehr) gemacht werden. Ein nicht meldepflichtiges Handelsunternehmen könnte den Raps allerdings auch ohne Meldung in jedes weitere Land der Europäischen Union transportieren (UFOP 2007).
- Bei Einfuhr und Weitertransport solcher transgener oder mit GV-Anteilern kontaminierter Rapschargen kann es aufgrund unzureichender *containments* zu Transportverlusten kommen. Wird bei einem Unkrautmanagement auf Bahn- oder Hafenanlagen, in die HR-Rapssamen eingetragen wurden, das entsprechende

Komplementärherbizid verwendet, kann dies den resistenten Ausfallpflanzen einen Selektionsvorteil verschaffen und zusätzlich zur Etablierung und Verbreitung beitragen.

- In der Vergangenheit durchgeführte Freisetzungsstudien mit HR-Raps in Deutschland. Durch die teilweise hohen Überdauerungsraten der Rapssamen (>10 Jahre) sind auch Jahre nach einer Freisetzung Anteile von GV-Sorten im konventionellen Rapsanbau möglich, wie etwa in Frankreich oder Dänemark beobachtet wurde (Messéan et al. 2007; D’Hertefeldt et al. 2008). Auch in Deutschland ist dies den Behörden bereits bekannt – allerdings sind diese Ergebnisse bislang unveröffentlicht.
- Kontaminationen von Rapssaatgutchargen mit GV-Rapssamen wie etwa bei den Sorten Oasis und Taurus, die 2007 in Bayern, Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Saarland, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein auf insgesamt etwa 1300 ha zum Anbau kamen (BVL 2007). Trotz der Qualitätssicherung der Saatgutimporteure und Stichprobenkontrolle der Ämter kann neben den Transportausfällen auch der „unbemerkte Anbau“ solcher Chargen einen wichtigen Ausbreitungsweg von GV-HR-Raps darstellen.

In der vorliegenden Studie sollte im Südwesten Deutschlands überprüft werden, ob es an verschiedenen Transportwegen entlang des Neckars bereits zur Etablierung von HR-Rapspopulationen gekommen ist. Anhand der Probennahme mit anschließenden GVO-Schnelltests sollte ein Ruderalraps-Screening erprobt werden, welches als Grundlage für ein zukünftiges Routinemonitoring im Land Baden-Württemberg genutzt werden kann. Sämtliche Rapsproben wurden zudem zur Etablierung eines molekularbiologischen Nachweises gentechnischer Veränderungen (PCR-Analysen) der LUBW übergeben.

2 Probennahme und Analyse

2.1 Beprobte Standorte

In Anbetracht der möglichen Ausbreitungswege über Transportverluste (s.o.) erfolgte die Ruderalraps-Probennahme entlang verschiedener Verkehrswege am Neckar zwischen Mannheim und Tübingen. Auf Beprobung von konventionellen Rapsanbauflächen hinsichtlich möglicher Anteile von HR-Raps wurde aufgrund der Durchführbarkeit und des Umfangs der Studie verzichtet.

Die EU und Deutschland importieren jedes Jahr Rapschargen aus Kanada zur Weiterverarbeitung oder zur Aussaat. 2006 wurden beispielsweise 300 Tonnen Raps- bzw. Rübsensamen im Wert von 68.000 Euro zur Weiterverarbeitung aus Kanada importiert, 2008 betrug der Import lediglich 68 Tonnen im Wert von etwa 37.000 Euro (Statistisches Bundesamt Wiesbaden, 2009). Im Jahre 2007 betrug das Transportvolumen von Nahrungs- und Futtermittel mittels Schifffahrt auf dem Neckar etwa 300.000 Tonnen (WSA-Heidelberg 2007), wobei keine Informationen zu einzelnen Produkten vorliegen. Hinzu kommt noch der Transport von landwirtschaftlichen Produkten bzw. Saatgut mittels Schiff-, Zug- und Kraftfahrzeugverkehr entlang des Neckars. Genaue Daten hierüber liegen ebenfalls nicht vor.

Am wahrscheinlichsten ist der Transportverlust und die Etablierung von HR-Raps entlang von Transportwegen, wie etwa in Hafennähe. Deshalb wurden vor allem Hafen- und Industriegebiete sowie Bahnstreckenanlagen entlang des Neckars auf Ruderalraps überprüft. Die Standorte von Ölmühlen, Siloanlagen und Anlagen landwirtschaftlicher Genossenschaften wurden dabei besonders berücksichtigt, da hier Populationen von Ausfall- bzw. Ruderalrapspopulationen besonders zu erwarten waren. Entsprechende Standorte wurden zunächst per Recherche und/oder anhand von Luft- und Satellitenbilder ausfindig gemacht und entsprechend der Begehrbarkeit der Standorte genau überprüft.

Es wurden neben den direkt am Neckar gelegenen Standorten aber auch Industriegebiete kleinerer Gemeinden und Verkehrswege in größerer Entfernung zum Fluss beprobt. Da hier aber nur sehr selten Fundorte vorlagen, und die Verbreitung von möglichem HR-Rapssaatgut eher unwahrscheinlich ist, kann nach unseren Erfahrungen die flächendeckende Suche nach herbizidresistenten Ruderalrapspopulationen vernachlässigt werden, solange keine Positivfunde gemacht worden sind.

Abbildung 1 gibt einen Überblick über die Standorte, an denen Ruderalrapspollen gesammelt wurden. Die geographischen Koordinaten der insgesamt 51 Standorte, an denen die Pflanzen gefunden wurden, sind in der Datei „GVO-2009.xls“ auf der beiliegenden CD enthalten. Hierin sind sämtliche Informationen zur Höhe der Pflanzen, zur Einschätzung ihrer Vitalität, zur geschätzten Zahl der Pflanzen in den jeweiligen Populationen und zur Charakterisierung des Standortes (Straßenrand, Hafengebiet etc.) enthalten. Ebenfalls findet sich eine Google-Earth Datei mit dem Namen „GVO-2009.kmz“ auf der CD, die eine Betrachtung der Standorte ermöglicht. Im Ordner „Bilder“ auf beiliegender CD finden sich zudem Fotos aller beprobten Ruderalrapsindividuen an ihrem Standort. Die Fotos sind über die Excel Tabelle „GVO-2009.xls“ den jeweiligen Fundorten zugeordnet (siehe Spalte „Bilder“).

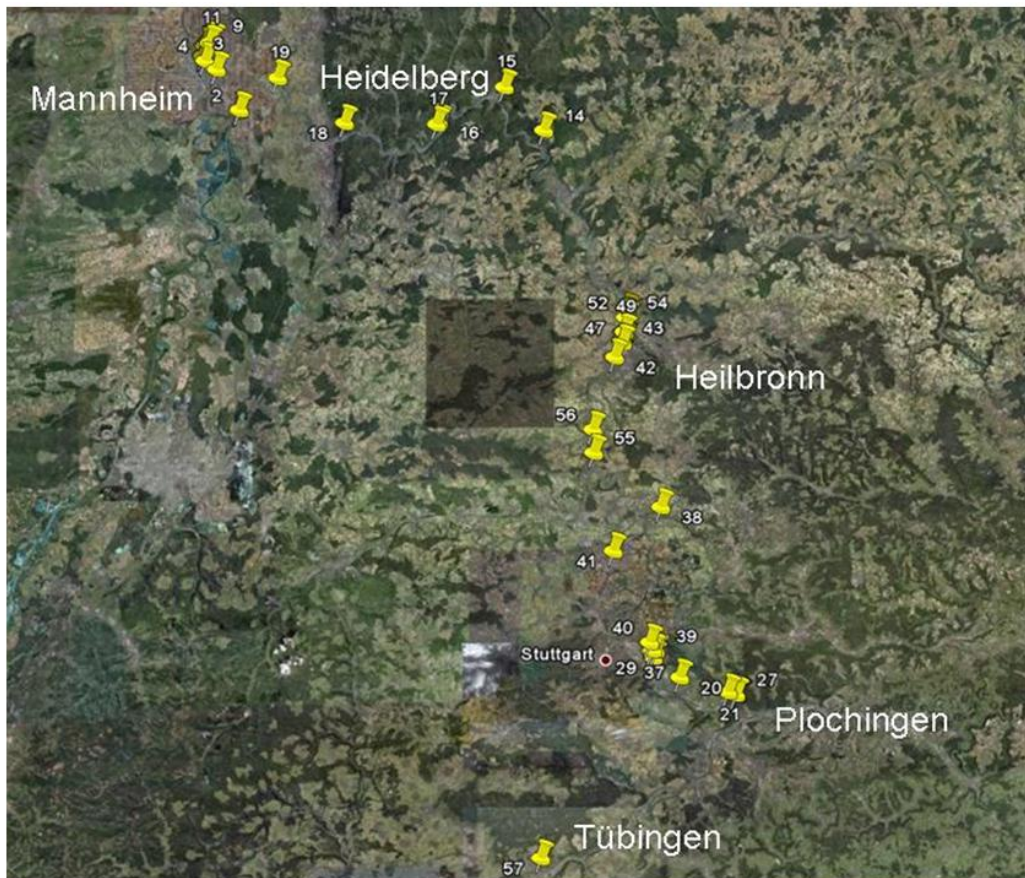


Abbildung 1. Übersicht der im April und Mai 2009 entlang des Neckars beprobten Standorte mit Ruderalrapspopulationen. Die entsprechende Google-Earth Datei „GVO-2009.kmz“ und nähere Informationen zu den 57 Fundstellen in der Datei „GVO-2009.xls“ befinden sich auf der beiliegenden CDi.

2.2 Probennahme

Die Probennahme von Raps (*Brassica napus* L.) erfolgte von Ende April bis Ende Mai 2009, da die Pflanzen in dieser Zeit aufgrund der Blüte leichter auszumachen waren und ausreichend grünes Blattmaterial für die Probennahme vorhanden war. Insgesamt wurden 51 Rapsproben gesammelt. Es wurden zudem 5 Proben der Kreuzblüter Färberwaid (*Isatis tinctoria* L.) und 1 Probe des Orientalischen Zackenschötchen (*Bunias orientalis* L.) gesammelt, die aber nicht in die anschließenden Analysen einbezogen wurden. Bei der Probennahme wurden zunächst Informationen zum Standort vermerkt. Dazu gehörten:

- Beschreibung des Fundortes (Name des Ortes; Bezeichnung der Strasse, Mühle, Genossenschaft etc.; Lage im Hafengebiet, am Straßenrand etc.; Vorhandensein von Rapsfeldern in der Nähe)
- Georeferenzierung (GPS-Verortung, siehe GoogleEarth[®] Datei)
- Fotodokumentation des Standortes
- Zustand der Pflanzen (Höhe, Krankheiten, Schädlingsbefall, Verschmutzungen, Entwicklungsstadium)
- Probennummer und Sammeldatum
- Anzahl der Pflanzen in der vorgefundenen Population und Zahl der beprobten Pflanzen

Alle bei der Beprobung im Feld aufgezeichneten Daten wurden in ein Microsoft Excel Tabellenblatt (siehe beiliegende CD, Datei „GVO-2009.xls“) übertragen und über GPS und GoogleEarth festgelegten WGS84-Geodaten einheitlich in Gauss-Krüger-Koordinaten (Bessel/DHDN) umgerechnet.

Bei sehr großen oder schwer zugänglichen Populationen wurde nur ein Teil der Individuen beprobt. Dabei wurden von jeder beprobten Pflanze jeweils zwei gesunde und voll entwickelte Blätter entnommen. Eines der Blätter (A-Probe) war für die LUBW bestimmt, während das andere (B-Probe) zur Durchführung von GVO-Schnelltests an der Universität Hohenheim verbleiben sollte. A- und B-Proben eines jeden Fundortes wurden in jeweils zwei mit Probennummer und -datum gekennzeichneten PE-Beuteln für den Transport zunächst kühl gelagert und anschließend im Institut für Landschafts- und Pflanzenökologie der Universität Hohenheim bei -80°C tiefgefroren.

2.3 Analyse

Die zwischengelagerten A-Proben werden durch die LUBW mittels Real Time PCR (Polymerase Chain Reaction) auf das Vorliegen transgener Eigenschaften (LL- und RR-Herbizidresistenz, verändertes Fettsäuremuster, Bt Cry1Ac Protein) untersucht. Die Proben wurden am 4. Juni 2009 durch eine Mitarbeiterin der LUBW abgeholt.

Die B-Proben wurden am Institut für Landschafts- und Pflanzenökologie der Universität Hohenheim mithilfe von Schnelltests der Firma Eurofins GeneScan auf das Vorliegen einer Herbizidresistenz überprüft (GeneScan 2007). Laut Yoshimura et al. (2006) und Knispel et al. (2008) ist mit diesem Test ein eindeutiger Nachweis der betreffenden HR-Gene möglich. Die Schnelltest-Methode basiert auf dem Nachweis der durch die HR-Gene in den Pflanzenblättern exprimierten Proteine (CP4 EPSPS bei Roundup Ready und PAT bei Liberty Link) mittels spezifischer Antikörper.

Zur Durchführung der Tests wurden aus dem Probenblatt jeweils zwei bis drei Stücke mit festgelegter Größe (0.5 cm²) entnommen und anschließend mittels Glaspipette in einem Eppendorfgefäß mit 0.5 ml destilliertem Wasser zerkleinert. Darauf wurden die Teststreifen, jeweils für den RuR- und den LL-Test, in die Lösung gegeben. Von Standorten mit mehr als

10 Blättern (Pflanzen) wurden Mischproben hergestellt, die jeweils mit einem Teststreifen überprüft wurden.

Nach etwa 5-10 min. waren die Teststreifen vollständig mit Probenflüssigkeit durchsogen. Anhand der entstandenen Kontroll- bzw. Positivbalken konnte dann bestimmt werden, ob der Teststreifen korrekt funktionierte bzw. das entsprechende Protein in der Lösung vorhanden war. Das Beispiel eines negativen und positiven Befundes einer Glyphosat- bzw. Roundup-Resistenz ist in Abbildung 2 dargestellt. Die Proben wurden durch ein Gentechnisches Überwachungslabor zur Verfügung gestellt, um das Funktionieren der Schnelltests zu überprüfen. Die zuvor mittels PCR als positiv nachgewiesene Probe zeigte im RuR-Schnelltest einen leicht rötlichen Balken unterhalb der Kontrolllinie.

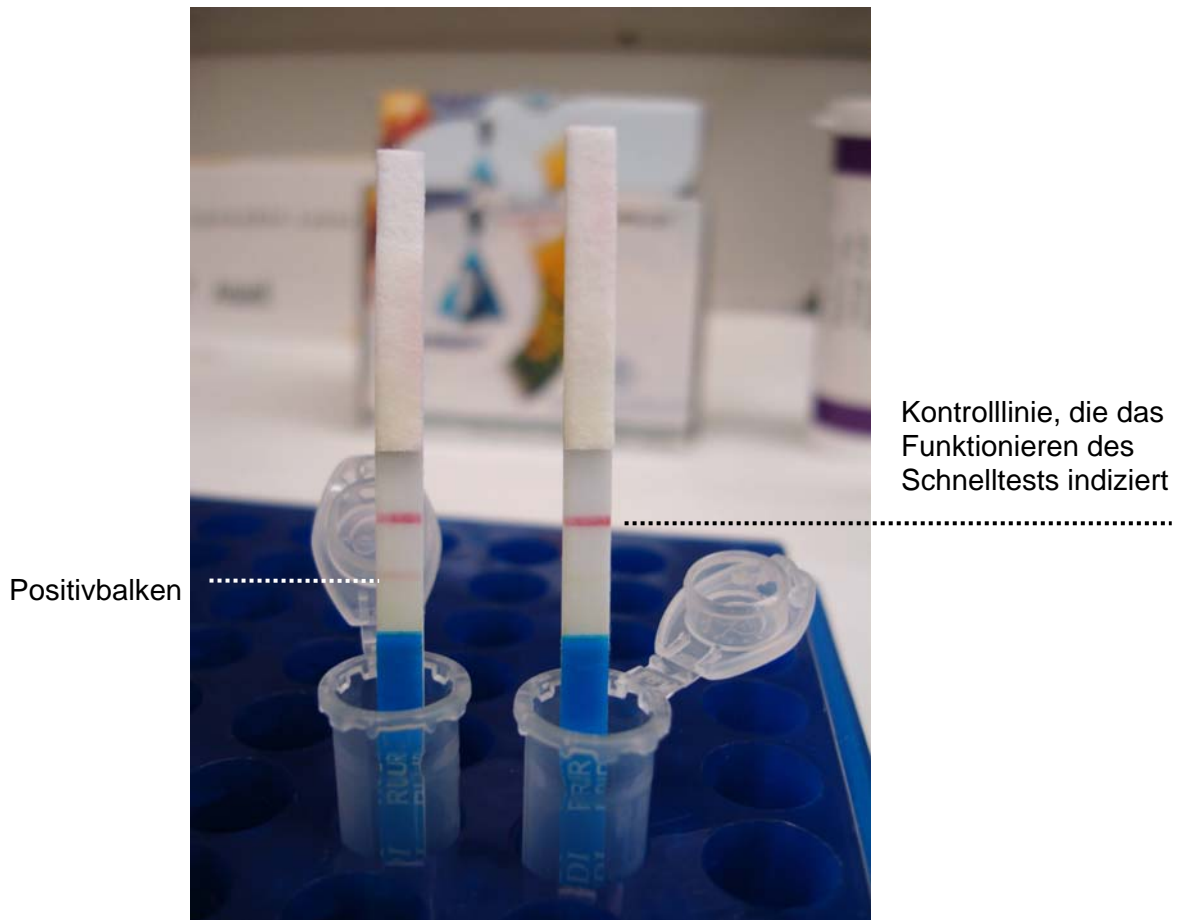


Abbildung 2. Ergebnis einer Schnelltestuntersuchung von zwei Rapsblattproben auf das Vorliegen einer Glyphosattoleranz mit dem RuR TraitChek™ Test der Firma GeneScan. Rechts: negativer Befund. Links: positiver Befund; neben der oberen Kontrolllinie ist eine leicht rötliche Bande zu sehen, die das Vorhandensein des CP4 EPSPS-Proteins in der Blattprobe eindeutig anzeigt.

Zur Aufbewahrung wurden die Teststreifen nach dem Ablesen der Ergebnisse zunächst getrocknet und anschließend auf ein mit Probennummer, -ort und Datum gekennzeichnetes Datenblatt aufgebracht. Diese Blätter finden sich in Anhang A des vorliegenden Berichts, wobei oben die Ergebnisse der RuR- (blaue Streifen) und unten die Ergebnisse der LL-Tests (lila Streifen) dargestellt sind.

3 Ergebnisse der Schnelltests

Die RuR und LL-Schnelltests funktionierten bei allen Proben einwandfrei, denn bei jeder Probe war die obere Kontrolllinie gut zu erkennen. Sämtliche Originalteststreifen (bzw. Scans dieser in Kopien des Originalberichts) befinden sich im Anhang A dieses Dokuments.

Keine der überprüften Proben erwies sich als eindeutig positiv, jedoch war das Ergebnis bei einer Probe (Probe Nr. 14) im LL-Test auch nach der Wiederholung des Tests unklar. Die leicht rötliche Färbung des Positivbalkens könnte somit das Vorliegen einer Glufosinattoleranz andeuten, was in einer Nachuntersuchung dieser Probe mittels PCR unbedingt überprüft werden sollte. Auch die in Abbildung 2 (links) zu sehende Rottfärbung des Positivbalkens ist nicht sehr stark ausgeprägt, obwohl diese Probe von einem Glyphosat-tolerantem Rapsindividuum stammte.

Die Pflanze der Probe Nr. 14 stand an einem Parkplatz an der B37 bei Zwingenberg. Sollte sich der Verdacht einer gentechnisch bedingten Herbizidtoleranz durch die PCR-Analysen bestätigen, sollten hier im folgenden Jahr weitere Untersuchungen erfolgen.

4 Erfahrungen und Empfehlungen

4.1 Probennahme und Lagerung

Die weitflächige Überprüfung von Ruderalrapspopulationen außerhalb von Industrie-, Hafen- und Bahnanlagen kann unserer Einschätzung nach vorerst vernachlässigt werden, da besonders die Haupttransportwege und Orte der Rapssaatverarbeitung mit Samen aus Transportausfällen befrachtet werden. Interessant erscheinen uns hierbei vor allem Ölmühlen, zu denen große Mengen Rapssaat auch aus Nicht-EU-Ländern transportiert werden. Die Sammlung von Blattmaterial zur Raps-Blütezeit im April und Mai erwies sich als optimal.

Die gesammelten Blattproben wurden durch das anschließende Einfrieren und Lagern in PE-Beuteln oftmals spröde und zerbrachen in kleinere Stücke. Um eine Identifizierung der einzelnen Blätter bei Mischproben aus mehreren Pflanzen zu gewährleisten, sollten zum Einfrieren der Proben feste Behältnisse verwendet werden. Das Einfrieren selbst und sogar das mehrmalige Auftauen sind relativ unkritisch, da der Nachweis der HR-Proteine auch noch Jahre später eindeutige Ergebnisse liefert (persönliche Mitteilung durch Mitarbeiter eines Gentechnischen Überwachungslabors).

4.2 Analyse

Die GVO-Überprüfung der Proben per Schnelltest im Labor stellte sich als praktikabel und leicht durchführbar dar. Beim Ablesen der (Positiv-) Ergebnisse ergaben sich nur in dem erwähnten Fall Unklarheiten. Undeutliche Ergebnisse sollten anschließend mit PCR-Analysen überprüft werden.

Durch die einfache Handhabung der Schnelltests besteht die Möglichkeit, Rapspflanzen direkt im Feld zu testen. Dies wird zum Beispiel bei der Nachkontrolle von ehemaligen Freisetzungsfeldern durch die GV-Herstellerfirmen praktiziert. Im Rahmen dieser Untersuchung konnte dies aber wegen der hohen Preise der Schnelltests nicht realisiert werden.

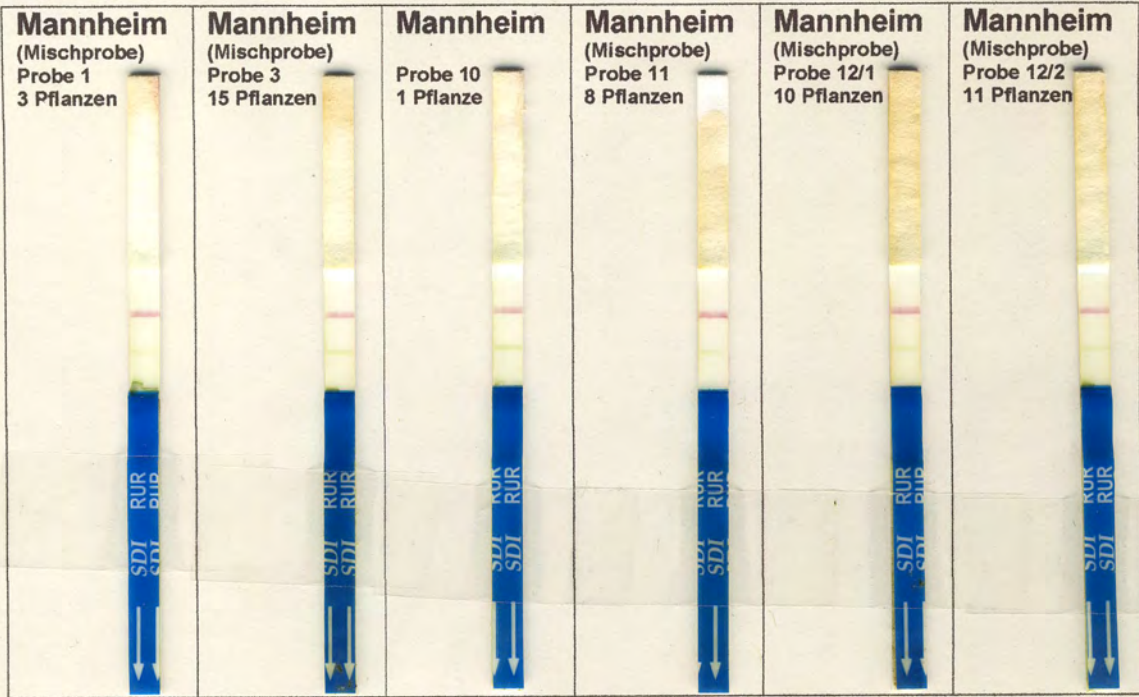
5 Literatur

- Aono, M., Wakiyama, S., Nagatsu, M., Nakajima, N., Tamaoki, M., Kubo, A., Saji, H. (2006): Detection of feral transgenic oilseed rape with multiple-herbicide resistance in Japan. *Environmental Biosafety Research* 5:77-87.
- BVL (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit) (2007): Gentechnisch veränderter Raps: Raps-Saatgut-Verunreinigung bei der Deutschen Saatveredelung (DSV). <http://www.bvl.bund.de/>.
- Demeke, T., Perry, D.J. & Scowcroft, W.R. (2006): Adventitious presence of GMOs: Scientific overview for Canadian grains. *Canadian Journal of Plant Science* 86: 1-23.
- D'Hertefeldt, T., Jørgensen, R.B., Pettersson, L.B. (2008): Long-term persistence of GM oilseed rape in the seedbank. *Biology Letters*. doi:10.1098/rsbl.2008.0123.
- Fürst, I. (1999): Swiss soiled seed prompts tolerance questions. *Nature Biotechnology* 17: 629.
- GeneScan (2007): GVO Schnelltest für Raps. Für den schnellen und unkomplizierten GVO-Test für Raps - TraitChek™, 1S.
- James, C. (2008): Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2008. ISAAA Brief No. 39. ISAAA: Ithaca, NY.
- Kawata, M., Murakami, K., Ishikawa, T. (2009): Dispersal and persistence of genetically modified oilseed rape around Japanese harbors. *Environmental Science and Pollution Research* 16: 120-126.
- Knispel, A.L., McLachlan, S.M., Van Acker, R.C., Friesen, L.F. (2008): Gene Flow and Multiple Herbicide Resistance in Escaped Canola Populations. *Weed Science* 56:72-80.
- Macilwain, C. (2005): US launches probe into sales of unapproved transgenic corn. *Nature* 434: 423.
- Marvier, M. & Van Acker, R.C. (2005): Can crop transgenes be kept on a leash? *Frontiers in Ecology and the Environment* 3(2): 93-100.
- Messéan, A., Sausse, C., Gasquez, J., Darmency, H. (2007): Occurrence of genetically modified oilseed rape seeds in the harvest of subsequent conventional oilseed rape over time. *European Journal of Agronomy* 27:115-122.
- Schönfeld, J., Zwerger, P. & A., Dietz-Pfeilstetter, H. (2004): Das Ausbreitungsverhalten von verwilderten Rapspflanzen. Posterpräsentation des Teils 1 des BMBF Projektverbundes „Potenzielle Auswirkungen des Anbaus von transgenem Raps“ beim Status Seminar „Sicherheitsforschung und Monitoring“2004.
- Smyth, S., Khachatourians, G.G. & Phillips, P.W.B. (2002): Liabilities and economics of transgenic crops. *Nature Biotechnology* 20: 537-541.
- Statistisches Bundesamt (2009): <http://www.destatis.de> - Genesis Datenbank für Aus- und Einfuhr (Außenhandel): Deutschland, Jahre, Land, Warenverzeichnis, Wiesbaden.
- Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen e.V. (UFOP) (2007): Rapsprotein in der Humanernährung. Schriften, Heft 32, ISBN 978-3-938886-04-8.
- Vermij, P. (2006): Liberty Link rice raises specter of tightened regulations. *Nature Biotechnology* 24(11): 1301-1302.
- Vogel, G. (2005): Tracing the transatlantic spread of GM rice. *Science* 313: 1714.
- WSA-HeidelbergG (Wasser und Schifffahrtsamt) (2007): Pressemitteilung - Containerschiffahrt auf dem Neckar.
- Yoshimura, Y., Beckie, H. J., Matsuo, K. (2006): Transgenic oilseed rape along transportation routes and port of Vancouver in western Canada. *Environmental Biosafety Research* 5: 67-75.

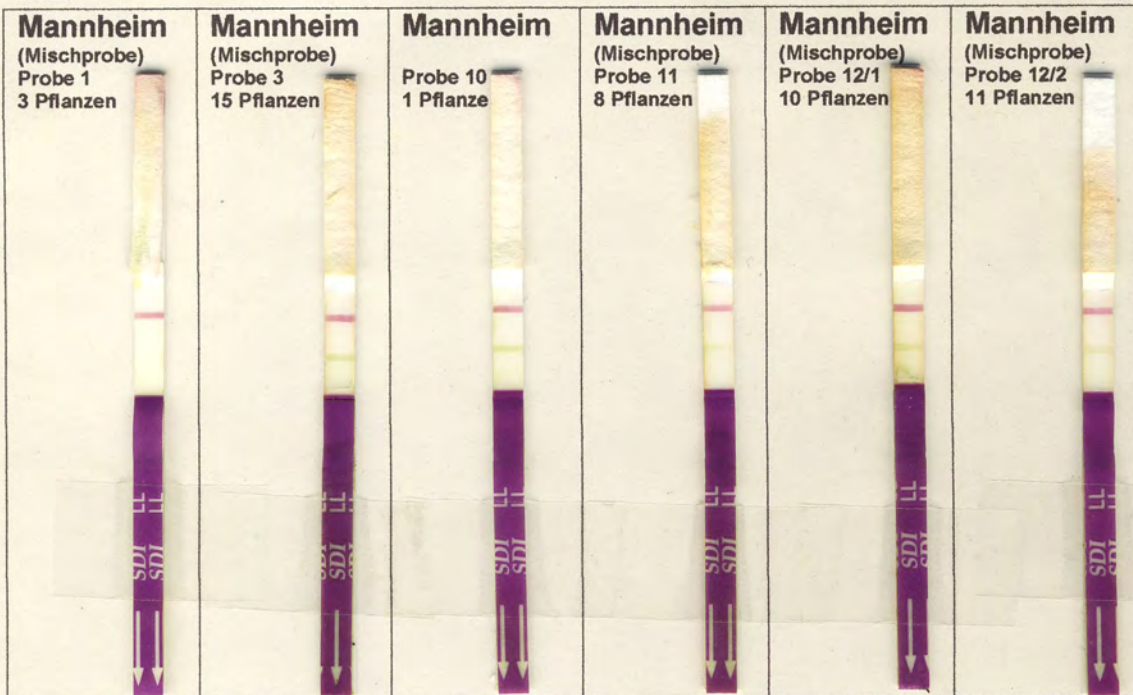
Anhang A Ergebnisse der GVO-Schnelltests

15.06.2009 Weller

RUR



LL






GVO-Screening (Raps)



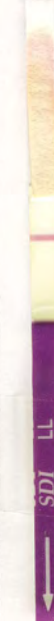
Universität Hohenheim

25.05.2009 Franzaring/Weller

RUR

Mannheim (Mischprobe) Proben 4 und 5 4 Pflanzen	Mannheim (Mischprobe) Proben 6 und 7 5 Pflanzen	Mannheim (Mischprobe) Probe 8 16 Pflanzen			
					

LL

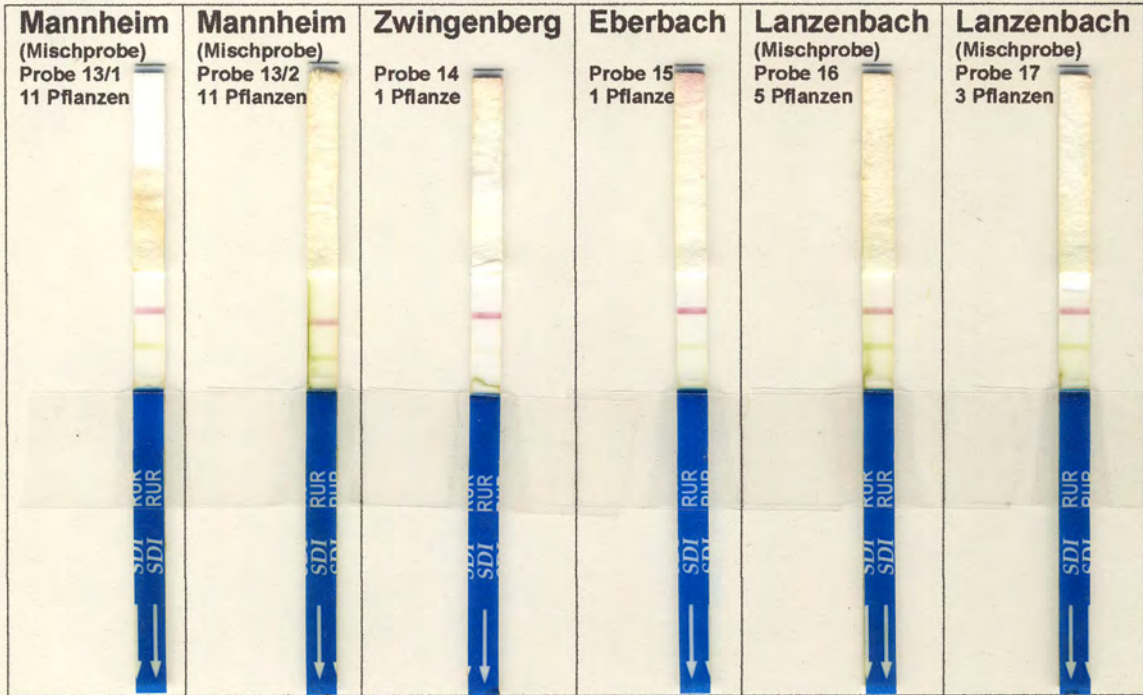
Mannheim (Mischprobe) Proben 4 und 6 4 Pflanzen	Mannheim (Mischprobe) Proben 6 und 7 5 Pflanzen	Mannheim (Mischprobe) Probe 8 16 Pflanzen			
					

GVO-Screening (Raps)

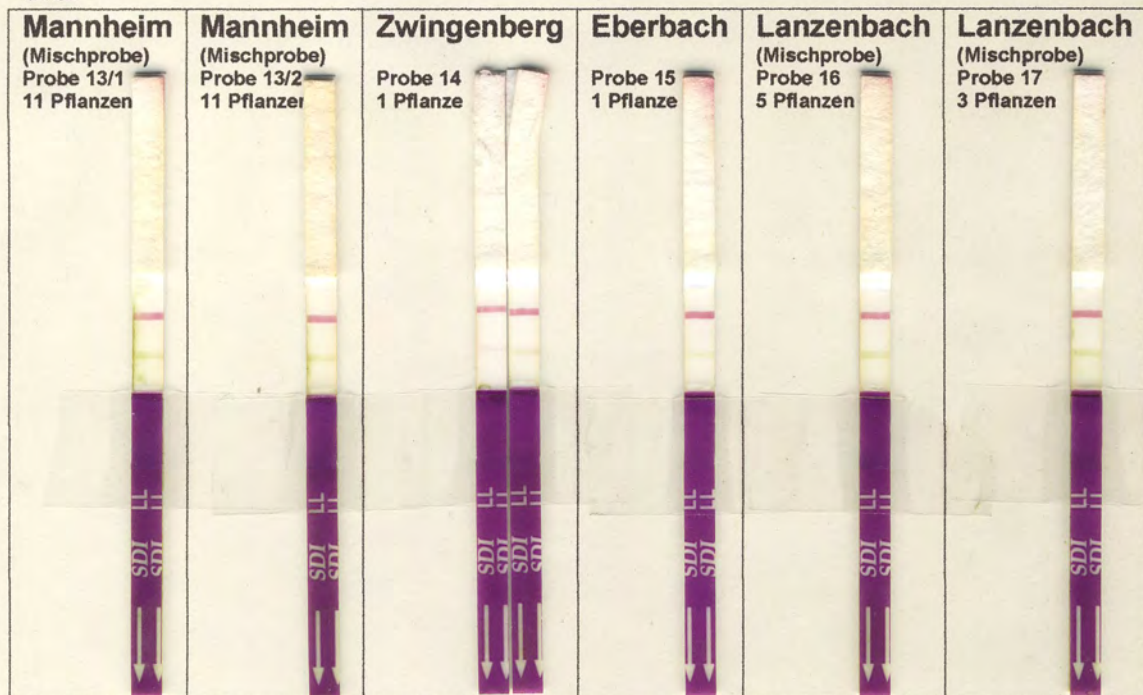
Universität Hohenheim

15.06.2009 Weller

RUR



LL



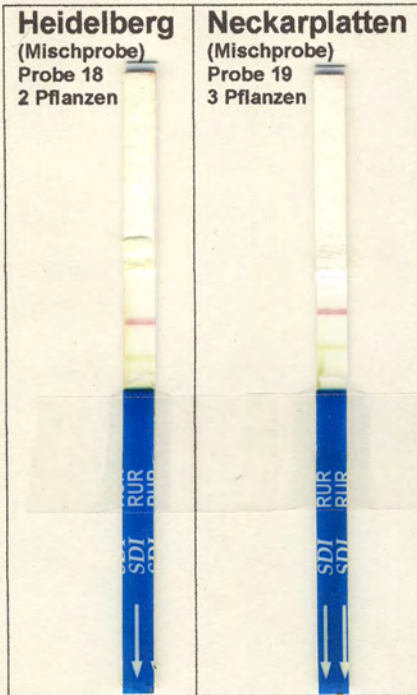
2 Tests durchgeföhrt, da Erg. nicht eindeutig

GVO-Screening (Raps)

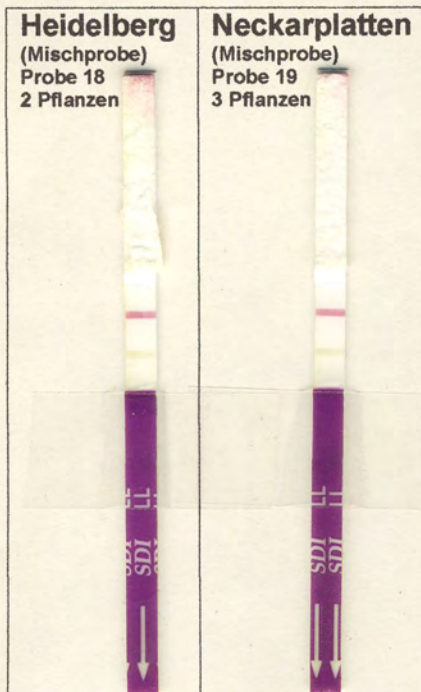
Universität Hohenheim

15.06.2009 Weller

RUR



LL

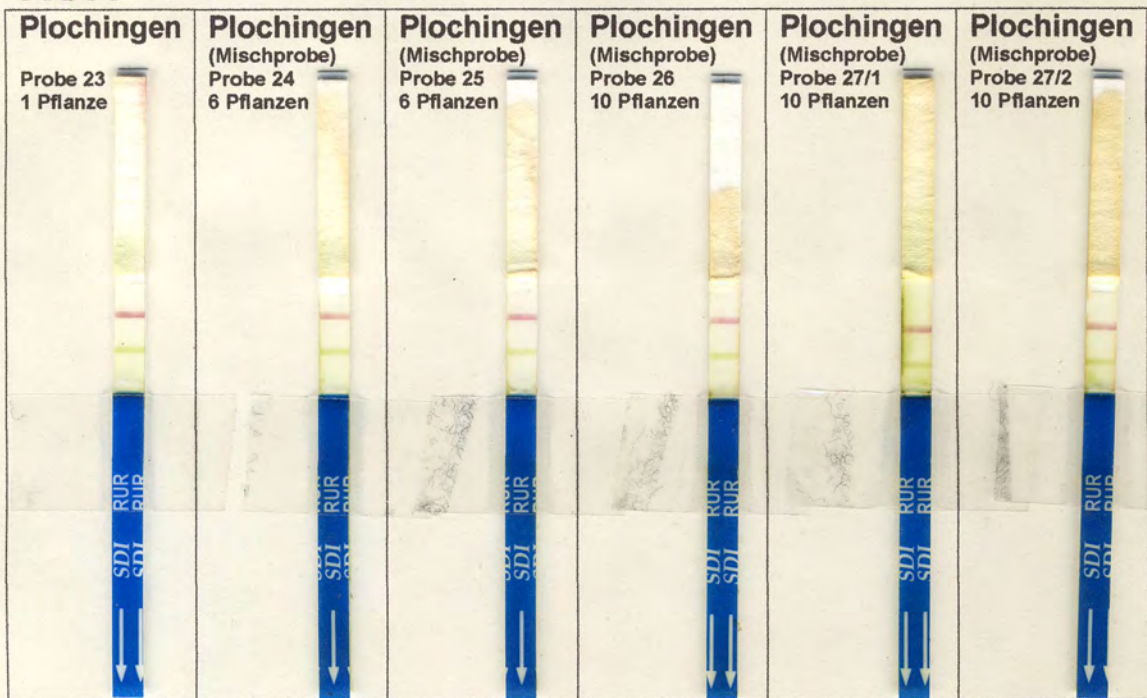


GVO-Screening (Raps)

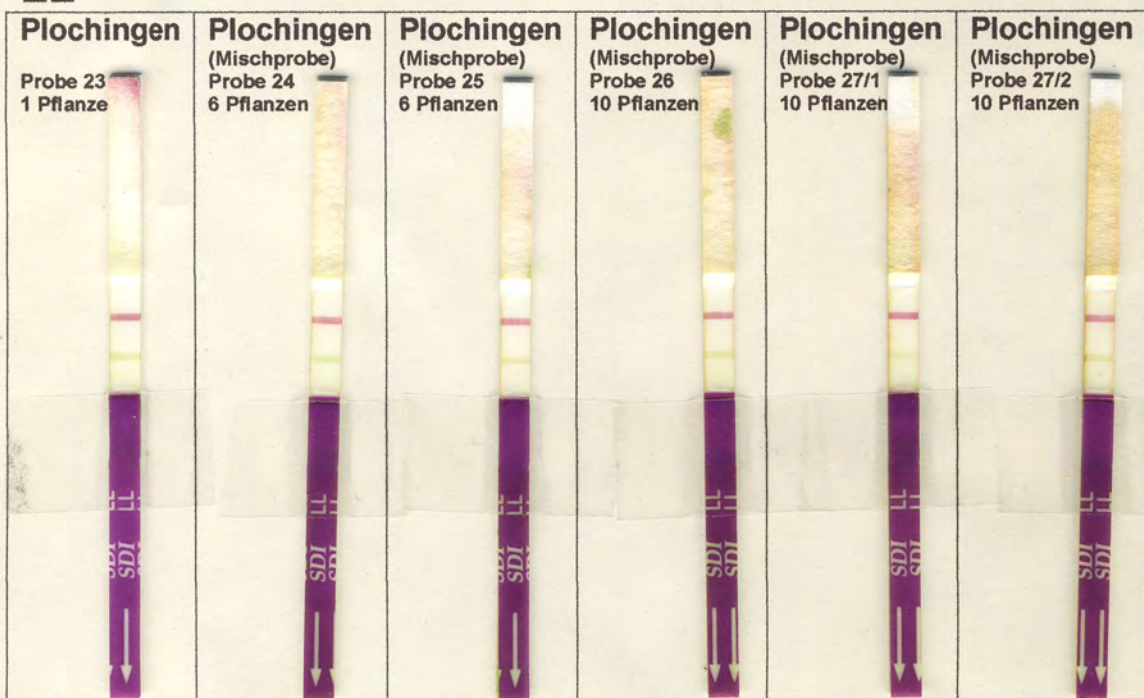
Universität Hohenheim

16.06.2009 Weller

RUR



LL

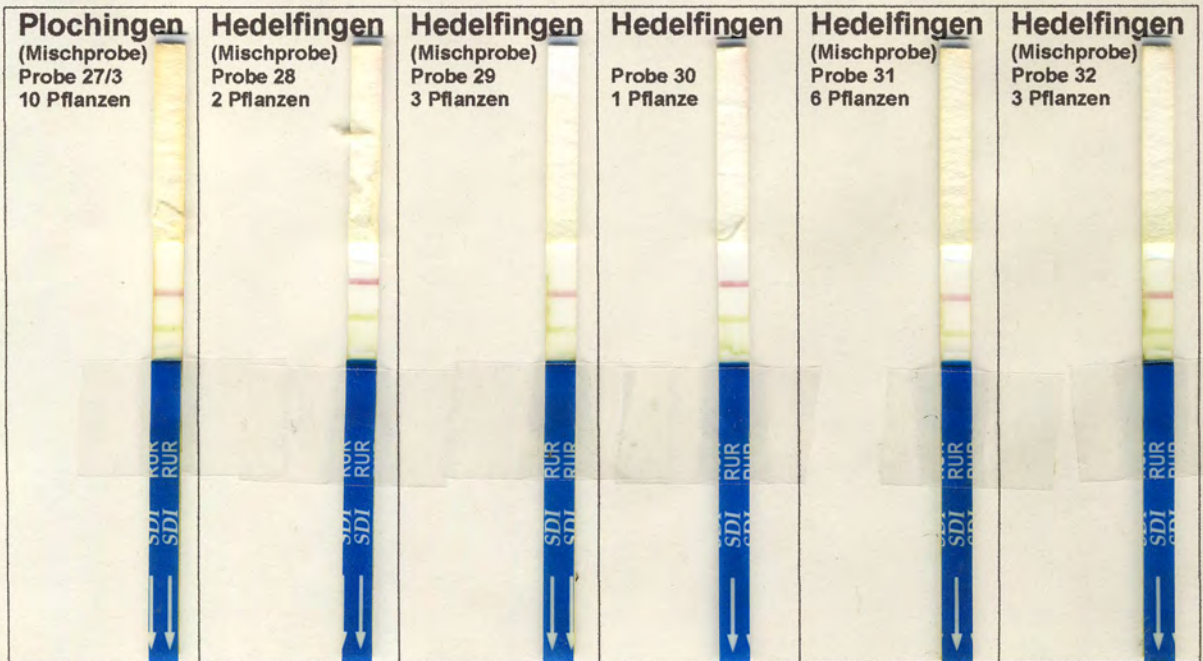


GVO-Screening (Raps)

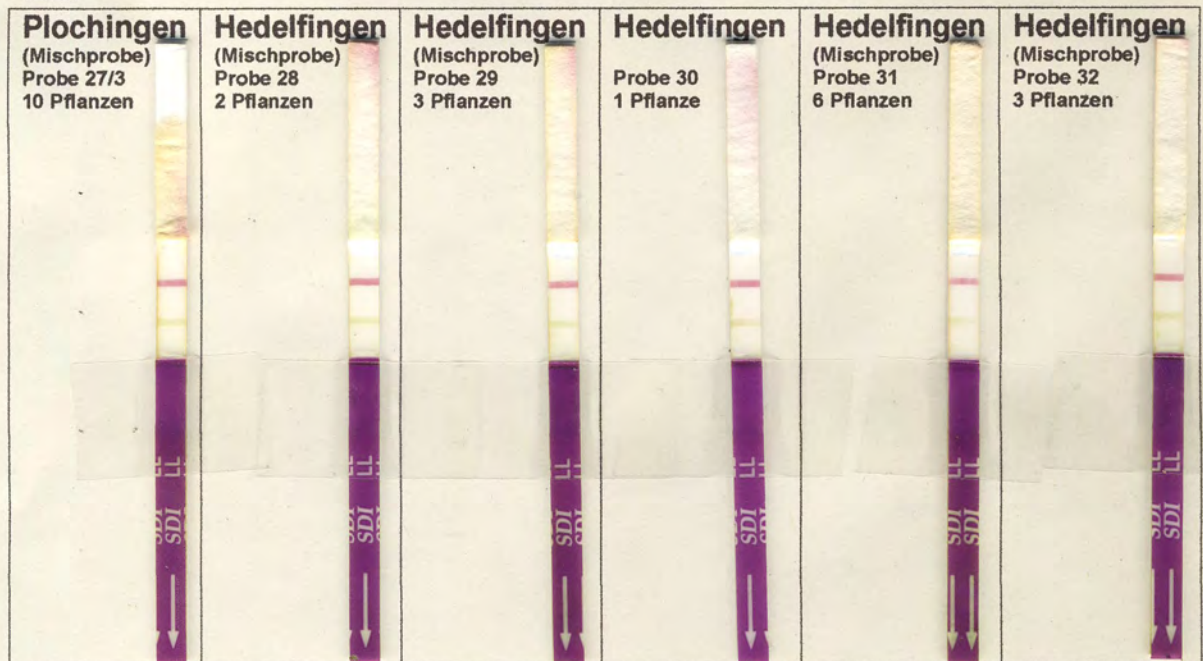
Universität Hohenheim

16.06.2009 Weller

RUR



LL

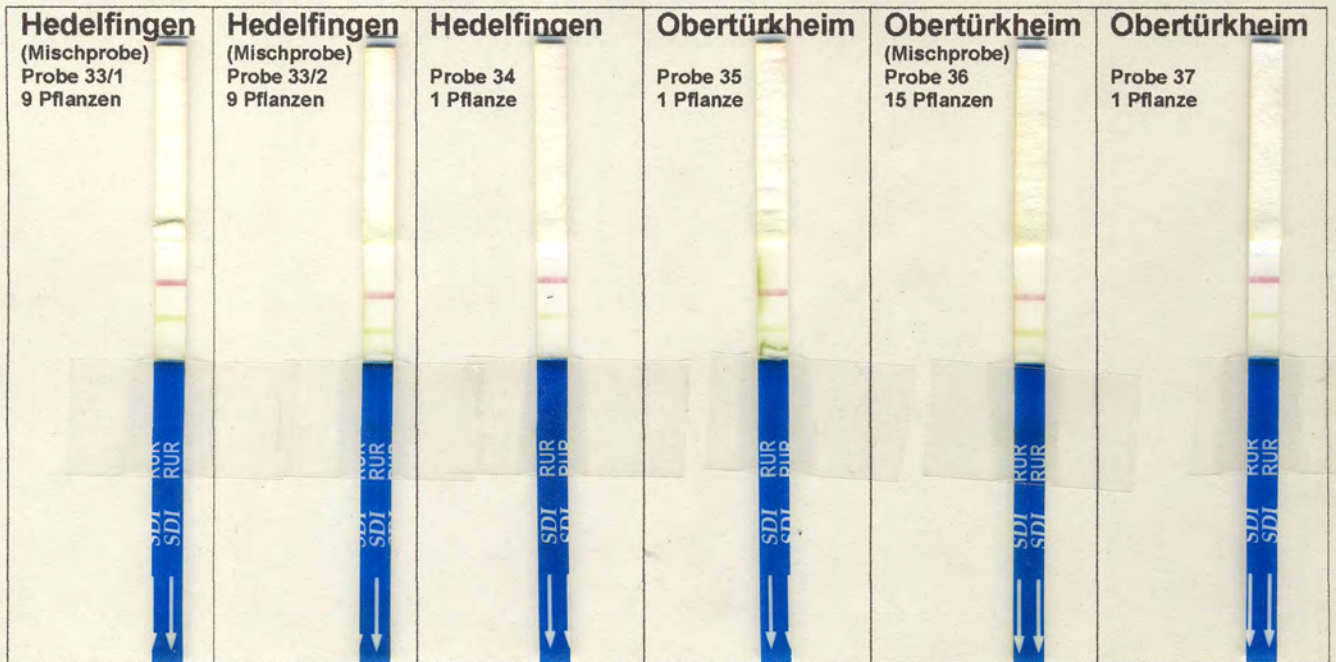


GVO-Screening (Raps)

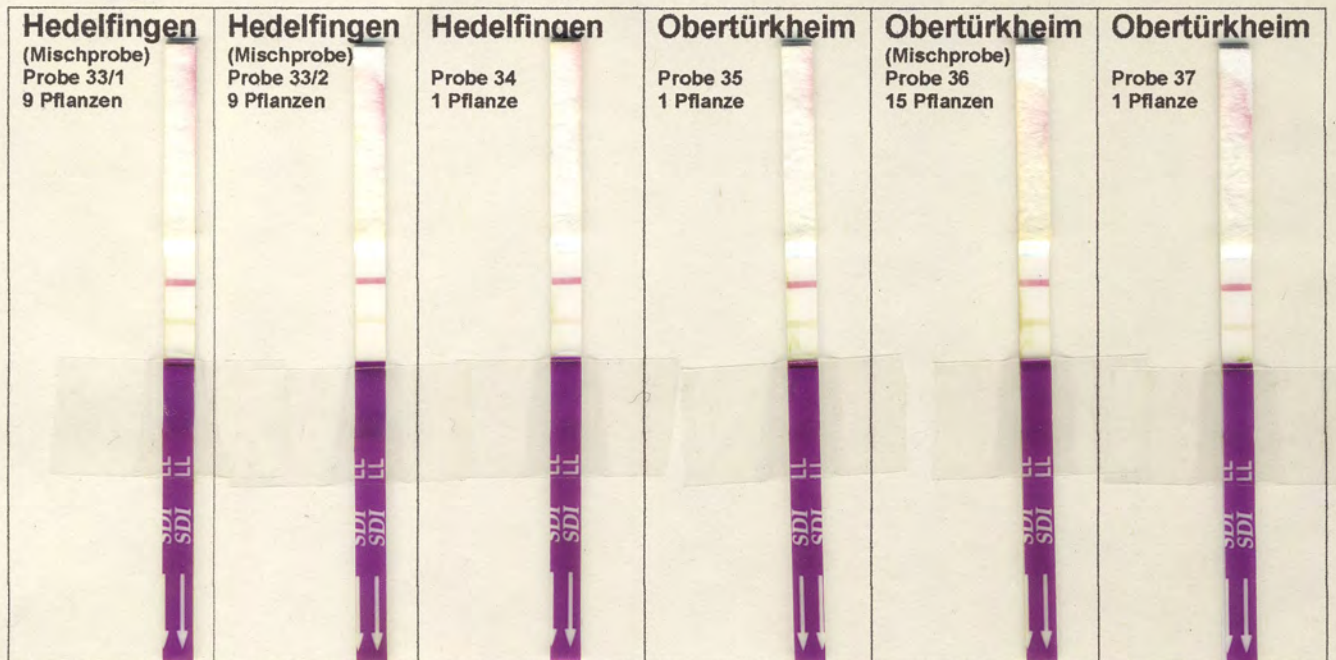
Universität Hohenheim

16.06.2009 Weller

RUR



LL

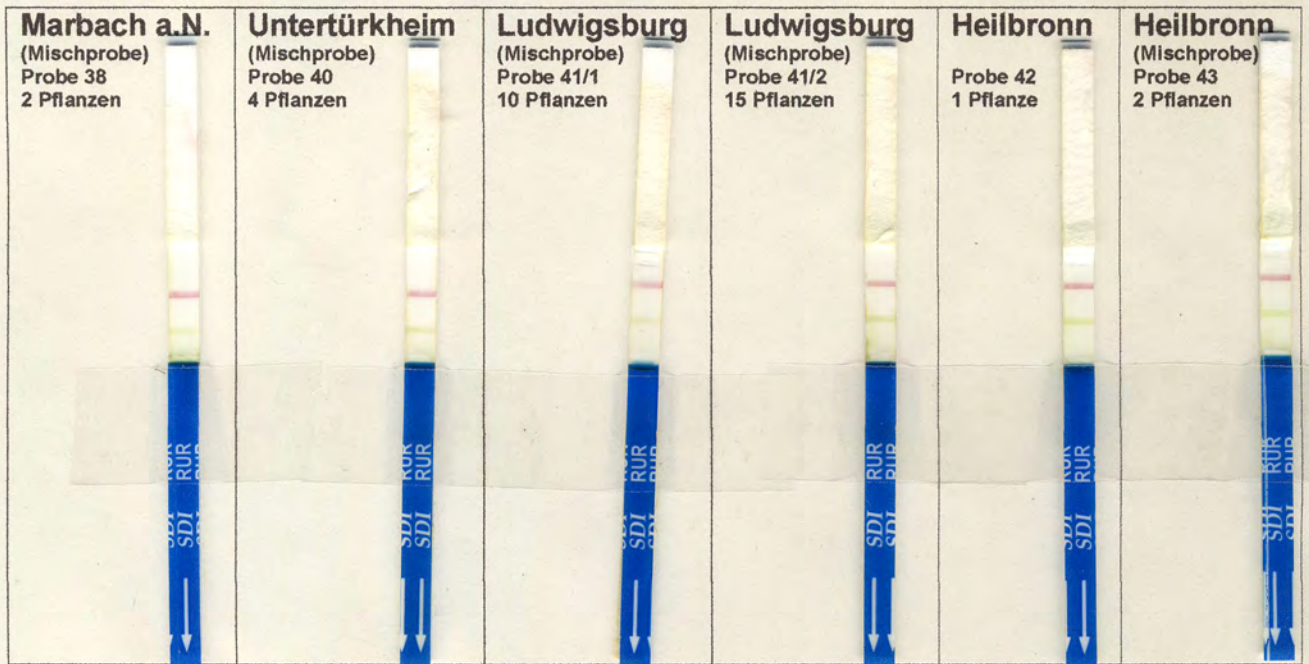


GVO-Screening (Raps)

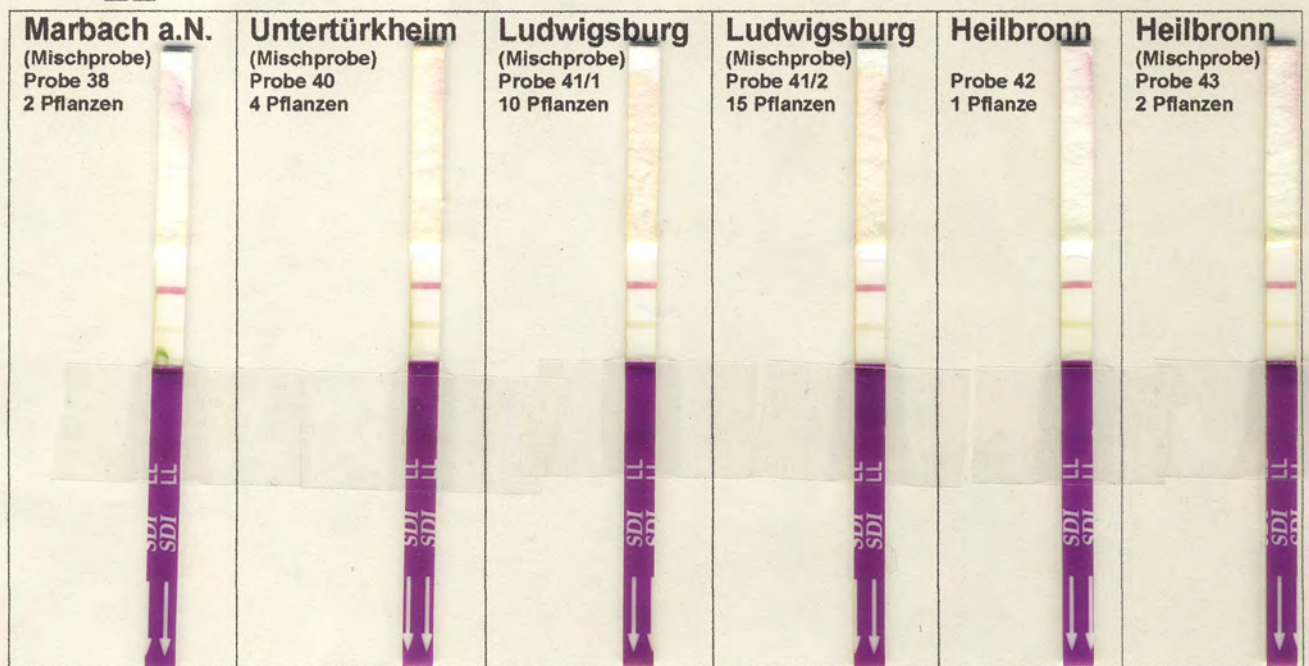
Universität Hohenheim

16.06.2009 Weller

RUR



LL

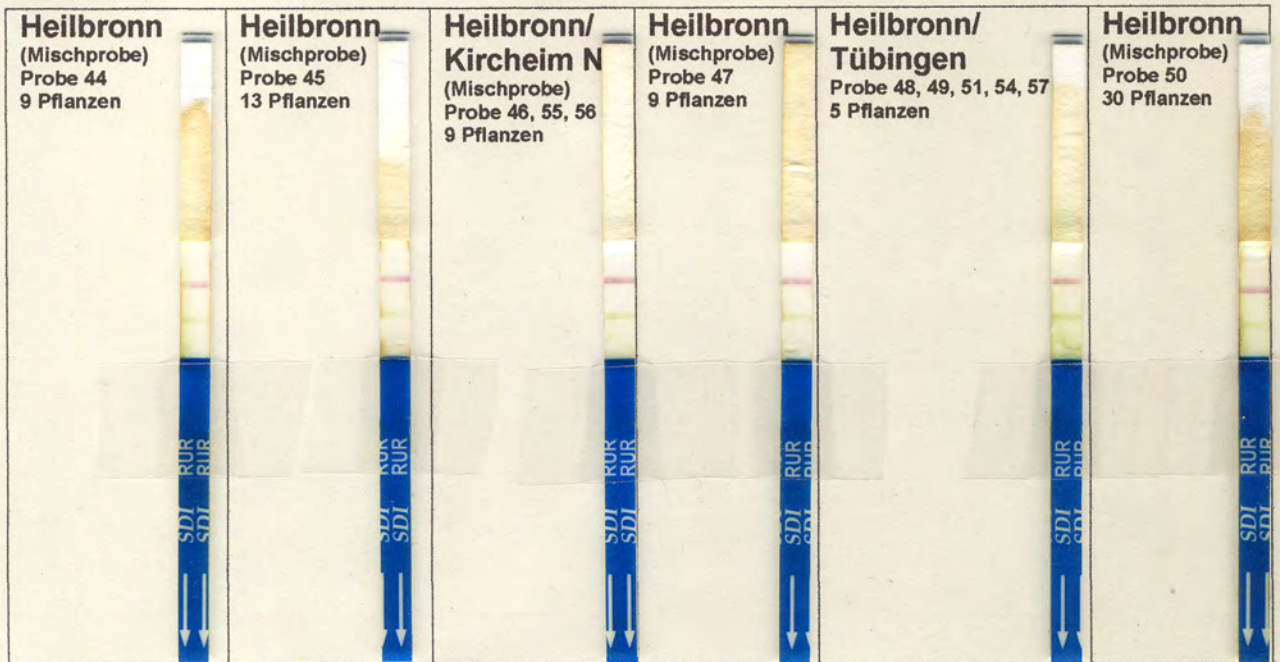


GVO-Screening (Raps)

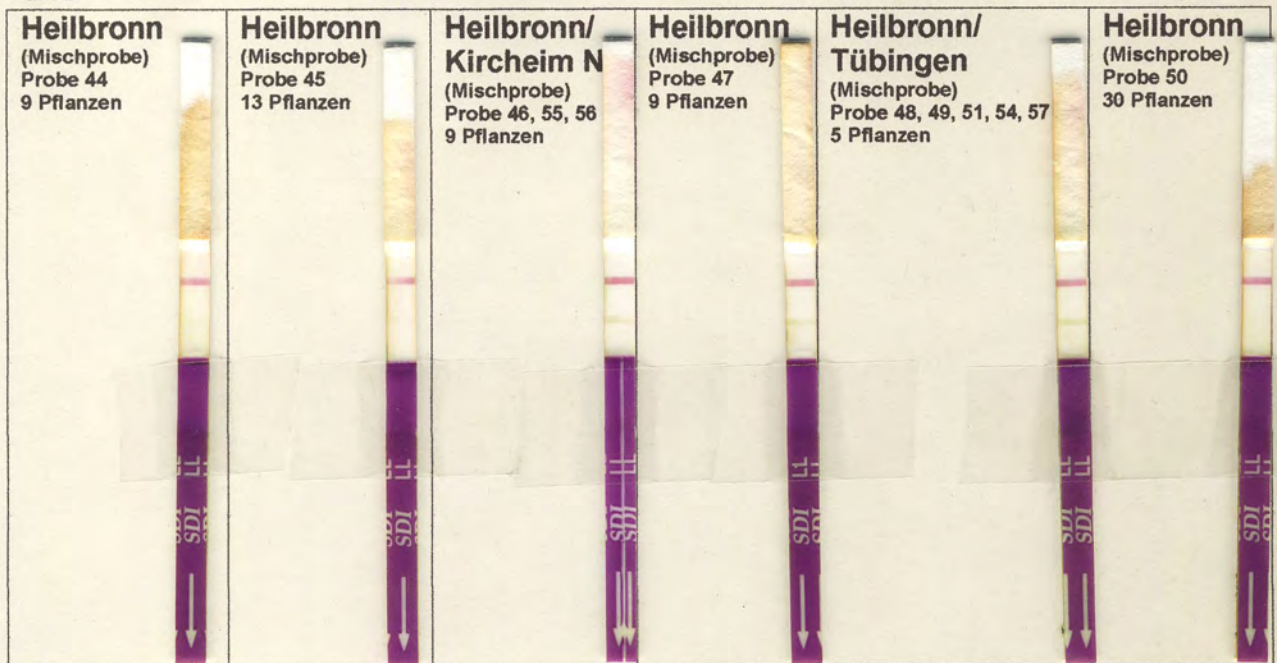
Universität Hohenheim

17.06.2009 Weller

RUR



LL

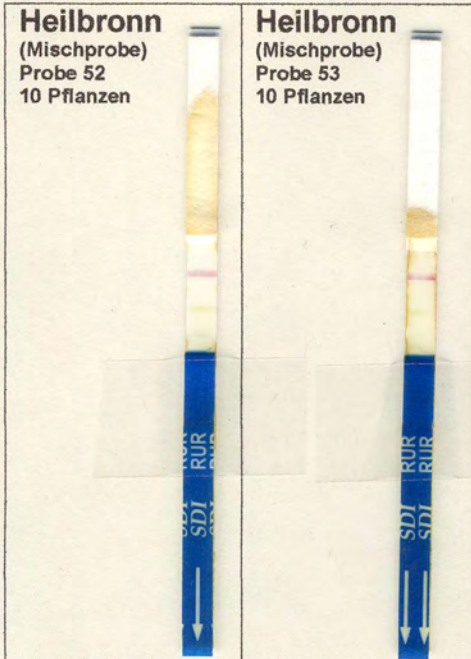


GVO-Screening (Raps)

Universität Hohenheim

17.06.2009 Weller

RUR



LL

